

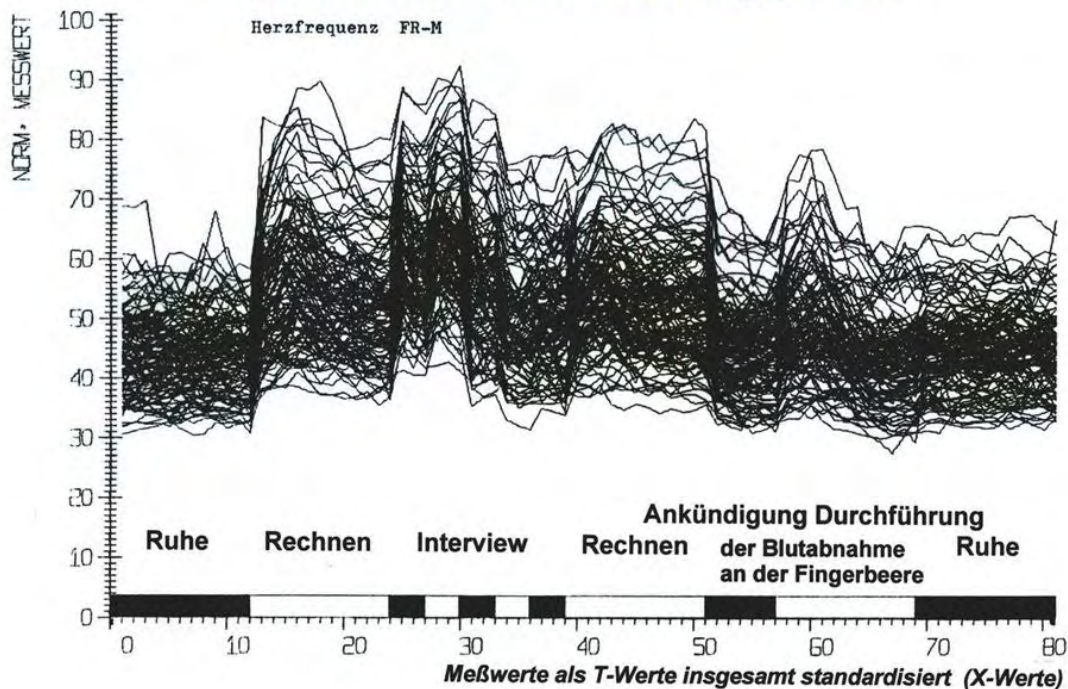
## **Psychophysiologie in Labor, Klinik und Alltag**

**40 Jahre Projektarbeit der  
Freiburger Forschungsgruppe Psychophysiologie –  
Kommentare und Neue Perspektiven**

Jochen Fahrenberg und Michael Myrtek

Freiburg i. Br. 2005

## **Individuelle Herzfrequenz-Verläufe über verschiedene Untersuchungsphasen**



### **Psychophysiologie in Labor, Klinik und Alltag**

40 Jahre Projektarbeit der Freiburger Forschungsgruppe Psychophysiologie –  
Kommentare und Neue Perspektiven

Jochen Fahrenberg und Michael Myrtek

(2005 bis 2011 im Verlag Peter Lang, Frankfurt a.M.)

© Copyright Jochen Fahrenberg und Michael Myrtek, 1. 12. 2011

Der Text kann von dieser Homepage als PDF-Datei heruntergeladen und zitiert werden als:

Fahrenberg, J. & Myrtek, M. (e-Buch 2011). Psychophysiologie in Labor, Klinik und Alltag

40 Jahre Projektarbeit der Freiburger Forschungsgruppe Psychophysiologie – Kommentare und Neue

Perspektiven. Online im Internet: <http://www.jochen-fahrenberg.de> [PDF-Datei, 459 Seiten, 3,7 MB, und Datum des Downloads].

#### **Hinweis zum Urheberrecht**

Für Dokumente, die in elektronischer Form über Datennetze angeboten werden, gilt uneingeschränkt das Urheberrechtsgesetz (UrhG). Insbesondere gilt: Einzelne Vervielfältigungen, z.B. Kopien und Ausdrücke, dürfen nur zum privaten und sonstigen eigenen Gebrauch angefertigt werden (Paragraph 53 Urheberrecht).

Die Herstellung und Verbreitung von weiteren Reproduktionen ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Urhebers gestattet. Der Benutzer ist für die Einhaltung der Rechtsvorschriften selbst verantwortlich und kann bei Missbrauch haftbar gemacht werden.

Es ist zu den folgenden Bedingungen erlaubt, das Werk zu vervielfältigen, zu verbreiten und öffentlich zugänglich zu machen: Namensnennung des Autors in der von ihm festgelegten Weise. Dieses Werk darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden. Dieses Werk darf nicht bearbeitet oder in anderer Weise verändert werden. Im Falle einer Verbreitung müssen den anderen Nutzern die Lizenzbedingungen, unter welche dieses Werk fällt, mitgeteilt werden. Jede der vorgenannten Bedingungen kann aufgehoben werden, sofern Sie die Einwilligung des Rechteinhabers dazu erhalten. – Diese Lizenz lässt die gesetzlichen Schranken des Deutschen Urheberrechts unberührt.

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1     Einleitung</b>	9
1.1   Psychophysiologische Forschung	9
1.2   Quintessenz	13
 <b>2     Erste Arbeiten</b>	 24
2.1   Ein kritischer Beitrag zur Psychosomatik der essentiellen Hypertonie	24
2.2   Eine Faktorenanalyse psychischer und vegetativer Regulationsdaten	27
2.3   Eine faktorenanalytische Untersuchung psychophysiologischer Korrelate	32
2.4   Ein kritischer Beitrag zur psychophysiologischen Persönlichkeitsforschung	34
2.5   Eine statistische Analyse funktioneller Beschwerden	35
2.6   Körperlich-funktionelle Beschwerden und Persönlichkeitsmerkmale	36
2.7   Rückblick	37
2.8   Orientierungen	39
 <b>3     Ziele, Strategien und Allgemeine Konzepte</b>	 45
3.1   Übersicht	45
3.2   Forschungsperspektiven und Rahmenkonzepte	48
 <b>4     Psychophysiologische Konstitutionsforschung</b>	 62
4.1   Übersicht	62
4.2   Funktionsbereiche	64
4.2.1   Kreislauf-Funktionsprüfungen: Orthostase-Versuch und Ergometerbelastung	64
4.2.2   Sympathikotonie – Vagotonie, physikalische Kreislaufanalyse	71
4.2.3   Konvergenz und Divergenz der vegetativen/ kreislaufphysiologischen Befunde	71
4.2.4   Selbsteinstufungen	72
4.3   Psychophysiologische Korrelationen	73
4.3.1   Vegetative Labilität und Persönlichkeitseigenschaften	73

4.3.2	Körperliche Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit	77
4.4	Metaanalysen psychophysiologischer Korrelationen	79
4.5	Schlussfolgerungen	83
<b>5</b>	<b>Psychophysiologische Aktivierungsforschung</b>	<b>85</b>
5.1	Aktivierung und Aktivierungsmuster	85
5.2	Erste Grundlagenstudie: Operationalisierung von "Aktivierung"	87
5.3	Zweite Grundlagenstudie: Aktivierungsforschung im Labor- Feld-Vergleich	93
5.4	Untersuchungen von Reaktionsmustern und Aktivierungskomponenten	107
5.5	Dritte Grundlagenstudie: Psychophysiologie des labil- hypertonen Blutdrucks	117
5.6	Psychophysiologie des labil-hypotonen Blutdrucks	141
5.7	Psychophysiologische Zeitreihenstudien	148
5.8	Methodenentwicklung und Methodenstudien	153
5.8.1	Übersicht	153
5.8.2	Fragestellung Ausgangswert-Abhängigkeiten	154
5.8.3	Korrelationen zwischen und innerhalb Personen (Kovarianzzerlegung)	160
5.8.4	Weitere Arbeiten zur Methodik	161
5.9	Psychophysische Aktivierung und Reaktivität – Zusammenfassende Diskussion	163
<b>6</b>	<b>Klinische Psychophysiologie</b>	<b>171</b>
6.1	Übersicht	171
6.2	Psychophysiologische Korrelate bei Herz-Kreislauf-Patienten	172
6.2.1	Psychophysiologische Vergleiche zwischen Diagnosegruppen	172
6.2.2	Disponiert das Typ-A-Verhalten zur Koronarkrankheit?	174
6.2.3	Diagnostik psychophysiologischer Reaktivität bei Herzinfarkt- Patienten	175
6.3	Rehabilitationsforschung	180
6.4	Interozeption: "Wahrnehmung" von Blutdruckänderungen	187
6.5	Das psychophysiologische Blutdruck-Video	191
6.6	Krankheitsverhalten, Beschwerdenneigung und Lebenszufriedenheit	202
6.6.1	Beschwerden und Befund	202
6.6.2	Gesunde Kranke – kranke Gesunde	203
6.6.3	Schlussfolgerungen im Hinblick auf die Modifikation des	206

	Krankheitsverhaltens	
6.6.4	Konstruktion der Freiburger Beschwerdenliste FBL-R	208
6.6.5	Konstruktion des Fragebogens zur Lebenszufriedenheit FLZ	211
6.7	Diskussion und Zusammenfassung	214
<b>7</b>	<b>Psychophysiologie im Alltag</b>	<b>221</b>
7.1	Übersicht	221
7.2	Entwicklung des ambulanten psychophysiologischen 24-Stunden-Blutdruck-Monitoring	225
7.2.1	Erste Studie zum psychophysiologischen Blutdruck-Monitoring	226
7.2.2	Zweite Studie zum psychophysiologischen Blutdruck- Monitoring	232
7.2.3	Strukturiertes Blutdruck-Monitoring bei Hypertonikern zu drei Terminen	241
7.2.4	Psychophysiologisches Blutdruck-Monitoring bei Personen mit labil hypotonen Werten	255
7.3	Kontinuierliches nicht-invasives Blutdruckmonitoring mit dem Portapres-System	256
7.3.1	Blutdruckniveau, Variabilität und Reaktivität	256
7.3.2	Methodenstudien zur Präzision der Messungen	258
7.4	Innovative Strategien des kontrollierten und interaktiven psychophysiologischen Blutdruck-Monitoring	271
7.4.1	Erste Blutdruckstudie mit Detektion von Körperposition und Bewegung, mit kontrolliertem und interaktivem Monitoring	271
7.4.2	Pilotstudie mit interaktivem Monitoring des "Additional Systolic Blood Pressure"	280
7.5	Das Freiburger Monitoring System FMS zur interaktiven Auswertung der "Additional Heart Rate"	284
7.6	Interaktives Monitoring von Myokardischämie	291
7.7	Messung von Bewegungsaktivität und Bewegungsmustern – Kalibrierte multiple Akzelerometrie	293
7.8	Computer-unterstützte Selbstberichte mit MONITOR	299
7.8.1	Zur Methodik – Vorzüge und Grenzen	299
7.8.2	Retrospektionseffekt	302
7.8.3	Psychologisches Monitoring und Validierungshinweise zum FPI	311
7.9	Zusammenfassung und Ausblick	314

<b>8</b>	<b>Forschungsprogramm und Perspektiven</b>	<b>323</b>
8.1	Das Forschungsprogramm im Rückblick	323
8.2	Hauptergebnisse	327
8.2.1	Psychophysische Aktivierung/Reaktivität	327
8.2.2	Klinische Psychophysiologie	331
8.2.3	Ambulantes Monitoring und Assessment	333
	Bewertung der Hauptergebnisse und Diskussion der	337
8.3	Konsequenzen	
8.3.1	Psychophysische Aktivierung	337
8.3.2	Emotionalität und Psychophysische Reaktivität/Aktivierung	348
8.3.3	Typ A-Verhalten und Somatoforme Störungen	351
8.3.4	Neuere Metaanalysen und Beiträge zur Psychophysiologie des Blutdrucks	353
8.4	Konzeptuelle, theoretische und methodologische Probleme	361
8.4.1	Grundsätzliche Überlegungen	361
8.4.2	Methodologische Aspekte physiologischer Messungen	363
8.4.3	Methodologische Aspekte psychologischer Daten	363
8.4.4	Forschungsstrategien	369
8.5	Perspektiven der biologischen Persönlichkeitsforschung	373
8.5.1	Konzepte der Kardiovaskulären Psychophysiologie	373
8.5.2	Bekannte Konzepte der neurowissenschaftlichen Persönlichkeitsforschung	380
8.5.3	Neuropsychologische Emotionsforschung	384
8.5.4	Neuropsychologie der Persönlichkeitseigenschaften	390
8.5.5	Psycho-Neuroendokrinologie	394
8.5.6	Evaluation	395
8.6	Ambulantes Monitoring und Assessment	397
8.6.1	Prinzipien und Untersuchungspläne	397
8.6.2	Anwendungsperspektiven	405
	Literaturverzeichnis 1 Arbeiten der Freiburger Forschungsgruppe Psychophysiologie	413
	Literaturverzeichnis 2 Sonstige zitierte Arbeiten	441
	<b>Abstract</b>	<b>459</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Psychophysiologische Forschung

Seit physiologische Funktionen zu messen sind, wurde auch versucht, die körperlichen Begleiterscheinungen psychischer Veränderungen zu erfassen. In einer heute unüberschaubar großen Anzahl von Untersuchungen ging es meist um die physiologischen Grundlagen der Emotionen oder der Temperamenteigenschaften. Dies waren Grundlagenstudien und erst später kam es zu klinisch orientierten Studien im Bereich der Psychosomatischen Medizin. Ein zunehmender Praxisbezug zeigte sich in der am Arbeitsplatz durchgeführten empirischen Belastungs-Beanspruchungs-Forschung (Thema "Stress") und in der Methodik des ambulanten Monitoring unter Alltagsbedingungen.

Die Psychophysiologie des Blutdrucks ist ein herausragendes Forschungsthema:

- Die phasische Blutdruckänderung ist als ein vorzüglicher Indikator der Bereitstellung des Organismus für Verhaltensaktivität (Aktivierungsindikator) anzusehen.
- Chronische Blutdruckerhöhung ist das Symptom der sehr verbreiteten Hypertonie.
- Die primäre (essentielle) Hypertonie ist seit Alexanders "Psychosomatic Medicine" *die* psychosomatische Krankheit par excellence und gilt in neuerer Zeit vielen als typische "Stress"-Krankheit.

Damit ist der Blutdruck unter psychophysiologischer Perspektive zugleich Aktivierungsindikator, potentieller klinischer Symptomparameter und hypothetischer Ausdruck "psychogener" Verursachung einer körperlichen Krankheit (bzw. einem populären Verständnis von "Alltagsstress"). Für keinen anderen physiologischen Parameter gibt es im Rahmen der nicht-invasiven Messmöglichkeiten der Psychophysiologen eine vergleichbare Konstellation. Unter den kardiovaskulären und anderen vegetativen Funktionen nimmt auch die Herzfrequenz einen besonderen Platz ein. Sie ist ein vorzüglicher Indikator kardiovaskulärer Anpassung bzw. Aktivierung und sie ist zuverlässiger zu messen als der Blutdruck. Aber ein hoher Puls als chronisches Krankheitssymptom ist relativ selten.

So kann es nicht verwundern, dass die Psychophysiologie und Verhaltensmedizin des Blutdruckverhaltens als eine Art Testfall für ein Bündel von Forschungsfragen anzusehen ist. Diese reichen von der Korrelation zwischen Blutdruckänderungen und Emotionen bis zu pathogenetischen Hypothesen und zu therapeutischen und edukativen Maßnahmen, vom ambulanten Monitoring bis zum Selbstmanagement der chronischen Hypertonie.

Der Blutdruck ist ein zentrales Thema medizinischer Forschung und Klinik. Die Todesursachenstatistik zeigt, dass diese wissenschaftlichen Anstrengungen notwendig bleiben, trotz großer Fortschritte in der Entwicklung wirksamer Antihypertensiva oder beim Abbau von Risikofaktoren.

Im Gegensatz hierzu ist innerhalb der Psychophysiologie das wissenschaftliche Interesse an der Blutdruckforschung stark zurückgegangen; dieses Thema spielt auf den Kongressen und in den Journalen der Psychophysiologie nur noch eine geringe Rolle. Dieser offensichtliche Rückzug muss tiefere Gründe haben, die vielleicht in kritischen und frustrierenden Untersuchungsergebnissen zu suchen sind oder in einer Interessenverlagerung in den neurowissenschaftlichen Grundlagenbereich.

In der Freiburger Forschungsgruppe Psychophysiologie gab es eine günstige institutionelle Basis, um den psychophysiologischen Fragestellungen mit relativ langem Atem, ausdauernd und gründlich, zu folgen. Die Kardiovaskuläre Psychophysiologie war hier über mehr als 30 Jahre eines der zwei oder drei Themen des Forschungsprogramms. Rückblickend wird versucht am Thema "Blutdruck" den langen Bogen von den anfänglichen Erwartungen bis zu dem heutigen Stand zu spannen und zugleich den Verlauf des Forschungsprogramms zu dokumentieren.

### **Absichten**

Die Ergebnisse der meisten Projekte wurden in deutschen und internationalen Zeitschriften publiziert. Solche Aufsätze müssen sich jedoch auf das Hauptergebnis konzentrieren und ebenfalls interessante Nebenergebnisse und methodische Details weglassen. Mehr Informationen über einige der Untersuchungen sind dagegen in den gedruckten Dissertationen zu finden. Doch in Zeitschriftenaufsätzen wie in Dissertationen kommt leicht der Zusammenhang mit den vorausgegangenen und den nachfolgenden Forschungsvorhaben zu kurz. Das übergeordnete Forschungsprogramm ist kaum zu erkennen: Weshalb hier spezielle Methodenstudien unternom-

men werden mussten, um das Instrumentarium zur Prüfung theoretischer Hypothesen zu gewinnen. Wie sich solche Methodenstudien verselbständigten und dann neue Arbeitsrichtungen erschließen können. Weshalb die Untersuchungsergebnisse des ersten Jahrzehnts dazu führten, die Laborforschung zur Feldforschung auszuweiten und im dritten Jahrzehnt die neue Methodologie des ambulanten Monitoring und Assessment aufzubauen.

Wenn lange in einer Forschungsrichtung gearbeitet wird, passen sich die Fragestellungen den Erfahrungen an und die Ziele werden modifiziert. So ist es auch in den Freiburger Projekten geschehen, z.B. in der Blutdruckforschung von der experimentellen Laborforschung zu den Untersuchungen in der Klinik und dann zum ambulanten psychophysiologischen Monitoring. Gewöhnlich werden jedoch die inneren Zusammenhänge und die strategischen Einsichten dieser Forschungsprozesse nicht im einzelnen geschildert.

Die folgenden Kapitel enthalten außer den Untersuchungsergebnissen auch die Gründe, weshalb die ursprünglichen Ziele und Strategien verändert wurden. Es ist möglich, dass im Rückblick gelegentlich vielleicht mehr Folgerichtigkeit und Konsequenz gesehen oder konstruiert werden als während der einzelnen Schritte bewusst war. Von dieser Art der rückblickenden Darstellung bzw. Evaluation kann keine einfache Bilanzierung erwartet werden. Dennoch wird versucht, die empirischen Ergebnisse und die theoretischen Überlegungen in einer Quintessenz zusammenzufassen.

## **Gliederung**

Da der Forschungsprozess in seinen wichtigsten Schritten dargestellt und erläutert werden soll, müssen die aufeinander aufbauenden Untersuchungen in jeder der hauptsächlichen Arbeitsrichtungen geschildert werden. In der Regel wird hier nur die Zusammenfassung (Abstrakt) der Publikationen zitiert, z. T. in gekürzter Form. Ausnahmen bilden die – aus verschiedenen Gründen – nicht befriedigend abgeschlossenen oder nicht in ausreichender Weise publizierten Forschungsvorhaben. Hier ist eine ausführlichere Darstellung zweckmäßig.

Eine kurze Einleitung erläutert die Absichten des Projektes und ein nachgestellter Kommentar versucht zu bilanzieren, was erwartet und was erreicht wurde. Solche Bewertungen drängen sich auf, wenn sich der Rückblick auf ein langes Forschungsprogramm richtet. Diese eigenen Bewertungen waren ja die wichtigsten Gründe für die Planung der anschließenden Projekte. Im Forschungsalltag und beim Schreiben neuer

Anträge, finden natürlich solche Diskussionen allgemein statt. Hier dienen die Kommentare dazu, den inneren Zusammenhang zu verdeutlichen und theoriekritisch und selbstkritisch darzustellen wie sich Ziele und Strategien veränderten.

## **Literatur**

Das Literaturverzeichnis 1 enthält alle Publikationen aus der Forschungsgruppe Psychophysiologie und die hier entstandenen Doktorarbeiten und Diplomarbeiten. Die Arbeiten anderer Autoren werden im Literaturverzeichnis 2 aufgeführt, wobei nur Arbeiten zitiert werden, die in diesem Zusammenhang besonders wichtig sind. Sehr viel umfangreichere Literaturübersichten sind in einer Anzahl von Handbuchbeiträgen und Reviews sowie Monographien der Freiburger Autoren enthalten. Im Literaturverzeichnis stehen auch die Freiburger Publikationen von Klein u.a. über Okulomotorik, ereigniskorrelierte kortikale Potentiale, Schizotypie, hyperkinetisches Syndrom, d.h. andere Themen als in der kardiovaskulären Psychophysiologie; deswegen werden sie hier ausgeklammert.

## **Teamarbeit**

An dieser Forschungsarbeit über den Zeitraum von 35 Jahren hatten alle Mitarbeiter der Forschungsgruppe Psychophysiologie und die nicht geringe Zahl von Doktoranden und Diplomanden wesentlichen Anteil. Als wissenschaftliche Mitarbeiter der Gruppe sind hier besonders Dipl.-Math. Georg Brüchner (†), Dipl.-Math. Friedrich Foerster, Dipl.-Phys. Paul Hüttner und Dipl.-Ing. Wolfgang Müller (†) sowie Dr. Gerhard Stemmler und Dr. Christoph Klein zu nennen, deren Kompetenz die Forschungsarbeiten sehr viel verdanken. Die wesentliche technische Unterstützung in Labor, Werkstatt und Sekretariat leisteten die Mitarbeiter(innen): Ingrid Burgdorf, Elisabeth Falk, Dorothea Gierschner, Inge Grubert, Volker Höppner, Gertrud Jansen, Petra Kutzner, Ingrid Lieske, Maren Mundt, Rosemarie Scheibel, Annette Sondhauß und Eleanore Szabo. Ohne deren Engagement und ohne die Mitarbeit der vielen Untersuchungsteilnehmer bzw. Patienten wäre das Forschungsprogramm nicht zu verwirklichen gewesen. Ihnen und den vielen Untersuchungsteilnehmern gebührt der Dank.

Mit der Pensionierung von Fahrenberg (2002), Foerster (2003) und Myrtek (2004) sind die Tätigkeit der Freiburger Forschungsgruppe Psychophysiologie und deren Forschungsprogramm beendet.

## 1.2 Quintessenz

### (1) Physiologische Aktivierung/Reaktivität

Aktivierung und individuelle Reaktivität sind zwei zentrale Begriffe der Psychophysiologie. Für viele Theorien in der Differentiellen und Klinischen Psychologie sowie der Belastungs-Beanspruchungsforschung am Arbeitsplatz sind diese Konzepte konstitutiv.

Multivariate physiologische Messungen mit bis zu 20 kontinuierlich gemessenen Biosignalen zeigten das häufig als Alarm- und Bereitstellungs-Reaktion beschriebene Reaktionsprofil (über Individuen gemittelt): Zunahme der subjektiven Wachheit und Anspannung, EEG-Veränderungen (insbesondere im Alphaband), Zunahme der neuromuskulären Aktivität (Tonus der Skelettmuskulatur, Lidschlag, Tremor, motorische Unruhe), Zunahme von Herzfrequenz, Blutdruck und anderen hämodynamischen Parametern, Abnahme der peripheren Durchblutung und Hauttemperatur, Zunahme der elektrodermalen Aktivität (Zunahme des basalen Hautleitwertes, Zunahme der Reaktionen), Zunahme der Atemaktivität (Frequenz, Amplitude, Sauerstoffaufnahme) und viele weitere Reaktionen. In mehreren Operationalisierungsstudien und Methodenstudien wurden wichtige Aspekte der Aktivierungsdiagnostik untersucht, u.a. die Belastungsbedingungen, die Biosignalanalyse, die Reaktionsskalierung und Ausgangswert-Abhängigkeiten, die Muster und Verläufe der Aktivierung.

Die durch Stimulation bzw. Belastungen induzierten Aktivierungsprozesse (Arousal, Stress-Reaktion) lassen große individuelle Unterschiede erkennen, und in einigen physiologischen Funktionen sind diese Unterschiede auch nach längeren Intervallen reproduzierbar. Deshalb wurde – dem Eigenschaftsbegriff der Psychologie entsprechend – eine Disposition zur psychophysischen Reaktivität postuliert. Für eine relativ breite, viele konsistente Facetten (Aktivierungsvariablen) umfassende, und über viele Situationen generalisierbare Disposition zu physiologischer Reaktivität gibt es jedoch keine ausreichende empirische Grundlage.

Im Verlauf der Untersuchungen stellte sich immer deutlicher heraus, wie wichtig es ist, grundsätzlich zwischen zwei Untersuchungsstrategien zu unterscheiden. Je nach Perspektive sind in den multivariaten psychophysiologischen Untersuchungen (1) gut reproduzierbare Reaktionsprofile (über die Individuen gemittelt) oder (2) inkonsistente Reaktionsprozesse (über die Aktivierungsvariablen betrachtet) zu erkennen. Die ausgewählten körperlichen, emotionalen und mentalen Aufgaben lösten zwar die erwarteten physiologischen Reaktionsprozess aus, doch korrelierten die

Parameter der meisten physiologischen Funktionen und Funktionsbereiche untereinander nur geringfügig. So waren sogar die Ergebnisse verschiedener Prüfungen der Blutdruckreaktivität inkonsistent. Replikationsstudien bestätigten, dass die Annahme einer einheitlichen Dimension der Aktivierung mit einer proportionalen Zunahme bzw. Abnahme vieler Parameter widerlegt und das Prinzip der Reaktionsfraktionierung zutrifft.

Die Aktivierungsprozesse werden weitgehend von den situativen Anforderungen (SSR-Prinzip) bestimmt, d.h. von den biobehavioralen Funktionszielen. Deshalb ist statt der Eigenschaftsorientierung eine noch stärkere Prozessorientierung der psychophysiologischen Forschungsmethodik angebracht.

Die Grundlagenstudien ermöglichten die bessere Unterscheidung zwischen Reaktionsmustern, die stimulusspezifisch von der Aufgabe, kontextspezifisch von den Rahmenbedingungen, individualspezifisch von der untersuchten Person, motivationsspezifisch von speziellen Interaktionen und symptomspezifisch von einer Funktionsstörung abhängen können. Die Forschungsergebnisse über individualspezifische Reaktionsmuster und deren Rolle als Indikatoren einer "funktionellen Vulnerabilität" blieben jedoch hinter den theoretischen Erwartungen zurück, obwohl in einer Untersuchung unter den labil-hypertonen Untersuchungsteilnehmern relativ mehr "Blutdruck-Reagierer" zu finden waren. Insgesamt wurden noch keine überzeugenden Belege für eine überdauernde, eventuell konstitutionell verankerte Reaktionsstereotypie gewonnen. Methodologisch weiterführend war die Modellierung einzelner Aktivierungskomponenten.

## **(2) Psycho-physiologische Korrelationen**

Wer sich oft stimmungslabil, bedrückt und ängstlich-unsicher fühlt, wird mehr körperliche Befindensstörungen und Beschwerden nennen als andere Menschen. Der individuelle Testwert in der Fragebogenskala "Emotionalität" erlaubt eine gute Vorhersage der vorherrschenden Befindlichkeit sowie der Häufigkeit und Intensität körperlicher Beschwerden bei Gesunden und auch bei chronisch Kranken. Dieses sehr gut gesicherte Resultat der auf Fragebogen gestützten Persönlichkeitsforschung übte einen nachhaltigen Einfluss auf die Theorienbildung und die Forschungsansätze dieses Bereichs aus. Eysenck hatte postuliert, dass die Emotionalität (synonym: Emotionale Labilität, Neurotizismus) eine biologische Basis in der physiologischen (vegetativen) Reaktivität habe. Die grundlegende Bedeutung dieses Konzepts für die Theorie der Persönlichkeit und die Ätiologie neurotischer/funktioneller Störungen sowie der potentielle praktische

Nutzen in der Diagnostik hatten viele empirische Untersuchungen angeregt. Die Befunde waren jedoch außerordentlich inkonsistent, so dass gründlich zu prüfen war, ob hier eine gültige Basis der biologischen Persönlichkeitstheorie und wichtiger Ätiologie-Modelle der Klinischen Psychologie bestand.

Die Ergebnisse der umfangreichen Untersuchungen sind eindeutig und lassen sich am einfachsten mit dem Begriff der "psychophysiologischen Null-Korrelation" zusammenfassen. Eysencks Theorie der Emotionalität ist in diesem Bereich systematisch falsifiziert.

Individuelle Unterschiede der Emotionalität (oder ähnlicher Fragebogen-Dimensionen) eignen sich nicht zur Vorhersage individueller Reaktionsunterschiede in kardiovaskulären und anderen physiologischen Funktionen oder in der körperlichen Leistungsfähigkeit. Auch die – mit weniger umfangreicher Methodik – bei Herz-Kreislauf-Patienten durchgeführten psychophysiologischen Untersuchungen haben diesen allgemeinen Befund mehrfach bestätigt. Die negativen Befunde können nicht auf Teilnehmer- und Variablenselektion, Reliabilitätsprobleme, spezielle Auswertungsprobleme usw. zurückgeführt werden. Die Ergebnisse stimmen mit der Metaanalyse der Literatur überein.

Gleichermaßen falsifiziert wurden die Korrelations-Hypothesen, dass im Aktivierungsprozess während einer Belastung ein individuell konsistenter und diagnostisch nutzbarer Zusammenhang zwischen physiologischen Aktivierungsvariablen und der Befindlichkeit u.a. Selbstberichten über die Aktivierung besteht. Die multivariaten Untersuchungen unter den verschiedensten Beanspruchungen im Labor zeigten, dass die konventionellen Konzepte hinsichtlich "psychophysischer Aktivierung/Reaktivität" empirisch nicht zu rechtfertigen sind.

Das Forschungsprogramm hat die weitgehende Zusammenhanglosigkeit der psychologischen und der physiologischen Daten in diesem Bereich aufgezeigt. Offenbar existieren kognitive Prozesse die für einen relativ einheitlichen, zeitlich und situativ beständigen Zusammenhang der Selbstbeurteilungen sorgen. Fehlende Korrelationen bedeuten auch, dass in einer großen Anzahl von Fällen bzw. Beobachtungsbedingungen auffällige Diskrepanzen zwischen psychologischen und physiologischen Aspekten bestehen werden. Andererseits kann es auch deutliche Übereinstimmungen geben, die dann eine fundamentale Beziehung vorzutäuschen geeignet sind. Je nach Blickwinkel und Erwartungen können die Konvergenzen oder die Diskrepanzen beeindrucken.

Die psychophysiologische Forschung hatte hier eine kritische Funktion, indem gezeigt wurde, dass die ursprünglich oft multimodal konzipierten Muster von Aktivierung, Emotion, Stress-Strain-Reaktionen usw. aus *differentieller* Sicht nicht als psychophysische Einheiten gelten können. Dieser Sachverhalt ist seit längerem als Kovariationsproblem (Reaktions-Fraktionierung) bekannt und durch die Untersuchungsserie umfassend bestätigt worden. Das in der Fachliteratur verbreitete sog. Drei-Systeme-Konzept anerkennt oberflächlich den Sachverhalt der Fraktionierung, bietet aber keine praktischen Strategien wie z. B. in der Verhaltenstherapie von Angststörungen und in der Evaluationsforschung mit den Diskrepanzen umzugehen ist, sofern die Untersucher nicht der Einfachheit halber von vornherein auf physiologische oder behaviorale Daten verzichtet haben. Nicht einmal in der Terminologie hat es sich durchgesetzt, konsequent z.B. zwischen *Angstgefühl*, *Angstverhalten* (Vermeidung) und vegetativ-endokriner und motorischer *Angsterregung* zu unterscheiden.

Im Geltungsbereich der hier verwendeten Konzepte und Methoden sind die theoretischen Positionen der Emotions- (Stress-) und Persönlichkeitsforschung, insofern sie solche psychophysiologischen Korrelationen behauptet haben, empirisch widerlegt. Für die psychophysiologische Untersuchungsmethodik lautet die Konsequenz, dass es keinen einzelnen optimalen Indikator der Aktivierung (Stressreaktion, Beanspruchung, Emotion usw.) geben kann, sondern stets mehrere Funktionssysteme zu messen und Unterschiede im Reaktionsverhalten zwischen Personen zu berücksichtigen sind. Andernfalls kann es zu gravierenden Fehleinschätzungen kommen.

### **(3) Herz-Kreislauf-Patienten und Rehabilitation (Klinische Psychophysiologie)**

Im klinischen Teil des Forschungsprogramms wurden die Fragestellungen auf verschiedene Patientengruppen, vor allem Herz-Kreislauf-Patienten (mit Herzinfarkt, Angina pectoris, funktionellen Herz-Kreislauf-Störungen) ausgeweitet und auch hier eine breite Untersuchungsmethodik eingesetzt. Neben dem konkreten Interesse an den Rehabilitationsverläufen spielte die Erwartung mit, bei chronisch Kranken größere Unterschiede und damit überzeugendere Verhältnisse für psychophysiologischen Korrelationen vorzufinden als bei gesunden jungen Männer im Labor. Dieser Wunsch nach größeren Varianzen und Kovarianzen bzw. Effektstärken kann in ein Dilemma führen, denn in der Klinik ist auch eine größere He-

terogenität u.a. durch Altersunterschiede, Komorbidität, Medikation usw. zu erwarten. Andererseits müssten sich die psychophysiologischen Konzepte und Methoden gerade in diesem wichtigen Bereich bewähren.

Zwischen den Patientengruppen ergaben sich die zu erwartenden Unterschiede in den kardiologischen u.a. klinischen Befunden und in der körperlichen Leistungsfähigkeit, nicht aber in der Häufigkeit körperlicher Beschwerden oder in Persönlichkeitsmerkmalen. Ähnliche Null-Korrelationen zwischen objektiv ermittelter Leistungsfähigkeit, kardiologischen Befunden und subjektiver Befindensstörung und anderen psychologischen Indikatoren einer Gesundheitsstörung wurden auch in den weiteren Untersuchungen festgestellt, u.a. in einem Projekt über jugendliche Herzinfarkt-Patienten und über grenzwertig hypertone Studenten. Zwischen Studenten mit labil-hypertonem bzw. normotonem Blutdruck bestanden Gruppenunterschiede in einigen physiologischen Parametern, aber keine reproduzierbaren psychologischen Unterschiede, weder in Persönlichkeitsmerkmalen noch in momentanen Emotionsberichten.

In ausgedehnten psychophysiologischen Zeitreihenstudien konnten wichtige Aspekte der stationären Rehabilitationsverläufe abgebildet werden. Auffällig waren auch hier die geringen Zusammenhänge der körperlichen und der psychologischen Veränderungen. Mehrere Katamnesestudien stimmten darin überein, dass psychologische Merkmale, d.h. individuelle Unterschiede der Emotionalität, Lebenszufriedenheit, Beschwerdeshäufigkeit, in engem Zusammenhang mit der Beurteilung des Rehabilitationserfolgs und mit der Berentung standen. Auch einige Arbeiten anderer Autoren haben ergeben, dass der somatische Befund, z.B. Schweregrad des Herzinfarkts, und das subjektive Befinden (körperliche Beschwerden, subjektive Leistungsfähigkeit) unkorreliert sind. So kann es geschehen, dass somatisch schwerkranke Patienten, die sich subjektiv als beschwerdefrei empfinden, ihre Berufsarbeit wieder aufnehmen, während Patienten mit relativ geringem somatischen Schweregrad, aber starken subjektiven Beschwerden berentet werden. Körperliche Beschwerden und Rehabilitationsverlauf müssen folglich in dem breiteren psychosozialen Kontext des Krankheitsverhaltens untersucht und beurteilt werden.

Die wichtige Rolle von subjektiven Bewertungen und Ursachenzuschreibungen konnte auf dem Gebiet der Interozeptionsforschung deutlich gemacht werden. Trotz anderslautender Annahmen waren Hypertoniker (und normotone Untersuchungsteilnehmer) außerstande, die während eines Blutdruck-Monitoring gemessenen Blutdruckwerte richtig zu schätzen. Das ambulante Monitoring lieferte zahlreiche weitere kritische Be-

funde zur Interozeptionsforschung, insbesondere durch die hierfür besonders geeigneten Strategie des interaktiven Monitoring.

Die kritischen Ergebnisse entsprachen damit der empirischen Prüfung des Konzepts "psychophysischer Reaktivität" bzw. dem Befund der "Null-Korrelation". Der mangelnde statistische Zusammenhang von objektiven Befunden und subjektiven Beschwerden wurde heuristisch im sog. Vierfelder-Schema dargestellt, um auf die möglichen Konsequenzen einseitiger diagnostischer Strategien aufmerksam zu machen. Die Untersuchungsergebnisse lenkten den Blick auf das individuelle Krankheitsverhalten und regten zur Entwicklung von speziellen Interview-Methoden und Fragebogen an (u.a. Fragebogen zur Lebenszufriedenheit FLZ, Freiburger Beschwerdenliste FBL).

Die kritische Funktion, nachdrücklich auf das fundamentale Kovariationsproblem der differentiellen Psychologie (die "Reaktions-Fragmentierung") als typischen Befund hinzuweisen, ist offensichtlich gerade der psychophysiologischen Aktivierungs- und Persönlichkeitsforschung zugefallen. Die paradoxe Schlussfolgerung lautet: indem diese Forschung die minimale oder fehlende Korrelation vermeintlicher Konstruktfacetten aufzeigte, machte sie sich nicht überflüssig, sondern um so notwendiger, solche Divergenzen überhaupt zu erfassen und zum Thema vertiefter Prozessanalysen zu machen.

#### **(4) Ambulantes Monitoring und Assessment**

Blutdruck-Messungen in der ärztlichen Praxis bzw. im Labor können das Blutdruckniveau unter Alltagsbedingungen nicht zuverlässig vorhersagen (Phänomen der Praxishypertonie). Deshalb ist ein 24-Stunden-Monitoring notwendig, um die Diagnose und eventuelle Therapiemaßnahmen abzusichern. Aus dem medizinischen Monitoring von EKG und Blutdruck bei Risikopatienten ist das psychophysiologische Monitoring entstanden. Seit es programmgesteuerte hand-held PC für die Selbstprotokollierung gibt, konnten hier auch die älteren psychologischen Untersuchungsansätze, die sich auf Tagebuchverfahren stützten, integriert werden.

Das ambulante Monitoring und Assessment bildeten während der vergangenen Jahre den Schwerpunkt des Forschungsprogramms. Die grundlegende Methodenentwicklung umfasste u.a. die Erprobung, Synchronisierung und technische Verbesserung der Geräte, die Software für Steuerung und für Signalanalyse, die Entwicklung der multiplen Akzelerometrie zwecks zuverlässiger Detektion von Körperposition und Bewegungs-

mustern. Hervorzuheben sind die neuen Untersuchungspläne und Assessmentstrategien zum strukturierten und zum interaktiven Monitoring. Mit MONITOR für die Selbstprotokolle und mit dem Freiburger Monitoring-System FMS sind in der Praxis routinemäßig anwendbare Methoden entstanden.

Die im Alltag deutlich größere Variabilität von Blutdruck und Herzfrequenz ist überwiegend durch die Bewegungsaktivität bedingt. Wird diese berücksichtigt, sind die Effektgrößen in Situationen, die eine emotionale oder mentale Belastung enthalten, durchschnittlich nicht wesentlich größer als im Labor, doch gibt es Ausnahmen bei einzelnen Individuen und bestimmten Tätigkeiten (Autofahren, bestimmte Berufs- und Freizeit-Aktivitäten). Das Monitoring diente in einer Serie von Untersuchungen verschiedenen Fragestellungen, u.a. über 24-Stunden-Verläufe, Häufigkeit und Art von Selbstberichten, Symptomwahrnehmung (Interozeption), Belastung – Beanspruchung am Arbeitsplatz und in der Freizeit. Ein durchgängiger Befund des psychophysiologischen Monitoring in verschiedenen Gruppen von Patienten und Gesunden war, dass die hypothetischen Zusammenhänge zwischen Emotionsberichten und phasischen Blutdruck- und Herzfrequenzänderungen nur geringfügig sind oder völlig fehlen. Eine wechselseitige Vorhersage ist praktisch nicht möglich. Das interaktive Monitoring aufgrund der additional heart rate (mit der Kontrollbedingung zufälliger Rückmeldungen) ist für solche Fragestellungen besonders geeignet.

Labor-Feld-Vergleiche zeigten, dass die Generalisierbarkeit individueller Messwerte von Laborbedingungen auf den Alltag bzw. über verschiedene Belastungen häufig gering ist. Doch müssen dabei die unterschiedliche zeitliche Stabilität und die Definition des Kriteriums berücksichtigt werden. Messungen während psychologischer Laboraufgaben hatten hier keine substantielle prädiktive Validität für das Blutdruckverhalten im Alltag.

Das ambulante Monitoring des Blutdrucks oder die 24-Stunden-Aufzeichnung des Elektrokardiogramms sind heute unentbehrliche Routinemethoden in der Medizin. Dagegen werden in der Psychologie solche computer-unterstützten Methoden noch kaum genutzt. Die Grenzen dieser Methodik werden zwar deutlich, wenn sich bei einzelnen Personen eine methodenbedingte Reaktivität zeigt oder wenn sich im Alltagsleben verschiedene Effekte überlagern. Andererseits liegen die Vorzüge gerade in der relativen Lebensnähe der Datenerhebung, im Bezug auf das individu-

elle Verhalten sowie in der zeitlich genauen Registrierung und in der vom PC geforderten Compliance.

Durch ambulantes psychologisches Assessment konnte die retrospektive Verzerrung von Selbstbeurteilungen bestätigt werden: Im Rückblick wird ein Tag als anstrengender und unangenehmer bewertet und das Befinden als bedrückter, nervöser und körperlich gestörter bezeichnet als aus dem Mittelwert der im Tageslauf wiederholt gegebenen Einstufungen zu erwarten ist. Dieser gut replizierte, negative Retrospektionseffekt ist ein methodisch und praktisch wichtiger Befund, denn häufig werden solche retrospektiv verzerrten Interview- und Fragebogen-Daten für die Prozess- und Wirkungsforschung verwendet.

Eine auch praktisch interessante Anwendung der Monitoring-Methodik ist die Kontingenzanalyse bzw. Symptom-Kontext-Analyse. Patienten mit Bluthochdruck, Koronarkranke mit ischämischen Episoden oder Parkinsonpatienten mit Tremorsymptomatik haben größtes Interesse, die Veränderung ihres Symptoms während der verschiedenen Alltagssituationen zu sehen und zu verfolgen. Die gemeinsame Interpretation des Rekords beabsichtigt nicht etwa ein Biofeedback im üblichen Sinn, sondern Bedingungsanalysen, die in den therapeutischen Prozess (u.U. zur Realitätsprüfung bzw. Konfrontation, Diskrimination der Auslösesituationen usw.) eingebaut und für Trainingsverfahren oder zur Einstellung der Medikation genutzt werden können. Es gibt Hinweise, dass diese Erfahrung tendenziell gesundheitsdienliche Vorsätze im Sinne eines besseren Selbst-Managements fördert.

## **(5) Perspektiven der Biopsychologischen und Neuropsychologischen Forschung**

Im Rückblick auf das Forschungsprogramm wurden grundsätzliche konzeptuelle und methodologische Probleme und neue Forschungsperspektiven angesprochen. Die Überlegungen zur Kardiovaskulären Psychophysiologie weisen darauf hin, dass "Kreislauf als Verhalten" die Differenzierung in verschiedene biobehaviorale Anpassungen, u.a. Alarmreaktion, Angriff, Verteidigung, Hemmung, Flucht, Restitution verlangt. In diesen Anpassungen sind vegetativ-endokrine und motorische Systeme unter zentraler (neuronaler bzw. motivationaler) Steuerung integriert. Im psychophysiologischen Labor mangelt es hierfür an den Möglichkeiten der Messung und auch der realistischen Provokation. Bereits die nicht-invasive Messung der Aktivität der hauptsächlichen vegetativen Systeme, d.h.

der alpha- bzw. betaadrenergen sympathischen Steuerung und der vagalen Steuerung, ist mit nicht-invasiver Methodik nur sehr eingeschränkt möglich.

Zur Neuropsychologie der Emotionen sind, trotz der methodisch fragwürdigen Induktion emotionaler Zustände, beträchtliche Fortschritte zu verzeichnen. Die Metaanalysen der zahlreichen fMRI-Studien während "Emotionsverarbeitung" lassen erkennen, dass viele limbische und paralimbische Strukturen beteiligt sind. Die simplen Konzepte der Hemisphärenunterschiede und die Zwei-System-Modelle aufgrund von EEG-Registrierungen sowie die "limbische Theorie" der Emotionen werden nun von multizentrischen Modellen abgelöst.

Hinsichtlich der Neuropsychologie grundlegender Persönlichkeits- bzw. Temperamenteigenschaften sind keine deutlichen Befunde festzustellen. Solange auf der psychologischen Seite primär die Selbstbeurteilungen in Persönlichkeits-Fragebogen herangezogen werden, sind kaum noch Fortschritte zu erwarten. Diese Selbstbeurteilungen sind in wesentlichem Umfang durch Schematisierungen, allgemeine Stereotype und persönliche Konstruktionen im Sinne eines konsistenten Selbstbildes geprägt, so dass sie eher als Gedächtnisleistungen und als assoziative Leistungen neokortikaler Netzwerke angesehen werden können. In wie weit im Sinne der Temperamentstheorien tatsächlich Zusammenhänge u.a. mit individuellen Unterschieden in den Netzwerken der Emotionsverarbeitung oder der allgemein-aktivierenden und inhibitorischen Systeme bestehen, ist zur Zeit völlig offen.

Die neuropsychologische (und die neuro-endokrinologische) Emotionsforschung vermitteln den Eindruck, dass noch viele der methodologischen Einsichten bevorstehen, die in der psychophysiologischen Forschung, u.a. zum Konzept der psychophysischen Aktivierung (und Stress-Reaktion) oder hinsichtlich Eysencks Postulaten gelernt werden mussten. Die oft beschriebenen und als frustrierend erlebten Inkonsistenzen psychophysiologischer Forschungsergebnisse hatten erst allmählich dazu geführt, zunächst systematische Replikationen anzustreben, d.h. die Sachverhalte empirisch zu sichern, bevor weitreichende Generalisierungen und theoretische Interpretationen unternommen werden. Replikationen von Untersuchungen mit weitgehend identischer Methodik *zwischen* psychophysiologischen Laboratorien, sogar *innerhalb* eines Labors, waren extrem selten. Dafür wäre aber eine vollständige Standardisierung der Methodik unerlässlich. Gründliche Metaanalysen haben den Vorzug, den Blick – über die Inkonsistenzen hinaus – für die konzeptuellen und

methodologischen Probleme zu schärfen; in der Regel münden sie deswegen in Kataloge von methodischen Forderungen aus. Besonders abträglich sind zu kleine Teilnehmerzahlen, die Kapitalisierung des Zufalls, der ausschließliche Blick auf die Signifikanzen statt außerdem die Effektgrößen, die interne Validität und ggf. die praktisch nützliche, externe und prädiktive Validität zu bewerten.

Die vielen theoretischen und praktisch-diagnostischen Bezüge der Konzepte Aktivierung/Reaktivität und das Interesse an Herz-Kreislauf-Krankheiten motivierten das hier geschilderte Forschungsprogramm. Eine Serie von Grundlagen- und Methodenstudien ist entstanden, deren Bilanzierung hier versucht wurde.

Die zentralen Konzepte der psychophysiologischen Aktivierungs- und Persönlichkeitsforschung waren sehr global und waren nicht hinreichend operationalisiert, so dass die in der Literatur weithin inkonsistenten Untersuchungsergebnisse verständlich waren.

Einige der Fragestellungen scheinen weiterhin ein kaum aufzulösendes Bündel von widerstreitenden Befunden und konfundierten Effekten zu sein, z.B. die ätiologische Bedeutung individualspezifischer Reaktionsmuster, die vegetativ-endokrine Diskrimination von Basisemotionen oder Methodenprobleme wie die optimale Reaktionsskalierung, die Ausgangswert-Abhängigkeiten, die Interpretation des negativen Retrospektions-effektes.

Der psychophysiologischen Laborforschung und dem psychophysiologischen Monitoring sind die kritische Funktion zugekommen, eine Reihe von Konzepten – empirisch gut begründet – zurückzuweisen und weiterhin akzeptierte Theorien wie die postulierte biologische Grundlage der Emotionalität zu falsifizieren. Angesichts der Unschärfe und der vagen Überschussbedeutungen traditioneller theoretischer Konstrukte sind dies zweifellos Fortschritte.

Es hat in den vergangenen Jahrzehnten viele Enttäuschungen, Frustrationen und fortdauernde Widersprüche gegeben. Als Beispiel ist die psychophysiologische Forschung zur essentiellen Hypertonie zu nennen. Während am Anfang noch ein ätiologisches Modell stand, kam es dann im Laufe der psychophysiologischen Forschung, unterstützt von kritischen Metaanalysen, zu einem schrittweisen Rückzug. Gegenwärtig werden unter der psychophysiologischen Perspektive kaum noch pathogenetische Konzepte vertreten. Nicht einmal den psychophysiologisch orientierten

Behandlungsmaßnahmen wie Biofeedback und Entspannungstraining kann eine herausragende Wirkung zugesprochen werden, wenn sie mit den Effekten beim Abbau der bekannten somatischen Risikofaktoren bzw. den Effekten der antihypertensiven Medikamente verglichen werden. Fast scheint hier nur eine Rolle bei der anschaulichen psychophysiologischen Rückmeldung von Blutdruckänderungen zu verbleiben und bei der psychologischen Hilfestellung zum besseren Selbst-Management.

Wenn ein Pharmakologe die unbefriedigenden Erklärungsversuche der essentiellen Hypertonie mit dem Satz kommentierte: "We are confused, but on a higher level" (Unger, 1991, S. 1), dann müsste eine Bilanzierung zu vielen Fragestellungen der Psychophysiologie noch viel vorsichtiger und bescheidener ausfallen.

Dennoch sind wesentliche Klärungen erreicht worden. Die Struktur des Kovariationsproblems und die möglichen Fehlschlüsse sind bis zur praktisch-diagnostischen Seite erkannt worden, und die weitgehende Unabhängigkeit der individuellen Selbstbeurteilungen von kardiovaskulären u.a. vegetativen Reaktionen kann als empirisch gut gesichert gelten. Auch in anderen Bereichen der Klinischen Psychologie hat die neuere psychophysiologische Forschung dazu beigetragen, voreilige oder überzogene Ansprüche und Erwartungen zurückzuführen.

Die Neuropsychologie der Emotionen wird hier nicht als wissenschaftliche Alternative zur traditionellen psychophysiologischen Forschung angesehen, sondern als ein anderer Teil der interdisziplinär zusammenwachsenden Neuro-Psychophysiologie.

Das psychophysiologische ambulante Monitoring mit seinen innovativen Assessmentstrategien ist eine weiter auszugestaltende und produktive Arbeitsrichtung. Das ambulante Assessment kehrt auf eine innovative Weise zum Behavioral Assessment und zur physiologisch orientierten Verhaltensanalyse unter naturalistischen Bedingungen zurück. Dabei bleiben die Selbstberichte über Befinden, Emotionen, Tätigkeiten und Ereignisse nicht ausgeklammert. Sie bilden erst zusammen mit den objektiven Daten jene *Partituren der psychophysischen Prozesse*, die ein umfassendes Bild geben und Fehlschlüsse vermeiden helfen.

## 2 Erste Arbeiten

### 2.1 Ein kritischer Beitrag zur Psychosomatik der essentiellen Hypertonie

Am Anfang stand die Auseinandersetzung mit Alexander (1950) und dessen Behauptung, dass die essentielle Hypertonie spezifisch durch eine chronisch verdrängte Aggressivität bzw. durch unterdrückten Ärger verursacht wird. In der Mitte des 20. Jahrhunderts fand die Psychosomatische Medizin ein stark zunehmendes Interesse; es wurden entsprechende Klinikstationen oder Fachkliniken eingerichtet und wissenschaftliche Zeitschriften gegründet. Die von Alexander dargelegten Pathogenese-Modelle der essentiellen Hypertonie, des Asthma, Ulcus duodeni usw. gewannen einen dominierenden Einfluss auf die Fachdiskussion. Wie schwierig sich die Beweisführung im positiven wie im kritischen Sinn tatsächlich gestalten würde, stellte sich erst während der folgenden Jahrzehnte heraus.

#### Absichten und Kommentar

Die erste der hier zu berichtenden Studien wurde durch Prof. Dr. Ludwig Delius, den Direktor des Gollwitzer-Meier-Instituts an der Universität Münster in Bad Oeynhausen, angeregt und ermöglicht. Als Internist mit kardiologischem Schwerpunkt hatte er bei vielen seiner Patienten mit akuten und chronischen Zuständen nach Schlaganfall oder Herzinfarkt sowie bei verschiedensten vegetativ-funktionellen Störungen auffällige psychische Begleiterscheinungen gesehen. Diese hatten offensichtlich von Fall zu Fall eine die Rehabilitation fördernde oder auch hemmende Wirkung. Die beeindruckenden kasuistischen Erfahrungen regten an, nach einem systematischen Zusammenhang zu forschen und danach die Rehabilitation individuell auszurichten.

In der Inneren Medizin und Psychiatrie waren die Begriffe *Vegetative Labilität* und *Vegetative Dystonie* geläufig, außerdem ältere Konzepte wie die *konstitutionelle Nervosität*, die akute neurasthenische Reaktion sowie – mit sehr unterschiedlichen Definitionen – die somatisch ausgeprägten Neuroseformen (Aktualneurosen, Organneurosen, Hypochondrie, Hysterie, usw.). Psychisch-somatische Zusammenhänge waren von vielen Autoren beschrieben worden, nicht nur in der psychoanalytischen Neurosenlehre und in der älteren psychophysiologischen Emotionstheorie, sondern in vielen Schilderungen von seelisch-leiblichen Befindlichkeiten und

Ausdrucksformen (Plügge u.a.) und durch die sog. Einführung des Subjekts in die Medizin (von Weizsäcker). Alexanders Konzepte über die psychische Verursachung oder Auslösung psychosomatischer Krankheiten wirkten hier als Ätiologie und im Hinblick auf die psychotherapeutischen Möglichkeiten konkreter.

Die Psychologische Diagnostik jener Zeit, wie sie in herausragender Weise von Prof. Dr. Robert Heiß in Freiburg geprägt wurde, schien mit den projektiven Tests und der speziellen Kombinatorik der Testbefunde das Instrumentarium zur Prüfung von Alexanders Behauptungen zu enthalten. In der angloamerikanischen und auch in der deutschen Literatur gab es zwar eine Reihe ähnlicher Untersuchungen, doch oft in geringerem Umfang und oft nur auf ein einziges Testverfahren gestützt. Außerdem hatten Brengelmann und Brengelmann (1960) gerade den ersten, nach angloamerikanischem Vorbild teststatistisch konstruierten Fragebogen zur Beschreibung von Persönlichkeitsdimensionen publiziert – als ersten Test dieser Art in Deutschland. Unter diesen Rahmenbedingungen wurde das erste Projekt begonnen. (Delius & Fahrenberg, 1963)

Untersucht wurden Patienten mit essentieller Hypertonie (45 Männer, 5 Frauen, mittleres Alter 52.5 Jahre, SD 9.5) mit Blutdruckwerten von mindestens 160/100 mm Hg. Es handelte sich überwiegend um Versicherte der LVA Hamburg während ihrer vier Wochen dauernden Kur in Bad Oeynhausen. Nach einer ausführlichen psychologischen Anamnese wurden drei projektive Persönlichkeitstests durchgeführt: Rosenzweigs Bilder-Frustrations-Test, Rorschachs Formdeutversuch, Farbpyramiden-Test. Als Kontrollmaßnahme diente ein kurzer Intelligenztest (Ravens Progressive Matrices). Es folgte Brengelmanns ENNR-Fragebogen, d.h. ein Persönlichkeitsfragebogen für die Dimensionen Extraversion-Introversion, Neurotische Tendenz (synonym auch Neurotizismus, Emotionale Labilität, Emotionalität), Angst und Rigidität (Starrheit). Anhand der Anamnese und der projektiven Tests wurde für jeden Untersuchungsteilnehmer eine zusammenfassende, typisierende Persönlichkeitsskizze angelegt. Außerdem wurden die Mittelwerte der psychometrisch auswertbaren Tests, insbesondere die Testwerte im ENNR-Fragebogen, mit den verfügbaren Eich-Stichproben der Tests statistisch verglichen.

## **Zusammenfassung**

"1. Für die essentielle Hypertonie muss eine multifaktorielle Pathogenese angenommen werden. Die vorliegende Untersuchung hat die psychischen Faktoren zum Gegenstand, welche von psychosomatischer Seite als die ätiologisch wesentlichen bezeichnet werden. Innerhalb dieser Fragestellung muss zwischen der Objektivierung psychischer Korrelate einerseits und ihrem möglichen ätiologischen Stellenwert andererseits unterschieden werden.

2. Einleitend wird versucht, an Hand der Literatur auf die methodischen Probleme hinzuweisen, die in diesem Themenkreis eine außerordentliche Bedeutung haben und deswegen beim Ansatz und bei der Diskussion der eigenen Untersuchung wiederholt angesprochen werden müssen.

3. Eine testpsychologische Untersuchung wird benutzt, um die hypothetischen psychischen Faktoren zu objektivieren. Dabei wird zwischen der Frage nach psychischen Korrelaten überhaupt und der Frage nach spezifischen Korrelaten (z.B. Aggressionshemmung) unterschieden.

4. Der psychodiagnostische Befund, der sowohl durch qualitativ beschreibende als durch psychometrische, quantifizierende Analysen gewonnen wurde, lässt eine deutliche Assoziation von introvertiert-ängstlich-neurotischen (dysthymen) Störungen des Befindens und Verhaltens erkennen. Darüber hinaus finden sich keine sicheren Hinweise auf spezifische Persönlichkeitsstrukturen oder Konflikte.

5. Auf Grund der Untersuchungsergebnisse wird zum Spezifitätspostulat und zur Psychogenie-Lehre der Psychosomatischen Medizin Stellung genommen und die Alternativhypothese eines konstitutionell begründeten Simultankorrelats psychischer und vegetativer Regulationsstörungen im Gegensatz zur herrschenden Wechselwirkungslehre formuliert. Es wird versucht, einen Zusammenhang der Befunde mit der Persönlichkeitstheorie und den klinisch-psychologischen Ergebnissen von Eysenck herzustellen. Schließlich wird die Notwendigkeit betont, dass sich Psychosomatische Medizin und Neurosentheorie mit den Ergebnissen der naturwissenschaftlich orientierten Persönlichkeitsforschung auseinandersetzen." (Deliuss & Fahrenberg, 1963, S. 1102)

## **Kommentar**

Der deutlichste Untersuchungsbefund war die ausgeprägte Emotionale Labilität (Neurotizismus sensu Eysenck) und die Introversion der Patienten.

ten. Weder die psychologischen Persönlichkeitsbeurteilungen noch der Rosenzweig-Test ergaben Häufungen auffälliger Züge im Sinne gehemmter Aggressivität oder einer spezifischen Dynamik von Ärger-Affekten. Rückblickend müssen jedoch die Vorbehalte stärker unterstrichen werden. Heute wird die psychologische Gültigkeit der projektiven Tests, aber auch die Validität der Fragebogen zweifellos sehr viel kritischer gesehen als damals. Aber wie sollte die zugrundeliegende Hypothese außerhalb der psychoanalytischen Hermeneutik geprüft werden? Alexander hatte keine Hinweise auf eine *adäquate* Forschungsstrategie gegeben.

Die Fragestellung war auf einen Vergleich angelegt und da eine geeignet erscheinende klinische Kontrollgruppe nicht verfügbar war, blieben zur Prüfung der Unterschiedshypothesen nur die sehr fragwürdigen Vergleichs- (Norm-) Werte der jeweiligen Testautoren. Auch die schwerwiegendsten Mängel in jeder psychosomatischen Forschung dieser Art wurde in dem Aufsatz angesprochen: Die Übergeneralisierung einzelner Fallstudien und die post-hoc Interpretation von Symptomen als pathogenetisch wesentliche Bedingungen, d.h. der Rückschluss vom beobachteten Krankheitsverhalten auf die prämorbidie Persönlichkeit. Selbst bei einer gesicherten Korrelation psychischer Auffälligkeiten, wäre es ein Vorurteil, eine *ursächliche* Beziehung ohne eigentlichen Beweis, der "durch Prognoseexperimente durchaus möglich wäre, zu akzeptieren".

Während die erste Arbeit von dieser Auseinandersetzung mit der psychoanalytisch orientierten Richtung in der Psychosomatischen Medizin geprägt war, galt die zweite Untersuchung dem Programm der *psychophysiologischen Persönlichkeitsforschung*.

## **2.2 Eine Faktorenanalyse psychischer und vegetativer Regulationsdaten**

### **Absichten**

Das theoretische Konzept einer einheitlichen psycho-physischen Regulationsstörung war nicht grundsätzlich neu. Doch wie könnte eine solche Dimension methodisch zuverlässig erfasst werden, in Grundlagenstudien und darüber hinaus in der alltäglichen klinischen Diagnostik?

Dem Vorbild Eysencks und Cattells in der differentiellen Psychologie und Persönlichkeitsforschung folgend wurde die Methode der multiplen Faktorenanalyse herangezogen. In der Intelligenzforschung und auch in der Eigenschaftsforschung, u.a. bei der Konstruktion psychologischer Fragebogentests, hatte sich diese Methodik bewährt. Wie eng die einzelnen Variablen untereinander zusammenhängen wird durch die Korrelationskoeffizienten ausgedrückt. Im nächsten Schritt konnte das erhaltene Korrelationsmuster faktorenanalytisch geprüft werden, in wie weit diese Zusammenhänge auf gemeinsame Dimensionen (Eigenwerte bzw. Eigenvektoren der Matrix) zurückzuführen sind. Die Faktorenanalyse leistet also die Reduktion eines Datensatzes auf die zugrundeliegenden gemeinsamen Dimensionen, die als *statistische* Erklärungsprinzipien für die beobachteten Oberflächen-Merkmale zu interpretieren sind.

Die strategische Absicht war hier, einen "gemischten" Datensatz, der sowohl psychologische als auch physiologische Messungen umfasste, zu faktorisieren, um solche Grundeigenschaften zu erschließen. Die erwarteten, sehr vereinfachten Beschreibungsmöglichkeiten wären ein großer theoretischer Gewinn für die Ätiologie-Forschung und von praktischem Nutzen für die Diagnostik. Theoretisch erwartet wurde ein deutlicher, vielleicht sogar varianzstarker Faktor, dessen Ladungsmuster aus psychologischen und physiologischen Variablen als "Psychovegetative Labilität" zu interpretieren wäre. Sollte sich die Annahme einer einheitlichen (wahrscheinlich zum Teil genetisch bedingten) psychophysiologischen Regulationsstörung empirisch sichern lassen, könnte dies nicht ohne Konsequenzen für Theorie, Klinik und Therapie bestimmter funktioneller bzw. neurotischer Krankheitsbilder bleiben.

Cattell hatte in seinem multivariaten Forschungsansatz wiederholt solche Datensätze mit verhältnismäßig heterogenen Variablen aus verschiedenen Beschreibungsebenen faktorisiert, um solche "übergreifenden" Ladungsmuster zu gewinnen. Dazu gehörte u.a. die Dimension Angst/Ängstlichkeit, deren Ladungsmuster u.a. Selbsteinstufungen, Verhaltensmessungen, hormonale und vegetative Messungen einschloss. Sein über viele Jahre laufendes und international orientiertes Forschungsprogramm sah vor, nach dieser induktiven Strategie einen Universellen Index solcher Grundeigenschaften der Persönlichkeit zu schaffen, so wie es in der faktorenanalytischen Intelligenzforschung weitgehend gelungen zu sein scheint.

Diese theoretische Auffassung wurde in der zweiten Arbeit (Fahrenberg & Delius, 1963) erläutert, während die erste Publikation vorwiegend der Auseinandersetzung mit Alexanders Postulaten sowie der Argumentation für einen empirischen und möglichst objektivierenden Forschungsansatz galt.

In die neue Faktorenanalyse psychischer und vegetativer Variablen gingen die Daten von 94 Patienten (Männer im Alter 54.9, SD = 6.6 Jahre) ein. Klinisch gesehen handelte es sich meist um Folgezustände organischer Herz-Kreislauf-Krankheiten (Herzinfarkt vor ein bis fünf Jahren) oder um andere manifeste oder passagere Gesundheitsstörungen (u.a. Hypertonie, paroxysmale Herz-Rhythmusstörungen).

Die Auswahl der Variablen war einerseits von der ersten Untersuchung beeinflusst, andererseits von Publikationen aus den Arbeitskreisen von Eysenck und Cattell über testpsychologische und physiologische Markervariablen des Bereichs Emotionalität. Außerdem wurde der Orthostase-Test als dynamische Funktionsprüfung einbezogen. Neu war die fortlaufende automatische Blutdruck-Registrierung während der psychologischen Anamnese und während der Testuntersuchung. Das technisch neue Custocor-Gerät (Firma Vogel, Gießen), dessen Entwicklung auf von Uexküll und Wick (1962) zurückging, ermöglichte Messungen im Abstand von zwei Minuten. Diese auskultatorische Technik mit einem Mikrophon in der Blutdruckmanschette war zwar fehleranfällig, war auch nicht bei allen Patienten anwendbar, erlaubte jedoch besser als bisherige Methoden, emotional bedingte Blutdruckreaktionen fortlaufend zu erfassen.

Ausgewählt wurden 18 Variablen: die Fragebogenskalen Introversion und Emotionale Labilität (Neurotizismus), zwei quantitative Indizes des Rorschach-Tests, Suggestibilität (Beeinflussung der "statischen Ataxie"), die Herzfrequenz, der Puls-Atem-Quotient und die respiratorische Arrhythmie im EKG nach Belastung, Elektrodermale Reaktivität nach akustischer Stimulation (Basiswiderstand, PGR-Halbwertszeit), mehrere Messwerte und Indizes der Blutdruckregulation, d.h. systolische und diastolische Maxima während der Anamnese und Testuntersuchung, der prozentuale systolische und diastolische Anstieg bezogen auf die Ruhebedingung, außerdem drei Parameter des orthostatischen Kreislauf-Tests, d.h. die Reaktion des systolischen Drucks und der Herzfrequenz sowie die orthostatische Blutdruckamplitude.

## **Zusammenfassung**

"Die eigene Faktorenanalyse ist als ein erster, orientierender Versuch anzusehen, dem weitere Analysen größeren Stils folgen werden. Die Analyse ging von 4 psychologischen und 14 vegetativen Regulationsdaten einer Gruppe von 94 männlichen Patienten aus und führte zu drei relativ deutlichen Faktoren. Außer einem Faktor der Hämodynamik wurden zwei psychophysiologische Faktoren gewonnen: der erste wurde als Dysthymiefaktor interpretiert und der zweite als ein Faktor, der für stabile Regulationsverhältnisse verantwortlich zu sein scheint. Anschließend wurde auf die Konzeption der Dysthymie in der Persönlichkeitsforschung Eysencks eingegangen und die außerordentliche Bedeutung des durch Introversion, Neurotizismus, durch vegetative Labilität und leichte Konditionierbarkeit gekennzeichneten Typus in der psychosomatischen Medizin betont. Dieser psychometrisch definierte Typus ist testpsychologisch relativ leicht diagnostizierbar." (...)

"Es ist zunächst ein mehr formales Ergebnis, das jedoch ein Forschungsprogramm andeuten und einleiten soll. Höhere Prägnanz und anschaulichere Kennzeichnung dieser psychophysiologischen Faktoren und die Ermittlung weiterer übergreifender Regulationsprinzipien könnte durch Ausweitung des Ansatzes auf andere Experimentalgruppen, und vor allem auch durch Berücksichtigung einer größeren und vielseitigeren Auswahl psychometrischer und physiometrischer Daten erreicht werden.

In dem angedeuteten Forschungsvorhaben, das sich wegen seines außerordentlichen Umfangs in zahlreiche Einzeluntersuchungen aufgliedern muss, wird es darum gehen, eine experimentell begründete Regulationspathologie als Grundlagendisziplin der psychosomatischen Medizin zu entwickeln und der von anderen methodischen Voraussetzungen und Möglichkeiten ausgehenden Kasuistik an die Seite zu stellen." (Fahrenberg & Delius, 1963, S. 441-443)

## **Kommentar**

Die Korrelationsmatrix der 18 ausgewählten Variablen zeigte mit Ausnahme der Blutdruckvariablen nur sehr wenige signifikante Zusammenhänge und sehr selten Koeffizienten  $r > .20$  untereinander. Dementsprechend war der erste extrahierte Faktor primär durch Blutdruckvariablen bestimmt, d.h. maximale Werte und Indizes der orthostatischen Reaktion.

Wichtiger schien der Faktor B zu sein. In diesem Faktor hatten die psychologischen Variablen höhere Gewichtungszahlen als in den anderen Faktoren: die Neurotische Tendenz (Emotionalität) und die Dimension Introversion-Extraversion. Der Faktor B repräsentierte also die neurotisch-introvertierten Persönlichkeitszüge. Andere Ladungen liefen jedoch der zunächst naheliegenden Erwartung von insgesamt eher sympathikotoner Dysregulation – analog zur gesteigerten Blutdruckreaktivität – zuwider: geringe orthostatische Reaktion des Blutdrucks, relativ niedrige Herzfrequenz und kurze Halbwertszeit der elektrodermalen Reaktion.

Mit der hier möglichen psychophysiologischen Methodik, wurden verschiedene Aspekte der vegetativen Reaktivität, hauptsächlich die des Blutdrucks erfasst. Es waren Versuche, "Regulation" operational zu definieren, wobei sich mehrere Methodenprobleme zeigten, u.a. die Definition von Veränderungswerten, die unterschiedliche messtechnische Genauigkeit und Zuverlässigkeit, die fragliche Generalisierbarkeit auf andere Situationen. Die Kennwerte der Blutdruck-Reaktivität zu bevorzugen, war mit dem Nachteil verbunden, in der Faktorenanalyse aufgrund statistischer und messtechnischer Abhängigkeiten selektiv höhere Kovarianzen mit entsprechenden Verzerrungen zu erhalten. Angesichts der niedrigen Korrelationen zwischen den übrigen Variablen waren die Chancen nur gering, durch faktoranalytische Datenreduktion eine markante psychophysische Grundeigenschaft aufzeigen zu können.

Kritisch ist außerdem anzumerken, dass der von Brengelmann adaptierte Fragebogen in testmethodischer Hinsicht, d.h. hinsichtlich der Itemselektion, nicht optimal war, denn die Dimensionen Extraversion und Neurotizismus waren nicht unabhängig wie von Eysenck postuliert. Das E/N-Ladungsmuster im Faktor B repräsentiert auch diese Abhängigkeiten und nicht nur die emotional labile und zugleich introvertierte Selbstbeurteilung im Fragebogen. Diese dysthyme Befindlichkeit ist für sehr viele Patienten charakteristisch: Ängstliche Züge, Irritierbarkeit, vegetative Übererregbarkeit, Sensibilität und Stress-Empfindlichkeit, Gehemmtheit. "Folgt man Eysencks experimentell unterbauten Hypothesen, so muss der Dysthymiker für neurotische und psychosomatische Störungen hochgradig prädisponiert sein."

Die psychophysiologische Untersuchung führte, trotz der nur geringfügigen Korrelationen, noch nicht zu einer Zurückweisung der theoretischen Konzeption Eysencks. Statt grundsätzlicher Kritik an Eysencks und an

Cattells Persönlichkeitsforschung und Forschungsmethodik wurde die optimistische Perspektive noch beibehalten. Die theoretischen Konzepte sollten systematisch und sehr viel gründlicher untersucht werden, durch Überprüfung an anderen Patientengruppen und durch Methodenstudien. Die Annahme übergreifender psychophysiologischer Regulationsmechanismen wurde also nicht aufgegeben.

## **2.3 Eine faktorenanalytische Untersuchung psychophysiologischer Korrelate**

### **Absichten**

In der dritten Untersuchung wurde die bisherige Methodik erweitert: durch EKG-Parameter (Ruhe, Stehen), Atemvariabilität, Puls-Atem-Quotient u.a. respiratorische Indizes, zusätzliche Blutdruckwerte (Ruhe, Stehen, Interview), Lidschlagfrequenz, 16-Persönlichkeits-Faktoren-Test (Cattell). In dieser Untersuchung wurden zur Beschreibung der individuellen Reaktionen bereits Autonomic Lability Scores ALS verwendet, um mögliche Ausgangswert-Abhängigkeiten zu berücksichtigen. Wegen der größeren Variablenzahl waren auch mehr Faktoren zu erwarten. Deshalb wurden nach dem Vorbild Cattells in einem zweiten Schritt der Reduktion Faktoren zweiter Ordnung berechnet, d.h. Faktoren der Faktoren. Wegen der veränderten Methodik konnte zwar keine direkte Replikation der ersten Untersuchungsbefunde versucht werden, doch wurden Hinweise auf u.U. reproduzierbare Komponenten erwartet (Delius, Kottke & Fahrenberg, 1968).

Diese faktorenanalytische Forschung wurde dadurch gefördert, dass die sehr zeitaufwändigen Berechnungen mittels elektromechanischer Rechenmaschinen zunehmend durch geeignete Computerprogramme ersetzt werden konnten. Die dritte Studie (Delius, Kottke & Fahrenberg, 1968) konnte bereits im Deutschen Rechenzentrum, Darmstadt, gerechnet werden.

### **Zusammenfassung**

"In dieser psychophysiologischen Studie wird versucht, die Kovarianz von Persönlichkeitsvariablen und Variablen der vegetativen Regulation zu

analysieren. Eine Gruppe von 160 männlichen Patienten, überwiegend im postinfarktösen Nachsorgestadium, wurde internistisch-physiologisch und psychologisch untersucht. Die Funktionsprüfungen am vegetativen System, Persönlichkeits-Fragebogen und andere objektive Tests führten zu 187 Variablen, von denen 81 für die Faktorenanalyse ausgewählt wurden. Obwohl die Interkorrelationen relativ niedrig waren, ergaben die Faktorenanalysen erster und zweiter Ordnung einige deutliche psychophysiologische Ladungsmuster. Die Ergebnisse sprechen für die Annahme funktionaler Einheiten der psychovegetativen Regulation. (Deliuss, Kotttek & Fahrenberg, 1968, S. 67).

### **Kommentar**

In den meisten Ladungsmustern der Faktoren 1 bis 13 standen sowohl psychologische als auch physiologische Variablen. Wurden jedoch nur die substantiellen Ladungen ( $\alpha > 0.50$ ) betrachtet, blieben jeweils nur zwei oder drei psychologische oder physiologische Variablen übrig: (1) Extraversion, (2) Körperbau, (3) diastolischer Blutdruck, (4) Herzfrequenz, (5) verschiedene vegetative Zeichen, (6) Blutdruckvariabilität, (7) systolischer Blutdruck, (8) Atemvariabilität, usw. Die Faktorenanalyse zweiter Ordnung war unbefriedigend, da die abstrakten Muster inhaltlich kaum zu interpretieren waren.

Angesichts dieser Untersuchungsergebnisse musste der Forschungsansatz grundsätzlich überdacht werden. Einige grundsätzliche Methodenprobleme dieses Forschungsansatzes bestanden weiter: wichtige Variablen waren messmethodisch voneinander abhängig oder statistisch abhängig, wenn Reaktionsdifferenzen (Veränderungswerte) und andere Indizes gebildet wurden. Auch die inhaltlich ähnlichen Skalen des ENNR- und des 16 PF-Persönlichkeitsfragebogens bedingten besonders hohe Ladungsmuster (sog. Doubletten). Die Testwerte in den Persönlichkeits-Fragebogen repräsentierten sehr konsistente und überdauernde Selbstbeurteilungen, während die physiologischen Funktionen unter momentanen Anforderungsbedingungen gemessen wurden, ohne die Reproduzierbarkeit geprüft zu haben. Die Daten wurden also auf sehr unterschiedlichen Niveaus der Abstraktion und Generalisierbarkeit gewonnen. Aus diesen Gründen wurde der faktorenanalytische Forschungsansatz zunehmend kritischer gesehen.

Inwieweit konnten individuelle Unterschiede der anforderungsgerechten, dynamischen Regulation des Blutdrucks in einfachen Kennwerten (in erster Näherung?) oder in Korrelationskoeffizienten ausgedrückt werden? War überhaupt die faktorenanalytische Methodik für physiologische Reaktionswerte adäquat? Sind nicht die Basalwerte, die aktuellen Ausgangswerte und viele weitere Messpunkte zur Beschreibung der Blutdruckreaktivität erforderlich? Hier schlossen sich viele grundsätzliche Überlegungen über die Messmethodik und die Datenanalyse an – die Perspektiven eines größeren Forschungsprogramms.

## **2.4 Ein kritischer Beitrag zur psychophysiologischen Persönlichkeitsforschung**

### **Absichten**

Statt der Herz-Kreislauf-Patienten sollte eine relativ homogene Gruppe gesunder männlicher Studenten untersucht werden (Fahrenberg & Myrtek, 1966). Da nun in Freiburg ein Mehrkanal-Registriergerät (Polygraph, Schwarzer GmbH, München) zu Verfügung stand, konnte die physiologische Messmethodik ausgeweitet werden; auch die Fragebogenmethodik war zu verbessern (siehe die Testentwicklung der Freiburger Beschwerdenliste FBL, des Fragebogens zur Lebenszufriedenheit FLZ und des Freiburger Persönlichkeitsinventars FPI).

### **Zusammenfassung**

"Psychophysiologische Persönlichkeitsforschung beschäftigt sich nicht nur mit aktuellen Prozessen wie Aktivationsmustern und Zustandsfaktoren, sondern auch mit konstitutionellen psychophysiologischen Persönlichkeitsfaktoren.

Um die Kovarianz von testpsychologisch bestimmten Persönlichkeitsfaktoren und Eigenschaften der somatischen Organisation und Regulation zu untersuchen, wurden 90 männlichen Studenten Persönlichkeitsfragebogen und andere objektive Tests gegeben und eine Physiopolygraph-Untersuchung vorgenommen. Von den insgesamt 159 Variablen wurden 72 Variablen einer Faktorenanalyse nach der Hauptachsenmethode unterworfen. Analytische Rotation nach Varimax und Quartimin-Kriterium, schrittweise variierte Faktorenzahl, Faktorenanalysen zweiter Ordnung und auch

verschiedene Analysenkonzepte führten zu unterschiedlichen faktorenanalytischen Lösungen, von denen nur die wichtigsten diskutiert wurden.

Die mittlere Interkorrelation der psychometrischen und physiometrischen Variablen ist gering, und dementsprechend sind auch die Ladungsmuster der erhaltenen Primärfaktoren überwiegend entweder durch die psychometrischen Variablen (Neurotizismus-, Introversion-Extraversion-Faktor) oder durch physiometrische Variablen (z.B. Kreislauf-Faktoren bestimmt). Relativ größere psycho-physiologische Kovarianz wurde festgestellt, nachdem die physiometrischen Variablen versuchsweise so transformiert worden waren, dass jede ein Kontinuum stabiler gegenüber labiler Regulation bildete.

Abschließend werden einige methodenkritische Überlegungen angeführt und die Unsicherheit des Arbeitsmodells und der Analysenkonzepte psychophysiologischer Persönlichkeitsforschung betont." (Fahrenberg & Myrtek, 1966, S. 243).

## **2.5 Eine statistische Analyse funktioneller Beschwerden**

Damit Eysencks Hypothesen geprüft werden konnten, mussten zunächst geeignete deutschsprachige Fragebogen konstruiert und erprobt werden (Fahrenberg, 1966, 1969b)

### **Zusammenfassung**

"Ein standardisierter Fragebogen mit 56 Fragen nach funktionellen Beschwerden im Bereich des Vegetativums, der Motorik, Sensorik und Sensibilität wurde zusammen mit dem Persönlichkeitsfragebogen Brengelmanns 350 Studenten und 184 Studentinnen gegeben. Die Studentinnen nannten signifikant mehr Beschwerden als die Studenten. Weiterhin konnten zahlreiche Geschlechtsunterschiede bei bestimmten Beschwerden sowie eine enge Beziehung zwischen der Anzahl der Beschwerden und der Persönlichkeitsdimension Neurotizismus (Emotionale Labilität) gesichert werden. Die Faktorenanalyse erster Ordnung ergab eine Anzahl meist gut interpretierbarer Beschwerdesyndrome. Sie ließen sich jedoch, wie die Faktorenanalyse zweiter Ordnung zeigte, weitgehend auf einen Generalfaktor körperlich-funktioneller Beschwerden (Nervosität) zurückführen." (Fahrenberg, 1966, S. 84).

## **2.6 Körperlich-funktionelle Beschwerden und Persönlichkeitsmerkmale**

### **Zusammenfassung**

"Psychovegetative und psychomotorische Prozesse erfordern eine psychophysiologische Komplementärbetrachtung. Die drei methodologisch gegebenen Seiten Erleben (Befinden), Verhalten und somatische Vorgänge sind mit der jeweils spezifischen und hochentwickelten Methodik zu erfassen und zu einem Gesamtbild zu integrieren. Zu diesen Methoden gehört auch ein neu konstruierter Fragebogen, mit dem in standardisierter Weise der Grad körperlich-funktioneller Beschwerden gemessen werden soll. Über die Entwicklung des Fragebogens wird zusammenfassend berichtet.

In mehreren Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass es sich bei der Beschwerdebauhäufigkeit um ein verhältnismäßig einheitliches und stabiles Persönlichkeitsmerkmal handelt. Der Fragebogentestwert, der als Ausdruck der subjektiv erlebten Nervosität angesehen wird, ist in sehr signifikanter Weise von der individuellen Ausprägung der Persönlichkeitsdimension Neurotizismus (Emotionale Labilität) und vom Geschlecht abhängig, nicht dagegen von Extraversion-Introversion, vom Lebensalter, vom Bildungsgrad oder von der Einwohnerzahl der Wohngemeinde.

Die Generalfaktorhypothese psychophysischer Regulationsschwäche (Nervosität) kann durch Fragebogenuntersuchungen nur gestützt, aber noch nicht verifiziert werden. Der hier beschriebene Fragebogen körperlich-funktioneller Beschwerden ist jedoch ein wichtiges Messinstrument in multivariaten psychophysiologischen Experimentalstudien.

Die statistischen Ergebnisse, die an einer grob repräsentativen Bevölkerungsstichprobe und einer Studentenstichprobe gewonnen wurden, geben außerdem einen Einblick in Art und Häufigkeit der "Beschwerden der Gesunden." (Fahrenberg, 1969b, S. 116).

## Kommentar

Der enge Zusammenhang zwischen der Häufigkeit körperlicher Beschwerden und der Persönlichkeitseigenschaft Emotionale Labilität war ein sehr deutlicher und später immer wieder bestätigter Befund. Aber es handelte sich dabei um Selbstberichte bzw. Selbstbeurteilungen. Die Auskünfte über körperliche Beschwerden sind ihrer Natur nach subjektiv (privat) und nicht überprüfbar. Außerdem gelten die kritischen Einwände gegen die Fragebogenmethodik, und darüber hinaus sind hier die "funktional" bedingten Beschwerden einschließlich des gestörten Allgemeinbefindens nicht von den Beschwerden aufgrund einer akuten oder chronischen Krankheit im engeren Sinn zu unterscheiden. Auch die behauptete empirische Validität der Persönlichkeitsfragebogen ist grundsätzlich umstritten (siehe Abschnitt 8.4.3).

## 2.7 Rückblick

Ein wiederkehrendes Motiv dieser ersten Arbeiten war die Betonung des *psychophysiologischen* Forschungsansatzes. "In der psychosomatischen Medizin der Gegenwart dominiert die tiefenpsychologische Betrachtungsweise. Verschiedentlich wurde sogar gefordert, den Begriff Psychosomatik nur mit diesem Bedeutungsgehalt zu verwenden. Das verbreitete Interesse für psychoanalytische oder daseinsanalytische und andere "anthropologische" Methoden birgt die Gefahr einer Vernachlässigung *psychophysiologischer Experimentalforschung* in sich. So wichtig jene differenzierten Interpretationen psycho-somatischen Krankseins auch sein mögen und so unentbehrlich zum Verständnis individuellen Schicksals – es liegt in der Konsequenz dieses Vorgehens, dass Freuds genetisch-dynamische Interpretationen neurotischer Phänomene, Weizsäckers Einführung des Subjekts oder die Berücksichtigung der Sinn- und Wertbezüge (Dilthey) oder Daseinsbezüge (Binswanger, Boss u.a.) eine Begrenzung auf das idiographische Denkmodell, also auf die Kasuistik, mit sich bringen." (Fahrenberg & Delius, 1963, S. 437).

Alexander verdankte seine interpretatorische Evidenz im Falle von Hypertonie und Aggressionshemmung wahrscheinlich in hohem Maße den von Saul (1939) publizierten Fallstudien. Diese Übergeneralisierungen psychoanalytischer Deutungen verband Alexander mit dem damals

verfügbaren Wissen über die physiologischen Begleitreaktionen von Affekten (Emotionen) und über die Steuerung des vegetativen Nervensystems im allgemeinen. Doch erst die lehrbuchartige Systematisierung mit der Vorstellung der "Psychogenese" der Hypertonie und anderer Krankheitsbilder kann aus heutiger Sicht die Breitenwirkung dieser Publikation verständlich machen.

In die von Alexanders Postulaten angeregte Forschung ist sehr viel Energie investiert worden. Da die ganz überwiegende Zahl dieser Untersuchungen retrospektiv, methodisch unkontrolliert und oft mit sehr fragwürdigen oder inadäquaten psychologischen Methoden unternommen wurde, konnte diese Forschung grundsätzlich keine gültige Auskunft über die Pathogenese liefern, sondern höchstens über psychosoziale Korrelate dieser chronischen Krankheiten. Die kritische Prüfung von Alexanders Behauptungen, die ja teils aus kasuistischer Evidenz, teils deduktiv aus der psychoanalytischen Neurosenlehre und frühen Psychophysiologie stammten, könnte als typisch für Entwicklungsphasen der Forschung auf diesem Grenzgebiet von Medizin und Psychologie und darüber hinaus gelten – anregend auch für wissenschafts-psychologische und wissenschafts-ökonomische Einsichten.

Es ist heute müßig zu spekulieren, wie eine überregional organisierte und methodisch besser vorbereitete Forschung durch eine einzige oder durch wenige große prospektive Studien zur Hypertonie den langen Weg der Spekulation und unergiebigsten kleinen Einzelstudien hätte abkürzen können. Die zeitweilig sehr angesehene prospektive Ulcus-Studie von Mirsky, Weiner et al. und die Typ A-Studie von Rosenman und Friedman (vgl. Köhler, 1985) lehrten, dass der prospektive Untersuchungsansatz allein keine überdauernden, zuverlässigen Ergebnisse liefern kann, wenn der Untersuchungsplan zweifelhaft ist und wenn die Methoden der psychologischen Datenerhebung eine fragwürdige Validität haben, testmethodisch mangelhaft konstruiert und nicht zuverlässig reproduzierbar sind.

Zweifellos hat der jahrzehntelange und frustrierende Forschungsprozess um Alexanders Lehre viele Enttäuschungen mit sich gebracht und schließlich bei der Revision des ICD auch den Verzicht auf die nicht lange zuvor eingeführte Nomenklatur der "Psychosomatischen Krankheiten" im engeren Sinn. Die "Psychosomatik" erhielt dann, insbesondere durch Thure von Uexküll in Deutschland, die viel weitere Bedeutung der ganzheitlichen, personenorientierten Medizin (von Uexküll & Adler, 2003).

Auch heute noch sind Alexanders Konzepte, zumindest unterschwellig, vorhanden und können gerade dann auftauchen, wenn ein Patient oder eine Patientin genau die Psychodynamik und das Verhaltensmuster aufweisen wie es Alexander beschrieben hat. Zu erkennen, dass es sich hier um seltene oder gar sehr seltene Fälle handelt, hat lange gedauert.

In dem kritischen Beitrag zur Psychosomatik der essentiellen Hypertonie wurde eine Alternative formuliert. Statt der pathogenetisch ausschlaggebenden, spezifischen Persönlichkeitsstrukturen oder spezifischen Konflikte wurde eine einheitliche *psychophysische Regulationsstörung* als konstitutionelle Grundlage psychovegetativer Syndrome und psychosomatischer Krankheiten postuliert. Da auch Alexander (wie Freud) konstitutionelle Dispositionen neurotischer Störungen anerkannte, schien der konzeptuelle Unterschied auf den ersten Blick nur gering zu sein. Aber der psychophysiologische Forschungsansatz und die Einsicht, systematische und empirisch eindeutig nachprüfbare Ergebnisse vorlegen zu müssen, unterschied sich grundsätzlich, wissenschaftstheoretisch und methodologisch, von der konventionellen Psychosomatischen Medizin.

## 2.8 Orientierungen

Der künftige Forschungsansatz orientierte sich vor allem:

1. an dem Konzept *psychovegetativer Syndrome* (Delius, 1966) bzw. funktioneller Syndrome, die ihrerseits an die älteren Begriffe der konstitutionellen Nervosität bzw. vegetativen Labilität anknüpften;
2. an einer Theorie des Organismus (Rothschuh, 1963), d.h. an ätiologisch-pathogenetischen Modellen mit genetisch-konstitutionellen, somatischen und psychischen Dispositionen und Vulnerabilitäten sowie Prozessen der Störung, Gegenregulation, Anpassung, Konditionierung und Chronifizierung (Diathese-Stress-Modell statt psychoanalytischer Konzepte wie Verdrängung, symbolischer Organwahl u.a.);
3. an Eysencks (1967) Persönlichkeitsforschung über die biologische Basis der Persönlichkeit, die speziell hinsichtlich der Dimensionen Emotionale Labilität und Extraversion-Introversion in einem weitgesteckten Programm untersucht wurden;
4. an Cattells (1957) Forschungsstrategie des multimodalen Assessment, d.h. der Idee, über verschiedene Datenbereiche und in einem breiten

induktiven Ansatz *konvergente* Definitionen der bisher vagen Begriffe der differentiellen Psychologie, d.h. der Eigenschaften und der Zustände (Traits und States) anzustreben;

5. an der psychophysiologischen Methodik, durch gründliche Mehrkanal-Registrierungen (Polygraphie) individuelle und allgemeine Reaktionsmuster zu erfassen (u.a. Ax, Engel, Lacey, Sternbach, Wenger; siehe Fahrenberg, 1967).

Der Bezugsrahmen dieser Forschung war, während die bisher referierten Untersuchungen entstanden, in zwei Büchern ausgearbeitet worden.

### Psychovegetative Syndrome

Delius (1966) hatte ein Lehrbuch über Psychovegetative Syndrome verfasst. Hier wurden die Grundlagen der vegetativen Physiologie dargestellt und die Diagnostik und Klinik der hauptsächlich akuten und chronischen Syndrome abgehandelt. Einen großen Raum nahmen die kasuistischen Darstellungen ein, um den Verlauf und den Rehabilitationsprozess zu schildern. Durchgängig wurde hier eine psychologisch-physiologische Doppelperspektive entwickelt: Komplementärdiagnostik und Komplementärtherapie (Delius, 1967). Psychovegetative Syndrome erfordern eine komplementäre Betrachtungsweise, um dem somatischen und dem psychologischen Aspekt dieser Regulationsstörungen gleichermaßen gerecht zu werden. Weder eine einseitig naturwissenschaftlich orientierte Analyse noch eine ausschließlich tiefenpsychologische ("psychosomatische") Interpretation reichen hier aus.

Komplementarität als wechselseitige Ergänzung von methodisch bedingten Ansichten zu einem ganzheitlichen Bild – im Unterschied zu dualistischen Wechselwirkungskonzepten oder einfachen monistischen Auffassungen – wurde in diesem Buch gemeinsam formuliert und später noch ausführlicher dargestellt sowie durch Interview- und Fragebogen-Studien hinsichtlich solcher Auffassungen erweitert (siehe Fahrenberg, 1979a, 1992b, 2004a; Fahrenberg & Cheetham, 2000).

### Psychophysiologische Persönlichkeitsforschung

In einem zweiten Buch wurden die Grundlagen der psychophysiologischen Persönlichkeitsforschung (Fahrenberg, 1967) dargestellt. Diese Forschungsrichtung war mit ihren computer-gestützten Messmethoden neu,

hatte jedoch in den Konzepten der Konstitutionslehre und der Emotions- (Affekt-) Forschung eine sehr lange Vorgeschichte. Seit in der Mitte des 19. Jahrhunderts kontinuierliche physiologische Registrierungen von Puls, Atmung, Bewegung, usw. möglich wurden, gab es viele Bemühungen, Emotionen "physiologisch zu messen" und physiologische Reaktionsprofile verschiedener Emotionen zu unterscheiden, so wie es später anhand von EEG-Daten, hormonellen und biochemischen Daten immer wieder versucht wurde (siehe die Übersichten Fahrenberg 1977a, 1979b, 1988, 1995a; Myrtek, 1980a; Stemmler, 1992a, 1998, 2003).

Die Frage nach den körperlich-konstitutionellen Grundlagen des Temperaments, nach der biologischen Basis der Persönlichkeit, hat eine noch längere Vorgeschichte, wurde jedoch systematisch erst von Kretschmer und seinen Zeitgenossen untersucht, mit neuerer Methodik und Statistik erst seit der Mitte des 20. Jahrhunderts, insbesondere durch Eysenck und seinen Arbeitskreis. Die Berichte über psychophysiologische Muster von Emotionen, psychophysiologische Persönlichkeitsfaktoren oder psychophysiologische Gesundheitsstörungen waren in ihrer Gesamtheit eher widersprüchlich. Ein völlig anderes Bild lieferten, wie erwähnt, die psychologischen Untersuchungen mittels Fragebogen.

Es gehört zu den empirisch am besten gesicherten Ergebnissen der Persönlichkeitsforschung, dass Personen mit hohen Testwerten der Emotionalität, d.h. ängstlich-unsichere und stimmungslabile Menschen überdurchschnittlich viele körperliche Beschwerden verschiedenster Art äußern. Dieser Zusammenhang wurde schon von Eysenck gesehen und konnte in den Fragebogen-Konstruktionen, die hier ihren Ausgang nahmen, präzisiert und mehrfach bestätigt werden (Fahrenberg, 1969b, 1994b, Fahrenberg et al., 2001). Dieser empirisch, allerdings auf der Ebene der Selbstbeurteilungen im Fragebogen, sehr markante Befund hatte in dieser Hinsicht zweifellos einen starken Einfluss auf die Hypothesenbildung der psychophysiologischen Persönlichkeitsforschung.

### **Eysencks Persönlichkeitstheorie**

Eysenck war von der biologischen, d.h. der genetischen und der zentralnervösen Basis der hauptsächlichlichen Persönlichkeitseigenschaften überzeugt. In seinen ersten Untersuchungen an psychiatrischen Patienten verschiedener Diagnosegruppen fand er zwei Grundeigenschaften, die er als Neurotizismus (N) (emotional labil – emotional stabil) und Introversion-

Extraversion (I/E) bezeichnete. Er fügte später noch eine dritte Dimension, Psychotizismus (P) hinzu und entwickelte ein sehr umfangreiches Forschungsprogramm, um diese Dimensionen zunächst durch standardisierte Fragebogenskalen und dann durch objektive Tests und physiologische Messungen zu erfassen (Eysenck, 1958, 1967; Eysenck & Eysenck, 1969, 1985).

Die Neurotizismus-Dimension ist mit Eigenschaften verbunden, die eine hohe emotionale Labilität anzeigen, z.B. Ängstlichkeit, Depressivität, Schuldgefühle, geringes Selbstvertrauen, Anspannung, usw. Als neuronales Korrelat des Neurotizismus nahm Eysenck Unterschiede in den Reizschwellen des Limbischen Systems und der davon abhängigen Aktivität des sympathischen Anteils des vegetativen Nervensystems an. Personen mit hoher Neurotizismusausprägung sollen eine niedrigere Reizschwelle aufweisen als emotional stabile Personen. Neurotiker sollen bei Stimulation und Belastung schnellere und länger anhaltende autonome Reaktionen zeigen und daher auch nicht so differenziert reagieren können: "some people are innately predisposed to respond more strongly, more lastingly and more quickly with their autonomic nervous system to strong, painful or sudden stimuli impinging upon the sense organs." (Eysenck & Rachman, 1965, S. 319).

Der typisch Extravertierte ist gesellig, impulsiv und aktiv, ersehnt Aufregung, hat viele Freunde, usw. Die introvertierte Person neigt dazu, ruhig, zurückhaltend und vorsichtig zu sein. Die individuelle Ausprägung der Extraversion brachte Eysenck mit der Erregungsschwelle exzitatorischer Hirnstrukturen in Verbindung, insbesondere der Empfindlichkeit des aufsteigenden retikulären Aktivierungssystems (ARAS). Extravertierte sollen eine geringere Erregungsbereitschaft des ARAS als Introvertierte besitzen, d.h. eine geringere kortikaler Erregung und leichtere Sättigung aufweisen, was zahlreiche Verhaltensunterschiede zwischen Extravertierten und Introvertierten vorhersagen lassen soll. Extravertierte wären demnach durch ihr niedrigeres kortikales Erregungsniveau schlechter konditionierbar und weniger lernfähig, während Introvertierte durch ihre stärkeren exzitatorischen Prozesse schneller lernen, aber auch niedrigere Reiz- und Schmerzschwellen haben. Extravertierte sollen eine Erhöhung ihres Erregungsniveaus als angenehmer erleben: sie sind "Sensation Seeker", d.h. sie suchen stimulierende Situationen auf.

Die angeborenen Unterschiede der Arousbility ("kortikales Erregungs-Hemmungs-Gleichgewicht") werden durch situative Bedingungen moduliert, wobei das Individuum einem optimalen hedonischen, d.h. als angenehm erlebten Erregungsniveau zustrebt (vgl. Amelang & Bartussek, 2001; Brocke & Battmann, 1985). Mit allmählich zunehmender Reizintensität gibt es eine Phase, in welcher die Stimulation vom Introvertierten als angenehm, vom Extravertierten noch als ungenügend und deshalb als eher unangenehm erlebt wird. Bei höherer Reizintensität beginnt es für den Introvertierten unangenehm zu werden, während der kortikal weniger erregte Extravertierte erst hier ein optimales Niveau erreicht.

Aus dieser Konzeption folgt, dass die Dimensionen E und N eigentlich nicht unabhängig voneinander zu untersuchen sind. Die individuellen Unterschiede in der einen und der anderen Dimension beeinflussen das Reaktionsverhalten in einer gegebenen Untersuchungssituation. In Eysencks Arbeitskreis wurden allerdings keine Konventionen oder Standards entwickelt, welche Aufgaben und Instruktionen, welche Stimulusparameter und welche Hintergrundstimulation nun adäquat wären, um die Hypothesen prüfen bzw. falsifizieren zu können (siehe Abschnitte 8.4 und 8.5).

### **Globale Konzepte ohne hinreichende psychophysiologische Grundlagenforschung und Operationalisierungen**

Aus den systematischen Literaturübersichten war zu erkennen, wie viele theoretische Konzepte in diesem Grenzgebiet von Psychologie und Medizin existierten, und wie unsicher noch die Vorstellungen über Diagnostik und Ätiologie der funktionellen Gesundheitsstörungen waren. Bereits "Reaktivität" war inhaltlich nur schwer zu bestimmen (siehe Janke, 1995).

Auf diesem methodologisch noch sehr unsicheren Gebiet schien es weitaus einfacher zu sein, theoretische Behauptungen in die wissenschaftliche Welt zu setzen als diese empirisch zu kritisieren oder zu widerlegen. In erster Linie war dies auf die Unschärfe der Konzepte selbst zurückzuführen, denn die Autoren hatten in der Regel nicht erläutert, welche Prüfbedingungen adäquat sein könnten, wie sozusagen die Basissätze heißen, an deren Kritik oder Widerlegung zu arbeiten wäre. Was ist unter "Emotionaler Labilität" und unter "Vegetativer Labilität", deren wechselseitige Entsprechung bereits sprachlich suggeriert wird, genau zu verstehen?

Damit die theoretischen Annahmen der psychophysiologischen Persönlichkeitsforschung empirisch zuverlässig geprüft werden könnten, musste das Forschungsprogramm mit einer Präzisierung der Konzepte und Methoden beginnen. Die theoretischen Begriffe erforderten möglichst genaue operationale Definitionen, um der *Differentiellen Psychophysiologie* dienlich sein zu können.

## 3 Ziele, Strategien und Allgemeine Konzepte

### 3.1 Übersicht

Die 1970 gegründete Forschungsgruppe Psychophysiologie konnte sich dank der Förderung durch die Stiftung Volkswagenwerk ein über mehrere Jahre angelegtes Arbeitsprogramm vornehmen. Die Stiftung finanzierte die Einrichtung des Labors (Messplätze, Geräte, Laborrechner IBM 1130), die Anmietung der Räume und bis 1974 acht Personalstellen. Nach der Übernahme auf den Universitätshaushalt (Psychologisches Institut) wurden insbesondere durch eine Folge von DFG-Sachbeihilfen und einige andere Projekte umfangreiche Sachmittel für Forschungsvorhaben erworben. Dazu gehörten eine Projektförderung durch die Bundesversicherungsanstalt für Angestellte, durch das damalige Bundesministerium für Forschung und Technologie und zusätzliche Haushaltsmittel der Universität bzw. des Landesministeriums im Rahmen von Sonderprogrammen. Unter diesen günstigen Rahmenbedingungen konnte ein Forschungsprogramm aufgebaut werden, um die zentralen Hypothesen empirisch und gründlich zu prüfen.

Die Forschungsgruppe hatte von 1970 bis 1973 einen Wissenschaftlichen Beirat, dem der Kardiologe Prof. Dr. Ludwig Delius, der Internist und Psychotherapeut Prof. Dr. Helmut Enke, der Psychologe Prof. Dr. Robert Heiß und der Klinische Neurophysiologe Prof. Dr. Richard Jung angehörten.

Die *Kardiovaskuläre Psychophysiologie* bildete von Anfang an den inhaltlichen Schwerpunkt. Dazu gehörten Grundlagenstudien im Labor, Patienten-Untersuchungen in Kliniken und später das ambulante psychophysiologische Monitoring von Blutdruck, Herzfrequenz (EKG) und psychologischen Daten. Für diese Orientierung sprachen außer den geschilderten Vorarbeiten auch die messtechnischen Möglichkeiten im Labor sowie die beabsichtigten Kooperationen mit Herz-Kreislauf-Kliniken (Rehabilitationskliniken) in der Umgebung Freiburgs. Diese Projekte sind im Kapitel 6 dargestellt. Auch mit besonderem Blick auf Patienten mit Bluthochdruck wurden dann das ambulante Blutdruck-Monitoring und das EKG-Monitoring begonnen (Kapitel 7).

Das Hauptinteressen galt zwar dem kardiovaskulären System, doch wurde in den Grundlagenstudien des ersten Jahrzehnts ein methodisch breiter Ansatz gewählt, der auch Atemfunktionsmessungen, elektrodermale Aktivität, somatomotorische Funktionen (EMG), das EEG, endokrine u.a. biochemische Parameter, usw. im Sinne einer *multivariaten Aktivierungsforschung* umfasste. Im Labor wurden allerdings keine Patienten, sondern nur gesunde Studenten untersucht, wobei neben den normotonen auch grenzwertig hypertone und hypotone Personen einbezogen wurden.

Für die Untersuchungen im Labor wurden zwei Messplätze eingerichtet:

- Polygraph-Labor mit einer vollklimatisierten und schallgedämmten Untersuchungskabine (Amplifon, Mailand) und einem 20-Kanal-Physio-Polygraphen (Sonderanfertigung, Hellige GmbH, Freiburg) und diversen Spezialverstärkern und Zusatzgeräten;
- Kreislauf-Labor mit Ergometer, Geräten zur Spirometrie mit Gasanalyse und 8-Kanal-Schreiber (Jäger, Erlangen, und Hellige GmbH, Freiburg).

Außerdem gab es ein klinisch-chemisches Labor zur Analyse von gängigen Blut- und Urin-Werten, einschließlich bestimmter Hormone, u.a. Katecholamine und Kortisol.

Als Laborrechner diente anfangs eine IBM 1130 mit WDV-Interface, Analog- und Digital-Bandspeicher, dann ein Prozessrechner Hewlett Packard HP 1000 mit entsprechenden Speichermedien und Terminals, und schließlich mehrere SUN-Workstations mit PC-Netz. Dazu kamen seit den 80er Jahren Systeme für das physiologische und psychologische Monitoring: M2P-Systeme (DFVLR, Oberpfaffenhofen) mit Medilog (Oxfords Instruments), Physioport (Par, Berlin), Bidata und Multitalent (Zak, Simbach), Vitaport2 und Varioport (Vitaport, Köln, bzw. Becker Meditec, Karlsruhe), Blutdruckmonitore (SpaceLabs) und Portapres Mod2 (BMI/TNO, Amsterdam) sowie hand-held PC Casio PB 1000, Psion Serie 3 u.a.

Das Forschungsprogramm wurde auch von Überlegungen beeinflusst wie die Untersuchungsergebnisse praktisch anzuwenden wären. In dieser Absicht wurden die Rehabilitationsverläufe von Herz-Kreislauf-Patienten (Kapitel 6) untersucht und Labor-Feld-Vergleiche und anschließend Feldstudien unter Alltagsbedingungen (siehe Kapitel 7) unternommen. In einigen dieser Arbeitsrichtungen, z. B. hinsichtlich der eingehenden psycho-

physiologischen Evaluation des Rehabilitationsverlaufs, hinsichtlich der Labor-Feld-Generalisierbarkeitsstudien und beim psychophysiologischen ambulanten Monitoring, gehörten die Untersuchungen zu den ersten dieser Art.

Die folgenden Kapitel über die im Labor der Forschungsgruppe durchgeführten Untersuchungen umfassten also mehrere Themenbereiche:

- Psychophysiologische Konstitutionsforschung
- Psychophysiologische Aktivierungsforschung
- Psychophysiologische Zeitreihenstudien
- Methodenentwicklung und Methodenstudien
- Ambulantes Monitoring und Assessment

Einige typische Fragestellungen lauteten: Ist ein auffälliges Reaktionsverhalten beim Orthostase-Versuch mit bestimmten körperlichen Wahrnehmungen und außerdem mit Persönlichkeitsmerkmalen assoziiert? Stimmen die Beurteilungen der labil-hypertonen Blutdruckregulation aufgrund von Ergometerbelastung und Orthostase-Versuch überein? Ist ein erhöhtes Blutdruckniveau mit einer größeren kardiovaskulären Reaktivität bei Laboraufgaben verbunden? Können individuelle Unterschiede der kardiovaskulären Reaktivität durch Persönlichkeitsmerkmale vorhergesagt werden? Lässt sich ein optimaler "Aktivierungsindikator" für psychophysische Anspannung hervorheben? In wie weit korrelieren psychische Anspannung und physiologische Aktivierungsparameter?

Die Psychophysiologie des Blutdrucks war hier ein zentrales Thema, ebenso das Verhalten der Herzfrequenz u.a. EKG-Parameter, doch sind die einzelnen Projekte im Zusammenhang mit dem gesamten Programm zu sehen. Wie die Ergebnisse auf das Programm zurückwirkten und wie sich aufgrund dessen die Fragestellungen im Zeitraum von 35 Jahren entwickelten, wird hier zusammenhängend dargestellt. Unter dem Eindruck der eigenen Untersuchungsergebnisse hatten sich die Bewertung vieler theoretischer Ansätze wesentlich verändert. In diesem kritischen Prozess bildeten sich andere Forschungsperspektiven und neue Konzeptionen heraus.

Bevor die einzelnen Forschungsarbeiten dargestellt werden, ist es zweckmäßig, die allgemeinen Forschungsperspektiven dieses Programms mit den strategischen Überlegungen und den Rahmenkonzepten vorzustellen. Die kurzen Definitionen der Rahmenkonzepte *Konstitution und Vulnerabilität*, *Psychophysische Reaktivität* und *Aktivierung (Emotion, Stress)* sowie *Psychophysiologische Zeitreihen* und *Psychophysiologisches Monitoring* leiten zu den empirischen Untersuchungen und ihren Schlussfolgerungen über.

### **3.2 Forschungsperspektiven und Rahmenkonzepte**

Das Forschungsprogramm war in der ersten Arbeitsphase sehr breit angelegt, um die theoretischen Grundlagen und Methoden zu explorieren. Es fächerte sich in eine Anzahl von Arbeitsrichtungen auf, deren Untersuchungen und Methodenstudien aufeinander bezogen waren. Die Forschungsperspektiven waren in dieser Phase auch von der Programmforschung von H.J. Eysenck (Maudsley Hospital, University of London) und R.B. Cattell (University of Illinois), beeinflusst: durch die psychophysiologische Orientierung der Persönlichkeitsforschung und die *multivariate Methodologie*. Damit sind Untersuchungsansätze mit vielen Merkmalen, vielen Individuen und verschiedenen Untersuchungssituationen und Zeitpunkten gemeint und eine angemessene Auswertung der Datensätze mittels multivariat-statistischer Verfahren. Das Leitthema war Korrelation (Synopsis) der verschiedenen Datenebenen, mit dem Ziel der wechselseitigen Ergänzung psychologischer und physiologischer Methoden im Sinne der Forderungen nach "multimodaler Diagnostik" und "Komplementarität". Die sehr globalen und vagen Konzepte verlangten multiple Operationalisierungen und anspruchsvollere Assessmentstrategien.

In der Auseinandersetzung mit Eysencks und Cattells Forschung aufgrund der ersten eigenen Untersuchungsergebnisse wuchsen die kritische Einstellung und die Einsicht, dass die empirische Basis in mehrfacher Hinsicht durch beharrliche und vor allem auch kontinuierliche Arbeit wesentlich verbessert werden könnte und müsste:

- durch genauere operationale Definition der theoretischen Konzepte;
- durch Ausweitung, Vertiefung und Präzisierung der Methodik;

- durch eine hinreichende Anzahl von Untersuchungsteilnehmern in relativ homogenen Gruppen;
- durch Entwicklung geeigneter Laboraufgaben, die durch relative Lebensnähe und Bedeutung in zumutbaren Grenzen wirkungsvoll sind;
- durch Standardisierung der äußeren Untersuchungsbedingungen;
- durch Festlegen der Ruhebedingungen (Ausgangsbedingungen);
- durch explizite Prüfung der Aktivierungsparameter auf ihre testmethodische Diskriminationsleistung zwischen Personen und Bedingungen;
- durch Verwendung betont zufallskritischer Strategien in der Datenverarbeitung;
- durch nachdrückliches Bemühen, die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu prüfen, d.h. wiederholte Untersuchungen (Replikationen) vorzunehmen;
- durch Berücksichtigung der möglichen externen (ökologischen) Validität neben der internen Validität.

An den Untersuchungen nahmen nur männliche Studierende der Freiburger Hochschulen teil, die angaben, gesund zu sein, d.h. sich nicht in ärztlicher Behandlung zu befinden. Muttersprache Deutsch war wegen der Fragebogen notwendig. Die Teilnehmer gaben ihre informierte Zustimmung zu der Untersuchung und zur Wahrung ihrer Anonymität. Sie erhielten ein Versuchspersonen-Honorar. Die Patienten mit Herz-Kreislauf-Krankheiten und anderen Diagnosen wurden ausschließlich in den kooperierenden Kliniken untersucht. Außerdem beteiligten sich am ambulanten Monitoring verschiedene Gruppen von Berufstätigen.

Aus diesen strategischen Überlegungen entstanden die Grundzüge einer Differentiellen Psychophysiologie und Methodologie. Es mangelte auf diesem Gebiet nicht an traditionellen theoretischen Konzepten oder an spekulativen Ideen, sondern an der Methodologie und Empirie zur kritischen Prüfung, welche dieser Konzepte und Behauptungen als empirisch hinreichend begründet gelten könnten.

So sind die meisten Projekte des ersten Jahrzehnts wissenschaftsmethodisch als Operationalisierungsstudien anzusehen. Die zentralen theoretischen Konzepte dieses Forschungsgebiets, z.B. psychovegetative Labilität, Aktivierung und Stress, waren in der Literatur durchweg sehr global formuliert und methodisch nur vage bestimmt, oft Missverständnisse provozierend.

Deshalb war es die vordringliche Aufgabe von Grundlagenstudien, diese Konzepte methodisch zu präzisieren und Operationen, d.h. Tests und physiologische Messmethoden zu finden oder zu entwickeln. Diese Arbeiten sollten dazu beitragen, ein auch zwischen Laboratorien standardisierbares Instrumentarium und damit die Möglichkeit von kritischen Prüfungen und genauen Replikationen zu schaffen. Dieser Absicht diene auch eine Tagung über "Psychophysiologische Methodik", zu der 1972 nach Freiburg eingeladen wurde. Das Protokoll jener Tagung und Mitschnitte der Diskussionen sind weitgehend erhalten und auf einer CD dokumentiert (Fahrenberg, Myrtek et al., 2002).

Die einzelnen Projekte lassen sich in einige Rahmenkonzepte einordnen (vgl. die genannten Themenbereiche). Diese Rahmenkonzepte, innerhalb derer die Operationalisierungsstudien und die anderen Untersuchungen ihren Platz haben, werden hier skizziert, ohne auf die ausgedehnte Literatur einzugehen. Dies erübrigt sich umso mehr als sie ausführlich in einer Reihe von Reviews, Monographien und Handbuchbeiträgen dargestellt und diskutiert wurde (siehe Fahrenberg, 1995a, 1979b, 1983b, 2001c; Fahrenberg & Myrtek, 1996, 2001a; Myrtek, 1980a, 2004; Stemmler, 1992a).

### **Grundeigenschaften, Konstitution und Vulnerabilität**

Mit Konstitution ist die Gesamtheit der relativ überdauernden, genetisch vermittelten oder relativ früh in der Entwicklung erworbenen, morphologischen, physiologisch-biochemischen und psychologischen Merkmale der Individualität gemeint. Diese Dispositionen manifestieren sich in der frühen Kindheit und über längere Entwicklungsphasen oder die gesamte Lebensspanne. Ein Brückenschlag zwischen Differentieller Psychologie und somatischer Individualität ist in zahlreichen Konstitutions- und Temperamentstypologien versucht worden. Während die psychomorphologische Konstitutionsforschung zu einem Stillstand gekommen ist, hat u.a. die neuere Kleinkindforschung zu einer Wiederbelebung des Begriffs Temperament und einem wachsenden Interesse an der relativ überdauernden biologischen Basis von Persönlichkeitseigenschaften beigetragen.

Als grundlegende Dispositionen gelten: Unterschiede der Reaktivität (Reagibilität, Sensitivität, Adaptivität) des gesamten Organismus und der einzelnen Systeme bei Stimulation und Belastung sowie Unterschiede in

der Verletzlichkeit (Vulnerabilität) und Empfänglichkeit (Suszeptibilität) bzw. Resistenz (Immunität, Widerstandskraft) gegenüber schädlichen Einflüssen, Noxen, Infektionen, Überforderung ("Stress"), usw. Viele ätiologische Modelle enthalten die Annahme, dass es im Organismus Orte geringeren Widerstandes bzw. erhöhter Irritierbarkeit (*locus minoris resistantiae sive majoris irritatione*) gibt, welche die spezielle Vulnerabilität erklären ("Konstitutionspathologie"). Verwandte Konzepte sind: individualspezifisches Reaktionsmuster, angeborene Funktionsschwäche, Risikodisposition und Idiosynkrasie, d.h. individuelle Überempfindlichkeit (Aversion) oder sogar Unverträglichkeit (Intoleranz) bestimmter Agentien (Literaturübersicht siehe Fahrenberg, 1979b, 1995a; Myrtek, 1980a).

An dieser Stelle sind die wichtigsten traditionellen Konzepte dieses Forschungsgebiets zu nennen. Unter psychophysiologischer Perspektive sollte hier immer klar gestellt werden, ob eine einheitliche *psychophysische* Grundeigenschaft gemeint ist oder – oft namensgleich verwendet – nur eine Eigenschaft auf der psychologischen Ebene oder auf der physiologischen Ebene, ohne dass eine enge Korrelation behauptet wird.

- Emotionalität als erste der biologisch fundierten Persönlichkeitseigenschaften (*psychophysischen Dimensionen*) im Sinne Eysencks und im Sinne der älteren Vorstellungen über konstitutionelle Nervosität bzw. psycho-vegetative Labilität;
- Emotionalität, definiert durch Selbstberichte (u.a. Selbstbeurteilung im Fragebogen);
- Vegetative Reaktivität, definiert durch physiologische Messungen unter Belastungen;
- Introversion – Extraversion als zweite biologisch fundierte Persönlichkeitseigenschaft im Sinne Eysencks und im Sinne der älteren Vorstellungen über konstitutionelle, sensorische und motorische Hyperreaktivität bzw. Hemmung sowie ähnliche "Dimensionen der höheren Nerventätigkeit" (Pavlov, Teplov), zu denen auch Konditionierbarkeit (Geschwindigkeit der Ausbildung bedingter Reaktionen), EEG-Arousability und Sensation Seeking (Zuckerman) gehören;
- Introversion – Extraversion, definiert durch Selbstberichte (u.a. Selbstbeurteilung im Fragebogen);

- Kortikale Erregbarkeit bzw. Sättigung/Hemmung, definiert durch neuropsychologische Messungen unter Ruhebedingungen und bei Stimulation;
- Sympathikotonie – Vagotonie als habituelle Einstellungen der vegetativen Tonuslage;
- körperliche Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit;
- andere Temperamenteigenschaften, Temperament und Körperbau.

### **Psychophysische Reaktivität**

Psychophysische Reaktivität meint die habituelle Disposition bzw. die Verhaltenswahrscheinlichkeit unter spezifizierten Reizbedingungen stärkere psychische und physische Veränderungen zu zeigen als Vergleichspersonen. Dieses oft sehr global verwendete Konzept der Reaktivität (Reagibilität, Arousability, Stress-Reaktivität) spielt vor allem in der differentiellen Psychologie, Persönlichkeitsforschung und klinischen Psychologie eine wichtige Rolle. Eine typische Fragestellung ist, ob sich bestimmte Personen oder Personengruppen in ihren Ruhewerten und in ihrer mittleren Reaktion auf bestimmte Belastungen systematisch unterscheiden. Unter klinischer Perspektive wird z.B. gefragt, ob sich Patienten mit Hypertonie durch gesteigerte Blutdruck-Reaktivität oder Patienten mit Angststörungen durch eine allgemein erhöhte psychophysische Reaktivität von Vergleichsgruppen unterscheiden. In ätiologischer Hinsicht wäre zu fragen: Disponiert die in einem der Systeme beobachtete, hohe bzw. extreme Reaktivität zur Ausbildung und auch zur Chronifizierung einer funktionellen Gesundheitsstörung, potentiell mit der Folge eines anatomisch objektivierbaren, pathologischen Befundes?

So könnte die psychophysiologische Forschung einen Baustein für die ätio-pathogenetischen Konzepte zur Entwicklung chronischer Krankheiten wie der Hypertonie oder der Angststörungen liefern. In der älteren Konstitutionsforschung wurde von der größeren Irritierbarkeit bzw. Vulnerabilität gesprochen, ohne dies systematisch untersuchen zu können. Durch psychophysiologische Messungen ist festzustellen, ob ein Individuum unter Belastungen relativ stärker in dieser oder jener physiologischen Funktion reagiert. Diese *individualspezifischen Reaktionsmuster* wären eine wesentliche Komponente des *biopsychologischen Pathogenese-Konzepts* wie auf der Basis (1) einer genetisch verankerten oder erworbenen allge-

meinen Regulationsschwäche, (2) durch die individualspezifische Vulnerabilität disponiert, (3) ein bestimmtes psychovegetatives Syndrom und (4) auf dieser Grundlage durch Chronifizierung der funktionellen Störung schließlich (5) eine chronische Krankheit wie die essentielle Hypertonie mit Organschädigungen entstehen könnte. In der Hypertonieforschung konnte Folkows Konzept der mikrostrukturellen Autoregulation der Gefäßwandung diesen Übergang von chronischer Druckbelastung zur Organschädigung zumindest teilweise verständlich machen (Rosenthal & Kolloch, 2004).

Vorstellungen der Konstitutions-Pathologie und des allgemeinen Diathese-Stress-Modells können zumindest teilweise mittels psychophysiologischer Forschungsmethoden genauer geprüft werden. Die Differentielle Psychophysiologie kann sich hier auf die physiologische, morphologische und biochemisch-endokrine Individualität des Menschen beziehen (siehe u.a. Fahrenberg, 1969a, 1986b, 1995a).

### **Aktivierung**

Aktivierung (Aktivation, Arousal, Stress-Reaktion) ist die allgemeine Funktionsanregung und Bereitstellung des Organismus. Beispiele sind: Aufmerksamkeit und Orientierungsverhalten, Wachen – Schlafen, Erregung, Spannung – Entspannung, Belastung – Beanspruchung – Überforderung (Stress, Strain), Emotionen, Stimmungen sowie antriebsbezogene Zustände. *Aktivierungsprozesse* sind universelle Phänomene; sie kennzeichnen als periodisch, spontan oder reaktiv auftretende Zustandsänderungen die höheren Lebensprozesse. Unter diesen Zustandsänderungen hebt sich eine breite Klasse von Phänomenen ab, die zu einer psychologisch-physiologischen Doppelbetrachtung herausfordern. Das Konzept der psychophysischen Aktivierung als allgemeiner organismischer Funktionsanregung ist in der Auseinandersetzung mit der älteren, introspektiven Gefühlspsychologie und den oft spekulativen Einteilungen von Gefühlszuständen entstanden.

Der Grad der Erregung war neben der Lust-Unlust-Dimension eine wesentliche Komponente in den älteren Emotionstheorien. Nach der Entdeckung neurophysiologischer Aktivierungssysteme, die Wachen und Schlafen kontrollieren, wurden neuropsychologische Verhaltenstheorien hinsichtlich der medullären, der limbischen und der kortikalen Erregbarkeit (Arousability) und der Intensität des Verhaltens (Aktivation) entwi-

ckelt. Aktivierungsprozesse werden durch eine Mannigfaltigkeit von primär psychologisch oder primär physiologisch definierbaren Bedingungen induziert und sind mit einer Mannigfaltigkeit von psychologischen (introspektiven, behavioralen) und physiologisch-biochemischen Variablen zu beschreiben.

Das vieldeutige Wort Stress wird hier in der Regel vermieden, weil es keine prägnante Bedeutung mehr besitzt. Die in der psychophysiologischen Aktivierungsforschung gewonnenen Methoden und kritischen Einsichten gelten auch für die unter Laborbedingungen messbaren "Stress-Reaktionen". Dagegen sind die Zustände intensiver chronischer Überforderung und extreme Beanspruchungsreaktionen aus naheliegenden Gründen im Laborexperiment nicht untersuchbar.

Wenn im psychophysiologischen Labor standardisierte Anforderungen emotionaler oder mentaler Art, z.B. Rechenaufgaben unter Lärmbelastung und Zeitdruck, gestellt werden, dann sind regelmäßig zahlreiche Veränderungen zu beobachten: Zunahme der subjektiven Wachheit und Anspannung, EEG-Veränderungen (insbesondere im Alphaband), Zunahme der neuromuskulären Aktivität (Tonus der Skelettmuskulatur, Lidschlag, motorische Unruhe), Zunahme von Herzfrequenz, Blutdruck u.a. Herz-Kreislauf-Funktionen, Abnahme der peripheren Durchblutung und akralen Hauttemperatur, Zunahme der elektrodermalen Aktivität (Abnahme des Hautleitwertes, Zunahme der Reaktionen), Zunahme der Atemaktivität (Frequenz, Amplitude, Sauerstoffaufnahme), erhöhte Ausscheidung von bestimmten Hormonen (Katecholamine, Kortisol, ACTH, Wachstumshormon u.a.) und viele andere Reaktionen. Dieses häufig beschriebene Reaktionsprofil wurde als Ausdruck einer einheitlichen Dimension der Aktivierung mit einer relativ homogenen Zunahme bzw. Abnahme der Messwerte einer großen Klasse von Merkmalen (Parameter) verstanden. Dieses häufig beschriebene Reaktionsprofil wurde oft als Ausdruck einer einheitlichen Intensitäts-Dimension ("Generalfaktor") der Aktivierung, bzw. der Alarm- und Bereitstellungs-Reaktion, mit einer relativ homogenen Zunahme bzw. Abnahme vieler Parameter angesehen.

Aktivierung und Aktivierungsprozess werden hier als Oberbegriff für *psychophysische* Zustandsänderungen wie Anspannung und Bereitstellung, Emotionen, Stress-Reaktionen, usw. verwendet. Auch bei diesen Konzepten ist der Sprachgebrauch sehr uneinheitlich. Ist ein einheitlicher psycho-

physischer Prozess oder ist nur das physiologische Reaktionsmuster gemeint oder nur das subjektive Erleben einschließlich der momentanen Körperwahrnehmungen und Beschwerden? Für solche biopsychischen Einheiten scheinen viele Erfahrungen, z.B. intensiv erlebte Emotionen zu sprechen: Das tiefe Gefühl des Ärgers hängt mit dem wahrgenommenen Herzklopfen und der Muskelspannung zusammen. Dazu gehören ein bestimmter Gesichtsausdruck und aggressive Verhaltenstendenzen. Ein Beispiel anderer Art bilden die typischen Körperwahrnehmungen wie Schwindelgefühl und Schwarzwerden vor den Augen bei plötzlichem Lagewechsel, d.h. dem orthostatisch bedingten Blutdruckabfall.

Aktivierung, Arousal, Stress-Reaktion sind außerordentlich unscharfe Begriffe, deren unkommentierte Verwendung heute nur zur Konfusion führen kann. Gemeinsam ist ihnen jedoch die Annahme einer relativ einheitlichen Dimension der (unspezifischen) Erregung. Auf der Ebene der vegetativen Steuerung können jedoch u.a. sympathisch-alphaadrenerge, sympathisch-betaadrenerge und vagale Komponenten abgegrenzt werden. Gegen die Behauptung einer allgemeinen Intensitätsdimension von Aktivierungsprozessen steht außerdem die verbreitete Annahme, dass sich zumindest einige Basisemotionen aufgrund spezifischer, zentraler und peripherer physiologischer Muster unterscheiden lassen. Allgemeiner gesagt: es existieren Aktivierungsdimensionen und Aktivierungsmuster.

Spezielle *Reaktionsmuster* können stimulusspezifisch von der Aufgabe, kontextspezifisch von den Rahmenbedingungen, individualspezifisch von der untersuchten Person, motivationsspezifisch von speziellen Interaktionen und symptomspezifisch von einer Funktionsstörung abhängen (siehe Abschnitt 5.4).

Das Prinzip der individualspezifischen Reaktionsmuster ist hier von besonderem Interesse. Das von Lacey formulierte ISR-Prinzip ist eine psychophysiologische Konkretisierung des traditionellen Vulnerabilitätskonzepts. Die angeborene oder erworbene Hyperreaktivität eines Funktionssystems könnte erklären, weshalb dieses System störanfällig und schließlich symptomatisch wird (Diathese-Stress-Modell). Patienten mit funktionellen Störungen reagieren nach Malmö und Shagass in Belastungssituationen vor allem mit dem Funktionssystem, das nach subjektiven Beschwerden oder nach medizinischen Befunden symptomatisch ist (Symptomspezifität). Die Tendenz zu individualspezifischen Reaktionsmustern ist Ausdruck der konstitutionellen physiologischen Individualität

und Hyperreaktivität. Dadurch ist das ISR-Konzept für die Differentielle Psychophysiologie und Krankheitslehre wichtig. Vielleicht tendieren auch viele gesunde Individuen dazu, selektiv in einem bestimmten Funktionssystem hyperreaktiv zu sein, d.h. in derselben Variable, unabhängig von der Belastungsbedingung. Eine konsistente Hierarchie von mehr oder minder reaktiven Funktionen wurde als Reaktionsstereotypie bezeichnet.

### **Psychophysiologische Zeitreihenstudien**

Zeitreihenstudien sind Datenerhebungspläne mit einer häufig wiederholten Untersuchung von Personen in festgelegten Intervallen. Im Unterschied zu ähnlichen Begriffen wie Längsschnitt (longitudinale Untersuchung), Verlaufsstudie oder follow-up-Studie, haben Zeitreihenstudien gleiche oder sehr ähnliche Beobachtungsintervalle. Dadurch wird die Auswertung, insbesondere die statistische Analyse der seriellen Beobachtungen wesentlich erleichtert. Auch organisatorische Gründe sprechen für dieses Zeitraster, während aus psychologischer Sicht, zumindest für manche Fragestellungen, statt dieser Zeitstichprobe eher eine Ereignisstichprobe wünschenswert ist.

Wichtige Anwendungsfelder neben der Entwicklungspsychologie und Entwicklungsbiologie sind allgemein gesprochen alle Gebiete der Interventions- bzw. Evaluationsforschung, in denen *differentielle Wirkungen* von Medikamenten, Rehabilitationsmaßnahmen, Psychotherapie, edukativen Programmen usw. zeitlich differenziert erfasst werden sollen. Methodische Voraussetzung sind in jedem Fall "änderungssensitive" Parameter. Zeitreihenstudien mit/ohne definierte Intervention bilden eine der Strategien der Prozessforschung. Das ambulante Assessment (Monitoring) ist eine Methodik der Datenerhebung, die sich speziell für solche Zeitreihenstudien unter alltagsnahen Bedingungen in "ökologisch" valider Weise eignet. Zeitreihenstudie ist hier der Oberbegriff für die in gleichen oder ähnlichen Zeitintervallen wiederholte Datenerhebungen mit der Absicht, systematische Zustandsänderungen, Verläufe, Prozesse der dynamischen Regulation zu erfassen (siehe auch Cattells programmatische P-Technik-Faktorenanalysen von Zustandsänderungen). *Psychologische Verlaufsanalysen* waren ein wichtiges methodisches Kennzeichen der von Heiß in Freiburg entwickelten testdiagnostischen Methodik und der Prozessforschung in vielen Bereichen (siehe u.a. Fahrenberg, 1968, 2002b, 2003b).

## **Ambulantes Psychophysiologisches Monitoring und Assessment**

Monitoring ist die Überwachung von Funktionen und Funktionsstörungen, speziell auch die Überwachung von Patienten bzw. Risikoträgern. Durch medizinisches (bed-side) Monitoring werden die Vitalfunktionen von Patienten unter Intensivpflege kontrolliert. *Ambulantes* Monitoring dient der Überwachung von Menschen unter Alltagsbedingungen, z.B. von Herz-Kreislauf-Patienten durch 24-Stunden-Registrierung des EKG oder des Blutdrucks. Das ambulante medizinische Monitoring hat viele wichtige Anwendungsfelder erobert: EKG, Blutdruck, Schlafstörungen und vieles andere. Es sind unentbehrliche Routinemethoden, deren Entscheidungsnutzen in der Diagnostik unbezweifelbar ist, und die eine wesentliche Beurteilungsgrundlage für eine erfolgreiche Behandlung liefern. Auch die Überwachung von Vitalfunktionen bei sehr anstrengenden oder sehr risikanten Arbeitsaufgaben, z.B. von Piloten, wird als Monitoring bezeichnet. Das Selbst-Monitoring ist eine in der Klinischen Psychologie verbreitete Methode, das Auftreten von Verhaltensstörungen und Krankheitssymptomen vom Patienten selbst registrieren zu lassen.

Das ambulante Monitoring bedient sich kleiner Messwertspeicher zur Registrierung z.B. des EKG und des Blutdrucks (heute seltener der sog. Biotelemetrie mit Sender-Empfänger-Anordnungen) oder kleiner Messgeräte, z.B. Asthma-Monitor. Auch für die Protokollierung psychologischer Daten werden zunehmend computer-unterstützte Methoden mit kleinem PC (Palmtop PC, Hand-held PC, PDA) eingesetzt. Der neue Begriff *ambulantes Assessment* wird hier dem Begriff Feld-Psychodiagnostik oder Feld-Psychometrie (Pawlik, 1988; 1994; Pawlik & Buse, 1982, 1996) vorgezogen. In den USA sind die Bezeichnungen *Ecological Momentary Assessment* und "*electronic diary*" (Hufford, Shiffman, Paty & Stone, 2001; Suls & Martin, 1993) verbreitet. Es geht in solchen Feldstudien nicht allein um Monitoring (Überwachung) oder um Diagnostik (im Sinne des medizinischen Sprachgebrauchs als Zuordnung zu Krankheitseinheiten), sondern um verschiedene Fragestellungen und Anwendungen auf vielen Gebieten der Psychologie und Medizin. Ihnen ist gemeinsam, dass unter Alltagsbedingungen mit möglichst geringer methodenbedingter Reaktivität Daten erfasst werden, denen für verschiedene praktische Ziele wie Screening, Klassifikation, Selektion, Diagnose, Evaluation von Maßnahmen, sowie individuell durch Unterstützung von Selbstmonitoring, Selbstmedikation und Selbstmanagement, eine hohe empirische Gültigkeit

und Nützlichkeit zugesprochen wird. Der Begriff *Assessment* als Erfassung von Variablen für eine praktische Entscheidung hat also eine breitere Bedeutung als Diagnostik im medizinischen Sinn. Bestimmte Pläne zur Datenerhebung, die sich auf eine spezielle Auswahl von Personen, Variablen, Situationen und Terminen beziehen werden als Assessmentstrategien bezeichnet.

*Ambulantes Assessment* kann allgemein definiert werden als die systematische Erfassung psychologischer und/oder physiologischer bzw. medizinischer Daten unter alltäglichen Bedingungen (am Arbeitsplatz, in der Schule, in der Freizeit) für einen bestimmten Zweck, welcher in der strategischen Beziehung zwischen Daten, theoretischen Konstrukten und Kriterien expliziert wird. Einen Überblick über den aktuellen Entwicklungsstand dieser Methodik geben auch die Beiträge internationaler Autoren zu den Büchern über *Ambulatory Assessment* und *Progress in Ambulatory Assessment* (Fahrenberg & Myrtek, 1996 bzw. 2001b).

Durch die Entwicklung des automatischen Blutdruck-Monitoring existiert eine Methodik, das Blutdruckverhalten im Alltag unter "naturalistischen" Bedingungen (mit ökologischer Validität) zu messen. Damit wurden kritische Fragen aufgeworfen, in wie weit die Blutdruckmessungen in der ärztlichen Praxis oder im Forschungslabor verallgemeinert werden können. Analoge Fragen nach der Verallgemeinerung auf den Alltag stellen sich z.B. für die Diagnostik elektrokardiographischer Veränderungen (Arrhythmien, ischaemische Reaktionen) oder für Befunde des Schlaflabors.

Das Phänomen der sog. Office Hypertension (Praxis-Hypertonie) kann als ein situativ bedingter Blutdruckanstieg erklärt werden, der atypisch für den Alltag ist, und deshalb zu falscher Einschätzung und unnötiger Medikation führen kann. Hinsichtlich der Diagnostik und Therapiekontrolle des Bluthochdrucks steht heute fest, dass eine 24-Stunden-Registrierung unter Alltagsbedingungen unverzichtbar ist (Middeke et al., 1992; Pickering, 1991). Auch auf anderen Gebieten haben *Labor-Feld-Vergleichsstudien* gezeigt, dass die im Labor erhobenen Ruhewerte in der Regel nur eine mäßige Vorhersage leisten; die Generalisierbarkeit solcher Messwerte ist geringer als vielfach angenommen wurde.

Die arbeitsphysiologische Belastungs-Beanspruchungs-Studien verlangen, dass möglichst direkt am Arbeitsplatz gemessen wird. Nur im Feld sind realistische Daten zu erheben, so dass Tätigkeiten bewertet, Ar-

beitsgestaltungsmaßnahmen geplant und außerdem individuelle Unterschiede der Beanspruchung, der Überforderung sowie der anschließenden Erholung (Restitutionsprozesse) erkannt werden können.

### **Mangelnde Operationalisierungen**

Die habituelle psycho-physische Reaktivität und die aktuellen psycho-physischen Aktivierungsprozesse sind hier die abstrakten Oberbegriffe für große Klassen von Phänomenen. Weder umgangssprachlich noch in der Fachterminologie wird konsequent unterschieden, ob jeweils der psychologisch-physiologische Doppelaspekt gemeint ist oder nur der psychologische oder nur der physiologische Aspekt. Bedeutet "Angst" nur das Angstgefühl oder auch das ängstliche Vermeidungsverhalten und die vegetative Angstreaktion? Gewöhnlich wird dies nicht auseinander gehalten. Das Gefühl des subjektiven Zeitdrucks oder eines diffusen Unwohlseins (Stress) gilt dann bereits als Beleg für Blutdruckanstieg, Ausschüttung von Stresshormonen wie Kortisol, Adrenalin, usw.

Die genannten psychophysiologischen Konzepte haben einen hohen Allgemeinheitsgrad. Zu keiner dieser postulierten Grundeigenschaften existieren Konventionen, wie eine standardisierte und empirisch gültige Diagnostik erfolgen könnte. So gibt es beim gegenwärtigen Stand der Psychologie einen sehr großen Ermessensspielraum, was eine gültige (und auch reproduzierbare) Operationalisierung eines bestimmten Eigenschafts- oder Zustands-Begriffs sein könnte. In der psychologischen Diagnostik dominieren weiterhin die Interviews mit der meist freien Interpretation dieser Selbstberichte sowie die mehr oder minder gut konstruierten Fragebogen. Die Erfahrungen, wie zweifelhaft die empirische Gültigkeit dieser Methoden war, führten zeitweilig dazu, generell mehr Verhaltensanalysen und objektive Kriteriendaten aus dem Alltag zu fordern. Diese verhaltenswissenschaftliche Richtung hat sich jedoch bisher nicht nachhaltig durchsetzen können.

Auch auf der physiologischen Seite bestehen, wenn auch weniger grundsätzlich, schwierige Fragen der adäquaten Messung und Beurteilung von Belastungsergebnissen, außerdem Fragen zur Präzision der Messung, der Reproduzierbarkeit und Generalisierbarkeit. Es mangelt, mit Ausnahme der ergometrischen Kreislauf-Funktionsprüfung (Belastungs-EKG), an Konventionen hinsichtlich der Messmethodik und Normierung. Partielle Standardisierungen gibt es für einige Ableittechniken, u.a. für das EKG

und das EEG. Wenn es jedoch um Stimulation bzw. Funktionsprüfungen geht, hat jedes Labor tendenziell seine eigene Methodik, und Methodenvergleiche oder Standardisierungen zwischen Laboratorien bzw. Kliniken, wie es in der klinisch-chemischen Labormedizin selbstverständlich ist, fehlen fast völlig. Einheitliche Prüfstrategien oder Validierungskriterien sind sehr selten so genau erläutert, dass sie übernommen werden könnten.

Untersuchungsergebnisse bei der kritischen Prüfung einer Theorie werden oft kontrovers diskutiert und bewertet werden. Wenn aber ursprünglich weder die maßgeblichen Parameter, noch die Prüfbedingungen präzisiert wurden, kann es nicht verwundern, dass "negative", d.h. falsifizierende Ergebnisse in einer Operationalisierungs-Debatte über adäquate und nicht adäquate Methoden enden werden.

### **Methodenentwicklung und Methodenstudien**

Für die psychophysiologischen Untersuchungen im Labor und später für das ambulante Monitoring waren Methoden zu erproben und zu standardisieren oder völlig neu zu entwickeln. Hier sind vor allem zu nennen: spezielle psychologische Tests und Fragebogen, die Labor-Feld-Vergleiche, die multiple Akzelerometrie der Bewegungsaktivität und das interaktive psychophysiologische Monitoring. Die wesentlichen psychophysiologischen Hypothesen waren nur in enger Wechselbeziehung mit der Methodenentwicklung zu prüfen.

Die Kreislaufbelastungen durch die Ergometerarbeit und durch Orthostase boten sich hier als häufig verwendete Funktionsprüfungen an, Reaktionsunterschiede zu quantifizieren und nach psychologischen Korrelaten auffälliger Reaktionsverläufe zu fragen. Dafür musste die Methodik für das eigene Labor standardisiert und die Reproduzierbarkeit der Befunde bzw. deren zeitliche Stabilität untersucht werden.

Aus den drei Perspektiven, Konstitutionsforschung, Aktivierungsforschung und Zeitreihenforschung, waren unterschiedliche formale Anforderungen an die verwendeten Parameter bzw. Reaktionswerte zu stellen. Es musste sich im ersten Fall um relativ gut reproduzierbare, über einen längeren Zeitraum stabile Merkmale handeln, im zweiten Fall um kurzfristig variierende, aber dennoch reliabel zu messende Parameter von Zustandsänderungen, und im dritten Fall um mittelfristig veränderliche und z.B. zur Beschreibung von Trainings- oder Behandlungsverläufen geeig-

nete Merkmale. In jedem Fall war es jedoch wichtig, eine gute Differenzierung zwischen Personen zu erreichen.

Einige Aspekte der Methodologie werden in den folgenden Kapiteln erwähnt, einzelne Methodenstudien auch in kurzen Abschnitten dargestellt, u.a. die Analyse von Reaktionsmustern und von möglichen Ausgangswert-Abhängigkeiten sowie die Fragebogenentwicklung. Darüber hinaus sind erwähnenswert:

- Ausarbeitung der physiologischen, insbesondere der kardiovaskulären Messmethodik einschließlich der erforderlichen Computer-Programme;
- Konstruktion von geeigneten psychologischen Skalen, um die Befindlichkeit und die momentanen emotionalen Reaktionen zu erfassen;
- Untersuchung der messtechnischen Präzision, Reproduzierbarkeit und Generalisierbarkeit wichtiger Parameter, z.B. der Blutdruckwerte;
- Differenzierung zwischen Personen und Situationen, d.h. inter- und intra-individuelle Varianz;
- Definition von Reaktionswerten unter Berücksichtigung der Ausgangswert-Abhängigkeiten und Reliabilitäten;
- Typisierung von Reaktionsverläufen, z.B. Blutdruckänderungen während Belastungen;
- statistische Prüfung der hypothetischen Kovariation von physiologischen und psychologischen Parametern;
- Entwicklung innovativer Strategien des psychophysiologischen, strukturierten und interaktiven Monitoring.

Die strategische Verknüpfung einzelner Untersuchungen mit ihren Bezügen zur Laborforschung, zur Klinik und zur Methodik des ambulanten Monitoring hat zur Folge, dass einige Themen in zwei oder drei der folgenden Kapitel vorkommen werden.

## 4 Psychophysiologische Konstitutionsforschung

### 4.1 Übersicht

Das Forschungsprogramm richtete sich mit sehr ähnlicher Zielsetzung auf drei Bereiche:

- die physiologische, insbesondere kardiovaskuläre Reaktivität und ihren hypothetischen Zusammenhang mit Persönlichkeitseigenschaften;
- die Dimensionen und Muster der Aktivierungsprozesse;
- die Verläufe und Trends in den physiologischen und psychologischen Merkmalen, d.h. Veränderungen über Tage und Wochen.

Psychophysiologische Konstitutionsforschung, Aktivierungsforschung und Zeitreihenforschung überschneiden sich teilweise und reichen in die Klinische Psychophysiologie (Kapitel 6) und in das ambulante Monitoring hinein (Kapitel 7). Diese Bereiche werden trotz vieler Gemeinsamkeiten getrennt dargestellt, denn es handelt sich um verschiedene Untersuchungspläne bzw. Perspektiven auf psychophysiologische Korrelationen.

Als theoretische Leitkonzepte wurden für diese Grundlagenstudien ausgewählt:

- Vegetative Labilität und speziell die Herz-Kreislauf-Reaktivität;
- Sympathikotonie – Vagotonie (vegetative Tonuslage);
- körperliche Leistungsfähigkeit (Ergometrie);
- Persönlichkeitseigenschaften Emotionalität, Neigung zu körperlichen Beschwerden (Häufigkeit geäußerter Beschwerden);
- momentane Zustandsänderungen des Befindens und der körperlichen Wahrnehmungen oder das Auftreten von Beschwerden während bestimmter Aufgaben oder Belastungen.

Die allgemeine Untersuchungsstrategie bestand darin, zunächst die Reaktionsunterschiede in relativ homogenen Gruppen gesunder männlicher Studenten zu messen und zu klassifizieren, um im folgenden Schritt nach den psychologischen Korrelaten zu fragen. Soweit es methodisch und praktisch möglich war, wurden in einem dritten Schritt Herz-Kreislauf-Patienten einbezogen.

In allen Bereichen war die *Psychophysiologie des Blutdrucks* ein wesentliches Thema, das auch hier oft hervorgehoben wird. Die Untersuchungsergebnisse über Blutdruckreaktionen und ihre Korrelate sind am besten im

gesamten Kontext des Forschungsprogramms und im Vergleich zu den anderen gemessenen Funktionen und Befunden einzuschätzen.

### **Methodenauswahl**

Zu Anfang waren die für die psychophysiologischen Grundlagenstudien geeigneten Methoden zusammenzustellen. Bei dieser Auswahl waren mehrere Anforderungen zu berücksichtigen: eine möglichst geringe Belastung für die Untersuchungsteilnehmer, d.h. nicht-invasiv und im eigenen Labor durchführbar, dennoch als möglichst realistisch-alltagsnahe Aufgaben bzw. Belastungen, so dass auch bei Gesunden eine gute messtheoretisch-statistische Differenzierung möglich war. Für die Untersuchung im Kreislauf-Labor wurden in erster Linie verwendet:

- Orthostatische Belastung, submaximale (100 Watt) und z.T. auch maximale Belastung am Fahrradergometer (mit Spirometrie und O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>-Messung);
- der Cold-Pressor-Test, d.h. das Eintauchen der Hand in kaltes Wasser von gleichbleibender Temperatur;
- das willkürliche Atemanhalten (Apnoetest);
- die maximale Willkür-Hyperventilation sowie
- psychologische Aufgaben (Reaktionszeitmessungen und der Untertest Zahlenreihen des Amthauer Intelligenztests IST).

Die im Polygraph-Labor verwendeten Aufgaben werden im Abschnitt 5.2 geschildert. Messungen von Blutdruck und Herzfrequenz wurden in den allermeisten Untersuchungen vorgenommen. Die anderen physiologischen Variablen werden – ohne in Details zu gehen – bei den jeweiligen Untersuchungen genannt (zu den hier seltener verwendeten Methoden der vegetativ-endokrinen Diagnostik und zu den klinisch-chemischen Parametern einschließlich hormonaler Parameter: *Fehlerkoeffizienten bei klinisch-physiologischen und klinisch-chemischen Analysen* (Myrtek, 1975b, sowie Myrtek, 1980a).

Auf der psychologischen Seite sind die folgenden Methoden hervorzuheben:

- Daten über Lebensgewohnheiten, anamnestische Informationen verschiedener Art, meist durch Fragebogen erhoben (Lebensgewohnheiten LGW u.a.), z.T. auch aufgrund einer ärztlichen Voruntersuchung;

- aktuelle Daten über momentanes Befinden, körperliche Wahrnehmungen bzw. Beschwerden, Versuchserleben u.a., in der Regel durch eigens entwickelte Skalen zur Selbsteinstufung (mit 5 oder mehr, verbal verankerten Stufen), Skalen zur Selbsteinstufung der Stimmung SES von Hampel (1972);
- Testwerte für habituelle Persönlichkeitsmerkmale, die durch standardisierte Persönlichkeitsfragebogen erfasst wurden: u.a. die Emotionalität (Emotionale Labilität), Introversion–Extraversion, Gehemmtheit, Gesundheitssorgen, körperliche Beschwerden u.a. (Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI-R), die Summe körperlicher Beschwerden bzw. einzelne Skalen wie das Allgemeinbefinden, Herz-Kreislauf, Magen-Darm u.a. (Freiburger Beschwerdenliste FBL-R), Allgemeine Lebenszufriedenheit bzw. Zufriedenheit in einzelnen Lebensbereichen (Fragebogen zur Lebenszufriedenheit FLZ), Hypochondrie-Fragebogen (Feldmann), Typ A-Verhalten (Jenkins Activity Survey), Leistungs-Motivations-Fragebogen LM (Ehlers und Merz) u.a. Fragebogen.

Außerdem sind zu nennen:

- Leistungsmaße aus den Konzentrations-Tests, Reaktionszeitmessungen sowie aus den Funktionsprüfungen (Watt-Leistung, Cold-Pressor-Zeit, Atemanhalte-Zeit u.a.);
- Beurteilungen sog. vegetativer Zeichen durch ärztliche Kurzuntersuchung: Reflexerregbarkeit, Muskeltonus, Ruhetremor, Schweißsekretion, vegetative Stigmatisierung.

## **4.2 Funktionsbereiche**

### **4.2.1 Kreislauf-Funktionsprüfungen: Orthostase-Versuch und Ergometerbelastung**

Die orthostatische Belastung und die Ergometerbelastung wurden als hauptsächliche Kreislauf-Funktionsprüfungen, auch mit der Absicht der physiologisch-psychologischen Doppelbetrachtung ausgewählt. Gibt es Unterschiede zwischen orthostatisch stabilen und labilen Personen hinsichtlich Persönlichkeitsvariablen und körperlichen Beschwerden sowie anderen Variablen? Die individuellen Reaktionsverläufe sollten quantifiziert und typisiert werden, um Gruppenvergleiche und Korrelationen mit

psychologischen Variablen durchführen zu können. Sind auffällige Blutdruckreaktionen auch von stärkeren psychischen Reaktionen in den anschließend erhobenen Selbsteinstufungen der körperlichen Wahrnehmungen und Beschwerden begleitet? Sind emotional labile Untersuchungsteilnehmer blutdruckreaktiver? Außerdem wurde erwartet, dass die beiden Untersuchungsmethoden zur Beschreibung labiler und stabiler Kreislaufregulation konvergierten, d.h. sich wechselseitig absichernde Befunde liefern würden.

In diesem Arbeitsprogramm stellte sich die Aufgabe, über den Blutdruck und die Herzfrequenz (EKG) hinaus auch hämodynamische Parameter wie das Schlagvolumen und den totalen peripheren Widerstand zu messen. Durch nicht-invasive Methodik war dies nur näherungsweise mittels Impedanzkardiographie (Nyboer, Kubicek u.a.) oder durch die sog. physikalische Kreislaufanalyse (Frank, Broemser und Ranke, Wezler und Böger) möglich. Im ersten Fall werden zusätzlich zum Blutdruck und EKG in Brustwandableitung schlagvolumen-abhängige thorakale Impedanzänderungen zusammen mit dem Phonokardiogramm gemessen, im zweiten Fall das EKG zusammen mit einem peripheren Puls (Femoralis, Karotis) aufgezeichnet. Die Biosignalanalyse (Parameterabstraktion) ist wegen der Ableitbedingungen und möglichen Störungen mit erheblichen Unsicherheiten behaftet, außerdem gab es für die Schätzalgorithmen konkurrierende Vorschläge (siehe u.a. Myrtek, 1980a, Fahrenberg & Foerster, 1989; Fahrenberg, 2001c). Insgesamt waren methodenorientierte Basisstudien zweckmäßig, um die Verteilung, Reliabilität, zeitliche Stabilität der physiologischen Parameter sowie deren Korrelationen untereinander und zu anderen Klassen von Parametern zu prüfen, z.B. zwischen Messwerten in Ruhe, beim Atemanhalten, bei Hyperventilation und bei 100 Watt Belastung. Anschließend sollten die Beziehungen zwischen kreislaufphysiologischen Untersuchungsergebnissen und psychologischen Daten geprüft werden.

### **Orthostase-Versuch**

Der Orthostase-Versuch wurde auf einer eigens konstruierten hydraulisch gebremsten Kippliege durchgeführt, um die sonst durch das aktive Aufstehen verursachten Artefakte zu minimieren und die Effekte der Blutvolumenverschiebung möglichst valide messen zu können. Der Lagewechsel in die Vertikale (75 Grad) erfolgte in ca. 5 Sekunden. Nicht zu kontrollie-

ren waren die möglicher Weise durch den Kippvorgang selbst verursachten, unterschiedlich ausgeprägten Schreckreaktionen. Eine spätere Untersuchung sprach für eine nur geringe und vielleicht zu vernachlässigende Effektstärke (Marwitz, 1997). Der Blutdruck wurde im Liegen (5 Minuten) und Stehen (7 bzw. 8 Minuten) auskultatorisch im Abstand von einer Minute gemessen, und das EKG wurde in einer Brustwandableitung registriert.

In einer Methodenstudie wurden die Reaktionsverläufe anhand graphischer Darstellungen der individuellen Verläufe gruppiert, außerdem nach dem Orthostaseindex von Burkhart und Kirchhoff, der Blutdruck und Herzfrequenz-Reaktionen zusammenfasst, sowie nach regeltheoretisch abgeleiteten Parametern (Latenzzeiten, Regelfläche der Herzfrequenz bzw. des Blutdrucks). Bevorzugt wurde schließlich die Einteilung, die sich nur auf die Blutdruckmessungen stützte (ähnlich der Einteilung durch Thulesius u.a. Autoren). *Zur Methodik einiger Kreislauf-Funktionsprüfungen in psychophysiologischen Zeitreihenstudien am Beispiel der orthostatischen Belastung* (Myrtek, 1974b); *Psychophysiologie der orthostatischen Kreislaufreaktionen* (Myrtek, Walschburger & Kruse, 1974).

Die erste Auswertung schien zu zeigen, dass Probanden mit hohem systolischen Ruheblutdruck zu einem stärkeren systolischen Blutdruckabfall und einem geringeren diastolischen Blutdruckanstieg im Stehen tendierten. Die Reaktionswerte von Blutdruck und Herzfrequenz korrelierten nicht signifikant miteinander. Doch solche Befunde und auch inkonsistente Beziehungen zu psychologischen Variablen müssen relativiert werden, da verschiedene orthostatische Reaktionsformen existieren.

## **Zusammenfassung**

"An zwei Stichproben gesunder männlicher Studenten (N = 49 und N = 104) wurden im Rahmen größerer psychophysiologischer Untersuchungen neben der aktiven orthostatischen Belastung (Durchführung mit Hilfe eines Kippbettes) weitere physiologische Untersuchungen (Kreislauf- und Atmungsparameter in Ruhe und Belastung, Ergospirometrie, anthropometrische Messungen) und psychologische Untersuchungen (Fragebogen zum Versuchserleben zwecks Erfassung der subjektiven Beschwerden, Persönlichkeitsfragebogen) vorgenommen. Aufgrund des Blutdruckverhaltens während Orthostase wurden die Versuchspersonen sechs Reaktionstypen zugeordnet, die wie folgt benannt wurden: normoton, hyposysto-

lisch-hyperdiastolisch (hypoton nach Schellong), hyposystolisch-hypodiastolisch (hypodynam nach Schellong), hypersystolisch-hyperdiastolisch (hyperton nach Thulesius), hypoton und vagovasal.

Die einzelnen orthostatischen Reaktionstypen unterscheiden sich bei Mittelwertvergleichen physiologisch und psychologisch so deutlich voneinander, dass die Annahmen einer einheitlichen "orthostatischen Labilität" nicht gerechtfertigt ist. Die deutlichsten Unterschiede ergaben sich hinsichtlich Körperbau, Persönlichkeitsdimensionen und körperlichen Beschwerden." (Myrtek, Walschburger & Kruse, 1974, S. 1049). Bei den 104 Studenten lautete die Verteilung:

- (1) Normotone Reaktion N = 59,
- (2) Hyposystolisch-hyperdiastolische Reaktion N = 23,
- (3) Hyposystolisch-hypodiastolische Reaktion N = 7,
- (4) Hypersystolisch-hyperdiastolische Reaktion N = 9,
- (5) Hypotone Reaktion N = 5,
- (6) Vasovagale Reaktion, Kollaps N = 1.

Wegen der geringen Besetzung der Reaktionsformen (3) bis (6) sind die beobachteten psychologischen Unterschiede nur als Hinweise zu verstehen. Im Fragebogen zum Versuchserleben nannte die Gruppe (3), gefolgt von Gruppe (4) und (5) sowie natürlich Gruppe (6) die meisten Beschwerden: u.a. Schwindelgefühl während des Kippens, Schwarzwerden vor den Augen, Magendruck, Unwohlsein, Gefühl durchatmen zu müssen. Die Gruppe (2) hob sich von den anderen Gruppen durch höhere Mittelwerte in mehreren Persönlichkeits-Skalen im Bereich Emotionalität, Gemüthlichkeit, körperliche Beschwerden ab (u.a. Allgemeinbefinden, Herzkreislauf) ab. (Myrtek, 1974b, 1980a; Myrtek, Walschburger & Kruse, 1974). Die Untersuchungsergebnisse ermutigten zu weiteren psychophysiologischen Untersuchungen der orthostatischen Reaktionstypen. Unter der Perspektive überdauernder psychophysischer Zusammenhänge war es wichtig zu klären, wie stabil diese individuellen Unterschiede waren. *Zeitreihenstudie der orthostatischen Kreislaufreaktionen* (Myrtek & Frommelt, 1976).

## **Zusammenfassung**

"An 20 Studenten wurden zu jeweils 16 Terminen aktive orthostatische Belastungen mittels Kippbett, kreislauf- und atemphysiologische sowie

psychologische Untersuchungen vorgenommen. Das Datenmaterial wurde durch Tagebuch- und Wettervariablen ergänzt.

Die Analyse der während der Orthostaseversuche erhobenen Zeitreihen für die Herzfrequenz und die Blutdruckvariablen mittels hierarchischer Gruppenanalyse ergab drei intraindividuelle orthostatische Reaktionsformen, die mit norm-, hyper- und hyporeaktiv bezeichnet wurden. Hierbei handelt es sich um qualitative Unterschiede, wobei die Reaktionsformen unabhängig von den bekannten interindividuellen orthostatischen Reaktionstypen sind. Varianzanalytisch konnten in Abhängigkeit von den intraindividuellen Reaktionsformen Mittelwertunterschiede bei weiteren physiologischen, Tagebuch- und meteorologischen Variablen gefunden werden. Alle Ergebnisse wurden kreuzvalidiert." (Myrtek & Frommelt, 1976, S. 809).

### **Ergometer-Belastung, Körperliche Leistungsfähigkeit und Körperliches Training**

In derselben Absicht wie bei der orthostatischen Reaktion wurde auch die körperliche Leistungsfähigkeit untersucht, um die individuellen Unterschiede und deren Stabilität zu prüfen.

Bei 107 Studenten waren unter 100 Watt Belastung nur geringe statistische Zusammenhänge zwischen systolischem sowie diastolischem Blutdruck und den Parametern der Atemfunktion (AV, AMV, O<sub>2</sub> Aufnahme, Respiratorischer Quotient, O<sub>2</sub> Äquivalent) zu beobachten. Die Atemfunktions-Parameter korrelierten ihrerseits relativ stärker mit der Herzfrequenz. Faktorenanalytisch konnte zwischen einem Faktor der Atemökonomie, einem Volumenfaktor der Atmung, und einem Blutdruckfaktor unterschieden werden. Ein wichtiger Befund lautete: Die Korrelationen zwischen einzelnen Variablen und zwischen Variablengruppen lagen in ähnlicher Größenordnung, wenn statt der Belastungswerte die Reaktionswerte verwendet wurden.

Die körperliche Leistungsfähigkeit wurde hier durch die maximale Sauerstoffaufnahme VO<sub>2</sub> max operationalisiert, wobei Zusammenhänge mit dem Alter und dem Körperbau berücksichtigt wurden. Da nur in zwei Untersuchungen eine Ausbelastung am Fahrradergometer erfolgte, wurden in den anderen regressionsstatistische Schätzwerte anhand der 100 Watt Belastung gebildet. *Zur Vorhersage der körperlichen Leistungsfä-*

*higkeit. Schätzung der maximalen Sauerstoffaufnahme aus submaximalen Messwerten und anthropometrischen Daten (Myrtek & Nahrwold, 1974).*

### **Zusammenfassung**

"An 62 untrainierten männlichen Studenten wurde anhand eines größeren Datensatzes (kardiale und pulmonale Messwerte in Ruhe, bei submaximaler und maximaler Belastung mit dem Fahrradergometer, anthropometrische Daten) die Genauigkeit einer Vorausschätzung der maximalen Sauerstoffaufnahme untersucht. Methodisch wurde hierzu das Nomogramm nach Astrand-Ryhmung und die Technik der schrittweisen Regression eingesetzt. Mit dem Nomogramm konnten 38 %, mittels Regression aufgrund von Belastungswerten bei 100 Watt und zuzüglich anthropometrischer Daten 61 % der beobachteten Varianz von  $\text{VO}_2 \text{ max}$  erklärt werden. Eine Vorausschätzung, die nur auf Körperbaudaten basierte, erklärte 44 % der Varianz. Das Problem einer Schätzung von  $\text{VO}_2 \text{ max}$  aus submaximalen Messwerten wird diskutiert und Vorschläge zu Verbesserungen werden unterbreitet." (Myrtek & Nahrwold, 1974, S. 194).

Es besteht eine sehr verbreitete Erwartung, dass körperliches Training durch Sport, Jogging usw. positive Einflüsse auf das psychische Wohlbefinden hat. Außerdem soll es dabei auch zu einer Verminderung emotional-labiler Züge und zu einer Abnahme körperlicher Beschwerden kommen. Diese Annahmen wurden in einer kontrollierten Studie geprüft. *Psychologische und physiologische Wirkungen eines fünfwöchigen Ergometertrainings bei Gesunden (Myrtek & Villinger, 1976).*

### **Zusammenfassung**

"40 gesunde, männliche Studenten wurden zufällig einer Trainingsgruppe und einer Kontrollgruppe zugeteilt. Während die Kontrollgruppe die übliche körperliche Aktivität beibehielt, wurde die Trainingsgruppe dreimal wöchentlich für jeweils 15 Minuten bei einer Herzfrequenz von 140/Minute mit dem Fahrradergometer trainiert. Bei der Erst- und Abschlussuntersuchung nach fünf Wochen wurden neben der physiologischen Untersuchung in Ruhe und bei submaximaler Belastung (Parameter des Kreislaufs und der Atmung) auch psychologische Untersuchungen (psychologische Leistungstests, Selbsteinschätzung von Persönlichkeitsmerkmalen, Häufigkeit körperlicher Beschwerden) durchgeführt. Ausdruck der beachtlichen Leistungssteigerung – die Trainingsgruppe verbesserte ihre

Leistung von 158 auf 197 Watt bei gleicher Trainingsherzfrequenz – war die Ökonomisierung des Herz-Kreislauf-Systems und partiell auch die des Atmungssystems in Ruhe und vor allem bei submaximaler Belastung. Im Gegensatz hierzu zeigten die psychologischen Leistungstests zur Messung der Konzentrationsfähigkeit keine bzw. für die Trainingsgruppe negative Ergebnisse. Bei der Abschlussuntersuchung zeigte die Trainingsgruppe ein mehr extravertiertes Verhalten, bei den übrigen Persönlichkeitsmerkmalen fanden sich keine Änderungen im Vergleich mit der Kontrollgruppe. Entgegen der Erwartung nahm die Häufigkeit körperlicher Beschwerden bei der Trainingsgruppe nicht ab. Die Gründe für diese auffällige Diskrepanz sowie anderslautende Befunde bei Patienten werden ausführlich diskutiert." (Myrtek & Villinger, 1976, S. 1623).

Im Vergleich zur Kontrollgruppe nahmen Herzfrequenz und Blutdruck deutlich ab im Sinne einer Verschiebung der Tonuslage in Richtung Vagotonie. Parallel zur Reduktion der Herzfrequenz um 12 Schläge in der Trainingsgruppe (gemessen in der 9. Minute bei 100 Watt), nahm auch der Blutdruck sehr signifikant ab: 18 mm Hg systolisch und 11 mm diastolisch im Vergleich zur Kontrollgruppe 5/3 mm Hg.

Die Befunde dieser Kreislauf-Funktionsprüfungen wurden mit anderen Untersuchungsergebnissen von Myrtek (1980a) zusammengefasst: *Psychophysiologische Konstitutionsforschung. Ein Beitrag zur Psychosomatik; Constitutional psychophysiology* (Myrtek, 1984). Die differentielle Psychophysiologie der labilen Blutdruckregulation blieb auch in den folgenden Jahren ein wichtiges Thema: *Zur Psychophysiologie der labilen Blutdruckregulation in Ruhe, bei Orthostase- und Ergometerbelastung* (Darsow, 1991) und *Die Psychophysiologie des niedrigen Blutdrucks: Kreislaufregulation, Lebensgewohnheiten und Beschwerden* (Cadallbert, 1997). Die Versuche zur Parametrisierung der individuellen Reaktionsverläufe und die Gruppierung der orthostatischen Reaktionsverläufe mittels regeltheoretischer Konzepte (Myrtek, Walschburger & Kruse, 1974) wurden später durch Anpassung einer Wachstumsfunktion (e-Funktion), durch Polynome und andere Gruppierungsverfahren von Becker (1992b) und Marwitz (1997) weitergeführt.

#### **4.2.2 Sympathikotonie – Vagotonie, physikalische Kreislaufanalyse**

Das Konzept der Sympathikotonie – Vagotonie kann sich theoretisch auf die vegetative Tonuslage des gesamten Organismus beziehen. Im psychophysiologischen Labor fehlt natürlich die notwendige Breite der vegetativ-endokrinen Diagnostik, um diese globale Einteilung physiologischer Reaktionsunterschiede zu prüfen. Deshalb musste sich der Forschungsansatz auf den kardiovaskulären und respiratorischen Funktionsbereich beschränken.

Der Sympathikotonie-Index wurde anhand des diastolischen Blutdrucks und der Schätzungen des Schlagvolumens und des Dämpfungsfaktors aus der physikalischen Kreislaufanalyse (hohes Volumen als sympathikotone Einstellung) gebildet. Diese Kombination von Variablen war zuvor durch eine Faktorenanalyse mehrerer Parameter abgeleitet worden. In einer zweiten Stichprobe (N = 125), für die es keine physikalische Kreislaufanalyse gab, wurden Mittelwerte der standardisierten Ruhewerte von Herzfrequenz, Herzminutenvolumen (IKG), Pulswellengeschwindigkeit und systolischem Blutdruck zur Einteilung verwendet (Myrtek, 1980a). Erwähnenswert sind einige signifikante Beziehungen zwischen dem Index der Sympathikotonie–Vagotonie und den ärztlichen Beurteilungen der fünf vegetativen Zeichen.

Das Konzept der vegetativen Tonuslage bzw. die hier möglichen Operationalisierungen aufgrund der hämodynamischen Mess- und Schätzwerte sind problematisch. Außerdem ist gegen die Annahme einer relativ überdauernden Eigenschaft Sympathikotonie–Vagotonie einzuwenden, dass die individuelle Ausprägung trainingsabhängig ist. Durch das körperliche Training verändert sich die Tonuslage in Richtung Vagotonie (siehe vorausgegangener Abschnitt).

#### **4.2.3 Konvergenz und Divergenz der vegetativen/ kreislaufphysiologischen Befunde**

Globalen Konzepten wie Vegetative Labilität, Kreislauf-Labilität, psychophysische Reaktivität liegt die Annahme einer relativ einheitlichen und relativ überdauernden Disposition zugrunde. Wiederholte Messungen unter ähnlichen Bedingungen müssten demnach konvergieren, um dieses Konzept empirisch zu stützen.

In einer Stichprobe von 107 Studenten wurden Ruhewerte von Kreislauf- und Atem-Parametern sowie Belastungswerte und Reaktionswerte bei Orthostase, Atemanhalten, Hyperventilation, submaximaler ergometrischer Belastung, Cold-Pressor-Test, Reaktionszeit- und Zahlenreihen-Test untersucht.

Bei der Auswertung der Korrelationstabellen waren verschiedene Variablencluster bzw. Faktoren zu erkennen: Herzfrequenzreaktivität, Blutdruck (Volumen-) Reaktivität des Kreislaufs, Volumenreaktivität der Atmung, Veränderung der Atemtechnik hinsichtlich Frequenz und Volumen, Reaktivität der Atemökonomie u.a. Wenn statt der Belastungswerte Reaktionswerte verwendet wurden, hatte dies nur wenig Einfluss auf die Korrelationen zwischen einzelnen Variablen und zwischen Variablengruppen. Die Zusammenhänge zwischen den Variablen einer Untersuchungsbedingung erreichten nicht die Größenordnung, um einen gemeinsamen Faktor vegetativer Labilität bzw. – enger gefasst – einen Faktor der Kreislauf-Labilität behaupten zu können. Eine zweite Untersuchung stimmte mit diesen kritischen Resultaten überein (Myrtek, 1980a). Die Annahme einer varianzstarken Dimension der physiologischen Reaktivität (labil-stabiler Regulation), war auf dem Gebiet der kardiovaskulären Psychophysiologie nicht aufrecht zu erhalten.

#### **4.2.4 Selbsteinstufungen**

Unmittelbar nach den Funktionsprüfungen bzw. Belastungen erhielten die Teilnehmer Gelegenheit, die erlebten Zustandsänderungen zu beurteilen. Sie sollten ihre subjektive Belastung und ihr allgemeines Befinden einstufen (bedrückt, fröhlich, träge, gereizt, ausgeglichen, aktiv u.a.). Darüber hinaus wurde nach speziellen körperlichen Wahrnehmungen, z.B. dem "Schwindelgefühl" oder "Schwarzwerden vor den Augen" beim Orthostase-Versuch gefragt und eine Selbstbeurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit und Leistungsmotivation bei der ergometrischen Belastung erbeten. Fünf weitgehend voneinander unabhängige Variablencluster hoben sich heraus: Subjektive Belastung durch die Untersuchungen, Orthostatische Beschwerden, Subjektive Leistungsfähigkeit, Fröhliche Stimmung, Gereizte Stimmung (Myrtek 1980a, S. 135). Diese Selbsteinstufungen gingen neben den Testwerten habitueller Persönlichkeitsmerkmale in die

zusammenfassenden Analysen der psychologisch-physiologischen Variablen ein.

### **Selbstbeurteilung der Psychovegetativen Labilität**

Der enge Zusammenhang emotionaler und vegetativer Labilität wurde in zahlreichen empirischen Untersuchungen eindeutig bestätigt – allerdings auf der Ebene von Fragebogendaten. Bis heute gehört es zu den am besten gesicherten Ergebnissen der Persönlichkeitsforschung, dass eine mittlere bis hohe Korrelation zwischen den Testwerten der Emotionalität und den Aussagen über häufige körperliche Beschwerden unterschiedlichster Art (Summe der genannten Beschwerden) besteht. Ängstlich-unsichere und stimmungslabile Menschen äußern überdurchschnittlich viele körperliche Beschwerden verschiedenster Art. Je nach Personengruppe und verwendeten Fragebogenskalen werden zwischen  $r = .50$  und  $r = .70$ , d.h. wechselseitig bis zu 50 % der Varianz aufgeklärt. Dieser statistische Zusammenhang wurde schon von Eysenck gesehen und konnte in den Fragebogenkonstruktionen, die hier ihren Ausgang nahmen, präzisiert und mehrfach bestätigt werden (u.a. Fahrenberg, 1969b, 1994b; Fahrenberg et al., 2001, siehe Abschnitt 6.6.4).

## **4.3 Psychophysiologische Korrelationen**

### **4.3.1 Vegetative Labilität und Persönlichkeitseigenschaften**

Für das Konzept "Vegetative Labilität" hatten die systematischen Korrelationsstudien keine überzeugende operationale Definition geliefert. Die Korrelationen zwischen den ausgewählten Variablen bzw. möglichen Komponenten waren zu gering, um eine *einheitliche Dimension* behaupten zu können. Dies galt für verschiedene ärztliche Beurteilungen "vegetativer Zeichen" ebenso wie für kombinierte Kreislauf- und Atemfunktionsmessungen und für die unter verschiedenen Belastungen gemessenen kardiovaskulären Ruhe- bzw. Reaktionswerte (Myrtek, 1980a, S. 165). Ein zusammenfassender Index der Vegetativen Labilität oder Kreislauf-Labilität war also nicht zu rechtfertigen.

Nach diesen Untersuchungsergebnissen blieb nur der Weg, die psychophysiologischen Korrelate auf der Ebene der primären Variablen zu prüfen statt einen Gesamtindex (Aggregat) zu bilden. Für die zentrale

Hypothesenprüfung wurden ausgewählt: (1) physiologische Haupt-Variablen (Ruhewerte und Belastungswerte), (2) Testwerte der Emotionalität, Introversion–Extraversion und die Anzahl körperlicher Beschwerden sowie (3) drei Selbsteinstufungen (bedrückt, erschöpft, Untersuchung belastend).

Zwischen den kardiovaskulären und respiratorischen Daten einerseits und den psychologischen Daten andererseits war *kein* signifikanter Koeffizient zu finden ( $N = 125$ ). Nur mit den *aktuell erlebten Veränderungen* während einer Belastung und deren objektiven Messwerten waren Zusammenhänge zu beobachten, vor allem bei der orthostatischen Reaktion.

Wenn darüber hinaus in seltenen Fällen signifikante psychophysiologische Korrelationen auftraten, stellte sich die Frage, ob es angesichts der großen Anzahl ausgewerteter Variablen zufällige Befunde sein könnten. Aus den Untersuchungsserien waren die Daten von zwei unabhängigen und jeweils 100 Studenten umfassende Stichproben verfügbar, um die Reproduzierbarkeit solcher Korrelationskoeffizienten zu prüfen (Anforderung: mindestens  $r > .16$ ; beide  $p$ -Werte  $< .10$ ).

Replizierte Korrelationskoeffizienten zwischen Persönlichkeitsmerkmalen (FPI) bzw. dem Summenwert körperlicher Beschwerden (FBL) und physiologischen Messwerten gab es nur in Ausnahmefällen, wobei die Beziehungen zwischen habituellen Beschwerden und Atmungsvariablen bei körperlicher Belastung (100 Watt) noch am deutlichsten waren. Zusammenhänge bestanden jedoch bei den Selbstbeurteilungen von Persönlichkeitsmerkmalen und Auskünften über bestimmte Lebensgewohnheiten, Befinden u.a. Einstufungen, z.B. hinsichtlich der Schlafstörungen. (S. 171).

## **Zusammenfassung**

"Anhand mehrerer Studenten- ( $N = 232$ ) und Patientenstichproben ( $N = 216$ , Herz-Kreislauf-Krankheiten) wurde der Zusammenhang zwischen vegetativer Labilität einerseits, emotionaler Labilität und körperlichen Beschwerden andererseits untersucht. Die Operationalisierung vegetativer Labilität erfolgte mittels der Reaktionen zahlreicher vegetativer Variablen (Herzfrequenz, Herzminutenvolumen, Pulswellengeschwindigkeit, Blutdruck, Atemfrequenz, Atemminutenvolumen, Atemäquivalent) auf Funktionsprüfungen (Atemanhalten, Cold-Pressor-Test, Orthostase, mentale und psychomotorische Belastungen), die Operationalisierung der emotio-

nenalen Labilität und der Häufigkeit körperlicher Beschwerden mit standardisierten Fragebogen. Zusätzlich wurden anamnestische Daten, ärztliche Einstufungen, Körperbauvariablen und die maximale Sauerstoffaufnahme als Maß der körperlichen Leistungsfähigkeit verwendet.

Eine von vielen Autoren theoretisch geforderte, allgemeine vegetative Labilität ließ sich nicht nachweisen, vielmehr äußerte sich die Labilität nur in einzelnen Funktionen. Desgleichen ergab sich kein Zusammenhang zwischen dem Ergebnis der verschiedenen Funktionsprüfungen sowie der emotionalen Labilität und den körperlichen Beschwerden. Deutlich hingegen ist die Korrelation zwischen emotionaler Labilität und der Häufigkeit körperlicher Beschwerden.

Die Konsequenzen dieser Befunde für das psychovegetative Gesamtsyndrom und die Kovariation physiologischer und psychologischer Variablen werden eingehend diskutiert." (Myrtek, 1978, S. 18-19).

Die Korrelationshypothese wurde hier statistisch nach mehreren, einander ergänzenden Verfahren geprüft: (1) Korrelationskoeffizienten, (2) Mittelwertvergleiche, (3) gemeinsame Faktorenanalyse, (4) multiple Regressionen, (5) hypothesengeleitete Klassifikation aufgrund von je zwei Hauptvariablen mit anschließendem Mittelwertvergleich der erhaltenen Vierfelder-Tafel, und (6) versuchsweise auch mit Algorithmen zur automatischen Klassifikation. Diese hier nicht im einzelnen zu referierenden Auswertungen erbrachten zwar für die ausgewählten physiologischen Variablen vereinzelt signifikante Befunde, jedoch nur geringfügig und bei zufallskritischer Betrachtung zu wenige. Verschiedene statistische Verfahren ergaben keine wesentlich voneinander abweichenden Schlussfolgerungen, so dass zusammenfassend die *"Nullhypothese der psychophysischen Korrelation"* formuliert wurde (Myrtek, 1980a).

### **Sympathikotonie und Emotionalität**

Die Kennwerte der Dimension Sympathikotonie – Vagotonie wurden mit den hauptsächlichen psychologischen Variablen korreliert (N =107). Ein höherer Sympathikotonie- Index war mit geringerer Ausprägung von Geselligkeit und Extraversion (–.19 und –.18), mit Selbsteinstufungen des Befindens als träge (–.18) und längerer Schlafdauer (.25) sowie mit Erwartungsspannung vor der Untersuchung ( .21) assoziiert. Diese geringe Anzahl niedriger Koeffizienten wurde angesichts der sehr zahlreichen Variablen als eher zufällig angesehen. Die Mehrzahl der Beziehungen zu an-

deren physiologischen Variablen ging dabei auf die Herzfrequenz zurück. Insgesamt erwies sich das Konzept der Sympathikotonie als weitgehend unergiebig, psychophysiologische Zusammenhänge, insbesondere mit dem Bereich Emotionalität (Neurotizismus), zu erschließen.

Unter psychophysiologischer Perspektive am interessantesten waren noch die zunächst nur heuristisch zu verstehenden Versuche zur hierarchischen Klassifikation. Als Beispiel sind zwei der statistisch gewonnenen Gruppierungen zu nennen: (1) ausgesprochene Sympathikotonie bei geringer körperlicher Leistungsfähigkeit, mit wenig körperlichen Beschwerden und sehr geringer emotionaler Labilität; (2) Vagotonie bei einer guten körperlichen Leistungsfähigkeit, mit durchschnittlichen körperlichen Beschwerden, deutlicher emotionaler Labilität (Myrtek, 1980a, S. 192-194). Solche Gruppierungen, die als vorläufig zu bewerten sind, wiesen darauf hin, dass es im Datensatz vielleicht homogenere Untergruppen gab, bei denen die Korrelationsverhältnisse anders waren als in der Population. Diese Gruppenunterschiede könnten sich bei undifferenzierter Betrachtung ausmitteln, d.h. zu Null-Korrelationen führen. Unter Umständen sind solche Typisierungen dem globalen korrelativen Ansatz überlegen wie bei der Unterscheidung der orthostatischen Reaktionsformen deutlich wurde.

### **Beschwerden und Befund: Vierfelder-Schema**

Unter den deduktiven Gruppierungen erwies sich die *Vierfelder-Einteilung* nach den körperlichen Beschwerden (vorhanden, nicht vorhanden) und dem objektiven körperlichen Befund (vorhanden, nicht vorhanden) als anregend. Aus dieser Perspektive sind interessante Befunde bei Patienten, insbesondere in der Rehabilitationsforschung bei Herz- Kreislauf-Patienten zu integrieren (Abbildung 4.1). In der Klinik und Rehabilitation chronisch Kranker werden nicht selten auffällige Diskrepanzen zwischen diesen beiden Ebenen einer Gesundheitsstörung festgestellt. Aus Sicht mancher Patienten wird eine unzureichende medizinische Diagnostik verantwortlich gemacht, während behandelnde Ärzte vielfach eher psychosoziale Einflussfaktoren auf das individuelle Krankheitsverhalten vermuten könnten. Die Persönlichkeitseigenschaft Emotionalität, d.h. ein emotional labiles, selbstunsicheres und ängstliches Selbstbild, disponiert zu einer eher negativen Einschätzung des eigenen Gesundheitszustandes und zu mehr körperlichen Beschwerden. Solche Überlegungen regten weitere

Untersuchungen über solche Diskrepanzen an (Myrtek, 1980a, S.168-169, siehe Abschnitt 6.6).

Abbildung 4.1: Schema möglicher Konvergenzen und Divergenzen von Beschwerden und Befund

		Körperliche Beschwerden	
		vorhanden	nicht vorhanden
Objektiver Befund	vorhanden		
	nicht vorhanden		

### Bilanzierungen

Der auf psychophysiologische Persönlichkeitseigenschaften gerichtete Forschungsansatz wurde in kritischen Schlussfolgerungen bilanziert: *Ergebnisse der psychosomatischen Korrelationsforschung* (Myrtek, 1975a); *Psychovegetative Labilität. Zugleich ein Beitrag zum Kovariationsproblem der Psychophysiologie* (Myrtek, 1978); *Psychophysiologische Konstitutionsforschung. Ein Beitrag zur Psychosomatik* (Myrtek, 1980a); *Constitutional psychophysiology* (Myrtek, 1984); *Experimentelle Untersuchungen zum Allgemeinen Psychovegetativen Syndrom – Versuch einer Zusammenfassung* (Myrtek, 1985a).

#### 4.3.2 Körperliche Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit.

Psychophysische Korrelate der körperlichen Leistungsfähigkeit wurden an zwei Gruppen von Studenten (N = 107 und N = 125 ) sowie 190 Herz-Kreislauf-Patienten geprüft. Die maximale (gemessene bzw. geschätzte) Sauerstoffaufnahme  $VO_2$  max ist eine relativ stabile, überdauernde Eigenschaft (im Unterschied zur Sauerstoffaufnahme auf submaximalen Stufen). Sie korrelierte mit der erlebten subjektiven Anstrengung bei 50 Watt Belastung, mit dem Lebensalter und der Größe, dem Ausmaß sportlicher Betätigung (nicht mit dem Index Sympathikotonie–Vagotonie), jedoch nur geringfügig und nicht signifikant mit den Testwerten von Persönlichkeitsmerkmalen, Leistungsmotivation, habituellen körperlichen Beschwerden, aktuellem Befinden u.a. Variablen.

Bei einer für den individuellen Allgemeinzustand so zentralen Bedingung wie der körperlichen Leistungsfähigkeit waren die fehlenden oder nur geringfügigen Korrelationen überraschend. Mögliche Einwände könnten sich auf die vereinfachende Operationalisierung der körperlichen Leistungsfähigkeit durch  $\text{VO}_2 \text{ max}$  richten oder auf die – an sich breite – Auswahl der psychologischen Variablen. Zwischen  $\text{VO}_2 \text{ max}$  und der Selbstbeurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit im Vergleich zu anderen ergab sich nur ein Koeffizient von .26 ( $N = 107$ ). Solche Inkongruenzen zwischen objektiv gemessenen Variablen und Selbstbeurteilungen legen psychologische Interpretationen nahe (Myrtek, 1980a).

### **Körperbau-Korrelate**

Zwischen Körperbaumerkmalen und den Ergebnissen der Kreislauf-Funktionsprüfungen durch Orthostase und Ergometrie bestanden Zusammenhänge in einer Größenordnung, die – wie erwähnt – bei den interindividuellen Vergleichen statistisch kontrolliert werden mussten. Darüber hinaus sollte untersucht werden, ob zwischen Körperbautypen signifikante Unterschiede der physiologischen Reaktivität sowie der Persönlichkeitsmerkmale bestanden: *Ergebnisse physiologischer und psychologischer Untersuchungen bei verschiedenen Körperbautypen. Eine Studie an 210 Herz-Kreislauf-Patienten und 100 Studenten* (Myrtek, & König, 1977).

### **Zusammenfassung**

"Im Rahmen eines stationären Heilverfahrens wurden 199 männliche Patienten (Herzinfarkt, funktionelle Herz-Kreislauf-Störungen, Angina pectoris) untersucht. Die Datenerhebung umfasste zahlreiche anthropometrische Variablen und Indizes, kreislauf- und atemphysiologische Parameter, klinisch-chemische Befunde, Persönlichkeitstests und psychosoziale Daten. Vergleichbare Untersuchungen wurden, zwecks Reproduzierbarkeit, an 100 männlichen Studenten vorgenommen.

Alle Körperbaumaße und Indizes unterliegen einem stärkeren Alterseinfluss, der bei Nichtberücksichtigung zu altersbedingten Scheinkorrelationen zwischen Körperbau und anderen Variablenbereichen führen kann. Verschiedene Typisierungsversuche zeigten die Überlegenheit einer auf faktorenanalytischem Wege vorgenommenen Typisierung nach dem "Fülle-" und "Größenfaktor".

Es besteht ein lockerer Zusammenhang zwischen Körperbautyp und Krankheitsdisposition, wobei Infarktpatienten häufiger "athletisch" und "pyknisch" gebaut sind. Signifikante Unterschiede zwischen Körperbautypen ergeben sich für den Blutdruck, die körperliche Leistungsfähigkeit, einige psychosoziale Daten und die Zuweisung zu Heilverfahren. Keine Zusammenhänge ließen sich für Persönlichkeitsmerkmale und körperliche Beschwerden nachweisen." (Myrtek & König, 1977, S., 602).

#### **4.4 Metaanalysen psychophysiologischer Korrelationsstudien**

In der Folgezeit wurde noch ein weiteres Verfahren angewendet, um die Hypothese psychophysischer Zusammenhänge zu prüfen. Eine statistische Metaanalyse (Programm Meta-Analysis von Schwarzer) fasste die in der Literatur berichteten Untersuchungsergebnisse systematisch zusammen: *Psychophysiologische Persönlichkeitsforschung. Ergebnisse einer Metaanalyse* (Myrtek, 1993a) und *Metaanalysen zur psychophysiologischen Persönlichkeitsforschung* (Myrtek, 1998c).

##### **Hypothesen zur Dimension Emotionalität (Neurotizismus)**

Emotionalität ist eine der Basisdimensionen der Persönlichkeit mit vielen Komponenten wie Ängstlichkeit, Irritierbarkeit, geringem Selbstvertrauen, Depressivität, Irritierbarkeit, Neigung zu körperlichem Missbefinden und Beschwerden. Eysenck behauptete, dass emotional Labile stärker auf Reize reagieren, speziell auf bedrohliche Reize, eine größere Variabilität der Reaktionen zeigen und langsamer auf das physiologische Ausgangsniveau zurückkehren.

"Für diese Metaanalyse wurden 122 Analysen, u.a. mit kardiovaskulären Parametern, Atemfunktionen, elektrodermalen Aktivität, EEG-Parametern, endokrinen und anderen klinisch-chemischen Parametern gerechnet und dabei für 67 Analysen Hypothesen formuliert. Diese wurden in neun Fällen bestätigt, viermal wiederlegt, und 54 Analysen waren insignifikant." (In der folgenden Übersicht sind der Gesamt-Stichprobenumfang N und die aggregierte Effektstärke g angegeben.)

"In Übereinstimmung mit den Hypothesen zeigten Probanden mit hohen Neurotizismuswerten die folgenden Charakteristika: größere Reaktivität der Herzfrequenz und des Atemminutenvolumens im Cold-Pressor-Test (0.10, N = 289; 0.16, N = 239), höhere Reaktivität des Heather-Index im Reaktionszeitversuch (0.13, N = 313), häufigere Reaktionen der Hautleitfähigkeit in Ruhe (0.12, N = 948), höhere Hautleitfähigkeit in Ruhe und bei Belastung (0.05, N = 1308; 0.12 N = 200), größere EMG-Aktivität in Ruhe und bei Belastung (0.14, N = 163; 0.31, N = 111) und höheres EEG-Arousal (0.21, N = 281). Nicht in Übereinstimmung mit den formulierten Hypothesen steht die geringe Reaktivität des Schlagvolumens und der RZ-Zeit (0.06 und 0.07, N = 859). Für neun signifikante Analysen wurden keine Hypothesen formuliert. Danach sind Probanden mit hohen Neurotizismuswerten weiterhin gekennzeichnet durch: niedrige Sauerstoffaufnahme in Ruhe (-0.10, N = 672), hohe Herzfrequenz und geringe Herzfrequenzvariabilität im Langzeit-EKG (0.12, -0.14, N = 352), niedrige Konzentrationen der Dopamin-beta-Hydroxylase und des Calciums in Körperflüssigkeiten (-0.16, N = 358; -0.21, N = 174), höhere Konzentrationen von Cortisol (0.04, N = 4968) und häufiges Vorkommen der Blutgruppe B (0.21, N = 229)." (Myrtek, 1998c, S. 314).

Für den systolischen und den diastolischen Blutdruck in Ruhe und unter Belastung ergaben diese Metaanalysen im Hinblick auf Emotionalität (Neurotizismus) anhand von vielen Hunderten bis zu Tausenden von Personen keinen einzigen statistisch signifikanten Effekt, und für die Herzfrequenz nur einen (von sechs möglichen). – Entsprechende Metaanalysen hinsichtlich kardiovaskulärer Reaktionsunterschiede und *Extraversion-Introversion*, *Aggressivität (und Ärger)* sowie *Gehemmtheit* waren ebenfalls ergebnislos.

Die Bewertungsmaßstäbe solcher Metaanalysen sind diskutabel, insbesondere wenn die Unterschiede der internen Validität der Untersuchungen nicht berücksichtigt werden können oder wenn minimale Koeffizienten erst durch ein extrem großes N Signifikanz erreichen. Zusammenfassend ist jedoch festzustellen, dass die Anzahl der Koeffizienten, die für eine biologische Basis der hier untersuchten Persönlichkeitsdimensionen sprechen, sehr gering ist. Wenn überhaupt signifikante Beziehungen auftreten, dann kaum im kardiovaskulären Bereich, sondern eher bei Parametern der elektrodermalen Aktivität und der Atemfunktion. Speziell in die-

ser Hinsicht wurden für die Dimension Introversion–Extraversion bisher relativ mehr Effekte berichtet als bei den anderen, durch Selbstbeurteilungen im Fragebogen erfassten Persönlichkeitseigenschaften (siehe u.a. Stelmack & Geen, 1992).

### **Typ A-Verhalten**

Erwähnenswert sind die metaanalytischen Ergebnisse zum *Typ A-Verhalten* und der *Komponente Feindseligkeit* (Hostility). Angenommen wurde, dass die sich ständig unter Zeitdruck fühlenden, leistungsmotivierten, energischen und konkurrierenden, tendenziell auch aggressiven Typ A-Personen einen höheren Sympathikotonus aufweisen als B-Typen und damit eine stärkere Reaktivität des Herz-Kreislauf- und Nebennierenmarksystems auf verschiedene Umweltreize (siehe auch Langosch, 1989).

"Den Hypothesen entsprechend weisen Typ A-Personen im Vergleich zu Typ-B Personen die folgenden Merkmale auf: höherer systolischer Blutdruck bei Belastung (0.06, N = 3195) und größere Reaktivität des systolischen Blutdrucks (0.09, N = 4063); höherer diastolischer Blutdruck bei Belastung (0.04; N = 3119) und größere Reaktivität des diastolischen Blutdrucks (0.03, N = 4039); höhere Herzfrequenz bei Belastung (0.06, N = 3153) und größere Reaktivität der Herzfrequenz (0.06, N = 4230) sowie eine höhere Reaktivität der Hauttemperatur (–.12, N = 236). In den Studien aus den Jahren 1976 bis 1982 war die Reaktivität des systolischen Blutdrucks der wichtigste Befund (0.13, N = 1891). In den neueren Studien hat dieser Zusammenhang aber deutlich abgenommen (0.05, N = 2172). Hinzugekommen ist der bisher nicht durch eine Hypothese belegte höhere systolische Ruheblutdruck der Typ A-Personen, was offensichtlich durch die Zunahme der Stichprobengröße bedingt ist (0.03, N = 4426). Nicht hypothesenkonform ist der Anstieg der Pulsvolumenamplitude bei Belastung (0.06, N = 1050) und der geringere Noradrenalin Spiegel bei Belastung (–0.26, N = 55). Von den 54 hypothesengeleiteten Analysen konnten 14 die Hypothese stützen, drei widersprechen den Hypothesen und 37 Analysen waren insignifikant. Insgesamt wurden 75 Analysen gerechnet, von denen 25 % signifikant waren." – Zur Feindseligkeit: "Im Sinne der Hypothese signifikant ist die Reaktivität des systolischen Blutdrucks (0.24, N = 146). Zwei weitere hypothesenbezogene Analysen sind insigni-

fikant. Von den insgesamt sechs durchgeführten Analysen war eine signifikant (17 %)." (Myrtek, 1998c, S. 321).

Von diesen psychophysiologischen Untersuchungen sind die vieldiskutierten Beziehungen zwischen Typ A-Verhalten und dem Risiko für die Koronarkrankheit zu unterscheiden. Die Metaanalyse lieferte für Neurotizismus/Depression/Angst und KHK einen extrem niedrigen, aber durch die sehr große Anzahl von Personen dennoch signifikanten Effekt (0.016,  $N = 39525$ ), wobei die gemeinsame Varianz beider Merkmale nur 0.008 % beträgt. Ähnlich ergaben sich im Hinblick auf das Typ A-Verhalten und KHK (0.0092,  $N = 46789$ ) ein geringfügiger signifikanter Effekt sowie für Feindseligkeit und KHK (0.0184,  $N = 4867$ ) ein nicht signifikanter Effekt. (S. 321).

Eine neuere Zusammenfassung aus der "Statuskonferenz Psychokardiologie" über das *Typ A-Verhaltensmuster und Hostility als eigenständige Risikofaktoren der koronaren Herzkrankheit* (Myrtek, 2000) lautete: "Die sogenannten. "klassischen Risikofaktoren" (Rauchen, Bluthochdruck etc.) erklären nur etwa 50% der KHK-Varianz. Die Ergebnisse der "Western Collaborative Group Study (WCGS)" wurden in den 70er Jahren begeistert aufgenommen, da sie eine neue Perspektive eröffneten: ein eigenständiger psychosozialer Risikofaktor schien gefunden. Diese prospektive Studie hatte ergeben, dass Typ A-Personen (Ehrgeiz, Aggressivität, Zeitnot, Rivalität etc.) ein doppelt so hohes Risiko für einen Herzinfarkt aufweisen wie Typ B-Personen." Seit dieser Publikation wurden zahlreiche Studien durchgeführt, um diesen Befund zu replizieren.

"In den vorliegenden Analysen wurden alle erreichbaren prospektiven Studien zum Typ A-Verhalten mit mehr als 74000 Gesunden und Patienten metaanalytisch zusammengefasst. Die Analysen zeigen, dass die Befunde der WCGS nicht repliziert werden können. Da sich dieses Ergebnis schon seit etwa 15 Jahren abzeichnet, suchte man die "toxischen Komponenten" des Typ A-Verhaltens zu isolieren und gelangte zum Hostility-Konzept (Feindseligkeit). Bisher liegen zehn prospektive Studien mit mehr als 15000 Personen vor. Die Metaanalysen weisen einen statistischen Zusammenhang zwischen Hostility und KHK auf. Allerdings ist die Effektstärke so gering, dass dieser Befund für die Rehabilitation bedeutungslos ist."

## 4.5 Schlussfolgerungen

Wer sich oft stimmungslabil, bedrückt und ängstlich-unsicher fühlt, wird mehr körperliche Befindensstörungen und Beschwerden nennen als andere Menschen. Der individuelle Testwert in der Fragebogenskala "Emotionalität" erlaubt eine recht gute Vorhersage der Häufigkeit und Intensität körperlicher Beschwerden bei Gesunden und auch bei chronisch Kranken.

Dieses gut gesicherte Resultat der auf Fragebogen gestützten Persönlichkeitsforschung hat einen nachhaltigen Einfluss auf die Theorienbildung und die Forschungsansätze dieses Bereichs ausgeübt. Die objektiven, mehrfach belegten Ergebnisse der psychophysiologischen Forschung widersprechen dieser Erwartung völlig. Es handelt sich wahrscheinlich nur um ein besonderes Schema der Selbstbeurteilung.

Das Forschungsprogramm ergab keine überzeugenden psychophysiologischen Korrelationen zwischen den Persönlichkeitseigenschaften (Fragebogendimensionen) und der physiologischen Reaktivität. Darin stimmten die empirischen Untersuchungsergebnisse dieses Kapitels mit der Metaanalyse der Literatur überein. Bereits auf der Ebene der Kreislauf-Funktionsprüfungen (Ergometer-Belastung und Orthostase-Versuch) zeigte sich, dass das Konzept der "Kreislauf-Reaktivität" nicht aufrecht zu erhalten ist. In Einzelfällen kann eine Häufung von auffälligen vegetativen Reaktionen und Zeichen ("vegetative Stigmata") auftreten, doch ist es empirisch nicht zu rechtfertigen, eine allgemeine Disposition bzw. Dimension anzunehmen, deren individuell verschiedene Ausprägung als biologische Grundeigenschaft objektiv zu messen wäre.

Individuelle Unterschiede der Emotionalität (Fragebogenwert) eignen sich nicht zur Vorhersage überdauernder physiologischer Reaktionsunterschiede kardiovaskulärer und anderer physiologischer Funktionen, körperlicher Leistungsfähigkeit oder konstitutioneller Merkmale. Eysencks Theorie der Emotionalität (Neurotizismus) ist in diesem Anwendungsfeld falsifiziert. Gelegentlich beobachtete, geringfügige Korrelationen sind eher durch methodische Besonderheiten oder zufällige Effekte zu erklären als durch eine zugrundeliegende Eigenschaft. Die "Nullhypothese der psychophysischen Korrelation" beschreibt den Sachverhalt zutreffender als jene persönlichkeitspsychologischen Postulate, deren Gültigkeit sich auf Selbstbeurteilungen von Persönlichkeitseigenschaften und von körperlichen Beschwerden zu beschränken scheint.

Die Diskussion der Untersuchungsergebnisse wird nach der Darstellung der psychophysiologischen Aktivierungsforschung wieder aufgenommen.

## 5 Psychophysiologische Aktivierungsforschung

### 5.1 Aktivierung und Aktivierungsmuster

Zum Konzept der psychophysischen Aktivierung wurden mehrere Grundlagenstudien und Methodenstudien unternommen. Für die *Blutdruckforschung* sind hier vor allem die folgenden Aspekte wichtig:

- Wie eng kovariieren die unter verschiedenen Laborbedingungen gemessenen Blutdruckreaktionen mit anderen vegetativen und mit psychologischen Aktivierungsparametern?
- Wie gut sind die individuellen Reaktionsunterschiede nach Wochen und Monaten reproduzierbar?
- Hängen sie mit den Ausgangswerten zusammen?
- Ist die individuelle Blutdruckreaktivität (und die Reaktivität in anderen Parametern) aus der Fragebogenskala Emotionalität vorhersagbar?
- Sind spezifische Reaktionsmuster zu finden und welche Rolle spielt dabei der Blutdruck?
- Inwieweit hängen die Ergebnisse mit dem Blutdruckniveau zusammen?
- Unterscheiden sich Gruppen mit grenzwertig erhöhtem (labil-hypertonem) und normotonomem Blutdruck in ihrer Reaktivität?
- Zeigen diese Personen mit erhöhtem Blutdruck ein spezifisches hämodynamisches Reaktionsmuster?
- Wie verhalten sich Personen mit labil-hypotonem Blutdruck?

Diese Fragestellungen waren in der Regel in einen größeren Projektrahmen eingebettet, der zur Beurteilung wichtig ist.

#### **Multivariate und multistrategische Untersuchungen**

Vier umfangreiche multivariate Untersuchungen zum Konzept der psychophysischen Aktivierung fanden im Labor statt. Während verschiedener Aufgaben wurden zahlreiche physiologische Variablen gemessen und nach jeder Aufgabe auch Selbsteinstufungen des veränderten Befindens und der erlebten körperlichen Reaktionen erbeten. Da es primär um die Beschreibung individueller Unterschiede des Reaktionsverhaltens ging, wurden diese Aufgaben nicht permutiert, sondern als "Testbatterie" in konstanter Abfolge gegeben.

Die *erste* Untersuchung konzentrierte sich auf die systematische und breite Beschreibung (Operationalisierung) des Konzepts "Aktivierung". Inwieweit kovariieren die physiologischen Reaktionen untereinander im Sinne einer relativ einheitlichen (proportionalen) psychophysischen Aktivierung bei emotionaler oder mentaler Belastung? Besteht ein Zusammenhang zwischen den psychischen Veränderungen und den induzierten Reaktionen physiologischer Parameter? Sind die individuellen Unterschiede der psychophysischen Aktivierung durch die mittels Fragebogen-Skala erfasste Dimension *Emotionalität* (sensu Eysenck) vorherzusagen? Welchen Anteil an der gemessenen Varianz haben Reaktionsmuster, d.h. situations- (kontext- bzw. aufgaben-spezifische) Reaktionsmuster SSR, individualspezifische Reaktionsmuster ISR und motivationsspezifische (von der Interaktion Person x Situation abhängige) Reaktionsmuster MSR? *Zur Beschreibung von Aktivierungsprozessen. Eine Methodenstudie zur psychophysiologischen Diagnostik* (Walschburger, 1976); *Psychophysiologische Aktivierungsforschung. Ein Beitrag zu den Grundlagen der multivariaten Emotions- und Stress-Theorie* (Fahrenberg, Walschburger, Foerster, Myrtek & Müller, 1979); *Beeinflußt die Erwartung, labil zu reagieren, die Bewältigung nachfolgender Belastungen?* (Walschburger, 1980); *Covariation and consistency of activation parameters* (Fahrenberg & Foerster, 1982); *An evaluation of trait, state, and reaction aspects of activation processes* (Fahrenberg, Walschburger, Foerster, Myrtek & Müller, 1983).

Die *zweite* dieser Untersuchungen diente der Überprüfung der erhaltenen Ergebnisse und sollte darüber hinaus auch die Stabilität bzw. Veränderlichkeit der individuellen Unterschiede über einen längeren Zeitraum kontrollieren. Wie gut sind die beobachteten Unterschiede der psychophysischen Reaktivität nach 3 Wochen und nach 12 Monaten reproduzierbar? Der Untersuchungsansatz wurde außerdem durch einen Labor-Feld-Vergleich erweitert. Inwieweit können Messungen außerhalb des Labors durch die standardisierten Laborergebnisse, u.a. bei maximaler Belastung am Fahrrad-Ergometer, vorhergesagt werden? Als "Feld" wurde der 1000 m-Lauf von Sport-Studenten im Stadion ausgewählt. Als Pendant zu dieser maximalen körperlichen Belastung wurde bei vielen Untersuchungsteilnehmern auch eine Registrierung während des Schlafs durchgeführt, um die individuelle Spannweite der Messwerte zu erfassen und bei den

Reaktionsbeurteilungen zu berücksichtigen. *Aktivierungsforschung im Labor-Feld-Vergleich. Zur Vorhersage von Intensität und Mustern psychophysischer Aktivierungsprozesse während wiederholter psychischer und körperlicher Belastung* (Fahrenberg, Foerster, Schneider, Müller & Myrtek, 1984).

Für die *dritte* Untersuchung dieser Serie wurden Studenten mit grenzwertig erhöhtem (labil-hypertone) Blutdruck ausgewählt und mit einer normotonen Kontrollgruppe verglichen. Damit sollten die Aussagemöglichkeiten zur Psychophysiologie des Blutdruckverhaltens verbessert werden. Welche Unterschiede gab es in der Blutdruckreaktivität und in den anderen physiologischen und in den psychologischen Merkmalen? *Zur Psychophysiologie der labil-hypertonen Blutdruckregulation* (Fahrenberg & Foerster, 1993).

Für die *vierte* Untersuchung wurden labil-hypotone statt labil-hypertone Studenten ausgewählt. Auf diese Weise sollte der Bereich der untersuchten Blutdruckwerte erweitert werden, d.h. die Varianz zwischen Personen, um größere Effekte und Kontraste zu ermöglichen. Die Fragestellungen entsprachen den vorausgegangenen Studien, einschließlich der Absicht, frühere Untersuchungsergebnisse zu überprüfen: *Die Psychophysiologie des niedrigen Blutdrucks: Kreislaufregulation, Lebensgewohnheiten und Beschwerden* (Cadabert, 1997).

## **5.2 Erste Grundlagenstudie: Operationalisierung von "Aktivierung"**

An der Untersuchung nahmen 125 gesunde Studierende verschiedener Fakultäten (Männer, Alter  $M = 24$ ,  $SD = 2,8$ ) teil. Zu Beginn der Untersuchung erhielten die Teilnehmer Skalen zur Einstufung der habituellen Befindlichkeit sowie Fragebogen zu Lebensgewohnheiten und Persönlichkeitseigenschaften. In der schallgedämmten und vollklimatisierten Untersuchungskabine des Polygraph-Labors folgten auf eine anfängliche Ruhephase vier verschiedene emotionale bzw. mentale Belastungen: (1) Kopfrechnen unter Lärmbedingungen (von Eiffs Methode), (2) die Aufgabe, eine freie Rede mit phantasievoller Deutung eines TAT-ähnlichen Bildes der Kabinen-Situation zu halten, (3) ein Interview, gestützt auf zwei emotionsinduzierende Dias, und die konfrontierende Frage nach dem Stil des

Interviews, sowie (4) Wiederholung des Kopfrechnens unter Lärmbedingungen (Rechnen 2), (5) Blutentnahme aus der Fingerbeere für ein Blutbild, und (6) Endruhe (Ruhe 2). Gleichzeitig wurden physiologische Funktionen auf 10 Kanälen fortlaufend registriert; der Blutdruck halbautomatisch auskultatorisch in festgelegten Intervallen (siehe unten).

Nach jeder Untersuchungsphase waren das aktuelle Befinden und die Wahrnehmung bestimmter körperlicher Funktionen mittels sechs Skalen (wach, angespannt, Herzklopfen (Puls), Verkrampfung des Körpers, durch die Untersuchung belastigt, Situation sinnvoll) einzustufen. Ein abschließendes Kurzinterview und ein Fragebogen sollten individuelle Unterschiede des Versuchserlebens und die allgemeine Akzeptanz der Untersuchungsbedingungen erkunden. (Dieser generelle Ablauf wurde für die folgenden Untersuchungen beibehalten, selbst wenn ein Vortermine zur Gewöhnung an das Labor eingeführt oder die Laboraufgaben modifiziert wurden).

Im Kreislauf-Labor wurden der Cold-Pressor-Test, das maximale inspiratorische Atemanhalten, die maximale Willkür-Hyperventilation und die Ergometrie mit 100 Watt verwendet, um Indizes zu bilden: (1) körperliche Leistungsfähigkeit (geschätzte maximale Sauerstoff-Aufnahme); (2) Sympathikotonie – Vagotonie (anhand Herzfrequenz, Herzminutenvolumen, Pulswellengeschwindigkeit und systolischem Blutdruck, siehe auch Abschnitt 4.2); (3) einen Index der vegetativen Reaktivität (anhand von der Mittelwerte der standardisierten Differenzen zur Ruhe, d.h. Reaktionswerte von Herzfrequenz, Herzminutenvolumen, systolischem Blutdruck, Atemfrequenz, Atemminutenvolumen, Atemäquivalent, aus den beiden Kreislauf-Funktionsprüfungen, d.h. Cold-Pressor-Test und maximales inspiratorisches Atemanhalten).

### **Zusammenfassung der ersten Operationalisierungsstudie**

"In einer dreiteiligen Untersuchung wurden 125 männliche Studenten multivariat psychophysiologisch untersucht, um in einer Grundlagenstudie zunächst durch interne Analysen die Möglichkeiten und Grenzen einer Anwendung psychophysiologischer Methoden und Konzepte in der Klinik und in der Arbeitswelt zu erkunden.

Die beiden hauptsächlichen Fragestellungen lauten:

1. Lassen sich individuelle Unterschiede im Grad der psychophysischen Aktivierung bzw. Aktiviertheit in einem typischen Aktivierungsexperiment mit Belastungen geringer bis mittlerer, aber relativ lebensnaher Art (Kopfrechnen unter Lärmbedingungen, freie Rede, Interview, Blutentnahme) aus (a) bestimmten habituellen Persönlichkeitsmerkmalen des Probanden oder (b) aus einem aktuell durch verbale Instruktionen induzierten "kognitiven Set" vorhersagen?
2. Wie kann – als Voraussetzung für (1) – das schwierige Annahmengenfüge "psychophysische Aktivierung/Aktiviertheit" durch eine interne, empirisch-statistische Kriterienanalyse präzisiert werden, und wie kann eine adäquate Operationalisierung erreicht werden, welche u.a. das Kovariationsproblem und das Spezifitäts-Problem berücksichtigt?

Aus der psychologischen Untersuchung (biographische Daten, Persönlichkeits-Fragebogen) und der Untersuchung im Kreislauf-Labor wurden die Prädiktoren dieser Untersuchung gewonnen. Der anschließende dritte Untersuchungsabschnitt lieferte unter Ruhe- und unter Belastungs-Bedingungen 6 Selbsteinstufungen des Befindens und 161 physiologische Kennwerte von 10 verschiedenen Biosignalen: elektrodermale Aktivität, Elektrokardiogramm, Blutdruck, Pulswellengeschwindigkeit, Pulsvolumenamplitude (Finger), Hauttemperatur, Pneumogramm, Elektromyogramm (Stirn, Arm), Lidschlag und Augenmotilität, Elektroenzephalogramm. Durch Selbsteinstufungen zum Versuchserleben und ein postexperimentelles Interview mit Fremdeinstufungen wurden zahlreiche zusätzliche Informationen gewonnen. Die Methoden und methodenbedingten Ergebnisse werden mit umfangreichem Tabellenmaterial dargestellt.

Die empirische Parameterselektion unter den Gesichtspunkten signifikanter Probanden- und Phasen-Diskrimination, Kurzzeit-Stabilität, Verteilungsform und möglicher Redundanz führte zur Reduktion auf 4 psychologische und 21 physiologische Aktivierungsvariablen. An diesem Variablenatz werden die folgenden Methodenprobleme studiert: Veränderungsmessung (Reaktionsskalierung), Ausgangswert-Problem, Richtung und Homogenität der Aktivierungsprozesse, Verteilungs- und Kennlinien-Problem, nicht-lineare Beziehungen, Spezifitäts-Problem und Kovariations-Problem. Diese Methodenstudien führen schließlich zur Operationalisierung und Hypothesenprüfung.

Die hauptsächlichen Untersuchungsergebnisse lauten:

1. Psychophysische Aktivierung bzw. Aktiviertheit ist ein inhomogener Prozess bzw. Zustand, der durch ein eindimensionales Modell nicht adäquat beschrieben werden kann, sondern höchstens durch ein Mehrkomponenten-Modell (hier 5 Komponenten), präziser jedoch durch ein Profil wichtiger Aktivierungsvariablen (hier 8 Leitvariablen) verschiedener Funktionsbereiche. Dies folgt aus dem erheblichen Anteil individualspezifischer Reaktionsweisen und aus der Inhomogenität der Korrelationen, die sich in den Kovarianzzerlegungen, in den Faktorenanalysen und Itemanalysen und im Multitrait-Multimethod-Ansatz zeigen. Zwar reagieren die Probanden wie die Mittelwertveränderungen zeigen, allgemein vorhersagbar und psychophysisch auf diese Belastungen, doch erlaubt der Betrag des individuellen Veränderungswertes in einer Aktivierungsvariable keine praktisch nennenswerte Vorhersage der Veränderungswerte (Aktivierung) in den Aktivierungsvariablen anderer Funktionsbereiche. Dies gilt für psycho-physiologische Beziehungen ebenso wie für verschiedene physiologische Funktionsbereiche, so dass das Konzept typischer "Aktivierungsindikatoren" nicht länger haltbar ist.

2. Individuelle Unterschiede der Aktivierung bzw. Aktiviertheit unter den typischen Belastungen eines psychophysiologischen Laborexperiments können aus den persönlichkeits-theoretisch und empirisch wesentlichen, habituellen Persönlichkeitsmerkmalen: Emotionale Labilität (FPI-N), Häufigkeit körperlicher Beschwerden (FBL-11), körperliche Leistungsfähigkeit ( $VO_2$  max bei 100 Watt Ergometer) und vegetative Reaktivität auf elementare physiologische Belastungen (Cold-Pressor, Atemanhalten) *nicht* vorhergesagt werden. Dies folgt aus einfachen Korrelationen, Varianzanalysen, multiplen und kanonischen Korrelationen (mit Absicherung durch Jackknife-Technik und Zufallszahlen) zwischen den Prädiktoren und dem hier durch T-Werte von 8 Leitvariablen bzw. Indizes (Skalenwerte) von Komponenten-Modellen operationalisierten Kriterium. Als Leitvariablen dienten hier die Mittelwerte der erlebten Anspannung, der Herzfrequenz, der Pulsvolumenamplitude (Finger), der Atemform-Unregelmäßigkeit, des EEG Alpha-Bandes (relative Power), der Lidschlagfrequenz, des EMG (Frontalis), der elektrodermalen Aktivität (Anzahl phasischer Reaktionen SCR), die alle nach mehreren inhaltlichen und formalen Kriterien ausgewählt waren.

3. Die Induktion eines "kognitiven Set" durch verbale Instruktion einer vegetativen Hyperreaktivität/Labilität versus vegetativer Hyporeaktivität/Stabilität anhand der Befunde im Kreislauf-Labor hatte einen substantiellen Einfluss auf die postexperimentelle Selbsteinstufung des Probanden, denn der Set "Labilität" führte zur Annahme, in beiden Laboratorien stärker reagiert zu haben. Einen tendenziellen Einfluss hatte der Set auf die psychologische Aktivierungskomponente während der Belastungen im Polygraph-Labor, jedoch keinen nennenswerten Einfluss auf den gleichzeitigen physiologischen Aktivierungsprozess. Die verbale Instruktion wird zwar bei indirekter Befragung gut "erinnert", und hat insofern eine reale Wirkung, doch fehlen objektive physiologische Daten.

4. Die Untersuchungsergebnisse sind mit mehreren Vorbehalten und Einschränkungen hinsichtlich der drei Stichproben: Personen, Aktivierungsvariablen, Belastungen, sowie hinsichtlich der statistischen Verfahren verbunden. Durch die relativ große Probandenzahl ( $N = 125$ ), Prüfung von Kurzzeit-Stabilitäten und Reliabilitäten, Analyse der wesentlichen Methodenprobleme und durch eine eher konservativ-zufallskritische Entscheidungsstrategie (als Korrektiv des multivariaten Ansatzes) wurde jedoch eine weitgehende Absicherung dieser nur auf die interne Analyse gestützten Aussagen angestrebt.

Abschließend werden die grundsätzlichen Einwände gegen Aussagen über Aktivierung, Emotion, Stress, Emotionale Labilität, psychophysische Reaktivität und andere Dispositionsprädikate aufgrund univariater Untersuchungen formuliert und die Anwendungsmöglichkeiten psychophysiologischer Aktivierungsdiagnostik präzisiert." (Fahrenberg et al., 1979, S. 355-357).

### **Untersuchungsergebnisse zum Blutdruck**

Der systolische und der diastolische Blutdruck gehörten wie Herzfrequenz, Pulswellengeschwindigkeit (EKG-R bis Finger), Pulsvolumenamplitude (Finger) zu den ausgewählten 21 Aktivierungsvariablen; sie genügten den hier verlangten formalen methodischen Anforderungen:

1. in mindestens zwei von vier der Belastungsphasen ein signifikanter Unterschied zur anfänglichen Ruhebedingung;
2. ein signifikanter Probanden-/Phasen-Effekt als Ausdruck der interindividuellen Diskriminationsleistung;

3. Kurzzeit-Stabilität zwischen den ca. 10 Minuten auseinanderliegenden Phasen Rechnen unter Lärmbedingungen (Koeffizienten  $r \geq 0.60$ );
4. keine extremen Verteilungsanomalien (Schiefe, Kurtosis);
5. keine hohen Redundanzen hinsichtlich anderer Parameter desselben Funktionssystems (Innerhalb-Personen Korrelationen  $r < 0.70$ ).

Die ausgewählten Statistiken in Tabelle 5.1 lassen die kardiovaskulären Effekte der Rechenaufgaben erkennen: im systolischen Blutdruck durchschnittlich 16 mm Hg, im diastolischen 6 mm Hg und in der Herzfrequenz 17 Schläge/Minute. Im Vergleich zu körperlichen Belastungen waren diese Effekte, trotz der subjektiv erlebten Beanspruchung durch die Aufgaben, eher gering. Diese Varianzverhältnisse sind ein wichtiger Aspekt und ein möglicher Einwand gegen die meisten psychophysiologischen Laboruntersuchungen. Aus den Standardabweichungen ist zu erkennen, dass die induzierten Effekte in der Herzfrequenz tendenziell höher als im systolischen Blutdruck und deutlich größer als im diastolischen Blutdruck waren. Die individuellen Unterschiede der Herzfrequenz waren sehr gut reproduzierbar und vorbildlich im Vergleich zu den Blutdruckmessungen. Doch ist hier zu bedenken, dass es sich bei letzteren um einmalige Messungen in jeder Phase und nicht um kontinuierliche Messungen wie bei der Herzfrequenz handelte. Sowohl Blutdruck- als auch Herzfrequenz-Reaktionen waren ausgangswertabhängig: bei höheren Ausgangswerten waren auch die Anstiege größer (siehe Abschnitt 5.8.2).

Auch die Messmethodik kann eine Rolle gespielt haben. Die auskultatorische Messung musste im Kreislauf-Labor wegen des Geräuschpegels der Ergometrie mit einem piezoelektrischen Manschetten-Mikrophon vorgenommen werden. Diese Methode wurde auch im Polygraph-Labor verwendet, da sich die Untersuchungsteilnehmer in der geschlossenen Untersuchungskabine befanden. Hier wurde halbautomatisch gemessen, d.h. mit zeitgesteuerten Intervallen des Aufpumpens der Manschette, wobei der Untersucher die Korotkowschöne über ein Mikrophon hörte und zugleich die Quecksilberskala ablesen konnte. Vergleichsmessungen ergaben, dass die Länge des Luftschlauchs keine wichtige Rolle spielte (siehe Fahrenberg et al., 1984).

Zum Vergleich sind entsprechende Statistiken der psychologischen Variablen zu nennen. Der aktuelle Zustand war in der Ruhephase auf sieben-

stufigen Skalen zu bewerten. Nach jeder Aufgabe sollte dann das Befinden als Veränderung im Vergleich zu dieser Ruhephase beurteilt werden, jedoch auf 21-stufigen Skalen (mittlere Position Null als "unverändert"). Die subjektiven Reaktionen waren in den Phasen Rechnen und Interview am stärksten ausgeprägt.

Tabelle 5.1: Reaktionen, Stabilitätskoeffizienten und Ausgangswert-Abhängigkeiten von Blutdruck und Herzfrequenz (N = 125)

	Ruhe 1 M	Rechnen 1 M	$r_{tt}$ Ruhe 1/2	$r_{tt}$ Rechnen 1/2	Ausgangswert- abhängigkeiten
Systolischer Blutdruck mm Hg	121.8 (SD=11.6)	137.6 (SD=15.7)	.81	.88	Ruhe zu Rechnen 1, Interview
Diastolischer Blutdruck mm Hg	68.8 (SD=7.4)	75.1 (SD=7.8)	.64	.72	Ruhe zu Interview
Herzfrequenz	71.5 (SD=10.4)	88.6 (SD=15.7)	.93	.94	Ruhe zu Rechnen 1, Interview
Wach	4.2 (SD=1.6)	+ 5.1 (SD=2.4)	–	.47	–
Angespannt	2.4 (SD=1.1)	+ 5.4 (SD=2.6)	–	.51	–
Puls	2,0 (SD=1.3)	+ 4.3 (SD=2.2)	–	.45	–
Verkrampfung	1.4 (SD=0.7)	+ 2.2 (SD=3.4)	–	.65	–
Situation lästig	1.4 (SD=0.6)	+ 3.5 (SD=2.5)	–	.49	–

Anmerkungen: Psychologische Einstufungen der Ruhe 1 auf siebenstufigen Skalen, Rechnen auf 21-stufigen Veränderungs-Skalen. Zur Frage der Ausgangswert-Abhängigkeit siehe Abschnitt 5.8.2

### 5.3 Zweite Grundlagenstudie: Aktivierungsforschung im Labor-Feld-Vergleich

Mit der zweiten Untersuchung sollte der Untersuchungsansatz der Aktivierungsforschung ausgeweitet werden, und zugleich wichtige Ergebnisse der ersten Studie überprüft werden. Die kritischen Ergebnisse zum Konzept der psychophysischen Aktivierung hätten zumindest teilweise auch eine Folge der relativ geringen Effektstärken der Laboraufgaben sein können. Eine andere Erklärungshypothese könnte in einer zu geringen Reli-

abilität gesucht werden, d.h. in Messfehlern (Reliabilität im engeren Sinn) oder in zeitlicher Instabilität, also mangelnder Reproduzierbarkeit in wiederholten Untersuchungen. Diese Einwände sind zu diskutieren, dürfen aber nicht generell einen Mangel an "positiven" Ergebnissen entschuldigen.

Als Annäherung an die theoretisch möglichen vita-maxima- und vita-minima-Bedingungen wurden für diese Untersuchung eine maximale körperliche Belastung (und deren Antizipation) außerhalb des Labors und die Registrierung des Nachtschlafs zu Hause ausgewählt. Im Labor bestanden durch die maximale Ergometerbelastung und verschiedene Phasen von Ruhe, Entspannung oder Antizipation vergleichbare Untersuchungsbedingungen. Die Wiederholung der Untersuchung nach 3 Wochen, 3 Monaten und 12 Monaten ermöglichte eine systematische Analyse der Reproduzierbarkeit und Generalisierbarkeit von individuellen Ruhewerten und Reaktionsunterschieden auf emotionale, mentale und intensive körperliche Belastungen. Mit 58 Studenten (Alter  $M = 23.3$ ,  $SD = 2.4$ ) mit dem Hauptfach Sport ließ sich dieser Untersuchungsplan verwirklichen. *Aktivierungsforschung im Labor-Feld-Vergleich. Zur Vorhersage von Intensität und Mustern psychophysischer Aktivierungsprozesse während wiederholter psychischer und körperlicher Belastung (Fahrenberg, Foerster, Schneider, Müller & Myrtek, 1984); Die Wirkung eines modifizierten Autogenen Trainings auf Befindens-, Leistungs- und physiologische Parameter bei Sportlern in Laborsituationen und beim 1000 m-Lauf (Schneider, 1985); Psychophysiological assessments in a repeated - measurement design extending over a one-year interval: Trends and stability (Fahrenberg, Schneider & Safian, 1987).*

### **Zusammenfassung der Labor-Feldstudie**

"Diese Labor-Feld-Vergleichsstudie schließt eine Serie von Untersuchungen zur multivariaten Aktivierungsforschung ab. Diese Differentielle Psychophysiologie befasst sich vorrangig mit der Beschreibung und Vorhersage von individuellen Unterschieden und von Mustern der Aktivierungsprozesse. Dies kann unter verschiedenen Perspektiven versucht werden: (1) mittels globaler theoretischer Konstrukte wie "psychophysische Aktivierung" und "psychophysische Reaktivität", d.h. mit allgemeinen Dispositionsprädikaten; (2) durch die Analyse individualspezifischer Reaktionsmuster, d.h. mit "idiographischen" Dispositionsbegriffen; (3) durch

statistische Vorhersage/Generalisierung der individuellen Kennwerte in einzelnen Aktivierungsvariablen. Multivariate Analysen dienen der Klärung dieser Konstrukte und der Beurteilung der praktischen Möglichkeiten und Grenzen psychophysiologischer Diagnostik. Die Anwendung "im Feld" fordert zur theoretischen, methodologischen und empirischen Auseinandersetzung heraus.

Als hauptsächliche Fragestellungen des Projektes sind zu nennen: Labor-Feld-Vergleich individueller Unterschiede in den Aktivierungsprozessen mit entsprechenden Vorhersage- und Generalisierungsversuchen, Vorhersage solcher Differenzen aus habituellen Persönlichkeitsmerkmalen, Analyse psychophysiologischer Reaktionsmuster. Weitere Fragestellungen betreffen die Effekte eines psychophysiologischen Regulationstrainings, die psychophysiologische Prüfung des sog. Verhaltensmusters A, Trends und Stabilitätskoeffizienten von Aktivierungsparametern über den Zeitraum eines Jahres sowie ergänzende Methodenstudien.

Der für diese Studie gewonnene Datensatz ist ungewöhnlich umfangreich, da er mehreren Fragestellungen dient und zugleich eine teilweise Replikation vorausgegangener Untersuchungen ermöglichen soll. Unter verschiedenen psychischen und körperlichen Belastungen im Labor und im Feld wurden 58 Sportstudenten, die freiwillig teilnahmen und dafür ein Honorar erhielten, untersucht. Im Abstand von 3 Wochen und 3 Monaten wurde diese Untersuchung wiederholt; 12 Monate nach der Erstuntersuchung konnte bei  $N = 42$  von ihnen die Registrierung im Polygraph-Labor ein viertes Mal und die häusliche EKG-Registrierung während des Schlafs ein zweites Mal durchgeführt werden. Vom zweiten Untersuchungstermin an nahmen nach Zufallsauswahl 19 Probanden an einem "Regulationstraining für Sportler", d.h. einem modifizierten Autogenen Training teil, während die übrigen Studenten entweder der Seminargruppe oder der Wartekontrollgruppe zugewiesen wurden.

Untersuchungssituationen waren u.a. Phasen der Ruhe und der aktiven Entspannung im Labor und im Sportstadion, mehrere für Aktivierungs- und Stress-Experimente typische Belastungen wie Rechnen unter Lärmbedingungen, Reaktionszeit-Test, Halten einer freien Rede, Cold-Pressor-Test. Im Kreislauf-Labor wurde eine körperliche Höchstbelastung am Fahrradergometer bis zum Abbruch durchgeführt, und im Feld folgte nach den Vorstart-Phasen der 1000 m-Lauf, für den keiner der Studenten trainiert war. Die Leistungssituationen wurden mit zusätzlichem finanziellen

Anreiz verbunden. Vor und nach den wichtigsten Leistungsanforderungen wurden Antizipations- und Erholungs-Phasen registriert.

In allen Situationen wurden Selbst-Einstufungen des Befindens auf Adjektiv-Skalen gewonnen und physiologische Funktionen registriert: im Polygraph-Labor Herzfrequenz, IKG, PVA, Atemtätigkeit, Augenaktivität, EDA und – diskontinuierlich – Blutdruck sowie zu zwei Terminen Urin-Catecholamine; im Kreislauf-Labor: Herz-Kreislauf-Parameter und Atmungsparameter einschließlich Gasaustausch; im Feld Herzfrequenz, Pulswellengeschwindigkeit, Atemfrequenz, Augenaktivität (mit dem digitalen Mess-System M2P der DFVLR und dem Analog-Bandspeicher Medilog der Firma Oxford) sowie der Blutdruck. Selbst-Einstufungen, Herzfrequenz, Atemfrequenz, systolischer und diastolischer Blutdruck liegen aus fast allen Situationen vor. Als Aktivierungsvariablen wurden solche Variablen ausgewählt, welche bestimmten Kriterien genügten: Diskriminationsleistung zwischen Personen und Situationen, geringe Redundanz im Vergleich zu anderen Parametern desselben Funktionssystems und Verteilungscharakteristika. Zu explorativen Zwecken wurden außerdem Skalenwerte für bestimmte Funktionsbereiche (Aggregate) gebildet. Aus einer umfangreichen Eingangsuntersuchung, die zugleich der Eingewöhnung dient, liegen zusätzliche Daten aus Fragebogen, aus dem Typ A/B-Interview, Körperbau-Messungen u.a. vor.

Die ausgewählten Belastungen führten zu erheblichen subjektiven und physiologischen Effekten mit großer intra- und interindividueller Varianz und situationsspezifischen Reaktionsmustern. Die Mehrzahl der Aktivierungsvariablen zeigt nur relativ geringe Trends über die Untersuchungs-terminen, und die Rangordnung der Situationen hinsichtlich mittlerer Aktiviertheit ist gut reproduzierbar. Aus den Stabilitätskoeffizienten ist jedoch zu erkennen, dass eine relativ große funktionelle Fluktuation bestehen muss. Die Rangordnung der Individuen ist nur in einigen Aktivierungsvariablen, z.B. der Herzfrequenz, und dann besser in Aktiviertheits- (Belastungs-) als in Aktivierungs- (Veränderungs-) Werten, befriedigend reproduzierbar.

Die Prüfung der Vorhersagbarkeit individueller Unterschiede verlangt den Vergleich innerhalb und zwischen Laborsituationen und zwischen Laborsituationen und Feldsituationen einschließlich einer Generalisierbarkeitsstudie im Sinne von Cronbach et al. (1972).

Die Ergebnisse lassen zwei Schlussfolgerungen zu. Individuelle Unterschiede in den Feldsituationen sind aus relativ "ähnlichen" Laborsituationen in signifikantem Ausmaß vorhersagbar. Der Varianzanteil ist jedoch in der Regel so klein, dass er für individuum-bezogene praktische Zwecke unzureichend ist. Die Schwierigkeiten dieser Evaluation von Vorhersagbarkeit/Generalisierbarkeit wurden unter verschiedenen Aspekten diskutiert. Nicht zu übersehen sind die faktische Begrenzung durch die Höhe der überhaupt beobachtbaren Stabilitätskoeffizienten und die grundsätzlichen Schwierigkeiten, hier Kriterien und Entscheidungsnutzen eines Assessments überzeugend zu formulieren. Die Auswahl und relative Äquivalenz ("gleicher Geschehenstyp") der Belastungsbedingungen sind von entscheidender Bedeutung für den Versuchsplan und die empirische Überzeugungskraft dieser oder anderer Studien. Operationalisierungsversuche der Ähnlichkeit auf verschiedenen Datenebenen führten hier zu teilweise konvergierenden, aber auch zu divergierenden Urteilen. So ist Skepsis angebracht, wenn psychologisch beurteilt werden soll, ob Situationen den gleichen Geschehenstyp repräsentieren oder unähnlich sind.

Erneut widerlegt wurde die Annahme, dass aus habituellen Persönlichkeitsmerkmalen, insbesondere aus Fragebogendaten über Emotionale Labilität und Häufigkeit körperlicher Beschwerden, individuelle Unterschiede aktueller Aktivierungsprozesse vorherzusagen sind. Auch für die postulierten psychophysiologischen Grundlagen des hier durch Interview und Fragebogen bestimmten Persönlichkeitstyps A ergab sich keine Bestätigung.

Erneut bekräftigt wurde dagegen die Hypothesen über individualspezifische und situationsspezifische Reaktionsmuster in den psychologischen und den physiologischen Variablen. Ein Drittel der Probanden zeigt beim ersten Untersuchungstermin ein signifikantes physiologisches ISR-Muster, das bei einigen Probanden statistisch auch nach 12 Monaten nachweisbar bleibt. Allerdings sind die physiologische und psychologische ISR-Tendenz in Labordaten und Felddaten voneinander unabhängig.

Die Diskussion der Untersuchungsergebnisse führt – wie in den vorausgegangenen Untersuchungen – zur grundsätzlichen Kritik des theoretischen Konstrukts "psychophysische Aktivierung/Reaktivität". Die auch in diesem Labor-Feld-Vergleich beobachtete Inkonsistenz und Fraktionierung der Aktivierungsparameter und die unbefriedigenden Vorhersagemöglichkeiten individueller Unterschiede verlangen theoretische und

methodologische Konsequenzen. Nur als allgemeinspsychologischer Begriff bleibt "Aktivierung" im Sinne einer generellen oder einer synergistischen (SSR) Funktionsanregung vertretbar, in der Differentiellen Psychophysiologie, insbesondere für individuelle Aussagen in Anwendungsfeldern, sind diese Konstrukte empirisch nicht zu rechtfertigen. Aus diesem Sachverhalt ergeben sich einige Thesen, wie die psychophysiologische Laborforschung und Feldforschung zu akzentuieren sind." (Fahrenberg et al., 1984, S. 245-247).

### **Stabilität und Generalisierbarkeit der Blutdruckmessungen**

"Intra-individual variability in psychophysiological parameters of activation processes can be attributed to functional fluctuation and/or error of measurement. A repeated measurement design at intervals of about three weeks, three months and one-year duration, in which a laboratory-field comparison was made with respect to predictability of individual differences, provided data on a broad spectrum of physiological and psychological variables measured under various conditions.

We investigated the reproducibility of commonly used laboratory measures in a sample of male students of physical education (N = 58). Results indicate that a hypothetical general trend component accounts for less than 10 percent of the total variance in a two-factorial ANOVA (Subjects x Replications). Stability coefficients based on raw scores (rest and strain scores) are relatively higher than those based on change scores. Stability of heart rate, pulse wave velocity, respiration rate during rest, mental arithmetic and cold pressor test, and cardiovascular and respiratory parameter during ergometer exercise and 1000m run exceed the stability of blood pressure, parameters from impedance cardiography, eye blink and electrodermal activity during the respective laboratory conditions. The implications of such descriptive studies for the planning and evaluation of longitudinal studies and for selection of parameters depicting habitual dispositions in differential psychophysiology research are indicated." (Fahrenberg, Schneider & Safian, 1987, S.49).

### **Kommentar**

Die Ruhephasen zu Anfang und zu Ende der belastenden Untersuchung im Polygraph-Labor waren nur bedingt vergleichbar, so dass die Kurzzeit-Stabilitäten durch Messfehler und durch die zwischenzeitlichen Ereignis-

se beeinflusst waren. Deswegen waren sie als eine Unterschätzung anzusehen. Die anderen Stabilitätskoeffizienten bezogen sich nur auf die Anfangsruhe. Sie zeigten, dass sich die individuellen Unterschiede (Rangreihen der Personen) nach drei Wochen und drei Monaten auch hinsichtlich der Herz- und Atemfrequenz und nicht nur beim Blutdruck zwar sehr signifikant, in der Größenordnung jedoch unbefriedigend reproduzieren ließen. Das Regulationstraining, an dem ein Teil der Sportstudenten nach dem zweiten Untersuchungstermin teilnahm, hatte wahrscheinlich keine differentielle Auswirkungen auf die Stabilitätsprüfung, da sich die beobachteten Gruppenunterschiede im wesentlichen auf die subjektive Seite beschränkten (Schneider, 1985).

Einen Eindruck von der Variationsbreite innerhalb und zwischen den Untersuchten vermittelt die Tabelle 5.2. Bei der Bewertung ist zu bedenken, dass es sich um gesunde junge Männer in einem sehr gutem Trainingszustand handelte. Die extreme Spannweite zwischen dem nächtlichen Minimum der Herzfrequenz von durchschnittlich 39.4 und dem Maximum im 1000m Lauf 179.0 legte es nahe, nach der adäquaten Berechnung von Reaktionswerten und nach den biologisch sinnvollen Ausgangswerten solcher Reaktionsbeurteilungen zu fragen. An diesem Datensatz wurde eine Methodenstudie unternommen, um Reaktionswerte, die entweder auf nächtliche Basalwerte, auf andere Ruhewerte oder Vita maxima-Bedingungen bezogen wurden, zu vergleichen. Außerdem wurden die von Lykken vorgeschlagenen sog. range-korrigierten Reaktionswerte berechnet, die eine momentane Reaktion auf den empirisch beobachtbaren (individuell u.U. sehr verschiedenen) Range eines Individuums beziehen. Diese "individuelle Standardisierung" könnte theoretisch die Vergleichbarkeit erhöhen, scheitert aber praktisch an den Schwierigkeiten, den individuellen Range überzeugend zu messen. *Adequate scaling of heart rate reactions. – A comparative study based on resting levels, measures of basal (sleeping) state, vita maxima, and individual range (Fahrenberg, Foerster, Schneider, Müller & Myrtek, 1985); Response scaling: Night-time baselines, resting baselines, and initial-value dependencies (Fahrenberg, Foerster & Franck, 1995; siehe Abschnitt 5.8.2).*

Tabelle 5.2: Übersicht über Mittelwerte von Herzfrequenz, Atemfrequenz und Blutdruck (N = 58)

Bedingung	Herzfrequenz Schläge/ Minute		Atemfrequenz Züge/ Minute		Systolischer Blutdruck mm Hg		Diastolischer Blutdruck mm Hg	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
	Polygraph-Labor							
Ruhe Polygraph-Labor	66.2	7.9	14.3	3.4	124	17	72	7
Rechnen	87.1	15.1	16.9	4.3	153	25	95	15
Konzentrations- Versuch	72.5	10.9	17.7	2.7				
Freie Rede	91.7	14.7	–	–				
Cold-Pressor 1.+2. Minute	75.1	10.9	15.1	3.3				
Endruhe Polygraph- Labor	63.3	7.1	15.3	3.2				
	Kreislauf-Labor							
Ruhe vor Ergometrie	73.2	10.4	14.0	4.3	126	13	85	10
Ergometer 100 Watt	124.2	13.2	21.6	4.8				
Ergometer 250 Watt	176.2	11.0	37.0	8.1	171	32	73	16
Recovery 3. + 4. Min	116.7	12.4	23.9	5.3	–	–	–	–
	Stadion							
Entspannung im Gebäude	71.8	11.5	15.6	3.2	129	12	83	8
Entspannung vor Start	73.3	12.6	15.0	3.1				
1000 m Lauf	179.0	8.5	45.1	7.6	184	24	90	12
Recovery 3. Min	135.4	16.6	33.1	7.0	–	–	–	–
Recovery 6. Min	110.8	14.7	28.1	5.6		–	–	–
	Monitoring zu Hause							
Nacht Mittelwert	47.7	5.9	14.0	2,7	–	–	–	–
Nacht Minimum	39.4	5.2	–	–	–	–	–	–

Anmerkung: Messungen der Herz- und Atemfrequenzen liegen aus mehr Untersuchungsphasen vor als beim Blutdruck. In den beiden Laboratorien und im Stadion wurden verschiedene Geräte zur Blutdruckmessung, jedoch alle mit Manschettenmikrophon, verwendet.

Die Stabilität der individuellen Messwerte aus den Ruhebedingungen zeigt die Tabelle 5.3. Beim Vergleich ist erneut zu bedenken, dass Herz- und Atemfrequenzen auf Mittelwerten der Untersuchungsphasen beruhten, die Blutdruckwerte und Selbsteinstufungen dagegen nur einmalige Daten waren.

Tabelle 5.3: Stabilitätskoeffizienten (erste Ruhebedingung im Polygraph-Labor)

Interval	Systol. Blutdruck	Diastol. Blutdruck	Herzfrequenz	Atemfrequenz	Anspannung
30 Minuten <sup>1</sup>	.66**	.64**	.81**	.77**	—
3 Wochen	.38**	.32**	.64**	.66**	.53**
3 Monate	.26*	.31**	.34**	.55**	.04
1 Jahr	.18	.34**	.47**	.65**	.00

Anmerkungen: <sup>1</sup> Zur Berechnung wurden hier die Messungen in Ruhe 1 und Ruhe 2 verwendet. Valides N = 53 bis 58, nach 1 Jahr N = 42; \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$ . (Fahrenberg et al., 1986, S. 329)

Blutdruckmessungen haben, z.B. im Vergleich zur Herzfrequenz (EKG), eine deutlich größere Messfehlervarianz und – dadurch bedingt – eine geringere Stabilität. Außerdem könnte die spezielle Messmethodik reliabilitäts-mindernd gewirkt haben (siehe Abschnitt 5.2).

Die Tabelle 5.4 ermöglicht den Vergleich zwischen den Stabilitätskoeffizienten unter Ruhe- und Belastungsbedingungen. In einigen, aber nicht in allen Fällen lagen die Koeffizienten der Belastungswerte etwas höher. Die berichteten Stabilitätskoeffizienten bedeuteten eine erhebliche Einschränkung für den Versuch, die im Feld gemessenen Unterschiede aus den Laborergebnissen vorherzusagen. Die Vorhersage gelang, wie die einfachen Korrelationskoeffizienten in Tabelle 5.5 zeigen, noch am besten für die Herz- und Atemfrequenzen, in geringerem Maße für den Blutdruck, und von der maximalen Belastung abgesehen, überhaupt nicht für die erlebte Anspannung. Werden z.B. die Herzfrequenzen betrachtet und die quadrierten Korrelationskoeffizienten als Hinweis auf die aufgeklärte Varianz im Feld genommen, so wurden nur etwa 35 bis 50 % der interindividuellen Varianz in Entspannungssituationen und nur 12 bis 30 % unter den vita maxima-Bedingung aufgeklärt.

Tabelle 5.4: Stabilitätskoeffizienten über Intervalle von 3 Wochen (1/2), drei Monaten (1/3) und einem Jahr (1/4) (N = 58)

	Ter- mine	Ruhe 1	Kopf- rechnen	Cold- Pressor- Test	Ergome- ter max. Watt	1000m Lauf
Systolischer BD	1/2	.38	.16	.36	.42	.56
	1/3	.26	.08	.27	.31	.52
	1/4	.18	.28	.10	—	—
Diastolischer BD	1/2	.32	.24	.20	.44	.44
	1/3	.31	.42	.41	.26	.37
	1/4	.34	.33	.27	—	—
Herzfrequenz	1/2	.64	.76	.75	.73	.58
	1/3	.34	.52	.67	.65	.32
	1/4	.47	.57	.64	—	—

Anmerkung: Die Untersuchungen im Kreislauf-Labor und Stadion konnten nur an den Terminen 1 bis 3 durchgeführt werden (Fahrenberg, Schneider & Safian, 1987, S. 58-59)

"Significant relationships exist between scores from corresponding conditions of relaxation, anticipation, and performance of physical exercise. However, with the exception of heart rate, correlation coefficients are rather small and seem to be of questionable predictive validity. A generalizability study further supports the general conclusion: To increase the practical relevance in psychological investigations of stress/strain phenomena, such studies should directly assess individual differences in the criterion situations themselves." (*Fahrenberg, Foerster, Schneider, Müller & Myrtek, 1986, S. 323*).

Entsprechende Stabilitätskoeffizienten der aktuellen psychologischen Selbsteinstufungen, u.a. angespannt, aktiv und irritiert, lagen meist deutlich niedriger, d.h. zwischen Termin 1 und 4 in der Größenordnung .50 bis .25. Im Vergleich hierzu erreichten die Fragebogenwerte der körperlichen Beschwerden (1/4) .75, und objektive Daten wie die Reaktionszeitmessungen .59 (1/3), die Wattleistung am Ergometer (1/3) .76 und die 1000m Zeit (1/3) .74.

Tabelle 5.5: Labor-Feld-Vorhersagbarkeit im Vergleich der drei Termine

Labor-Bedingung	Unter- su- chung	Herz- fre- quenz	Atem- fre- quenz	Systo- lischer Blut- druck	Diasto- lischer Blut- druck	Erlebte An- span- nung
Stadion: Entspannungsphase im Gebäude						
Entspannungs- phase	1	.58**	.70**	.23	.36**	.10
	2	.67**	.54**	.34**	.45**	-.07
	3	.66**	.68**	.17	.27*	.07
Stadion: Entspannung vor dem Start						
Antizipation Er- gometer	1	.53**	.39**	.22	.42**	.01
	2	.48**	.43**	.26	.17	.15
	3	.51**	.44**	.48**	.25	.01
Stadion: 1000m Lauf						
Max. Belastung Ergometer	1	.35**	.39**	.32*	.33*	.11
	2	.38**	.39**	.33*	.25	.38**
	3	.56**	.48**	.56**	.37*	.42**

Anmerkung: valides N = 53 bis 58; \*\* p < .01, \* p < .05 (Fahrenberg et al., 1986, S. 328)

### Evaluation der Labor-Feld-Studie und Ausblick

"Beim gegenwärtigen Stand war es sehr anspruchsvoll, von einer *multivariaten Aktivierungstheorie* einen einheitlichen Bezugsrahmen für das notwendige Mehrkomponenten-Modell und für die verschiedenen Spezifitäts-Prinzipien im Sinne des SSR-, ISR- und MSR-Verhaltens zu erwarten. (...) Der dispositionelle Erklärungsversuch durch Konzepte wie Emotionale / Vegetative Labilität, körperliche Leistungsfähigkeit, psychophysische Reaktivität erwies sich als zu global und für praktische Vorhersagezwecke insignifikant. Der "idiographische Erklärungsversuch" lieferte wiederholt Ergebnisse, dass etwa ein Drittel der Probanden signifikante individualspezifische Reaktionsmuster aufweist. Dies ist ein für die Persönlichkeitstheorie und für die Pathogenese-Theorie psychosomatischer Krankheiten wesentlicher Befund. Der Aufwand dieser Spezifitätsanaly-

se und die Unabhängigkeit psychologischer und physiologischer ISR-Muster schränken die praktisch-diagnostische Bedeutung stark ein. (...)

Aus Labordaten können individuelle Unterschiede der Aktivierungsprozesse in Kriteriensituationen der Feldregistrierung überzufällig vorhergesagt werden – dies entspricht wohl nicht den Erwartungen mancher Kritiker der Laborforschung. Andererseits sind die Koeffizienten und aufklärten Varianzanteile, selbst für die Herzfrequenz, in den ähnlichen (?) Entspannungs- und Leistungssituationen, keine hinreichende Basis für zuverlässige Individualdiagnostik – dies entspricht kaum den Erwartungen mancher Stress-Theoretiker oder Diagnostiker, welche aus einzelnen Labordaten u.U. konsequenzenreiche Aussagen ableiten. Selbstverständlich wird bei diesen Kommentaren vorausgesetzt, dass der hier unternommene Labor-Feld-Vergleich überhaupt aussagefähig ist. Da es die erste Untersuchung dieser Art ist, bleibt noch viel Spielraum für andere Studien, die vielleicht überzeugendere Kompromisse der Versuchsplanung und Situationswahl finden und andere Probandengruppen mit größerer Merkmalsvarianz nutzen. (...)

Die laborbezogene Psychophysiologie wird sich als Grundlagenarbeit in aussichtsreicher Weise mit der Analyse von Mustern, d.h. dem allgemeinen (SSR) und dem individuellen (ISR) Reaktionsverhalten befassen können. Die Präzisierung solcher Muster wird hier, z.B. im Bereich der kardiovaskulären Psychophysiologie, zu einer noch stärker physiologisch orientierten Funktionsanalyse und Modellbildung führen. Aufgabe der Psychophysiologie ist es – vor allem mit nicht-invasiver Methodik – solche Reaktionsmuster zu analysieren, welche unter primär psychologisch beschreibbaren Bedingungen ausgelöst und modifiziert werden können.

Die anwendungsbezogene Psychophysiologie wird sich voraussichtlich stärker auf die jeweils interessierende, reale Kriteriensituation und auf die dort gestellten Entscheidungsaufgaben, sei es am Arbeitsplatz, sei es in der poststationären Phase von Koronarkranken, beziehen müssen. Durch miniaturisierte Mehrkanal-Datenerfassungssysteme bestehen heute günstigere Voraussetzung für solche psychophysiologischen Studien, als es noch vor wenigen Jahren der Fall war. Die vorliegende Labor-Feld-Studie sollte diesen Weg erkunden und methodische Grundlagen für Anschlussstudien liefern.

Die komplementäre Labor-Feld-Strategie, welche in der methodologischen Diskussion skizziert worden ist, erscheint nach den Erfahrungen

dieser Untersuchung um so mehr als ein idealisiertes Programm, das kaum von einer einzelnen Arbeitsgruppe, sondern höchstens durch organisierte Kooperation voranzubringen sein wird. Laborforschung und Feldforschung haben auch auf diesem Gebiet ihre charakteristischen Schwerpunkte.

Die hier dargestellte Serie von Untersuchungen zum Problem der Vorhersagbarkeit individueller Differenzen in Aktivierungsprozessen trägt dazu bei, die Möglichkeiten und Grenzen der laborbezogenen und der praktisch-kriterienbezogenen Psychophysiologie zu erkennen und die Konzepte und Methoden entsprechend zu differenzieren und weiterzuentwickeln." (*Fahrenberg et al., 1984, S. 241-243*).

Der Labor-Feld-Vergleich mit den unerwartet geringen Vorhersagemöglichkeiten bahnte in diesem Forschungsprogramm den Weg für die Entwicklung der Methodik des ambulanten psychophysiologischen Monitoring. Es sind in den folgenden Jahren, angeregt auch durch die Verfügbarkeit von geeigneten Rekordern/Analyzern, mehrere aufeinander aufbauende Untersuchungen zu verschiedenen Themen entstanden.

### **Vorhersage psychophysischer Aktivierung durch Testwerte der Emotionalität u.a.**

Können individuelle Unterschiede der physiologischen Aktivierungsprozesse aus Persönlichkeitseigenschaften vorhergesagt werden? Dies war eine wichtige Fragestellung beider Grundlagenstudien.

Die zuvor im Kapitel zur Psychophysiologischen Konstitutionsforschung zusammengefassten Untersuchungen hatten darin übereingestimmt, dass keine substanziellen und replizierbaren Zusammenhänge zwischen der Persönlichkeitsdimension Emotionalität (Neurotizismus) und physiologischen Konzepten der vegetativen Labilität, Kreislauf-Reaktivität oder Sympathikotonie bestanden. Nicht einmal diese Konzepte hielten den hier verwendeten Prüfstrategien Stand. Die Reaktionsverhältnisse sind sehr viel komplexer und ließen sich nicht auf solche dimensional Begriffe der Reaktivität oder Labilität reduzieren. Statt dessen muss das Reaktionsverhalten der einzelnen Funktionssysteme gemessen werden.

Da für die Operationalisierungsstudien im Polygraph-Labor eine noch breitere Auswahl von physiologischen und psychologischen Aktivie-

rungsvariablen erfasst wurde, konnte die Hypothese erneut geprüft werden. Auch hier wurden die drei Prädiktoren Emotionale Labilität (FPI-N), Häufigkeit körperlicher Beschwerden (FBL-11) und körperliche Leistungsfähigkeit ( $VO_2$  max ) verwendet und als vorherzusagende Aspekte des Konzepts "psychophysische Aktivierung" die Mittelwerte folgender Variablen: der erlebten Anspannung und Unsicherheit, der Herzfrequenz, des Herzminutenvolumens (IKG), des systolischen Blutdrucks, der Lidschlagfrequenz, der elektrodermalen Aktivität (Anzahl SCR) und Atem-Unregelmässigkeit. Die Regressionen wurden u.a. für die drei Phasen: Ruhebedingung, Rechen-Phase und Vorstart-Phase im Stadion durchgeführt. Abgesehen von den eher trivialen Korrelationen (Emotionalität FPI mit Selbsteinstufungen angespannt, unsicher;  $VO_2$  max mit Herzfrequenz) gab es so wenige Beziehungen, dass bei zufallskritischer Prüfung an der Null-Hypothese festgehalten werden musste.

Wegen einiger methodischer Unterschiede konnte zwar nicht von einer *identischen* Replikation gesprochen werden, doch war der Untersuchungsansatz so ähnlich, dass nun angesichts der robusten Ergebnisse eine systematische Falsifikation der Hypothesen Eysencks festzustellen war.

Die kritischen Schlussfolgerungen wurden noch durch eine weitere multivariate Untersuchung, die einem ähnlichen Ansatz folgte, bestätigt: *Personality, situation and physiological arousability* (Stemmler & Meinhardt, 1990).

### **Zusammenfassung**

"Predictions from the physiological arousability concept in H.J. Eysenck's personality theory were investigated. Interindividual differences (N=42) in extraversion, neuroticism, aggressivity and somatic complaints (questionnaire data) were related (1) to level and variability of physiological reactivity and (2) to an index of arousability. A large sample of 48 experimental conditions differing widely in "intensity" and emotional "stressfulness", and 34 physiological parameters comprising somatomotor, autonomic, and EEG variables were employed. Physiological data were aggregated into four functionally significant variates. Psychophysiological relationships were analysed with canonical, multiple and Pearson correlations. A randomisation procedure was used to detect violations of statistical assumptions. Results did not support the predictions: (1) Level

and variability of reactivity were not related to personality, (2) extraversion was not more closely related to arousability than neuroticism, (3) stimulus intensity (physiologically operationalized) failed to be a significant moderator of personality x arousability relationships, and (4) neuroticism did not have closer relationships to arousability within emotionally stressful than within nonstressful situations. Results from exploratory analyses suggested that (1) the trait of aggressivity has been hitherto underestimated, it possessed the largest psychophysiological relationships, (2) different sources of arousal (one stimulus bound and one related to the entire setting) could sometimes interact in determining the degree of personality x arousability correlations, and (3) less normative situations (permitting larger behavioural variability) could be at least as effective as highly normative task periods in producing notable correlations. In conclusion, the arousability concept in personality theory is hampered by the vague notion of what a "situation" is." (Stemmler & Meinhardt, 1990, S. 293).

## **5.4 Untersuchungen von Reaktionsmustern und Aktivierungskomponenten**

Die Analyse der Reaktionsmuster war bereits eine wesentliche Fragestellung in der ersten und der zweiten Grundlagenstudie und sollte dies unbedingt auch in der dritten Studie zur Psychophysiologie des labil-hypertonen Blutdruckverhaltens werden. Deswegen wird hier ein Abschnitt eingeschoben, um die bisherigen Untersuchungsergebnisse zu diesem Thema zu schildern und die Entwicklungsschritte und Schlussfolgerungen dieses Forschungsansatzes zu begründen. Diese Konzepte und die älteren Untersuchungen wurden in mehreren Arbeiten referiert: *Psychophysiologische Persönlichkeitsforschung* (Fahrenberg, 1967); *Individuelle Unterschiede* (Fahrenberg, 1969a); *Psychophysiological individuality: A pattern analytic approach to personality research and psychosomatic medicine* (Fahrenberg, 1986b); *Biopsychologische Unterschiede* (Fahrenberg, 1995a); *Psychophysiological assessment: Conceptual, psychometric, and statistical issues* (Stemmler & Fahrenberg, 1989); *Differential psychophysiology: Persons in situations* (Stemmler, 1992a); *On the status of individual response specificity* (Marwitz & Stemmler, 1998); *Grundlagen psychophysiologischer Methodik* (Stemmler, 2001).

## **Individualspezifisches Reaktionsmuster**

Die Datensätze der beiden Grundlagenstudien zur Operationalisierung von Aktivierung bzw. zum Labor-Feld-Vergleich ermöglichten genauere psychophysiologische Analysen als zuvor und außerdem eine Prüfung der zeitlichen Stabilität (Reproduzierbarkeit). Dazu gehörte auch eine statistisch-methodische Präzisierung: Wie ist die Annahme solcher Reaktionsmuster an einem Satz ausgewählter Aktivierungsvariablen und Belastungen zu prüfen, die Anzahl von Personen mit signifikantem ISR festzustellen und die Anteile der ISR, SSR und MSR an der Gesamtvarianz zu berechnen? Die beiden Untersuchungen sind trotz einiger Unterschiede methodisch ähnlich genug, um als Überprüfungen gelten zu können. Eine dritte Spezifitätsanalyse wurde unternommen, um zu sehen, ob sich Personen mit erhöhtem Blutdruck auch durch ein typisches Reaktionsmuster im Sinne des ISR-Prinzips auszeichneten. Für die vierte Analyse wurden die Daten eines pharmako-psychophysiologischen Experiments verwendet. *Zur Beurteilung individualspezifischer, stimulusspezifischer und motivationsspezifischer Reaktionsmuster im Aktivierungsexperiment Foerster & Walschburger, 1980*); *Individualspezifische, stimulusspezifische und motivationsspezifische Reaktionsmuster im zweimal wiederholten Aktivierungsexperiment (Foerster & Schneider, 1982)*; *Psychophysiologische Reaktionsmuster. Zur Theorie und Methodik der Analyse individualspezifischer, stimulusspezifischer und motivationsspezifischer Reaktionsmuster in Aktivierungsprozessen (Foerster, Schneider & Walschburger, 1983)*; *The differentiation of individual-specific, stimulus-specific, and motivation-specific response patterns in activation processes: An inquiry investigating their stability and possible importance in psychophysiology (Foerster, Schneider & Walschburger, 1983b)*; *Psychophysiological response specificities: A replication over a twelve-month period (Foerster, 1985b)*; *On the status of individual response specificity (Marwitz & Stemmler, 1998)*.

## **Zusammenfassungen**

"Two empirical studies are presented that were conducted under similar stress conditions (mental arithmetic, free speech, cold-pressor-test, blood taking) and have been monitoring similar activation variables (seven

physiological and four or five psychological variables) – one of which using a large sample of 125 students, the other one consisting of 47 students, who were tested three times week by week.

Findings reveal that substantial proportions of variance in the three-factorial ANOVA (subjects, situations, variables) may be considered on the basis of individual-specific (23-29 % for physiological variables, 6-11 % for psychological variables), stimulus-specific (5-19 % for physiological variables, 1-11 % for psychological variables), and motivation-specific (21% for physiological variables, 10 % for psychological variables) response patterns. Five evaluation procedures on nominal, ordinal, and interval data levels as well as various definitions of similarity found in the reaction patterns are used in a comprehensive approach to the analysis of specificities. Estimation of variance components, global tests, and individual tests are applied. The results prove to be reliable and rather stable, at least over a period of several weeks. In total, about one fourth of the subjects show a stable individual-specific response pattern on physiological variables." (*Foerster, Schneider & Walschburger, 1983, S. 1*)

"A sample of 58 Students was subjected to four stressor conditions (mental arithmetic, reaction time, free speech, cold-pressor test). Eight physiological variables (skin conductance, heart rate, pulse amplitude, Heather index, eye blinking, horizontal eye movements, respiration rate, systolic blood pressure) and five psychological variables (self-rated anger, irritability, tenseness, motivation, indifference) were monitored. Proportions of variance in a three-factor ANOVA (subjects, situations, variables) accounted for by individual specific response patterns (ISR) amounted to 33-40 % for physiological variables and 9-13 % for psychological variables. Stimulus specific response patterns (SSR) accounted for 11-19 % for physiological and 8-14 % for psychological variables, and motivation-specific response patterns (MSR) for 17 % for physiological and 14-16 % for psychological variables. About one-fourth of the subjects showed a rather stable ISR in physiological variables when tested again after two months, and about 14 % when tested again after twelve months. Overall, the results replicated earlier findings from this laboratory." (*Foerster, 1985, S. 169*).

## Kommentar

Diese Untersuchungen zeigten, dass es empirisch gerechtfertigt war, diese drei Typen von psychophysiologischen Reaktionsmustern im Sinne von Lacey, Ax, Engel, Sternbach u.a. anzunehmen: Reaktionsmuster, die auf Unterschiede zwischen Personen (ISR), Unterschiede zwischen Belastungen (SSR) und auf bestimmte Kombinationen von Personen und Belastungen (MSR) zurückzuführen waren. Die Hypothesen haben einer gründlichen und methodenkritischen Analyse Stand gehalten. Bei einem Viertel bis einem Drittel der Personen war bei dem gegebenen Versuchsplan eine signifikante ISR-Tendenz festzustellen. Allerdings erwiesen sich die Tendenz zu einem *physiologischen* ISR (N = 58) und die Tendenz zu einem *psychologischen* ISR (N = 33) als unabhängig voneinander, denn nur bei 14 der 125 Versuchspersonen der ersten Studie wurden beide Tendenzen signifikant.

Das ISR war hier durch den Konkordanzkoeffizienten bestimmt worden bzw. als *statistische Signifikanz der Rangreihen* der standardisierten Reaktionswerte (ALS) über die vier verschiedenen Belastungen. Diese statistische Definition ist zu bedenken, wenn beurteilt wird, in wie weit die ISR reproduzierbar sind. Wenn eine Person in einer Wiederholungsuntersuchung erneut eine *signifikante ISR-Tendenz* zeigt, bedeutete dies noch nicht, dass das Profil der Reaktionswerte in den sieben Aktivierungsvariablen unverändert war. Unter der konstitutionellen und der pathogenetischen Perspektive ist die zusätzliche Information wesentlich, ob die *maximale* (bzw. die *minimale*) *Aktivierung* jeweils in derselben Variable gemessen wurde, d.h. eine feste Reaktionsstereotypie bestand.

In der Labor-Feld-Studie nahm die Anzahl der Personen mit physiologischer ISR-Tendenz über den Untersuchungszeitraum deutlich ab: von 47 Teilnehmern hatten 21 am ersten Untersuchungstermin ein signifikantes ISR, von diesen noch 15 am zweiten, 11 am dritten und nur 6 zum vierten Termin nach 12 Monaten, eine zwar überzufällige, aber geringe Anzahl. An den stabilsten sechs Profilen war der systolische Blutdruck nie als maximale Aktivierungsvariable beteiligt, jedoch bei zwei Personen konsistent als Parameter mit geringster Veränderung. Insgesamt lieferten beide Studien trotz der signifikanten Häufigkeit von ISR-Mustern noch keine überzeugenden Belege für eine überdauernde, eventuell konstitutionell verankerte Reaktionsstereotypie.

Die Frage nach der statistischen ISR-Tendenz und nach dem ISR-Typ, d.h. nach der Variable maximaler Aktivierung im Reaktionsprofil, war eine der wichtigsten Fragestellungen der dritten Studie. Die Hypothese lautete, dass mehr Personen mit labil-hypertone Blutdruck auch "Blutdruck-Reagierer" im Sinne eines ISR sind als normotone Personen. Diese Hypothese konnte nur knapp bestätigt werden (siehe Abschnitt 5.5). Ein auch theoretisch weiterführender Beitrag war die vierte Analyse, die innerhalb eines pharmako-psychophysiologischen Experiments stattfand: *On the status of individual response specificity* (Marwitz & Stemmler, 1998).

### **Zusammenfassung**

"The concept of physiological individual response specificity (IRS) was critically discussed. A review of empirical studies focused on IRS magnitude, stability, and personality correlates. Using difference scores, an average of 33 % of the participants showed a significant IRS. IRS stability was found in only 15 % of the participants. In some studies, IRS incidence was associated with neuroticism or stress coping styles. We suggest that the IRS concept should include not only purely constitutional but also situational and psychological determinants. Predictions from this revised biopsychological model were tested with a data set comprising 48 healthy male participants who completed six tasks, which were replicated three times in 1-week intervals. At session 1, 21 % of the participants displayed a significant IRS. IRS stability was found in only 8 % of the participants. Participants with a significant IRS at Session 1 reported higher levels of fear (anger and happiness as covariates) and pounding heart. Between-session IRS (trait- IRS) but not within IRS (state-IRS) was associated with trait anxiety." (Marwitz & Stemmler, 1998, S. 1).

### **Kommentar**

Diese Untersuchung ist ähnlich wie die anderen Freiburger Spezifitätsuntersuchungen aufgebaut. Es handelte sich jedoch um ein Experiment mit partieller Doppel-Blockade vegetativer Systeme mit Permutation der Bedingungen einschließlich der Placebobedingung über die vier Termine. Ob damit die geringere Anzahl der ISR zusammenhängt oder mit der Auswahl der sechs Belastungen (Lautes Zählen, konstantes Drücken eines Handgriffs, Kopfrechnen unter Lärmbedingungen, akustische Signalde-

tektion, Dauerton, Cold-Pressor-Test) lässt sich kaum sagen. Aus den Literaturübersichten über insgesamt 16 Studien (5 aus Freiburg) war bei durchschnittlich 33 % der Untersuchungsteilnehmer ein signifikantes ISR ( $p < .05$ ) zu erwarten (siehe Fahrenberg, 1986; Marwitz & Stemmler, 1998). Für eine differentielle Wirkung der Pharmaka auf die Spezifitätsanalysen gab es jedoch keine direkten Hinweise. Beim ersten Untersuchungstermin hatten 10 Teilnehmer ein signifikantes ISR, davon beim vierten Untersuchungstermin noch 4 Teilnehmer ein ISR mit demselben Typ. Die Stabilität wurde hier durch Korrelation der über sechs Belastungen gemittelten Reaktionsprofile jeder Untersuchung berechnet.

Beide Untersuchungen mit Messwiederholungen im Abstand von Wochen bzw. Monaten stimmten darin überein, dass die ISR-Tendenz nur schwach ausgeprägt war und Personen mit konsistenter maximaler Reaktion in einer der vier oder fünf verwendeten Aktivierungsvariablen sehr selten waren. Eine mögliche Erklärung wäre, dass die Belastungen und situativen Bedingungen bei der ersten Untersuchung neu, bei den folgenden Untersuchungen jedoch gewohnt waren. Auf diese Gewöhnungseffekte könnte die Abnahme der ISR-Häufigkeit in den Wiederholungsuntersuchungen zurückzuführen sein. Außer den Gewöhnungseffekten könnten auch individuelle Wechselwirkungen zwischen Untersuchungsbedingungen und Persönlichkeitsmerkmalen bestehen wie es im MSR-Prinzip angenommen wird. Deshalb sind neben der konstitutionellen Perspektive auch die kontextuellen Bedingungen zu bedenken (Marwitz & Stemmler, 1998).

Über die Messwiederholungen der Labor-Studie war tatsächlich eine Tendenz zu erkennen, dass die Mittelwerte der Herzfrequenz und des systolischen Blutdrucks zumindest während des Rechenaufgabe leicht abnahmen. Über die drei Untersuchungstermine ( $N = 58$ ) lauteten die Mittelwerte der Herzfrequenz in Ruhe 66.2, 65.0, 67.6, während des Rechnens 87.1, 80.9, 78.0, mit den zugehörigen Standardabweichungen 7.9, 9.5, 9.7 bzw. 15.1, 14.1, 12.4. Die entsprechenden Statistiken für den systolischen Blutdruck waren in Ruhe: 124, 127, 121; während des Rechnens: 153, 150, 149 mm Hg, und deren SD 17, 17, 15 bzw. 25, 25, 25.

Eine andere Erklärungsmöglichkeit wird durch die Analysen der Reliabilität und der Generalisierbarkeit der Messungen über die Termine nahegelegt. Die Messfehler und die "Regression zur Mitte" könnten im Un-

tersuchungsverlauf zunehmendes Gewicht erhalten und den Nachweis konsistenter Reaktionsmuster beeinträchtigen.

### **Situationsspezifische Reaktionsmuster**

In den Originalarbeiten wurden die unterschiedlichen Wirkungen der verwendeten Laboraufgaben auf die kardiovaskulären u.a. vegetativen Funktionen und auf die subjektiven Einstufungen als situationsspezifische Reaktionsmuster bzw. als Beanspruchungsprofile ausführlich beschrieben. Hier werden nur zwei Themen ausgewählt: die kombinierte Wirkung verschiedener Aufgaben sowie die emotionsspezifischen Reaktionsmuster: *Psychophysiological response patterns to single, double, and triple stressors* (Myrtek & Spital, 1986); *The autonomic differentiation of emotions revisited: Convergent and discriminant validation* (Stemmler, 1989).

### **Zusammenfassung**

"Synergistische Aktivierung aufgrund multipler Stressoren im Vergleich zu einzelnen Stressoren haben in der Forschung wenig Aufmerksamkeit gefunden. In der vorliegenden Untersuchung wurden bei 54 männlichen Studenten Kopfrechnen, Cold-Pressor-Test, und Ergometer-Arbeit einzeln und in allen möglichen Kombination simultan angewendet. Als abhängige Variablen wurden gemessen: Herzfrequenz, Schlagvolumen (IKG), RZ-Zeit (IKG), Blutdruck, Atemfrequenz, Atemzugvolumen, Atemminutenvolumen, Sauerstoffaufnahme, Sauerstoffäquivalent, Selbsteinstufungen der psychischen und somatischen Anspannung, Schmerzbeurteilung des Cold-Pressor-Tests und die Leistungswerte beim Kopfrechnen. Die Ergebnisse hinsichtlich der physiologischen Variablen sprechen für einen synergistischen Effekt der Stressorkombinationen im Vergleich zu einzelnen Stressoren in Abhängigkeit von der betreffenden Kombination und den jeweiligen Variablen. Im Gegensatz zu diesen Befunden ergaben sich bei den psychologischen Variablen Decken- und Bodeneffekte. Die Reaktionsmuster auf verschiedene Stressarten zeigten nur mäßige Ähnlichkeit und offenbarten stimulusspezifische Effekte. Herzfrequenz, diastolischer Blutdruck und Atemfrequenz eigneten sich am besten zur Beschreibung der verschiedenen Reaktionsmuster." (Myrtek & Spital, 1986, S. 663).

## **Kommentar**

Die gleichzeitige Anwendung von zwei oder drei der im Labor üblichen Belastungen bildete einen neuen Untersuchungsansatz. Überraschend war, dass die kardiovaskulären Effekte dieser drei Stressoren weitgehend *additiv* wirkten. Der *diastolische Blutdruck* trug neben Herz- und Atemfrequenz zur Differenzierung zwischen den Stressoren bei. An dieses Experiment schloss sich noch eine theoretische Diskussion über den Begriff des Synergismus an: *Rejoinder to Perkins' "Use of terms to describe results: Additive vs. synergistic"* (Myrtek, Stemmler & Fahrenberg, 1987); *Reactivity to multiple stressors: A course in synergism* (Foerster, Myrtek & Stemmler, 1993).

## **Emotionsspezifische Reaktionsmuster**

Auch Emotionen können als Reaktionsmuster, die aufgrund bestimmter innerer und äußerer Auslösebedingungen für bestimmte Situationen charakteristisch sind, verstanden und mit der Methodik der Spezifitätsanalyse untersucht werden. Die psychophysiologische Forschung hat seit ihren Anfängen in den Laboratorien von Lange, Lehmann, Weber, Wundt und anderen Pionieren vorrangig physiologische Unterschiede zwischen basalen Emotionen (Affekten) nachweisen wollen. Biologisch orientierte Forscher halten an der allgemeinen Annahme fest, dass in subkortikalen und kortikalen Strukturen biologische Programme für basale Emotionen angelegt sind. Die im subjektiven Erleben mögliche Unterscheidung von Gefühlen und die mimischen Ausdrucksmuster müssten entsprechend auch in physiologischen, vegetativ-endokrinen oder enzephalographischen Parametern nachzuweisen sein.

Die Untersuchungsergebnisse sind trotz eines sehr großen Forschungsaufwandes bis heute unbefriedigend und methodisch noch unsicher. Es gab gelegentlich Berichte über die erfolgreiche Diskrimination basaler Emotionen, die zeitweilig auch in Lehrbücher Eingang fanden, doch waren solche Befunde (z.B. Levenson, Ekman & Friesen, 1990) nicht substantiell reproduzierbar oder enthielten Artefakte (Boiten, 1996). Diese Methodenprobleme solcher Diskriminationsversuche sind heute viel besser bekannt (Stemmler, 1992a, 1998, 2001, 2003).

Unter natürlichen Bedingungen sind sehr intensiv erlebte Emotionen, z.B. Angst- oder Ärgergefühle, mit ihren vegetativen und endokrinen Veränderungen methodisch kaum zuverlässig zu messen. Auch das am-

bulante psychophysiologische Monitoring konnte noch nicht viel zu dieser Fragestellung beitragen, da solche intensiven emotionalen Reaktionen bemerkenswert selten vorkommen (siehe Kapitel 7). Laborexperimente sind dagegen auf problematische Verfahren zur Provokation von Emotionen angewiesen, ohne dabei die Intensität und Prägnanz der Basisemotionen zuverlässig kontrollieren zu können. Wahrscheinlich sind in der früheren Forschung oft Kontextunterschiede, d.h. Besonderheiten dieser Provokationsmethoden, und Intensitätsunterschiede statt emotionsspezifischer Muster erfasst worden. Im Hinblick auf die sehr geringen Effektstärken der bisherigen Untersuchungen ist es wichtig, solche Konfundierungen aufzulösen oder zumindest in ihren Auswirkungen zu schätzen, um dann Unterschiede zuverlässiger nachweisen zu können, z.B. die physiologische Diskrimination von Angst und Ärger (*The autonomic differentiation of emotions revisited: Convergent and discriminant validation* (Stemmler, 1989); *The vagueness of specificity: models of peripheral physiological emotion specificity in emotion theories and their experimental discriminability* (Stemmler, 1992b); *Zum Konzept und zur Operationalisierung der Ärgerverarbeitung* (Stemmler, Schäfer & Marwitz, 1993). Besonders häufig wurde die Basisemotion Ärger untersucht, vielleicht wegen der traditionell postulierten Beziehung zum Bluthochdruck oder auch wegen der einfacher erscheinenden Provokationsmethoden. Neue und methodenkritische Untersuchungen konnten mehr Evidenz vermitteln. So ist es möglich, dass künftige psychophysiologische Forschung mehr Belege für die Abgrenzung von speziellen vegetativ-endokrinen oder kortikalen Mustern der im Erleben und in der Mimik präsenten Basisemotionen liefern könnten. Stemmlers methodenkritische Metaanalyse ergab Evidenzen für Unterschiede zwischen einzelnen Basisemotionen, zumindest in den somatoviszeralen Mustern von Furcht und Angst mit interessanten Effekten, u.a. im diastolischen Blutdruck (siehe Stemmler, 1998, 2001, 2003; Stemmler, Heldmann, Pauls & Scherer, 1998). Beim heutigen Stand der Forschung ist jedoch zu vermuten, dass die differentiellen Effekte nur sehr schwach und z.B. für praktisch-diagnostische Zwecke vielleicht zu gering sind.

Später entwickelte Stemmler (2002, 2003) ein Komponentenmodell somatoviszeraler Emotionsmuster, das (1) aus dem nicht-emotionalen Kontext der Emotionsinduktion, (2) den speziellen somatoviszeralen Adaptationsmechanismen und (3) den Anforderungen aufgrund der mo-

mentanen Situation beim Verfolgen eines emotionalen Ziels besteht. Diese Untersuchungen erfordern fortgeschrittene Versuchspläne, um die Richtung emotionaler und motivationaler Tendenzen unterscheiden und die individuelle Verarbeitung der Belastungen berücksichtigen zu können (siehe Pauls & Stemmler, 2003; Wacker, Heldmann & Stemmler, 2003).

### **Modellierung von Komponenten kardiovaskulärer Regulation**

In den Grundlagenstudien wurden nicht nur einzelne physiologische Parameter verwendet, sondern explorativ auch Indizes, u.a. ein Index der Sympathikotonie aufgrund der physikalischen Kreislaufanalyse. Diese aggregierten, d.h. aus Messwerten verschiedener Variablen gebildeten Indizes sollten bestimmte Funktionsbereiche repräsentieren. Dieses statistische Verfahren entfernt sich jedoch weit von den physiologischen Mechanismen der Reaktionssteuerung und Anpassung an wechselnde Anforderungen.

Kardiovaskuläre Funktionen sind synergistisch, d.h. unter dem systemischen Einfluss mehrerer Kontrollsysteme reguliert. Aus empirischer Sicht stellt sich die Frage, wie diese multiplen Effekte quantitativ zu unterscheiden sind. Hierfür wurde ein neuer Forschungsansatz entwickelt, in dem Rezeptorantagonisten als Instrumente verwendet und die in der differentiellen Psychologie entwickelte multivariate Methodik genutzt wurde. *Differential psychophysiology: Persons in situations* (Stemmler, 1992a); *Receptor antagonists as tools for structural measurement in psychophysiology* (Stemmler, 1993a); *A model of cardiovascular activation components for studies using autonomic receptor antagonists* (Stemmler, Grossman, Schmid & Foerster, 1991).

In einem cross-over design erhielten 48 Probanden entweder Placebo oder eine Kombination von jeweils zwei von insgesamt drei Antagonisten – als partielle Doppelblockaden: ein  $\alpha_1$  Antagonist (Indoramin), ein  $\beta$ -Antagonist (Propanolol) und ein cholinerg Antagonist (Atropin). Insgesamt 22 kardiovaskuläre Variablen wurden während sieben Aufgaben, jeweils in zwei Intensitätsstufen, registriert. Die multivariaten Analysen und Modellierungen führten zu einer alphaadrenergen, drei betaadrenergen und einer cholinergen Aktivierungskomponente, welche die Grundlage einer "strukturierten Messung" gaben. Das verwendete lineare Modell konnte einen großen Varianzanteil aufklären.

Die Untersuchungsergebnisse sprachen dafür, dass es unter diesen Parametern keine weitgehend "reinen" Markierungsvariablen gab, weil multiple Einflüsse und Gegenregulationen bestanden. Es zeichneten sich jedoch deutliche diskriminante und konvergente Beziehungen ab, die methodisch genutzt werden können, u.a. die vorwiegend vagale Kontrolle der respiratorischen Arrhythmie RSA und die vorwiegend betaadrenerge Kontrolle der linksventrikulären Anspannungszeit PEP. Durch vektorielle Darstellung der Reaktionen, die sympathisch und parasympathisch bzw. durch die spezielleren vegetativen Aktivierungskomponenten bedingt waren, konnten in zwei- oder dreidimensionalen "Karten" individuelle Differenzen in Amplitude und Richtung sowie auch die Lokalisation vegetativer Muster von typischen Laboraufgaben deutlich gemacht werden.

## **5.5 Dritte Grundlagenstudie: Psychophysiologie des labil-hypertonen Blutdrucks**

Die beiden ersten Untersuchungen waren Operationalisierungsstudien des fragwürdigen Konzepts "psychophysische Aktivierung". Die dritte Untersuchung bezog sich hauptsächlich auf Unterschiede zwischen normotonen und labil-hypertonen (grenzwertig-hypertonen) Personen. Sind diese Personen "reaktiver" und zeigen sie gehäuft ein individualspezifisches Blutdruck-Reaktionsmuster? Gibt es Unterschiede in anderen physiologischen und in psychologischen Merkmalen? Daneben sollte die psychophysische Reaktivität bzw. deren Vorhersage durch psychologische Fragebogenwerte weiter untersucht werden. *Zur Psychophysiologie der labil-hypertonen Blutdruckregulation (Fahrenberg & Foerster, 1993, unter Mitarbeit von Becker, Darsow, Braun, Brügger, Burgdorf, Ewert, Franck, Heger, Höppner, Jansen, Käßler, Müller, Sondhauf, Wilmers).*

Wie unsicher in der Forschung über Grenzwert-Hypertonie selbst die elementarsten Aussagen noch zu sein scheinen, machte die Metaanalyse von Fredrickson und Matthews (1990) deutlich. Ihre Schlussfolgerung lautete, dass sich chronische Hypertoniker, Grenzwert-Hypertoniker und normotone Nachkommen von hypertonen Eltern durch mäßig ("moderately") höhere systolische und diastolische Blutdruckreaktionen, d.h. Belastungs-Ruhe-Differenzen, während konventioneller Laboraufgaben wie Kopf-

rechnen, Stress-Interview und Cold-Pressor-Test unterschieden. Diese Effekte waren hochsignifikant und die "fail safe" - Statistik zeigte, dass eine große Zahl von Studien mit negativem Ergebnis notwendig wäre, um die kombinierten Unterschiede der Gruppen nicht-signifikant werden zu lassen. Die berechneten Effektgrößen waren jedoch gering, und bemerkenswert war auch, dass diese Gruppenunterschiede keineswegs regelmäßig gefunden wurden: Nur 32 Prozent der publizierten Studien berichteten einen signifikanten Gruppenunterschied der systolischen Blutdruckreaktivität! Eine größere Herzfrequenzreaktion bei Grenzwert-Hypertonikern im Vergleich zu Kontrollgruppen wurde nur in 4 von 18 Studien gefunden.

Schlussfolgerungen aus einer Metaanalyse sind ihrerseits fragwürdig, wenn die interne und externe Validität der einzelnen Untersuchungen und wichtige begriffliche und statistische Probleme unberücksichtigt blieben. So hatten Fredrickson und Matthews (1990) u.a. die folgenden Methodenprobleme nicht erörtert: die systematische Präselektion der Probanden, die fragwürdige Reliabilität und Stabilität der Klassifikation z.B. der Grenzwert-Hypertoniker, den möglichen Einfluss psychologischer Variablen, welche die Erwartungshaltung und die Gewöhnung der Probanden an die Laboruntersuchung modifizieren, das meist sehr enge Spektrum der verwendeten Aufgaben, den offensichtlichen Mangel an Standardisierung solcher Aufgaben (weit entfernt von den Standards der Testpsychologie). Außerdem wurden wesentliche Vorentscheidungen der Datenanalyse nicht diskutiert: die Methode der Reaktionsskalierung und das Problem der Ausgangswert-Abhängigkeit.

### **Untersuchungsplan zur Psychophysiologie des labil-hypertonen Blutdrucks**

In dem Forschungsvorhaben zur Psychophysiologie des labil-hypertonen Blutdrucks (Grenzwert-Hypertonie) wurden vier Bereiche kombiniert:

1. die Untersuchung im Polygraph-Labor mit Ableitung zahlreicher Aktivierungsparameter unter verschiedenen mentalen und emotionalen Belastungen;
2. die Untersuchung im Kreislauf-Labor mit Orthostase-Versuch und submaximaler Belastung am Fahrradergometer;
3. das ambulante psychophysiologische 24-Stunden Monitoring und

4. die psychologische Untersuchung durch standardisierte Fragebogen und zahlreiche Selbsteinstufungen vor, während und nach den Untersuchungen.

Dieses Forschungsvorhaben war ungewöhnlich umfangreich und verwendete z.T. eine innovative Methodik. Von den ausführlichen Forschungsberichten sind bisher nur Teile publiziert worden. Deswegen ist es sinnvoll, hier die wesentlichen Ausschnitte relativ ausführlich darzustellen und zusammenzufassen. Die bereits in sich umfangreichen Teil-Studien waren nur möglich aufgrund der Erfahrungen und methodischen Routine der vorausgegangenen Untersuchungen. Die innovative Methodik des psychophysiologischen Monitoring, in dem zu jeder ambulanten Blutdruckmessung begleitend auch psychologische Daten mit einem Taschen-PC erhoben wurden, ist für dieses Projekt entwickelt worden.

Um die Untersuchungsergebnisse abzusichern, wurden die Daten in zwei Abschnitten erhoben, einer ersten Teil-Studie mit 81 Teilnehmern und einer zweiten und unabhängig ausgewerteten Teil-Studie mit 55 Teilnehmern. Dieser Replikationsversuch war von Anfang an als notwendig angesehen worden, weil die psychologische und psychophysiologische Forschung zur sog. Grenzwert-Hypertonie durch sehr widersprüchliche Ergebnisse gekennzeichnet ist, und die voreiligen Generalisierungen über die sog. Hypertoniker-Persönlichkeit eine beständige Warnung bleiben.

Aus der Population der männlichen Studierenden der Freiburger Hochschulen wurden durch ein erstes Screening (ein Angebot zur Blutdruckmessung in Räumen der Mensa und der Universitätsbibliothek) und durch anschließende Messungen im Labor Untersuchungsteilnehmer ausgewählt, die sich im Ruhewert des Blutdrucks unterschieden. Weitere Auswahlkriterien waren: Alter zwischen 19 und 35, kein Studium der Psychologie, Muttersprache Deutsch, Körpergewicht zwischen ca. 60 bis 90 kg, keine Teilnahme an früheren psychophysiologischen Untersuchungen, zur Zeit nicht in ärztlicher Behandlung, d.h. auch ohne spezielle blutdruckwirksame Medikamente.

Die Gruppen wurden nach dem damaligen WHO-Kriterium der Grenzwert-Hypertonie (systolischer Blutdruck  $> 140$  mm Hg *und/oder* diastolischer Blutdruck  $> 90$  mm Hg) gebildet. Die Messungen des Ruhe-Blutdrucks fanden im Labor an zwei Tagen zu insgesamt drei Gelegenheiten mit jeweils zwei Messungen statt. Für den ersten Abschnitt wurden

36 Probanden mit einem *grenzwertigem Mittelwert* aufgrund von sechs Ruhewerten und 19 Probanden mit *mindestens einer grenzwertigen Messung* unter den sechs Ruhewerten sowie eine Vergleichsgruppe von 26 normotonen Probanden gewonnen. Die Einteilung war ganz überwiegend durch die systolischen Messungen bestimmt, denn nur drei Teilnehmer hatten erhöhte diastolische Werte ohne zugleich erhöhte systolische Werte aufzuweisen. In der zweiten Teil-Studie waren es dementsprechend 12, 12 und 31 Probanden. Für die zweite Teil-Studie konnten nicht so viele Untersuchungsteilnehmer wie für die erste Teil-Studie gewonnen werden. Das Reservoir geeigneter, labil-hypertoner und auch motivierter Studenten schien allmählich erschöpft zu sein.

Mittelwertvergleiche wichtiger Variablen bestätigten die Annahme, dass die Teilnehmer beider Teil-Studien aus derselben Grundgesamtheit stammten. Weder im Alter, noch in Körperbaumaßen, ausgewählten Blutdruck- und Herzfrequenzvariablen oder in Persönlichkeitsskalen bestanden wesentliche Unterschiede. Unter *dieser* Perspektive konnten beide Teil-Studien zusammengefasst werden, sofern es nicht speziell um die Replikation von Ergebnissen der ersten Teil-Studie ging.

Der Datensatz umfasste nun insgesamt 136 Personen: 48 labil-hypertone (Mittelwert von sechs Ruhemessungen); 31 mit leicht erhöhtem Blutdruck (mindestens eine Messung über dem Grenzwert); 57 mit normotonomem Blutdruck. Am psychophysiologischen 24-Stunden-Monitoring konnten 98 Probanden teilnehmen. Für bestimmte Auswertungen wurden zwei *parallelisierte Gruppen von je 42 Teilnehmern* mit labil-hypertonem bzw. mit normotonomem Blutdruck gebildet. Die Parallelisierung richtete sich nach Alter, Gewicht, Oberarm-Umfang, berichtetem Konsum von Alkohol, Kaffee, Zigaretten, berichteter Anzahl ärztlicher Behandlungen während der letzten zwei Jahre und hinsichtlich des körperlichen Trainingszustandes aufgrund der angegebenen sportlichen Freizeitaktivitäten. Erst der aus beiden Abschnitten zusammengefasste Datensatz erreichte eine Größenordnung, die es aussichtsreich erscheinen ließ, individualspezifische Reaktionsmuster und spezielle Gruppierungen, u.a. aufgrund nicht-invasiv gemessener hämodynamischer Muster, zu analysieren.

## **Datenerhebung**

In der Voruntersuchung wurden zunächst Absichten und Ablauf erläutert, die informierte Zustimmung eingeholt, Blutdruckmessungen und Kurzin-

terview durchgeführt, die wichtigsten Laboraufgaben zwecks Eingewöhnung demonstriert, Fragebogen vorgelegt und die Sammelflasche für den Urin ausgehändigt. Die Hauptuntersuchung bestand aus einleitenden Blutdruckmessungen, Befindens-Fragebogen, der Untersuchung im Polygraph-Labor und im Kreislauf-Labor. Anschließend wurden die Geräte für das ambulante psychophysiologische 24-Stunden-Monitoring angelegt und erläutert (mit Interview und Fragebogen bei Rückgabe der Systeme am nächsten Tag).

Als Belastungen im Labor dienten: Kopfrechnen, Handgriff-Versuch, Konzentrations-Versuch, Vorbereitung einer freien, kritischen Rede, Cold-Pressor-Test. Beim Kopfrechnen unter Lärmbelastung handelte es sich um eine typische Aufgabe psychophysiologischer Laboruntersuchungen. Der aktive Handgriff-Versuch und der passive Cold-Pressor-Test (2 Minuten) wurden, wie auch von anderen Untersuchern, als kardiovaskulär wirkende Belastungen eingesetzt. Die Konzentrationsaufgabe wurde hier im Hinblick auf die Stresshypothese der Hypertonie als sog. Überforderungsparadigma und mit zusätzlichen finanziellen Anreizen gestaltet. Die gestellte Aufgabe, möglichst schnell am Bildschirm über das Vorkommen bestimmter Zahlen in einer Matrix zu entscheiden, wurde mit einem Computerprogramm durch erfolgsabhängige Steuerung individuell zunehmend schwieriger, so dass nicht wenige Probanden sich gefordert, wenn nicht überfordert fühlten (siehe auch *Anforderung und Überforderung* (Walschburger, Lachnit & Meinardus, 1980); *Cortisol, ACTH, and cardiovascular response to a cognitive challenge paradigm in aging and depression* (Gotthardt, Schweiger, Fahrenberg, Lauer, Holsboer & Heuser, 1995).

Auch im Hinblick auf traditionelle psychodynamische Konzepte wurde ein spezielles Paradigma entworfen. Die Probanden wurden aufgefordert, eine freie Rede vorzubereiten und anschließend in das Mikrophon zu sprechen. Als Thema wurde vorgegeben, Kritik an der aktuellen Untersuchung zu üben, in der Erwartung, dass diese Anforderung speziell stimulierend sein könnte. Die psychologische Inhaltsanalyse sollte Hinweise auf manifesten oder latenten (gehemmten) Ärger erbringen.

Während der Ruhe- und Belastungsphasen wurden kontinuierlich 20-Kanal-Registrierungen vorgenommen und der Blutdruck zeitgesteuert halbautomatisch gemessen. Fortlaufend registriert wurden Elektrokardiogramm, Impedanzkardiogramm, Phonokardiogramm, Pulswellen (Karo-

tis, Radialis, Ohr), Fingertemperatur, elektrodermale Aktivität, Elektromyogramm (Extensor digitorum, Lidschlag), Atmung (zur Methodik siehe Fahrenberg & Foerster, 1989, 1991). Die dynamische Blutdruckregulation wurde außerdem durch zwei Orthostase-Versuche und durch Ergometerarbeit bei 100 Watt Belastung geprüft (Darsow, 1991). In beiden Untersuchungen wurden nach jeder der Hauptphasen Selbsteinstufungen des Befindens und der körperlichen Wahrnehmungen erbeten. Die Methodik des psychophysiologischen Monitoring mit dem Datenrekorder Physioport und dem Taschen-PC Casio wurde eigens für dieses Projekt entwickelt (Heger, 1990a, 1990b; siehe Abschnitt 7.2).

Die Anamnese bezog sich auf allgemeine Risikomerkmale: Familiäre Blutdruckbelastung, Alkohol, Rauchen, Salzaufnahme, Arbeitsdruck und Belastung im Studium. Habituelle Persönlichkeitsmerkmale wurden mit dem Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI und der Freiburger Beschwerdenliste FBL erfasst: u.a. Beanspruchung, Körperliche Beschwerden, Gesundheitssorgen, Emotionalität, Allgemeinbefinden, Herz-Kreislauf-Beschwerden, Emotionale Reaktivität. Der Bereich Erregbarkeit, Ärger, Aggressivität und Gehemmtheit wurde durch mehrere Fragebogenskalen sowie durch aktuelle Zustandseinstufungen repräsentiert: Gehemmtheit, Erregbarkeit, Aggressivität (FPI-R), Ärger (STPI Spielberger), Ärger nach innen und nach außen (Einstufung aufgrund des Interviews), manifester bzw. latenter Ärger (Inhaltsanalyse der kritischen Rede), Selbsteinstufung "ärgerlich", "belästigt" in der Anfangsruhe vor den Belastungen u.a. Die aktuelle psychische Anspannung wurde durch folgende Selbsteinstufungs-Variablen beschrieben: Erwartungsspannung vor der Untersuchung, körperlich angespannt und nervös in der Anfangsruhe und während der Rechenaufgaben, Gefühl der Überforderung, Irritation durch die Untersuchung (Fragebogen zum Versuchserleben).

Diese Datenerhebung war breit angelegt und konnte als *multimodales Assessment* bezeichnet werden. Neben anamnestischen Daten und Persönlichkeitsmerkmalen wurden sowohl psychologische als auch physiologische Reaktionsmerkmale unter verschiedenen mentalen, emotionalen und körperlichen Belastungen, im Labor und auch im Alltag, erfasst. Der Orthostase-Versuch und die submaximale Ergometerbelastung sollten die Klassifikation aufgrund des Ruhe-Blutdrucks fundieren und die Einteilung der labil-hypertonen bzw. normotonen Blutdruckregulation absichern.

Wegen der hervorstechenden Inkonsistenz der psychologischen und psychophysiologischen Forschung zur Grenzwert-Hypertonie wurde in besonderem Maße auf die interne und externe Validität der Untersuchung, auf mögliche Konfundierungen und Kovariable sowie auf zufallskritische Prüfungen geachtet. Außerdem wurde eine Replikation dieser Untersuchung mit praktisch identischer Methodik durchgeführt. Dieses Assessment war umfassender und genauer als in den bisherigen Untersuchungen zur Psychophysiologie der Grenzwert-Hypertonie.

### **Hypothesen des Drei-Gruppen-Plans mit Messwiederholungen und einer Replikation**

Zwischen den labil-hypertonen und den normotonen Probanden wurden Gruppenunterschiede erwartet:

1. in den Reaktionswerten des systolischen, diastolischen und mittleren Blutdrucks während verschiedener mentaler und emotionaler Belastungen;
2. in der Blutdruckregulation während des Orthostase-Versuchs und während des Ergometer-Versuchs;
3. in der Herzfrequenz (Ruhe-, Reaktions- und Erholungswerte);
4. in anderen kardiovaskulären Parametern, insbesondere den Indikatoren des hyperkinetischen Syndroms bzw. eines erhöhten beta-adrenergen und alpha-adrenergen Erregungsniveaus: Schlagvolumen, Herzminutenvolumen, Systolenzeiten PEP und LVET, Heather-Index (alle aus dem IKG, EKG, PKG abgeleitet) sowie Pulswellengeschwindigkeit;
5. in verminderter respiratorischer Arrhythmie (als Index verringerter vagaler Einflüsse auf das Herz);
6. auch in nicht-kardiovaskulären Parametern, die eine erhöhte (generalisierte) sympathische Aktivierung anzeigen, d.h. Parametern der elektrodermalen Aktivität, Adrenalin- und Noradrenalin-Ausscheidung im Urin;
7. in weiteren physiologischen Aktivierungsvariablen, d.h. Atemfunktionen, Bewegungsaktivität und neuromuskulären Funktionen;
8. in psychologischen Aktivierungsvariablen, d.h. Selbsteinstufungen der Befindlichkeit und der Körperwahrnehmungen während der Registrierungen;

9. in der Familienanamnese hinsichtlich Hochdruck und Herz-Kreislauf-Krankheiten;
10. in der habituellen Salzaufnahme und anderen möglichen Risikomerkmalen wie Alkohol, Nikotin, Bewegungsmangel, Arbeitsbelastung;
11. in psychologischen Merkmalen des allgemeinen psychovegetativen Syndroms, d.h. Fragebogen-Skalen und Selbsteinstufungen zum Bereich Beanspruchung, körperliche Beschwerden, Gesundheitssorgen, Emotionalität;
12. in Merkmalen des Bereichs Erregbarkeit, Ärger, Aggressivität und Hemmung;
13. in psychologischen Variablen und physiologischen Messwerten des psychophysiologischen 24-Stunden-Monitorings;
14. in der größeren Häufigkeit individualspezifischer Reaktionsmuster in ausgewählten kardiovaskulären Variablen;
15. in der langsameren Habituation der Orientierungsreaktion auf eine Serie akustischer Stimuli.

### **Gruppierung aufgrund des Orthostase-Versuchs und der submaximalen Ergometerarbeit im Vergleich zur Einteilung nach den Ruhewerten des Blutdrucks**

Um die Einteilung in labil-hypertone und normotone Probanden zu vertiefen und abzusichern, wurden sowohl eine orthostatische Belastung als auch eine submaximale Belastung am Fahrradergometer durchgeführt. Erwartet wurde eine – zumindest weithin – konvergente Beurteilung des Blutdruckverhaltens, die anschließend als maßgebliche Gruppierung der Untersuchungsteilnehmer dienen sollte.

Der Orthostase-Versuch wurde nach drei verschiedenen Methoden ausgewertet: Die Gruppierung nach Thulesius verwendete die Differenzwerte des systolischen Blutdrucks DPS und der Herzfrequenz DHF zwischen Liegen (4 Minuten) und Stehen (7 Minuten) und teilte in fünf Gruppen ein, von denen hier nur drei besetzt waren: (1) hyperton, (2) normoton und (3) sympathikoton. Die Gruppierung nach Myrtek bezog sich auf die Veränderung des systolischen und des diastolischen Blutdrucks DPS bzw. DPD (Phase 4) sowie auf die Veränderung der Blutdruckamplitude DPAMP und des mittleren Blutdrucks DPM4, wobei hier immer PD4 statt PD5 verwendet wurde: (1) hyperton, (2) normoton, (3) hypoton, (4) hypodynam, (5) Kollaps. Hier waren vor allem die Gruppen

1 und 2 besetzt, geringer die Gruppen 3 und 4. Die *modifizierte* Gruppierung nach Myrtek verwendete nur die Veränderung von DPM4 und DPAMP4: (1) hyperton, (2) normoton, (3) hypoton, (4) hypodynam, (5) vagovasale Reaktion. Die Gruppierung nach Weckenmann ging von der Blutdruckamplitude und der Herzfrequenz im Stehen aus, um einen Orthostase-Quotienten zu definieren: (1) tachykard Labile, (2) Stabile, (3) bradykard Labile. Die Gruppierung aufgrund der 100 Watt Belastung am Fahrradergometer orientierte sich an Franz (1986) und führte zur Einteilung in (1) belastungspositive und (2) belastungsnegative Reaktionen. *Zur Psychophysiologie der labilen Blutdruckregulation in Ruhe, bei Orthostase- und Ergometerbelastung (Darsow, 1991).*

Zwischen den drei Gruppierungen des Blutdrucks aufgrund von Ruhewerten, Orthostase und Ergometrie bestanden *nur geringe bzw. keine Zusammenhänge* in der Kontingenztafel. Die beiden dynamischen Funktionsprüfungen erfassten offenbar verschiedene Aspekte der Blutdruckregulation. Nur die Ergebnisse der submaximalen Ergometrie korrelierten in signifikanter, aber geringer Größenordnung mit der Einteilung nach Ruhewerten. Von den 39 Grenzwert-Hypertonikern nach Franz, welche hier bei 100 Watt Belastung Blutdruckwerte  $PS > 200$  mm Hg und  $PD4 > 100$  zeigten, hatten nur 25 auch hypertone Ruhewerte  $> 140/ > 90$  mm Hg und nur 10 eine hypertone Blutdruckregulation in der 7 Minuten dauernden Orthostase. *Nur drei Personen konnten aufgrund von Ruhewerten, Orthostase-Versuch und Ergometer-Versuch nach den genannten Kriterien übereinstimmend als grenzwertig hyperton bezeichnet werden!* Die Ruhewerte des Blutdrucks und die Befunde des Orthostase-Versuchs und der Ergometerbelastung konvergierten also nicht befriedigend. Deshalb war es nicht möglich, die nach Ruhewerten gebildeten Gruppen befriedigend abzusichern (Fahrenberg & Foerster, 1993).

### **Gruppenunterschiede nach Ergebnissen der ersten Teil-Studie**

Die statistischen Analysen führten zu einigen deutlichen, teils nur zu schwachen Bestätigungen von Hypothesen, in anderen Fällen zur Zurückweisung der Hypothesen. In erster Linie zu nennen sind – außer den naheliegenden Unterschieden des Blutdruckniveaus im Labor und im Feld – vor allem die Hauptbefunde:

Die labil-hypertonen Probanden zeigten in der *ersten Teil-Studie*:

- eine höhere Blutdruckreaktivität unter verschiedenen Belastungen (nur wenn Schätzungen der "wahren Differenzen", d.h. Reaktionswerte unter Berücksichtigung der Messfehler verwendet wurden);
- höhere Ruhewerte und Reaktionswerte der Herzfrequenz im Labor, trotz gleicher Herzfrequenz unter naturalistischen Bedingungen im Alltag;
- Hinweise auf eine hyperkinetische Tendenz der Volumenregulation und eine erhöhte sympathische Aktiviertheit (Hautleitwert, Adrenalin im Sammel-Urin);
- mehr Gesundheitssorgen;
- eine Disposition zu körperlichen Beschwerden und Gehemmtheit;
- einen nervös-angespannten, aufgeregten Zustand vor allem in der Anfangsruhe der Registrierung;
- eine reaktiv-klagsame Tendenz, sich durch die Untersuchungsbedingungen stärker beeinträchtigt und belastigt zu fühlen.

### **Replikationsversuch der psychologischen Befunde**

Die psychologisch interessanten Gruppenunterschiede konnten in der zweiten Teil-Studie *nicht* repliziert werden. Diese Schlussfolgerung ergab sich angesichts der p-Werte und der unerwarteten Richtung von Mittelwertunterschieden. Von den in der ersten Teil-Studie festgestellten 9 Effekten wurde in der zweiten Teil-Studie *kein Effekt bestätigt* – nicht einmal bei Annahme eines Alpha-Niveaus von .10.

Zu einem etwas abweichenden Bild führte die Auswertung der post-hoc gebildeten *Gesamtgruppe* mit der Gegenüberstellung (1) der 48 labil-hypertonen und der 88 normotonen (bzw. nur mit einer Blutdruckmessung grenzwertigen) Probanden und (2) von je 42 labil-hypertonen und normotonen Probanden nach der bereits beschriebenen Parallelisierung. Hier zeigten sich einige signifikante und sehr signifikante Ergebnisse in Übereinstimmung mit der ersten Teil-Studie, die allerdings ca. 60 Prozent der Daten beitrug. *Aber kein einziger Mittelwertunterschied war über die drei Vergleiche reproduzierbar.*

Nur als Tendenzen waren hervorzuheben: die Irritation durch die Untersuchung (Versuchserleben), die Tendenz zu mehr körperlichen Beschwerden (FPI-R, FBL), die Tendenz zur Selbstbeurteilung "Gehemmt-

heit" (FPI-R), die Tendenz zu erhöhter emotionaler Anspannung während der anfänglichen Ruhe im Labor und eventuell noch eine Präferenz für salzige Lebensmittel. Erwähnenswert waren die wenigen Mittelwertunterschiede, die sich bei explorativen Analysen in anderen Fragebogenskalen ergaben. Labil-Hypertone hatten demnach eine subjektiv schlechtere Gesundheit als andere ( $p = .002$ ), früher mehr Krankheiten ( $p = .03$ ), eine pessimistischere Zukunftserwartung hinsichtlich ihrer Gesundheit ( $p = .07$ ).

Bei konservativer Betrachtung musste *das Scheitern des Replikationsversuchs der psychologischen Untersuchungsergebnisse* festgestellt werden. Nur bei heuristisch orientierter Bewertung der Befunde könnte ein Muster hervorgehoben werden: Die Tendenz, sich gesundheitlich beeinträchtigt zu fühlen, zu körperlichen Beschwerden neigend und mit pessimistischer Einschätzung der eigenen Gesundheit, mit deutlicher Irritation durch eine Untersuchung dieser Art. Offensichtlich handelte es sich bei diesen Hinweisen um inkonsistente und praktisch geringfügige Unterschiede.

### **Replikationsversuch der physiologischen Befunde**

Die erste Teil-Studie hatte in 18 von 42 physiologischen Parametern signifikante oder sehr signifikante Gruppenunterschiede ergeben, von denen die meisten auch einer Kovarianzanalyse zur Kontrolle von Alter, Größe, Gewicht und Oberarmumfang Stand hielten. Der Replikationsversuch der Gruppenunterschiede in kardiovaskulären und anderen physiologischen Variablen ergab einen sehr ähnlichen Sachverhalt wie bei den psychologischen Variablen: Die zweite Teil-Studie zeigte so wenig signifikante Effekte, dass von einer erfolgreichen Replikation keine Rede sein konnte. Auch in diesem Bereich könnte also bei konservativer Einstellung ausschließlich die fehlgeschlagene Replikation festgestellt werden. Nach dem ursprünglichen Untersuchungskonzept wäre diese Haltung nur konsequent. Bei Abwägung der Argumente wurde jedoch entschieden, die Gruppenvergleiche *am gesamten Datensatz* durchzuführen und mitzuteilen.

Im Unterschied zum psychologischen Bereich waren nämlich an den parallelisierten Blutdruckgruppen der Gesamtstudie zahlreiche Effekte festzustellen. Dieses Resultat ist wahrscheinlich auf die größere Personenanzahl zurückzuführen. Es sind keine Gründe bekannt, weshalb die zweite

Teil-Studie eine geringere interne Validität oder generell geringere Reliabilitäten haben sollte.

### **Analysen am zusammengefassten Datensatz**

Für die labil-hypertone Gruppe ergaben sich beim multivariaten Vergleich der physiologischen Profile über die hauptsächlichen Laborphasen – abgesehen von den höheren Blutdruckwerten – eine konsistent höhere Herzfrequenz, geringere RSA, geringere QT-Zeit, geringere PEP, LVET und R-Z-Zeit, geringerer Heather-Index, höhere Pulswellengeschwindigkeit (Karotis), höhere elektrodermale Aktivität (SCL, SCR) und größere Amplitude des Lidschlag-Signals. Methodenkritisch war bei allen herzfrequenzabhängigen Parametern der Laboruntersuchung zu prüfen, ob sie überhaupt eine inkrementelle Validität hatten. Tatsächlich schienen nur einige dieser zunächst diskriminierenden Variablen einen eigenständigen Beitrag zu leisten: vor allem RZ-Zeit und Heather-Index, aber kaum PEP und nicht LVET, QT-Zeit und HMT. Der Unterschied der Adrenalin-Werte im Sammel-Urin wurde nicht bestätigt.

Probanden mit labil-hypertonom Blutdruck hatten demnach ein höheres Niveau kardiovaskulärer und elektrodermaler Funktionen. Die Ergebnisse wurden als Hinweis auf positiv chronotrope, positiv inotrope Effekte, erhöhte sympathische (vasokonstriktive und elektrodermale) Wirkungen und verminderte vagale Einflüsse am Herzen interpretiert. Dagegen fehlten in den aktuellen Selbsteinstufungen des Befindens und den körperlichen Wahrnehmungen konsistente Gruppenunterschiede. Demnach scheinen initiale Stadien labil-hypertoner Blutdruckregulation durch stärkere Reaktionen in mehreren physiologischen Parametern gekennzeichnet zu sein – ohne begleitende signifikante Veränderungen im subjektiven Bereich. *Psychophysiological profiles in subjects with normal and with elevated blood pressure (Fahrenberg & Foerster, 1996).*

### **Höhere Reaktivität der Labil-Hypertonen?**

Die Frage nach der Reaktivität führte unvermeidlich zu dem Problem der Reaktionsskalierung und damit auch zu den möglichen Ausgangswert-Abhängigkeiten. Die hier stark vereinfachte Tabelle 5.6 vermittelt einen Eindruck von den mittleren Reaktionsunterschieden. Der Gruppenunterschied in den systolischen und diastolischen Blutdruckwerten und in der Herzfrequenz blieb als genereller Niveauunterschied über alle Ruhe-,

Belastungs- und Erholungsphasen erhalten. In der anfänglichen Ruhephase im Polygraph-Labor hatten die labil-hypertonen Probanden einen um 23 mm Hg höheren systolischen und um 6 mm Hg höheren diastolischen Blutdruck und eine um 10 Schläge/Minute höhere Herzfrequenz.

Tabelle 5.6: Übersicht über Mittelwerte von Blutdruck und Herzfrequenz

Bedingung	Systolischer Blutdruck mm Hg		Diastolischer Blutdruck mm Hg		Herzfrequenz Schläge/Minute	
	Labil/ Hypertone	Normotone	Labil/ Hypertone	Normotone	Labil/ Hypertone	Normotone
Ruhe Voruntersuchung	147	121	83	73	–	–
Ruhe Polygraph-Labor	134	111	69	63	70	60
Rechnen	150	126	74	68	90	77
Konzentrations-Versuch	148	124	78	70	77	68
Freie Rede	150	124	76	67	82	69
Cold-Pressor 2. Minute	154	129	88	78	73	65
Endruhe Polygraph-Labor	140	119	72	66	67	59
Ruhe vor Orthostase	149	122	86	75	67	56
Orthostase Stehen	141	120	101	89	90	78
Ergometer 100 Watt	193	168	89	78	115	109
Monitoring Tag <sup>1</sup>	145	129	88	79	87	82
Monitoring Nacht	127	112	73	66	60	58

Anmerkung: Jede Gruppe umfasst nach Parallelisierung N = 42 Personen. <sup>1</sup> Monitoring-Daten liegen von N = 35 und N = 29 vor. In den beiden Laboratorien und beim ambulanten Monitoring wurden verschiedene Geräte zur Blutdruckmessung, jedoch alle mit Manschettenmikrophon, verwendet.

Dieser generelle Unterschied persistierte, obwohl die mittlere Reaktionsamplitude, d.h. die Differenz zwischen Ausgangswert und Belastungswert zwischen den Anforderungen stark variierte, z.B. Abnahme des PS während der Orthostase und relativ große Anstiege von PS und HF während der Ergometerbelastung.

### **Ausgangswert-Abhängigkeit**

Die Ausgangswert-Abhängigkeiten für die Reaktionen von Blutdruck und Herzfrequenz wurden an sechs Belastungen untersucht: Rechnen, Konzentrations-Versuch, Freie Rede, Cold-Pressor-Test, Orthostase und Ergometer. Die statistischen Tests (siehe Abschnitt 5.8.2) ergaben für den systolischen und den diastolischen Blutdruck in fünf der sechs Belastungen (ausgenommen Orthostase) und für die Herzfrequenz in drei Belastungen eine positive Ausgangswert-Abhängigkeit. Beim interindividuellen Vergleich liess ein höherer Ausgangswert auch eine größere Reaktion des Blutdrucks bzw. der Herzfrequenz erwarten (in dem hier untersuchten Bereich). Im Einklang mit den vorausgegangenen Untersuchungen war damit erneut Wilders Annahme einer negativen Korrelation – für den Fall des interindividuellen Vergleichs – widerlegt.

### **Differentielle Reaktivität**

Die Hypothese der höheren Reaktivität der labil-hypertonen Personen wurde an den sechs ausgewählten Belastungen geprüft und als eine Methodenstudie anhand verschiedener Reaktionsskalierungen ausgeführt. Verwendet wurden: Differenzwerte Ruhe – Belastung (DIFF), residualisierte Reaktionswerte (ALS) und "wahre" Differenzen T, die mittels der Reliabilitätskoeffizienten der vorliegenden Untersuchung (Ruhe 1 und Endruhe) geschätzt wurden, außerdem die Belastungswerte und Recovery-Werte aus der Ruhephase nach jeder Belastung (je N = 42 Probanden mit labil-hypertonomem und normotonomem Ruhe-Blutdruck).

Alle Gruppenunterschiede waren statistisch signifikant, meist mit p-Werten  $< .001$ . Der quadrierte multiple Korrelationskoeffizient, der auf (1) dem Ausgangswert, (2) dem ALS, d.h. dem vom Ausgangswert unabhängigen Anstieg, und (3) dem Erholungswert beruhte, lieferte einen praktischen Index, den möglichen inkrementellen Beitrag eines hinzugefügten anderen Reaktionswertes zur Diskrimination der beiden Blutdruckgruppen zu beurteilen.

Als Hauptbefund ergab sich, dass die mit konventionellen Reaktionswerten D und ALS sowie mit den Erholungswerten erfassten Aspekte der Blutdruckregulation im Vergleich zu den Niveauwerten unter Ruhe- und Belastungsbedingungen vernachlässigt werden konnten. Diese Reaktionswerte könnten in einem anderen Zusammenhang wesentlich sein, hier

trugen sie jedenfalls nicht zur weiteren Diskrimination der Blutdruckgruppen bei.

Wenn die geschätzten wahren Differenzen herangezogen wurden, entstand ein anderes Bild. Im Unterschied zu D und ALS zeigten sich hier signifikante bzw. sehr signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in erwarteter Richtung. Die labil-hypertonen Probanden waren im systolischen Blutdruck reaktiver beim Rechnen, Cold-Pressor-Test und Ergometer, im diastolischen Blutdruck reaktiver beim Cold-Pressor-Test und Ergometer. Auch in der Herzfrequenz reagierten sie beim Rechnen und im Orthostase-Versuch stärker, jedoch nicht konsistent für alle Belastungen, so dass nur eine Tendenz zu erhöhter Reaktivität festzustellen war. *Is elevated blood pressure level associated with higher cardiovascular responsiveness in laboratory tasks and with response specificity?* (Fahrenberg, Foerster & Wilmers, 1995).

Ein weiterer Aspekt der Reaktivität ist der Verlauf der Erholung nach Belastung. Während sich in der Hauptuntersuchung keine bedeutsamen Hinweise ergaben, konnte ein Trend zwischen der Ruhebedingung der Voruntersuchung und der Untersuchung im Polygraph-Labor am zweiten Tag festgestellt werden, allerdings nur im systolischen Blutdruck. Die Werte der labil-hypertonen Probanden nahmen signifikant stärker ab, was als stärkerer Gewöhnungseffekt zu interpretieren war. Die Gruppenunterschiede waren also am deutlichsten in den Blutdruckmessungen ausgeprägt, die zur primären Klassifikation dienten, und kaum in den Reaktionswerten.

### **Reaktionsspezifität des Blutdrucks**

Trifft es zu, dass die Labil-Hypertonen im Sinne des ISR-Prinzips bei Belastungen speziell durch Blutdruckanstiege reagieren? Auch diese wichtige Analyse konnte hier nur an der relativ großen Datenbasis von 136 Untersuchungsteilnehmern unternommen werden, um drei Fragen zu beantworten (1) nach der Häufigkeit der Personen mit signifikanter ISR-Tendenz, (2) nach dem ISR-Typ, d.h. nach der Variable, in der die maximale Reaktion auftrat, und (3) nach Unterschieden zwischen den Blutdruckgruppen. Eine Person wurde als ISR-Reagierer, z.B. systolischer Blutdruck-Reagierer, bezeichnet, wenn zwei Anforderungen erfüllt waren: (1) die maximale Reaktion erscheint unter wenigstens drei von vier Aufgaben in der betreffenden Variable, und (2) einer der Korrelationskoeffi-

zienten, d.h. der Konkordanz-Koeffizient W oder der Profilähnlichkeits-Koeffizient (O-Technik) war signifikant.

Vier physiologische Parameter (systolischer Blutdruck PS, die T-Wellen-Amplitude TWA im EKG, Finger-Puls-Volumen PVA, Hautleitwert-Variabilität ACS) und vier Belastungen im Polygraph-Labor (Rechnen, Konzentrations-Versuch, Freie Rede und Cold-Pressor-Test) wurden ausgewählt. Verschiedene Funktionsbereiche sollten repräsentiert werden und die Interkorrelationen sollten möglichst niedrig sein, d.h. mit nur einer geringen Redundanz in der Kovarianzzerlegung. – In der Absicht des Projektes lag es hier, kardiovaskuläre Parameter zu bevorzugen.

Eine signifikante ISR-Tendenz wiesen 65 der 136 Personen auf (47 %). Trotzdem waren es in jeder der beiden Teil-Studien zu wenig, um in der zweiten Teil-Studie eine Replikation der Befunde versuchen zu können. Die Auswertung beruhte folglich auf dem gesamten Datensatz. Die Ergebnisse bestätigten die Hypothese, denn die ISR-Typen verteilten sich unterschiedlich auf die Blutdruckgruppen (Tabelle 5.7). Bei den Labil-Hypertonen gab es relativ mehr Blutdruck-Reagierer (und bei den Normotonen relativ mehr Personen, die speziell in der elektrodermalen Reaktivität auffielen). Die beobachteten Unterschiede lagen jedoch knapp an der Signifikanzgrenze. Auch aus anderen Gründen sind sie mit Vorsicht zu interpretieren. Die Auswahl der Variablen und Belastungen war nicht vollständig im voraus geplant worden, außerdem waren die Belastungen mit Rücksicht auf andere Fragestellungen nicht permutiert, d.h. mögliche Reihenfolgeeffekte nicht kontrolliert worden, und die genannten Entscheidungsregeln hinsichtlich der ISR-Reagierer könnten diskutiert werden. Zusätzlich durchgeführte Analysen anhand einer neun Variablen umfassenden Auswahl lieferten jedoch keine prägnantere Verteilung der ISR-Typen.

Der Drei-Gruppen-Vergleich enthielt alle 136 Untersuchungsteilnehmer, der Zwei-Gruppen-Vergleich dagegen nur 42 Teilnehmer mit erhöhtem Blutdruck (Mittelwert von 6 Ruhemessungen) und 42 hinsichtlich Alter, Gewicht usw. parallelisierten normotonen Probanden.

### **Hämodynamische Reaktionstypen und Indizes**

In explorativer Absicht wurde auf verschiedenen Wegen versucht, hämodynamische Reaktionstypen, d.h. homogenere Untergruppen zu bilden.

Tabelle 5.7: Häufigkeiten der ISR-Typen in den Blutdruckgruppen

	Drei-Gruppen-Vergleich				Zwei Gruppen-Vergleich		
	Erhöhter Blutdruck	Leicht erhöhter Blutdruck	Normoton	Summe	Erhöhter Blutdruck	Normoton	Summe
PS-Reagierer	8	6	2	16	7	2	9
TWA Reagierer	9	2	5	16	7	5	12
PVA Reagierer	4	3	6	13	4	3	7
ACS-Reagierer	2	5	13	20	2	9	11
von Total	48	31	57		42	42	
	CC <sub>adj</sub> = .53; df 6; p = .02				CC <sub>adj</sub> = .57; df 3; p = .052		

Anmerkung: Wenn beim statistischen Text der Kontingenztafeln die jeweilige Anzahl der Non-Responder berücksichtigt wurde, verringerten sich die Koeffizienten auf CC<sub>adj</sub> = .39 (p = .05) bzw. CC<sub>adj</sub> = .41 (p = .10).

Hier wurden vor allem die Herzfrequenz und Schätzwerte des Herzminutenvolumens (HMFV-IKG) und des totalen peripheren Widerstandes (TPR-IKG) herangezogen. Es wurde eine Gruppierung durch visuelle Inspektion von graphisch dargestellten individuellen Reaktionsprofilen, durch Prüfung der Regression von TPR auf HMFV, durch zweidimensionale Gruppierungen und durch Konfigurationsfrequenzanalysen an dreidimensionalen Tabellen angestrebt. Die gesuchte Minitypologie wurde jedoch auf diese Weise nicht in befriedigender Weise gefunden. Insoweit sich einigermaßen prägnante Klassen ergaben, enthielten sie zu wenige Personen, um praktisch für weiterführende statistische Analysen genutzt werden zu können. Die individuellen hämodynamischen Reaktionsmuster waren also kaum auf die einfache Gruppierung nach HMFV-, TPR- oder HF-Reagierern zu reduzieren. In wie weit dieser Sachverhalt auch durch die fragwürdigen nicht-invasiven Schätzungen von HMFV und TPR bedingt war, ließ sich nicht entscheiden.

Weitere explorative Auswertungen befassten sich mit Indizes der Blutdruck- und Herzfrequenz-Variabilität. Es gelang jedoch nicht, über die verschiedenen Belastungen hinweg konsistente Befunde der Blutdruck- oder der Herzfrequenzvariabilität zu bilden. Vergleichsweise ergiebiger war eine Gruppierung nach dem Index der Respiratorischen Arrhythmie als Ausdruck der vagalen Kontrolle des Herzens. In diesem Parameter unterschieden sich die Blutdruckgruppen signifikant voneinander solange nicht Alter, Gewicht und Oberarmumfang kovarianzanalytisch kontrolliert wurden. Deskriptiv zeigte sich zwar bei der Gruppierung nach RSA eine Anzahl von Unterschieden in psychologischen Variablen, doch waren diese nicht konsistent reproduzierbar. *Psychophysiological profiles in subjects with normal and with elevated blood pressure* (Fahrenberg & Foerster, 1996).

### **Psychophysiologisches 24-Stunden-Monitoring**

Beim 24-Stunden-Monitoring hatten sich in der ersten Teil-Studie kaum Unterschiede zwischen den Blutdruckgruppen gezeigt – abgesehen von Niveauunterschieden des Blutdrucks. Der wichtigste Befund war, dass im Gegensatz zu den Laborergebnissen kein Gruppenunterschied in der Herzfrequenz zu finden war. Entgegen der Erwartung stuften die labilhypertonen Probanden ihr Befinden am Untersuchungstag tendenziell als weniger missmutig und ihr körperliches Wohlbefinden als relativ besser ein (zur Methodik siehe Heger, 1990a). Anschließend wurde auch der gesamte Datensatz von 40 Labil-Hypertonen, 17 mit leicht erhöhtem Blutdruck und 41 Normotonen untersucht. Bestätigt wurde, dass sich die Blutdruckgruppen im mittleren Blutdruckniveau der Messungen am Tag und in der Nacht unterschieden, nicht jedoch in der Herzfrequenz. Labilhypertone Probanden stuften sich im Tagesmittel als weniger körperlich angespannt ein und fühlten sich weniger gelangweilt. Weder im Range noch in der Standardabweichung dieser Selbsteinstufungen anhand der 19 Items waren systematische Gruppenunterschiede zu erkennen. Die Hypothese einer größeren psychologischen Anspannung oder Auffälligkeit der Labil-Hypertonen kann folglich nicht beibehalten werden.

## **Verläufe**

Die differentiellen Verläufe der Blutdruck-Gruppen über die Serie der Messungen im Labor und im ambulanten Monitoring wurden zusätzlich durch eine MANOVA über 12 Untersuchungsphasen geprüft: Voruntersuchung (Ruhe, Interview), Polygraph-Labor (Ruhe, Rechnen, Konzentrations-Versuch, Freie Rede, Cold-Pressor), Kreislauf-Labor (Orthostase, Ergometer 100 Watt), Monitoring (Treppensteigen, Mittelwert-Tag, Mittelwert-Nacht). Die drei Gruppen unterschieden sich im systolischen Blutdruck sehr signifikant über den gesamten Labor-Feld-Verlauf und weitgehend auch im diastolischen Blutdruck, d.h. in der Voruntersuchung, im Kreislauf-Labor und im Monitoring. Bemerkenswert ist aber der abweichende Verlauf der Herzfrequenz: Sehr signifikante Gruppenunterschiede gab es in allen Laborphasen, im ambulanten Monitoring waren sie jedoch nicht mehr vorhanden, während die Niveauunterschiede des Blutdrucks erhalten blieben. Offensichtlich bedeuteten die psychologischen und körperlichen Laboraufgaben, trotz expliziter Eingewöhnung während der Voruntersuchung, für die labil-hypertonen Probanden stärker als für die normotonen Probanden eine ungewöhnliche, nicht-alltägliche Beanspruchung, die sich auf die Herzfrequenz auswirkte. Dieser Effekt wurde bereits in der ersten Teil-Studie festgestellt und konnte dann in der zweiten bestätigt werden.

Auch bei den in der Nacht gemessenen Werten wurde geprüft, ob sich differentielle Effekte, d.h. unterschiedliche Erholungsverläufe zeigten. Verschiedene Indizes der Recovery-Funktion für Blutdruck- und Herzfrequenz-Verläufe ergaben jedoch keine Gruppenunterschiede (Fahrenberg, Foerster & Wilmers, 1993).

## **Labor-Feld: Reaktionen auf Laboraufgaben als Prädiktoren ambulanter Messungen**

Da hier Blutdruckmessungen unter verschiedenen Laborbedingungen und außerdem ein ambulantes Blutdruck-Monitoring existierten, konnte der erste Labor-Feld-Vergleich (Abschnitt 5.3) mit neuer Methodik weitergeführt werden. Welche Vorhersagevalidität (prädiktive Validität) und welchen praktischen Entscheidungsnutzen haben die Blutdruckmessungen im Labor für das Blutdruckverhalten im Alltag?

Als Vergleichsmaßstab kann hier eine Untersuchung an Patienten (Baumgart, Walger, Jürgens & Rahn, 1990) herangezogen werden, auch

wenn dort wahrscheinlich größere Varianzen bestanden. Diese Korrelationsstudie ergab zwischen Blutdruckmessungen im Sprechzimmer (je zwei Messungen an zwei Tagen) und dem Mittelwert der Tagesmessungen des ambulanten Monitoring Koeffizienten in der Größenordnung von  $r = .70$  (d.h.  $R^2 = .49$ ) und mit dem Mittelwert der Nacht in der Größenordnung von  $r = .60$  für den systolischen und den diastolischen Druck.

In welcher Höhe werden vergleichsweise die Korrelationskoeffizienten liegen, wenn außer Ruhewerten auch die Blutdruckmessungen während standardisierter Aufgaben berücksichtigt werden? Diese Aufgaben wurden ja speziell zur Provokation von kardiovaskulären Reaktionen im Labor entwickelt. Was leisten hier die psychologischen Aufgaben im Vergleich zum Orthostase-Versuch und zur submaximalen Belastung am Fahrradergometer? *Cardiovascular response to mental and physical tasks as predictors of ambulatory measurements* (Fahrenberg, Foerster & Wilmers, 1993).

Die Beziehungen zwischen Messungen im Labor und im Alltag wurden in komprimierter Form durch eine Regressionsanalyse geprüft, wobei die verschiedenen Laborwerte als Prädiktoren und der Mittelwert des Tages (oder der Nacht) als Kriterium eingesetzt wurden. Die quadrierten multiplen Korrelationskoeffizienten zeigten an, wie viel Prozent der Kriterienvarianz durch die Prädiktoren aufgeklärt werden könnten.

Die Kombination der Messwerte von fünf Bedingungen (anfängliche Ruhe im Polygraph-Labor, Rechnen, Konzentrationsversuch, Freie Rede und Orthostase) klärte knapp die Hälfte der Kriterienvarianz im Tagesmittelwert des systolischen Blutdrucks auf ( $\text{adj. } R^2 = .45$ ). Die Blutdruckmessung während des Orthostase-Versuchs war hier der wichtigste Prädiktor, die Ruhewerte trugen nichts dazu bei. Noch geringer war die Vorhersage des diastolischen Mittelwertes ( $\text{adj. } R^2 = .32$ ), während die Herzfrequenz durch die Messungen während des Konzentrations-Versuchs und während der anfänglichen Ruhe etwa in der Größenordnung ( $\text{adj. } R^2 = .41$ ) wie beim systolischen Blutdruck vorhergesagt werden konnte (Fahrenberg, Foerster & Wilmers, 1993).

Zur Bewertung der Befunde waren einzelne Korrelationskoeffizienten interessant. Mit dem systolischen Mittelwert am Tag korrelierten u.a. Orthostase .66, Ruhe Voruntersuchung .54, anfängliche Ruhe Polygraph-Labor .44, Ergometer .43, Konzentrationsversuch .40, Cold-Pressor Versuch .37, Freie Rede .35, Rechnen .34. Die höchsten Koeffizienten

für die Herzfrequenz betrugen: anfängliche Ruhe Polygraph-Labor .63, Konzentrations-Versuch .63., Cold-Pressor-Versuch .55, Orthostase .53, Freie Rede .52, Rechnen .48, Ergometer .42. Die Labormessungen in Ruhe (nach 5 Minuten Ruhe, an zwei verschiedenen Tagen) korrelieren in dieser Untersuchung mit dem systolischen Mittelwert am Tag .60 und dem diastolischen Mittelwert .57 (für die Mittelwerte der Nacht .49 bzw. 48). In einer Nachuntersuchung, an der 24 der 98 Probanden teilnahmen, wurden im Monitoring 18 Monate später Stabilitätskoeffizienten des systolischen Blutdruck-Mittelwertes am Tag .77 und der Nacht .69, für die Herzfrequenz am Tag .70 und in der Nacht .72 berechnet (*Käppler, 1994*).

Zusammenfassend ergab sich, dass einige der im Labor vorgenommenen Messungen zur substantiellen Vorhersage der während des Tages durch ambulantes Monitoring erhobenen Mittelwerte des systolischen Blutdrucks und der Herzfrequenz geeignet waren. Die zusätzliche, inkrementelle Validität der Messungen während psychologischer Aufgaben war jedoch bemerkenswert gering und trug nur bei der Herzfrequenz, aber nicht beim Blutdruck zur Vorhersage bei. Eventuell wurden durch den Orthostase-Versuch Aspekte der Blutdruckreaktivität (in Gegenregulation des abfallenden Blutdrucks) erfasst, die durch andere Aufgaben nicht abgebildet waren, jedoch im Alltag eine Rolle spielen. Eine genauere Analyse müsste jedoch auch hier die orthostatischen Regulationstypen unterscheiden. In der vorliegenden Untersuchung war der Orthostase-Versuch jedenfalls der bessere Prädiktor des Mittelwertes im Alltag als die Ruhewerte oder die sonst für diagnostische Prüfungen verwendete Ergometer-Belastung.

Die vorliegende Untersuchung trägt damit zur Evaluation von Standard-Belastungen im Labor bei. Wenn die Blutdruckreaktionen bei psychologischen Aufgaben nur eine geringe Vorhersageleistung zeigten, könnte dies bedeuten, dass solche Tätigkeiten, Konzentrationsanforderungen, Vorbereitung einer freien Rede u.a. gerade am Tag des ambulanten Monitoring nur eine geringe Rolle spielten. Erst eine Segmentierung, d.h. eine Aufschlüsselung des Tagesablaufs nach bestimmten Tätigkeiten könnte hier mehr Aufschluss geben.

Die kardiovaskulären Veränderungen im Alltag waren mit der individuellen Bewegungsaktivität korreliert und weitgehend konfundiert, d.h. beide Varianzen waren nicht ohne weiteres zu trennen. Auch hier könn-

ten nur Segmentierungen aufgrund der berichteten Tageslauf-Aktivitäten oder aufgrund der objektiven Analyse der fortlaufenden registrierten Bewegungsaktivität genauere Auskunft vermitteln (siehe Abschnitt 7.2.2).

Die geschilderten Ergebnisse des Labor-Feld-Vergleichs sind mit weiteren Vorbehalten verbunden. Bei den Mittelwerten des ambulanten Blutdruck-Monitoring handelte es sich um ein Aggregat verschiedener Bedingungen, während im Labor für jede Bedingung eine oder zwei Messungen vorgenommen wurden – ausgenommen der Orthostase-Versuch, der als Mittelwert aus sieben Messungen ebenfalls ein Aggregat darstellt, dessen Reliabilität größer als bei Einzelmessungen ist. Die erreichbare Höhe der Vorhersagevalidität wird grundsätzlich durch die Reliabilität der Blutdruckmessung begrenzt; die berichteten Kurzzeit-Reliabilitäts-Koeffizienten und die Stabilitätskoeffizienten über Wochen und Monate ließen jedoch erkennen, wie fragwürdig die Generalisierbarkeit der Messungen von Blutdruck und Herzfrequenz waren.

Wie die beim Labor-Feld-Vergleich erreichte Vorhersage von knapp 50 % der interindividuellen Varianz der systolischen Mittelwerte zu beurteilen ist, hängt von den Maßstäben ab. Zum Vergleich ist auch an die zuvor berichteten Korrelationen zwischen den Messungen (1) während maximaler Ergometerbelastung und (2) unmittelbar nach dem 1000m Lauf im Stadion zu erinnern, die zwischen  $.32$  ( $R^2 = .08$ ) und  $.58$  ( $R^2 = .34$ ) betrugen, d.h. noch weniger Varianz aufklären konnten (siehe Abschnitt 5.3). Als rationales Bewertungskriterium könnte hypothetisch die Anzahl möglicher Fehlklassifikationen (falsche positive oder falsche negative Diagnosen) aufgrund der Ruhemessungen in der ärztlichen Praxis dienen. Die Frage scheint pragmatisch bereits entschieden zu sein, denn das ambulante Monitoring dient heute als Methode der Wahl zur gründlichen Diagnostik und Verlaufskontrolle der Hypertonie.

### **Schlussfolgerungen und Kommentare**

Die Psychophysiologie des labil-hypertonen Blutdruckverhaltens wurde in einem multimodalen Assessment untersucht: im Labor und im 24-Stunden-Monitoring, jeweils in zwei Teil-Studien, mit ausgewählten Belastungen und zahlreichen psychologischen und physiologischen Parametern. Die ursprüngliche Absicht, aus der Gruppierung nach Ruhewerten des Blutdrucks und den als diagnostische Methoden verwendeten Funktionsprüfungen mittels Orthostase-Versuch und Ergometer-Belastung eine

fundiertere Klassifikation der "Grenzwert-Hypertonie" abzuleiten, konnte hier wegen der zu geringen Konvergenz dieser Einteilungen nicht verwirklicht werden.

In den psychologischen Merkmalen ergab die erste Teil-Studie einige signifikante Gruppenunterschiede. Diese Befunde konnten nicht repliziert werden. Der zusammengefasste Datensatz enthielt jedoch einige Hinweise, dass Personen mit labil-hypertonomem Blutdruck tendenziell mehr körperliche Beschwerden nannten und sich durch die Untersuchung stärker beeinträchtigt fühlten. Im Monitoring unter Alltagsbedingungen unterschieden sich die aufgrund der Ruhewerte gebildeten Gruppen psychologisch nicht wesentlich.

In den physiologischen Parametern zeigte die zweite Teil-Studie, dass die zunächst gefundenen Unterschiede wenig robust waren. Dennoch waren diese Effekte im zusammengefassten Datensatz und beim Vergleich zweier parallelisierter Gruppen konsistenter und deshalb überzeugender als auf der psychologischen Seite. Probanden mit labil-hypertonomem Blutdruck zeigten demnach ein höheres Niveau kardiovaskulärer und elektrodermalen Messwerte. Die Ergebnisse wurden als Hinweis auf positiv chronotrope, positiv inotrope Effekte, erhöhte sympathische (vasokonstriktive und elektrodermale) Wirkungen und verminderte vagale Einflüsse am Herzen interpretiert. Aber die stärkeren physiologischen Reaktionen waren nicht von entsprechenden psychologischen Veränderungen in den aktuellen Selbsteinstufungen des Befindens und in den körperlichen Wahrnehmungen begleitet.

*Generell bestand eine positive Ausgangswert-Beziehung zwischen dem Blutdruck und den Reaktionswerten (Differenzen): Probanden mit höheren Ruhewerten waren danach auch reaktiver.* Beim interindividuellen Vergleich ließ ein höherer Ausgangswert auch eine größere Reaktion des Blutdrucks bzw. der Herzfrequenz erwarten (in dem hier untersuchten Bereich). Ein relativ höherer Anstieg von Blutdruck und Herzfrequenz bei höherem Ausgangsniveau bedingt ein erhöhtes Druck x Frequenz-Produkt und ein erhöhtes Herzminutenvolumen. Dieser Sachverhalt entspricht der Annahme einer erhöhten kardiovaskulären Reaktivität in der Ätiologie der primären Hypertonie und lässt sich auch mit dem Konzept einer beeinträchtigten Funktion des Baroreflex-Mechanismus in Verbindung bringen.

Wenn die geschätzten wahren Differenzen als Reaktionswerte herangezogen wurden, zeigten sich signifikante bzw. sehr signifikante Unter-

schiede zwischen den Gruppen in erwarteter Richtung. Die labilhypertonen Probanden waren im Blutdruck reaktiver. Auch in der Herzfrequenz reagierten sie stärker, jedoch nicht konsistent unter allen Belastungen. Im Labor nahm der systolische Blutdruck zwischen der Ruhebedingung der Vor- und Hauptuntersuchung signifikant stärker ab, was als stärkerer Gewöhnungseffekt interpretiert werden kann. Insgesamt waren jedoch die Gruppenunterschiede am deutlichsten in den Blutdruckmessungen ausgeprägt.

Bei den Labil-Hypertonen gab es, wie vorhergesagt, relativ mehr Blutdruck-Reagierer. Die beobachteten Unterschiede lagen jedoch knapp an der Signifikanzgrenze und waren auch aus anderen Gründen mit Vorsicht zu interpretieren. Die Ergebnisse der ISR-Analyse ließen beim Blutdruck zumindest eine Tendenz in der erwarteten Richtung erkennen, bedürfen aber der Bestätigung durch ähnliche Untersuchungen. Wegen der erforderlichen Größenordnung werden solche Studien selten sein, doch bleibt die Annahme kardiovaskulärer ISR-Muster in der frühen Phase der Funktionsstörung ein wichtiger Baustein der psychophysiologischen Forschung zur Ätiologie der primären Hypertonie.

Das ambulante psychophysiologische 24-Stunden-Monitoring hat die Hypothese einer größeren psychologischen Anspannung oder Auffälligkeit der Labil-Hypertonen nicht bestätigt. Zu den interessantesten Ergebnissen gehörten jedoch die differentiellen Labor-Feld-Verläufe von Blutdruck und Herzfrequenz. Die drei Gruppen unterschieden sich im systolischen Blutdruck und weitgehend auch im diastolischen Blutdruck sehr signifikant über den gesamten Labor-Feld-Verlauf und das Monitoring. Auch in der mittleren Herzfrequenz bestanden im Labor deutliche Gruppenunterschiede, nicht jedoch beim ambulanten Monitoring. Die Gruppen mit erhöhtem Blutdruck wiesen im Labor einen zusätzlichen Anstieg der Herzfrequenz auf ("additional heart rate", "office tachykardia"). Die psychologischen und körperlichen Laboraufgaben bedeuteten, trotz expliziter Eingewöhnung während der Voruntersuchung, für die labilhypertonen Probanden stärker als für die normotonen Probanden eine ungewöhnliche Beanspruchung, die sich auf die Herzfrequenz auswirkte. Differentielle Erholungsverläufe in den nächtlich registrierten Blutdruckwerten waren nicht zu finden.

Ein interessanter Labor-Feld-Vergleich geht von der Klassifikation der Untersuchungsteilnehmer in hochreaktive und niedrigreaktive Individuen aus, um zu prüfen, ob sich diese Gruppen unter Alltagsbedingungen im Niveau oder in den phasischen Reaktionen des Blutdrucks unterscheiden. Jain et al. (1998) untersuchten 9 hochreaktive und 8 niedrigreaktive Studenten, die aufgrund ihrer Messwerte bei einer Mehrfach-Reaktionsaufgabe im Labor aus 50 Studenten nach dem Druck-Frequenz-Produkt (systolischer Blutdruck x Herzfrequenz als Schätzung des Herz-Minuten-Volumens) ausgesucht wurden. Bei den Hochreaktiven wurden im Alltag eine höhere Variabilität des Finger-Blutdrucks und ein höherer diastolischer Blutdruck, außerdem höhere Urin-Katecholamine festgestellt. In einer Anschlussuntersuchung (Schultze, 2004) mit je 15 entsprechend ausgewählten Frauen (von N = 50) wurden im Monitoring, trotz gleicher Ausgangswerte im Labor und gleicher Bewegungsaktivität im Alltag, signifikante oder tendenziell signifikante Niveauunterschiede von 122/70 bzw. 109/62 ermittelt. Bei den hochreaktiven Frauen erklärte die Bewegungsaktivität einen deutlich geringeren Anteil der Blutdruckvarianz, so dass auf Einflüsse anderer Art geschlossen werden könnte. Diese differentielle Reaktivität war bei einer Wiederholung nach 50 Tagen nicht reproduzierbar.

Kamarck et al. (2003) untersuchten in ähnlicher Weise 335 Gesunde im Labor und anschließend sechs Tage unter Alltagsbedingungen mit Kontrolle der ambulanten Messungen hinsichtlich Körperposition, Aktivität u.a. Confounders (gestützt auf computer-gestützte Selbstberichte) in einem statistischen multilevel modeling Ansatz. Es zeigten sich differentielle Reaktionen: Hochreaktive mit hohem systolischen Werten im Labor hatten größere Anstiege im systolischen Blutdruck in Phasen hoher Anforderungen und geringer Kontrollmöglichkeiten, Hochreaktive im diastolischen Blutdruck dagegen während Phasen mit niedriger Anforderung und Kontrollmöglichkeit. Diese Untersuchungen, in denen es um habituelles Blutdruckniveau und phasische Reaktionen geht, führen ebenfalls zur Frage der statistischen und biologischen Ausgangswert-Abhängigkeiten.

## **5.6 Psychophysiologie des labil-hypotonen Blutdrucks**

Als wichtige Fortsetzung und Ergänzung wurde nach den Labil-Hypertonen eine Gruppe Labil-Hypotoner untersucht. Aus denselben Überle-

gungen wurden wie zuvor nur Studenten, die sich nicht in ärztlicher Behandlung befanden, ausgewählt, d.h. eine relativ homogene Gruppe mit grenzwertig erniedrigtem Blutdruck. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden außer Männern auch Frauen mit hypotonen Werten einbezogen. *Die Psychophysiologie des niedrigen Blutdrucks: Kreislaufregulation, Lebensgewohnheiten und Beschwerden* (Cadallbert, 1997). Die Frage der subjektiven Wahrnehmung von Blutdruckänderungen konnte mit der Methodik des ambulanten Monitoring untersucht werden. Für dieses Projekt wurden einige Teilnehmer der genannten Studie angeworben *Psychophysiologie der Hypotonie: 24-Stunden-Monitoring bei hypo- und normotonen Studierenden* (Baas, Jost & Wilmers, 1994; siehe Abschnitt 6.4).

### **Zusammenfassung**

"Ziel dieser Studie war es, die hypotone Blutdruckregulation und ihre psychophysiologischen Symptome zu untersuchen. Die leitenden Fragen waren hypothesenprüfender, methodenbezogener wie auch explorativ-beschreibender Art. Ansätze dieser Fragestellungen waren der Literatur und vorausgegangenen Arbeiten der Freiburger Forschungsgruppe Psychophysiologie entnommen.

Die Methodik der Studie beruht auf der komplementären Erhebung:

1. psychologischer Daten mit habituell und aktuell ausgerichteten standardisierten und nicht-standardisierten Fragebogen, und einem halbstrukturierten Interview zur Beantwortung der Frage nach den typischen Beschwerden und anderer Merkmale hypotoner Personen, sowie
2. auf physiologischen Messungen anhand von Mehrkanalableitungen, die nach den Konzepten und Methoden der differentiellen Psychophysiologie unter verschiedenen – mental, emotional und körperlich definierten – Belastungen im Labor zur Beantwortung der Frage nach dem hypotonen Kreislaufregulationsmuster durchgeführt wurden.

Mit Flugblättern vor den Mensen und Inseraten im lokalen Anzeigenblatt konnten aus der studentischen Population der Freiburger Hochschulen 51 Frauen und 49 Männer im Alter zwischen 20 und 28 Jahren gezielt angeworben werden. Es wurden Studenten mit niedrigen und normalen Blutdruckwerten ausgesucht. Im Unterschied zu anderen Beschwerde- und Hypotonie-Studien sollte die Untersuchung nicht an Personen durchgeführt werden, die anhand ihrer Symptome ausgewählt wurden, sondern an

gesunden Probanden. Jene, die Medikamente zur Bekämpfung des niedrigen Blutdrucks einnahmen, wurden systematisch ausgeschlossen.

Die Probanden nahmen an zwei verschiedenen Tagen an einer Vor- und einer Hauptuntersuchung teil. Die Voruntersuchung diente der Eingewöhnung, der Erhebung der Fragebogendaten und der ersten Blutdruckmessung. Die Untersuchungsgruppe erwies sich in ihrem Befinden und auch in ihren Persönlichkeitsmerkmalen als repräsentativ für die ihrem Alter entsprechende studentische Population. Die Geschlechtergruppen unterschieden sich in den Körperbaumaßen sowie in der sportlichen Aktivität.

Bei der Hauptuntersuchung wurden im Labor weitere Blutdruckwerte erhoben und andere Herz-Kreislauf- und Atemfunktionsparameter gemessen. Die Belastung zwecks Überprüfung der statischen, pressorischen und dynamischen Blutdruckregulation wurde mittels Orthostase-Test, Valsalva-Manöver und Fahrradergometrie herbeigeführt. Als mentale und emotionale Belastungen dienten der Rechenversuch und ein Operationsfilm. Im Anschluss an die Laboruntersuchung wurden die Probanden in einem halbstrukturierten Interview nach ihren hypotonen Beschwerden, Attributionen, Bewältigungsstrategien, Ohnmachtserlebnissen und weiteren biographischen Informationen befragt.

Den Empfehlungen der American Heart Association folgend, wurde ein Basal-Blutdruck anhand von mehreren Blutdruckmessungen, die an Vor- und Hauptuntersuchung durchgeführt worden waren, definiert. Bei der Untersuchung methodenkritischer Aspekte konnte die Reproduzierbarkeit der mit zwei Messgeräten erhobenen Blutdruckdaten im Abstand von Minuten und auch – dies gilt insbesondere für die systolischen Werte – in Zeitabschnitten bis zu einem Jahr nachgewiesen werden.

Da die Normwerte der Hypotonie nach Angaben der WHO auf dem systolischen Blutdruck basieren ( $PS < 100$  mm Hg bei Frauen,  $PS < 110$  mm Hg bei Männern) und dieser sich in der Studie als ausreichend stabil erwies, wurde die Gruppeneinteilung anhand einer Medianhalbierung der systolischen Werte festgelegt. Im Mittel hatten die hypotonen Frauen einen Blutdruck von 103/66 mm Hg, die hypotonen Männer von 111/71 mm Hg. Im Vergleich dazu lagen in den normotonen Gruppen die systolischen Werte im Durchschnitt um 10 mm Hg höher (Frauen: 114/73, Männer: 123/72 mm Hg). Die Zusammenhangs- und Gruppenunterschiedsanalysen wurden nach Geschlecht getrennt durchgeführt. In den

Analysen wurden auch Einflussvariablen wie Alter, Körperbau, sportliche Tätigkeit u.a. eingeschlossen. Die Menstruationsphase lag in der Frauengruppe überwiegend im Postmenstruum. So konnte der hormonelle Einfluss auf die physiologischen Parameter als relativ gut kontrolliert gelten.

Nur ein sehr geringer Teil der Probanden vermag es, auf die Frage nach der letzten ärztlichen Blutdruckmessung eine Antwort zu geben. Die selbstgenannten Blutdruckwerte wichen in der Regel vom tatsächlichen Basal-Blutdruck ab. Ausnahmen waren in der männlichen Gruppe angegebene systolischen Werte. Diese korrelierten mit den gemessenen Blutdruckwerten gut.

Die Fragebogen-Ergebnisse haben einige – aber nicht alle – aus der Literatur bekannten habituellen Beschwerden der Hypotonie bestätigt. Hierbei sind die unterschiedlichen Resultate zwischen der weiblichen und der männlichen Untersuchungsgruppe zu betonen. Die ansonsten gesunden und relativ lebenszufriedenen Probanden beschrieben zwar im Mittel ähnliche, leichtere körperliche Beeinträchtigungen (die häufigsten in Form von Störungen des Allgemeinbefindens, Empfindlichkeit gegenüber sensorischen Reizen und Anzeichen der Anspannung), die Nebeneinanderstellung der Männer- und Frauengruppe sowie Vergleiche zu vorhergehenden Stichproben zeigten jedoch, dass die Studentinnen generell mehr Beschwerden äußerten als ihre männlichen Studienkollegen, insbesondere kreislaufabhängige bzw. hypotone Beschwerden.

Diese Beschwerden waren in keiner der Gruppen auf eine generelle "Klagsamkeit" der hypotonen Personen zurückzuführen, was dafür spricht, dass die von den Personen genannten Symptome blutdrucktypisch sind.

Insgesamt führten die Fragebogen-Ergebnisse zu folgendem "Beschwerdenbild": Die typische hypotone Frau beschreibt sich als in ihrem Alltag müde oder rasch erschöpft, körperlich angespannt sowie nervös (FBL). Insbesondere Frauen mit niedrigen *systolischen* Blutdruckwerten leiden unter Konzentrationsstörungen und einer herabgesetzten Leistungsfähigkeit bei der Arbeit. Je niedriger der *diastolische* Blutdruck ist, desto mehr nehmen auch Benommenheits- und Schwindelgefühl zu. Die typische hypotone Frau neigt dazu, besonders bei niedrigem diastolischen Blutdruck, sich beansprucht zu fühlen und das Studium unter starker Anforderung und unter Zeitdruck zu erleben (FPI-R). Der typische hypotone Mann zeigt ein etwas unterschiedliches Beschwerdenbild auf: Die Sym-

ptome stehen mit einer erhöhten emotionalen Labilität in Verbindung. Emotionale Labilität (FPI-R), von anderen Autoren als "Neurotizismus" bezeichnet, drückt sich einerseits als Reizbarkeit und dem Gefühl "gestresst" zu sein aus, andererseits in Abgespanntheit, Grübeleien und bedrückter Stimmung. Im einzelnen leidet der hypotone Mann bei niedrigem *systolischen* Blutdruck vermehrt unter Schwindelgefühl; bei niedrigem *diastolischen* Blutdruck unter "Schwarz sehen vor den Augen" sowie unter "trüben Gedanken". Wird die emotionale Labilität auspartialisiert, bleibt der Zusammenhang der genannten Beschwerden mit dem Blutdruck nicht mehr bestehen. Danach muss die Spezifität dieser hypotonen Beschwerden für die Männergruppe in Frage gestellt werden.

Die im Interview erfasste subjektive Auffassung der Probanden zeigen, dass die meisten davon ausgehen, es bestehe zwischen niedrigem Blutdruck und Unwohlsein ein Zusammenhang. Nach der subjektiven Darstellung wird der Blutdruck von psychischen und auch von physischen Faktoren niedrig gehalten und kann durch körperliche und kaum durch psychische Maßnahmen erhöht werden.

Auf der physiologischen Ebene waren die Befunde der hypotonen und normotonen Personen aufschlussreich und zeigen (1) kardiosvaskuläre Niveauunterschiede bei Ruhe und Belastung sowie (2) eine ungleich ausgeprägtere Aktivierung des Herz-Kreislaufs:

(1) Hypotone und Normotone unterschieden sich bei Ruhe nicht nur definitionsgemäß im systolischen Blutdruck, sondern auch im diastolischen und im mittleren Blutdruck. Bei hypotonen Frauen war ebenfalls die Pulswellengeschwindigkeit verlangsamt, obwohl ihre Herzfrequenz jener der normotonen Frauen glich. Auch bei Anstrengung blieb das Blutdruckniveau bei den Hypotonen im Vergleich zu jenem der normotonen Personen niedrig.

(2) Die typische Aktivierung des Herz-Kreislaufs konnte bei Hypotonen anhand der Reaktionsparameter gezeigt werden. Die Reaktionsparameter wurden nicht nur als einfache Differenzen, sondern auch unter Berücksichtigung ihrer (geprüften) Ausgangswertabhängigkeit definiert. Die Ergebnisse zeigten, dass sich Hypotone und Normotone nicht speziell durch orthostatische Labilität unterscheiden: wenn sie lange stehen, fällt bei hypotonen Personen der Blutdruck genauso stark ab und die Herzaktivität nimmt ebenso zu wie bei normotonen. Durch die Belastungen im Labor wurden vorwiegend in der Frauengruppe interessante Resultate

erzielt: bei hypotonen Frauen stieg der diastolische Blutdruck im Stehen weniger stark an; unter dynamischer Belastung reagierten Frauen mit kleineren Reaktionswerten im Blutdruck während dieser in der darauffolgenden Erholung bis unter das Ruheniveau sank. Am deutlichsten wurde die schwächere hypotonische Herz-Kreislauf-Aktivierung beim Rechenversuch: hier unterschieden sich Hypotone und Normotone (insbesondere Frauen) in zahlreichen Kreislaufparametern, sowohl aus den Bereichen des Blutdrucks als auch der Herztätigkeit.

Die Interpretation der Laborergebnisse legt die Vermutung nahe, dass die Herz-Kreislauf-Regulation der Hypotoniker von jener der Normotoniker in ihrer charakteristischen sympathisch-nervösen Steuerung abweicht. Dass bei hypotonen Personen der nervös-vagale Einfluss (RSA) jenen der normotonen übersteigt, konnte unter kontrollierter Atmung nicht nachgewiesen werden. Nur im Rechenversuch deutete die schwächere Verminderung der RSA bei hypotonen Probanden auf einen eventuellen geringeren vagalen Rückzug hin.

Die unmittelbar nach jeder Belastungssituation im Labor stattgefunden Befindenseinstufung zeigte, dass sich die hypotonen Männer wie erwartet nach dem Stehtest müder fühlen als die normotonen. Auch nahmen die hypotonen Probanden bei der Betrachtung des Operationsfilms ein etwas stärkere Schwindelgefühl wahr. Die restlichen Ergebnisse konnten diese Befunde jedoch nicht bekräftigen: nach den anderen Belastungssituationen fühlten sich die hypotonen Personen im Vergleich zu den normotonen genauso müde und es wurde ihnen ebenso schwindelig. Den Operationsfilm schauten sich alle Probanden ohne größere Empfindlichkeit gegenüber den Blutszenen an, so dass keine Tendenz zu Blut-Verletzungs-Katastrophen-Phobie festgestellt werden konnte. Es stellte sich insgesamt eine größere Gelassenheit der hypotonen Personen im Labor heraus. Die dort unmittelbar wahrgenommenen Beschwerden stehen sonst im Gegensatz zu den habituellen, rückblickend im Fragebogen beurteilten, hypotonen Symptomen.

Da es also im Labor nicht möglich war, die hypotonen Beschwerden bestimmten kontextuellen Bedingungen zuzuordnen, bleibt zu vermuten, dass die habituelle Müdigkeit und das Schwindelgefühl hypotoner Frauen im Alltag in Folge von wiederholter "Erschlaffung" des Herz-Kreislaufs erscheinen. Es werden mögliche Forschungsansätze diskutiert." (Cadabert, 1997, S. 243-246).

## **Kommentar**

Dieses Forschungsvorhaben über die Psychophysiologie des hypotonen Blutdruckverhaltens war sehr ähnlich wie die Untersuchung der labil-hypertonen Personen angelegt. Beide Untersuchungen hatten auch dasselbe Problem, dass sich die verglichenen Gruppen in ihren Blutdruck-Ruhewerten nicht so stark unterschieden wie erwartet – und wie für robuste Ergebnisse vielleicht notwendig. Die hypothetischen differentiellen Effekte waren nur tendenziell ausgeprägt und insgesamt inkonsistent.

### **Gruppengröße, Präselektion und Effektstärken**

Das strategische Dilemma war bei der Planung beider Studien ausführlich diskutiert worden. Mit dem praktizierten Auswahlverfahren sollte eine einseitige Präselektion vermieden werden, doch möglichst ohne zu große Nachteile für die Effektstärken. Andere Untersucher haben sich mit diagnostizierten, d.h. bereits auf die eine oder andere Weise auffällig gewordenen Personen befasst. Die Probanden waren also bereits in ärztlicher Behandlung gewesen oder hatten zumindest wegen ihrer Beschwerden bereits Kontakt gesucht (siehe z.B. Schwab, 1992). Zweifellos stellen diese "Quasi-Patienten" keine Zufallsauswahl dar. Viele Beobachtungen und Untersuchungsergebnisse sprechen dafür, dass die Zuweisung solcher Diagnosen sekundäre Einflüsse auf die subjektive Einstellung haben könnten. Solche Untersuchungsergebnisse können folglich nicht als repräsentativ angesehen werden, sondern stammen von besonders beschwerdenreichen Hypotonikern.

Mit dem Verfahren eines breiten Screening, an dem im universitären Bereich jeweils viele Hunderte von Personen teilnahmen, sollte diese Einseitigkeit vermieden oder möglichst gering gehalten werden. Die Zuweisung zum Forschungsvorhaben sollte durch die Untersucher und nicht durch erste Anzeichen eines Krankheitsverhaltens, durch Beschwerdeshäufigkeit, Gesundheitssorgen und Selbstattributionen bedingt sein.

Die Gruppenunterschiede blieben bei den labil-hypertonen Personen mit 26/10 mm Hg und bei den Hypotonen mit 11/4 mm Hg (Frauen 11/7, Männer 12/1 mm Hg) hinter den Erwartungen deutlich zurück, trotz der Personenzahl, die bereits an der oberen Grenze der praktisch-organisatorischen Kapazität solcher breiten multivariaten psychophysiologischen Untersuchungen lag. An den nachträglichen Power-Analysen auf der Basis der beobachteten Mittelwert-Differenzen war zu erkennen,

dass einige der inhaltlich wichtigen Ergebnistendenzen erst bei unrealistisch großen, mehrere hundert Personen umfassenden Gruppen zu sichern gewesen wären (Fahrenberg & Foerster, 1993). Die Interpretation beider Untersuchungen muss sich also in dem strategischen Dilemma zwischen Präselektion und Effektstärken bewegen.

### **Schlussfolgerungen**

In beiden Forschungsvorhaben konnten nur wenige der hypothetischen Gruppenunterschiede in psychologischen und physiologischen Parametern beobachtet werden. Wie ein roter Faden zog sich der Befund der weitgehend fehlenden psychologisch-physiologischen Korrelationen durch die Untersuchungen. Kreislaufmessungen und subjektive Einstufungen bzw. durch Fragebogen erfasste Persönlichkeitsmerkmale hatten von wenigen Bereichen abgesehen kaum Gemeinsamkeiten. Zu den Ausnahmen gehörten – wenn auch nicht durchgängig – die momentanen körperlichen Wahrnehmungen bei Belastungen wie dem Orthostase-Versuch. Die Mehrzahl solcher inhaltlich interessanten Ergebnisse war nicht robust bzw. war nicht durch entsprechende Effekte in verwandten Variablen flankiert und gestützt. Dies war beim Replikationsversuch der Untersuchung an den labil-hypertonen Personen deutlich geworden. Außerdem gab es unerwartete Ergebnisse. Bemerkenswert war u.a. die Diskrepanz zwischen Ruhe-Blutdruck und den Ergebnissen des Orthostase-Versuchs bzw. der Ergometrie bei der Einteilung der Gruppen. Die beabsichtigte Fundierung der Gruppenbildung war deswegen nicht möglich.

Zusammenfassend lässt sich als kritischer Befund feststellen, dass die hypothetischen Gruppenunterschiede nur in wenigen Parametern, wenig robust oder z.T. inkonsistent auftraten. Ähnliche Untersuchungen mit eventuell größeren Inter-Gruppen-Varianzen würden u.U. mehr Hypothesen bestätigen können. Die bisherigen Resultate lassen jedoch vermuten, dass diese Effektstärken kaum sehr bedeutend sein würden.

## **5.7 Psychophysiologische Zeitreihenstudien**

Zeitreihenstudie ist hier der Oberbegriff für die in gleichen oder ähnlichen Zeitintervallen wiederholte, standardisierte Datenerhebung mit der Ab-

sicht, systematische Zustandsänderungen, Verläufe, Prozesse der dynamischen Regulation zu erfassen. Die Methodik von Zeitreihenstudien soll Veränderungen abbilden, z.B. Interventionseffekte, Therapie- und Rehabilitationsverläufe. Im psychophysiologischen Untersuchungsansatz sollten darüber hinaus auch die Kovariation der psychischen und körperlichen Zustandsänderungen analysiert werden. In dieser Absicht wurden zwei Projekte mit serieller Datenerhebung geplant:

1. die Untersuchung von Studenten unter Laborbedingungen und
2. von Herz-Kreislauf-Patienten während eines stationären Heilverfahrens.

Aus praktischen Gründen wurde ein Zeitraster mit zwei Untersuchungsterminen in der Woche gewählt. Im Hinblick auf die Blutdruckforschung waren zwei weitere Untersuchungen wichtig (siehe auch Abschnitt 4.2.1): die *Zeitreihenstudie der orthostatischen Kreislaufreaktionen* (Myrtek & Frommelt, 1976) und die Prüfung der *Psychologischen und physiologischen Wirkungen eines fünfwöchigen Ergometertrainings bei Gesunden* (Myrtek & Villinger, 1976).

Während die physiologischen Messungen wahrscheinlich mit nur geringen Gewöhnungseffekten und Rückwirkungen wiederholbar waren, mussten geeignete psychologische Untersuchungsverfahren erst konstruiert werden. In einem Tagebuchblatt (bzw. "Kurtagebuch") waren Fragen nach dem Tagesablauf, der Stimmung und möglichen körperlichen Beschwerden zusammenzustellen. Für die geplanten Untersuchungsserien wurden möglichst äquivalente (gleichwertige) Parallelformen psychologischer Leistungstests benötigt, u.a. Tests der Aufmerksamkeit, Merkfähigkeit, Reaktionszeit. In Anlehnung an die Testserien von Mefferd, Moran u.a. konnten existierende Testserien angepasst bzw. verlängert und darüber hinaus auch neue Tests konstruiert werden: *Methodenentwicklung für psychologische Zeitreihenstudien* (Fahrenberg, Kuhn, Kulick & Myrtek, 1977); *Eine psychophysiologische Zeitreihenstudie an 20 Studenten über 8 Wochen* (Fahrenberg, Myrtek, Kulick & Frommelt, 1977).

## **Zusammenfassung**

"In einer Zeitreihenstudie wurde eine Vielzahl psychologischer und physiologischer Kennwerte auf ihre Eignung zur Beschreibung genereller und individueller Zustandsänderungen untersucht. Außer Tagebuch-Daten,

Stimmungsskalen u.a. Selbsteinstufungen wurden Reaktions- und Koordinationsleistungen, Konzentration und sensorische Schwellen, Kennwerte physiologischer Funktionsprüfungen und Laborwerte von 20 männlichen Studenten an 16 Tagen während eines Beobachtungszeitraums von 8 Wochen erhoben sowie meteorologische Variablen berücksichtigt. Generelle Zustandsänderungen zeigen sich in einigen Mittelwertunterschieden zwischen den Terminen und in einigen bedeutsamen Kovariationen. Bestimmte Leit-Variablen werden hervorgehoben. Jedoch ist die Individualität der Zeitreihen-Protokolle sehr groß, und es gibt Hinweise auf individualcharakteristische Veränderungskennwerte. Einige Probleme der korrelationsstatistischen Analyse und das Dilemma der Generalität – Individualität bei der Beschreibung der Zustandsänderungen werden erörtert." (Fahrenberg, Myrtek, Kulick & Frommelt, 1977, S. 263).

### **Kommentar**

Aus der ersten psychophysiologischen Zeitreihenstudie war zu lernen, welche Methodenprobleme und organisatorischen Anforderungen mit diesem Forschungsansatz verbunden waren. Gegen die mögliche Schlussfolgerung, dass solche Untersuchungen noch zu schwierig oder grundsätzlich zu anspruchsvoll wären, sprach die Einsicht, dass in vielen Anwendungsfeldern solche Untersuchungsansätze unentbehrlich zu sein scheinen. Systematische und multivariate Evaluationsforschung verlangt repräsentative Datenerhebungspläne, d.h. in der Regel *multiple Messungen* auf der Seite der Prädiktoren und der Seite der Kriterien. Deswegen wird sich eine psychophysiologische Programmforschung mit diesen Strategien auseinandersetzen müssen, auch wenn es offensichtlich weithin nur explorative und induktive Studien sein können. Erst bei deskriptiv überzeugenderen Grundlagen sind striktere und hypothesenprüfende Untersuchungen angemessen.

Die psychophysiologische Zeitreihenforschung mit faktorenanalytischer Methodik, die sog. P-Technik-Analysen, waren von Cattell und Mitarbeitern eingeleitet worden (Cattell, Cattell & Rhymer, 1947). Die eigenen Untersuchungen ließen bald die methodischen Grenzen erkennen. Zumindest bei den psychologischen Leistungs-Testwerten zeigten sich große initiale Übungeffekte und ein Lernen von optimalen Strategien, das bei einigen Studenten über den gesamten Zeitraum mit 16 Terminen in 8 Wochen anhielt. Dies war an den gemessenen Testzeiten zu erken-

nen, trotz der vorsorglich durchgeführten Einübung und Gewöhnung durch vier Durchgänge vor Beginn der Hauptuntersuchung. Solche Trends verursachten einen rechnerisch kaum angemessen zu kontrollierenden Bias für alle Korrelationsrechnungen.

Zeitreihenuntersuchungen dieser Art waren ungewöhnlich aufwendig für die Teilnehmer und die Untersucher und ebenso für die Datenauswertung. Die Verläufe, insbesondere die psychologischen Daten, waren offensichtlich sehr individuell geprägt, doch waren auch gemeinsame Trends zu beobachten. Am deutlichsten war ein extern bedingter Effekt in den Zeitreihen mehrerer Studenten, die an den Freiburger Fasnet-Veranstaltungen teilgenommen hatten.

Acht der Studenten hatten ihre Tageblätter noch über den Zeitraum von weiteren 8 Wochen (57 Tage) weitergeführt, so dass schließlich Serien von jeweils knapp über 100 Tagebuchinformationen vorlagen. In der Befindlichkeit zeigten sich so markante individuelle Mittelwertunterschiede und Muster, dass eine Aggregation über die Untersuchten kaum angemessen war *Zur Zeitreihenanalyse von Stimmungsskalen (Zimmermann, 1978)*.

Zur statistischen Auswertung wurden verschiedene intra- und interindividuelle Korrelationsmaße, Korrelationen für die aggregierte "mittlere" Person, parametrische und nicht-parametrische Koeffizienten, direktionale Korrelationskoeffizienten, verwendet – Verfahren, die später durch die Strategie der Kovarianzzerlegung ersetzt wurden (siehe Abschnitt 5.8.3). Als grundsätzliches Problem erwiesen sich die näherungsweise linearen Trends in den seriellen Messungen, die einen gravierenden Einfluss auf die Korrelationskoeffizienten hatten, falls keine Standardisierung über die Zeitreihe vorgenommen wurde, denn gemeinsame Trends erhöhen die Korrelation der Zeitreihen auch dann, wenn die zugrundliegenden Daten funktionell und messtechnisch völlig unabhängig sind.

Ein wichtiger Bestandteil dieser ersten Zeitreihenstudie war die Untersuchung im Kreislauf-Labor. Anschließend an jede der 16 psychologischen Untersuchungen wurden dort Ruhewerte von Herzfrequenz und Blutdruck gemessen und eine orthostatische Belastung durchgeführt. In dieser ersten Zeitreihenstudie waren keine Trends in der Herzfrequenz oder im systolischen Blutdruck zu erkennen. Nur im diastolischen Blutdruck zeigte sich ein sehr signifikanter Effekt, d.h. eine Abnahme über die 16 Termine, außerdem eine einzige und bemerkenswerte Korrelation mit

den Beschwerden am Untersuchungstag (Tagebuchblatt) und sonst mit keiner anderen Variablen.

Aufgrund dieser Erfahrungen wurde eine ähnliche Untersuchungsserie mit Herz-Kreislauf-Patienten geplant. Diese Anschlussstudie konnte auf einigen der methodischen Erfahrungen und Befunde der ersten Studie aufbauen. Im Unterschied zur Untersuchung an den Studenten ging es dabei auch um die Evaluation der stationären Heilverfahrens mittels psychophysiologischer Methodik. *Eine psychophysiologische Zeitreihenstudie an 54 Herz-Kreislauf-Patienten im stationären Heilverfahren. Erfolgsbeurteilung, Gruppenunterschiede und Periodizitäten* (Myrtek, Medert-Dornscheidt, König, Fahrenberg & Kutzner, 1979). Der stationäre Aufenthalt in der Rehabilitationsklinik war hier ein organisatorischer und methodischer Vorzug gegenüber dem weitgehend ungebundenen Tageslauf der Studenten. Am Wochenende gab es in der Rehabilitationsklinik keine Behandlungen, statt dessen erhielten viele Patienten privaten Besuch. (Zusammenfassung der Ergebnisse siehe Abschnitt 6.3.)

### **Ausblick**

Die Zeitreihenforschung entsprach in vieler Hinsicht der Methodik des ambulanten Monitoring, denn anhand solcher seriellen bzw. kontinuierlichen Datenerhebungen sollen Veränderungen und Verlaufsmuster erfasst werden. Weitere Ähnlichkeiten existieren in der relativen Länge der Untersuchung und in der möglichen Rückwirkung auf die Untersuchten und auf die Akzeptanz der Methodik. Darüber hinaus sind die sonst eher selten gegebenen statistischen Besonderheiten zu nennen: u.a. die seriellen Abhängigkeiten und das Verhältnis der intra-individuellen zur inter-individuellen Varianz über längere Zeiträume, die Trennung von funktionell bedingter Variation und messmethodischen Fehlern. Der wichtigste methodische Unterschiede bestand in der situativen Standardisierung der Zeitreihenuntersuchungen im Gegensatz zum "freien" Monitoring unter Alltagsbedingungen. Die Monitoring-Ergebnisse könnten interindividuell besser vergleichbar gemacht werden, wenn der Ablauf durch Standardsituationen strukturiert würde oder nachträglich bestimmte Segmentierungen, z.B. hinsichtlich bestimmter Tätigkeiten bzw. Settings oder subjektiv erlebter Situationen, vorgenommen werden.

Insofern war durch die psychophysiologischen Zeitreihenstudien der Weg für das ambulante Monitoring bereits gebahnt als die technischen

Systeme dafür verfügbar wurden. Im Arbeitsprogramm der Forschungsgruppe schlossen sich die neuen Untersuchungsansätze an die Zeitreihenstudien an.

## **5.8 Methodenentwicklung und Methodenstudien**

### **5.8.1 Übersicht**

Auf die zahlreichen Methodenstudien, auf Testkonstruktion, Hardware- und Software-Entwicklung für physiologische Messmethodik, wird hier nur sehr summarisch verwiesen. Einen großen Raum nahm die Entwicklung oder Standardisierung von Laboraufgaben (Paradigmen) ein: die Kreislauf-Funktionsprüfungen wie der Orthostase-Versuch und die Ergometer-Belastung, Apnoe-Test, und die Aufgaben zur Induktion von psychophysischer Aktivierung: kontinuierliche Rechenaufgaben unter Lärmbelastung (von Eiff), eine freie Rede halten, Cold-Pressor-Test, emotional stimulierende Dias, Überforderungsparadigma mit individuell geregelter Steigerung des Aufgabentempos u.a. Darüber hinaus wurden experimentelle Paradigmen zur Konditionierung des Lidschlags und neuropsychologische Tests zur Messung der Orientierungsreaktion und ihrer Habituation entwickelt.

Unter den Methodenstudien und Überlegungen sind die Skalierungsprobleme zu nennen. Bei jeder Beurteilung physiologischer und psychologischer Reaktionen stellt sich unvermeidlich die Frage, ob Ausgangswert-Abhängigkeiten bestehen. Ist der Betrag der gemessenen Reaktion statistisch oder biologisch von dem Ausgangs- (Ruhe-) Wert abhängig, und wie können ggf. bestehende Ausgangswert-Abhängigkeiten korrigiert oder kontrolliert werden? Zu diesem Thema wurden mehrere Arbeiten unternommen. Wie sind optimale Basalwerte zu erreichen bzw. festzulegen: Ruhewerte (psychologische "Ruhsituationen" mit steady state der physiologischen Funktionen) oder minimale Messwerte aus Schlafregistrierungen?

Einen Eindruck von der intra- und interindividuellen Varianz der Datensätze, insbesondere wenn Ergometrie und Messwerte unter Alltagsbedingungen oder aus der Nacht einbezogen werden, vermitteln u.a. die Tabellen 5.2 und 5.6, siehe auch *Adequate scaling of heart rate reactions. – A comparative study based on resting levels, measures of basal (sleeping)*

*state, vita maxima, and individual range (Fahrenberg, Foerster, Schneider, Müller & Myrtek, 1985); Response scaling: Night-time baselines, resting baselines, and initial-value dependencies (Fahrenberg, Foerster & Franck, 1995).*

### **5.8.2 Fragestellung Ausgangswert-Abhängigkeiten**

In einflussreichen Arbeiten hatte Wilder (1967) behauptet, dass die physiologischen Reaktionswerte mit steigender Belastung nicht proportional anwachsen, sondern aufgrund natürlicher Begrenzungen, z.B. des kardiovaskulären Systems bei steigender Belastung, relativ geringer ausfallen. Dies bedeutet, dass die als Differenz zwischen Ausgangswerten und Belastungswerten definierten Reaktionswerte (Veränderungswerte) mit den Ausgangswerten negativ korreliert sind. Je höher der Ausgangswert, desto (relativ) geringer ist der Reaktionswert und umgekehrt bei erregungsdämpfenden Reaktionen. Wilder hatte diesen Sachverhalt bei der Belastung des Kreislaufs mit Kleindosen von Adrenalin *innerhalb* der Untersuchungsserie *einer* Person beobachtet. Das sog. Wildersche Ausgangswert-Gesetz wurde als Ausdruck der homöostatischen Regulation des Organismus angesehen und in der psychophysiologischen Untersuchungsmethodik weithin auch auf die interindividuellen Reaktions-Skalierungen übertragen. Demnach sind bei Individuen mit relativ hohen Ausgangswerten relativ geringere Reaktionswerte als bei Vergleichspersonen zu erwarten. Um diesen Effekt statistisch zu kontrollieren, hatten Lacey u.a. Autoren eine kovarianzanalytisch begründete Datentransformation (residualized change scores bzw. Autonomic Lability Scores ALS) eingeführt, so dass Ausgangswert und Reaktionswert statistisch voneinander unabhängig werden.

Dem Problem der Ausgangswert-Abhängigkeit von psychophysiologischen Reaktionswerten wurden hier mehrere Arbeiten gewidmet: *Zur Methodik der Verlaufsanalyse: Ausgangswerte, Reaktionsgrößen (Reaktivität) und Verlaufswerte (Fahrenberg & Myrtek (1967); The law of initial value: A rare exception (Myrtek & Foerster, 1986a); Implicit measurement models in methods for scoring physiological reactivity (Stemmler, 1987b); Psychophysiological assessment: Conceptual, psychometric, and statistical issues (Stemmler & Fahrenberg, 1989); Über die Probleme von Ausgangswertabhängigkeiten und Reaktions-Skalierungen (Foerster,*

1994); *On the problems of initial-value-dependencies and measurement of change* (Foerster, 1995); *Response scaling: Night-time baselines, resting baselines, and initial-value dependencies* (Fahrenberg, Foerster & Franck, 1995).

Die einfachen Differenzen  $D$  zwischen Ausgangswert  $X$  und Belastungswert  $Y$  (d.h. den Prä- und Post-Werten) korrelieren in der Regel mit den Ausgangswerten (negativer Koeffizient  $r_{DX}$ ). Es besteht eine rechnerische Abhängigkeit durch die Differenzbildung, der sog.  $a$  ( $a - b$ )-Effekt. Genauere Aussagen über die Ausgangswert-Abhängigkeit, die außerdem auch die unvollkommene Reliabilität beider Messungen berücksichtigen muss, um schließlich neben diesen statistischen Effekten einen biologisch-homöostatischen Effekt gelten lassen zu können, verlangen, dass ein bestimmtes Messmodell spezifiziert wird. Der einfachste Fall, wenn keine anderen Informationen vorliegen, wäre die Annahme, dass die beiden Fehlervarianzen der Ausgangswerte und der Belastungswerte gleich sind. "Fehlervarianz" beinhaltet hier jedoch mehrere hypothetische Komponenten: (1) Messfehler im engeren Sinn, (2) eingeschränkte Reproduzierbarkeit der Messwerte aufgrund funktioneller Fluktuation, und u.U. (3) Varianz zwischen Personen (und Gruppen), z.B. hinsichtlich der Fähigkeit, steady state Bedingungen zu erreichen, vielleicht aufgrund unzureichender Gewöhnung an die Laborbedingungen.

Nach Myrtek und Foerster (1986a) wird hier der Steigungsparameter  $\beta$  (Steigung der ersten Hauptkomponente der Kovarianzmatrix aus den kombinierten Datenpunkten von Ausgangs- und Belastungswerten) herangezogen, um die Ausgangswert-Beziehung statistisch zu prüfen. Aus dem Ergebnis des t-Tests ist zu erkennen, ob die wahren Differenzen in diesem Messmodell von den wahren Ausgangswerten unabhängig sind oder ob eine Ausgangswert-Abhängigkeit besteht, d.h. eine positive ( $\beta > 1.0$ ) oder negative ( $\beta < 1.0$ ) Beziehung.

### **Zusammenfassung**

"Initial value dependency (IVD) is a difficult methodological topic for researchers who assess treatment effects through changes in psychophysiological variables. Its investigation is often made difficult by statistical intricacies. Several methods for quantifying IVDs have been discussed. Of course, the correlation coefficient between the initial score and the difference between final and initial scores must be rejected because it exclu-

sively tests for the effect of the regression towards the mean. The test for initial and final score variances can be shown to be a special case of Kendall and Stuart's structural relationship model (provided the initial with final value correlation is positive). Several other approaches to assess IVDs follow directly from Kendall and Stuart's models. These approaches are discussed theoretically and, using a wide range of physiological variables and experimental conditions, evaluated empirically with the data from seven investigations and a total of 702 tests for IVDs. Test results varied widely among the five IVD assessment models chosen for this study. Only between 56 % and 72 % of the tests agreed with regard to the existence of an IVD. This result can be explained by the IVD assessment model's differences in the particular error variances employed. Contrary to Wilder's Law of Initial Values and irrespective of the assessment model used, the direction of the IVDs was positive. Three change scores are suggested: (1) The final-initial value difference score which contains all of the initial value's variance; (2) the true-final – true-initial-value difference score which eliminates the statistical IVD, i.e., that part of the IVD which is due to the regression towards the mean; (3) the base-free true difference score which eliminates both the statistical and the true IVD from the final value." (Foerster, 1995, S. 324)

### **Kommentar**

Diese umfangreichen Vergleiche ergaben, dass die von Wilder beschriebene negative Ausgangswert-Abhängigkeit bei *interindividueller* Betrachtung eine seltene Ausnahme ist, zumindest in typischen psychophysiologischen Laboruntersuchungen. Aus den Tabellen war zu entnehmen, dass für den systolischen und den diastolischen Blutdruck sowie für die Herzfrequenz (und viele andere kardiovaskuläre Parameter) entweder *positive* oder *keine* Ausgangswert-Abhängigkeiten vorkommen, negative Abhängigkeiten im Sinne Wilders jedoch nur ausnahmsweise. Folglich war bei vielen Blutdruckuntersuchungen, die einen Vergleich zwischen Personen mit unterschiedlichen Ausgangswerten enthalten, mit einem Bias zu rechnen, der durch statistische und/oder homöostatische Effekte bedingt sein könnte: In dem hier untersuchten, relativ begrenzten Messbereich waren bei höherem Ausgangsniveau relativ höhere Reaktionswerte zu erwarten.

## **Zusammenfassung**

"Ideally, response scores that are derived to assess individual differences in responsiveness should be independent of the researcher's subjective preferences for any specific baseline condition, for instance, resting (pre-task) values or night-time baseline. A methodological investigation was designed to evaluate three issues: namely, baseline bias, initial-value dependency bias, and response score bias.

Fifty-one hypertensive patients participated in three 24-hour periods of psychophysiological monitoring. The monitoring consisted of measurements taken during rest periods and tasks in the laboratory, as well as measurements during daytime activities and during night-time. The assessment included the cold pressor test, mental load, active relaxation, and stair climbing as a physically demanding task. Blood pressure and heart rate were employed in exploring specific methods of response scoring.

The findings indicated that the assessment of individual differences in responsiveness, i.e. rank ordering of subjects, was biased substantially. (1) Inconsistencies exist between response scores that were derived by relating task level to night-time baselines, rather than to resting baseline in the laboratory. This deviation was obvious for task-baseline differences but less evident for residualized change scores and true scores. (2) Positive initial-value dependency for BP and HR, i.e. association of higher baseline and higher response magnitude, was found when resting baselines were used. However, negative initial-value dependency was found in several instances when night-time baselines were employed. (3) Inconsistencies were also evident among various methods of response scaling, whereby a discordance seems to exist between the simple difference, on the one hand, and residualized change scores and true score models, on the other.

A strategy of response scaling is suggested that disregards simple difference scores and employs (1) a residualized change score to represent incremental changes and (2) a design-specific true score model that allows for both a test of initial-value dependency and an estimation of true difference. Baseline bias, initial-value dependency bias, and response score bias may be responsible for some of the inconsistencies in outcomes for psychophysiological research." (Fahrenberg, Foerster & Franck, 1995, S.4)

## **Kommentar**

Auch in der Messtheorie psychologischer Tests ist das Problem der bias-freien Veränderungsmessung geläufig. Es wurde in Begriffen von Test-Reliabilität, von Wachstumsmodellen etc. diskutiert, stellte sich jedoch wegen der leichter durchführbaren Reliabilitätsbestimmungen (Messfehler-Schätzungen) aufgrund der inneren Konsistenz und vor allem wegen der weniger einsichtigen Homöostase-Argumentation kaum in der Schärfe wie in der psychophysiologischen Methodik.

Die erwähnten Messmodelle benötigen Schätzungen der Reliabilität. In der zuvor geschilderten Analyse konnten hierfür die Messungen des zweiten Untersuchungstags herangezogen werden. Nach den drei Messmodellen wurden die Zusammenhänge geprüft: PS, PD, HF während der vier Belastungen Cold-Pressor-Test, Konzentrations-Versuch, Treppensteigen, Tages-Mittelwert im Monitoring, jeweils mit den drei Baselines Nacht-Mittelwert, Nacht-Minimum und Anfangsruhe im Labor. Ausgangwert-Abhängigkeiten wurden in 43 % aller durchgeführten Tests gefunden. Dabei zeigten zwei Drittel dieser signifikant gewordenen Tests eine positive Beziehung an. Die Resultate wirkten jedoch inkonsistent und schienen u.a. von der betreffenden Variable, der Baseline, der Aufgabe, und insbesondere vom gewählten Messmodell abhängig zu sein. Im Hinblick auf den systolischen Blutdruck ergaben sich signifikante Ausgangswert-Beziehungen nur hinsichtlich Baseline Mittelwert Nacht – Treppensteigen, Baseline Mittelwert Nacht – Konzentrationsversuch (negativ), Baseline Minimum Nacht – Treppensteigen, Baseline Anfangsruhe – Cold-Pressor-Test, Baseline Anfangsruhe – Treppensteigen.

Nach einer Phase, in der es grundsätzliche Diskussionen bzw. die verbreitete praktische Anwendung der ALS-Transformation gab, scheint das Interesse an diesem Methodenproblem abgenommen zu haben. Speziell in der Blutdruckforschung sind durch ambulantes Monitoring häufig auch nächtliche Basalwerte verfügbar, die für solche Reaktionsskalierungen herangezogen werden könnten. Die psychophysiologischen Untersuchungen zum labil-hypertonen Blutdruck haben gezeigt, dass es differentielle Effekte gibt, in wie weit sich die Teilnehmer auf die Untersuchung einstellen. Initial erhöhte Werte könnten durch die Erwartungsspannung, die Anfangsunsicherheit in ungewohnter Situation und die Antizipation der bevorstehenden Aufgaben oder auch der eigenen Leistungsfähigkeit verursacht sein.

In neuerer Zeit existiert keinerlei Konvention hinsichtlich Ausgangsbedingungen (steady state) oder Reaktionsskalierung. Einige Untersucher verwenden residualisierte Reaktionswerte, andere nur die einfachen Differenzen oder die Belastungswerte. In der dritten Labor-Studie gab es je nach verwendeter Reaktionsskalierung eine andere Antwort auf die Frage, ob die labil-hypertonen Studenten blutdruck-reaktiver waren als die normotonen.

Praktisch zu bedenken ist, dass Differenzen oder Belastungswerte für einzelne Personen leicht zu bestimmen sind, während ALS oder "wahre Werte" nur stichprobenbezogen ermittelt werden können. Die zur Berechnung wahrer Werte notwendigen Schätzungen der Reliabilität enthalten ihrerseits Methodenprobleme, da unabhängige Schätzungen kaum verfügbar sein werden. Schätzungen, die etwa aus einer systematischen Wiederholung der gesamten Untersuchung oder wichtiger Untersuchungsabschnitte stammen, werden aktuelle Messfehler nicht von funktionellen Veränderungen zu trennen vermögen. Allerdings ist für die meisten physiologischen Messmethoden eine relativ hohe Präzision anzunehmen; unsicherer waren hier die Blutdruckwerte und die Parameter der Impedanzkardiographie.

Das von Foerster vorgeschlagene multistrategische Verfahren wird vielen Untersuchern zu aufwendig sein: Statt der besonders fragwürdigen Differenzwerte wären (1) die ausgangswert-unabhängig gemachten ALS-Werte (residualized change scores) und außerdem (2) ein explizites Fehlermodell zu Schätzung wahrer Werte zu verwenden. Beide Analysen müssten dann im Hinblick auf die jeweilige Fragestellung diskutiert werden. Besteht aufgrund statistischer oder biologisch-homöostatischer Zusammenhänge ein Bias, der sonst leicht übersehen wurde? Das multistrategische Verfahren kann letztlich die Entscheidung nicht abnehmen. Eine Konvergenz der drei Verfahren würde zumindest die Robustheit der Reaktionswerte erkennen lassen. Widersprüche zwischen den Reaktionsskalierungen würden vertiefende Analysen hinsichtlich der maßgeblichen Bedingungen nahe legen. Bei der Evaluation dieser Ausgangswert-Abhängigkeiten ist auch zu bedenken, dass die Ergebnisse der wiederholten Prüfung, z.B. für Blutdruckmessungen und Herzfrequenz, nicht so konvergent und über alle Aufgaben reproduzierbar ausfielen wie erwartet.

### 5.8.3 Korrelationen zwischen und innerhalb Personen (Kovarianzzerlegung)

Die ersten beiden Grundlagenlagenstudien hatten mit ihren umfangreichen Datensätzen Material für Vergleichszwecke in anderen Forschungsprojekten geliefert. Außer den statistischen Verteilungs-Kennwerten wichtiger Parameter und den Reliabilitäts- und Stabilitäts-Koeffizienten sind für die Differentielle Psychophysiologie auch Informationen über die korrelativen Zusammenhänge zwischen den verschiedenen physiologischen Variablen interessant. Die statistischen Zusammenhänge der individuellen Messwerte können in einem mehrdimensionalen Datenkörper unter verschiedenen Perspektiven beschrieben werden: nach Personen, Variablen, Situationen (Untersuchungsphasen) und deren Wiederholungen innerhalb einer Untersuchung oder zu einem weiteren Termin. Um diese Perspektiven statistisch aufzugliedern, wurde das Verfahren der Kovarianzzerlegung verwendet (siehe u.a. Fahrenberg et al., 1979; Fahrenberg & Stemmler, 1989; Foerster & Fahrenberg, 1989; Stemmler, 2001). Zur Evaluation solcher Zusammenhänge hat es sich bewährt, im bi-variaten Fall drei Koeffizienten zu vergleichen:

1. die *interindividuelle* Korrelation, gemittelt über alle Personen, zur Beschreibung relativ überdauernder Korrelation und zur Vorhersage interindividueller Unterschiede (Querschnitt);
2. die *intraindividuelle* Korrelation über mehrere Situationen, gepoolt über die Personen anhand der Kovarianzmatrix, zur Beschreibung der individuell zusammenhängenden Veränderungen bzw. Muster von Variablen im Zeitbereich (Längsschnitt);
3. die sog. *systemische* Korrelation zur Beschreibung von (a) "wahren" funktionellen Zusammenhänge und (b) methodischen bzw. rechnerischen Abhängigkeiten (individuelle Mittelwerte von Personen sowie von Situationen eliminiert).

Die intraindividuell berechneten Korrelationskoeffizienten können durch eine gemeinsame Drittsteuerung inflationiert sein, so dass selbst physiologisch unabhängige Parameter aufgrund einer Stimulation oder experimentellen Provokation in einer scheinbar signifikanten Korrelation zu stehen scheinen. Deswegen kommt es bei der kritischen Evaluation der Kovariation und Redundanz von Parametern auf eine möglichst große Anzahl von Messpunkten an. Als Beispiele werden hier einige Koeffizienten für die

Beziehungen zwischen Herzfrequenz und systolischem Blutdruck sowie Pulswellengeschwindigkeit genannt; sie basieren auf 58 Personen und 10 Situationen: Herzfrequenz/systolischer Blutdruck: interindividuell .13, intraindividuell .46\* und systemisch -.03; Herzfrequenz/ Pulswellengeschwindigkeit interindividuell .52\*, intraindividuell .83\*\* und systemisch .60\*. Die Herzfrequenz kovariiert in dieser Untersuchung inter- und intraindividuell stärker mit der Pulswellengeschwindigkeit; dies hat kreislaufphysiologische Gründe, aber beide Parameter sind auch methodisch von der EKG-Auswertung abhängig und teilen mögliche Auswertungsprobleme. (Entsprechende Tabellen siehe Fahrenberg, 2001c; Myrtek, 1980a; Stemmler & Fahrenberg, 1989; zur Diskussion von Korrelationstechniken im Zusammenhang mit der Prüfung der Reliabilität und Stabilität physiologischer Messwerte sowie der situationsabhängige Reproduzierbarkeit, siehe Stemmler, 2001; sowie Hinz, 1999).

#### **5.8.4 Weitere Arbeiten zur Methodik**

Außer den bereits geschilderten Methodenstudien zur Spezifitäts- und Musteranalyse, zur Ausgangswert-Abhängigkeit und zur Kovarianzzerlegung sind – vom ambulanten Monitoring (Kapitel 7) abgesehen – noch andere Themen zu nennen:

##### **Übersichten**

Psychophysiologische Methodik (Fahrenberg, 1983b);

Nicht-invasive Methodik für die kardiovaskuläre Psychophysiologie (Fahrenberg & Foerster, 1989);

Physiologische Grundlagen und Messmethoden der Herzkreislaufaktivität (Fahrenberg, 2001c);

Differential psychophysiology (Stemmler, 1992).

##### **Konstruktion psychologischer Fragebogen und Tests**

Die Freiburger Beschwerdenliste FBL (Fahrenberg, 1975, 1994b);

Methodenentwicklung für psychologische Zeitreihenstudien (Fahrenberg, Kuhn, Kulick, & Myrtek, 1977);

Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI (Fahrenberg, Hampel & Selg, 1970, 2001);

Fragebogen zur Lebenszufriedenheit FLZ (Fahrenberg, Myrtek, Schumacher & Brähler, 2000);

Untersuchungen zur Reliabilität und Validität der deutschen Version des Jenkins Activity Survey JAS (Myrtek, Schmidt & Schwab, 1984).

### **Entwicklung von Laboraufgaben (Paradigmen)**

Sprechweise und Aktivierung in einer freien Redesituation (Walschburger & Broda, 1980);

Psychophysiological response patterns to variations of the experimental load of a reaction time task (Myrtek, Dieterle & Brügger, 1990);

Zum Konzept und zur Operationalisierung der Ärgerverarbeitung (Stemmler, Schäfer & Marwitz, 1993).

### **Biosignalanalyse und Software**

Computerprogramme zur Biosignalanalyse (Foerster, 1984);

BIO29/30 mit 6 Programmen zur Biosignalanalyse von Vitaport-Dateien. Paket mit SAS-Macros. (Foerster, 2003);

MONITOR: Ein flexibles Programm zur Datenerhebung mittels Pocket-PC (Brügger, 1998; siehe auch Hüttner, 2002);

A multi-parameter study in non-invasive cardiovascular assessment (Fahrenberg & Foerster, 1991);

Zur Standardisierung und Interpretation elektrodermalen Meßwerte in psychologischen Experimenten (Walschburger, 1975);

Skin evaporative water loss (SE) and skin conductance (SC) under various psychophysiological conditions (Muthny, Foerster, Hoepfner, Müller & Walschburger, 1983);

Messung von Biosignalen der Haut (Muthny, 1992);

Three investigations of heart rate pattern and sleep behaviour in healthy subjects and coronary patients (Rockstroh, Brügger, Foerster & Müller, 1990);

Respiratorische Sinus-Arrhythmie: Untersuchung verschiedener Kennwerte der Peak-Valley-Methode und ihrer Beeinflussung durch Atemvariable (Foerster, Cadalbert & Fahrenberg, 1996).

### **Blutdruck-Methodenstudien**

Kontinuierliche Blutdruckmessung am Finger (Portapres 2) im Vergleich zu oszillometrischer (SpaceLabs 90207) und auskultatorischer (Boucke Tensiomat FIB 4/C) Technik (Fahrenberg, unter Mitwirkung von Herrmann, Lutz, Müller, Szabo & Wild, 1997c);

Psychophysiologische Aspekte der normotonen und der labil-hypertonen Blutdruckregulation (Marwitz, 1997);  
Die Messung des Finger-Blutdrucks. Eine Methodenstudie mit zwei Geräten (Fahrenberg, 2000a);  
Kontrolliertes und interaktives Blutdruck-Monitoring: Neue Strategien und Ergebnisse (Fahrenberg & Foerster, 2002).

### **Guidelines**

Erwähnenswert ist auch die Mitarbeit an zwei Internationalen Konventionen (Guidelines) der Society for Psychophysiological Research hinsichtlich:

Methodological guidelines for impedance cardiography (Sherwood, Allen, Fahrenberg, Kelsey, Lavallo & van Doornen, 1990);

Blood pressure publication guidelines (Shapiro, Jamner, Lane, Light, Myrtek, Sawada, & Steptoe, 1996).

## **5.9 Psychophysische Aktivierung und Reaktivität – Zusammenfassende Diskussion**

### **Forschungsleitende Konzepte**

Eysenck postulierte für die Persönlichkeitsdimensionen Emotionalität und Extraversion/Introversion eine biologische Basis in der vegetativ-endokrinen Reaktivität bzw. im zentralnervösen Arousal. Diese Konzepte haben die psychophysiologische Persönlichkeitsforschung wesentlich beeinflusst. Die grundlegende Bedeutung dieser Konzepte für die Theorie der Persönlichkeit und die Ätiologie funktioneller bzw. psychosomatischer Krankheiten sowie der potentielle praktische Nutzen in der Diagnostik hatten viele empirische Untersuchungen angeregt. Die Befunde waren jedoch außerordentlich inkonsistent. Diese Sachlage motivierte dazu, insbesondere das Konzept Emotionalität (synonym: Emotionale Labilität, Neurotizismus), gründlich und beharrlich zu prüfen, um zuverlässig entscheiden zu können, ob hier eine gültige Basis für die biologische Persönlichkeitstheorie und für wichtige Bereiche der Klinischen Psychologie besteht.

Dieses Forschungsprogramm verlangte, trotz einiger Vorarbeiten, wesentlich genauere und umfangreichere Operationalisierungen von "Reak-

tivität" und "Aktivierung" auf beiden Seiten, d.h. der physiologischen und psychologischen Aspekte. Außerdem musste den wichtigsten methodischen Einwänden durch Standardisierung geeigneter Funktionsprüfungen und Aufgaben, durch Reliabilitätsprüfungen, durch zufallskritische Strategien und Replikationen begegnet werden. Da die meisten der publizierten positiven oder negativen Ergebnisse auf kleinen und oft inhomogenen ad-hoc "Stichproben" beruhten, wurde eine relativ große Anzahl von Untersuchungsteilnehmern, homogen hinsichtlich Geschlecht, Alter und Schulabschluss, angestrebt. Die fortgeschrittenen Untersuchungsergebnisse sollten eine überzeugende Antwort auf die zentralen Hypothesen liefern.

### **Empirische Prüfungen – Schlussfolgerungen**

Die erste Operationalisierungsstudie mit ihren multivariaten Analysen ergab, dass die Annahme einer einheitlichen Dimension der psychophysischen Aktivierung mit in etwa proportionaler Veränderung vieler physiologischer Variablen und begleitender psychischer Veränderungen empirisch nicht gerechtfertigt ist. Die zweite Grundlagenstudie bestätigte diesen kritischen Befund und ließ außerdem die geringe Generalisierbarkeit der beobachteten individuellen Unterschiede über verschiedene Bedingungen im Labor und im Feld erkennen. Diese beiden Grundlagenstudien führten zu denselben Schlussfolgerungen wie die Korrelationsstudien im Kreislauf-Labor. In diesem Ergebnis konvergierte also eine Serie von multivariaten psychophysiologischen Untersuchungen zahlreicher physiologischer und psychologischer Variablen bei verschiedenen Aufgaben und Belastungen im Kreislauf- und im Polygraph-Labor.

Die beiden zentralen theoretischen Aussagen müssen zurückgewiesen werden:

- das Postulat einer relativ allgemeinen Eigenschaftsdimension psychophysischer Aktivierung/Reaktivität und
- die Behauptung, dass individuelle Unterschiede in typischen Aktivierungsvariablen aus Fragebogenwerten der Emotionalität vorherzusagen wären.

Diese Bilanz wurde in den Grundzügen auch durch eine Metaanalyse hinsichtlich der Dimension Emotionalität bestätigt (Myrtek, 1998c). Im Hin-

blick auf Eysencks Persönlichkeitstheorie kann explizit festgestellt werden: Die individuellen Unterschiede in den physiologischen Parametern von Aktivierungsprozessen sind durch Fragebogenwerte der Persönlichkeitseigenschaft Emotionalität *nicht* signifikant, geschweige denn substantiell vorherzusagen.

Die Kritik an den theoretischen Konzepten und die praktischen Konsequenzen für die methodisch-diagnostische Seite wurden in mehreren Publikationen dargestellt: *Constitutional Psychophysiology* (Myrtek, 1984); *The Psychophysiology of Neuroticism and Anxiety* (Fahrenberg, 1992c); *Differential Psychophysiology: Persons in Situations* (Stemmler, 1992a); *Biopsychologische Unterschiede* (Fahrenberg, 1995a). Falsifikationen der Emotionalitäts-Theorie wurden auch von anderen Autoren aufgrund größerer empirischer Studien publiziert (siehe Amelang & Bartussek, 2001; Stemmler & Meinhardt, 1990). Die Falsifikation von zuvor weithin akzeptierten theoretischen Positionen bzw. der aus ihnen gewonnenen Hypothesen wirft eine Anzahl methodologischer und konzeptueller Fragen auf. Sie werden im Kapitel 8 diskutiert.

### **Konsequenzen für die praktische Diagnostik**

Durch verschiedene Anforderungen können im Labor systematische und reproduzierbare Reaktionsprozesse ausgelöst werden. Genauere Analysen und der Vergleich zwischen Individuen ergaben nur eine geringe Korrelation von Messwerten aus verschiedenen vegetativen Funktionsbereichen und kaum Zusammenhänge mit den momentanen Veränderungen von Befindensänderungen und körperlichen Wahrnehmungen während der ausgewählten Belastungen. In der Regel sind die Korrelationskoeffizienten niedrig oder insignifikant. Für die psychophysiologische Untersuchungsmethodik folgt daraus, dass es *nicht einen einzelnen optimalen Indikator der Aktivierung* (Stress-Reaktion, Beanspruchung, Emotion usw.) geben kann, sondern stets mehrere Funktionssysteme zu messen und Unterschiede im Reaktionsverhalten zwischen Personen und bei den unterschiedlichen Anforderungen zu berücksichtigen sind. Andernfalls kann es zu gravierenden Fehleinschätzungen kommen. Darüber hinaus ist es möglich, dass subjektive Aussagen und kardiovaskuläre Messungen individuell völlig auseinanderfallen. Es gibt Gefühlserlebnisse ohne vegetative Veränderungen, und es gibt vegetative Bereitstellungsreaktionen ohne subjektive Seite, d.h. "stumme" Emotionen.

Die fehlende Übereinstimmung der als einheitlich gedachten Beschreibungsebenen verlangt theoretische und methodische Konsequenzen. Das in der Fachliteratur zur Emotionstheorie verbreitete sog. Drei-Systeme-Konzept anerkennt den Sachverhalt, bietet aber keine praktischen Strategien. Wie ist mit den Diskrepanzen von psychologischen Selbstberichten und physiologischen Reaktionen umzugehen? Mit diesem wichtigen Thema befasst sich der Abschnitt 8.3. Eine allgemeine Diskussion des Kovariationsproblems und der notwendigen Unterscheidung von Assessmentstrategien, insbesondere solcher, die eine Prozessanalyse oder eine Beschreibung konsistenter Eigenschaftskonstrukte beabsichtigen, gab Stemmler (2001).

Eine weitere Schwierigkeit zeigte sich in der zweiten und dritten Grundlagenstudie, die einen Labor-Feld-Vergleich enthielten. Die Generalisierbarkeit bzw. die Vorhersage über relativ ähnliche situative Bedingungen war unerwartet gering. Die bisher kaum untersuchte externe Validität psychophysiologischer Labor-Messungen ist sehr zweifelhaft (siehe z.B. Gerin et al., 1994, 1998; Llabre, 1988). Die Labor-Feld-Vergleiche können sich auf die Frage zuspitzen, welche Vergleiche überhaupt als adäquat anzusehen sind. In einer Untersuchung konnten die individuellen kardiovaskulären Reaktionen während eines öffentlichen Vortrags besser durch den Cold-Pressor Test im Labor als durch eine ähnlich konstruierte, sozial-evaluative Redesituation vorhergesagt werden (van Doornen und Turner, 1992; Turner et al., 1994). Dieser Befund kann auch ein Hinweis sein, dass die im Cold-Pressor Test und in der echten Disputation gemessene adrenergen Reaktion die wesentliche Gemeinsamkeit bildete, während die Rede im Labor noch anderen Einflüssen unterlag (Stemmler, 2001). Die Aufgabenqualität und die erforderlichen biobehavioralen Prozesse ausschließlich nach psychologischen Kategorien zu beurteilen, reicht nicht aus. In dem anderen Labor-Feld-Vergleich müssen jedoch die maximale Belastung am Fahrrad-Ergometer und der 1000m Lauf im Stadion als weitgehend ähnlich gelten, falls überhaupt solche Vergleiche akzeptiert werden

## **Reaktionsmuster**

Die Datensätze beider Grundlagenstudien wurden für gründliche statistische Analysen von situationsspezifischen, von individualspezifischen und von motivationsspezifischen Reaktionsmustern verwendet. Anhand der

mehrfach wiederholten Untersuchung konnte die Stabilität der Muster beschrieben werden. Dabei ergab sich für das in ätiologischer Hinsicht besonders interessierende ISR ein kritisches Ergebnis. Ein signifikantes ISR war zwar bei einer beträchtlichen Anzahl von Untersuchten zu erkennen, doch konnte es später nur sehr selten als eine Reaktionsstereotypie reproduziert werden. Bei vielen Personen war in den Folgeuntersuchungen ein ISR statistisch signifikant, aber die maximale Reaktion wurde nicht in derselben Variable (ISR-Typ) gemessen.

Eine bemerkenswerte Untersuchung mit multiplen Belastungen demonstrierte deutliche SSR-Effekte, die weitgehend additiv waren. Auf die statistischen Analysen von Reaktionsmustern folgten Überlegungen zu der synergistischen Regulation solcher Anpassungen und hinsichtlich der möglichen Strategien einer stärker funktionell und physiologisch orientierten Beschreibung. Ein wesentlicher Schritt war die erste Studie zur Modellierung von kardiovaskulären Aktivierungskomponenten und deren strukturierter Messung.

### **Labil-hypertoner Blutdruck**

Die Schlussfolgerungen aus den ersten beiden Grundlagenstudien wurden in einer ungewöhnlich umfangreichen Untersuchung an labil-hypertonen und normotonen Personen überprüft. Mit diesem Untersuchungsplan wurden größere Varianzen bzw. Effektstärken angestrebt, um ggf. robustere Ergebnisse zu gewinnen. Unter den methodisch begründeten Auswahlkriterien wurde der gewünschte Gruppenunterschied des Blutdruckniveaus jedoch nur näherungsweise erreicht. Trotz der insgesamt 136 Untersuchungsteilnehmer konnte die durch zwei Teil-Studien vorgesehene Replikation nicht befriedigend verwirklicht werden. Die in der ersten Teil-Studie gewonnenen Gruppenunterschiede waren sowohl auf psychologischer wie auf physiologischer Ebene interessant. Als einigermaßen robust erwiesen sich jedoch aufgrund verschiedener Kontrollmaßnahmen schließlich nur einige der physiologischen Befunde. Probanden mit labil-hypertonomem Blutdruck zeigten demnach ein höheres Niveau kardiovaskulärer und elektrodermalen Funktionen. Die Ergebnisse wurden als Hinweis auf positiv chronotrope, positiv inotrope Effekte, erhöhte sympathische (vasokonstriktive und elektrodermale) Wirkungen und verminderte vagale Einflüsse am Herzen interpretiert. Aber die stärkeren physiologischen Reaktionen waren nicht von entsprechenden psychologischen Veränderun-

gen in den aktuellen Selbsteinstufungen des Befindens und in den körperlichen Wahrnehmungen begleitet. Im ambulanten psychophysiologischen Monitoring waren keine wesentlichen Gruppenunterschiede zu sichern. Nur unter den Laborbedingungen wiesen die Labil-Hypertonen eine höhere Herzfrequenz auf.

Über die behauptete größere Blutdruckreaktivität konnte nicht ohne weiteres entschieden werden. Erstens wurde eine signifikante Ausgangswert-Abhängigkeit festgestellt, d.h. die Anstiege waren höher, wenn bereits die Ausgangswerte hoch lagen. Ausgangswert-bereinigte Reaktionswerte ergaben keine größere Reaktivität. Sogenannte "wahre" Reaktionswerte, bei denen die Reliabilität der Blutdruckmessung berücksichtigt wurde, zeigten dagegen hypothesenkonforme Ergebnisse an. Knapp an der Signifikanzgrenze bestätigt wurde die Hypothese, dass in der Gruppe der Labil-Hypertonen relativ mehr "Blutdruckreagierer" (ISR-Muster) zu finden waren. Bemerkenswert bleibt, dass sich die Gruppierungen der Teilnehmer nach dem systolischen Ruheblutdruck, aufgrund des Orthostase-Versuchs und aufgrund der ergometrischer Belastungsreaktion kaum überlappten.

Die differentiellen Labor-Feld-Verläufe von Blutdruck und Herzfrequenz waren ein interessantes Ergebnisse dieser Untersuchungen. Die Gruppen mit erhöhtem Blutdruck wiesen im Labor eine zusätzlichen Anstieg der Herzfrequenz auf. Wahrscheinlich bedeuteten die psychologischen und körperlichen Laboraufgaben, trotz expliziter Eingewöhnung während der Voruntersuchung, für die labil-hypertonen Probanden stärker als für die normotonen Probanden, eine ungewöhnliche, nicht-alltägliche Beanspruchung, die sich auf die Herzfrequenz auswirkte. Dieser Effekt wurde bereits in der ersten Teil-Studie festgestellt und konnte dann in der zweiten bestätigt werden.

### **Labil-hypotoner Blutdruck**

Die Anschlussuntersuchung an labil-hypotonen bzw. normotonen Frauen und Männern führte in vieler Hinsicht zu gleichlautenden Schlussfolgerungen. Auch hier gelang es nicht in befriedigender Weise, innerhalb der Population der Freiburger Studierenden hinreichend viele Personen mit markanter Hypotonie zu finden, so dass die Gruppenunterschiede im Ruheblutdruck geringer als beabsichtigt ausfielen. Auf der physiologischen Ebene gab es, abgesehen vom Blutdruck, kaum objektive Gruppenunter-

schiede. In psychologischer Hinsicht unterschieden sich die Beschwerdebilder von Frauen und Männern. Hinsichtlich der Persönlichkeitseigenschaften, u.a. Emotionalität, waren keine konsistenten Unterschiede zwischen den Blutdruckgruppen festzustellen.

### **Psychophysiologische Zeitreihenstudien**

Wie in psychophysiologischen Zeitreihenstudien die Kovariation der psychischen und körperlichen Zustandsänderungen analysiert werden kann, wurde bei Studenten unter Laborbedingungen und bei Herz-Kreislauf-Patienten während eines stationären Heilverfahrens erprobt. Die Datenerhebung führte u.a. in testmethodische Probleme wegen der Lern- und Sättigungseffekte, aber auch in statistische Probleme wegen der seriellen Abhängigkeiten und wegen gemeinsamer Trends (Konfundierungen). Geeignete psychologische Untersuchungsverfahren mussten erst konstruiert werden. Eine große Zahl psychologischer und physiologischer Kennwerte wurde auf ihre Eignung zur Beschreibung genereller und individueller Zustandsänderungen geprüft. Einerseits wurden eine ausgeprägte Individualität der Zeitreihen-Protokolle und individualcharakteristische Veränderungskennwerte beobachtet, andererseits zeichneten sich überindividuelle Bedingungsänderungen und die Wochenperiodik deutlich ab. Solche Zeitreihenstudien können mittels psychophysiologischer Methodik z.B. zur Evaluation von stationären Heilverfahren beitragen.

Die Zeitreihenforschung entspricht in vieler Hinsicht der Methodik des ambulanten Monitoring, denn anhand solcher seriellen bzw. kontinuierlichen Datenerhebungen sollen Veränderungen und Verlaufsmuster erfasst werden. Insofern war durch die psychophysiologischen Zeitreihenstudien der Weg für das ambulante Monitoring bereits gebahnt als die technischen Systeme dafür verfügbar wurden. Im Arbeitsprogramm der Forschungsgruppe schlossen sich die neuen Untersuchungsansätze an die Zeitreihenstudien an.

### **Methodenstudien und Methodenentwicklung**

Die in diesem Kapitel geschilderte Aktivierungsforschung regte mehrere Methodenstudien an. Dabei sind die Reaktionsskalierungen, die statistische Analyse der Reaktionsmuster und die Prüfung der Ausgangswert-Abhängigkeiten hervorzuheben. Die lange Auseinandersetzung mit dem Ausgangswert-Problem führte nicht zu einer befriedigenden, einheitli-

chen Lösung, denn es scheinen heterogene Einflüsse (Varianzquellen) vorhanden zu sein, die bei verschiedenen Datensätzen oft zu inkonsistenten Ergebnissen führten. Deshalb konnte nur eine Entscheidungsstrategie formuliert werden, wie die statistische Abhängigkeit zu prüfen ist, und wie die Effekte der Ausgangswerte und der Reliabilitäten schrittweise beschrieben werden können. Generell werden basale Werte, wenn möglich aus nächtlichen Registrierungen, für wichtig gehalten, statt nur fragwürdige "Ruhewerte" zu verwenden.

Außerdem sind einige nützliche Analysenkonzepte, u.a. die Anwendung der Kovarianzzerlegung, die speziellen zufallskritischen Prüfstrategien zu nennen und die Entwicklung zahlreicher Untersuchungsmethoden, Laboraufgaben, Tests – und insbesondere die umfangreiche Software für die fortgeschrittene Biosignalanalyse.

### **Rückwirkungen auf das weitere Forschungsprogramm**

Die in den ersten Arbeiten (Kapitel 2) – in Anlehnung an das Konzept der Nervosität und an Eysencks Persönlichkeitstheorie – entwickelte Annahme einer *einheitlichen psychovegetativen Labilität* hat also der breiten und kritischen Überprüfung nicht Stand gehalten. Dies ergab sich für die postulierte psychophysische Reaktivität als überdauernde Persönlichkeitseigenschaft (Kapitel 4) und für den akuten psychophysischen Aktivierungsprozess (Beanspruchung, Stress-Reaktion, Emotion). Diese wiederholt bestätigten Erfahrungen beeinflussten das weitere Forschungsprogramm. In einer Reihe folgender Arbeiten wurden die psychologischen Themen stärker akzentuiert. Dazu gehörten die Interozeption körperlicher Funktionen und vor allem das Krankheitsverhalten, insbesondere die Bedeutung von Emotionalität, Beschwerden und Lebenszufriedenheit für die Bewertung des kardiologischen Rehabilitationserfolgs.

Abgesehen vom Krankheitsverhalten wurde jedoch auch die kardiovaskuläre Psychophysiologie in der Klinik weitergeführt. Waren die gesunden oder nur leicht blutdrucklabilen Studenten, die im Labor untersucht wurden, vielleicht für die Fragestellungen nicht so geeignet wie Herz-Kreislauf-Patienten? Zeigten sich die Korrelationen und die Einflüsse von Persönlichkeitsmerkmalen vielleicht erst unter den ausgeprägten Verhältnissen chronischer Krankheit? Diese Erwartung und nicht allein der gewünschte klinische Bezug der Rehabilitationsforschung motivierten diese Arbeitsrichtung.

## 6 Klinische Psychophysiologie

### 6.1 Übersicht

Zu dem Forschungsprogramm gehörten Untersuchungen von Herz-Kreislauf-Patienten. Psychophysiologische Zusammenhänge müssten bei chronisch Kranken deutlicher hervortreten als bei gesunden Studenten. Unter dieser Annahme wurden psychologische und physiologische Methoden kombiniert, um Herz-Kreislauf-Patienten zu untersuchen. Zwei Fragestellungen sind hervorzuheben: (1) Zusammenhänge zwischen klinischen Befunden und Persönlichkeitsmerkmalen u.a. psychologischen Daten sowie (2) die Evaluation des Rehabilitationsverlaufs und Rehabilitationserfolgs. Die Ergebnisse führten zu einer Reihe von neuen Untersuchungen zum individuellen Krankheitsverhalten.

Im Jahr 1978 entstand im Auftrag der Bundesversicherungsanstalt für Angestellte BfA ein Gutachten über eine sog. Diagnostikhilfe für die verbesserte Zuweisung von Versicherten zu Fachkliniken: *Grundlagen einer Psychologischen Diagnostik- und Indikations-Hilfe im Hinblick auf die effektive Behandlung von Patienten mit Psychosomatischen Krankheiten oder Störungen in stationären Heilverfahren, insbesondere mit psychotherapeutischen Maßnahmen. Wissenschaftliches Gutachten im Auftrag der Bundesversicherungsanstalt für Angestellte, Berlin (Fahrenberg, Medert-Dornscheidt, Wittmann & Knobloch, 1978).*

Im Anschluss ergab sich der Plan einer großen Evaluationsstudie, die vom Verband der Rentenversicherungsträger getragen werden sollte. Das mehrjährige Projekt – das erste dieser Art seitens des VDR – wurde bewilligt, musste aber wegen des Widerstandes der Universitätsverwaltung in Freiburg hinsichtlich der Größenordnung u.a. formaler Aspekte noch in der Startphase beendet werden.

Aus den einleitend genannten Themen der Klinischen Psychophysiologie entwickelten sich weitere Fragestellungen, insbesondere zum Krankheitsverhalten und zur Körperwahrnehmung bzw. Symptomwahrnehmung. Die Fähigkeit das eigene Blutdruckniveau und Blutdruckänderungen wahrzunehmen, wurde in zwei Untersuchungen geprüft: bei Patienten mit essentieller Hypertonie und bei Frauen und Männern mit grenzwertig erniedrigtem, hypotonem Blutdruck. Obwohl beide Studien das ambulante Blutdruck-Monitoring verwendeten (siehe Kapitel 7), werden die Ergebnisse hier dargestellt. Einen völlig neuen Zugang zur

Interozeption von Körperfunktionen ermöglicht das interaktive Monitoring, bei dem Selbstberichte von der gemessenen Veränderung, z.B. der Herzfrequenz oder der ischämischen Reaktion (EKG-ST-Senkung), getriggert werden (siehe Abschnitt 7.5). Schließlich wird eine Studie mit fortlaufender Registrierung des Finger-Blutdrucks während eines psychosomatisch orientierten Interviews von hypertonen Patienten beschrieben. Die psychophysiologische Symptom-Kontext-Analyse zeigt dann, welche Emotionen und Konflikte blutdrucksteigernd wirken, und dies kann den Patienten anschaulich in dem erhaltenen Blutdruck-Video rückgemeldet werden, um die generelle Compliance zu erhöhen.

Zwei sehr wichtige Aspekte des Krankheitsverhaltens sind die Häufigkeit von körperlichen Beschwerden (bzw. die Tendenz zur Klagsamkeit) und die individuelle Lebenszufriedenheit. Da es an geeigneten Instrumenten mangelte, wurden zwei Fragebogen, jeweils mit mehreren Skalen, testmethodisch konstruiert und in großen, bevölkerungsrepräsentativen Erhebungen normiert: Die *Freiburger Beschwerdenliste FBL-R* (Fahrenberg, 1994b) und der *Fragebogen zur Lebenszufriedenheit FLZ* (Fahrenberg, Myrtek, Schumacher & Brähler, 2000).

## **6.2 Psychophysiologische Korrelate bei Herz-Kreislauf-Patienten**

### **6.2.1 Psychophysiologische Vergleiche zwischen Diagnosegruppen**

In wie weit unterscheiden sich Patienten mit typischen Herz-Kreislauf-Krankheiten in objektiven Parametern und psychologischen Merkmalen – auch im Hinblick auf den Rehabilitationsverlauf? *Kardiologische Rehabilitation aus psychophysiologischer Sicht. Eine multivariate Studie an 210 Patienten* (Medert-Dornscheidt, Myrtek, Fahrenberg, König, & Brusis, 1976); *Differences between patients with asymptomatic and symptomatic myocardial infarction: The relevance of psychological factors* (Myrtek, Fichtler, König, Brügger & Müller, 1994).

### **Zusammenfassung**

"Während eines stationären Heilverfahrens wurden 210 Patienten einer Herz-Kreislauf-Klinik medizinisch und psychologisch untersucht: 81 Herzinfarkt-Patienten mit durchschnittlich 9 Monate zurückliegendem In-

farkt, 30 Patienten mit Angina pectoris, 99 Patienten mit funktionellen Herz-Kreislauf-Störungen. Die breit angelegte Datenerhebung umfasste medizinische, kreislauf-physiologische und klinisch-chemische Befunde, Persönlichkeitstests, körperliche Beschwerden, Ergebnisse des psychologischen Interviews zu Krankheit und Lebenssituation sowie psychosoziale Daten. Neben dem statistischen Vergleich dieser Patientenstichproben sollten auch die durch das Heilverfahren hervorgerufenen Veränderungen durch eine Wiederholungsuntersuchung vor Klinikentlassung beschrieben werden.

Die Stichproben unterscheiden sich erwartungsgemäß in der körperlichen Leistungsfähigkeit, nicht aber in den Persönlichkeitsmerkmalen und in der Häufigkeit körperlicher Beschwerden. Es werden mehrere Gründe für die Diskrepanz zwischen objektiv ermittelter Leistungsfähigkeit und subjektiver Befindensstörung diskutiert.

Am Ende des Heilverfahrens ließen sich für alle Gruppen Verbesserungen der körperlichen Leistungsfähigkeit nachweisen. Im psychologischen Abschlussgespräch äußerte die Mehrzahl der Patienten die Überzeugung, dass das Heilverfahren erfolgreich war, wobei die Infarktpatienten eine ausgeprägtere Motivation zeigten, eine gesundheitsbewusstere Lebensweise fortzusetzen.

Die aktuell sehr interessierende Frage nach der Effizienz von Heilverfahren kann aufgrund der vorliegenden, vor allem deskriptiven Untersuchung nicht beantwortet werden. Doch ist zu erwarten, dass die laufende 2-Jahres-Katamnese und eine als Zeitreihenstudie mit mehreren Wiederholungsuntersuchungen angelegte neue Untersuchung entsprechende Beiträge liefern werden." (Medert-Dornscheidt et al., 1976, S. 146).

## **Zusammenfassung**

"Several hypotheses describe the phenomenon of asymptomatic myocardial infarction (MI): blockade of afferent cardiac nerves, pain inhibition by endogenous opioids, and insufficient severity of myocardial ischaemia. Psychological factors, however, are rarely considered.

The present study involved 35 asymptomatic (AMI) and 35 symptomatic patients (SMI) selected from a sample of 199 patients with myocardial infarction. During observation in a rehabilitation clinic, the following were assessed: biochemical variables, ECG at rest, at exercise, and during Holter monitoring; and a special 23 h monitoring of physical activity,

ECG changes, and subjective feelings. Psychological assessments with questionnaires comprised personality evaluation, physical complaints, possible predisposing features for the development of MI, expectations regarding the benefit of rehabilitation, circumstances at the time of infarction, and socioeconomic and historical data.

The hypotheses that physiological factors might explain the differences between AMI and SMI is not substantiated by our results. However, the hypothesis of the role of psychological factors is supported. As opposed to AMI patients, SMI patients are characterized by frequent complaints of poor health, neuroticism, and introversion. At the time of infarction, SMI patients had more frequent premonitory symptoms of longer duration. Moreover, SMI patients had more frequent previous hospital or nursing home admissions. At the end of the rehabilitation treatment, only 43 % of the SMI patients were judged by their physicians as fit for work as against 71 % of the AMI patients." (Myrtek, Fichtler, König, Brügger & Müller, 1994, S. 311).

### **Kommentar**

Die geschilderten Ergebnisse waren charakteristisch für diesen Untersuchungsansatz. Zumindest in dem hier ausgewählten Bereich der Herz-Kreislauf-Krankheiten bestanden große Diskrepanzen zwischen objektiven kardiologischen bzw. klinischen Parametern der Krankheit und den psychologischen Indikatoren einer Gesundheitsstörung. Die Vorstellung von einer einfachen Korrelation als Ausdruck eines relativ einheitlichen psychokardiologischen Befundes war demnach nicht haltbar. Dieses kritische Ergebnis entsprach also der empirischen Prüfung des Konzepts "psychophysischer Reaktivität". Folglich verschob sich in den weiteren Arbeiten das Interesse auf das individuelle Krankheitsverhalten im Rehabilitationsverlauf.

### **6.2.2 Disponiert das Typ-A-Verhalten zur Koronarkrankheit?**

Im Unterschied zur psychophysiologischen Laborforschung gab es hier im Hinblick auf die Rehabilitationsmaßnahmen auch ein praktisches Interesse. Die Auseinandersetzung mit dem sog Typ A-Verhalten bildete ein wichtiges Thema. Friedman, Rosenman et al. (1964) hatten aufgrund einer prospektiven Studie behauptet, dass ein Muster aus aggressivem Leis-

tungsehrgeiz, Zeitdruck u.a. Komponenten ursächlich mit der Entstehung der Koronarkrankheit assoziiert sei.

Das Typ A-Konzept hat trotz der methodisch unzureichenden Definition dieses Verhaltensmusters zeitweilig einen außerordentlichen Einfluss gewonnen bis die Analysen der fragwürdigen Messinstrumente und gründlichere Kontrollstudien zeigten, dass dieser Anspruch empirisch nicht bestätigt werden konnte. Die Auseinandersetzung über eine der Komponenten des Typ A Verhaltens "Hostility" in der prämorbidem Persönlichkeit des Herzinfarkt-Patienten zieht sich sogar noch bis in die Gegenwart hin.

Die Typ A-Forschung als herausragendes Thema der klinisch orientierten Psychophysiologie war eine wichtige Arbeitsrichtung der Forschungsgruppe. Die anfänglich gehegten Erwartungen hielten jedoch der Prüfung nicht Stand; diese kritische Bewertung wurde durch Metaanalysen der Forschungsliteratur bestätigt (Abschnitt 4.4, vgl. Langosch, 1989). *Typ-A-Verhalten. Untersuchungen und Literaturanalysen unter besonderer Berücksichtigung der psychophysiologischen Grundlagen* (Myrtek, 1983); *Psychophysiology of Type A behavior pattern: A critical analysis* (Myrtek & Greenlee, 1984); *Stress und Typ-A-Verhalten, Risikofaktoren der koronaren Herzkrankheit? Eine kritische Bestandsaufnahme* (Myrtek, 1985a); *Type A behavior pattern, personality factors, disease, and physiological reactivity: A meta-analytic update* (Myrtek, 1995). *Das Typ-A-Verhaltensmuster und Hostility als eigenständige Risikofaktoren der koronaren Herzkrankheit (Reihe Statuskonferenz Psychokardiologie)* (Myrtek, 2000).

### **6.2.3 Diagnostik psychophysiologischer Reaktivität bei Herzinfarkt-Patienten**

Kann eine Diagnostik der psychophysischen Reaktivität von Herzinfarkt-Patienten entwickelt werden, und was verspricht sie in klinisch-praktischer Hinsicht? In wie weit tragen psychologische und psychophysiologische Parameter zur Prognose des Rehabilitationsverlaufs bei? Diese Arbeitsrichtung wurde in zwei Projekten mit der Psychologischen Abteilung des Herzzentrums Bad Krozingen (Benedikt-Kreutz Rehabilitationszentrum) aufgebaut. *Beiträge zu einer Diagnostik der psychophysiologischen Reaktivität bei Herzinfarkt-Patienten* (Langosch, 1977); *Beiträge zur*

*Prognose des Rehabilitationserfolges bei "jugendlichen Herzinfarktpatienten". Multivariate Analyse psychophysiologischer Befunde (Brodner, 1983); Psychophysiological testing of postinfarction patients. A study determining the cardiological importance of psychophysiological variables (Langosch, Brodner & Foerster, 1983); Psychosomatik der koronaren Herzkrankheiten (Langosch, 1989).*

## **Absichten**

Psychophysiologische Diagnostik bei Herzinfarkt-Patienten in der stationären Rehabilitation hat das Ziel, die Reaktivität bzw. Belastbarkeit der Patienten zu erfassen und eventuell als Prädiktor für den Rehabilitationsverlauf bzw. als eines der katamnestischen Kriterien zu verwenden. Um die kardiologische Perspektive tatsächlich durch die psychophysiologische Perspektive ergänzen zu können, müssen methodische und praktische Anforderungen bedacht werden. Die individuelle Reaktivität sollte durch Belastungen, die typischen Alltagssituationen entsprechen, provoziert werden, um generalisieren zu können. Außerdem sollten diese Belastungen für die Patienten plausibel und akzeptabel sein wie ein Belastungs-EKG. Die ausgewählten Parameter sollten zuverlässig zwischen den Patienten differenzieren und praktisch in einem kleinen Labor innerhalb der Herz-Kreislauf-Klinik zu messen sein. Welche kardiologischen und psychologischen Faktoren beeinflussen die Reaktivitätsmaße, und wie gut sind die Reaktivitätsmaße über verschiedene Belastungen generalisierbar? Insgesamt ist dies eine anspruchsvolle Assessment-Aufgabe, für die methodische Entwicklungsarbeit zu leisten war (Langosch, 1977, 1989).

Langosch wählte zwei Arten psychologischer Belastung aus, das Interview für Koronarkranke und die konzentrierte Arbeit am Mehrfach-Reaktionsgerät, gefolgt von einer Phase aktiver Entspannung. In dem halbstandardisierten Interview hatten die Patienten verschiedene Fragen zu beantworten, die sich auf das selbst zugeschriebene Ausmaß an Mitschuld an der Erkrankung, Überbeanspruchung, Ehrgeiz, sowie subjektive Erfolgseinschätzung im Beruf, dominantes Verhalten in der Familie und subjektiv befürchtete Krankheitsfolgen bezogen, z.B. Angst vor einem Reinfarkt, Angst vor der Bedrohung des sozialen Status und vor finanziellen Problemen. Für die Reaktionen auf optische und akustische Signale wurde ein Gerät wie auch bei Fahrtauglichkeits-Untersuchungen verwendet. In der ersten Testphase konnte der Patient sein Arbeitstempo selbst

wählen; in der zweiten Phase wurde ein um 20 % gesteigertes Tempo der Signalfolgen vorgegeben. Diese Aufgabe entsprach der Vorstellung, einen Leistungsdruck und u.U. auch eine Überforderung zu erzielen – der von sehr vielen Patienten erlebten und in Fragebogen geäußerten beruflichen Terminabhängigkeit und dem alltäglichen Zeitdruck ("Stress"-Gefühl) entsprechend. Anschließend wurde zu der Muskelrelaxations-Übung angeleitet.

Auf der physiologischen Seite wurde der Blutdruck zu Beginn und am Ende jeder Untersuchungsphase, das EKG fortlaufend registriert, um die Herzfrequenz, deren Variabilität und wichtige EKG-Parameter zu gewinnen. Von den Patienten wurden außerdem Selbsteinstufungen der Anspannung erbeten. Hervorzuheben sind mehrere Skalen, mit denen der Untersucher das manifeste Verhalten der Patienten während der Belastungen beurteilte. Dazu kamen zahlreiche klinische, insbesondere kardiologische Befunde sowie Testwerte psychologischer Fragebogen. An der Untersuchung nahmen 144 männliche Postinfarkt-Patienten (mittleres Alter: 46.2 Jahre, SD = 5.8 Jahre) teil.

### **Zusammenfassung (Ausschnitte)**

Als Resultate ergaben sich u.a.: "Die mittlere Herzfrequenz der Patienten erhöhte sich von 76 Schlägen/min in der Ausgangsruhephase signifikant auf 80 Schläge/min ( $s = 10$  Schläge/min) in den verschiedenen Belastungsphasen (Interview, selbstbestimmter Zeitdruck, vorgegebener Zeitdruck, der um 20 % über dem selbstauferlegten Zeitdruck liegt). Nach den Belastungsbedingungen hatte sich der Blutdruck – gemessen am Ende der Anfangsruhephase – von 123/82 mm Hg signifikant auf jeweils 131/89 mm Hg erhöht ( $s = 15/10$  mm Hg). Die Belastungswerte der Herzfrequenz und des Blutdrucks lagen deutlich unter den Werten, die sich bei ergometrischer Belastung mit 50 Watt ergaben (mittlere Herzfrequenz: 111 Schläge/min, mittlerer Blutdruck: 160/95 mm Hg).

Während die Differenz- bzw. die Belastungswerte des Blutdrucks und der Herzfrequenz der verschiedenen Belastungssituationen sich nicht signifikant unterschieden, stuften die Patienten sich während der Arbeit unter vorgegebenem hohen Zeitdruck als vergleichsweise angespannter als während des Interviews bzw. unter selbstkontrolliertem Zeitdruck ein. Die Angaben zum subjektiven Anspannungsgrad in den drei Belastungssituationen korrelierten mäßig, wobei die engste Beziehung zwischen den Ein-

stufungen, die sich auf die beiden Formen des Zeitdrucks bezogen, bestand ( $r = 0.54$ ).

Die skalierten Verhaltensaspekte waren für die beiden Formen von Zeitdruck direkt vergleichbar: die Patienten reagierten auf den erhöhten Zeitdruck mit einer Steigerung ihres Arbeitseinsatzes (überhastetes Vorgehen, vermehrtes Klagen, gelegentliches Unterbrechen der Arbeit), um den an Sie gestellten Anforderungen gerecht zu werden. Beziehungen zu den physiologischen Parametern wies der subjektive Anspannungsgrad nicht auf. Von den Verhaltensskalen korrelierte das Ausmaß emotionaler Beteiligung während des Interviews mit dem Belastungswert der Herzfrequenz ( $r = 0.33$ ) und den Differenzwerten des systolischen und des diastolischen Blutdrucks ( $r = -0.30$ ) bzw.  $r = -0.24$ ); die Skala gleichgültiges Verhalten bzw. überhastetes Vorgehen während vorgegebenen Zeitdrucks war mit dem Abfall der Herzfrequenz in der folgenden Ruhephase ( $r = -0.28$  bzw.  $r = 0.26$ ) und gleichgültiges Vorgehen zusätzlich mit der Reduktion des systolischen Blutdrucks ( $r = -0.27$ ) assoziiert.

Diese Ergebnisse zeigen, dass a) psychologische Kennwerte nur schwach mit physiologischen Daten und Leistungskennwerten korrelieren, wobei die Verhaltensskalierungen relativ enger und systematischer mit physiologischen Kennwerten zusammenhängen als die subjektiven Befindenseinstufungen, und dass b) auch Verhaltensbeurteilungen und Befindensskalierung nur mäßig miteinander korrelieren.

Die Befunde zeigen deutlich, dass ein multivariates Vorgehen unerlässlich ist, da zwar Daten der gleichen Messebene miteinander korrelieren, Beziehungen zwischen Kennwerten verschiedener Ebenen jedoch unsystematisch und schwach sind. (...) Fasst man die Ergebnisse der verschiedenen Gruppenvergleiche zusammen, so ergibt sich erstens, dass habituelle Persönlichkeitsmerkmale und chronische psychische Belastungen am Arbeitsplatz zwar Differenzen in Verhaltensskalierungen, kaum jedoch in physiologischen Reaktionskennwerten zur Folge haben. Zweitens beschränken sich die Effekte emotionaler Labilität und ausgeprägter Persönlichkeitsbeeinträchtigung weitgehend auf das Verhalten in einer emotionalen Belastungssituation. Drittens wirkt sich eine problemorientierte Krankheitseinstellung auf das Verhalten unter emotionaler Belastung und unter Zeitdruck, kaum jedoch auf die physiologische Reaktivität aus.

Effekte auf sowohl psychologische als auch physiologische Reaktivitätskennwerte lassen sich hingegen beim Vorhandensein von

pektanginösen Beschwerden und bei einer zukunftsorientierten Krankheitseinstellung aufzeigen. Nur bei diesen Patientenuntergruppen ist somit von einer gewissen Kovariation psychologischer und physiologischer Reaktivitätskennwerte auszugehen, ansonsten ist festzuhalten, dass die Effekte habituellem Merkmale sich auf Daten der gleichen Messebene beschränken, d.h. die globale Hypothese einer psychophysischen Kovariation konnte nicht bestätigt werden (vgl. Myrtek, 1980).

Eine korrelationsstatistische Analyse der Beziehungen zwischen der Herzfrequenz bzw. den Blutdruckwerten, die unter den verschiedenen psychischen Belastungsbedingungen registriert wurden, mit denen, die bei der ergometrischen Belastung mit 50 Watt bzw. auf der Ausbelastungsstufe ermittelt wurden, machten zwar systematische, jedoch nur mäßig enge Zusammenhänge deutlich." (Langosch, 1989, S. 137 ff.).

### **Kommentar**

Die Befunde der psychophysiologischen Diagnostik gaben ein uneinheitliches Bild, denn die subjektiv erlebte Anspannung stimmte nicht mit den Reaktionen von Herzfrequenz und Blutdruck überein, ebenso wenig mit den Verhaltenseinstufungen, die ihrerseits eher mit den physiologischen Messungen zusammenhingen. Auf beiden Ebenen, in subjektiver Anspannung und kardiovaskulärer Reaktion, zeigten sich, trotz der relativ "lebensnahen" Belastungen, nur geringe Anstiege – falls das Belastungs-EKG als Vergleichsmaßstab dienen kann. Dem Einwand, dass die Untersuchungsergebnisse durch die Effekte der Medikation stark verzerrt wären, kann begegnet werden, denn die psychophysiologische Untersuchung erfolgte möglichst innerhalb von zwei Tagen nach dem Belastungs-EKG, zu dem in der Regel die Psychopharmaka und Betablocker abgesetzt waren.

Die weitgehende Unabhängigkeit der kardiovaskulären Daten aus standardisierten psychologischen Belastungen und aus dem Belastungs-EKG kann auch so interpretiert werden, dass die psychophysiologische Diagnostik eine eigenständige Varianz erfasste. Deren diagnostischer Nutzen wäre empirisch abzuklären. In wie weit tragen diese Informationen zur Prognose des Rehabilitationserfolgs in kardiologischer Hinsicht oder des Krankheitsverhaltens bei?

## 6.3 Rehabilitationsforschung

Aus der Sicht der Rehabilitationsklinik interessierten die Effekte der stationären Behandlungen, außerdem die Analyse der psychologisch förderlichen oder hemmenden Bedingungen. Deswegen wurden mehrere Katamnese-Untersuchungen durchgeführt. Sie setzten methodisch breit an, um differentielle Effekte zu erkennen. Parallel zu der Zeitreihenstudie an gesunden Studenten (siehe Abschnitt 5.7) gab es eine multivariate Untersuchung der Rehabilitationsverläufe: *Eine psychophysiologische Zeitreihenstudie an 54 Herz-Kreislauf-Patienten im stationären Heilverfahren. Erfolgsbeurteilung, Gruppenunterschiede und Periodizitäten* (Myrtek, Medert-Dornscheidt, König, Fahrenberg & Kutzner, 1979).

### Zusammenfassung

"Im Rahmen eines stationären Heilverfahrens wurden 36 Patienten mit Herzinfarkt und 18 Patienten mit funktionellen Herz-Kreislauf-Störungen 4 bis 6 Wochen lang untersucht. Die Datenerhebung umfasste neben der täglichen Selbsteinstufung von Befinden, Stimmung, Beschwerden und Tagesablauf dreimal wöchentlich durchgeführte physiologische Untersuchungen (Blutdruck, Herzfrequenz, Atemminutenvolumen, Gasstoffwechsel) mit verschiedenen Belastungen (Atemanhalten, Hyperventilation, Reaktionszeitmessung, Mehrfachreaktionstest).

Varianzanalytisch konnten sowohl positive physiologische als auch psychologische Effekte des Heilverfahrens nachgewiesen werden. Mit Ausnahme einiger Niveaudifferenzen unterschieden sich die Verläufe beider Patientengruppen nicht. Eine Analyse der Zeitreihen mittels Autokorrelationsfunktionen deckte eine zirkaseptane Periodik auf, die zwanglos mit dem exogenen Wochenrhythmus interpretiert werden kann." (Myrtek et al., 1979, S. 189).

Blutdruckmessungen u.a. kardiovaskuläre Daten lagen aus den vier Bedingungen Ruheregistrierung, Reaktionszeitversuch, maximales inspiratorisches Atemanhalten und maximale Willkür-Hyperventilation zu mindestens 11 Terminen vor. In fast allen Messwerten ergaben sich substantielle Trends über den Untersuchungszeitraum, doch unterschieden sich die beiden Gruppen nur geringfügig im Niveau und Verlauf. Auch in den psychologischen Daten zeigten sich nur wenige Gruppenunterschiede (relativ geringere Leistung bei Mehrfach-Reaktionen, mehr geäußerte

Herzschmerzen bei den Infarktpatienten). Die Befindlichkeit (Items nervös, erschöpft, Wetterfühligkeit usw.) veränderte sich über den Untersuchungszeitraum deutlich ins Positive.

Da das psychologische "Kurtagebuch" täglich ausgefüllt wurde, konnten hier die Verläufe genauer beschrieben und in den Mittelwerten sowie autokorrelativ eine deutliche Periodik herausgearbeitet werden. Diese wurde jedoch nicht – wie von anderen Autoren – als reaktiv-periodischer Verlauf einer "vegetativen Gesamtumschaltung" während der Kur interpretiert, sondern als Effekt des Wochenendes der bei vielen Patienten durch das Aussetzen der Behandlung, durch familiäre Kontakte, abendlichen Alkoholkonsum und morgendliches Ausschlafen gekennzeichnet war und zweifellos die Stimmung beeinflusst hat.

Es liegt nahe, die signifikanten Trends in den kardiovaskulären Messwerten und in der Befindlichkeit der Patienten als Wirkungen des stationären Heilverfahrens zu interpretieren. Mit dem Blick auf die vorausgegangenen psychologischen Zeitreihenstudien bei Studenten sind jedoch Vorbehalte angebracht.

"Im Gegensatz zu den Variablen der Atmung in Ruhe, die sich im Verlauf des Heilverfahrens nicht oder nur wenig ändern, zeigen die Kreislaufwerte deutliche Veränderungen. Dabei ist der zu beobachtende systolische Blutdruckabfall für die mehr Hypertoniker enthaltende Gruppe der Patienten mit funktionellen Beschwerden ausgeprägter. In diesem Zusammenhang ist das Ergebnis einer Längsschnittuntersuchung von Frommelt an 20 Studenten, die 2mal wöchentlich untersucht wurden, interessant, der bis zum Ende der 4. Woche eine signifikante Senkung des diastolischen Blutdrucks, geringfügig auch des systolischen Blutdrucks fand. Herz- und Atemfrequenz blieben unverändert. (...) Jedenfalls zeigt dieses Beispiel, dass die positiven Blutdruckbefunde vorsichtig interpretiert werden müssen und nicht zwangsläufig auf die angewendeten Heilmaßnahmen zurückgeführt werden können. Die signifikante Senkung der Herzfrequenz dürfte neben diesen und den trainingsbedingten Effekten auch auf die medikamentöse Behandlung (Digitalis, Beta-Rezeptorenblocker) zurückgehen. Klinisch bedeutsam ist zudem die Tatsache, dass die Blutdrucksenkung bis zum Ende der 3. Behandlungswoche, die Senkung der Herzfrequenz bis zum Ende der 2. Woche erfolgt und dann nicht mehr fortschreitet." (Myrtek et al., 1979, S. 198).

## **Evaluation des Rehabilitationsverlaufs von Herz-Kreislauf-Patienten**

Der Rehabilitationsverlauf und die Evaluation von katamnestischen Daten bildeten das Thema mehrerer Anschlussprojekte, die sich primär auf Herz- und Kreislaufkranke und zu Vergleichszwecken auch auf Rheuma-Patienten bezogen. In wie weit korrelierten die objektiven somatischen Veränderungen systematisch mit den geäußerten Beschwerden? Welche psychischen Veränderungen sind während der Rehabilitation festzustellen und welche Beziehungen, bestehen zur Lebenszufriedenheit, Klagsamkeit, sozioökonomischen Merkmalen und Renten-Neigung?

Diese Fragen wurden geprüft im Hinblick auf (1) die klinischen Untersuchungsbefunde am Ende der stationären Rehabilitation, und (2) die mit Fragebogen erhobenen katamnestischen Daten im Abstand von zwei bis fünf Jahren nach der Eingangsuntersuchung. *Ergebnisse einer Zwei-Jahres Katamnese an Herz-Kreislaufkranken nach einem Heilverfahren* (Medert-Dornscheidt & Myrtek, 1977); *Psychophysiological correlations in cardiovascular diseases - Their meaning for the rehabilitation process* (Myrtek, 1980a); *Determinants of rehabilitation outcome – Results of follow-up studies of different patients groups with special reference to cardiac patients* (Myrtek & Welsch, 1990); *Life satisfaction, illness behaviour, and rehabilitation outcome: Results of a one year follow-up study with cardiac patients* (Myrtek, 1987); *Lebenszufriedenheit und Rehabilitationsverlauf – Eine Untersuchung an Herz-Kreislauf-Patienten* (Myrtek, Kreutel, Wilk, Welsch & Herzog, 1987); *Erfassung des Krankheitsverhaltens. Eine Untersuchung an Herz-Kreislauf-Patienten zu Beginn und am Ende eines stationären Heilverfahrens* (Kreutel, 1989). Die Ergebnisse der einzelnen Verlaufs- und Katamnese-Studien werden hier – mit der folgenden Ausnahme – nicht näher dargestellt: *Factors associated with work resumption: a 5 year follow-up with cardiac patients.* (Myrtek, Kaiser, Rauch & Jansen, 1997).

## **Zusammenfassung**

"Physiological and psychological parameters of 41 cardiac patients who retired after an inpatient rehabilitation treatment in Germany were compared with those of 41 patients (matched exactly according to sex, age, and diagnosis) who worked after a 5 year follow-up. Both samples were selected from a large pool of 733 consecutive cardiac patients participating in the rehabilitation program with follow-ups at 1, 3, and 5 years. The

following physiological parameters were assessed: clinical characteristics such as biochemical variables and functional parameters of the left ventricle, performance and electrocardiogram during ergometric exercise, and medication. Psychological parameters assessed with questionnaires comprised: life satisfaction, physical complaints, and illness behavior, socioeconomic and anamnestic data. No substantial differences were observed for medical data, but psychological parameters showed striking differences. Retired patients were characterized by lower work satisfaction, complaints of being more handicapped by the disease, higher 'propensity for pension'. more frequent complaints concerning their general state of health, and lower educational level." (Myrtek et al., 1997, S. 291).

### **Prognose des Rehabilitationserfolges bei jugendlichen Herzinfarktpatienten**

Die von Langosch (1977) entwickelte Methodik der psychophysiologischen Diagnostik für Infarkt-Patienten wurde in einem Anschlussprojekt eingesetzt: *Beiträge zur Prognose des Rehabilitationserfolges bei "jugendlichen Herzinfarktpatienten". Multivariate Analyse psychophysiologischer Befunde (Brodner, 1983); Psychophysiological testing of postinfarction patients. A study determining the cardiological importance of psychophysiological variables (Langosch, Brodner & Foerster, 1983).*

Die psychologischen Belastungssituationen blieben im Prinzip unverändert, nur das Interview wurde etwas abgewandelt durch die Anweisung, die Antworten in ein vorgehaltenes Mikrophon zu sprechen. Außer dem EKG und dem Blutdruck wurden zusätzlich die elektrodermale Aktivität und das Pneumogramm registriert. Auch die Selbsteinstufungen der Patienten nach jeder Untersuchungsphase wurden erweitert, d.h. außer nach "angespannt" wurde auch nach "unangenehm" und "zufrieden mit eigener Leistung" gefragt. Durch eine rationale Parameterselektion nach testmethodischen Gesichtspunkten (Verteilung, Reliabilität, Varianzanteilen u.a.) wurden Leitvariablen definiert: Herzfrequenz, systolischer Blutdruck, SCR-Anzahl der elektrodermalen Aktivität und Atemformparameter des Pneumogramms mit entsprechenden Differenzwerten zur Ausgangsruhe. Faktorenanalysen führten darüber hinaus zu Gruppen von Prädiktoren. Angesichts der großen Anzahl von Variablen wurden die multiplen Regressionen zufallskritisch durch Jackknife-Schätzungen kontrolliert.

An dieser Studie nahmen 70 Männer mit gesichertem transmuralen Infarkt (davon 43 Patienten mit multilokulärem Infarkt) und einem Alter unter 40 sowie als Vergleichsgruppe 42 Patienten mit Spondylitis ankylopoetica aus einer rheumatologischen Klinik teil. Die geplante Nachuntersuchung fand aber wegen fehlender ministerieller Förderung (Bundesministerium für Arbeit) des prospektiv angelegten Gesamtprojektes über jugendliche Infarktpatienten nicht statt. Erst diese Nachuntersuchung nach zwei Jahren hätte die empirische Prüfung der Vorhersageleistung der psychophysiologischen Diagnostik leisten können. Die Untersuchung musste sich deswegen darauf beschränken, nur innerhalb des ersten Untersuchungsabschnittes die interne Gültigkeit und die methodischen Anforderungen zu prüfen. Die hierbei gewonnene Auswahl potentiell geeigneter Indikatoren der psychophysischen Reaktivität konnte dabei wenigstens hinsichtlich der kurzfristigen Prognoseeignung geprüft werden. Als Kriterien dienten die verfügbaren Daten am Ende des Rehabilitationsverfahrens, an dessen Anfang die potentiellen Prädiktoren gewonnen wurden. In multiplen Regressionen wurden Gruppen von psychophysiologischen, kardiologischen und psychologischen Parametern exploriert, in wie weit sie den Rehabilitationsverlauf und Erfolg vorhersagten. Kriterien waren im kardiologischen Bereich: Koronarmorphologie, Koronarinsuffizienz, Angina pectoris, maximale PCP-Erhöhung, Belastungskoronarinsuffizienz; im beruflichen Bereich: Berentung; im psychologischen Bereich: Körperbezogene Besorgnis, Depressivität, Klagsamkeit, Krankheitseinstellungen.

### **Zusammenfassung (Ausschnitte)**

- "1. Von 66 durchgeführten multiplen Regressionen mit den Gruppen der "psychophysiologischer Reaktivitätsindikatoren" erbrachten bei den multilokulär erkrankten Patienten der Stichprobe MII nur 6 (= 9.1 %) signifikante multiple Korrelationskoeffizienten, von denen nur 2 anhand der Jackknife-Technik bestätigt werden konnten. Dieses Resultat entspricht nicht der Erwartung einer guten Prognoseeignung der Gruppen "psychophysiologischer Reaktivitätsindikatoren" für die ausgewählten Kriterien des Rehabilitationserfolges.
2. Eine signifikante Vorhersage anhand psychophysiologischer Befunde gelingt nicht für die Kriterien: Gefäßbefall, Belastungskoronarinsuffizienz, Berentung, körperbezogene Besorgnis, Depressivität, Nicht-wahrhaben-Wollen der Erkrankung.

3. Signifikante multiple Korrelationskoeffizienten finden sich für folgende Analysen mit psychophysiologischen Befunden: Kriterium = maximale ST-Strecken-Senkung, Prädiktoren = 8 Leit-Aktivierungsvariablen einer Phase mit ausgeprägter Belastungswirkung; Kriterium = maximaler Anstieg des Pulmonalkapillardrucks, Prädiktoren = a) 5-Komponenten-Modell anhand von Indizes aus Variablen, die den Kriterien der rationalen Selektion besonders gut genügen (=Typ 1), b) habituelle Leitvariablen vom Typ-1 (anhand Jackknife-Technik bestätigt); Kriterium = Klagsamkeit, Prädiktoren = 7 habituelle Leitvariablen vom Typ-1; Kriterium = Körperbezogene Besorgnis, Prädiktoren = 5-Komponenten-Modell anhand von Indizes aus Variablen vom Typ-1 (anhand Jackknife-Technik bestätigt).
4. Bei signifikantem multiplen Korrelationskoeffizienten tragen diejenigen Einzelprädiktoren aus Gruppen "psychophysiologischer Reaktivitätsindikatoren" besonders gut zur Varianzaufklärung des Kriteriums bei, die dessen Funktionssystem entstammen.
5. Parameter der EDA tragen nur unwesentlich zur Varianzaufklärung von Kriterien bei. Sie sollten als Prädiktoren daher nicht herangezogen werden.
6. Bei signifikantem multiplen Korrelationskoeffizienten findet sich häufig ein negativer Zusammenhang zwischen dem Kriterium und denjenigen psychophysiologischen Einzelprädiktoren, die entscheidend zur Varianzaufklärung des Kriteriums beitragen. Dieser Befund entspricht nicht der Erwartung eines positiven Zusammenhanges zwischen den Kriterien und ausgeprägten psychophysiologischen Reaktionen in den registrierten Datenebenen und Funktionsbereichen.
7. Kardiologische Kriterien lassen sich anhand kardiologischer Prädiktoren signifikant vorhersagen, wobei signifikante multiple Korrelationskoeffizienten anhand der Jackknife-Technik bestätigt werden.
8. Das Kriterium "Gefäßbefall" ist nicht anhand klassischer Risikofaktoren vorherzusagen.
9. Das Kriterium "Berentung" ist zwar in einer multiplen Regression anhand kardiologischer Prädiktoren signifikant vorherzusagen, der multiple Korrelationskoeffizient ist anhand Jackknife-Schätzung jedoch nicht zu bestätigen.
10. Nur eines von fünf psychologischen Kriterien "Körperbezogene Besorgnis" ist anhand kardiologischer und psychologischer Prädiktoren

signifikant vorherzusagen, wobei eine Bestätigung dieses Resultates anhand der Jackknife-Schätzung nicht gelingt.

11. Bei signifikantem multiplem Korrelationskoeffizienten in Regressionen mit kardiologischen Prädiktoren und Kriterien, tragen jeweils die Variablen "Angina pectoris" und "maximale Wattleistung am Fahrradergometer" besonders zur Varianzaufklärung der Prädiktoren bei." (Brodner, 1983, S. 334-336).

### **Kommentar**

Diese Untersuchung lässt zweifeln, welchen prognostischen Nutzen die psychophysiologische Diagnostik haben könnte. Die eigentliche Hypothesenprüfung kam jedoch nicht zustande, da das Projekt aus den geschilderten Gründen nicht zu Ende geführt werden konnte. Generell bestanden im Querschnitt nur relativ geringe oder keine Zusammenhänge zwischen Variablengruppen verschiedener Systeme bzw. Ebenen. Die psychophysiologische Diagnostik schien erneut weitgehend unabhängige Aspekte zu erfassen.

Aus diesem Sachverhalt kann noch nicht geschlossen werden, dass der hier entwickelte Ansatz psychophysiologischer Diagnostik im Klinik-Labor, jedoch mit relativ alltagsnahen Belastungssituationen, für die Klinik oder die Prognose unergiebig wäre. Diesen Nachweis des prognostischen Nutzens (externe Validität) zu leisten, wird jedoch dringlicher. Sind es eher die psychophysiologischen Reaktionswerte oder sind es die individuellen Fragebogendaten über Emotionalität, Beschwerden, Lebenszufriedenheit, die zur Varianzaufklärung und zur gesamten Evaluation der Rehabilitations-Maßnahmen nützlich wären? Ein interessanter Aspekt des individuellen Krankheitsverhaltens ist die Wahrnehmung und Bewertung von Symptomen, z. B. Veränderungen des Blutdrucks.

### **Schlaf bei koronarer Herzkrankheit**

Da viele Herzpatienten über Schlafstörungen klagen, wurde eine Methodik des mobilen Monitoring entwickelt, um Schlafregistrierungen in den Patientenzimmern des Herzzentrums in Bad Krozingen vornehmen zu können. Dabei konnte auf den Erfahrungen aufgebaut werden, die zuvor bei Studenten mit der Registrierung des EKG während der Nacht gewonnen wurden. Die Analyse der nächtlichen Herzfrequenz lieferte über die Messung basaler Werte hinaus interessante Verläufe, die mit Schlafstadi-

en aufgrund des EEG und EMG verglichen werden können. Bei der Untersuchung der Herzfrequenzverläufe in der Nacht vor der subjektiv bedrohlichen und auch mit objektiven Risiken verbundenen Koronarangiographie konnten keine differentiellen Effekte im Zusammenhang mit wichtigen psychologischen Aspekten festgestellt werden. *Herzfrequenzverläufe im Schlaf* (Rockstroh, Foerster & Müller, 1985); *Schlaf bei koronarer Herzkrankheit. Mobiles Monitoring in der Herz-Kreislauf-Klinik. Untersuchung der Nacht vor der Koronarangiographie* (Rockstroh, 1988); *Three investigations of heart rate pattern and sleep behaviour in healthy subjects and coronary patients* (Rockstroh, Brügger, Foerster & Müller, 1990); *Covariation of physiological sleep parameters in coronary patients and their relationships to sleep quality* (Rockstroh, Müller, Foerster & Brügger, 1993).

#### **6.4 Interozeption – "Wahrnehmung" von Blutdruckänderungen**

Nach bestimmten Labor-Aufgaben waren die Teilnehmer regelmäßig nach ihren Körperwahrnehmungen (u.a. Puls, Pulsunregelmäßigkeit, körperliche Anspannung) gefragt worden, und sie hatten diese Interozeptionen eingestuft. Die gut ausgebildeten afferenten Bahnen des vegetativen Nervensystems, die der Abstimmung bzw. Regelung der peripheren Organfunktionen dienen, könnten eventuell auch eine genaue Interozeption von körperlichen Vorgängen, d.h. von normalen Funktionsänderungen oder von Funktionsunregelmäßigkeiten ermöglichen.

Die Laboruntersuchungen (erste und zweite Operationalisierungsstudie) ergaben jedoch vom Orthostase-Versuch abgesehen, nur seltene, und dann meist geringfügige und kaum reproduzierbare Zusammenhänge zwischen gemessenen und erlebten körperlichen Veränderungen. Es handelte sich jedoch um gesunde Teilnehmer und um Belastungen geringer Intensität. Bei Patienten und unter Alltagsbedingungen könnte es andere Befunde geben. Deswegen wurde die *Interozeption von Blutdruckänderungen* gezielt bei Patienten mit essentieller Hypertonie sowie bei grenzwertig hypotonen Männern und Frauen untersucht. In beiden Teil-Studien diente dazu die Methodik des ambulanten psychophysiologischen Monitoring (Kapitel 7). *Awareness of blood pressure:*

*Interoception or contextual judgement? (Fahrenberg, Franck, Baas & Jost, 1995); Psychophysiologie der Hypotonie: 24-Stunden-Monitoring bei hypo- und normotonen Studierenden (Baas, Jost & Wilmers, 1994).*

Zwar gilt die Hypertonie als "stumme" Krankheit, doch sind nicht wenige Patienten überzeugt, dass sie Blutdruckanstiege oder Blutdrucksenkungen deutlich wahrnehmen können. Diese Annahme war beim ambulanten Blutdruck-Monitoring zu überprüfen, indem bei jeder Messung nach einer Schätzung des Blutdrucks gefragt wurde. Dieser Wert konnte mit den anderen Selbstberichten computer-unterstützt protokolliert werden. Die Anzeige des Blutdruckautomaten war dabei verdeckt. Das ambulante psychophysiologische Monitoring wurde im Prinzip wie in Kämpfers Untersuchung (siehe Abschnitt 7.2.2) durchgeführt (Physioport, Par GmbH, Messintervall 30 Minuten). Die hypertonen Patienten der Reha-Klinik Glotterbad wurden nur nach dem oberen, d.h. dem systolischen Wert gefragt, da nicht sicher war, ob alle Patienten den Unterschied zwischen systolischem und diastolischem Blutdruck kannten. Ihre Schätzwerte des Blutdrucks konnten mit den gemessenen Werten sowie bestimmten Items verglichen werden. Diese intra-individuellen Korrelationen wurden über die 51 Patienten gepoolt.

Zusammenhänge waren zwischen der Blutdruckeinschätzung und den Blutdruckmessungen *nicht* nachweisbar (Tabelle 6.1). Deutliche Korrelationen bestanden hingegen zwischen der Blutdruckschätzung und der Bewegungsaktivität, der Herzfrequenz, sowie mit assoziierten Befindens-Items. Die Korrelation der Befindlichkeits-Items mit dem geschätzten Blutdruck waren meist größer als mit dem gemessenen systolischen Blutdruck. Deshalb war zu schließen, dass sich die individuelle Blutdruckschätzung an der momentan erlebten körperlichen Aktivität orientierte und hier als kognitives Muster auf die Schätzung des Blutdrucks übertragen wurde. Fünf Patienten waren an allen drei Untersuchungstagen in der Lage, eine sehr gute Einschätzung ihres tatsächlichen Blutdrucks zu geben. Es könnte also eine sehr kleine Gruppe von Hochdruckpatienten geben, die tatsächlich ihre systolischen Blutdruckänderungen richtig einschätzen können.

Für die zweite Untersuchung wurden Studierende geworben, die grenzwertig erniedrigten Blutdruck hatten, jedoch nicht in ärztlicher Behandlung waren, und zum Vergleich normotone Studierende. Die Teilnehmer wurden nach jeder der automatischen Messungen (SpaceLabs,

Messintervall 30 Minuten) gebeten, ihren oberen und unteren Messwert zu schätzen. Die Anzeige des Geräts wurde unzugänglich gemacht. Die Ergebnisse bestätigten die Schlussfolgerungen der ersten Untersuchung.

### **Zusammenfassung**

"Most patients with mild to moderate hypertension are asymptomatic but some patients report symptoms and seem to be aware of their blood pressure. The research question is, whether the estimation of blood pressure is primarily derived from interoception or is inferred by contextual judgement. A psychophysiological ambulatory assessment was conducted with 51 male hypertensive patients and 30 either normotensive or hypotensive student subjects employing (1) a multichannel recording system for blood pressure, heart rate, and physical activity, and (2) a pocket computer for assessing estimated BP, setting variables and self-ratings of subjective state. Within-subject correlations revealed that there was no significant relationship between self-estimated BP and concurrently recorded systolic BP. Self-estimated BP, however, related to self-ratings of feeling physically tense and self-ratings of physical activity. Blood pressure awareness appears to be a rather inconsistent and subjective phenomenon, based on contextual judgements and inferences instead of "perception", but it is a relevant methodological issue (and possible bias) in hypertension research." (Fahrenberg, Franck, Baas & Jost, 1995, S. 11).

### **Kommentar**

Die Frage, ob es gelingen kann, den momentanen systolischen Blutdruck einzuschätzen, muss wohl verneint werden. Die Untersuchten ziehen Informationen über ihre vorangegangene Aktivität und ihre aktuelle Befindenslage, besonders der körperlichen Anspannung, heran, um eine Einschätzung ihres Blutdrucks vorzunehmen. Sowohl normotone als auch hypertone Probanden scheinen ihre Schätzungen vom situativen Kontext bzw. von der erlebten Anspannung und nicht von der Interozeption leiten zu lassen (vgl. Baumann & Leventhal, 1985). Die Interozeption von körperlichen Vorgängen, d.h. von normalen Funktionsänderungen, von Funktionsunregelmäßigkeiten und symptomatischen Funktionsstörungen, war in neuerer Zeit ein wichtiges Gebiet psychophysiologischer Forschung (Cameron, 2001; Myrtek, 2004; Vaitl, 1996). Die psychophysiologische

Tabelle 6.1: Korrelationen zwischen geschätztem Blutdruck und gemessenem Blutdruck u.a. Daten des ambulanten Psychophysiologischen Monitoring bei Patienten mit essentieller Hypertonie (N = 53)

Variable	Blutdruck-schätzung	Körp. angespannt	Aufgeregt	Erschöpft	Systol Blutdruck	Diast. Blutdruck	Mittl. Blutdruck	Herzfrequ.
Blutdruck-schätzung								
Körperlich angespannt	.40 **							
Aufgeregt	.30 *	.39 **						
Erschöpft	.40 **	.50 **	.18					
Systolischer Blutdruck	.23	.20	.12	.31 **				
Diastolischer Blutdruck	-.04	-.08	-.00	-.14	.19			
Mittlerer Blutdruck	.12	.08	.08	.11	.77 **	.77**		
Herzfrequenz	.37 **	.37 **	.18	.50 **	.33 *	-.14	.13	
Bewegungsaktivität	.27 *	.27 *	.06	.57 **	.29 *	-.16	.09	.48 **

Anmerkungen: Gepoolte intraindividuelle Korrelationen. Signifikanzprüfung mit  $df = 51$ ; \*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$

Interozeptionsforschung hat jedoch viele der Hypothesen nicht bestätigen können. Zum Beispiel sind Patienten mit Herzschrittmacher nicht in der Lage, ihre im Bereich von 60 bis 110 veränderte Schlagfrequenz zu erkennen (Windmann, Schonecke, Fröhlig & Moldenar, 1999). Kardiale Wahrnehmungen wurden in z.T. sehr speziellen Experimentalanordnungen untersucht (siehe Elbert & Schandry, 2001), wobei viele Einflussgrößen und biologische und psychologische Korrelate gefunden wurden. Die Interozeption von körperlichen Funktionen und Funktionsunregelmäßigkeiten, d.h. die bewusste und verbalisierbare "Wahrnehmung" solcher Prozesse, ist nur unter speziellen Bedingungen, in einer sehr eingeschränkten Weise oder überhaupt nicht möglich. Nur wenige Personen können spontan ihren Herzschlag spüren oder in standardisierten Tests

einigermaßen zuverlässig erkennen. Die allermeisten körperlichen Funktionen sind noch sehr viel bewusstseinsferner. Körperliche Beschwerden müssen folglich in dem breiteren psychologischen Kontext des Krankheitsverhaltens (Mechanic, 1962; Myrtek, 1998; Pennebaker, 1982) und der Methodik psychologischer Fragebogen (Fahrenberg, 1994) untersucht und beurteilt werden.

## **6.5 Das psychophysiologische Blutdruck-Video**

Viele Patienten mit essentieller Hypertonie können sich die große Dynamik des Blutdruckverhaltens, u.a. die emotional bedingten, schnellen und intensiven Blutdruckanstiege nicht anschaulich vorstellen. Diese Erfahrung kann jedoch durch die kontinuierliche, nicht-invasive Registrierung des arteriellen Finger-Blutdrucks während eines psychologischen Interviews vermittelt werden. Die Veränderungen des Blutdrucks wurden zusammen mit dem Interview aufgezeichnet und den Patienten in einem *Blutdruckvideo* gezeigt. Die eigenen Blutdruckreaktionen fanden in der Regel großes Interesse und beeindruckten durch ihren anschaulichen Verlauf. Es gab häufig spontane Kommentare und Erinnerungen an die auslösenden Emotionen und konflikthafter Lebenssituationen. Es könnte sein, dass diese Erfahrung tendenziell zur Blutdruckreduktion beiträgt und gesundheitsdienliche Vorsätze im Sinne eines besseren Selbstmanagements fördert. *Selbstmonitoring chronischer Krankheiten* (Fahrenberg, 2003); *Das psychophysiologische Blutdruck-Video: Ein neuer Zugang zur individuellen Blutdruck-Reaktivität und zum Selbstmanagement* (Fahrenberg, Schäfer, Wild, Müller, Deynet & Herrmann, 2004); *Das psychophysiologische Blutdruck-Video. Ein neuer Zugang zur individuellen Blutdruck-Reaktivität und zum Selbstmanagement* (Schäfer, Wild, Müller, Deynet, Herrmann & Fahrenberg, 2005).

### **Falldarstellung**

Die Abbildung 6.1 zeigt den Blutdruckverlauf einer Patientin während bestimmter Themen im Interview. Bemerkenswert sind die im Zimmer der Patientin registrierten relativen Ruhewerte im Vergleich zu den Ausgangswerten vor dem Interview und zu den Blutdruckspitzen beim Treppensteigen und während des Interviews. Im Blutdruckverhalten während

des Interviews spiegelten sich die berufliche Überforderung und die Konflikte mit der Chefin; bemerkenswert war auch die Abnahme der Werte beim Sprechen über die positive, unterstützende Haltung des Partners. Hier konnte eine gemeinsame psychosomatische Interpretation des Blutdruckverhaltens erreicht und in den therapeutischen Kontext übernommen werden. Solche Blutdruck-Episoden waren in einer zweiten Registrierung zu reproduzieren, wobei einige, aber nicht alle Patienten eine deutlich reduzierte Blutdruck-Reaktionen zeigten (Wild, 1998).

Wenn emotionale Blutdruckreaktionen bei der zweiten Untersuchung abgeschwächt waren, könnte dies mehrere Gründe haben. Die Reduktion könnte auf das anschauliche Blutdruckvideo im ersten Interview und die hierdurch mögliche intensive Konfrontation mit den psychosozialen Auslösebedingungen und Konflikten zurückzuführen sein. Diese Schlussfolgerung ist durch mehrere kasuistische Beispiele belegbar. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass sich in der Blutdruckreduktion nur ein allgemeiner Trend widerspiegelte, der durch eine Anpassung bzw. Gewöhnung an die Untersuchungssituation oder durch einen allgemeinen Trend im Verlauf des vierwöchigen Rehabilitationsverfahrens bedingt war.

Die Effekte wären zu überprüfen, indem eine Kontrollgruppe mit wiederholter Registrierung, aber ohne psychologische Problemanalyse, und eine Gruppe ohne Hypertonie untersucht würden. Dem Einwand, dass die Themen des Interviews zu spezifisch sind, kann zumindest teilweise durch die Einführung von inhaltlich vergleichbaren Fragen bzw. Themen begegnet werden. Aus diesen Erfahrungen ergab sich das folgende Forschungsprojekt.

### **Untersuchungsplan und Methodik**

Zur Prüfung dieser hypothetischen Effekte wurde eine psychophysiologische Untersuchung in einem Messwiederholungsplan mit zwei Kontrollgruppen durchgeführt. Dabei wurden mögliche Einflüsse des Alters und der Körperbaumaße kovarianzanalytisch berücksichtigt. Eine der Hypothesen lautete, dass die Blutdruckwerte generell abnehmen und zwar tendenziell stärker abnehmen, wenn zwischen beiden Terminen das Playback des Blutdruckvideo mit psychologischer Vertiefung stattfand. Eine weitere Hypothese war, dass die Reaktivität des Blutdrucks bei Hypertonikern

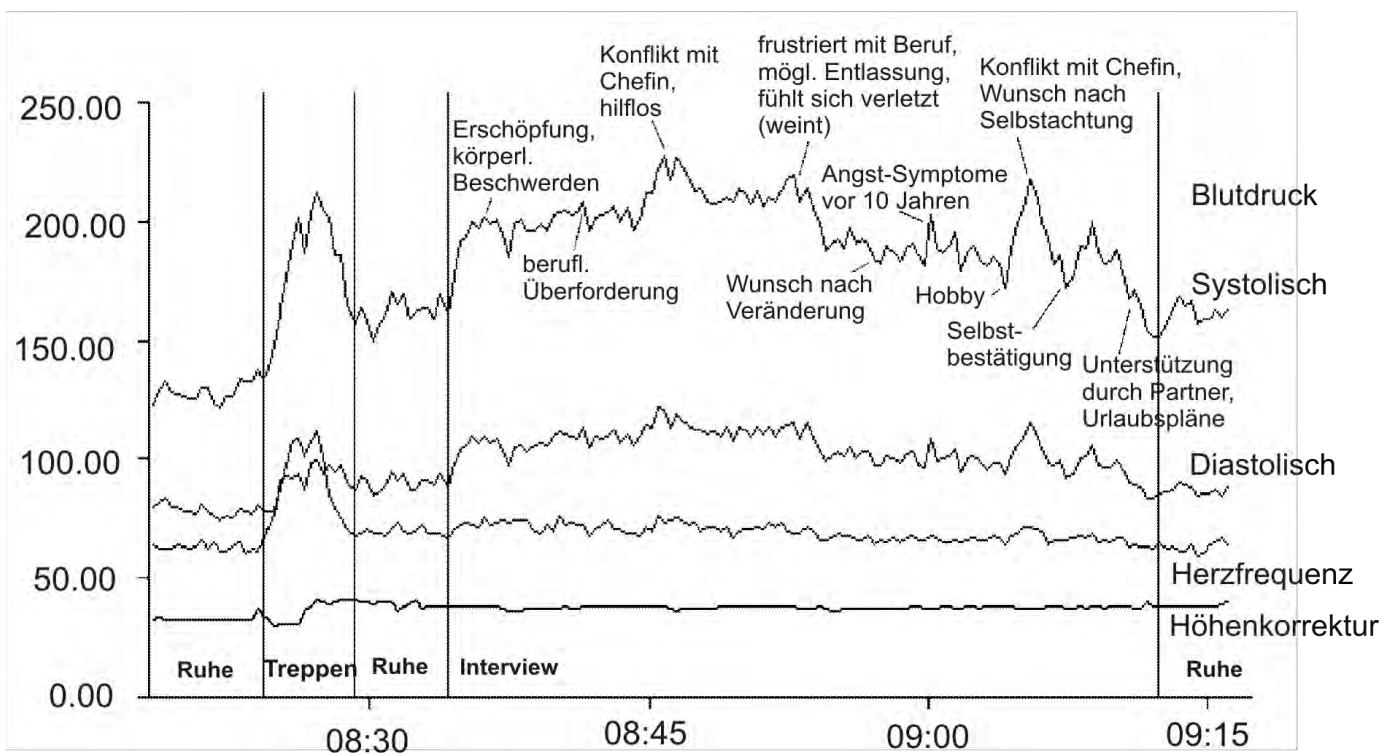


Abbildung 6.1: Kontinuierlich gemessener Finger-Blutdruck und Themen des Interviews ("Blutdruck-Video" mit einer Patientin während stationärer Rehabilitation). Zeitraster 30 Sekunden.

während des Interviews stärker ausgeprägt ist als bei Patienten mit normalem Blutdruck. Die psychologische Rückmeldung (sog. re-lived emotions) und die gemeinsame Symptom-Kontext-Analyse des emotionalen Blutdruckverhaltens werden – so ist die zentrale These – die generelle Bereitschaft erhöhen, die individuellen Risikofaktoren der Hypertonie zu reduzieren. Diese Bereitschaft zum Selbstmanagement der Hypertonie konnte hier aus praktischen Gründen nur durch einen Katamnese-Fragebogen erkundet werden.

Das halbstrukturierte Interview von ca. 45 Minuten Dauer begann mit Fragen zu den individuell gegebenen Risikofaktoren und deren Veränderungsmöglichkeit, und es folgten Fragen nach "Stress" in der letzten Zeit und nach den basalen Emotionen Ärger, Angst, Trauer und Freude. Daran schlossen sich Fragen nach den Lebensbereichen Partnerschaft, Familie, soziales Umfeld, Beruf und Finanzen an. Die audiovisuelle Aufzeichnung in split-screen-Technik zeigte das volle Bild eines Patienten sowie die Anzeigen des momentanen systolischen und diastolischen Blutdrucks sowie der Herzfrequenz (Schlag-zu-Schlag) wie sie auf dem PC-Monitor durch die Portapres-Software dargestellt wurden. Das schriftliche Einverständnis der Patientinnen zu dieser Aufzeichnung und zu der geplanten Zusendung des Katamnese-Fragebogens wurde eingeholt. Die Akzeptanz für diese Untersuchung war, mit wenigen Ausnahmen, hoch.

Die kontinuierliche Messung der schnellen Blutdruckveränderungen war hier nur nicht-invasiv am Finger mit der "vascular unloading technique", d.h. dem Gerät Portapres Mod 2 (oder dem Finapres) der BMI/TNO möglich. Wegen der zweifelhaften Reliabilität dieser Messungen (siehe Abschnitt 7.3) wurden zur Absicherung (1) während des Interviews mehrere oszillometrische Messungen am Oberarm mit dem Blutdruckautomaten SpaceLabs 90207 (Messintervall 10 Minuten) vorgenommen und (2) ergänzend sowohl die auf der Station gemessenen Blutdruckwerte der Patientinnen als auch das bei der Mehrzahl durchgeführte 24-Stunden-Monitoring herangezogen.

Vierzig Patientinnen nahmen an dem Messwiederholungs-Plan in drei Gruppen teil. Die Gruppen HYP 1 (N = 21) und HYP 2 (N = 9) hatten die Diagnose essentielle Hypertonie. Die Gruppe NORM bestand zum Vergleich aus normotonen Patientinnen (N = 10). Das Alter lag zwischen 40 und 66 Jahren (M = 51). Fast alle Hypertonikerinnen erhielten Antihypertensiva, und die Mehrzahl der Patientinnen auch Psychophar-

maka. Zwischen den drei Gruppen bestanden Unterschiede im Body Mass Index und im Oberarmumfang.

Beim ersten Termin nahmen alle Patientinnen an der psychophysiologischen Untersuchung teil. Eine Woche später wurde den Gruppen HYP 1 und NORM das Blutdruckvideo jener ersten Untersuchung gezeigt. Die Patientinnen waren hoch motiviert, "ihren" Blutdruck zu sehen und waren von den durch die *re-lived emotions* verursachten Blutdruck-Reaktionen beeindruckt. Diese Zusammenhänge wurden gemeinsam psychologisch kommentiert und vertieft. Die Kontrollgruppe HYP 2 sah bei diesem Termin ein anderes Video mit allgemeinen Informationen über die Messung des Blutdrucks und über Risikofaktoren. Beim dritten Termin wurde die psychophysiologische Untersuchung mit allen Patientinnen wiederholt.

Die Patientinnen erhielten mehrere Fragebogen, um einige Persönlichkeitsmerkmale und vor allem auch die Einstellung zu Risikofaktoren und deren Reduktion sowie zu den rehabilitativen Maßnahmen während der Heilbehandlung zu erfassen. Es handelte sich um den Fragebogen zur Analyse belastungsrelevanter Anforderungsbewältigung FABBA, das Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI-R, die Freiburger Beschwerdenliste FBL-R (Kurzform), einen für diese Untersuchung entworfenen Gesundheits-Fragebogen RIS (mit Fragen nach Risikofaktoren, Befinden, Gesundheitsverhalten und insbesondere den individuellen Vorsätzen zur Veränderung der Risikofaktoren) sowie den REHA-Rückblick, einen in Anlehnung an frühere Untersuchungen entworfenen Fragebogen zur Bewertung der einzelnen Maßnahmen gegen Ende des Reha-Verfahrens. Der Katamnesefragebogen, wiederum mit Fragen zu Risikofaktoren, Befinden, Gesundheitsverhalten und einem Rückblick auf das Blutdruckvideo, wurde sechs Monate nach Ende des Reha-Verfahrens zugeschickt; er hatte mit 35 von 40 einen relativ guten Rücklauf. In den Persönlichkeitsskalen bestanden keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Gruppen, doch bestätigten die Befunde die klinischen Diagnosen: fast alle Patientinnen hatten geringe bis mittelgradige depressive Störungen.

Das Blutdruckvideo wurde durch eine klinische Psychologin in einem Zeitraster von 30 Sekunden inhaltsanalytisch ausgewertet. Entsprechend wurde auch die Portapres-Registrierung segmentiert, nachdem Ausreißer bereinigt waren. Die Synchronisierung der beiden Zeitreihen und der in-

termittierenden oszillometrischen Messungen war in der Regel gut möglich.

### **Falldarstellung**

Die Messwerte des systolischen Finger-Blutdrucks unterschieden sich kaum zwischen Ruhe 1 (130/69 Puls 60) und Ruhe 2, dagegen lagen die Werte von Ruhe 3 (149/81) höher. Die systolische Blutdruckdynamik ist hier zwar durch die Art der Darstellung vergrößert, bewegte sich jedoch immerhin in einem Bereich von 55 mm Hg (130 bis 185 mm Hg). Die Abbildung 6.2 zeigt systolische Blutdruckspitzen bei dem offensichtlich sehr positiven Thema Urlaub (185/99), Sorgen wegen der bevorstehenden Operation des Ehemannes (183/93), Ärger über den Tadel durch eine Klinikschwester (177/97). Die Mittelwerte des gesamten Interviews betrugen: 163/88 mm Hg und Puls 71. Die Reaktion auf das Treppensteigen kann hier einen ungefähren Anhaltspunkt zum Vergleich bieten. Die oszillometrischen Kontroll-Messungen variierten zwischen 151/97 Puls 60 während der anfänglichen Ruhe und 176/109 Puls 70 (die Operation des Ehemannes).

Oszillometrisch wurden gemessen: Ruhe 1 mit 139/89 mm Hg und Puls 77, Treppensteigen 169/87 Puls 76 und im Interview maximal 176/109 Puls 70. Im 24-Stunden-Monitoring ergaben sich oszillometrisch für den Tag 142/81 mm Hg und Puls 70, für die Nacht 130/69 und 60 (Maximum am Tag 168/100). Die Blutdruckmessungen auf der Station betrugen im Mittelwert von 10 Messungen 136/87.

Die stärkste Blutdruckreaktion löste das Thema Urlaub aus. Die Patientin verbrachte diesen Urlaub mit ihrem Mann und Freunden auf einem Campingplatz. Dies schien ein mit sehr positiven Emotionen assoziiertes Thema zu bilden. Die Patientin kam in ihren Antworten, im Unterschied zu vielen anderen, häufiger auf positive Erlebnisse zu sprechen – neben den Belastungen im familiären und beruflichen Bereich. Eine Blutdruckspitze löste die Erinnerung an ein noch nicht lange zurückliegendes Erlebnis in der Klinik aus, d.h. der Tadel einer Krankenschwester wegen eines Terminkonfliktes. Weitere Themen waren die Belastung an ihrer Arbeitsstelle im Wohnheim, die lange und sehr anstrengende Pflege ihrer kranken Tante und die notwendig gewordene Operation des Ehemanns. Daneben gab es bemerkenswerte Blutdruckreaktionen als die Patienten über ihre Tochter sprach ("Freudentränen") und über ihre Ehrung zum 25.

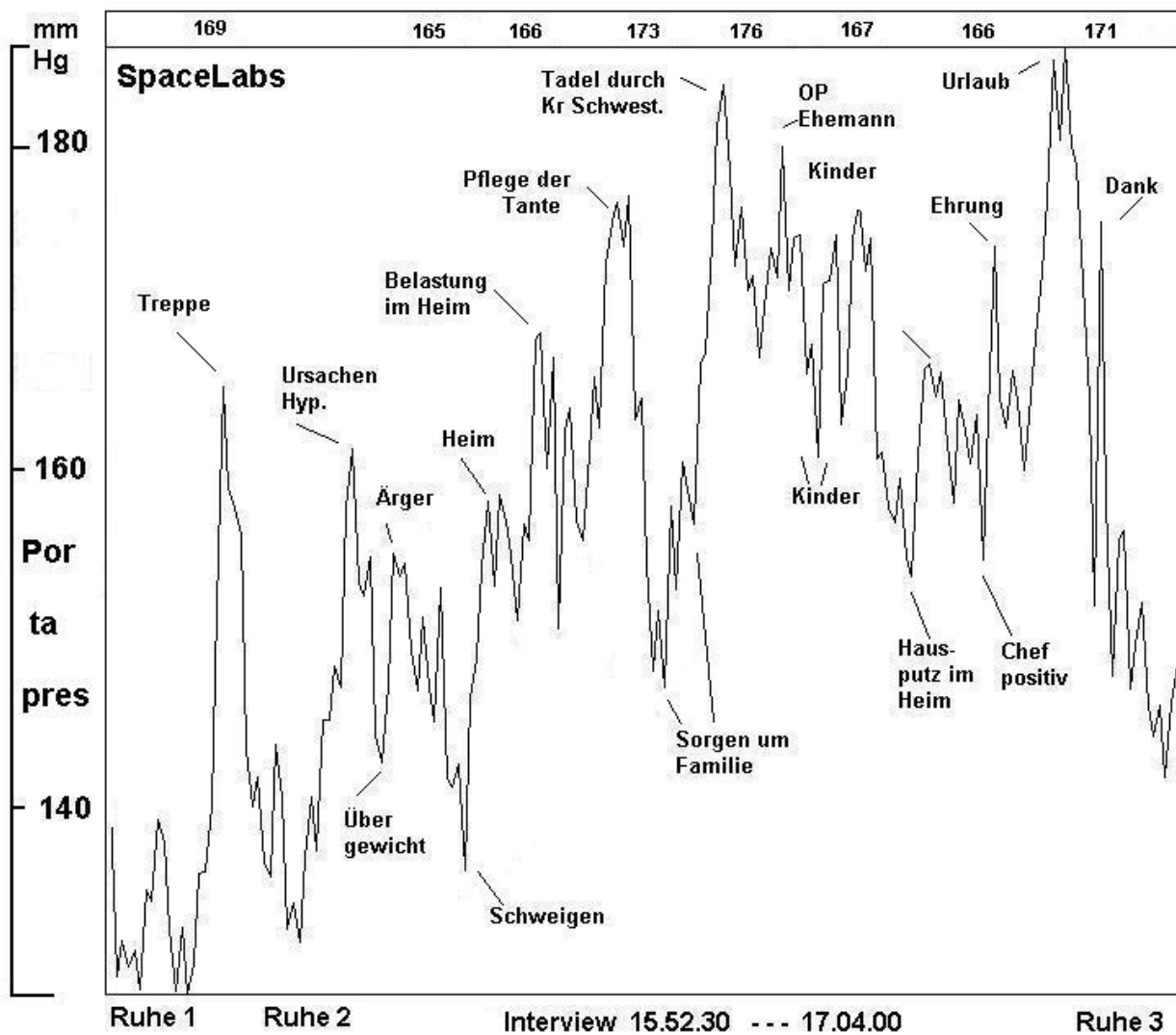


Abbildung 6.2: Blutdruckinterview einer Patientin mit kontinuierlicher Messung des Finger-Blutdrucks. Wegen der fragwürdigen Genauigkeit der Messung des Finger-Blutdrucks wurde in Intervallen von 10 Minuten zusätzlich der Brachialis-Blutdruck oszillometrisch gemessen.

Jubiläum. Unerwartet waren die relativ niedrigen Werte als sie Sorgen um ihre Kinder und Angstgefühle äußerte. Besonders niedrige Werte gab es auch während der zwei Minuten Schweigen sowie bei positiven Themen, d.h. der relativ freien Zeiteinteilung beim Hausputz im Heim und dem positiven Verhalten ihres Chefs.

## **Ergebnisse**

Die psychologische Hypothese eines Effektes des Blutdruckvideos auf die Motivation zur Veränderung der Risikofaktoren konnte tendenziell bestätigt werden. Im Katamnese-Fragebogen sechs Monate später bestanden Gruppenunterschiede, dass Patientinnen, die das Playback der eigenen Blutdruck-Reaktivität gesehen hatten, tendenziell eine höhere Motivation für das Selbst-Management der Risikofaktoren der Hypertonie ausdrückten. Zwar ist von den fünf geplanten Vergleichen zur Einstellungsänderung der Patientinnen nur einer signifikant geworden, doch handelte es sich um den wichtigsten: es ist der Vorsatz zur Verhaltensänderung, der auf das Blutdruckvideo zurückgeführt wird. Hinsichtlich zweier weiterer Fragen ergaben sich konsistente Unterschiede, falls ein höheres Niveau ( $p < .10$ ) akzeptiert wird.

Die Hypothese einer größeren Blutdruck-Reaktivität der Patientinnen mit essentieller Hypertonie war dagegen nicht zu bestätigen. Es gab auch keine signifikanten Veränderungen (Termin-Effekte) in den Blutdruckwerten und Herzfrequenzen. Ebenso wenig zeigten sich differentielle Effekte (oder Gruppe x Termin- bzw. Gruppe-Segment-Wechselwirkungen). Die Gruppen HYP 1 und NORM, die das Blutdruckvideo in einem psychologisch vertiefenden Playback sahen, hatten in der zweiten psychophysiologischen Untersuchung keine niedrigeren Werte.

## **Zusammenfassung**

"Das Blutdruckvideo ist eine neue psychophysiologische Methode. In einem halb-strukturierten Interview werden Emotionen und Alltagskonflikte aktualisiert. Gleichzeitig wird der Finger-Blutdruck mit dem Portapres-Gerät registriert. Oszillometrische Messungen am Oberarm liefern Referenzwerte. Die audiovisuelle Aufzeichnung in split-screen-Technik zeigt das volle Bild eines Patienten und die Anzeigen des momentanen systolischen und diastolischen Blutdrucks sowie der Herzfrequenz (Schlag-zu-

Schlag) wie sie auf dem PC-Monitor durch die Portapres-Software dargestellt werden.

Vierzig Patientinnen (Alter 40 bis 66 Jahre) nahmen an einem Messwiederholungs-Plan in drei Gruppen teil. Die Gruppen HYP 1 (N = 21) und HYP 2 (N = 9) hatten die Diagnose essentielle Hypertonie. Die Gruppe NORM bestand zum Vergleich aus normotonen Patientinnen (N = 10). Beim ersten Termin nahmen alle Patientinnen an der psychophysiologischen Untersuchung teil. Eine Woche später wurde den Gruppen HYP 1 und NORM das Blutdruckvideo jener ersten Untersuchung gezeigt. Die Patientinnen waren hoch motiviert, "ihren" Blutdruck zu sehen und waren von den durch die "re-lived emotions" verursachten Blutdruck-Reaktionen beeindruckt. Diese Zusammenhänge wurden gemeinsam psychologisch kommentiert und vertieft. Die Kontrollgruppe HYP 2 sah bei diesem Termin ein anderes Video mit allgemeinen Informationen über die Messung des Blutdrucks und über Risikofaktoren. Beim dritten Termin wurde die psychophysiologische Untersuchung mit allen Patientinnen wiederholt. Beide Blutdruckvideos wurden inhaltsanalytisch nach speziellen Emotionen und Themen ausgewertet und, wie die Blutdruckregistrierung, segmentiert.

In den Blutdruckwerten ergab sich keine signifikante Veränderung (Termin- oder Gruppe x Termin Wechselwirkung). Im Katamnese-Fragebogen sechs Monate später zeigten sich jedoch Gruppenunterschiede, dass Patientinnen, die das Playback der eigenen Blutdruck-Reaktivität gesehen hatten, tendenziell eine höhere Motivation für das Selbst-Management der Risikofaktoren der Hypertonie ausdrückten." (Fahrenberg, Schäfer, Wild, Müller, Deynet & Herrmann, 2004, S. 5).

### **Kommentar**

Im Vergleich zur Anfangsruhe führte das Interview (nach beiden Messmethoden) zu einem Blutdruckanstieg in der Größenordnung von ca. 15/10 mm Hg bei vergleichsweise geringer Pulserhöhung um ca. 4 Schläge. Die Blutdruckwerte in der Ruhebedingung vor dem Interview und der Interview-Mittelwert wichen zwischen den Geräten Spacelabs und Portapres nur geringfügig (< 10 mm Hg) voneinander ab. Die Herzfrequenzen stimmten gut überein (Tabelle 6.2).

Im Finger-Blutdruck waren während des Interviews oft Veränderungen in der Größenordnung von 30 bis 40 mm Hg zu sehen. So stellte sich

die Frage, ob sich diese Blutdruckdynamik auch in den oszillometrischen Messungen zeigen würde. Die Standardabweichung des Finger-Blutdrucks war deutlich größer als jene der oszillometrischen Messungen (ca. 50 % mehr Varianz zwischen Personen). Dies galt auch innerhalb des Interviews: bei den oszillometrischen Messungen des systolischen Blutdrucks bestand durchschnittlich eine Spannweite von 24 mm Hg und beim Finger-Blutdruck von 33 mm Hg. Dies sprach für eine deutlich höhere Variabilität des Finger-Blutdrucks, jedoch muss hier die sehr viel geringere Anzahl der oszillometrischen Messungen bedacht werden. Die Genauigkeit der Messung des Finger-Blutdrucks konnte innerhalb dieser Studie nicht hinreichend beurteilt werden (siehe Abschnitt 7.3), u.a. wegen der Mittelung und der nicht exakt möglichen Synchronisierung. Manchmal gab es bemerkenswerte Übereinstimmungen beider Methoden, manchmal Diskrepanzen. Die Abbildung 6.2 und die Spannweite der Messwerte ließen zumindest die weitaus größere Variabilität, d.h. die höhere zeitliche Auflösung der Portapres-Registrierung erkennen.

Wie das Niveau und die Dynamik des Blutdruckverhaltens während des Interviews zu bewerten waren, zeigte der Vergleich zum Blutdruckverlauf des gesamten Tages. Bei 26 Patientinnen lagen zur Abklärung der Hypertonie auch ein 24-Stunden-Monitoring sowie die Messungen auf der Station vor, mit denen zumindest die oszillometrischen Messungen verglichen werden konnten (siehe Tabelle 6.3). Bemerkenswert ist, dass nach oszillometrischer Messung das mittlere Blutdruckniveau während des Interviews nur ca. 10/10 mm Hg höher lag als bei der mittleren Tagesaktivität bzw. bei den Messungen auf der Station. Die hypertonen Gruppen waren während des Interviews nicht blutdruckreaktiver als die normotone Kontrollgruppe.

Die Segmentierung des Interviews ermöglichte eine psychologische Einschätzung, von welchen Themen eine Patientin persönlich besonders betroffen war. Dies war häufig an ihren Antworten und Kommentaren sowie Ausdrucksbewegungen, oft auch Schluchzen oder Weinen, zu erkennen. In einzelnen Fällen kam es bei diesen Anlässen zu einer beträchtlichen Blutdruckreaktion. Im Durchschnitt hoben sich solche Blutdruckspitzen jedoch vom Blutdruck des gesamten Interviews nur noch um ca. 6/2 mm Hg (und Puls 2) ab.

Tabelle 6.2: Übersicht über die Blutdruckwerte der psychophysiologischen Untersuchung

<b>Ruhe 2 vor dem Interview</b>						
	HYP 1 N = 21	HYP 2 N = 10	NOR N = 9	GES N = 40	F	p
Systolisch						
Finger-Blutdruck	139	143	133	138	0.39	.681
Oszillometrisch	133	145	121	132	1.44	.276
Diastolisch						
Finger-Blutdruck	78	86	81	81	0.56	.574
Oszillometrisch	84	89	73	82	1.99	.179
Herzfrequenz						
Finger-Blutdruck	78	80	79	79	0.96	.908
Oszillometrisch	74	76	78	76	0.09	.915

<b>Interview Gesamt</b>						
	HYP 1	HYP 2	NOR	GES	F	p
Systolisch						
Finger-Blutdruck	154	154	147	152	0.36	.701
Oszillometrisch	152	143	134	146	4.28	.021
Diastolisch						
Finger-Blutdruck	89	94	91	91	0.34	.711
Oszillometrisch	100	93	91	97	2.56	.091
Herzfrequenz						
Finger-Blutdruck	80	81	82	81	0.15	.863
Oszillometrisch	79	83	82	81	0.43	.654

<b>Interview Individuelles Thema 1</b>						
	HYP 1	HYP 2	NOR	GES	F	p
Systolisch						
Finger-Blutdruck	162	156	151	158	0.71	.500
Diastolisch						
Finger-Blutdruck	92	94	94	93	0.04	.961
Herzfrequenz						
Finger-Blutdruck	83	83	85	83	0.16	.857

Anmerkung: Das individuell wichtigste Thema wurde durch die psychologische Inhaltsanalyse im thematischen Kontext bestimmt, wobei auch das emotionale Ausdrucksverhalten einbezogen wurde. Beim speziellen Interviewthema gab es nur die Werte des Finger-Blutdrucks. Die Analysen ergaben keine Varianzunterschiede zwischen den Gruppen, wenn hier die Varianzen in der Gruppe 3 mit sehr geringer Patientinnenzahl ausgeklammert werden. Die Mittelwerte und Varianzen wurden übersichtlich ohne Dezimalen geschrieben.

Die Inhaltsanalyse der Segmente ergab den Hinweis, dass im Erleben und Ausdruck die Themen Stress, Ärger und Angst subjektiv stark dominierten. Im Unterschied hierzu lagen die individuellen Maxima des systolischen Blutdrucks vorwiegend im Segment der Fragen nach der Familie. Diese Diskrepanz zeigte sich tendenziell auch in der Herzfrequenz.

Die mittleren Blutdruckreaktionen während des psychosomatischen Interviews waren also insgesamt geringer als aufgrund einzelner Protokolle und früherer Beobachtungen erwartet wurde. Das sehr ähnliche Blutdruckverhalten der normotonen Patientinnen sprach dagegen, diese geringe Reaktivität auf die Antihypertensiva zurückzuführen. Davon abgesehen war natürlich, trotz des z.T. sehr intensiven emotionalen Ausdrucksverhaltens, eine allgemein dämpfende Wirkung der Psychopharmaka (bei 29 von 40 Teilnehmerinnen) anzunehmen.

Es gab positive Erfahrungen mit dem psychophysiologischen Blutdruckvideo als neuem Zugang zur individuellen Blutdruck-Reaktivität und zum Selbstmanagement von Risikofaktoren. Auf der psychologischen Ebene waren die Befunde durchaus ermutigend, während sich die hypothetischen Veränderungen im Blutdruck nicht zeigen ließen. Zu den wichtigsten Einschränkungen gehörten zweifellos die Medikation der Patientinnen und die fragwürdige Genauigkeit der hier als Methode unentbehrlichen Messung des Finger-Blutdrucks.

In praktischer Hinsicht bietet die mit dem Blutdruckvideo vermittelte direkte Erfahrung der Blutdruck-Reaktivität gute Anknüpfungsmöglichkeiten für ein vertieftes Gespräch über die notwendige Veränderung der individuellen Risikofaktoren und ein verbessertes Selbstmanagement der Patienten mit Bluthochdruck.

## **6.6 Krankheitsverhalten, Beschwerdenneigung und Lebenszufriedenheit**

### **6.6.1 Beschwerden und Befund**

Körperliche Beschwerden motivieren dazu, eine medizinische oder psychotherapeutische Behandlung zu suchen. Deshalb liegt es sehr nahe, die Korrelationen zwischen Befund und Beschwerden genau zu untersuchen. Es gibt zahlreiche empirische Belege, dass viele Bedingungen für die

Tabelle 6.3: Variabilität von Messungen des Blutdrucks und der Herzfrequenz mit oszillometrischer Methode sowie des Finger-Blutdruck bei Patienten mit Hypertonie (N =26)

	Blutdruck				Herzfrequenz	
	Systolisch		Diastolisch			
	Oszillometrische Messung SpaceLabs					
	M	SD	M	SD	M	SD
Station <sup>1</sup>	141	13	88	7	–	–
Monitoring Tag	139	14	87	8	76	12
Monitoring Nacht	124	12	74	7	66	9
Ruhe	135	16	86	9	76	15
Interview Gesamt	151	17	99	12	80	12
	Finger-Blutdruck Portapres					
Ruhe	131	22	77	15	77	14
Interview	156	21	92	15	81	12

Anmerkungen: <sup>1</sup> über 3 (bis 10) Tage gemittelt. Vollständige Daten lagen wegen des Monitoring nur von 26 Patientinnen vor. Die Mittelwerte und Standardabweichungen wurden übersichtlich ohne Dezimalen geschrieben.

Äußerung körperlicher Beschwerden maßgeblich sind (u.a. Pennebaker, 1982). Es ist außerdem bekannt, dass nicht nur hoher Blutdruck, sondern auch ernste kardiale Symptome, u.a. ischämische Episoden und Arrhythmien bei Koronarkranken, stumm bleiben können. Dieser Sachverhalt – wie auch die relative Beschwerdenlosigkeit bei anderen gravierenden internistischen Erkrankungen – unterstreicht die oft mangelnde "somatische Validität" von Interozeption und subjektiven Beschwerden (Myrtek, 1998a). In vielen klinischen Bereichen gibt es Erfahrungen, dass zwischen *chronischen* Schmerzen und Befund eine geringe Korrelation besteht. Solche statistischen Aussagen sind natürlich für den Einzelfall und für intraindividuelle Vergleiche zu relativieren.

Das Vierfelderschema nach Befund und Beschwerden (siehe Abbildung 6.3) veranschaulicht die Fragestellungen für die möglichen Gruppenunterschiede und macht außerdem auf die in der Forschung oft vernachlässigte Population von scheinbar gesunden Personen, d.h. ohne Beschwerden und deshalb noch nicht erkanntem Befund aufmerksam. Unter-

suchungen an der gesunden Bevölkerung zeigen, dass sich dabei eine Reihe von behandlungsbedürftigen Krankheiten finden lässt, die entweder nicht bekannt sind oder die nicht behandelt werden. Dies gilt vor allem für Stoffwechselkrankheiten (Hyperlipidämie, Diabetes) und für die Hypertonie. (Myrtek, 1998a).

		Körperlicher Befund	
		vorhanden	nicht vorhanden
Körperliche Beschwerden	vorhanden	"Normale" Kranke	Problem-patienten
	nicht vorhanden	Scheinbar Gesunde	Gesunde

Abbildung 6.3: Vierfelderschema mit Kreuzklassifikation nach Vorkommen bzw. Fehlen von körperlichen Beschwerden und Befunden (in Anlehnung an Brähler & Scheer, 1983; Myrtek, 1980a, 1998).

### 6.6.2 Gesunde Kranke – kranke Gesunde

Ein sehr umfangreiches Datenmaterial wurde analysiert und zusammengefasst: *Gesunde Kranke – kranke Gesunde: Psychophysiologie des Krankheitsverhaltens* (Myrtek, 1998a).

#### Zusammenfassung

"Von Krankheitsverhalten kann gesprochen werden, wenn sich eine Diskrepanz zwischen dem somatischen Befund und dem subjektiven Befinden (körperlichen Beschwerden) bzw. dem Verhalten nachweisen lässt. (...) Krankheitsverhalten ist dabei in zwei Richtungen konzipiert: (1) Als unangemessenes Verhalten, indem Patienten bei einem fehlenden oder nur geringfügigen somatischen Befund ihre körperlichen Beschwerden übertreiben (krankheitsbegründend), und (2) als unangemessenes Verhalten, indem Patienten bei bestehenden und ernsten somatischen Befunden keine angemessenen körperlichen Beschwerden äußern und damit auch nicht ärztlich behandelt werden (krankheitsverleugnend).

Anhand von eigenen psychophysiologischen Untersuchungen an etwa 2000 Patienten (koronare Herzkrankheit, funktionelle Störungen, rheumatischer Formenkreis) und 1400 Gesunden (Arbeiter, Angestellte, Beamte, Studenten, Schüler) sowie von Literaturanalysen wurden die folgenden Determinanten des Krankheitsverhaltens identifiziert: Genauigkeit der Wahrnehmung von Körpervorgängen (Interozeption), bestimmte Dimensionen der Persönlichkeit (emotionale Labilität, Lebenszufriedenheit), subjektive psychosoziale Belastungen (Stress), Attributionen über die Krankheitsursachen, soziales Lernen (Modelllernen, operante Konditionierung), Chronizität der Erkrankung und sozioökonomische Faktoren (Alter, Geschlecht, soziale Verhältnisse). (...)

Krankheitsverhalten impliziert, dass bei chronischen Erkrankungen der somatische Befund und das subjektive Befinden unkorreliert sind. Diese Hypothese wurde in Untersuchungen zur Arbeitsfähigkeit, zur Mortalität und zur Symptomatik des Infarkts bei KHK-Patienten belegt. Es wurde festgestellt, dass die Arbeitsfähigkeit bzw. Berentung im wesentlichen vom subjektiven Gesundheitszustand abhängt. Berentete Patienten klagten häufiger über körperliche Beschwerden, vor allem über Angina pectoris, und über eine geringe körperliche Leistungsfähigkeit. Sie waren unzufriedener mit ihrer Gesundheit oder mit ihrem Beruf und fühlten sich durch die Krankheit stärker behindert. Zudem war das Bildungsniveau der Berenteten geringer als das der Arbeitenden. Patienten, die nach der Rehabilitation verstarben, waren zum Zeitpunkt der Aufnahme in die Klinik und auch nach der Entlassung nicht häufiger berentet oder arbeitsunfähig als die Lebenden. Bei den psychologischen und den sozioökonomischen Daten ergaben sich ebenfalls keine Unterschiede. Die medizinischen Daten der Verstorbenen zeigten dagegen bedeutsame Abweichungen (linksventrikuläre Dysfunktion, geringere ergometrische Leistungsfähigkeit, ungünstige Laborwerte). Die Untersuchungen an den symptomatischen bzw. asymptomatischen (stummen) Infarktpatienten belegen, dass Herzbeschwerden unabhängig vom Schweregrad des somatischen Befundes sind, und weiterhin, dass für Herzbeschwerden psychologische Faktoren ausschlaggebend sind. Im Vergleich zu den asymptomatischen Patienten klagten die symptomatischen Patienten über einen allgemein schlechten Gesundheitszustand, waren unzufriedener mit ihrer Gesundheit und zeigten eine größere emotionale Labilität. Kuraufenthalte, Operationen und Krankenhausaufenthalte waren bei diesen Patienten häufiger. Am Ende

des Heilverfahrens stuften die Ärzte die symptomatischen im Vergleich zu den asymptomatischen Patienten signifikant häufiger als arbeitsunfähig ein." (Myrtek, 1998a, S. 233-235).

### **6.6.3 Schlussfolgerungen im Hinblick auf die Modifikation des Krankheitsverhaltens**

Die differenzierte Analyse der individuellen, psychologischen, sozialen und ökonomischen Bedingungen wird noch mehr zur Aufklärung des Krankheitsverhaltens bzw. der Befund-Beschwerden-Diskrepanzen beitragen können. Darüber hinaus blieben die funktionellen kardiovaskulären Störungen bzw. die sogenannten Somatoformen Störungen mit ihren Varianten ein interessantes Thema: *Konzeptuelle und methodologische Kritik und ein Plädoyer für die funktionale Analyse des Krankheitsverhaltens* (Myrtek & Fahrenberg, 1998).

"Die Diagnose *somatoforme Störung* wird bei auffälliger Diskrepanz zwischen chronischen körperlichen Beschwerden und körperlichen Befunden gestellt. Die ätiologischen Vermutungen sind vage und schwanken – seit Jahrhunderten – zwischen den grundsätzlichen Interpretationsmöglichkeiten im Sinne der Krankheitslehren über Hypochondrie, Konversionshysterie oder Nervosität. Die Diagnostik nach DSM und ICD ist auf das Abzählen von Items einer willkürlich zusammengestellten, d.h. empirisch nicht begründeten, Liste körperlicher Beschwerden sowie den Ausschluss somatischer Ursachen angewiesen. Die Nebenbedingungen Chronizität und soziale Behinderung sind nicht ausreichend expliziert.

Diese Konzeption muss Kritik herausfordern. Bei auffälligen Diskrepanzen von chronischen Beschwerden und Befund ist eine *funktionale Analyse des Krankheitsverhaltens* zu fordern. Die Forschung hat gezeigt, dass die Beschwerden-Befund-Korrelationen statistisch generell sehr niedrig sind oder fehlen. Folglich müssen Beschwerdenäußerungen in ihren vielen Bezügen, nach individuellen psychologischen Bedingungen und ebenso nach maßgeblichen sozioökonomischen Bedingungen und institutionellen Rahmenbedingungen erfasst werden. Aus dem zuvor referierten Forschungsstand über die zugrundeliegenden Konzepte und vor allem aus dem Forschungsstand zum Krankheitsverhalten können hier die wichtigsten Ansatzpunkte und geeignete Heuristiken abgeleitet werden.

Die Anzahl der Beschwerden ist ja nur ein oberflächlicher Hinweis und besagt ohne funktionale Analyse noch wenig. Behandlungsvorschläge für diese offensichtlich sehr verbreiteten Störungen setzen solche funktionalen Analysen voraus, in denen die Beschwerden und die auffälligen chronischen Beschwerdenneigungen tatsächlich als multi-referentielle Konstrukte analysiert werden.

In der Literatur gibt es Behandlungsvorschläge für somatoforme Störungen, sowohl im ambulanten Bereich und im Konsiliarbereich als auch im stationären Heilverfahren (siehe Bass & Benjamin, 1993; Lupke, 1994; Rief, 1995; Rief & Hiller, 1992; Salkovskis, 1989). Diese Behandlungsvorschläge sind in der Regel unspezifisch und polypragmatisch; sie unterscheiden sich kaum von jenen für die funktionellen bzw. psychovegetativen Syndrome (siehe Delius, 1967; Herrmann, Lisker & Dietze, 1996). Deutlich ist jedoch heute eine Vorliebe für die sog. "kognitiven" Ansätze.

Nun gilt seit langem, dass Hypochonder und Konversionshysteriker ein "falsches Urteil" über den eigenen Gesundheitszustand haben. Diese Unterscheidung zwischen subjektivem und objektivem *Krankheitswert*, zwischen "objektiver Beeinträchtigung" und "subjektiver Wertschätzung" (siehe schon Loewenstein, 1920) ist zweifellos die zentrale Frage und diagnostische Aufgabenstellung. Doch eine einseitig kognitivistische Sicht und die hiermit oft verbundene Subjektivierung lassen zu leicht die objektiven institutionellen, sozioökonomischen, medizinsoziologischen und versicherungsrechtlichen Bedingungen übersehen. Diese sind oft geeignet, auf fatale Weise bestimmte Lernprozesse und Entscheidungen innerhalb des Gesundheitssystems zu begünstigen.

Im allgemeinen wird das Krankheitsverhalten im engeren Sinne nicht behandelt. So werden z.B. bei der Rehabilitation nach Herzinfarkt von den Klinischen Psychologen bestimmte Bausteine wie "Stress-Propylaxe" und Typ A-Interventionen *allen* Patienten angeboten. Davon abgesehen, dass es sich hierbei nicht um gesicherte Risikofaktoren handelt, ist die uniforme Behandlung aller Patienten mit solchen Bausteinen in Hinblick auf das Krankheitsverhalten unangebracht und kann es sogar weiter verstärken. Patienten mit krankheitsbegründendem Verhalten werden dadurch geradezu ermuntert, den Rentenanspruch einzureichen, da nach Meinung der meisten Patienten die wichtigsten Quellen für Stress und Typ-A-Verhalten im Beruf zu suchen sind. Dagegen könnten solche Bausteine für Patienten mit krankheitsverleugnenden Tendenzen brauchbar sein, auch

wenn sie wissenschaftlich primär unbegründet sind. Es wird also gefordert, auf die individuelle Situation des Patienten einzugehen und die psychologische Intervention am Krankheitsverhalten zu orientieren.

In der Mehrzahl der Publikationen über somatoforme Störungen und in den meisten Behandlungskonzepten fehlt eine gründliche Auseinandersetzung mit dem Thema Krankheitsverhalten (oft fehlt sogar der Begriff!) und ein Bezug auf die Beiträge u.a. von Mechanic sowie ein Bezug zur neueren Forschung über maßgebliche Bedingungen des Krankheitsverhaltens.

Die Defizite einer zu engen kognitivistischen Sichtweise somatoformer Störungen sind offensichtlich. Statt sich mit dem inadäquaten Konzept der Konversionshysterie oder Hypochondrie und pseudogenauen Diagnosekriterien zu begnügen, sollte eine moderne Konzeption des Krankheitsverhaltens als Grundlage genommen werden. Die Diskrepanz zwischen der Häufigkeit der Diagnosestellung "somatoforme Störung" bei insgesamt sehr hohen Kosten für diesen Sektor und dem minimalen Forschungsaufwand bleibt bemerkenswert.

Es wäre unrealistisch, von der hier, wegen des verfügbaren Platzes, nur thesenartig formulierten konzeptuellen und methodologischen Kritik einen Einfluss zu erwarten. Dennoch soll diese Kritik vorgebracht werden, um die notwendigen gründlichen Bedingungsanalysen des Krankheitsverhaltens zu betonen. Es geht nicht allein um die Aufklärung der Patienten und um die Beeinflussung der Beschwerdenneigung dieser Patientengruppe, sondern es geht auch um die Revision von Lehrmeinungen, von diagnostischen Gewohnheiten und schematischen psychologischen Interventionsversuchen. Darüber hinaus kommt es hier grundsätzlich auch auf strukturelle Änderungen bei der Indikation von medizinischen Behandlungen und Heilverfahren an und auf die kritische Einsicht in bestimmte psychosoziale und institutionelle Mechanismen, welche das diskrepante Krankheitsverhalten bis zur Berentung verstärken können." (Myrtek & Fahrenberg, 1998, S. 211).

#### **6.6.4 Konstruktion der Freiburger Beschwerdenliste FBL-R**

Die Freiburger Beschwerdenliste ist ein Fragebogen zur Häufigkeit verschiedener körperlicher Beschwerden. Die FBL kann allgemein verwendet werden, um die Belastung durch solche Beschwerden und ggf. die in-

dividuelle Klagsamkeit zu erfassen. Die 71 Beschwerden sind nach neun funktionellen Syndromen bzw. Organsystemen gegliedert. Der aus den Items gebildete Summenwert ist ein Index der körperlichen Beschwerdenneigung.

Die Fragen nach dem Allgemeinbefinden und nach körperlichen Beschwerden sind ein wesentlicher Bestandteil der ärztlichen, aber auch der psychologischen Diagnostik. Neben diesem individualisierenden Interview haben sich standardisierte Fragebogen für differentiell-psychologische, klinisch-psychologische und epidemiologische Fragestellungen bewährt. Körperliche Beschwerden sind multi-referentielle Konstruktionen, die vor allem bei chronisch Kranken viele Bedingungen und Absichten erkennen lassen können. Es handelt sich um sog. Laienkonstrukte und Schemata, bei deren Entwicklung außer den eigenen Körperempfindungen auch populärmedizinisches Wissen und Kausaldeutungen mitspielen. Die FBL basiert auf solchen Konzepten, die bevölkerungsrepräsentativ erhoben und testmethodisch konstruiert wurden. Die FBL bildet kein medizinisch bzw. pathophysiologisch orientiertes Beschreibungssystem, sondern ein testmethodisch standardisiertes und normiertes Selbstbeurteilungsverfahren.

Die FBL bezieht sich – im Unterschied zu einigen anderen Fragebogen – auf ein relativ breites Spektrum körperlicher Beschwerden und Befindensstörungen, d. h. keine von speziellen Konzepten (z. B. Somatoforme Störungen) geleitete Vorauswahl. Die Auswahl der Items wurde durch ein induktives Vorgehen bei der Entwicklung der Test-Vorform geleitet und dann in der bevölkerungsrepräsentativen Erhebung gerechtfertigt. Durch die quantitative Festlegung der fünf Skalenstufen (siehe unten) soll eine höhere Prägnanz der Auskünfte erreicht werden.

Befindlichkeit und körperliche Beschwerden sind wesentliche Aspekte von psychischer und somatischer Gesundheit bzw. Therapiebedürftigkeit. Die systematische Erfassung solcher Hinweise mit einem Fragebogen, der hier umfassender als ein Interview sein wird, kann für Aufgaben des Screening, der Diagnostik, Indikation und Bewährungskontrolle nützlich sein. Die körperlichen Beschwerden bilden eine fundamentale Dimension von Psychotherapie, Rehabilitation und Gesundheitspsychologie und der allgemeinen Lebenszufriedenheit. Die Häufigkeit der körperlichen Beschwerden korreliert substantiell mit der Dimension Emotionalität und assoziierten Persönlichkeitsmerkmalen wie der Skala "Beanspruchung"

im Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI-R (siehe Fahrenberg, Hampel & Selg, 2001). Während das FPI-R zum Gesundheitsbereich sonst nur zwei allgemeine Skalen "Körperliche Beschwerden" und "Gesundheitssorgen" enthält, erlaubt die FBL differenziertere Aussagen über verschiedene Bereiche.

Die FBL-R ist die revidierte Form mit 71 Items, d.h. mit 7 oder 8 Items (siehe Beispiel-Items) in 9 Skalen:

*Allgemeinbefinden* ("Haben Sie Appetitmangel?")

*Müdigkeit* ("Ermüden Sie schnell?")

*Herz-Kreislauf* ("Schlägt Ihr Herz unregelmäßig?")

*Magen-Darm* ("Haben Sie einen empfindlichen Magen?")

*Kopf-Hals-Reizsyndrom* ("Haben Sie Schwierigkeiten beim Schlucken?")

*Anspannung* ("Haben Sie plötzlich Schweißausbruch?")

*Emotionale Reaktivität* ("Spüren Sie es am ganzen Körper, wenn Sie sich über etwas aufregen?")

*Schmerz* ("Haben Sie Nackenschmerzen?")

*Sensorik* ("Sind Sie geräuschempfindlich für laute Geräusche und Töne?")

sowie als 10. Skala die

*Beschwerdensumme* (aus den 71 Items)

Es wird nach der Häufigkeit dieser Beschwerden gefragt: fast täglich – etwa 3 mal in der Woche – etwa 2 mal im Monat – etwa 2 mal im Jahr – nie. Bei 25 Items verlangt der Iteminhalt statt der Frage nach der Häufigkeit eine Frage nach der Intensität mit den fünf Stufen: sehr stark – stark – mittel – kaum – praktisch nicht.

Zahlreiche Untersuchungen in der psychophysiologischen Persönlichkeitsforschung und der Psychosomatik haben gezeigt, dass zwischen geäußerten Beschwerden bzw. Körperwahrnehmungen und den objektivierbaren Befunden hinsichtlich Funktionsstörungen oder Schädigungen in der Regel nur geringfügige oder keine signifikanten Zusammenhänge bestehen. Dies gilt insbesondere für chronische Krankheiten. Die Repräsentativerhebung (N = 2070) hat andererseits zahlreiche substantielle Zusammenhänge mit soziodemographischen Merkmalen, u.a. mit dem Geschlecht (bei Frauen höhere Werte) und mit dem Lebensalter (Ältere mit höheren Werten), sowie mit Indikatoren des Gesundheitsverhaltens ergeben. In der bevölkerungsrepräsentativen Erhebung äußerten 79 Personen,

dass sie gegenwärtig oder früher in Psychotherapie waren. Beim matched pairs Vergleich mit zufällig ausgewählten Kontrollen ergaben sich sehr signifikante, Gruppenunterschiede in der FBL-Beschwerdensumme, in den Skalen Allgemeinbefinden, Müdigkeit, Anspannung und Schmerz, sowie zahlreichen soziodemographischen Merkmalen, Medikamenten und Kontakten mit Ärzten und Kliniken. (Fahrenberg, 1994b).

### **6.6.5 Konstruktion des Fragebogens zur Lebenszufriedenheit**

Im Rehabilitationsverlauf war die unterschiedliche Zufriedenheit mit der eigenen Gesundheit, aber auch mit anderen Aspekten der allgemeinen Lebenszufriedenheit aufgefallen. Die Lebenszufriedenheit hing mit anderen psychologischen Variablen und z.T. auch mit klinischen Befunden und mit der differentiellen Bewertung des Rehabilitationserfolgs zusammen. Deswegen wurde ein neuer Fragebogen zu diesem Bereich konstruiert. *Multimodale Erfassung der Lebenszufriedenheit: Eine Untersuchung an Koronarkranken* (Fahrenberg, Myrtek, Wilk & Kreutel, 1986); *Lebenszufriedenheit und Rehabilitationsverlauf. Eine Untersuchung an Herz-Kreislauf-Patienten* (Myrtek, Kreutel, Wilk, Welsch & Herzog, 1987); *Erfassung des Krankheitsverhaltens. Eine Untersuchung an Herz-Kreislauf-Patienten zu Beginn und am Ende eines stationären Heilverfahrens* (Kreutel, 1989); *Fragebogen zur Lebenszufriedenheit (FLZ). Handanweisung* (Fahrenberg, Myrtek, Schumacher & Brähler, 2000).

Der FLZ ist ein Fragebogen für Jugendliche und Erwachsene (von 14 Jahren bis ins hohe Alter). Er kann in der klinischen Diagnostik und bei anderen Aufgaben des psychologischen Assessment zur Erfassung der globalen Lebenszufriedenheit und der bereichsspezifischen Lebenszufriedenheit in zehn Lebensbereichen eingesetzt werden. Mit Lebenszufriedenheit ist hier die individuelle Bewertung der vergangenen und gegenwärtigen Lebensbedingungen und der Zukunftsperspektive gemeint. Der standardisierte Fragebogen ermöglicht es, die individuelle Zufriedenheit in zehn Lebensbereichen zu erfassen und mit bevölkerungsrepräsentativen Normen zu vergleichen.

Der Begriff der Lebenszufriedenheit hat eine allgemeine Grundlage in philosophisch-anthropologischen Wesensbestimmungen des Menschen. Der empirische Kontext ist aus den psychologischen und sozialwissenschaftlichen Studien über globale und bereichsspezifische Lebenszufriedenheit.

denheit (life satisfaction), subjektives Wohlbefinden (well-being) und Lebensqualität (quality of life) zu erkennen. Lebenszufriedenheit ist ein nur vage definiertes Konzept, bei dem verschiedene methodische Schwierigkeiten zu nennen sind: Semantische Akzentuierung (z.B. Wohlbefinden, allgemeine Lebensqualität, Glück), Bezugssystem (intra- oder interindividuell vergleichend), Umfang (globale Lebenszufriedenheit oder Differenzierung nach Bereichen), Perspektive (bilanzierend, rückblickend oder gegenwartsbezogen), Zielsetzung (z.B. individuelle Beratung oder Therapie versus Sozialindikatorenforschung) und Methode (z.B. freie Selbstschilderung, normierte Fragebogen). Häufig werden Lebenszufriedenheit, Subjektives Wohlbefinden und Lebensqualität gleichgesetzt. Einigkeit besteht, dass kognitive (bilanzierende) und affektive Komponenten aller Lebensbereiche (z.B. Gesundheit, psychische Stabilität, soziale Beziehungen, etc.) zur Lebenszufriedenheit beitragen können.

Die Skalenwerte des FLZ repräsentieren Selbstbeurteilungen von Personen, die hier eine subjektive Bilanzierung verschiedener Erfahrungen und Bewertungen geben. Die Differenzierung in zehn Bereiche wurde deduktiv vorgenommen und dann durch faktorenanalytische Befunde gerechtfertigt. Diese Konzepte sind in den Selbstbeurteilungen der Durchschnittsbevölkerung vorhanden. Ausgeklammert wurden Bereiche sozialer Einstellungen wie die Zufriedenheit mit Politik, Gesellschaft, Institutionen, Parteien, Kirchen, usw.

Der FLZ hat zehn Skalen mit je sieben Items (siehe Beispiel-Items):

*Gesundheit* („Mit meinem körperlichen Gesundheitszustand bin ich ...“)

*Arbeit und Beruf* („Mit meiner Position an meiner Arbeitsstelle bin ich ...“)

*Finanzielle Lage* („Mit dem was ich besitze, bin ich ...“)

*Freizeit* („Mit dem Erholungswert meiner Feierabende und meiner Wochenenden bin ich ...“)

*Ehe und Partnerschaft* („Mit dem Verständnis, das mir mein(e) (Ehe-) Partner(in) entgegenbringt, bin ich ...“)

*Beziehung zu den eigenen Kindern* („Wenn ich daran denke, wie meine Kinder und ich miteinander auskommen, bin ich ...“)

*Eigene Person* („Mit meinen Fähigkeiten und Fertigkeiten bin ich ...“)

*Sexualität* („Wenn ich daran denke, inwiefern mein Partner und ich in der Sexualität harmonieren, bin ich ...“)

*Freunde, Bekannte, Verwandte* („Mit dem Kontakt zu meinen Verwandten bin ich ...“)

*Wohnung* („Mit den Ausgaben (Miete bzw. Abzahlung) für meine Wohnung bin ich ...“)

und einem Summenwert

*FLZ-SUM* als Index der allgemeinen Lebenszufriedenheit. Die Summation erfolgt jedoch, da relativ viele Personen die Skalen *Arbeit und Beruf*, *Ehe und Partnerschaft* sowie *Beziehung zu den eigenen Kindern* unbeantwortet lassen, nur über die verbleibenden sieben Skalen.

Aus der Literatur sind zahlreiche Arbeiten zur Lebenszufriedenheit mit Bezug zu klinischen Fragestellungen bekannt (siehe Fahrenberg et al. 2000; Myrtek, 1998a). In allen Untersuchungen wurde ein substantieller Zusammenhang zwischen Unzufriedenheit mit dem Leben und Neurotizismus bzw. Depression nachgewiesen (mittlere Korrelation etwa bei  $r = 0.30$ ). Der Gesundheitszustand ist vermutlich der wichtigste Faktor der allgemeinen Lebenszufriedenheit. Die Zufriedenheit ist bei Personen mit objektiven körperlichen Behinderungen oder funktionellen Beeinträchtigungen im Vergleich zu Gesunden vermindert. Unzufriedene suchen häufiger einen Arzt auf und begeben sich auch öfter in psychotherapeutische Behandlung. Eine aktive Gestaltung der Freizeit (Hobby, Veranstaltungen, Vereine, körperliche Aktivitäten) korreliert mit Lebenszufriedenheit. Mangelnde Kontrolle des Essverhaltens, Alkohol-, Tabak- und Drogenkonsum sind mit größerer Unzufriedenheit verknüpft. Die Lebenszufriedenheit von Herz-Patienten erhöhte sich im Verlauf eines Heilverfahrens, nahm später aber wieder ab (Myrtek, 1987, 1998). Bemerkenswert war der Zusammenhang zwischen Zufriedenheit und Angina pectoris, Infarktsymptomatik und tatsächlicher Arbeitsfähigkeit. Lebenszufriedenheit war hier eine wichtige Moderatorvariable für den Erfolg der Rehabilitation.

Mehr als bei vielen anderen Fragebogen muss hier die Bedeutung der inhaltlichen und logischen Validität unterstrichen werden. Da es sich immer um eine subjektive Bilanzierung handelt, ist kaum zu begründen, wie diese Selbstbeurteilungen am Verhalten einer Person, an ihren objektiven Lebensbedingungen oder am Urteil von Bezugspersonen gemessen wer-

den können. Auch unter schwierigsten äußeren Lebensbedingungen oder bei schweren chronischen Krankheiten können einige Menschen einen Grad von (relativer) Zufriedenheit äußern, der fast unverständlich erscheinen mag. Trotz dieser grundsätzlichen Vorbehalte bleibt es wichtig, möglichen Validitätshinweisen durch empirische Kriterienkorrelationen nachzugehen.

Im Testmanual sind die zahlreichen Beziehungen zwischen FLZ-Skalen und soziodemographischen Merkmalen sowie anderen Fragebogenskalen dargestellt worden: u. a. zum Lebensalter, zum Geschlecht, zur Einkommensgruppe, zum Status als Arbeitsloser, aber auch zur Parteipräferenz und zur Konfession. Zwischen FLZ-Skalenwerten und Persönlichkeitsmerkmalen wie Emotionalität (FPI-R), sozialer Resonanz, positiver Grundstimmung und sozialer Potenz (GT), mit der Häufigkeit körperlicher Beschwerden (FBL-R, GBB), dem erinnerten Erziehungsstil der Eltern (FEE) und der Ausprägung interpersonaler Probleme (IIP) bestehen deutliche Zusammenhänge. Weiterhin gibt es Korrelationen mit sozialer Schicht, körperlichen Beschwerden, Neurotizismus, Schlafstörungen, Krankenhaus- und Kuraufenthalt, Zahl der Operationen, Arztbesuchen, Einnahme von Medikamenten und Berentung. Die Zufriedenheit verändert sich in den Lebensbereichen mit zunehmendem Alter unterschiedlich. Ältere sind im Vergleich zu den Jüngeren mit den Finanzen zufriedener, mit der Gesundheit unzufriedener. Bemerkenswert sind die Unterschiede der Zufriedenheit zwischen Ost- und Westdeutschen (Fahrenberg et al., 2000).

## **6.7 Diskussion und Zusammenfassung**

### **Labor versus Klinik**

Reichen die vorhandenen Varianzen und die im Labor induzierten Belastungsreaktionen überhaupt aus, um die Korrelations-Hypothesen angemessen zu prüfen? Wenn die Unterschiede zwischen den Personen und zwischen den Untersuchungsphasen relativ gering sind, können größere Effektstärken kaum zustande kommen. Diese kritische Frage wurde wiederholt gestellt, ohne eine befriedigende Antwort zu finden. Durch ergometrische Belastung und gelegentlich auch durch den Orthostase-Versuch sind beträchtliche Kreislaufreaktionen auszulösen, doch es ist zweifelhaft,

ob diese Varianzen einen fairen Vergleichmaßstab für psychologisch bedingte Reaktionen darstellen. Aus Gründen der Zumutbarkeit und Ethik sind im Labor keine intensiven emotionalen und psychosozialen Belastungen möglich. Die üblichen Aufgaben, die situativen Anforderungen, die stimulierenden Bilder oder die Videos usw. führten – pauschal betrachtet – wahrscheinlich nur zu Reaktionen, die als eine geringe (bis höchstens mittlere) Aktivierung bewertet werden müssen.

Durch die Untersuchung von Herz-Kreislauf-Patienten wurde ein Bezug zur Klinik hergestellt. Zugleich wurde erwartet, dass bei den chronisch Kranken u. U. auch größere Reaktionsunterschiede existierten als bei gesunden Studenten. Für den Forschungsansatz ergab sich jedoch das folgende Dilemma. Die Varianzen und Effektstärken könnten in der Klinik zwar größer sein, doch sind auch mehr störende Einflüsse gegeben: durch Kovariate (Multimorbidität und größere Inhomogenität in verschiedener Hinsicht) und vor allem durch die unkontrollierbaren Einflüsse der Medikation, sowohl der speziellen Kreislaufmedikamente als auch der sehr verbreiteten Psychopharmaka.

### **Unterschiede zwischen Diagnosegruppen**

Eine Reihe von Untersuchungen befasste sich mit der Frage: Inwieweit unterscheiden sich Patienten mit typischen Herz-Kreislauf-Krankheiten in objektiven Parametern und psychologischen Merkmalen – auch im Hinblick auf den Rehabilitationsverlauf? War das Konzept der *psychophysischen Reaktivität* ein geeignetes "Brückenkonzept"?

Zumindest in dem hier ausgewählten Bereich der Herz-Kreislauf-Krankheiten bestanden z.T. große Diskrepanzen zwischen objektiven kardiologischen bzw. klinischen Parametern der Krankheit und den psychologischen Indikatoren einer Gesundheitsstörung. Hinsichtlich dieser Schlussfolgerung stimmten die Befunde beim Vergleich von Postinfarkt-Patienten, symptomatischen und asymptomatischen Koronarkranken, Patienten mit funktionellen Herz-Kreislauf-Störungen überein. Es gab Hinweise, dass die geäußerten Beschwerden und andere psychosoziale Merkmale für die Indikation und Selbstbeurteilung des Reha-Verfahrens sowie für die ärztliche Beurteilung der Arbeitsfähigkeit bzw. Berentung oft wichtiger waren als die kardiologischen Befunde.

Generell bestanden im Querschnitt nur relativ geringe oder keine Zusammenhänge zwischen Variablengruppen verschiedener Systeme bzw.

Ebenen. Die Vorstellung von einer einfachen Korrelation als Ausdruck eines relativ einheitlichen psychokardiologischen Befundes war demnach nicht haltbar. Dieses kritische Ergebnis bei der Untersuchung von Herz-Kreislauf-Patienten entsprach der empirischen Prüfung des allgemeinen Konzepts "psychophysischer Reaktivität". Folglich verschob sich nun das Interesse auf das individuelle Krankheitsverhalten und den Rehabilitationsverlauf bis zur Berentung.

### **Typ-A-Verhalten als Disposition zur Koronarkrankheit?**

Das Typ-A-Konzept bildete zeitweilig ein wichtiges Thema, an dem die psychophysiologische Forschung nicht vorbeigehen konnte. Die Auseinandersetzung über eine der Komponenten des Typ-A Verhaltens "Hostility" in der prämorbidem Persönlichkeit des Herzinfarkt-Patienten zieht sich sogar noch bis die Gegenwart hin. Die Freiburger Untersuchungen erbrachten keine Bestätigungen. Diese kritische Bewertung wurde durch Metaanalysen der Forschungsliteratur bestätigt. Die minimalen Effektstärken sind ohne Bedeutung für die Praxis. Dass sich dieses Konzept so lange gehalten hat, legt wissenschaftspsychologische Interpretationen nahe (siehe Abschnitt 8.3).

### **Psychophysiologische Diagnostikhilfe innerhalb der Herz-Kreislauf-Klinik**

Die psychophysiologische Diagnostik bei Herzinfarkt-Patienten in der stationären Rehabilitation hat das Ziel, die Reaktivität bzw. Belastbarkeit der Patienten zu erfassen und eventuell als Prädiktor für den Rehabilitationsverlauf bzw. als eines der katamnestischen Kriterien zu verwenden. Obwohl relativ alltagsnahe und für die Patienten plausible Aufgaben (Interview für Koronarkranke, konzentrierte Arbeit am Mehrfach-Reaktionsgerät unter Zeitdruck) verwendet wurden, ergaben sich keine oder nur schwache Korrelationen zwischen psychologischen Kennwerten, physiologischen Messungen und Leistungskennwerten. Nur bei einer Patientenuntergruppe mit pektanginösen Beschwerden war eine nennenswerte Kovariation psychologischer und physiologischer Reaktivitätskennwerte zu sehen. Im übrigen konnte die globale Hypothese einer psychophysischen Kovariation nicht bestätigt werden.

Wenn die kardiovaskulären Daten aus standardisierten psychologischen Belastungen und aus dem Belastungs-EKG weitgehend unabhängig

voneinander waren, konnte das auch so interpretiert werden, dass die psychophysiologische Diagnostik eine eigenständige Varianz erfasste. In wie weit tragen diese Informationen zur Prognose des Rehabilitationserfolgs in kardiologischer Hinsicht bzw. des Krankheitsverhaltens bei? Der prognostische Nutzen der psychophysiologischen Diagnostik im Klinik-Labor sollte bei jugendlichen Herzinfarktpatienten abgeklärt werden, doch konnte das Projekt nicht zu Ende geführt werden.

### **Blickwendung auf psychologische Aspekte**

Sind es statt der psychophysiologischen Reaktionswerte eher die individuellen Fragebogendaten über Emotionalität, Beschwerden, Lebenszufriedenheit, die zur Varianzaufklärung und zur gesamten Evaluation der Rehabilitations-Maßnahmen nützlich sind? Für eine akzentuierte psychologische Interpretation sprachen auch die Rolle der körperlichen Beschwerden im Rehabilitationsverlauf und zwei Untersuchungen zur Interozeption von Blutdruckänderungen. Sowohl normotone als auch hypertone Probanden scheinen ihre Schätzung des momentanen Blutdruckniveaus vor allem vom situativen Kontext bzw. von der erlebten Anspannung und Aktivität, aber nicht von Interozeption leiten zu lassen. Körperliche Beschwerden und Rehabilitationsverlauf müssen folglich in dem breiteren psychosozialen Kontext des Krankheitsverhaltens untersucht und beurteilt werden.

### **Individuelle Symptom-Kontext-Analysen**

Eine praktisch interessante und noch nicht gründlich untersuchte Anwendung der Monitoring-Methodik ist die gemeinsam mit den Patienten am Bildschirm vorgenommene Symptom-Kontext-Analyse bzw. Kontingenzanalyse. So haben erfahrungsgemäß z.B. Patienten mit Bluthochdruck oder Parkinsonpatienten mit Tremorsymptomatik großes Interesse, die Veränderung ihres Symptoms während der verschiedenen Alltagssituationen zu sehen und zu verfolgen. Die gemeinsame Interpretation des Rekords beabsichtigt nicht etwa ein Biofeedback im üblichen Sinn, sondern Bedingungsanalysen, die in den therapeutischen Prozess eingebaut und z.B. zur Diskrimination der Auslösesituationen oder zur Motivation für Trainingsverfahren genutzt werden können.

Beim ambulanten Monitoring von Koronarkranken eröffnete die kasuistische Betrachtung einzelner Patienten eine neue Perspektive: "Die Me-

thode könnte eingesetzt werden, um für den einzelnen Patienten anhand von Symptom-Kontext-Analysen die Auslösebedingungen von koronaren Ischämien zu bestimmen. Dem Patienten könnten psychophysiologische Zusammenhänge aufgezeigt werden, wie z.B. der Einfluss von Alltagsstress auf die Entstehung stummer Ischämien. Diese erweiterten diagnostischen Erkenntnisse könnten auch die Basis für verhaltensmedizinische Maßnahmen sein." (Kinne, 1997, S. 179). Mit sehr ähnlicher Absicht wurden während eines biographisch orientierten Interviews kontinuierliche Blutdruckmessungen vorgenommen. Das Sprechen über emotional stark belastende, aber auch positive familiäre und andere Themen führte zu deutlichen Blutdruckreaktionen. Dennoch erreichten die Blutdruckspitzen nicht wesentlich höhere Werte als das aus dem Monitoring bekannte mittlere Tagesniveau des Blutdrucks. Inwieweit dies auch auf die Medikation zurückzuführen war, musste offen bleiben. Die Veränderungen des Blutdrucks wurden zusammen mit dem Interview aufgezeichnet und den Patienten in einem Blutdruckvideo gezeigt. Dabei gab es häufig spontane Kommentare zu den emotionalen Anlässen und Lebenssituationen. Diese anschaulichen Erfahrungen könnten die gesundheitsdienlichen Vorsätze im Sinne eines besseren Selbstmanagements fördern.

### **Krankheitsverhalten, Beschwerdenneigung und Lebenszufriedenheit**

Am Beispiel der Wahrnehmung körperlicher Funktionen und Funktionsstörungen konnten individuelle Unterschiede und die Bedeutung kognitions- und sozialpsychologischer Prozesse untersucht werden. Von herausragendem Interesse blieben die Diskrepanzen zwischen subjektiven Beschwerden und objektiven Befunden bei Herz-Kreislauf-Patienten. Krankheitsverhalten als unangemessenes Verhaltens mit deutlicher Diskrepanz zwischen dem somatischen Befund und dem subjektiven Befinden (körperlichen Beschwerden) ist in zwei Varianten festzustellen. Weitgehend fehlende Beschwerden trotz objektiven Befundes und nachhaltige Beschwerden ohne gesicherten Befund. Individuelle Unterschiede des Krankheitsverhaltens sind substantiell mit der Persönlichkeitseigenschaft Emotionalität und der Lebenszufriedenheit assoziiert (beide durch Fragebogen-Skalen erfasst). Für diesen Bereich wurden mit der Freiburger Beschwerdenliste FBL-R und dem Fragebogen zur Lebenszufriedenheit FLZ zwei bevölkerungsrepräsentativ entwickelte und normierte Instrumente geschaffen. Damit wurden zwei wichtige Dimensionen des Frei-

burger Persönlichkeitsinventars FPI-R jeweils durch neun bzw. zehn spezielle inhaltliche Skalen differenziert und erweitert.

Der Rehabilitationsverlauf von Herz-Kreislauf-Patienten wurde durch psychophysiologische Zeitreihenstudien differentiell hinsichtlich der Effekte von körperlichem Training, psychischen Veränderungen u.a. Aspekte untersucht. In mehreren Untersuchungen wurden die klinischen Untersuchungsbefunde am Ende der stationären Rehabilitation und die mit Fragebogen erhobenen katamnestische Daten im Abstand von zwei bis fünf Jahren analysiert. Bedeutenden Einfluss hatten Lebenszufriedenheit, Klagsamkeit, Emotionalität sowie sozioökonomische Merkmale und die Renten-Neigung.



## 7 Psychophysiologie im Alltag

### 7.1 Ambulantes Monitoring und Assessment

Das Forschungsprogramm mit der Methodik des ambulanten psychophysiologischen Monitoring bildete den vierten großen Abschnitt der Arbeiten. Das psychophysiologische Monitoring unter Alltagsbedingungen ergab sich als Konsequenz der vorausgegangenen Projekte und entwickelte sich zum neuen Schwerpunkt der Forschungsgruppe Psychophysiologie.

Neuere Freiburger Arbeiten mit der Methodik des ambulanten Monitoring waren: *Psychophysiologische Unterschiede zwischen symptomatischen und asymptomatischen Koronarpatienten: Ergebnisse des ambulanten Monitoring von physiologischen Parametern, Befinden und Verhalten* (Fichtler, 1995); *Partnerschaft im Test. Psychologische und physiologische Untersuchungen an Paaren* (Lacher, 1997); *Vorschulkinder vor dem Fernseher. Ein psychophysiologisches Feldexperiment* (Wilhelm, Myrtek & Brügger, 1997); *Entwicklung und erste empirische Überprüfung eines stationären Interventionskonzepts zur Behandlung von Typ 1 Diabetikern mit Hypoglykämieproblemen* (Kubiak, 2003); *Spannung und Dissoziation bei der Borderline-Persönlichkeitsstörung* (Stiglmeyer, 2003); *Ambulantes psychophysiologisches Monitoring in der psychiatrischen Forschung* (Ebner, 2004).

Der Stand des ambulanten Assessment und Monitoring wurde in einem Handbuchbeitrag, einem Lehrbuch und in zwei Bänden mit zahlreichen Beiträgen internationaler Autoren dargestellt: *Ambulatory assessment* (hrsg. Fahrenberg & Myrtek, 1996); *Ambulantes Monitoring und Assessment* (Fahrenberg & Myrtek, 2001a); *Progress in ambulatory assessment*. (hrsg. Fahrenberg & Myrtek, 2001b); *Alltagsnahe Psychologie mit hand-held PC und physiologischem Mess-System* (Fahrenberg, Leonhart & Foerster, 2002); *Heart and emotion. Ambulatory monitoring studies in everyday life* (Myrtek, 2004). Die beiden herausgegebenen Bände entstanden aus zwei von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Tagungen über Ambulantes Monitoring und Assessment an der Freiburger Universität.

### **Das instruktive Beispiel der Fehldiagnosen wegen Praxishypertonie**

Das 24-Stunden-Monitoring hat eine unmittelbar überzeugende Gültigkeit, weil es die Blutdruckreaktivität im Alltag abbildet, um die es in der Diagnostik und bei der Einstellung der Medikation geht. Umfangreiche Untersuchungen führten zur Einsicht, dass einzelne Messungen unter den besonderen Bedingungen des ärztlichen Untersuchungszimmers fragwürdige Prädiktoren des Blutdruckverhaltens im Alltag sind. Welche Vorhersagevalidität und welchen praktischen Entscheidungsnutzen solche Blutdruckmessungen haben, ist in Labor-Feld-Vergleichen festzustellen. Auch Messungen, die im psychophysiologischen Labor unter standardisierten Testbedingungen mit mentalen, emotionalen und körperlichen Belastungen durchgeführt werden, haben nur eine sehr begrenzte externe Validität (Generalisierbarkeit).

Diese Labor-Feld-Vergleiche haben ihrerseits einige Methodenprobleme. In der Fachliteratur besteht jedoch kein Zweifel, dass sehr viele Personen ohne Monitoring falsch diagnostiziert und behandelt worden sind (siehe Pickering, 1991; Mengden et al., 1990; Middeke et al., 1992). Dabei ist zwischen "falsch Positiven" und "falsch Negativen" zu unterscheiden. Falsch Positive werden als Hypertoniker diagnostiziert, weil sie in der Arztpraxis aufgeregt sind (sog. Praxis-Hypertonie, Situations-Hypertonie, Weißkittel-Hypertonie, office hypertension) und deswegen sehr hohe Werte haben, die im normalen Alltag nicht auftreten. Falsch Negative sind dagegen in der Praxis unauffällig, reagieren aber in bestimmten beruflichen oder familiären Situationen extrem. Bereits zwischen der Messung durch den Arzt und der Messung durch die Krankenschwester können systematische Unterschiede bestehen (Mancia et al., 1987).

Bobrie et al. (2004) zeigten in einer Kohortenstudie von 4939 Hypertonikern, dass die Blutdruckmessungen zu Hause HBP eine bessere prognostische Validität hinsichtlich des Hauptkriteriums kardiovaskuläre Mortalität aufwiesen als die Messungen in der Arzt-Praxis (OBP, Office Blood Pressure). Als Pendant zur Office Hypertension gibt es auch eine "maskierte" Hypertonie, d. h. einen normalen Blutdruck  $<140/90$  mm Hg in der Praxis in Kombination mit einem hohen Blutdruck in Selbstmessungen zu Hause  $>135/85$  mm Hg. Dieses Phänomen wurde bei 463 (9.4%) Personen beobachtet. "A limited number of home and office BP measurements allowed the detection of masked hypertension with a high

specificity and a low sensitivity. A sufficient number of measurements (three measurements at two visits for OBP and three measurements in the morning and in the evening over 2 days for HBP) are required to diagnose masked hypertension." (Mallion et al., 2004, S. 1349).

Die Generalisierbarkeit der in der Arztpraxis oder im Labor vorgenommenen Blutdruckmessungen hängt bei vielen Personen von individuellen Faktoren ab. Die routinemäßigen Messungen beim Arztbesuch (nach mindestens 5 Minuten zur Entspannung) sind also nur als Screening, als erste Sicht, zu verstehen, und bei erhöhten Werten sollte ein 24-Stunden-Monitoring folgen. Es darf auch nicht übersehen werden, dass wahrscheinlich bei sehr vielen Menschen eine hinreichende Übereinstimmung mit dem Alltag besteht. Dennoch ist die Anzahl der Patienten mit systematischen Abweichungen im Sinne falscher Positiver/Negativer so groß, dass wahrscheinlich Hunderttausende Menschen unzutreffend als Hypertoniker diagnostiziert oder als maskierte Hypertoniker nicht erkannt wurden. Dieser Sachverhalt ist ein gewichtiges Argument für das Konzept der alltagsnahen Untersuchungsmethodik – und regt Überlegungen an, ob es auch auf anderen Gebieten solche systematischen Fehler mangels alltagsnaher Daten geben könnte.

Bei Patienten mit behandelter Hypertonie sagte ein höherer ambulant gemessener systolischer oder diastolischer Blutdruck – inkrementell auch nach Adjustierungen hinsichtlich klassischer Risikofaktoren einschließlich der Praxismessungen des BP – kardiale Erkrankungen vorher (von 1963 Patienten 157 Erkrankte im 5-Jahre follow-up: Herzinfarkt, Schlaganfall u.a.). Die relativen Risiken lagen für Mittelwerte am Tag und in der Nacht etwa in derselben Größenordnung (Clement et al., 2003).

## Übersicht

In den folgenden Abschnitten wird die Entwicklung des psychophysiologischen Monitoring beschrieben. Für den Blutdruck und die Herzfrequenz (EKG) waren verschiedene Geräte erforderlich, so dass sich geräteabhängig *zwei Arbeitsrichtungen* herausbildeten. Damit waren auch verschiedene Methoden zur Messung der Bewegungsaktivität und der psychologischen Datenerhebung verbunden: Blutdruck-Monitoring mit Messintervallen und EKG-Monitoring mit kontinuierlicher Aufzeichnung.

In dem später entstandenen *Freiburger Monitoring System FMS* wurden dann wichtige Komponenten dieser Arbeitsrichtungen (mit Ausnahme

der Blutdruckmessung) wieder zusammengeführt. Dazu gehörten die Bewegungsmessung und andere Biosignalanalysen mit BIO (Foerster, 2003) für Vitaport-Geräte (vgl. Jain, Martens, Mutz, Weiß & Stephan, 1996) sowie die Protokollierung psychologischer Daten mit dem MONITOR-System (Brügner, 1998; Hüttner, 2002). Die Arbeiten zum Blutdruck-Monitoring verlagerten sich dagegen auf die kontinuierliche Messung mit dem Portapres-System (BMI, TNO, Amsterdam), Methodenstudien und Anwendungsversuche.

Im Verlauf dieser Arbeiten wurden innovative Wege beschritten. Außerdem regten die Erfahrungen dazu an, einige methodische Aspekte genauer zu untersuchen: Was zuerst als Methodenproblem beschäftigte, entwickelte sich dabei zu einem eigenständigen Arbeitsgebiet. So wurde die *körperliche Bewegung* zunächst hauptsächlich als Artefaktquelle der ambulanten Registrierung oder als möglicher Index der metabolischen Aktivität gesehen, ohne weiteren Bezug auf Verhaltensunterschiede. Dann führte jedoch die Mehrkanal-Messung (multiple Akzelerometrie) zu einem erfolgreichen Arbeitsprogramm, das schließlich die zuverlässige automatische Unterscheidung von typischen Körperpositionen und Bewegungsmustern erlaubte.

Weitere, sich "verselbständigende" Themen waren die vermeintliche *Wahrnehmung von Blutdruckänderungen* oder der sog. *Retrospektionseffekt in Selbstberichten*, d.h. die Tendenz, die eigene Befindlichkeit – im Vergleich zu den aktuellen Berichten – rückblickend negativer darzustellen. Auch aus diesen Aspekten ergaben sich spezielle empirische Untersuchungen.

Die Monitoring-Methodik kann im Prinzip auch auf andere Klassen von Variablen ausgedehnt werden. Auch hier gab es Fortschritte wie eine Pilotstudie demonstrieren konnte. Ein Lichtsensor hat sich als geeignet erwiesen, durch objektive, allerdings physikalisch nicht kalibrierte Messwerte zur Segmentierung (Kino, Nacht) beizutragen. Auch die kontinuierliche Aufzeichnung der Sprechaktivität und der Kopfbewegungen (Nicken u.a.) ergab Daten, die für eine weitere behaviorale Analyse und für spezielle Fragestellungen nützlich sein können. Im Prinzip kann die Messmethodik, falls genügend Kanäle zur Verfügung stehen, noch auf andere ambiente Parameter, d. h. Temperatur, Luftdruck (zugleich als Messwert der Höhe), relative Feuchte u.a. erweitert werden (siehe das Beispiel in Fahrenberg et al., 2002; zur Sprechaktivität siehe auch Myrtek, 2004).

Die folgenden Abschnitte beschreiben, der Anlage des gesamten Buches folgend, hauptsächlich das Monitoring des Blutdruckverhaltens. Wiederum werden einige der noch unzureichend publizierten Beiträge etwas ausführlicher dargestellt als die anderen Projekte. Das interaktive Monitoring der Herzfrequenz wurde in einem anderen aktuellen Buch zusammengefasst: *Heart and emotion. Ambulatory monitoring studies in everyday life* (Myrtek, 2004).

## **7.2 Entwicklung des ambulanten psychophysiologischen 24-Stunden-Blutdruck-Monitoring**

Der gemessene arterielle Blutdruck ist von zahlreichen Bedingungen abhängig, u.a. vom Alter, Körperbau und Trainingszustand, außerdem von Tageszeit, Außentemperatur, Körperlage, Aktivität, Nahrungsaufnahme, Rauchen, und natürlich von den momentanen, mentalen, emotionalen oder körperlichen Belastungen. In der medizinischen Praxis des Blutdruck-Monitoring ist das Gesamtergebnis mit den Mittelwerten des Tages und der Nacht sowie mit dem prozentualen Anteil von Messwerten oberhalb einer kritischen Grenze relevant. Es wird zwar empfohlen, die Patienten zu Notizen über ihren Tageslauf und über besondere Ereignisse aufzufordern (Middeke et al., 1992), doch werden in der Praxis letztlich wohl nur die statistischen Kennwerte verwendet. Dagegen ist es unter psychophysiologischer Perspektive wichtig zu unterscheiden: War der Blutdruckanstieg durch emotionale Erregung bzw. mentale Beanspruchung verursacht oder durch körperliche Aktivität (metabolisch) oder durch Wechsel der Körperposition? Deswegen sind zusätzliche Informationen über Merkmale des objektiven Setting (z.B. Tätigkeit am Arbeitsplatz oder in der Freizeit) und Merkmale der subjektiv erlebten Situation (z. B. angespannt – entspannt) unverzichtbar.

Die Methodik des psychophysiologischen Blutdruck-Monitoring wurde in mehreren Schritten entwickelt. Im Jahr 1980, bei der ersten Labor-Feld-Studie mit Sport-Studenten im Stadion konnten nur das EKG, die Atmung (Pneumogramm) und EMG-Ableitungen am Kopf registriert werden. Dazu wurde der digitale M2P-Rekorder der DFVLR, Oberpfaffenhofen, in Verbindung mit einem Medilog 4-24 von Oxford-Instruments als Analog-Datenspeicher benutzt (siehe Abschnitt 8.6 und *Origins and*

*development of ambulatory monitoring and assessment, Fahrenberg, 2001a*). Die Blutdruckmessung musste noch auskultatorisch vorgenommen werden, und die computer-unterstützte Protokollierung psychologischer Daten war noch nicht möglich.

Einige Jahre später war das Physioport-System (PAR GmbH, Berlin) als Messwertspeicher mit vier Rekorderkanälen verfügbar, so dass kontinuierlich Herz- und Atemfrequenz sowie ein Akzelerometer-Signal der Bewegungsaktivität aufgezeichnet und in festzulegenden Intervallen automatisch systolischer und diastolischer Blutdruck (auskultatorisch mit Mikrophon) gemessen werden konnten. Außerdem gab es bereits geeignete, programmierbare Pocket-Computer.

### **7.2.1 Erste Studie zum psychophysiologischen Blutdruck-Monitoring**

Im nächsten Entwicklungsschritt war eine geeignete Gerätekonfiguration zu entwickeln und der Untersuchungsansatz zu erproben. Auf physiologischer Seite ging es um die geeignete Auswertung und Datenkontrolle angesichts vieler Artefaktmöglichkeiten. Auf psychologischer Seite mussten zweckmäßige Items für den Selbstbericht über das Befinden ausgewählt und testmethodisch beurteilt werden. Informationen über die objektiven Merkmale des Setting und die subjektiven Merkmale der erlebten Situation waren zur psychologischen Segmentierung des Tageslaufs wichtig. Dazu eigneten sich die wenigen standardisierten Items des computer-gestützten Protokolls nur näherungsweise. Deswegen wurde ein kleines Diktiergerät mitgegeben, um zusätzliche Kommentare zu erhalten. Die folgende Konfiguration wurde verwendet: 4-Kanal-Messwertspeicher Physioport, Pocket-PC Casio PB 1000 und Walkman-Rekorder Sony WM 202R. *Psychophysiologisches 24-Stunden Monitoring. Methodenentwicklung und erste Ergebnisse eines multimodalen Untersuchungsansatzes bei 61 normotonen und blutdrucklabilen Studenten (Heger, 1990a); Apparative Datenerfassung in Feldstudien (Heger, 1990b); Differentielle Psychophysiologie von Befinden, Blutdruck und Herzfrequenz im Labor-Feld-Vergleich (Fahrenberg, Heger, Foerster & Müller, 1991).*

## **Absichten**

Diese erste Untersuchung war hauptsächlich eine Methodenstudie, in der erkundet werden sollte, ob es praktisch möglich sein würde, eine größere Anzahl von Personen mit der Gerätekombination aus Messwertspeicher, Pocket-PC und Diktiergerät über 24 Stunden zu untersuchen. Hierbei wurden praktische Wege und Kompromisse gesucht, die vielfach in die anschließenden Untersuchungen übernommen wurden.

Das psychophysiologische Monitoring war Teil des Projekts über das labil-hypertone Blutdruckverhalten (siehe Abschnitt 5.5). Hier konnten in dem ersten Abschnitt nur 61 Personen untersucht werden (und im zweiten Abschnitt 27 weitere). Die Studenten mit labil-hypertonen Ruhewerten ( $N = 33$ ) hatten einen Blutdruck von systolisch 140.0 ( $SD = 10.0$ ) und diastolisch 84.7 ( $SD = 9.2$ ) mm Hg; die Normotonen ( $N = 28$ ) 126.8 ( $SD = 8.11$ ) und diastolisch 74.6 ( $SD = 9.42$ ) mm Hg.

Der Ablauf des Monitoring und die Geräte wurden im Labor erläutert. Nach der Rückgabe am nächsten Tag sahen die Teilnehmer ihr Protokoll und die wichtigsten Ergebnisse wurden erläutert. Diese persönliche Rückmeldung wurde ebenso wie ein "Post-Monitoring-Interview" und ein standardisierter Fragebogen zur Bewertung des Monitoring mit Fragen zur Reaktivität, zur Akzeptanz der Methodik und zu möglichen Verbesserungen auch in den künftigen Untersuchungen beibehalten.

Als Messintervall für den Blutdruck wurden nachts 60 Minuten und tagsüber 15 Minuten gewählt, der Abfragezyklus, in dem sich der Pocket-PC automatisch zur Protokollierung der Eingaben meldete, betrug tagsüber 60 Minuten. Die 19 Items des Selbstberichts wurden auf dem Casio-Display dargeboten und waren mittels Cursor zu beantworten: 3 Setting-Merkmale (Tätigkeit, Umgebung, Sozialer Kontext), 9 Items zur Selbsteinstufung des momentanen Befindens und 7 Items rückblickend auf den seit der letzten Befragung vergangenen Zeitraum. Am Ende jeder Eingabe wurde der Untersuchungsteilnehmer vom Programm aufgefordert, zusätzliche Informationen über die gegenwärtige Situation bzw. Tätigkeit, mögliche Störungen usw. in das Diktiergerät zu sprechen.

## **Zusammenfassungen**

"Die vorliegende Arbeit umfasst die Methodenentwicklung und erste Ergebnisse des Feldteils einer in zwei Teil-Studien angelegten Untersu-

chung, die sich mit der Psychophysiologie der labilen Blutdruckreaktion auseinandersetzt. (...)

Um die wichtigste Frage nach der Konfundierung von Bewegungsaktivität und Kreislaufaktivierung zu klären, wurde die Konsistenz der verschiedenen Indikatoren körperlicher Bewegung, d.h. der gemessenen Aktivität (Minutenmittelwerte und Segmente) und der geschätzten Aktivität (aktuelle und retrospektive Selbsteinschätzungen) berechnet. Je nach Zeitfester und Indikator ergibt sich eine geringe bis mittlere Konsistenz dieser Variablen. Die anschließenden Kovarianzzerlegungen zeigen den erwarteten Zusammenhang von Aktivität und Herzfrequenz. Dieses Methodenproblem muss bei den statistischen Analysen und bei der Interpretation beachtet werden.

Für die erwartete messmethodische Reaktivität der Versuchspersonen aufgrund des Aufpumpens der Manschette bzw. des Aufforderungssignals zur Eingabe der Selbsteinstufungen ergaben sich signifikante Effekte, deren Größenordnung jedoch von geringer praktischer Bedeutung ist. Aus den Selbsteinstufungen der Nachbefragung ergibt sich eine relativ hohe Akzeptanz der Untersuchungsmethodik und eine – nach subjektiver Einschätzung – hohe Repräsentativität der Untersuchungstage für den Alltag der Versuchspersonen.

An diese Analyse ausgesuchter Methodenprobleme schließt sich die Darstellung psychophysiologischer Zusammenhänge in diesem Datensatz an. Hier wird zwischen der tageslaufbedingten Aktivierung relativ zu den Basalwerten vor dem Aufwachen (Differenzen) und der tageslaufbedingten Aktiviertheit (Rohwerte) unterschieden. Es existieren markante Unterschiede in Abhängigkeit von den selbsteingestuften Situationsmerkmalen, am auffälligsten bei körperlicher und emotionaler Anspannung und retrospektiv eingestuftem Stress. Die Gruppierung nach dem Ruheblutdruck ergab deutliche, jedoch überwiegend auf die aktuellen Blutdruckwerte beschränkte und insofern eher triviale Effekte. Das Persönlichkeitsmerkmal Emotionalität (FPI-R) trug nur geringfügig zur Vorhersage der psychophysiologischen Aktivierungsprozesse in Abhängigkeit von den Selbsteinstufungen im Feld bei. Dieser Befund spricht für die Notwendigkeit des multimodalen psychophysiologischen Monitoring im Feld." (Heger, 1990a, S. 137-138).

"Das psychophysiologische 24-Stunden-Monitoring ist eine relativ neue Methodik. Zur multimodalen Erfassung individueller Aktivierungsverläufe unter Alltagsbedingungen wurden ein Messwertspeicher für physiologische Funktionen, ein Taschencomputer zur Protokollierung von Setting- und Befindensmerkmalen und ein kleines Diktiergerät für zusätzliche Kommentare verwendet. An der Feldregistrierung und an der vorausgehenden Laboruntersuchung nahmen 52 männliche Studenten, davon 36 mit labilem bzw. grenzwertigem Blutdruck teil. Die Grenzwert-Hypertoniker unterscheiden sich von den Normotonen nur in den Blutdruckwerten, nicht jedoch in den psychologischen Variablen der Feldpsychodiagnostik. Intraindividuell bestehen Korrelationen zwischen kardiovaskulären Veränderungen und einigen Selbsteinstufungen, doch sind diese Zusammenhänge mit den Effekten der Bewegungsaktivität konfundiert. Einige signifikante Vorhersagen des gemittelten Alltagsbefindens sind z.B. aufgrund bestimmter FPI-Skalen möglich, nicht aber aufgrund korrespondierender Selbsteinstufungen unter Laborbelastungen. Blutdruck und Herzfrequenz sind durch die Basalwerte der Nachtruhe und die Ruhewerte im Labor vorherzusagen, jedoch haben im Labor provozierte Reaktionswerte keine inkrementelle Validität. Die Akzeptanz dieser Methodik und Verbesserungsmöglichkeiten sowie Aspekte der Reaktivität und Repräsentativität werden diskutiert. Die Untersuchungsergebnisse sprechen für die relative Eigenständigkeit dieser Felddaten und für komplementäre Strategien der Diagnostik. Es handelt sich um ein noch kaum genutztes Arbeitsfeld der differentiellen Psychologie/Psychophysiologie." (Fahrenberg, Heger, Foerster & Müller, 1991, S. 1).

### **Kommentar**

Diese erste Blutdruck-Monitoring-Studie brachte wichtige Erfahrungen mit der Geräte-Konfiguration, hinsichtlich der schwierigen zeitlichen Synchronisation, der Bedienungs- und Messfehler, Batterieprobleme und anderer Artefaktquellen. Für die Auswertung wurden Strategien der Datenkontrolle und der Segmentierung entwickelt und neue Computer-Programme geschaffen. Missing data wurden vor allem durch hohe Bewegungsaktivität verursacht sowie durch das "Überhören" des akustischen Signals für den Selbstbericht. Die zusätzlichen mündlichen Kommentare waren oft aufschlussreich und erleichterten die Interpretation der CASIO-Protokolle. Da jedoch nicht alle Studenten regelmäßig das Diktiergerät

benutzten, wurde schließlich auf eine genauere Segmentierung nach Tätigkeiten verzichtet. In erster Linie wurden die Hauptsegmente verwendet: der Tag (ohne im Liegen verbrachte Ruhephasen) und die Nacht (Liegen, wahrscheinlich schlafend) sowie zwei Stunden vor dem morgendlichen Aufstehen (Basalwerte). Die kontinuierlich registrierten physiologischen Messwerte wurden in Zeitfenstern von 1, 5 und 30 Minuten aggregiert. Von der großen Mehrzahl der Teilnehmer konnten zwischen 13 und 15 Selbstberichte am Tag gewonnen werden. Die Untersuchungsmethodik hatte sich also grundsätzlich bewährt. Trotz des Gewichts der Geräte und des relativ lauten Geräuschs beim Aufpumpen der Blutdruckmanschette wurde die Methodik relativ gut akzeptiert.

Die Untersuchung lieferte erste Informationen über die Varianz der Messwerte und Einstufungen innerhalb und zwischen Personen, über die gemessene Bewegungsaktivität in bestimmten Segmenten, über das momentan eingestufte und das rückblickend (für das Intervall seit der letzten Blutdruckmessung) eingestufte Befinden. Die Antwortenverteilungen (Variabilität) und die testmethodische Differenzierungsleistung waren wichtig, um die Items testmethodisch zu bewerten.

Die Variabilität des Blutdrucks war insgesamt betrachtet geringer als erwartet, d.h. trotz vereinzelter extremer Werte zeigten sich relativ geringe inter- und intraindividuelle Varianzen. Über sämtliche Einzelmessungen der 61 Teilnehmer des ersten Untersuchungsteils ergab sich am Tag (ohne Ruhephasen) ein Mittelwert von systolisch 136.8 (SD = 3.2) und diastolisch 82.0 (SD = 2.0) mm Hg; in der Nacht 120.8 (SD = 4.3) bzw. 69.0 (SD = 3.2). Zwischen den Blutdruckgruppen (labil-hypertone und normotone Teilnehmer) zeigten sich sonst keine Gruppenunterschiede, weder in der Herz- und Atemfrequenz noch in der gemessenen Bewegungsaktivität, und keine inhaltlich konsistenten psychologischen Unterschiede (siehe Abschnitt 5.5). Die FPI-Skala Emotionalität wies keine Beziehungen zu den physiologischen Messwerten auf.

Auch in den Zeitreihen über 11 psychologische Protokolle und zeitnahe physiologische Messungen waren keine psychophysiologischen Korrelationen zu erkennen, intraindividuell korrelierten hier nur inhaltlich verwandte Items des Befindlichkeit bzw. des systolische Blutdruck und die Herzfrequenz miteinander.

Weitgehend ungelöst blieb die offensichtliche Konfundierung der kardiovaskulären Reaktionen mit der Bewegungsaktivität. Hier wurden

partielle Korrelationen berechnet oder personenweise die gemeinsame Varianz mit der gemessenen Bewegungsaktivität eliminiert. Beide Verfahren könnten sich hinsichtlich der Herzfrequenz oder der kontinuierlichen Blutdruckmessung (wie von anderen Untersuchern empfohlen) vielleicht eher bewähren, waren jedoch bei den diskreten Messvorgängen des Blutdrucks unzweckmäßig. Aussichtsreicher wäre die Segmentierung des Tageslaufs nach vergleichbaren Aktivitätsniveaus; dies verlangte jedoch, dass die Bewegungsaktivität noch genauer erfasst und ausgewertet würde.

Zusätzliche mündliche Kommentare auf dem Diktiergerät wurden von 46 der 61 Teilnehmer gegeben. Von den 791 auswertbaren Kommentaren betrafen nach einer groben Kategorisierung 21 % den Aufenthaltsort und die Umgebung, 18 % die Tätigkeit, 17 % den sozialen Kontext, 18 % körperliche Anspannung, 14 % geistige Anspannung und 11 % emotionale Anspannung, 2% Sonstiges. Diese Hinweise waren für die Segmentierung nützlich und in einigen Fällen auch zum Verständnis besonderer Ereignisse. Die Verteilungen der Selbsteinstufungen des Befindens wiesen bei mehreren Items eine deutliche Schiefe auf: die Stufen 6 oder sieben ("sehr stark" bzw. "völlig") wurden relativ selten gewählt: bei den Items emotional angespannt, Ärger, Freude, Stress, unangenehme Kontakte nur durchschnittlich in 2 bis 5 % aller Eingaben.

Die Akzeptanz der Untersuchung, war trotz der Behinderung der freien Bewegung und trotz der regelmäßigen Selbstberichte, im allgemeinen befriedigend wie das Post-Monitoring-Interview und der Fragebogen ergaben. Am meisten störte das laute Geräusch der Pumpe. Auch zur methodenbedingten psychologischen Reaktivität wurde gefragt, z.B. nach der Vermeidung bestimmter Situationen oder Tätigkeiten während des Monitoring. Die methodenbedingte kardiovaskuläre Reaktivität konnte an der von der Blutdruckmessung ausgelösten Herzfrequenzreaktion untersucht werden. Einerseits gab es Startreaktionen, andererseits durch die zur Messung verlangte Ruhigstellung auch eine Abnahme. In der zweiten Studie beobachtete Käßler (1994) eine durchschnittliche Startreaktion von 3 mm Hg, die jedoch bei der Wiederholungsuntersuchung nach 18 Monaten fehlte. Nur in einer begleitenden Registrierung des Finger-Blutdrucks (siehe Abschnitt 7.3) kann die von der oszillometrischen Messung ausgelöste Startreaktion erkannt werden.

## 7.2.2 Zweite Studie zum psychophysiologischen Blutdruck-Monitoring

### Absichten

Im unmittelbaren Anschluss an die geleistete Methodenentwicklung folgte eine zweite Monitoring-Studie mit einigen Verbesserungen, u.a. der Programmsteuerung und Synchronisierung. Im Mittelpunkt standen weiterhin die Blutdruckreaktionen bei emotionalen Episoden im Alltag und mögliche psychophysiologische Korrelationen. Die Itemauswahl für den Selbstbericht wurde modifiziert und ergänzt. Um die Anzahl der Selbstberichte und damit die Dichte des psychologischen Monitoring zu steigern, wurde in dieser Studie ein kleines Honorar versprochen, wenn zu mehr als 20 der Blutdruckmessungen synchron eine Dateneingabe geleistet würde. Durch geeignete Segmentierungen hinsichtlich der Bewegungsaktivität sollte erreicht werden, dass diese Effekte zumindest teilweise zu kontrollieren waren, wenn es um die psychophysiologischen Zusammenhänge ging. Außer dem Ruhe-Blutdruck wurden verschiedene Aspekte des Tag-Nacht-Blutdruckverhaltens zur Gruppierung eingeführt. *Psychophysiologische Bedingungsanalyse von Blutdruckveränderungen im alltäglichen Lebenskontext* (Käppler, 1994); *Ambulantes 24-Stunden-Monitoring als psychophysiologische Assessmentstrategie: Reproduzierbarkeit, Reaktivität, Retrospektionseffekt und Bewegungskonfundierung* (Käppler, Becker & Fahrenberg, 1993).

Die Abbildung 7.1 gibt ein 24-Stunden Blutdruckprofil mit den kontinuierlich registrierten Funktionen und den diskreten Blutdruckmessungen und Selbstberichten eines Studenten wieder. Die Registrierung lässt Blutdruckspitzen unter verschiedenen Bedingungen erkennen: (1) bei emotionalen Episoden (Auseinandersetzung mit der Freundin) in einem relativ bewegungsarmen Segment, (2) beim Treppensteigen, und (3) beim Fahrradfahren zur Freundin, wahrscheinlich mit emotionaler Erregung konfundiert. Außerdem sind Bewegungsartefakte zu sehen, die durch die Vibrationen beim Autofahren verursacht wurden. Die Blutdruckmessungen beim halb-standardisierten Treppensteigen und während der Nacht können als individuelle Referenzwerte dienen. Beim psychophysiologischen Monitoring interessieren vor allem die emotionalen Episoden. Dass sie nur selten, d.h. nur bei wenigen solcher Tageslaufregistrierungen auftreten, ist eine der Erfahrungen dieser Untersuchungen.

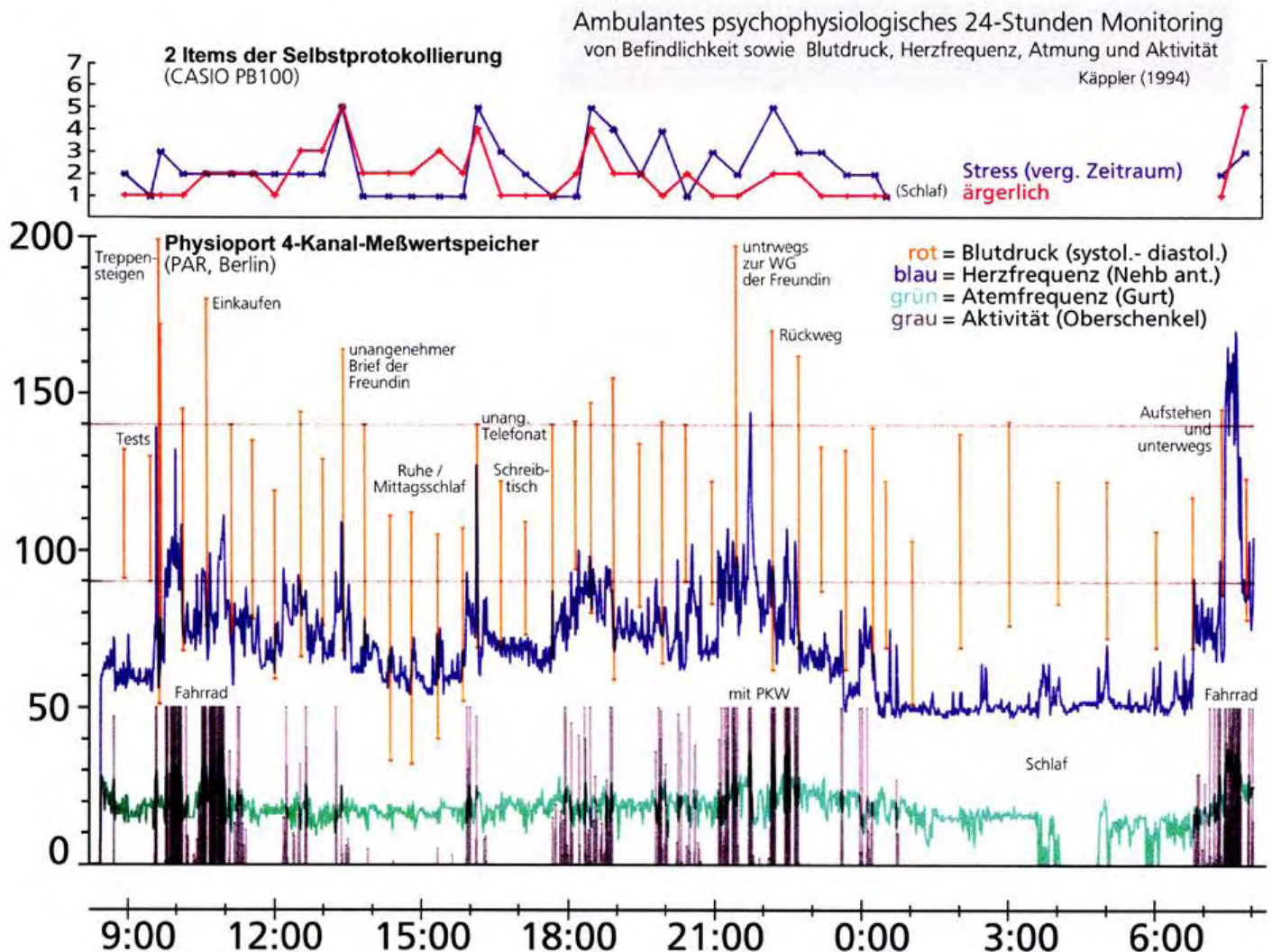


Abbildung 7.1: Das 24-Stunden Blutdruckprofil des ambulanten psychophysiologischen Monitoring. Oben sind zwei ausgewählte Items des computer-unterstützten Selbstberichts eingefügt, in der Mitte Herzfrequenz und Blutdruckmessungen (systolische und diastolische Werte als Endpunkte der vertikalen Linien), unten Herzfrequenz und Bewegungsaktivität (Oberschenkel)

Aus verhaltensbiologischer Sicht sind phasische Blutdruckanstiege, falls sie nicht durch Änderung der Körperlage (Aufstehreaktion), durch Temperaturregulation oder durch körperliche Bewegungsaktivität (Arbeit) verursacht sind, gewöhnlich als Ausdruck emotionaler Aktivierung oder mentaler Anforderungen zu interpretieren. Blutdruckänderungen können also Komponenten eines Verhaltensmusters sein.

Das Beispiel zeigt die Zusammenhänge zwischen den Blutdruckänderungen und der unterschiedlichen Aktivität im Tageslauf. Das von Middeke et al. (1992) empfohlene kleine Formular ist jedoch für psychophysiologische Untersuchungen hinsichtlich der psychologischen Kategorien und wegen der zeitlichen Unzuverlässigkeit der Protokollierung viel zu ungenau. Diese Methodik kann durch computer-unterstützte Selbstprotokollierung mit einem hand-held PC grundsätzlich verbessert werden. Hierzu gibt es heute eine Reihe von Untersuchungen. Mit zu den ersten, die ein gründliches, simultanes, psychologisches und physiologisches Monitoring des Blutdruck-Verhaltens unter Verwendung eines hand-held PC durchführten, gehörten Heger (1990a) und Käßler (1994).

Auch dieses psychophysiologische Blutdruck-Monitoring hat methodische Grenzen. Erstens könnte der ausgewählte Tag nicht repräsentativ für den gewöhnlichen Alltag der untersuchten Person sein. Zweitens können die Geräte behindern und methodische Rückwirkungen haben, indem sich die untersuchte Person anders verhält, sich insgesamt weniger bewegt, bestimmte Situationen vermeidet oder sich sehr gestört fühlt. Drittens leistet das System nur ein diskontinuierliches Monitoring des Blutdrucks. Falls Blutdruckänderungen zwischen den Messungen auftreten, werden sie von dieser Methodik übersehen. Es gibt solche kurzfristigen, nur Minuten dauernden Blutdruckreaktionen bei Anstrengungen oder heftigen emotionalen Ereignissen.

### **Zusammenfassung**

"Als thematischer Hintergrund der vorliegenden Arbeit wird die Frage nach leib-seelischen Zusammenhängen, die die Menschheit seit alters her begleitet, angesehen. Den konkreten Untersuchungszusammenhang bilden die zu großen Teilen noch ungeklärten Entstehungsbedingungen des Bluthochdrucks (Essentielle Hypertonie), der zugleich ein weitverbreitetes Gesundheitsproblem darstellt. Auf der Grundlage entsprechender techno-

logischer Fortschritte wurde die Weiterentwicklung eines Forschungsansatzes vorgestellt, mit dem die Untersuchung von Blutdruckverläufen im Kontext realer Umgebungsbedingungen im Alltag ermöglicht wird.

Für die simultane Untersuchung von physiologischen Veränderungen in Verbindung mit Settingmerkmalen, Verhaltens- und Befindensdaten wurde ein Biosignal-Messwertspeicher, der neben dem Blutdruck kontinuierlich die Herzfrequenz, Atemfrequenz und Bewegungsaktivität aufzeichnet, ein programmgesteuerter Pocket-Computer zur standardisierten Erhebung aktueller Kontextinformation sowie ein Recording-Walkman in der Funktion eines Diktiergerätes für zusätzliche freie Kommentare verwendet. Mit dieser Untersuchungsmethodik wurde ein ambulantes psychophysiologisches 24-Stunden-Monitoring bei einer nicht-klinischen Stichprobe von 42 männlichen Studierenden durchgeführt. Für 24 Personen war dies zugleich eine "follow-up" Untersuchung im Anschluss an eine entsprechende Feldstudie 18 Monate zuvor.

Die Ziele und Fragestellungen schließen methodenbezogene, deskriptiv-explorative sowie hypothesenprüfende Analysen ein.

Bei der empirischen Untersuchung methodenkritischer Aspekte konnte die Reproduzierbarkeit bzw. Stabilität der mit dieser Feldmethodik erhobenen Daten und Befunde im längsschnittlichen Vergleich der beiden Untersuchungstermine nachgewiesen werden. Auf physiologischer Datenebene waren methodenbedingte Reaktivitätseffekte lediglich beim ersten Untersuchungstermin festzustellen.

Auf psychologischer Datenebene ergaben sich bemerkenswerte Diskrepanzen zwischen aktuell und retrospektiv erhobenen Selbsteinstufungen, was für eine Bevorzugung möglichst erlebnisnaher und zeitkontrollierter (daher computergestützter) Datenerhebungsstrategien spricht.

Die Befunde zur Bewegungskonfundierung zeigen, dass eine effektive Berücksichtigung körperlicher Bewegungsaktivitäten für die Analyse kardiovaskulärer Veränderungen und psychophysiologischer Beziehungen im Alltag erforderlich und realisierbar ist.

In deskriptiver Hinsicht konnte eine große Variabilität von Blutdruck und Befindenseinstufungen im Alltag, die unter Laborbedingungen in der Regel nur in eingeschränktem Umfang zu beobachten ist, festgestellt werden. Es konnten deutliche physiologische Wertedifferenzen zwischen verschiedenen (Zeit-) Segmenten (z.B. Tag-Nacht) sowie Beanspruchungsunterschieden im Vergleich verschiedener Settings (differenziert nach Kör-

perlage, aktueller Tätigkeit, hingegen nicht bezogen auf soziale Setting-Merkmale) nachgewiesen werden.

Im Hinblick auf eine Hauptfragestellung der vorliegenden Arbeit konnten systematische Kovariationen von auf psychologischer und physiologischer Datenebene beobachtbaren Veränderungen im Alltag sowohl im Einzelfall als auch gruppenstatistisch belegt werden. Insbesondere Anspannung, Stress, Nervosität sowie ungewohnte, wenig kontrollierbare Situationen scheinen mit physiologischen Aktivierungen bevorzugt im systolischen Blutdruck und der Herzfrequenz einherzugehen.

Bei der zweiten Hauptfragestellung der Arbeit, ob sich in differentiell-psychophysiologischer Perspektive homogene Untergruppen identifizieren lassen, die sich im Hinblick auf die untersuchten Merkmale konsistent und stabil unterscheiden, ergab sich hinsichtlich der vier von verschiedenen Seiten vorgeschlagenen Gruppierungskriterien (Grenzwerthypertonie nach WHO, Basalwert-Kriterium, 24-Stunden Gesamtblutdruck, prozentuale Tag-Nacht Blutdruckabsenkung) eine insgesamt eher uneinheitliche Befundlage. Da auf zum Teil bereits instabiler und unpräziser Bestimmungsbasis eine geringe klassifikatorische Übereinstimmung der Blutdruckgruppierungen festzustellen war, zeigt sich hier im Hinblick auf diagnostische und prognostische Aspekte ein dringender Klärungsbedarf für künftige Forschungsbemühungen." (Käppler, 1994, S. 219-220).

### **Kommentar**

Die verbesserte zweite Monitoring-Studie hat die praktische Anwendbarkeit der Methodik bestätigt. Im Vergleich zu der als Referenzsituation gewählten Phase des Fragebogen-Ausfüllens (123/81 mm Hg und Puls 70) wurden im Tagessegment durchschnittlich 137/79 mm Hg und Puls 79, im 2-Stunden-Zeitraum vor dem Aufwachen 112/66 mm Hg und Puls 56, im übrigen Nachtsegment 116/69 mm Hg und Puls 59 gemessen. Wie in der ersten Untersuchung waren vor allem bei den Items negativer Befindlichkeit (aufgeregt, ärgerlich/gereizt, bedrückt, im vergangenen Zeitraum in Stress) schiefe Verteilungen der Selbsteinstufungen zu sehen. Die beiden Skalenstufen 7 und 6 wurden je nach Item nur in 2 bis 4 % der 1140 Selbstberichte verwendet. Besondere emotionale Episoden am Untersuchungstag konnten aufgrund dieser Selbstberichte und des Post-Monitoring-Interviews nur bei 16 der 42 Teilnehmer identifiziert werden.

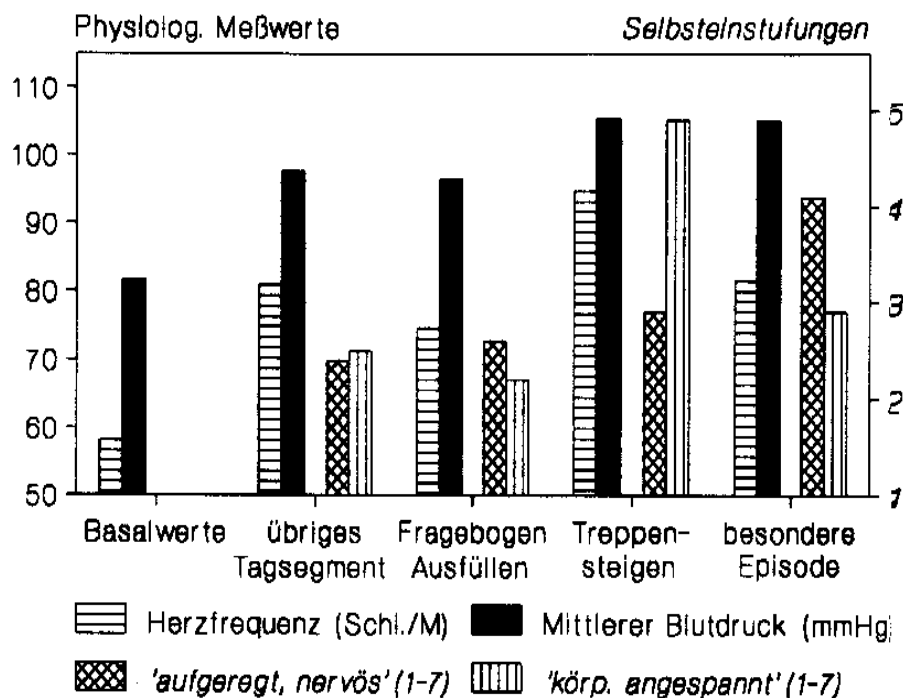


Abbildung 7.2: Blutdruck, Herzfrequenz und Selbsteinstufungen "aufgeregt, nervös" und "körperlich angespannt" des Monitoring getrennt für die Hauptsegmente Basalwerte, übriges Tagessegment, Fragebogen ausfüllen, Treppensteigen und besondere Episoden (Käppler, 1994, S. 138).

Ausgewählte physiologische und psychologische Variablen illustrieren, welche Unterschiede zwischen den Hauptsegmenten des Monitoring (Abbildung 7.2) oder bei häufigen Tätigkeiten (Abbildung 7.3) bestanden. Da während der besonderen psychologischen Episoden auch eine körperliche Anspannung mittleren Grades angegeben wurde, konnten die Kreislaufreaktionen hier nicht allein den Emotionen oder Befindensänderungen zugeschrieben werden.

Für genauere Aussagen über Blutdruckreaktionen bei emotionalen Episoden müsste es gelingen, die im engeren Sinn emotional bedingten und die primär bewegungsbedingten Varianzanteile zu trennen. Ein einfaches Verfahren und dessen Auswirkung auf die Signifikanz der Unterschiede hat Käppler (1994) demonstriert (siehe Abbildung 7.4).

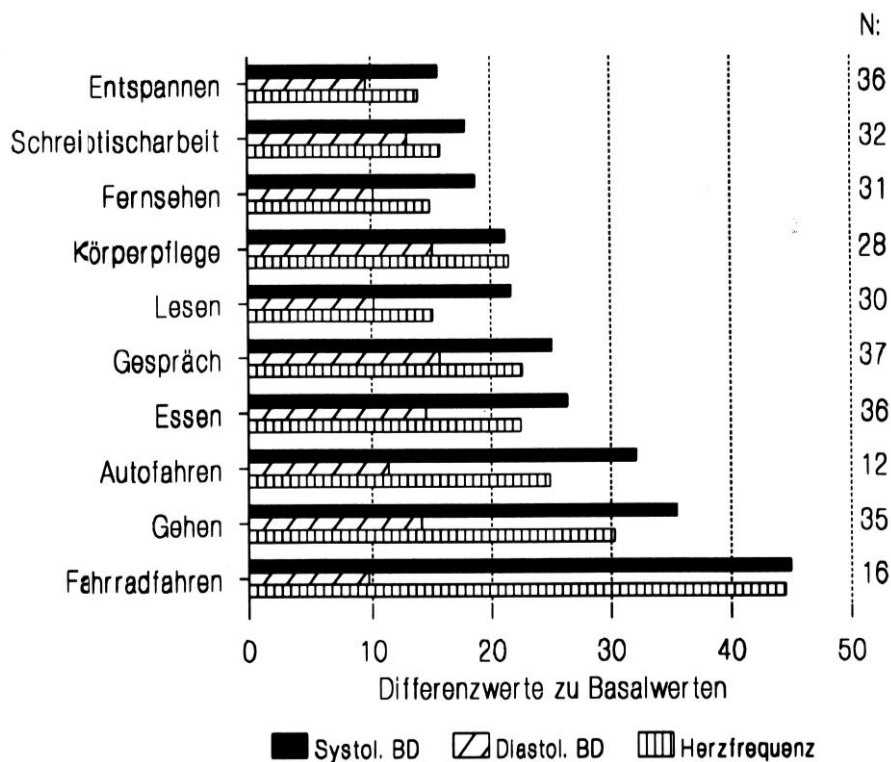
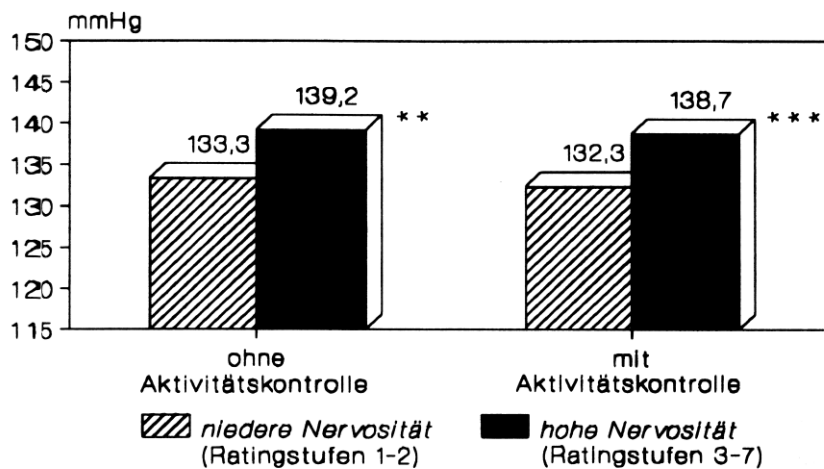


Abbildung 7.3: Blutdruck und Herzfrequenz während typischer Tätigkeiten im Tageslauf (Differenzwerte zu den Basalwerten der Nacht, gemittelt über die jeweils vorhandene Anzahl von Personen mit dieser Tätigkeit) (Käppler, 1994, S. 151)

Mit diesem Verfahren waren zwar die psychologischen und die metabolischen Effekte nicht wirklich zu separieren, doch konnte wenigstens untersucht werden, wie robust bestimmte Effekte waren. Die Grenzen waren jedoch deutlich: Die Segmentierung in bewegungsarme und bewegungsreiche Abschnitte führte wahrscheinlich zu einer inhaltlichen Selektion. Bestimmte Tätigkeiten und emotional motivierte Verhaltensweisen werden sich oft in der relativen Bewegungsintensität und bereits allein deshalb auch in den kardiovaskulären Effekten stark unterscheiden. Die Selbsteinstufungen der Bewegung als Maßstab zu verwenden, war ein Notbehelf, der durch genauere und deshalb vor allem auch kontinuierliche Messung der Bewegung ersetzt werden könnte. Eine geeignete akzelerometrische Methodik musste noch entwickelt werden (siehe Abschnitt 7.7).

### Selbsteinstufung 'aufgeregt, nervös' und Systolischer Blutdruck



### Selbsteinstufung 'aufgeregt, nervös' und Diastolischer Blutdruck

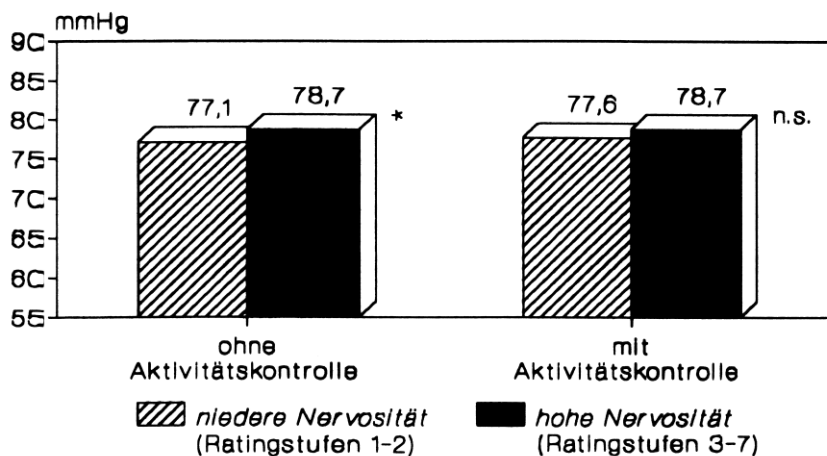


Abbildung 7.4: Blutdruckreaktionen und Selbsteinstufungen "aufgeregt, nervös", ohne und mit Kontrolle der Aktivität durch Dichotomisierung 1-2 und 3-7 der Selbsteinstufung körperlicher Anspannung (Käppler, 1994, S. 157).

Bei den physiologischen Messungen erreichten die Herzfrequenz und der systolische Blutdruck die höchsten Koeffizienten, die Standardabweichungen (ebenfalls ohne größere Unterschiede im Betrag) waren dagegen mit Ausnahme der Herz- und Atemfrequenzen am Tag kaum reproduzierbar.

Tabelle 7.1: Reproduzierbarkeit von Tagesmittelwerten und Tagesvariabilitäten nach 18 Monaten (N = 24)

	Mittelwert	Variabilität
Items des Selbstberichts		
Körperlich angespannt	.50**	.59***
Geistig angespannt	.46*	.47**
Vergnügt, locker	.38*	.38*
Ärgerlich gereizt	.53**	.75***
Abgespannt erschöpft	.77***	.53**
Stress im vergangenen Zeitraum	.44*	.45**
Bewegt im vergangenen Zeitraum	.54**	.24
Physiologische Messungen Tagesaktivität		
Herzfrequenz	.70***	.46*
Atemfrequenz	.41*	.34
Systolischer Blutdruck	.77***	.21
Diastolischer Blutdruck	.10	.00
Mittlerer Blutdruck	.52.**	.16
Physiologische Messungen Nachtschlaf		
Herzfrequenz	.72***	.25
Atemfrequenz	.61**	.14
Systolischer Blutdruck	.69***	.07
Diastolischer Blutdruck	.58**	.33
Mittlerer Blutdruck	.60**	.03

Anmerkung: Für die geringe Reproduzierbarkeit des diastolischen Blutdrucks (am Tag) wurde keine spezielle Erklärung gefunden. (Käppler, 1994, S. 112 und 114).

Zur Diagnostik und Überwachung von Patienten mit Bluthochdruck ist das ambulante Monitoring heute eine selbstverständliche und unentbehrliche Methode (Pickering, 1991). Das psychophysiologische Blutdruck-Monitoring hat noch andere Ziele. Es soll systematische Zusammenhänge zwischen Blutdruckänderungen und psychosozialen Belastungen oder Persönlichkeitsmerkmalen erfassen und aufzuklären helfen. Falls Grundlagenstudien solche psychophysiologischen Korrelate zeigen könnten, wäre dies für die Diskussion über die Ätiologie der primären Hypertonie wichtig und könnte zu speziellen therapeutischen bzw. rehabilitativen Maßnahmen ermutigen. Auch für den einzelnen Patienten könnte die psychophysiologische Erweiterung des routinemäßigen 24-Stunden-Blutdruck-Monitoring wesentliche Anhaltspunkte vermitteln, wann und wie im Alltag auffällige Blutdruckanstiege einsichtig vermieden oder reduziert werden könnten (siehe Abschnitt 6.5).

Vor allem in den neunziger Jahren sind mehrere Forschungsprojekte zum ambulanten psychophysiologischen Blutdruck-Monitoring unternommen worden, jedoch erst allmählich auch mit begleitender Aktivitätsmessung und mit computer-unterstützten Selbstberichten statt der methodisch fragwürdigen Tagebuchnotizen (u.a. Kamarck et al., 1998a, 1998b, 2003; Mussgay & Rüddel, 1996; Schmidt & Jain, 1996; Steptoe, 2001). Weitere Methodenprobleme waren u.a. die optimale Auswahl von Items für die Selbstberichte, die Repräsentativität des untersuchten Tages (Generalisierbarkeit) und die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse an anderen Tagen, die Akzeptanz der Methodik durch die Untersuchten und die methodisch, d.h. durch die ungewohnten Geräte bedingte Reaktivität: *Concurrent assessment of blood pressure, physical activity, and emotional state in natural settings* (Fahrenberg, 1996b).

### **7.2.3 Strukturiertes Blutdruck-Monitoring bei Hypertonikern zu drei Terminen**

Nach der Entwicklung und Erprobung des ambulanten psychophysiologischen Blutdruck-Monitoring wurde die dritte Untersuchung unternommen, um diese Methodik bei Patienten mit essentieller Hypertonie anzuwenden. Dies war in Zusammenarbeit mit der Klinik für Rehabilitation Glotterbad der LVA-Württemberg möglich. *Psychophysiologisches Blutdruck-Monitoring* (Franck, Herrmann & Fahrenberg, 1996); *Niedrigere*

*Profilmittelwerte des ambulanten Blutdruck-Monitoring bei unmittelbar wiederholter 24-Stunden-Messung lassen sich als Gewöhnungseffekt interpretieren (Becker, Käßler, Franck & Herrmann, 1994); Response scaling: Night-time baselines, resting baselines, and initial-value dependencies (Fahrenberg, Foerster & Franck, 1995).* Da von dieser Untersuchung bisher nur kleine Ausschnitte publiziert wurden, sollen hier die wichtigsten Aspekte geschildert werden.

### **Untersuchungsmethodik**

Mit der neuen Methodik wurden Patienten mit essentieller Hypertonie untersucht, die an einem stationären Rehabilitationsverfahren teilnahmen. Der relativ einheitliche Tageslauf würde die Untersuchung im Vergleich zu der sehr individuellen Tagesgestaltung der Studenten in verschiedener Hinsicht erleichtern. Das Klinik-Setting war gut dafür geeignet, eine gründliche Datenerhebung durchzuführen, die im gleichen Umfang im Alltag wohl kaum möglich gewesen wäre.

Untersucht wurden 51 Patienten mit essentieller Hypertonie (Männer, durchschnittlich 47.7 Jahre alt, 22-60 Jahre). Das Körpergewicht betrug im Mittel 92 kg (SD = 23). Es handelte sich also um eine Gruppe relativ junger, stark übergewichtiger Patienten. Die Teilnehmer waren den folgenden WHO-Stadien zuzuordnen: Stadium I: 3 Patienten, Stadium II: 22 Patienten, Stadium III: 26 Patienten; 19 der insgesamt 51 Patienten nahmen im Untersuchungszeitraum keine Medikamente ein; 32 Patienten hatten eine blutdruckrelevante Medikation, außerdem erhielten 10 Patienten Psychopharmaka. Die Medikation war im Untersuchungszeitraum konstant, teilweise wurden mehrere Medikamente eingenommen. Im direkten Vergleich (t-Tests) zwischen medikamentös und nicht-medikamentös behandelten Patienten ergaben sich keine Unterschiede in den soziodemographischen Parametern und physiologischen Mittelwerten.

Alle Patienten wurden über *drei mal 24 Stunden* untersucht. Wenige Tage nach Aufnahme in die Rehabilitationsklinik wurde an zwei aufeinanderfolgenden Tagen ein Monitoring durchgeführt. Ein drittes 24-Stunden-Monitoring schloss sich ca. 14 Tage ( $\pm 2$ ) später an. Das ambulante psychophysiologische Monitoring wurde strukturiert, indem zu Beginn vier Standardsituationen geschaffen wurden. Durch diese kontrollierten Untersuchungsbedingungen ergaben sich Referenzwerte für den inter- und intraindividuellen Vergleich, die sonst in Monitoring-Studien fehlen.

Die in dieser Studie verwendeten Standardsituationen zu Beginn jedes Monitoring-Termins waren: der Cold-Pressor-Test, aktive Entspannung, konzentrierte Arbeit am Mehrfach-Reaktionsgerät (Wiener Determinationsgerät) im Eigentempo und anschließend im 20 % gesteigerten Tempo der Signalfolgen sowie schnelles Treppensteigen im Kliniktreppenhaus. Zwischen den Einzelsituationen waren mindestens 120 Sekunden Pause. Vor und nach jeder Standardsituation wurde eine zusätzliche Blutdruckmessung ausgelöst, so dass jeweils ein Ausgangs- und ein Reaktionswert des Blutdrucks vorlagen.

Abgesehen von der weiteren praktischen Bewährung des psychophysiologischen Monitoring ging es um die folgenden Fragestellungen:

1. Die Gruppierung der Patienten nach den ambulant gemessenen Blutdruckwerten, d.h. (1) nach dem mittleren Blutdruck (mittleren Gefäßbelastung) und (2) nach der Tag-Nacht-Differenz. Dies sind zwei wichtige Aspekte der Blutdruckregulation über 24 Stunden. Sollten sich diese Gruppierungen – unter Kontrolle der wesentlichen Kovariaten – hinsichtlich psychologischer, physiologischer oder sozialer Variablen unterscheiden, so wäre dies u.a. auch in klinischer Hinsicht interessant.
2. Die Effekte verschiedener Alltagsbedingungen auf den Blutdruck. Die Blutdruck-Reaktivität sollte zwischen Bedingungen, d.h. Settings oder Befindenszuständen, verglichen werden, um Symptom-Kontext-Beziehungen zu erkennen.
3. Die Reproduzierbarkeit der Mittelwerte (Tag, Nacht) sowie bestimmter Segmente (z.B. Klinikmahlzeiten) über die drei Untersuchungstage. Zugleich konnte hier geprüft werden, in wie weit sich im Monitoring Gewöhnungseffekte über die Untersuchungstage zeigten. Ergebnisse von Pessina et al. (1984) besagten, dass signifikante Blutdruckunterschiede zwischen Wiederholungen des 24-Stunden-Monitoring im Sinne einer Adaptation bestehen können. Auch eine Voranalyse einer Teilstichprobe von 12 Patienten dieser Studie schien für eine Blutdrucksenkung am zweiten Monitoring-Termin und damit für die Gewöhnung an das Mess-System zu sprechen (Becker et al., 1994).

Weitere Fragestellungen galten der Blutdruckwahrnehmung (siehe Abschnitt 6.4) und den hypothetischen Beziehungen zu Persönlichkeitsmerkmalen. Auch hier sollten die traditionellen Annahmen über den Ein-

fluss der Persönlichkeitseigenschaft Emotionalität und verschiedener Facetten des Bereichs "Ärger" geprüft werden. Neben persönlichkeitspsychologischen Variablen könnten das Befinden und möglicherweise der Blutdruck davon beeinflusst sein, ob ein Patient die Behandlung in der Rehabilitationseinrichtung als kompetent und gut erlebte oder nicht. Diesem Zweck diene ein eigens entwickelter Fragebogen, mit dem eine Gruppierung der Patienten in „mit dem Heilverfahren zufrieden“ und „mit dem Heilverfahren unzufrieden“ vorgenommen wurde.

Die physiologischen Messwerte wurden mit dem auch zuvor benutzten Physioport-Gerät registriert: systolischer und diastolischer Druck, Herzfrequenz und Bewegungsaktivität. Die Bewegungsaktivität wurde mit einem dreiachsigen piezoelektrischen Beschleunigungsaufnehmer am lateralen Aspekt des linken Oberschenkels gemessen. Wegen des hohen Anteils adipöser Patienten in der Untersuchungsgruppe musste – nach Voruntersuchungen – auf das Atemsignal wegen zu vieler Artefakte, insbesondere während der Schlafzeiten, verzichtet werden. Für Patienten mit großem Oberarmumfang ( $> 32$  cm) stand eine größere Manschette zur Verfügung. Der Blutdruck wurde tagsüber durchschnittlich alle 30 Minuten gemessen. Vor dem Schlafen konnten die Patienten das Messintervall auf zirka 60 Minuten umschalten. Die Gerätesteuerung sah zufallsgesteuerte Abweichungen vom exakten Intervall mit bis zu  $\pm 5$  Minuten vor. Zusätzlich zur automatischen Messung war es möglich, Blutdruckmessungen mittels einer Taste zu starten. Alle Patienten wurden instruiert, von dieser Möglichkeit bei besonderer körperlicher Belastung oder psychologisch herausragenden Ereignissen Gebrauch zu machen. Außerdem wurden solche Messungen vor und nach jeder Standardsituation durchgeführt. Von insgesamt 7420 Blutdruckwerten wurden 4.6 %, vor allem aus der Schlafphase stammend, als Messfehler klassifiziert.

Zu jedem gültigen Blutdruckmesszeitpunkt wurden drei Zeitintervalle (1, 3 und 5 Minuten vor der Blutdruckmessung) gebildet, in denen ein Mittelwert für die Herzfrequenz und die Bewegungsaktivität berechnet wurde.

### Psychologische Daten und Settinginformation

Als Persönlichkeitsfragebögen wurden zu Beginn der Untersuchung eingesetzt: das Freiburger Persönlichkeitsinventar (FPI-R); das State-Trait-Ärgerausdruck-Inventar STAXI (Schwenkmezger et al., 1992) und die

Erholungsunfähigkeitsskala nach Richter et al. (1988). Das STAXI diente der Erfassung des aktuellen und überdauernden Ärgerausdruckes mit der Zustandsskala sowie den Eigenschaftsskalen Anger-In, Anger-Out und Anger-Control. Die computer-unterstützten Selbstberichte hatten 16 Items (Tabelle 7.2). Die Zeit zur Beantwortung war unbegrenzt; die Untersuchungsteilnehmer benötigten im Durchschnitt 98 Sekunden.

In der Nachexploration wurde nach Ereignissen gefragt, die aus dem übrigen Tagesablauf herausragten. Dies konnten Erlebnisse mit einer besonderen emotionalen Qualität oder/und einer besonderen körperlichen Belastung sein: *Physiologische Episoden* waren eindeutig auf körperliche Belastung rückführbare Ereignisse (z.B. Herz-Kreislauf-Training der Klinik, eigene Belastungstests der Patienten, schnelles Laufen bei einsetzendem Regen). *Psychologische Episoden* waren emotionale Erlebnisse, bei denen Bewegungsaktivität – dem Patienten und der Aktivitätsmessung zufolge – ausgeschlossen werden konnte (z.B. belastendes Telefonat mit dem Ehepartner, Ärger mit den Mitpatienten, Chefarztvisite). Hatten Patienten solche Episoden beschrieben, wurde geprüft, ob zeitgleiche Blutdruckdaten vorlagen. In einem weiteren Schritt wurde mit dem Patienten in Stichworten der gesamte Tagesablauf nachvollzogen, um weitere Hinweise für Segmentierungen und Aggregationen zu erhalten. Viele Arten von Settings kamen nur bei relativ wenigen Patienten vor, so dass ein interindividueller Vergleich kaum möglich war. Deswegen konzentrierte sich die Auswertung auf die Mahlzeiten in der Klinik, Gaststättenbesuche, und vor allem auf die Standardsituationen, die physiologische Episoden und die psychologischen Episoden.

## **Ergebnisse**

Der Tages-Mittelwert lag mit 141.3 systolisch und 87.1 diastolisch etwas höher als erwartet, wenn berücksichtigt wird, dass 32 der 51 Patienten hochdrucksenkende Medikamente einnahmen. Wenig Blutdruckauffälligkeiten ergaben sich in den beiden Standardsituationen Cold-Pressor-Test und Konzentrationsaufgabe. Diese Belastungswerte hoben sich im Mittel nur minimal vom unspezifischen Tages-Mittelwert ab, d.h. von allen Messungen ohne die besonderen Segmente und Episoden. Die niedrigsten systolischen Blutdruckwerte wurden erwartungsgemäß im Morgenschlaf und nach der Entspannungsübung als Standardsituation gemessen.

Tabelle 7.2: Items der computer-unterstützten Selbstberichte

Frage	Antwortkategorien
Hat gerade eine Blutdruckmessung stattgefunden ?	ja = 1 / nein = 0
Wie hoch war Ihr Blutdruck gerade ?	niedrig 1 2 3 4 5 6 7 hoch
Wo befinden Sie sich gerade ?	Klinikgebäude/Klinikgelände/außerhalb
Sind Sie in Gesellschaft ?	ja, zu zweit / ja, zu mehreren / nein, ich bin alleine
Bei mir sind:	Mitpatient(en) / Klinikpersonal / Patienten und Personal/ Andere
Körperposition vor der Messung:	Sitzen / Liegen / Stehen / Gehen - Laufen
Wie stark haben Sie sich gerade bewegt ?	gar nicht 1 2 3 4 5 6 7 sehr stark
Was haben Sie gerade getan ?	Ausruhen/ Körperpflege/ Essen/ Unterwegs in der Klinik/ Spaziergang - Wanderung/ Geselligkeit/ Fernsehen/ Lesen - Schreiben/ med. Untersuchung/ Massage/ Krankengymnastik/ Herz-Kreislauf-Training/ Sport/ Einzelgespräch mit Klinikpersonal/ Psychotherapiegruppe/ Entspannungstherapie/ Visite/ Sonstiges
Sind Sie im Moment körperlich angespannt ?	gar nicht 1 2 3 4 5 6 7 völlig
Sind Sie im Moment guter Laune ?	gar nicht 1 2 3 4 5 6 7 völlig
Sind Sie gerade aufgeregt ?	gar nicht 1 2 3 4 5 6 7 völlig
Fühlen Sie sich gerade bedrückt ?	gar nicht 1 2 3 4 5 6 7 völlig
Ärgern Sie sich gerade ?	gar nicht 1 2 3 4 5 6 7 völlig
Sind Sie gerade erschöpft ?	gar nicht 1 2 3 4 5 6 7 völlig
Fühlen Sie sich gerade wohl ?	gar nicht 1 2 3 4 5 6 7 völlig
Ist die momentane Situation ungewohnt für Sie ?	gar nicht 1 2 3 4 5 6 7 völlig

Die höchsten systolischen Werte kennzeichneten Belastungssituationen, nämlich psychologische und physiologische Episoden, sowie das Treppensteigen. Diastolisch lagen die Minima ebenfalls in der Nacht sowie nach der Standardsituation Treppensteigen.

Tabelle 7.3: Unterschiede zwischen wichtigen Segmenten

Unspezifische Tagesaktivität (X) verglichen mit :		Systol. Blutdruck		Diastol. Blutdruck		Herzfrequenz <sup>1</sup>		Aktivität <sup>1</sup>	
Y	n	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Morgenschlaf	51	136	120 **	84	76 **	75	61 **	14.0	0.0 **
Gaststätte	36	136	143 **	84	90 **	75	75	14.0	2.7 **
Mahlzeiten in Klinik	51	136	137	84	90 **	75	78 **	14.0	5.2 **
Psychologische Episoden	42	136	155**	84	97 **	75	77 **	14.0	4.8 **
Physiologische Episoden	47	136	172 **	84	85 **	75	102**	14.0	67.1**

Anmerkung: <sup>1</sup> Herzfrequenz und Aktivität aus dem 10 - Minuten Intervall vor der Blutdruckmessung. \* =  $p < .05$  \*\* =  $p < .01$

Die höchsten diastolischen Werte wurden in den psychologischen Episoden registriert (Tabelle 7.3).

Fast alle dargestellten Vergleiche zeigten deutliche systolische und/oder diastolische Blutdruckerhöhungen und Pulsanstiege, sogar in der Gaststätte und bei den Klinikmahlzeiten. Beide Effekte könnten durch die soziale Interaktion, aber auch artifiziell bedingt sein, denn es war irritierend, wenn plötzlich die Blutdruckmessung mit dem deutlich hörbaren Aufpumpen der Armmanschette begann. Im Vergleich zur unspezifischen Tagesaktivität ragten erwartungsgemäß nicht nur die physiologischen Episoden, sondern auch die psychologischen Episoden heraus. Die Aktivitätsmessungen ließen erkennen, dass die Absicht erreicht wurde, Bewegungseinflüsse auf die Blutdruckwerte – mit Ausnahme der physiologischen Episoden – zu kontrollieren. Die psychologischen und die physiologischen Episoden unterschieden sich ihrerseits sehr signifikant, wobei der diastolischen Blutdruck stärker in den psychologischen Episoden anstieg. Cold-Pressor-Test, Konzentrationsaufgabe und Treppensteigen lösten die erwarteten Anstiege aus und die Entspannung führte zur Abnahme der Messwerte. Die Unterschiede waren aber, mit nur wenigen mm Hg bzw. Pulsschlägen, bemerkenswert gering (Tabelle 7.4).

Tabelle 7.4: Reaktionen in den Standardsituationen

		Systolischer Blutdruck		Diastolischer Blutdruck		Herzfrequenz		Aktivität	
Standard-Situation	n	Vor-her	Nach-her	Vor-her	Nach-her	Vor-her	Nach-her	Vor-her	Nach-her
Cold-Pressor-Test	51	135.5	143.9**	88.9	92.0**	72.4	73.0	0.3	0.4
Entspannung	51	137.0	132.2 **	83.4	82.6 *	68.1	67.0*	0.5	0.4
Konzentrations-Test	51	137.4	141.6**	88.2	89.9**	72.5	75.0**	1.7	2.9
Treppensteigen	51	143.4	157.1**	89.8	72.7**	78.4	94.4**	50.7	57.6*

Anmerkung: Herzfrequenz und Aktivität aus dem 2 - Minuten Intervall vor der Blutdruckmessung. \* =  $p < .05$  \*\* =  $p < .01$

### Befindenseinstufungen

Für die Gruppierung nach den Befindenseinstufungen wurde die Häufigkeitsverteilung jedes Items näherungsweise am Median halbiert. Signifikante Mittelwertunterschiede in physiologischen Messungen ergaben sich bei den Einstufungen erschöpft, körperlich angespannt, aufgeregt. Hinsichtlich dieser Items zeigten sich in der Systole und der Herzfrequenz durchgängig, hinsichtlich der Diastole und der Bewegungsaktivität teilweise Unterschiede. In den als relativ ärgerlich erlebten Situationen waren sowohl die systolischen, als auch die diastolischen Blutdruckwerte höher. Bei bedrückter Stimmung war der diastolische Blutdruck erhöht. Als am wenigsten blutdruckrelevant erwies sich die Einstufung der guten Laune (Tabelle 7.5). Insgesamt ließen beide Strategien d.h. die Segmentierung nach Episoden und die Aggregation nach Selbsteinstufungen des Befindens, psychophysiologische Zusammenhänge mit dem Blutdruck ohne gleichzeitige Unterschiede hinsichtlich der Aktivitätswerte erkennen.

Beide Strategien für Gruppenvergleiche zur Symptom-Kontext-Analyse, die Gruppierung nach Settings bzw. nach Episoden und die Gruppierung nach Selbsteinstufungen des Befindens, ergaben einige psychophysiologische Beziehungen.

Tabelle 7.5: Befindenseinstufungen und physiologische Werte

		Systolischer Blutdruck			Diastolischer Blutdruck			Herzfrequenz			Aktivität		
Item	n	hoch	niedrig		hoch	niedrig		hoch	niedrig		hoch	niedrig	
Ange-spannt	51	149.1	140.1	**	85.8	87.2	*	84.6	75.5	**	32.7	10.8	**
Gute Laune	46	143.4	141.5		87.3	87.2		77.2	76.5		15.4	14.4	
Aufgeregt	46	148.6	141.2	**	88.1	87.6		80.9	77.2	**	16.0	14.1	
Bedrückt	40	144.3	142.8		85.8	87.8	*	78.2	78.5		13.8	15.0	
Ärgerlich	37	147.0	142.4	*	90.0	87.8	*	79.1	79.4		15.3	15.7	
Erschöpft	47	150.9	141.7	**	82.9	87.6	**	87.2	76.9	**	34.4	12.1	**
wohl fühlen	45	143.8	141.3	*	88.2	87.0		76.7	77.2		15.6	15.3	
gewohnte Sit.	45	142.4	145.1		87.0	89.0	*	78.0	79.6		16.5	13.7	

Anmerkungen: Die Gruppierung beruht auf näherungsweise medianhalbierten Item-Verteilungen. Herzfrequenz und Aktivität aus dem 10 - Minuten Intervall vor der Blutdruckmessung. \* =  $p < .05$  \*\* =  $p < .01$

### Reproduzierbarkeit

Um die Reproduzierbarkeit der Blutdruckmessungen und mögliche Gewöhnungseffekte beurteilen zu können, waren die Mittelwerte der drei Untersuchungstage, aber auch die Stabilitätskoeffizienten als Hinweise auf die gleichbleibende oder veränderte Rangfolge der Personen interessant. Vergleichsmöglichkeiten boten die Herzfrequenz und der Aktivitätsindex sowie ausgewählte Einstufungen des Befindens. Beim Vergleich der Mittelwerte des gesamten Tages mit den Standardsituationen war zu bedenken, dass letztere nur *eine* Blutdruckmessung lieferten. Die geringere messmethodische Zuverlässigkeit der Blutdruckwerte begünstigte bei Wiederholungsmessungen eine Regression zur Mitte aufgrund von Messfehlern

Die systolischen Blutdruckwerte der "unspezifischen Tagesaktivität" unterschieden sich nicht zwischen den Terminen, trotz der angestiegenen körperlichen Bewegungsaktivität von T1 zu T2 und T1 zu T3. Diastolisch

wurde zwischen T1 und T2 ein Effekt sichtbar, der vielleicht als Gewöhnungseffekt zu interpretieren wäre. Eine weitere Analyse unter Ausschluss von Segmenten mit hoher Bewegungsaktivität bestätigte diesen Befund beim Tages-Mittelwert hinsichtlich des systolischen und des diastolischen Blutdrucks (aber nicht von T1 zu T3); entsprechende Tendenzen zeigten sich auch beim Nacht-Mittelwert. Die mittleren Differenzen betrugen jedoch nur wenige mm Hg. Die deutlichsten Blutdruckreduktionen ergaben sich bei den Standardsituationen sowie bei den Klinikmahlzeiten. Die Herzfrequenzen blieben über die Untersuchungstermine, ausgenommen die Nacht T1 zu T2, weitgehend unverändert (Tabelle 7.6).

Die Stabilitätskoeffizienten der Mittelwerte physiologischer und psychologischer Werte, mit Ausnahme des Aktivitätsindex, waren relativ hoch; bei den Blutdruckmessungen in den Standardsituationen, die nur auf einer Messung beruhten, deutlich geringer. Zum Termin 3 nahmen die Stabilitätskoeffizienten, auch für die Herzfrequenz, natürlich ab. Die Standardabweichungen der physiologischen Messwerte blieben weitgehend konstant, so dass eine Varianzeinengung nicht behauptet werden kann.

Die leichte Absenkung der Blutdruckwerte unter relativ standardisierten Bedingungen von T1 zu T2 wäre als Adaptation an die Untersuchung zu interpretieren. Zumindest bei den Nacht-Mittelwerten sprechen hohe Stabilitätskoeffizienten und Mittelwertunterschiede für diese Annahme (Tabelle 7.7).

Die Analysen sprachen (1) für eine relativ hohe Reproduzierbarkeit der Messwerte über die zwei ersten Untersuchungstage, und (2) für einen zwar signifikanten, wenn auch nicht großen Adaptationseffekt des Blutdrucks von T1 zu T2, d.h. innerhalb des 48-Stunden-Monitoring des Blutdrucks. Die Methodik wurde von den Patienten zwar weithin akzeptiert, war jedoch mit der hier verwendeten Technik – im Unterschied zu den neueren, leiseren und leichteren Systemen mit oszillometrischer Methode – anfänglich belastend. Uneinheitlicher waren die Ergebnisse zur Reproduzierbarkeit über 14 Tage, also von T1 zu T3. Nur unter Standardbedingungen, d.h. aufgrund einzelner Messungen, war ein Effekt sichtbar.

Bei der Interpretation waren, außer der Gewöhnung an die Untersuchung, die zu erwartenden therapeutischen Effekte zu bedenken. Die zusätzlichen psychologischen Daten sprachen ebenfalls für die Annahme, dass die subjektive Belastung gegen Ende des Heilverfahrens wieder angestiegen war.

Die Motivation und das Interesse an der Untersuchung waren gesunken, hinzu kam vielleicht eine Erwartungsspannung vor der Rückkehr in den Alltag (sogenannter „back-home - Effekt“). Die erwarteten Reduktionen der Messwerte zwischen T1 und T3 blieben weitgehend aus, obwohl sich Gewöhnungs- und Therapieeffekte hätten addieren können. Vielleicht war der zeitliche Abstand noch zu gering oder es bestanden zu viele Störfaktoren. Nur ein aufwendiger Kontrollgruppenplan mit Messwiederholungen könnte dies aufklären. Rückblickend sind die Effekte wohl zu gering, um eine solche Studie zu rechtfertigen.

#### Psychologische Gruppenunterschiede

Persönlichkeitspsychologische Unterschiede zwischen den Patienten der WHO-Stadien II und III liessen sich nicht nachweisen. Dagegen führte die Gruppierung nach Medikamenteneinnahme zu mehreren signifikanten Unterschieden: die Patienten mit Medikation schilderten sich als relativ lebenszufriedener und weniger erholungsunfähig und hatten geringere Werte auf der Skala "Ärger nach innen". Ob es sich hier um die positiven Auswirkungen der Antihypertensiva und Psychopharmaka handelte, musste offen bleiben. Dagegen lieferten die Gruppierungen nach der Tag-Nacht-Differenz oder dem mittleren Blutdruck oder den Standardsituationen keine konsistent interpretierbaren Befunde

Die nach den verschiedenen Skalen des Bereichs Ärger (FPI-R und STAXI) gebildeten Gruppen erbrachten ebenfalls inkonsistente Ergebnisse. Es gab hinsichtlich der Aggressivität, Gehemmtheit, Erregbarkeit (FPI-R), der Ärger-Eigenschaft und des kontrollierten Ärgerausdrucks (Anger-Control, STAXI) keine Unterschiede in den Blutdruckwerten. Bei der Skala Anger-Out lagen alle Testwerte unter dem Normwert, so dass auf die Hypothesenprüfung verzichtet wurde. Nur für die Anger-In Skala, d.h. bei eher nach innen gerichtetem Ärger (Items wie „Ich fresse Dinge in mich hinein“), bestand ein knapp signifikanter differentieller Effekt im diastolischen Blutdruck (Tabelle 7.8). Angesichts der zahlreichen Vergleiche müssen jedoch die Vorbehalte der notwendigen der  $\alpha$ - Adjustierung gemacht werden.

Tabelle 7.6: Reproduzierbarkeit über drei Termine: unspezifische Tagesmittelwerte und Messwerte aus Standardsituationen

	Mittelwerte				t-Tests		
	T1	T2	T3	n	p (1/2)	p (1/3)	p (2/3)
Unspezifische Tagesmittelwerte							
Systole	142.8	141.0	142.8	51	.06	.48	.17
Diastole	88.8	86.5	87.0	51	.00 **	.04 *	.32
Herzfrequ. <sup>1</sup>	78.3	78.1	78.0	51	.41	.44	.48
Aktivität <sup>1</sup>	13.6	17.7	18.3	51	.00 **	.00 **	.32
Unspezifische Tagesmittelwerte unter Ausschluss von bewegungsreichen Segmenten <sup>2</sup>							
Systole	141.2	138.3	140.0	51	.01 *	.25	.19
Diastole	89.4	87.3	88.2	51	.00 **	.12	.21
Herzfrequ. <sup>1</sup>	76.2	75.1	74.7	51	.02 *	.16	.40
Aktivität <sup>2</sup>	4.2	5.3	4.9	51	.01 *	.09	.24
Standardsituationen							
Systole	144.2	141.4	137.5	51	.05 *	.00 **	.02 *
Diastole	88.7	86.0	83.3	51	.00 **	.00 **	.00 **
Herzfrequ. <sup>1</sup>	74.9	74.4	76.0	51	.24	.25	.24
Aktivität <sup>2</sup>	13.6	13.8	14.8	51	.38	.06	.09
Klinikmahlzeiten							
Systole	144.7	139.7	141.0	46	.01 *	.05 *	.26
Diastole	92.3	91.0	89.8	46	.10	.03 *	.16
Herzfrequ. <sup>1</sup>	77.5	77.0	76.5	46	.29	.29	.38
Aktivität <sup>2</sup>	5.1	4.6	6.0	46	.35	.26	.20
Nacht-Mittelwerte							
Systole	121.7	117.2	120.4	49	.00 **	.25	.06
Diastole	76.5	75.5	74.5	49	.06	.05 *	.20
Herzfrequ. <sup>1</sup>	62.3	62.3	63.8	48	.45	.05 *	.09
Aktivität <sup>2</sup>	0.1	0.1	0.1	49	.26	.43	.32

Anmerkungen: <sup>1</sup> Blutdruckmessintervall (Blutdruckmessminute und eine Minute davor).

<sup>2</sup> Unter hoher Bewegungsaktivität wurde dabei ein Messwert > 30 verstanden, also ungefähr das unterste Drittel der Prozentwertverteilung zur Aktivität wurde einbezogen. \* = p < .05, \*\* = p < .01

Tabelle 7.7: Stabilitätskoeffizienten von Blutdruckmessungen, Herzfrequenz, Aktivitätsindex und ausgewählten Items (N = 51)

		Tag 1		Korrelation	
		Mittelwert	SD	Tag 1-2	Tag 1-3
Systolischer Blutdruck					
Nacht	Mittelwert	121.5	17.7	.83***	.76***
Tag	Mittelwert	142.8	13.6	.83***	.67***
Ruhe	Vor Cold Pressor	138.1	14.6	.52***	.47***
	Nach Entspannung	133.6	13.6	.41**	.60***
Standardsit.	Cold-Pressor	147.5	18.1	.63***	.61***
	Konzentrationstest	144.9	14.7	.53***	.58***
	Treppensteigen	163.1	23.6	.69***	.62***
Diastolischer Blutdruck					
Nacht	Mittelwert	76.3	9.4	.88***	.62***
Tag	Mittelwert	88.8	6.9	.83***	.51***
Ruhe	Vor Cold Pressor	92.0	8.3	.54***	.49***
	Nach Entspannung	86.1	8.4	.64***	.50***
Standardsit.	Cold-Pressor	94.4	9.1	.65***	.35
	Konzentrationstest	92.2	9.1	.54***	.34
	Treppensteigen	76.0	10.7	.46***	.23
Herzfrequenz					
Nacht	Mittelwert	62.0	8.0	.90***	.79***
Tag	Mittelwert	78.3	10.6	.90***	.45***
Ruhe	Vor Cold Pressor	72.0	9.8	.81***	.50***
	Nach Entspannung	66.4	9.8	.83***	.61***
Standardsit.	Cold-Pressor	73.2	9.7	.81***	.49***
	Konzentrationstest	74.7	11.1	.85***	.49***
	Treppensteigen	94.4	21.3	.91***	.19
Aktivitätsindex					
Tag	Mittelwert	13.6	8.0	.68***	.33
	Treppensteigen	55.7	25.7	.27	.26
Selbsteinstufung Körperlich Angespannt					
Tag	Mittelwert	1.94	0.60	.73***	.40**
Selbsteinstufung Bedrückt					
Tag	Mittelwert	1.56	0.66	.88***	.59***
Selbsteinstufung Ärgerlich					
Tag	Mittelwert	1.37	0.43	.78***	.66***

Anmerkungen: Tag 1 und 2, Tag 3 ca. 10 Tage später. \*p ≤ .05; \*\*p ≤ .01; \*\*\*p ≤ .001

Tabelle 7.8: Gruppierung nach niedrigen/hohen Werten "Anger-In" (STAXI)

Skala / Variable	n(x)	n(y)	M(x)	M(y)	df	p
Systolischer Blutdruck.	31	20	137.1	140.5	49	.17
Diastolischer Blutdruck	31	20	84.1	87.1	49	.04 *
Mittlerer Blutdruck	31	20	101.4	104.6	49	.06
Herzfrequenz	31	20	73.2	77.3	49	.06

Anmerkungen: Verwendet wurden die Mittelwerte über alle Tage. \* =  $p < .05$ , \*\* =  $p < .01$ .

Die Patienten hatten den Rehabilitationserfolg insgesamt sowie auch die einzelnen Reha-Anwendungen beurteilt. Aus drei Items wurde ein Zufriedenheits-Summenwert gebildet.

Sind Sie mit dem Ergebnis Ihrer stationären Heilbehandlung aus heutiger Sicht zufrieden ? Würden Sie aufgrund Ihrer Erfahrungen eine stationäre Heilbehandlung in unserer Klinik einem anderen Menschen mit ähnlichen Beschwerden empfehlen? Ist Ihr heutiger gesundheitlicher Zustand im Verhältnis zur Zeit vor der stationären Heilbehandlung gebessert? Die individuelle Reha-Beurteilung wurde mit der Veränderung der Blutdruckwerte verglichen. Positive Differenzen standen für eine Senkung der Werte zwischen T1 und T3 und müssten mit der Reha-Beurteilung positiv korrelieren. Eine signifikante Beziehung gab es jedoch nur bei der Herzfrequenz ( $r = .33$ ), nicht beim Blutdruck.

### Kommentar

Mit diesen Untersuchungen wurde eine praktische Methode zum ambulanten psychophysiologischen Monitoring entwickelt, wobei auf physiologischer Seite dem *Blutdruck* das Hauptinteresse galt. In einer zweiten Arbeitsrichtung stand dagegen das Monitoring der *Herzfrequenz* im Mittelpunkt und die Entwicklung des innovativen interaktiven Monitoring.

Die Untersuchung der Patienten mit essentieller Hypertonie erbrachte mehrere psychophysiologische Befunde. Von den Hypothesen zu den Fragebogenskalen wurde zwar nur eine bestätigt, die eine  $\alpha$ -Adjustierung nicht überstehen würde. Statt dessen waren mehrere Selbsteinstufungen des Befindens mit den aktuellen Blutdruckwerten assoziiert. Die drei Facetten "aufgeregt", "ärgerlich" und "wohl fühlen" waren hervorzuheben, weil die Mittelwerte der gemessenen Bewegungsaktivität keinen Unterschied zwischen den betreffenden Segmenten anzeigte. Die Ergebnisse

scheinen also in dieser Hinsicht robust zu sein. Die beobachteten Effektstärken waren allerdings mit wenigen mm Hg nur gering.

Die Segmentierungen aufgrund der jeweils identifizierten psychologischen Episoden und ebenso ein relativ häufiges Segment (Mahlzeiten in der Klinik oder Gaststätten-Besuch) waren offensichtlich mit Bewegungsaktivität so sehr verquickt, dass die Unterschiede zur unspezifischen Tagesaktivität unzuverlässig waren. Bemerkenswert war die Effektstärke der psychologischen Episoden von ca. 20/12 mm Hg (bei nur geringem Pulsanstieg von 3 Schlägen) im Vergleich zu den geringen Veränderungen zwischen den Befindens-Segmenten und im Vergleich zu den physiologischen Episoden mit ca. 35/1 mm Hg und Pulsdifferenz von 26. Psychologische Episoden wurden bei 42 der 51 Patienten identifiziert. In Kämpplers (1994) Untersuchung an Studenten waren es 16 von 42 (siehe auch Abbildung 7.2).

#### **7.2.4 Psychophysiologisches Blutdruck-Monitoring bei Personen mit labil hypotonen Werten**

Begleitend zu dem Projekt über hypotone Blutdruckregulation (Abschnitt 5.6) wurde auch eine Monitoring-Studie unternommen: *Psychophysiologie der Hypotonie: 24-Stunden-Monitoring bei hypo- und normotonen Studierenden Baas, Jost & Wilmers, 1994*. Die Untersuchungsgruppe setzte sich aus 55 Studierenden aller Fachrichtungen (außer Psychologie) zusammen: 12 Männer und 43 Frauen. Das Durchschnittsalter betrug 24.8 Jahre (20-28 Jahre). Bei 30 Teilnehmern war es eine Nachuntersuchung, da sie schon an der Laboruntersuchung (CadAlbert, 1997) teilgenommen hatten. Bei der Gruppenbildung wurde ausschließlich der systolische Blutdruck zur Definition verwendet, wobei die Gruppe der Männer und die der Frauen jeweils am Median der Verteilung der systolischen Ruhemessungen halbiert wurde.

#### **Zusammenfassung**

"Die Hauptfragestellung dieser Untersuchung bezog sich auf den Zusammenhang zwischen hypotonem Blutdruck und Beschwerden bzw. negativer Befindlichkeit. Die Annahme, dass Personen mit niedrigem Blutdruck im Gegensatz zu Normotonen häufiger Beschwerden äußern und eine beeinträchtigte Befindlichkeit aufweisen, konnte nicht belegt werden. Ten-

denziell weisen einzelne Ergebnisse sogar in die entgegengesetzte Richtung.

Auffällig waren in dieser Untersuchung die Unterschiede zwischen Männern und Frauen. Im Gegensatz zu den Männern äußern Frauen über das Monitoring hinweg mehr aktuelle Beschwerden (Beschwerdensumme) und neigen eher dazu, ihre Beschwerden auf Hypotonie zu attribuieren (Hypotoniefragebogen). Zwischen dem systolischen Blutdruck und den Befindlichkeits-Items ergaben sich keine signifikanten Koeffizienten, ebenso wenig zu den aggregierten Werten für "Beschwerdensumme", "Positives Befinden" und "Negatives Befinden". (Baas, Jost & Wilmers, 1994, S. 64).

Trotz des langen Zeitraums von durchschnittlich 18 Monaten seit der Datenregistrierung von Cadalbert (1994) zeigte sich ein Zusammenhang von  $r = .70$  (auskultatorische Meßmethode) für die systolischen Ruhemittelwerte beider Studien ( $N = 30$ ).

#### Kommentar

Die Hypothese, dass Hypotonie mit akuten Beschwerden und beeinträchtigter Befindlichkeit einhergeht, konnte nicht bestätigt werden. Zum einen hatten nur wenige Untersuchungsteilnehmer überhaupt aktuelle Beschwerden geäußert. Dadurch wurden die statistischen Aussagemöglichkeiten der Gruppenvergleiche und Korrelationen sehr eingeschränkt. Zum anderen müssten hier die Selektion der Personen und die Kriterien der Gruppeneinteilung in hypotone und normotone Personen berücksichtigt werden. Trotz aller Bemühungen konnten nur wenige Studierende mit deutlich erniedrigten Blutdruckwerten gefunden werden. Entgegen der Erwartung wurden ausgeprägte Hypotonien kaum erfasst.

## **7.3 Kontinuierliches nicht-invasives Blutdruck-Monitoring mit dem Portapres-System**

### **7.3.1 Blutdruckniveau, Variabilität und Reaktivität**

Der mittlere arterielle Blutdruck bestimmt die Druckbelastung der Gefäße und ist deshalb der wesentliche Parameter für die Diagnose und Behandlung der Hypertonie. Das Blutdruckniveau ist Prädiktor für die Entwicklung von Organschädigungen, u.a. der linksventrikulären Hypertrophie. Es

gibt jedoch Hinweise aus klinischen Untersuchungen und follow-up Studien, dass auch dynamische Aspekte der Blutdruckregulation, d.h. die Variabilität und Reaktivität, zusätzliche Prädiktoren (mit inkrementeller Validität) sind. So wurde diskutiert, ob Niveau und Reaktivität von verschiedenen Mechanismen gesteuert werden. Biobehaviorale Theorien gehen davon aus, dass der gesteigerten Reaktivität eine wichtige Rolle in der Ätiologie der primären Hypertonie zukommt (u.a. Fredrikson & Matthews, 1990). Demnach wären außer dem arteriellen Mitteldruck auch die Variabilität zu erfassen und das nächtliche Absinken des Blutdrucks (siehe u.a. Pickering, 1991; Zanchetti, 1997).

Deutliche Blutdruckanstiege während Emotionen und Beanspruchung (Stress/Strain) sind bei Patienten mit essentieller Hypertonie und auch bei Personen mit normotonomem Blutdruck seit Jahrzehnten eingehend beschrieben worden, ohne dass bisher die ätiologische Relevanz eindeutig geklärt ist. Auch zur Frage der diagnostischen und prognostischen Bedeutung solcher Reaktionen und zum möglichen ätiologischen Stellenwert gibt es eine umfangreiche Literatur: u.a. in Hinblick auf die Barorezeptoren-Regulation, auf verhaltenstheoretische Konzepte, auf die hypothetische Chronifizierung von Bereitstellungsreaktionen. Die spezifische Aufgabe der psychophysiologischen Forschung besteht darin, die Rolle psychologischer Bedingungen für das Blutdruck-Tagesprofil zu bestimmen und die Grundlagen für biobehaviorale Theorien auszubauen. Die Methodik muss sich deshalb auf das *Blutdruckniveau* und ebenso auf die *spontane Variabilität* und auf die *situative Reaktivität* richten. Die Dynamik solcher Blutdruckreaktionen war früher nur invasiv zu messen. Die konventionelle Methodik mit auskultatorischer oder mit oszillometrischer Messung ist unzureichend, da die Zeitcharakteristik emotionaler Reaktionen oft viel kürzer ist als es die üblichen Messintervalle von 15 oder mehr Minuten abbilden können.

Bei der üblichen Messung des Blutdrucks am Oberarm werden alle Blutdruckreaktionen, die im Intervall zwischen zwei Messungen liegen, übersehen. Auch das ambulante 24-Stunden-Monitoring des Blutdrucks mit dem konventionellen Zeitraster von 15, 20 oder 30 Minuten erfasst nur einen kleinen Ausschnitt der Blutdruckänderungen im Tageslauf. Deswegen ist es sehr interessant, die Dynamik des Blutdrucks in der Laborforschung und beim Monitoring unter Alltagsbedingungen kontinuierlich und nicht-invasiv zu messen.

Außer diesem zeitlichen Aspekt der Blutdruckdynamik gibt auch die relativ geringe Reaktionsamplitude unter Laborbedingungen immer wieder Anlass für kritische Überlegungen. Bei normotonen Personen sind emotionale Blutdruckreaktionen im psychophysiologischen Labor, d.h. bei bestimmten Aufgaben und sog. "Labor-Stressoren" in der Regel nur in geringfügiger (Größenordnung 10 mm Hg) oder höchstens in mittlerer Ausprägung (ca. 20 bis 30 mm Hg) zu beobachten. Es ist möglich, dass die Varianz zu klein ist, um wichtige Hypothesen angemessen zu prüfen. Die sonst als "Goldstandard" angesehene Belastung am Ergometer mit ihrer sehr ausgeprägten Blutdruckreaktion wäre jedoch kaum der richtige Vergleichsmaßstab. In überzeugender Weise können die mit emotionalen oder mentalen Belastungen provozierten Blutdruckreaktionen nur bewertet werden, wenn sie mit Messungen unter entsprechenden Alltagsbedingungen verglichen werden (siehe Abschnitt 8.3).

### **7.3.2 Methodenstudien zur Präzision der Messungen**

In den bisher geschilderten Projekten wurde der Blutdruck mit der auskultatorischen Methode, mittels Stethoskop oder – zumeist – mittels Manschettenmikrophon gemessen. Heute wird oft die oszillometrische Methode verwendet, d.h. statt der Korotkow-Geräusche werden die Druckänderungen in der Manschette, welche von der Blutdruckwelle verursacht werden, zur Messung benutzt. Diese Methode ist robuster und kann auch am Handgelenk und am Finger verwendet werden.

Ein neues Fenster auf die Blutdruckdynamik wurde mit den von Weseling u.a. (TNO, Amsterdam) entwickelten Geräten zur indirekten Messung des arteriellen Blutdrucks am Finger mit der vascular-unloading Technik nach Peñaz geöffnet. Ein Teil der ersten Geräteserie (Finapres) war allerdings messtechnisch unbefriedigend. Technisch weiterentwickelt ist das Portapres Modell 2. Dieses enthält einen Batteriesatz und ein Höhenkorrektur-System, so dass auch ambulante Messungen möglich wurden.

Mit dem Portapres Model 2 (BioMedical Instrumentation, Amsterdam, NL, [www.bmi-tno.nl](http://www.bmi-tno.nl)) kann der Finger-Blutdruck kontinuierlich nicht-invasiv gemessen werden. Die Methodik wurde in größeren Untersuchungsreihen auch für verhaltensorientierte und hämodynamische Un-

tersuchungen unter Alltagsbedingungen verwendet (u. a. Jain, 1995; Schmidt, Engel & Blümchen, 1992; Schmidt & Jain, 1996; Schmidt et al., 1999; Scheuch, Berndt, Knöpfel & Seibt, 1998; Seibt, Berndt, Knöpfel & Scheuch, 2001; Schultze, 2004; Weidemann, 2002).

Dem Vorzug der größeren zeitlichen Auflösung bei der kontinuierlichen Blutdruckmessung am Finger steht die geringere Präzision der Messungen gegenüber. Deswegen wurden Methodenstudien unternommen, um die Größenordnung der Messfehler zu bewerten und mögliche Ursachen zu erkunden. *Kontinuierlichen Blutdruckmessung am Finger (Portapres 2) im Vergleich zu oszillometrischer (SpaceLabs 90207) und auskultatorischer (Boucke Tensiomat FIB 4/C) Technik* (Fahrenberg, unter Mitwirkung von Herrmann, Lutz, Müller, Szabo & Will, 1997c); *Psychophysiologische Aspekte der normotonen und der labil-hypertonen Blutdruckregulation* (Marwitz, 1997); *Die Messung des Finger-Blutdrucks. Eine Methodenstudie mit zwei Geräten* (Fahrenberg, 2000a); *Kontrolliertes und interaktives Blutdruck-Monitoring: Neue Strategien und Ergebnisse* (Fahrenberg & Foerster, 2002).

### **Übersicht zur Problemlage**

Seit der Einführung der Finapres/Portapres-Geräte für kontinuierliche Messung des Blutdrucks am Finger gab es eine Diskussion über die Zuverlässigkeit dieser Messungen. In der Praxis zeigten sich neben hoher Übereinstimmung mit oszillometrischen Messungen des Brachialis-Blutdrucks nicht selten irritierende Diskrepanzen. Es wurden Abweichungen zwischen Portapres-Messungen und intra-arteriellen Messungen (Radialis, Brachialis) beobachtet und ähnlich auch zwischen Portapres-Messungen und oszillometrischen sowie auskultatorischen Messungen am Oberarm. Die Ergebnisse der Methodenstudien waren widersprüchlich, wobei die Kommentare und Schlussfolgerungen zunehmend kritisch wurden. Offensichtlich handelt es sich bei den Diskrepanzen *nicht* um einen konstanten Fehler.

Die Reliabilität der Messungen ist jedoch nicht auf einfache Weise festzustellen, denn es sind mehrere wichtige Einflussgrößen zu berücksichtigen. Selbstverständlich muss bei den nicht-invasiven Vergleichsmessungen kritisch gefragt werden, ob sich diese tatsächlich als Referenzmethode eignen, da sie ihrerseits erhebliche Unsicherheiten und Probleme aufweisen. Genaue Vergleichsmessungen unter Berücksichtigung

solcher Einwände haben sich als relativ schwierig erwiesen. Wenn es grundsätzlich um die Evaluation der Methodik der Blutdruckmessung am Finger geht, sind die vier, u. a. von Kenner (1988) genannten Aspekte der Messung zu bedenken:

- Genauigkeit (accuracy) im Vergleich zu den "wahren" Werten einer Referenzmethode,
- Reproduzierbarkeit,
- Amplituden-Auflösung,
- zeitliche Auflösung.

Der erste und der zweite Aspekt entsprechen in etwa den Begriffen Parallel-Test-Reliabilität (wobei allerdings keine "wahren" Werte existieren) bzw. der Retest-Reliabilität in der Testkonstruktion. Der Mittelwert der Differenzen zweier Methoden (mittlere Abweichung) wird hier als *accuracy* (Genauigkeit) und die Standardabweichung der Differenzen als *precision* (Präzision) definiert (siehe auch Imholz et al., 1998; Jellema et al., 1996; Silke & McAuley, 1998).

Die Amplituden-Auflösung kann bei den hier verglichenen Messmethoden insgesamt als befriedigend gelten. Die hohe zeitliche Auflösung der Finapres-/Portapres-Geräte ist natürlich allen anderen nicht-invasiven Methoden überlegen. Als weiterer Aspekt wird oft die Genauigkeit bei der Wiedergabe einer Messwertänderung (Tracking) genannt, denn bei einem konstanten Fehler könnte dennoch ein zuverlässiges Tracking mit einem bias (offset) des Mittelwertes möglich sein. Wenn jedoch die Messgenauigkeit unzureichend ist und die Werte über einen sehr weiten Bereich streuen, wird auch das Tracking unzuverlässig sein. Die Bewertung hängt natürlich auch von den spezifischen Zielen einer Untersuchung ab: den mit einem bestimmten Fehler assoziierten Risiken, der Absicht eines Trackings von schnellen Blutdruckänderungen oder der Absicht des ambulanten Monitoring.

### Vergleich mit intra-arteriellen Messungen

In einem Review hatten Imholz et al. (1998) die Untersuchungen, in denen Finger-Blutdruck und intra-arteriell gemessener Brachialis-Blutdruck verglichen wurden, zusammengefasst:

"The weighted accuracy of finger arterial pressure measurement among these studies comprising a total of 1031 subjects was

– 0.8 – 11.7 mm Hg (range – 48 to 30 mm Hg) for systolic pressure,  
– 1.6 – 8.5 mm Hg (range – 20.1 to 18.5 mm Hg) for mean pressure, and  
– 1.6 – 7.7 mm Hg (range – 13.4 to 25 mm Hg) for diastolic pressure..."  
(p. 607).

"Although the accuracy of finger blood pressure in our review showed considerable scatter, the weighted accuracy of finger blood pressure among the 43 studies investigated remain within the 5 mm Hg limit of the American Association for the Advancement of Medical Instruments. The precision is too low for systolic and mean pressures and does not meet the acceptable limits of the 8 mm Hg of the AAMI recommendations (...) Although for diastolic pressure the accuracy and precision values are within the AAMI limits the overall performance does not permit finger blood pressure measurements for assessment of absolute blood pressure levels in individual patients." (p. 610).

"For the assessment of beat-to-beat changes in blood pressure and assessment of blood pressure variability Finapres proved a reliable alternative for invasive measurements when mean and diastolic pressures are concerned. Differences in systolic pressure are larger and reach statistical significance but are not of clinical relevance." (p. 610)

Die Abweichungen waren also im Mittelwert relativ gering, doch bestand aufgrund der großen Standardabweichungen der Differenzen (weite Grenzen des Übereinstimmungsbereichs) ein hohes Risiko von Fehlmessungen und Fehlbewertungen.

In einer Reanalyse von Finapres-Daten aus 20 Studien kamen Silke und McAuley (1998) zu den folgenden Ergebnissen und Schlussfolgerungen hinsichtlich der Übereinstimmung mit intra-arteriellen Messungen (IAP) an der Radialis oder Brachialis. Diese Ergebnisse beruhen auf einer neuen Methode, durch Schätzung robuster Parameter zu einer besseren Beurteilung der Messgenauigkeit zu kommen:

"Based on 449 patients and 4490 re-samples, the average Finapres systolic bias (IAP - Finapres) was 2.2 mm Hg (s.d. – 12.4) with limits of agreement (bias – 2 s.d.) of - 22.6 and 26.9 mm Hg. The average precision was 12.1 mm Hg (s.d. – 8.4). The Finapres diastolic bias was - 0.3 mm Hg (s.d. – 7.9) with the limits of agreement - 16.1 and 15.5 mm Hg. The average precision was 7.6 mm Hg (s.d. – 5.3). The average Finapres mean arterial pressure bias was 2.1 mm Hg (s.d. – 8.6) with precision of 7.6 mm Hg (s.d. – 5.3). The calculated percentage of Finapres systolic values ex-

pected to fall within  $-5$  or  $-10$  of the direct intra-arterial pressure was 35.9% and 73.1%, respectively. The calculated precision of the Finapres systolic pressure between 0–5 mm Hg was 1.6% and between 0–10 mm Hg 36.4%. The comparable values for Finapres diastolic BP values were 63.5% and 92.8% and for precision 23.1 % and 79.2%.

The Finapres device can provide an accurate estimate of diastolic and mean arterial pressure compared with the intra-arterial record; the apparent inaccuracy of the Finapres systolic pressure may have a physiological explanation. When the Finapres device is used in experimental or in clinical situations, then calibration against a reliable reference arterial pressure is desirable to obviate the possibility of an 'offset' error." (p. 403).

In einer weiteren Arbeit, die sich auf den Vergleich von Messungen mit dem Portapres Gerät und intra-arteriellen Messungen bei 39 Patienten unter verschiedenen klinischen Bedingungen bezog, gelangten Hirschl, Woisetschläger, Waldenhofer, Herkner und Beer (1999) zu dem Schluss, dass die Messung des Finger-Blutdrucks ein genaues und präzises Verfahren zum Monitoring des Blutdrucks darstellt. Allerdings räumen die Autoren ein, dass bei 11.4 % ihrer 3118 Messungen (MAP) die Veränderung des Finger-Blutdrucks in entgegengesetzter Richtung zur Referenz erfolgte. Gerin, Pieper und Pickering (1993) haben darauf aufmerksam gemacht, dass die kontinuierlich gemessenen Reaktionswerte des Finger-Blutdrucks wegen der sehr viel größeren Anzahl der Messpunkte eine höhere Reliabilität als Veränderungswerte auf der Basis intermittierender Messungen haben können.

Methodenstudien haben also überwiegend gezeigt, dass der mit Portapres (oder mit dem Vorgängermodell Finapres) gemessene Finger-Blutdruck oft von den Messungen mit oszillometrischer oder mit invasiver Technik an der Brachialis-Arterie abwich. Die absoluten Abweichungen können, insbesondere beim systolischen Blutdruck, doch so hoch sein, dass sie von praktischer Bedeutung für die Diagnostik sind. Wenn es primär auf das Monitoring der Schlag-zu-Schlag-Änderungen oder auf die Blutdruckvariabilität ankommt, ist diese Methodik noch bedingt geeignet (zur Messmethodik und zur Kritik siehe auch Ristuccia, Grossman, Watkins & Lown, 1997; Wesseling et al., 1995).

Falls es sich bei den Abweichungen von den oszillometrischen Kontrollmessungen um einen konstanten offset des Gerätes handelte, wäre dies für die Beurteilung von Blutdruckreaktionen weniger wichtig als für die

Messung des Blutdruckniveaus. Falls jedoch darüber hinaus, u.a. wegen der Durchblutungsverhältnisse am Finger, systematische und auch individuelle Trends existierten, wäre dies problematischer (Fahrenberg, 1997c; Ristuccia et al., 1997). Deshalb bleibt die Aufgabe bestehen, die maßgeblichen Bedingungen für solche Abweichungen aufzuklären. In Tabelle 7.9 sind einige der diskutierten bzw. untersuchten Aspekte angeführt. In der Literatur werden verschiedene Erklärungshypothesen für die Abweichungen genannt, doch ist offensichtlich keine allein maßgeblich. Es handelt sich um einen Komplex von Bedingungen und z. T. voneinander abhängigen Einflüssen.

Tabelle 7.9: Einflussfaktoren bei der Messung des Finger-Blutdrucks

Auswahl, Platzierung, Rotation, Fixierung der Manschette Gefäßtonus (Vasokonstriktion, kalte Finger), Einfluss der Immobilisierung der Hand auf die Durchblutung, Stauung durch die Fingermanschette, Fingertemperatur (habituell, klimabedingt, manschettenbedingt), Drift (verzögerte Erholung) Druckgradient zwischen A. brachialis und Finger, Transmission und Verzerrung der Pulswelle zur Peripherie, Seitenunterschiede rechts /links Finger-Switching Höhendifferenz zum Herzen Kalibrierung der Mess-Systeme Synchronisierung der Messungen
---

Diese Methodenprobleme sollen hier nicht weiter diskutiert werden (siehe Imholz et al., 1995, 1998; Langewouters, Settels, Roelandt & Wesseling, 1998; sowie Fahrenberg, 1997c, 2000a).

### **Statistische Analysen der Messgenauigkeit**

Bei der Beurteilung der Blutdruckmessungen wurden verschiedentlich Prozentangaben verwendet: wie viel Prozent der Messungen mit Methode A liegen im Bereich von  $\pm 5$  mm Hg (oder 10) der Referenzmethode B? Außerdem wurden Scattergramme mit Konfidenzintervallen (Konturogramme) verwendet (siehe u. a. O'Brien & O'Malley, 1991). Die Hypothese "Differenz (A-B) = 0" ist statistisch zu prüfen. Da die Genauigkeit der

Messung im mittleren Bereich praktisch wichtiger als im Extrembereich ist, kann der Messfehler für verschiedene Bereiche, z. B. unter 100, zwischen 100 und 150, über 150 mm Hg angegeben werden.

Die Genauigkeit einer Messung wurde oft als Regressionslinie (A- und B-Messung mit  $\pm 2$  Standardabweichungen) angegeben. Diese Darstellung hat jedoch Nachteile: (1) der Korrelationskoeffizient zeigt die Enge der Beziehung, aber nicht die Übereinstimmung an, da Mittelwertunterschiede unberücksichtigt bleiben, (2) die Höhe des Koeffizienten hängt von dem Range der Messwerte ab und (3) können hohe Koeffizienten trotz schlechter Übereinstimmung der Messungen gefunden werden.

Bland und Altman (1986) schlugen vor, die *Differenz* zwischen den beiden Methoden A und B (Y-Achse) gegen den *Mittelwert* von A und B (X-Achse) mit einem Intervall von  $\pm 2$  SD in einem Diagramm darzustellen. Dieser Bereich gibt die "limits of agreement" an. Falls die Differenzen in diesem Bereich als vernachlässigbar angesehen werden können, sind die Methoden A und B austauschbar (siehe auch die Beispiele bei Bland & Altman, 1986). Die Grenzen der Übereinstimmung stammen also aus einer gegebenen Untersuchung. Unter der Normalverteilungsannahme hinsichtlich der Differenzen kann der Standardfehler dieser Differenz geschätzt werden.

### **Zusammenfassung (Vergleich von Messmethoden)**

"In einer Serie kleinerer Untersuchungen befasst sich die vorliegende Methodenstudie mit der Übereinstimmung zwischen der kontinuierlichen Blutdruckmessung am Finger (Portapres 2) und zwei konventionellen, nicht-invasiven Techniken der oszillometrischen (SpaceLabs 90207) sowie der auskultatorischen Technik (Boucke Tensiomat FIB 4/6). Die Methodenprobleme eines adäquaten Vergleichs werden herausgearbeitet, um den Untersuchungsansatz schrittweise zu verbessern. Es ergab sich, dass ein genauerer Methodenvergleich wegen der Synchronisierungsprobleme höchstens auf Signalebene sinnvoll ist. Deswegen sind die Vergleiche mit der auskultatorischen Methode aussagekräftiger als die mit der oszillometrischen Methode, deren Algorithmus nicht genau bekannt ist.

Die kontinuierlich mit dem Portapres 2 am Finger gemessenen Blutdruckwerte weichen deutlich von den auskultatorisch (Boucke Tensiomat FIB 4/6) oder oszillometrisch (SpaceLabs 90207) an der A. brachialis bestimmten Werten ab. Die Abweichungen sind nicht konstant, d.h. sie vari-

ieren auch intraindividuell und sie liegen in einer Größenordnung (z.T. über 10 oder auch über 20 mm Hg), die jenseits der Fehlerquellen solcher Vergleichsstudien praktisch relevant sind. Andererseits gibt es immer wieder Registrierungen mit bemerkenswert hoher Übereinstimmung." (Fahrenberg et al., 1997c, S. 3).

### **Zusammenfassung (Vergleich zwischen zwei Portapres-Geräten)**

"Die Genauigkeit der Messungen kann ergänzend noch auf eine andere Weise geprüft werden: durch die kontinuierliche Messung des Finger-Blutdrucks mit *zwei Geräten*. Die vorliegende Methodenstudie beruht auf solchen simultan an der linken und an der rechten Hand durchgeführten Messungen. Weitere Vergleichsmöglichkeiten ergaben sich durch oszillometrische, an beiden Oberarmen durchgeführte Messungen des Brachialis-Blutdrucks mit Messwiederholungen in den Untersuchungsphasen.

An der Untersuchung nahmen 31 normotone Männer teil. Die Messungen erfolgten in liegender Position während Ruhe, leichter Ergometerarbeit und Erholung. Die Gerätekonfiguration bestand aus je zwei Portapres- und SpaceLabs Geräten und dem Vitaport2 als Datenrekorder. Die Reproduzierbarkeit der interindividuellen Messwerte wurde durch Messwiederholungen bestimmt. Die Übereinstimmung der Messergebnisse beider Geräte als Genauigkeit (accuracy) wurde durch die Berechnung der mittleren Differenz (Erwartungswert = 0) geprüft. Außerdem wurden die Differenzen der Geräte gegen den Mittelwert beider Geräte in einem Diagramm mit Übereinstimmungsgrenzen  $\pm 2$  SD (limits of agreement) dargestellt und der Standardfehler der mittleren Differenz (Precision) berechnet.

Der Vergleich der beiden Portapres-Geräte ergab für systolische Messwerte unter Ruhebedingungen als Mittelwert der Abweichungen beider Geräte (Genauigkeit) von 3.1 mm Hg (SEM = 1.3) und eine Standardabweichung der Differenzen (Präzision) von 7.4 mit Übereinstimmungsgrenzen von - 17.9 bis +11.6 mm Hg. Die entsprechenden Statistiken für den diastolischen Blutdruck lauten: Genauigkeit 2.8 mm Hg (SEM = 1.3) und SD = 7.3 mit Übereinstimmungsgrenzen von - 11.7 bis + 17.3. Zur Kontrolle wurden die entsprechenden Statistiken auch für die Herzfrequenz berechnet: Genauigkeit 0.6 bpm (SEM = 0.1) mit SD = 0.6 und Übereinstimmungsgrenzen von - 0.5 bis +1.7.

Die mittlere Differenz scheint zwar gering und fast vernachlässigbar zu sein, doch zeigen die weiten Grenzen des Übereinstimmungsbereichs an, dass die Messungen zweifelhaft und oft nicht ausreichend genau sein werden." (Fahrenberg, 2000a, S. 3).

Die Abbildung 7.5 zeigt die (Nicht-) Übereinstimmung zwischen den beiden Portapres-Geräten untereinander als Agreement-Plot nach Bland und Altman (1986), in dem die *Differenz* beider Methoden gegen *den Mittelwert beider Methoden* dargestellt wird. Die systolischen Werte liegen in einigen Fällen um bis zu 20 mm Hg auseinander.

### **Zusammenfassung (Vergleich zwischen zwei SpaceLabs -Geräten)**

Die Genauigkeit und Präzision der oszillometrischen Messung sind deutlich besser. Beim systolischen Blutdruck Genauigkeit  $-0.1$  mm Hg (SEM = 0.82) und SD = 4.6 mit Übereinstimmungsgrenzen von  $-9.2$  bis  $+9.0$ ; beim diastolischen Blutdruck Genauigkeit  $-1.2$  mm Hg (SEM = 0.7) und SD = 4.0 mit Übereinstimmungsgrenzen von  $-6.8$  bis  $+9.1$ ; bei der Herzfrequenz Genauigkeit  $-0.5$  mm Hg (SEM = 0.4) und SD = 2.3 mit Übereinstimmungsgrenzen von  $-5.0$  bis  $+4.0$ . Hinsichtlich der relativ schlechten Präzision der Herzfrequenz-Messungen ist zu bedenken, dass die oszillometrische Messung nur ca. 20 Sekunden dauert, so dass die Herzfrequenz auf eine Minute hochgerechnet werden muss. Die Koeffizienten der Reproduzierbarkeiten  $C_{rep}$  unter Ruhebedingungen betragen jedoch auch bei der oszillometrischen Methode für den systolischen Blutdruck 18 mm Hg, für den diastolischen Blutdruck 17 mm Hg und für die Herzfrequenz 9 Schläge/Minute (siehe Fahrenberg, 2000a).

### **Zusammenfassung (Vergleich zwischen Portapres und SpaceLabs -Gerät)**

Der Vergleich der Blutdruckmessungen am Oberarm und am Finger ergab Unterschiede zwischen den beiden Messmethoden mit mittleren bis hohen Effektstärken  $d$  (siehe Tabelle 7.10).

### **Diskussion**

Die Messergebnisse können unter verschiedenen Perspektiven bewertet werden. Korrelationsstatistisch ergab sich eine befriedigende Reproduzierbarkeit der individuellen Messwerte des Finger-Blutdrucks bei jedem der Portapres-Geräte: (1) über ein kurzes Intervall von zwei Minuten und

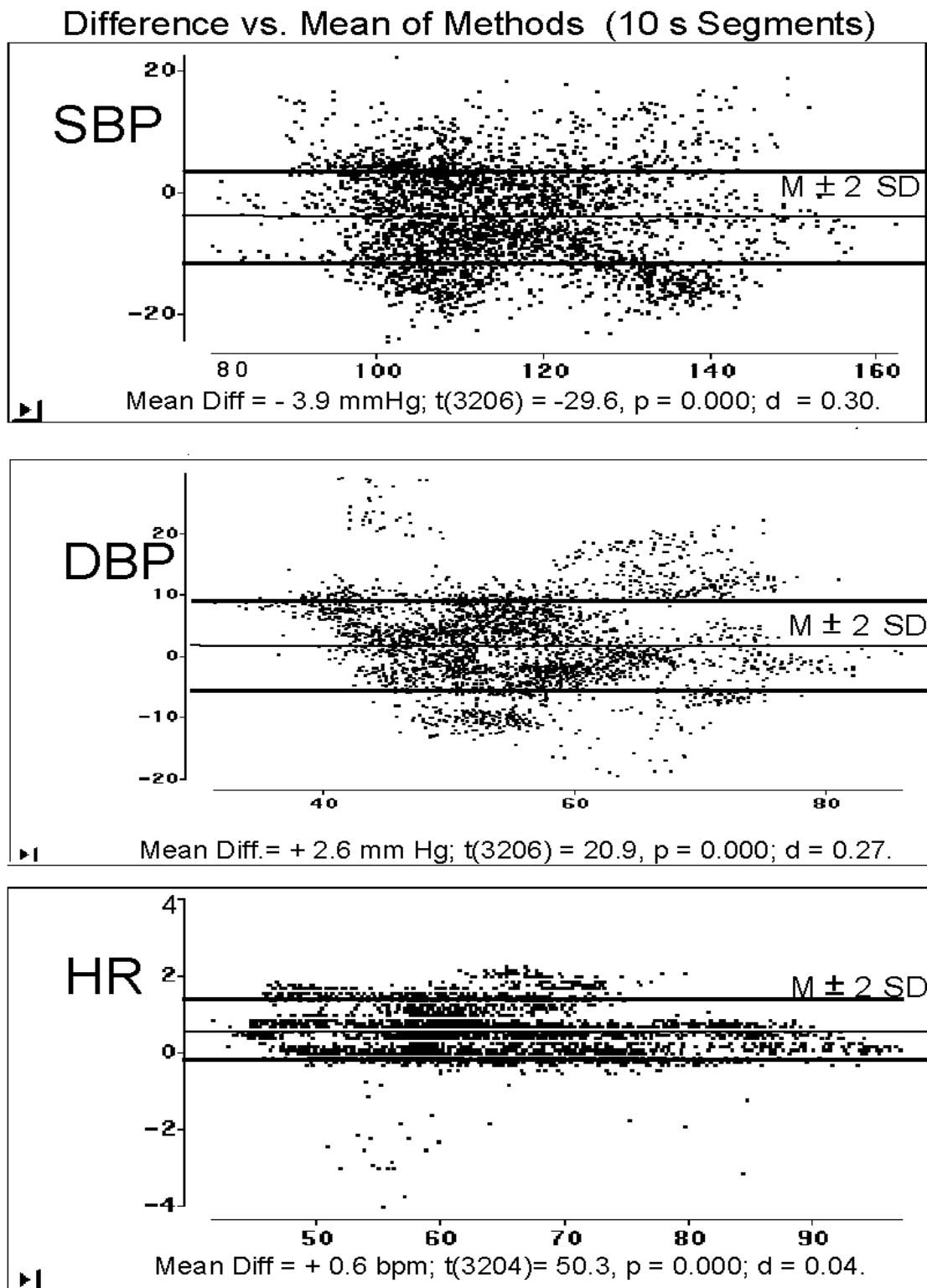


Abbildung 7.5: Messgenauigkeit des Finger-Blutdrucks in einer Methodenstudie mit zwei Portapres-Geräten A und B (N = 31, drei Phasen).

(2) zwischen den Untersuchungsphasen. Auch die Mittelwertunterschiede zwischen den Geräten Portapres A und B scheinen gering zu sein. Die systolischen Werte waren bei A um ca. 3 mm Hg niedriger und die diastolischen Werte um ca. 3 mm Hg höher als bei B, wenn die Ruhephase betrachtet wird. Während Ergometerarbeit und anschließender Erholung waren die Abweichungen (Bias) noch geringer. Auch bei der Herzfrequenz gibt es Abweichungen zwischen beiden Systemen in der Größenordnung von 0.5 bpm. Diese kleine Differenz könnte durch den PHYSIOCAL-Mechanismus bedingt sein bzw. durch die missing data, die bei beiden Geräten nicht identisch waren.

Die messmethodischen Probleme zeigen sich in aller Deutlichkeit erst in den Scatter Plots und Agreement Plots bzw. in den Übereinstimmungsbereichen mit ihren sehr weiten Grenzen. Dieser Übereinstimmungsbereich ( $M \pm 2 \text{ SD}$ ) beschreibt die Unsicherheit der Messungen.

Im Unterschied zu den Portapres-Geräten ergab sich zwischen beiden SpaceLabs-Geräten kein systematischer Mittelwertunterschied für Blutdruck und Herzfrequenz; der Übereinstimmungsbereich hat hier engere Grenzen (z. B. beim systolischen Blutdruck nur ca. 70 % des Übereinstimmungsbereichs vom Portapres Gerät). Die Herzfrequenzen waren bei der oszillometrischen Methode nur aus wenigen Datenpunkten geschätzt und nicht als Minuten-Mittelwerte tatsächlich gemessen wurden.

Der Vergleich zwischen den Messungen des Finger-Blutdrucks und des oszillometrisch gemessenem Brachialis-Blutdruck war hier nur mit Vorbehalten möglich. Der Vergleich bezieht sich auf die letzte Minute der Ruhephase bevor die SpaceLabs-Messung ausgelöst wurde. Die Messwerte waren also nicht strikt synchron erfasst (zu den Problemen einer Synchronisierung siehe Fahrenberg, 1997). Bei diesen Vergleichen ergaben sich Unterschiede mit z. T. großer Effektstärke für die Blutdruckvariablen (Ausnahme: systolische Werte rechts), jedoch nicht für die Herzfrequenz. Weitere Vorbehalte ergeben sich aus der Restriktion der Varianz, denn es wurden nur normotone Personen unter Ruhebedingungen bzw. während leichter körperlicher Belastung gemessen.

Die Untersuchungsergebnisse stimmen in der allgemeinen Aussage mit den zitierten Untersuchungen über Finger-Blutdruck und intraarterielle Werte überein. Die mittlere Differenz der Messungen scheint auf den ersten Blick numerisch in der Praxis fast vernachlässigbar zu sein.

Tabelle 7.10: Übereinstimmung zwischen Finger-Blutdruck (Portapres 2) und Oberarm-Blutdruck (SpaceLabs). Messungen unter Ruhebedingungen N = 31 mit t-Tests und Effektstärken.

	Finger- Blutdruck Letzte Minute		Oberarm- Blutdruck Einzelwerte		Finger Arm r	Differenz Blutdruck Oberarm minus Finger				
	M	SD	M	SD	r	M	SD	t	p	d
Linker Arm										
Systolischer	115.9	13.6	120.5	8.2	0.62	4.6	10.7	2.41	.022	0.43
Mittlerer	73.6	9.7	85.2	6.5	0.60	11.6	7.8	8.31	.000	1.49
Diastolischer	57.6	8.7	68.8	7.1	0.47	11.2	8.2	7.56	.000	1.37
Herzfrequenz	64.6	10.7	63.1	11.8	0.92	-1.5	4.5	1.86	.073	0.33
Rechter Arm										
Systolischer	120.5	14.1	120.6	9.0	0.54	0.1	12.0	0.05	.964	0.00
Mittlerer	72.0	10.1	85.3	6.4	0.59	13.3	8.2	9.00	.000	1.62
Diastolischer	55.2	9.1	67.6	6.5	0.55	12.5	7.8	8.94	.000	1.61
Herzfrequenz	64.2	10.5	63.6	12.7	0.90	-0.6	5.7	0.56	.577	0.10

Anmerkungen: Als Messgeräte wurden SpaceLabs 90207 für den Brachialis-Blutdruck und Portapres Mod. 2 für den Finger-Blutdruck verwendet. Dargestellt sind die Messwerte am Ende einer Ruhephase (N = 31). Durch die SpaceLabs-Messungen (in der Regel als Mittelwert der 2. und 3. Messung von drei Messungen zu Untersuchungsbeginn) wurden Seitenunterschiede festgestellt: systolisch (linker - rechter Arm) - 3 bis - 15 mm (M = -9 mm Hg), diastolisch (linker - rechter Arm) + 7 bis - 7 mm (M = -1 mm Hg). Diese Seitenunterschiede sind beim Vergleich zwischen dem Finger-Blutdruck und den kontralateralen Messungen mit der oszillometrisch Methode zu beachten.

Diese Abweichung bleibt jedoch aufgrund ihrer statistischen Signifikanz und wegen ihrer Effektstärke ein wichtiger Einwand. Insbesondere begründen die weiten Grenzen des Übereinstimmungsbereichs erhebliche Zweifel an der Messgenauigkeit. Die Untersuchungsergebnisse sprechen außerdem gegen die Annahme eines konstanten Fehlers (Offset).

Die konventionelle oszillometrische Messung des Brachialis-Blutdrucks ist wesentlich genauer, wird aber oft ein unzureichendes Bild der Blutdruckdynamik d. h. der kurzzeitigen Reaktionen und der allgemeinen Variabilität geben. Die neuen Untersuchungsergebnisse bestätigen, dass es sich bei den Abweichungen zwischen beiden Messmethoden nicht um einen konstanten Fehler im Sinne eines eventuell bei der Analyse von Ver-

änderungen ("Blutdruck Tracking") zu vernachlässigenden Offset handelt. Die mittlere Differenz scheint zwar gering und fast vernachlässigbar zu sein, doch zeigen die weiten Grenzen des Übereinstimmungsbereichs an, dass die Messungen zweifelhaft und oft nicht ausreichend genau sein werden.

Die oszillometrischen Messungen des Brachialis-Blutdrucks waren hinsichtlich Mittelwert und Standardabweichungen der Differenzen zwischen beiden Geräten vergleichsweise genauer. Es empfiehlt sich ohnehin, beim Anlegen des Portapres-Geräts Vergleichsmessungen durchzuführen, um bei deutlichen Abweichungen zwischen oszillometrischer Messung und Finger-Blutdruck eine Adjustierung der Manschetten vorzunehmen. Diese Kontrollmessungen können dann automatisch in Intervallen von 20 Minuten oder, z. B. während eines Interviews, auch in Intervallen von 10 Minuten kontralateral fortgesetzt werden. Die Messung am ipsilateralen Oberarm hätte den Vorzug einer genaueren zeitlichen Zuordnung dieser Messung zum Portapres-Protokoll. Der Fingerpuls wird durch die zunehmende Okklusion unterdrückt, doch kehrt das Signal, wenn die Messphase nicht zu lange dauert, ohne größere Störungen (PHYSIOCAL) wieder.

## **Schlussfolgerungen**

1. Es könnte versucht werden, die Portapres-Messmethodik durch Signalanpassung, Filterung u. a. Verfahren so zu verbessern, dass der konventionell verwendete Brachialis-Blutdruck optimal geschätzt wird. Diesem Zweck dient die Entwicklung des FinOmeter (TNO Institute of Applied Physics, Amsterdam).
2. Da es gegenwärtig keine andere geeignete Methode zur kontinuierlichen nicht-invasiven Messung der Blutdruckdynamik gibt, wird diese Methodik unter den notwendigen Vorbehalten verwendet. Die mit dem Portapres<sup>TM</sup> Model 2.0 gemessenen Werte sollten ausdrücklich als "Finger-Blutdruck" bezeichnet werden. Die Anwender müssen entscheiden, ob die bei speziellen Fragestellungen erwünschte hohe zeitliche Auflösung auf Kosten der Genauigkeit zu rechtfertigen ist. Begleitende oszillometrische Messungen könnten Referenzwerte liefern.

In der kardiovaskulären Psychophysiologie und in der psychosomatisch orientierten Hypertonieforschung gibt es zahlreiche Fragestellungen, die von der kontinuierlichen, nicht-invasiven Messung des Finger-Blutdrucks

wichtige Fortschritte erwarten könnten. Als Beispiel sei hier die Registrierung des Blutdrucks während des psychologischen Interviews eines Patienten mit essentieller Hypertonie und ähnliche Fragestellungen genannt (siehe u. a. Deter, Klepper & Schulte, 1996; Franck et. al., 1996; Hermann et al., 1986; Kollenbaum et al., 1995; Piesbergen, Middeke & Butollo, 1995; Schmidt & Jain, 1996). Diese Forschungsansätze müssen sich jedoch mit der zweifelhaften Messgenauigkeit des Geräts auseinandersetzen (siehe auch das Blutdruckvideo, Abschnitt 6.5).

## **7.4 Innovative Strategien des kontrollierten und interaktiven psychophysiologischen Blutdruck-Monitoring**

### **7.4.1 Methodische Fortschritte**

Aus den Erfahrungen der vorausgegangenen Projekte ergaben sich neue Strategien und auch verbesserte Software zur Datenaufnahme und Auswertung des ambulanten Monitoring. Zur Untersuchung des Blutdruckverhaltens wurden solche Strategien ausgearbeitet und in zwei Teilstudien erprobt. Erstens sollte das fortlaufende Monitoring durch eingefügte Standardsituationen teilweise strukturiert werden, wie es bereits in der Untersuchung von Patienten mit Hypertonie erprobt wurde. Auf diese Weise könnte die ambulante Datenerhebung dem Konzept eines "Feld-Experiments" angenähert werden. Zweitens eröffnete die Strategie des interaktiven Monitoring neue Möglichkeiten einer differenzierten psychophysiologischen Untersuchung unter Alltagsbedingungen. Drittens war die akzelerometrische Bewegungsanalyse grundlegend verbessert worden. Mit zusätzlichen Sensoren sollte versucht werden, ambiente Parameter wie Außentemperatur, Helligkeit u.a. zu messen: *Kontrolliertes und interaktives Blutdruck-Monitoring: Neue Strategien und Ergebnisse* (Fahrenberg & Foerster, 2002).

### **Software-Entwicklung**

*Emotional* bedingte und *metabolisch*, d. h. vor allem durch die Bewegungsaktivität bedingte Blutdruckreaktionen müssen unterschieden werden. Dies ist eine zentrale Anforderung an psychophysiologische Analysen.

In den letzten Jahren hat es bei der Messung von Bewegungsaktivität wesentliche Fortschritte in der Sensortechnik und in der Auswertungssoftware gegeben. Die hier entwickelte Methodik der multiplen, kalibrierten Akzelerometrie ermöglicht eine zuverlässige Aussage (post hoc) über die Körperposition und über bestimmte Bewegungsmuster unter Alltagsbedingungen.

Die durch wechselnde Bewegungsaktivität verursachten Veränderungen der Herzfrequenz (bzw. des Blutdrucks) können auch durch on-line-Auswertung erkannt und auspartialisiert werden. Das von Myrtek et al. (1988) entwickelte Verfahren zur Messung der "additional heart rate" AHR war ursprünglich eigens mit EPROMs für das heute im Handel nicht mehr erhältliche MT-System der Firma Zak (Simbach) entwickelt worden. Die Algorithmen wurden jetzt erfolgreich für die Gerätekombination Vitaport2 bzw. Varioport und Psion Serie 3 adaptiert und weiterentwickelt.

Aus langjähriger Erfahrung mit der Auswertung von Biosignalen (Foerster, 1984, 2003) war das Programmsystem BIO entstanden. Es ermöglichte die Parameterisierung, Editierung, Datenkontrolle und graphische Darstellung der hauptsächlichen Biosignale. Die neuesten Module sind für Bewegung und Tremoraktivität entwickelt worden. Speziell für das Rekorder/Analyzer-System Vitaport/Varioport wurden einige SPIL-Programme für on-line Verarbeitung entwickelt, u. a. der Algorithmus zur Berechnung der "additional heart rate" von Myrtek und Brügger für das interaktive Monitoring. Diese Software steht, mit Lizenz-Regelungen, interessierten Anwendern zur Verfügung.

In Kombination mit der Messung der Bewegungsaktivität sowie der Detektion von Körperposition und Bewegungsmustern sind auch neue Strategien zur differenzierten Analyse des Blutdruckverhaltens möglich geworden.

#### **7.4.2 Erste Blutdruckstudie mit Detektion von Körperposition und Bewegung, mit kontrolliertem und interaktivem Monitoring**

##### **Absichten**

Diese Untersuchung war vor allem eine Methodenstudie, in der innovative Techniken der Bewegungsmessung und der interaktiven Steuerung des

Monitoring eingesetzt und erprobt wurden. Damit sollte das konventionelle 24-Stunden-Blutdruck-Monitoring zu einer fortgeschrittenen Methodik psychophysiologischer Veraltensanalyse weiterentwickelt werden (Fahrenberg & Foerster, 2002).

In den vorausgegangenen Untersuchungen wurde die Bewegungsaktivität nur verwendet, um Segmente mit starker Aktivität und solche mit geringer oder fehlender Aktivität zu unterscheiden. Die neu entwickelte *kalibrierte multiple Akzelerometrie* ermöglichte nun sowohl die kontinuierliche Detektion der Körperposition als auch die zuverlässige Unterscheidung typischer Bewegungsmuster (Abschnitt 7.7). Mit dieser Methodik konnte der Einfluss der körperlichen Aktivität und der Körperposition auf den Blutdruck präziser erfasst werden als zuvor.

Darüber hinaus sollte in dieser Untersuchung das von Myrtek et al. (1988, 2001; Myrtek, 2004) für die Herzfrequenz entwickelte *interaktive Monitoring* für die Blutdruckforschung adaptiert und erprobt werden. Mit dieser innovativen Methodik können die metabolisch verursachte und die nicht-metabolisch verursachten Anteile an Herzfrequenzänderungen separiert werden.

Diese neuartige interaktive Methodik des Monitoring wurde außerdem noch mit einem *strukturierten Monitoring* kombiniert, d.h. durch Messungen unter weitgehend standardisierten Bedingungen, die in das ambulante (freie) 24-Stunden-Monitoring eingebettet wurden. Für dieses kontrollierte Monitoring wurden das *Setting Kino* mit einem möglichst aufregenden Action-Film und das *Setting Lesesaal* der Universitätsbibliothek mit ruhigem Lesen ausgewählt. Durch die Einführung solcher Standardsettings und durch randomisierte Zuweisung der Untersuchungsteilnehmer können psychophysiologische "Feldexperimente" und andere neue Assessmentstrategien geplant werden.

Auf diese Weise entstand eine neue Methodologie des ambulanten psychophysiologischen Blutdruck-Monitoring mit zwei Strategien der Bewegungskontrolle, mit Triggerung der Blutdruck-Messung durch Anstiege der additional heart und mit einem näherungsweise experimentellen Versuchsplan zuzüglich ambulanten Monitoring.

In dieser Monitoring-Studie wurden 52 Studenten mit normotonomem Blutdruck durchschnittlich 20 Stunden registriert. Die Untersuchungsteilnehmer wurden zufällig einer von zwei Bedingungen zugewiesen: sich während des Monitoring am Nachmittag entweder im Lesesaal der Uni-

versitätsbibliothek ruhig mit Lektüre zu beschäftigen oder in einem bestimmten Kino einen "Action"-Film zu sehen. Die Herzfrequenz (EKG) und Akzelerometrie wurden fortlaufend registriert, um die erforderlichen Informationen zur kontinuierlichen Berechnung der "additional heart rate" zu erfassen. Bei einer Zunahme der AHR (und bestimmten Randbedingungen) wurden eine oszillometrische Blutdruckmessung mit dem Space-Labs-Gerät ausgelöst und 60 Sekunden später der hand-held PC Psion für eine Abfrage aktiviert. Die Blutdruckmessung und die psychologische Abfrage wurden also durch die AHR getriggert und noch nicht – wie wünschenswert – durch eine emotionale Blutdruckreaktion ("additional blood pressure reaction" analog zur AHR).

Die Gerätekonfiguration bestand aus: Rekorder/Analyzer Vitaport 2 oder Varioport (Becker Meditec, Karlsruhe), Blutdruckautomat Space-Labs Mod. 90207 und hand-held PC Psion Serie 3. Die Auswertung der "additional heart rate" AHR und die Rückmeldungen wurden nach der von Myrtek et al. (1988) beschriebenen und inzwischen zum Freiburger Monitoring System FMS (Myrtek, Foerster & Brügger, 2001) weiterentwickelten Methodik vorgenommen. Der Rückmelde-Algorithmus wurde nur während der Tageszeit aktiviert, während die Detektion der Körperlage und der Bewegungsaktivität auch nachts erfolgte (Kanalbelegung siehe Tabelle 7.11). Auf weiteren Kanälen wurden explorativ die Sprechaktivität, das Kopfnicken und die Raumhelligkeit aufgezeichnet. In bestimmten Segmenten des Monitoring waren Sprechaktivität und Kopfnicken zu erwarten und in anderen Segmenten eine nur geringe Raumhelligkeit (Kino, Nacht) mit minimaler Sprechaktivität oder Kopfnicken. Die beobachteten Unterschiede wurden als Hinweise für die Segmentierung des Rekords verwendet. Es sind zugleich Anregungen für künftige genauere Analysen.

Die zentralen Fragestellungen der Untersuchung bezogen sich auf den Vergleich der beiden Settings und auf den Vergleich zwischen echten und zufälligen Rückmeldungen innerhalb des interaktiven Monitoring. Zwischen den beiden Settings und zwischen den Rückmeldearten sollten deutliche Unterschiede psychologischer und kardiovaskulärer Daten zu finden sein. Die Unterschiedshypothesen lauteten: die Gruppe B (Kino) hat im Vergleich zur Gruppe A (Lesesaal) in diesen kontrollierten Settings: höhere Mittelwerte des Blutdrucks und der Herzfrequenz, eine höhere "additional heart rate" AHR, und Selbsteinstufungen, die eine höhere emotionale Aktivierung anzeigen.

Tabelle 7.11: Geräte und Kanalbelegung des interaktiven Monitoring

Gerät	Kanal/Variable	Platzierung	Software/Algorithmus
Varioport	1 EKG-F	Nehb anterior	Spezielle Filterung
	2 Akzelerosensor	Sternum sagittal	Detektion von 11 Subtypen
	3 Akzelerosensor	Sternum longitud.	der Körperposition u. Bewe-
	4 Akzelerosensor	Sternum lateral	gung (Akzelerometrie, Foers-
	5 Akzelerosensor	Oberschenkel	ter)
	6 Akzelerosensor	Kinn	
	7 Lichtsensor	Felsenbein	
	8 Stimme	Kehlkopf	
berechnet	Bewegungsaktivität		Index aus Kanal 2 bis 5
berechnet	Herzfrequenz (EKG)		Vary-Algorithmus
berechnet	Additional heart rate		FMS-Algorithmus (Myrtek & Foerster)
SpaceLabs	Systolischer Blutdruck	Arm-Manschette	Trigger durch FMS-
	diastolischer Blutdruck		Algorithmus
	Herzfrequenz		
Psion 3a	Piepsen		Trigger durch FMS
	Selbstbericht-Items		MONITOR (Brügner, Hüttner)

## Ergebnisse

Von den 52 vorhandenen Rekords hatten 40 eine hinreichende Länge und Qualität, jeweils 20 unter jeder Versuchsbedingung. Im *kontrollierten Monitoring*, d. h. im Setting Lesesaal oder Kino, wurden durchschnittlich 7 Blutdruckmessungen und 7 Psion-Abfragen während knapp zwei Stunden Registrierung gewonnen. Während der Untersuchungsdauer von 20 Stunden waren es insgesamt ca. 39 Blutdruckmessungen und 37 Selbstprotokolle. Das *interaktive Monitoring* lieferte im Setting Lesesaal/Kino durchschnittlich 7 Rückmeldungen und im übrigen Tagesverlauf weitere 30 Rückmeldungen (davon jedoch nur ca. 23 auch mit Blutdruckwerten).

Der Gruppenvergleich (Bedingung Lesesaal/Kino) ergab in mehreren psychologischen Parametern signifikante oder sehr signifikante Unterschiede. Im Vergleich zum ruhigen Lesen wurden im Kino höhere Einstufungen gegeben: hinsichtlich emotional angespannt, aufgeregt, abgelenkt durch die Eingaben. Die Mittelwerte erreichten jedoch (mit Ausnahme des Items "aktiv") nur die Stufe 3 der siebenstufigen Skala. Der größte Grup-

penunterschied bestand hinsichtlich der erlebten Ablenkung. Bei rückblickender Bewertung der Action-Filme kreuzten die Teilnehmer auf den siebenstufigen Skalen an, dass das Filmgeschehen zwar relativ aufmerksam verfolgt wurde (mittlere Einstufung 5), jedoch nur eine mäßige emotionale Wirkung hatte (mittlere Einstufungen anhand der betreffenden Items zwischen Stufe 2 und 3). Nur wenige der Teilnehmer berichteten intensivere emotionale Reaktionen. Die Bedingung "Kino" bildete sich also in den Selbstberichten signifikant, jedoch nur in mittleren Effektstärken ab (ES ca. 0.5).

Physiologische Unterschiede in den Segmenten Lesesaal und Kino zeigten sich sehr signifikant in der "additional heart rate" AHR: Unter der Bedingung "Kino mit aufregendem Film" wurde ein höherer Mittelwert an nicht-metabolischer Herzfrequenz beobachtet. Darüber hinaus gab es in kardiovaskulären Parametern (Herzfrequenz, systolischer, mittlerer und diastolischer Blutdruck, Variabilitätsmaße und EKG-Parameter) *keine* Gruppenunterschiede, weder in den Segment-Mittelwerten noch in den Veränderungswerten zum Mittelwert der Nacht. Eine Ausnahme bildete der Veränderungswert des diastolischen Blutdrucks, jedoch zeigten sich hier unter der Bedingung Lesesaal relativ *höhere* Werte. Der mittlere Aktivitätsindex ACT lag im Lesesaal höher (Abbildung 7.6).

### **Kommentar**

Als Hauptergebnis ist zu nennen, dass hier die on-line Auswertung der "additional heart rate" im Prinzip gelungen ist. Zwischen den Segmenten der echten und der zufälligen Rückmeldungen zeigten sich die erwarteten Unterschiede in der Herzfrequenz. Im kontrollierten Monitoring gab es zwischen den Settings hypothesengemäß Unterschiede der "additional heart rate". Der Unterschied war hochsignifikant und hatte eine mittlere Effektstärke.

Dagegen konnte kein Unterschied in den Blutdruckwerten beider Bedingungen festgestellt werden. Vom System wurden, falls eine erhöhte AHR erfasst wurde und ein definierter Abstand zur letzten Rückmeldung überschritten war, eine Blutdruckmessung ausgelöst, deren Ergebnis ca. 1 Minute nach der positiven Erkennung der AHR-Phase vorliegt. Zwischen den Bedingungen "Kino mit aufregendem Film" und "Lesesaal mit ruhigem Lesen" gab es auch bei den zufällig ausgelösten Messungen und im

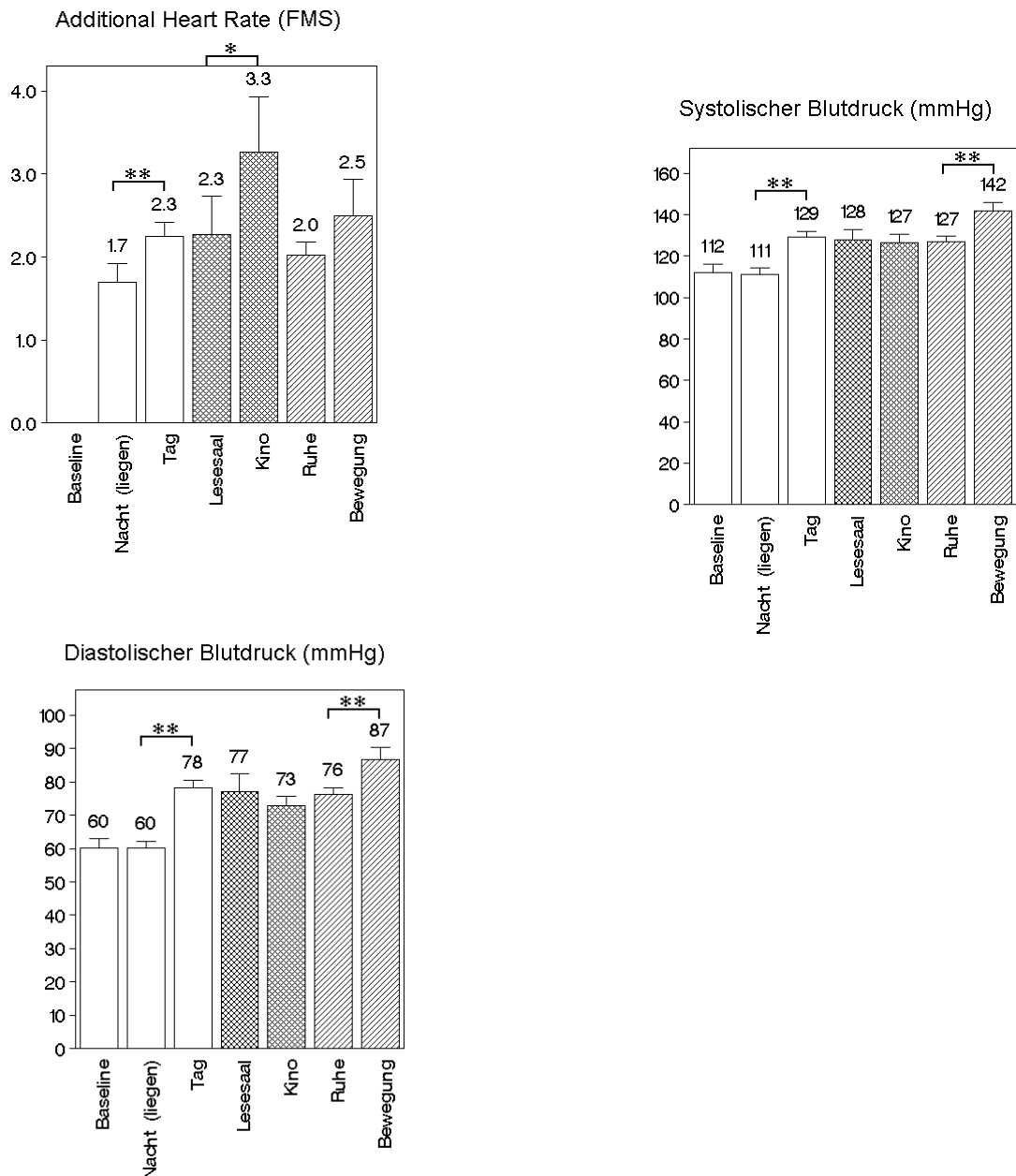


Abbildung 7.6: Vergleiche von physiologischen Parametern in den Segmenten Tag/ Nacht, Lesesaal/Kino und Ruhe/Bewegung (t-Test für unabhängige Messungen bei Lesesaal/Kino,  $N_l=N_k=20$ , sonst t-Test für abhängige Messungen,  $N=40$ ; \*  $p<.05$ , \*\*  $p<.01$ ).

Mittelwert aller ausgelösten Messungen, weder bei den Segmentwerten noch bei den Veränderungswerten (bezogen auf die basalen Werte im Schlaf) deutliche Unterschiede. Dies gilt auch für die Herzfrequenz (im

Unterschied zur AHR). Die Action-Filme hatten offensichtlich nicht die erwartete kreislaufaktivierende Wirkung. Im Vergleich zum Kino wurde eine etwas höhere Bewegungsaktivität beim Lesen registriert, u. U. durch das Herausnehmen einer Zeitschrift aus dem Regal bedingt.

In psychologischer Hinsicht gab es dagegen mehrere signifikante Unterschiede im Zwei-Gruppen-Plan. Die Untersuchungsteilnehmer im Kino stuften ihr Befinden sehr signifikant (und mit mittlerer Effektstärke) als emotional angespannter und als aufgeregter ein und sie fühlten sich durch das Piepsen des hand-held PC zur Eingabe der Daten sehr signifikant stärker abgelenkt. Die Bedingung "Film" hatte demnach durchaus eine subjektive emotionale Wirkung. Allerdings wurde von den meisten Teilnehmern nur eine mittlere Skalenstufe gewählt; nur wenige stuften sich aktuell und im Post-Monitoring-Interview als emotional stärker beeindruckt ein. Wegen der subjektiven Natur dieser Selbstberichte kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Einstufungen Erwartungen bzw. Selbstattributionen wiedergeben. Für die Teilnehmer war es offensichtlich, dass das Kino als Bedingung gewählt wurde, um sie emotional anzuregen.

Unter Laborbedingungen waren, so haben frühere Untersuchungen ergeben, mit emotionalen Filmszenen bei den Teilnehmern (Studierenden) in der Regel *nur geringe physiologische* Reaktionen zu provozieren. Eine Ausnahme bildeten höchstens Filme mit extremen, kaum noch zumutbaren Filminhalten (wie etwa "Das Schweigen der Lämmer"). Auch unter quasi-natürlichen Bedingungen konnten jetzt nur minimale kardiovaskuläre Reaktionen hervorgerufen werden. Zwar kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich die Teilnehmer durch die Geräte und Messvorgänge zu sehr gestört fühlten, um sich völlig auf die Filmszenen einlassen zu können. Den aktuellen Einstufungen zufolge fühlten sie sich abgelenkt und im Fragebogen gaben viele an, auf die Blutdruckmessungen gewartet zu haben.

Die im Post-Monitoring-Interview von einigen Teilnehmern berichtete Irritation durch die Beobachtung von neugierigen und kritischen Reaktionen anderer Kinobesucher hätte höchstens eine zusätzliche Aktivierung mit sich bringen können. Zwischen den Messungen mit den kurzen Eingaben am PC bestanden durchschnittlich 15 Minuten Abstand. Insgesamt darf also die Auswirkung der methodischen Reaktivität nicht überschätzt werden. Sie erklärt jedoch die geringere Akzeptanz der Untersuchungsmethodik in dieser Gruppe. Die Akzeptanz könnte auch deswegen niedriger

sein, weil einige der Teilnehmer mit der Qualität der Filme unzufrieden waren und sich darüber kritisch äußerten.

Ein weiterer Grund für die minimalen Kreislaufreaktionen könnte in dem Zeitraster gesehen werden, denn es könnte vermutet werden, dass die Blutdruckreaktionen in den emotional intensiver wirkenden Szenen vielleicht nicht erfasst wurden. In dieser Untersuchung wurde jedoch kein festes Zeitraster verwendet, sondern die nicht-metabolisch bedingte Erhöhung der Herzfrequenz als Anlass der Blutdruckmessung verwendet. Damit sollte gerade die Detektion von assoziierten Blutdruckspitzen ermöglicht werden. Allerdings kann der Blutdruck erst eine Minute nach der Detektion der erhöhten AHR erfasst werden.

Insgesamt hat die Bedingungsvariation "Kino mit aufregendem Film" versus "Lesesaal mit ruhigem Lesen" nicht die erwartete und hier erforderliche Variation des Blutdrucks erreicht. Bei den Teilnehmern handelte es sich um normotone, gesunde und z. T. gut trainierte Studenten. Es kann nur spekuliert werden, ob diese Untersuchungsstrategie bei (Grenzwert-) Hypertonikern größere Effekte erreicht hätte.

### **Kreislaufverhalten**

Grundsätzlich muss nach dem systemischen Zusammenhang von Veränderungen in der Herzfrequenz und im Blutdruck gefragt werden. Der Blutdruckautomat wurde hier durch die AHR getriggert, wobei es gegenüber dem AHR-Maximum zu einer Verzögerung der Messung kommen kann. Die phasischen Aktivierungsreaktionen können sowohl in der Herzfrequenz als auch im arteriellen Blutdruck relativ kurz sein (von respiratorischen und schnelleren Effekten abgesehen). Messintervalle von 60 s werden bereits einen Teil dieser Dynamik nicht mehr erfassen.

Die Untersuchungsstrategie setzt also voraus, dass (1) "additional heart rate" AHR und "additional systolic blood pressure" ASBP gekoppelt sind, zumindest in einem größeren Anteil ihrer Varianz kovariieren und (2) die ASBP-Reaktion noch nicht wesentlich abgeschwächt ist, wenn die verzögerte Messung stattfindet.

In kreislaufphysiologischer Hinsicht könnte eingewendet werden, dass der Barorezeptoren-Reflex, wenn der Blutdruck steigt, eine schnelle Kompensation durch Senkung der Herzfrequenz herbeiführt. Bei den hier interessierenden Aktivierungen aufgrund emotionaler Belastungen wird jedoch aufgrund einer generalisierten sympathisch-adrenergen Stimulation

in der Regel eine Tendenz zur gleichsinnigen Erhöhung von Blutdruck und Herzfrequenz dominieren.

### **Kovariation von Herzfrequenz und systolischem Blutdruck**

Die intraindividuelle Korrelation zwischen der Herzfrequenz und dem systolischen bzw. diastolischen Blutdruck lag bei typischen Laboruntersuchungen (mit Herzfrequenz-Segmenten von wenigen Minuten) in der Größenordnung von  $r = .4$  bis  $.5$  (siehe u. a. Fahrenberg, 2001c). Um diese Beziehungen genauer zu beschreiben, sind zeitlich besser auflösende Untersuchungen der phasischen Kovariation von Herzfrequenz und Blutdruck notwendig. Hierbei sind geeignete Bedingungsvariationen zur Provokation einer hinreichenden Varianz und eine geeignete zeitliche Segmentierung (30 oder 60 s) wichtig.

Bei Patienten mit essentieller Hypertonie wurden während eines halbstrukturierten psychosomatischen Interviews in der Klinik Registrierungen mit dem Portapres durchgeführt, die zwischen ca. 45 bis 60 Minuten dauerten (siehe Abschnitt 6.5). In explorativen Analysen wurden intraindividuelle Korrelationen mit einem weiten Range zwischen  $.34$  und  $.61$  (durchschnittlich 110 Segmente zu 30 Sekunden) beobachtet, d. h. immer eine positive, aber nur geringe bis mittlere Koppelung.

Die Triggerung der Blutdruckmessung durch die AHR hat also zwei Nachteile: die mäßige Kopplung beider Funktionen und die zeitliche Latenz, so dass schnelle phasische Blutdruckanstiege zum Teil bereits wieder abgeklungen sein können. Methodisch überlegen wäre es, die kontinuierliche Messung des Finger-Blutdrucks zu verwenden und analog zur AHR einen "additional systolic blood pressure" ASBP zu definieren und als Trigger des hand-held PC bzw. der Selbstberichte zu verwenden. Diese Untersuchungsstrategie wurde in einer Pilotstudie erprobt.

### **7.4.3 Pilotstudie mit interaktivem Monitoring des "Additional Systolic Blood Pressure" ASBP**

Der Index ASBP wurde von Foerster in weitgehender Anlehnung an das AHR-Konzept, jedoch auf der Basis kontinuierlicher Finger-Blutdruckmessungen mit dem Portapres-Gerät entwickelt. Eine Pilotstudie mit fünf Teilnehmern und einem Monitoring über ca. 5 Stunden zeigte, dass auch diese anspruchsvollere Methodik im Prinzip anwendbar ist. Sie vermittelt

einen differenzierten Einblick in die Dynamik des Blutdruckverhaltens unter Alltagsbedingungen.

Zunächst mussten die Voraussetzungen untersucht werden, unter denen das Herzfrequenz-Modell übertragen, d.h. ein Rückmelde-Algorithmus für emotional bedingte Veränderungen des systolischen Blutdrucks programmiert werden konnte. Zu dem vorläufigen Arbeitsmodell für den systolischen Blutdruck gehörten auch empirische Vorarbeiten und die spezielle Datenvorbereitung bzw. Artefaktkontrolle im Portapres-Signal. Der Algorithmus wurde für Vitaport2 adaptiert (Foerster) und erprobt. Die Kanalbelegung für die Datenaufnahme ist in Tabelle 7.12 dargestellt. Über die kardiovaskulären Parameter hinaus wurden erneut mehrere ambiente Parameter aufgezeichnet (zur Methodik siehe Fahrenberg, Leonhart & Foerster, 2002). Als Rekorder wurde ein Vitaport2 mit zwei Universalmodulen verwendet, so dass es 16 Kanäle zur Datenaufnahme gab.

Die Abbildung 7.7 zeigt ein Protokoll mit der Detektion der Körperposition sowie der Bewegungsmuster, außerdem die Bewegungsaktivität am Sternum und am Oberschenkel. Der Verlauf der Herzfrequenz (Range 62 bis 115) und des systolischen Blutdrucks Portapres (Range 99 bis 158) und SpaceLabs (Range 105 bis 137) lassen relative Maxima während des Gehens erkennen. Im Kino waren die kardiovaskulären Werte mit Ausnahme einiger kurzer Intervalle besonders niedrig. Herzfrequenz und systolischer Blutdruck kovariierten im Großen und Ganzen, doch ist nicht zu übersehen, dass die Anstiege des Finger-Blutdrucks oft länger andauern als die Herzfrequenzreaktionen.

Die nicht-metabolisch bedingten Anstiege der Herzfrequenz (AHR, hier: Emo\_Hf) korrespondierten in mehreren Fällen, aber nicht immer, mit den hier erkannten Anstiegen des nicht-metabolischen "additional systolic blood pressure" (ASBP, hier: Emo\_Sb). Es wurden insgesamt 7 echte und 9 zufällige Rückmeldungen (im Kino 3 und 3) beobachtet. Aus den assoziierten Selbsteinstufungen können wegen der sehr geringen Anzahl keine Schlussfolgerungen, sondern nur Hinweise abgeleitet werden. So zeigt die Abbildung 7.7 zwar bei der AHR deutlich höhere Mittelwerte in den Minuten mit ASBP als in denen ohne ASBP (9.1 vs. 1.2), umgekehrt jedoch unterschieden sich die Mittelwerte der ASBP in den Minuten mit und ohne AHR kaum (2.0 vs. 0.8).

Tabelle 7.12: Interaktives Monitoring von kardiovaskulären, subjektiven und behavioralen Veränderungen und ambienten Parametern im Zusammenhang einer on-line Analyse der "emotionalen" Blutdruckänderungen (additional systolic blood pressure).

Gerät	Kanal/Variable		Platzierung	Software/Algorithmus
Vitaport	1	EKG-F	Nehb anterior	Spezielle Filterung
Vitaport	2	Akzelerosensor	Sternum sagittal	Detektion von 11 Sub-
“	3	Akzelerosensor	Sternum longitud.	typen der Position u.
“	4	Akzelerosensor	Sternum lateral	Bewegung (Akzelerometrie,
“	5	Akzelerosensor	Oberschenkel	Foerster)
Vitaport	6	Akzelerosensor	Handgelenk	
von	7	Systolischer BP	Finger 3/4 mit	On-line-Korrektur
Portapres	8	Diastolischer BP	switching	
in	9	Pulswelle		(für off-line-Kontrolle)
Vitaport	10	Herzfrequenz		(für on-line-Kontrolle)
Vitaport	11	Sprechaktivität	Kehlkopf	
“	12	Helligkeit	auf Tasche	
“	13	relative Feuchte	auf Tasche	
“	14	Luftdruck	auf Tasche	
“	15	Temperatur	auf Tasche	
“	16	Fingertemperatur	Mittelfinger	
“		Marker		
“		Batt.-Spannung		
berechnet	(17)	Herzfrequenz		Vary-Algorithmus
“	(18)	Aktivität		Index aus Kanal (2) bis (5)
“	(19)	Rückmeldungen		Index Kanal (17) und (18)
“				Schaltimpulse für Spacelabs und Psion
Psion 3a		Selbstbericht- Items		Monitor-9 (Brügner, Hütt- ner)

Dies deutet auf eine nicht-symmetrische Assoziation von AHR und ASBP hin. Die Korrelation zwischen den beiden Variablen AHR und ASBP betrug für dieses Fallbeispiel .31 bei 287 Minuten. Von den 38 Minuten mit  $AHR > 0$  hatten nur 7 Minuten auch  $ASBP > 0$  (18%), umgekehrt hatten von den 23 Minuten mit  $ASBP > 0$  ebenfalls 7 Minuten eine  $AHR > 0$  (30%).

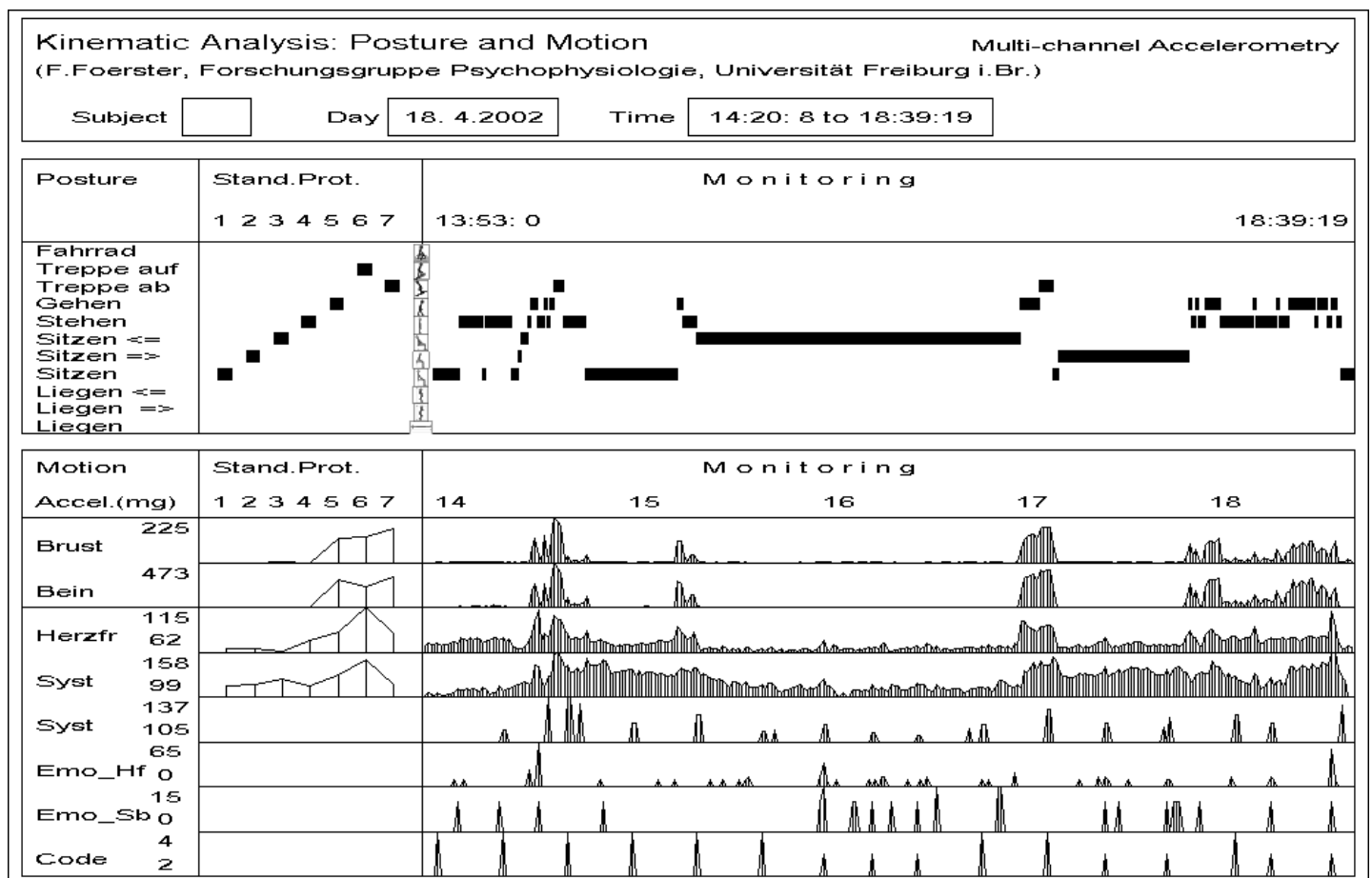


Abbildung 7.7: Ergebnisse der kinematischen Analyse mit der Detektion der Körperposition und Bewegungsmuster, Bewegungsaktivität am Sternum und am Oberschenkel (mg) und den Verläufen von Herzfrequenz (bpm), systolischem Blutdruck (oben Portapres, unten Spacelabs; mmHg), „additional heart rate“, „additional systolic blood pressure“ und Rückmelde-Codes (2=keine, 3=echte, 4=zufällige Rückmeldung).

Die Methodik des interaktiven Monitoring mit dem kontinuierlichen Monitoring des Blutdrucks und der nicht-metabolisch bedingten Änderungen („additional systolic blood pressure“) war erfolgreich. Es wurden valide Rückmeldungen aufgrund von "emotionalen" Blutdruckanstiegen ausgelöst. Die Gerätekonfiguration aus Vitaport, Portapres und Psion war jedoch so umfangreich, dass die gegenwärtige Methodik nur für eine Demonstration des Prinzips und nicht für größere Untersuchungsreihen geeignet war. Fortschritte der medizinischen Technik werden jedoch zu einer Miniaturisierung von Gerätekomponenten führen und auch in diesem Bereich breitere Anwendungsmöglichkeiten des interaktiven Monitoring eröffnen.

#### **7.4.4 Psychophysiologisches Blutdruckvideo**

Die Methodik des *psychophysiologischen Blutdruckvideo* wurde entwickelt, um das Blutdruckverhalten von Patienten mit Hypertonie während eines psychosomatisch orientierten Interviews zusammen mit den Fragen und Antworten aufnehmen zu können. Dieses Blutdruckvideo wurde zur eingehenden Besprechung der auslösenden Bedingungen von intensiven Blutdruckreaktionen verwendet – im Sinne einer Symptom-Kontext-Analyse (siehe Abschnitt 6.5).

### **7.5 Das Freiburger Monitoring System FMS zur interaktiven Auswertung der "additional heart rate"**

Die Methodik, die emotional oder mental bedingten Herzfrequenz-Anteile von der metabolisch bedingten Herzfrequenz zu trennen, wurde zuvor beschrieben. Eine Serie von Untersuchungen erstreckte sich auf die verschiedensten Gruppen von Studierenden, Schulkindern, Berufstätigen, Herz-Kreislauf-Patienten in verschiedenen Alltagssituationen, am Arbeitsplatz, während der Freizeitaktivitäten usw. Hauptsächlich ging es um die Unterschiede zwischen verschiedenen alltäglichen Bedingungen und beruflichen Anforderungen, außerdem um die Beziehungen zu subjektiven Aspekten. Die als AHR bezeichneten "emotionalen" Reaktionen stellen einen bisher nicht systematisch beschriebenen Aspekt von Aktivierungsprozessen dar, und die Untersuchungsergebnisse fordern auch zu theoretischen Revision traditioneller Konzepte von "Emotion" heraus.

Hier wird auf die ausführlichen Darstellungen in zwei Büchern über den neusten Stand der Methodik und auf eine Zusammenfassung der Befunde im Hinblick auf "Herz und Emotion" verwiesen.

### **Zusammenfassung**

"Das Freiburger Monitoring System (FMS) beschreibt Programme zur Aufnahme und Auswertung von Daten unter Alltagsbedingungen. Dabei werden alle wesentlichen Komponenten der Beanspruchung erfasst: Emotionale (Additional Heart Rate), mentale (Variabilität der Herzfrequenz) und energetische Beanspruchung (Bewegungsaktivität). Mit entsprechenden Sensoren wird die Körperlage fortlaufend registriert. Zudem werden aus dem EKG die Amplitude der ST-Strecke und die P-Wellen-Amplitude ermittelt. Das subjektive Befinden und Verhalten wird interaktiv, gesteuert über die Additional Heart Rate, erhoben. Mit dem FMS sollen die langjährigen Erfahrungen aus mehr als 1300 ambulanten Untersuchungen weitergegeben werden." *Freiburger Monitoring System (FMS). Ein Daten-Aufnahme- und Auswertungssystem für Untersuchungen im Alltag: Emotionale Beanspruchung, Körperlage, Bewegung, EKG, subjektives Befinden, Verhalten (Myrtek, Foerster & Brügger, 2001); Heart and emotion. Ambulatory monitoring studies in everyday life (Myrtek, 2004).*

### **Kontingenzanalyse**

Die Methodik der Kontingenzanalyse kann als Entsprechung der Symptom-Kontext-Analyse im Rahmen der Verhaltensdiagnostik angesehen werden. Auch in der Verhaltensmedizin interessiert unter ätiologischen, diagnostischen und therapeutischen Gesichtspunkten, bei welchen Kontextbedingungen ein Symptom auftritt, sich verändert, verstärkt oder abgeschwächt wird. Durch Kontingenzanalysen wären die wesentlichen kontextuellen Merkmale herauszuarbeiten, wobei die Methodik des ambulanten Assessment spezifische Vorzüge hat. Die psychophysiologische Kontingenzanalyse stellt jedoch hohe Anforderungen an die Methodik. Eine genaue Zuordnung zwischen einem physiologisch beschreibbaren Ereignis und den situativen Bedingungen oder dem subjektiven Befinden verlangt eine on-line-Analyse der interessierenden physiologischen Parameter und die Rückmeldung des Ereignisses an den Probanden, damit dieser die entsprechenden Einstufungen zeitgenau durchführen kann (siehe Abbildung 7.8).

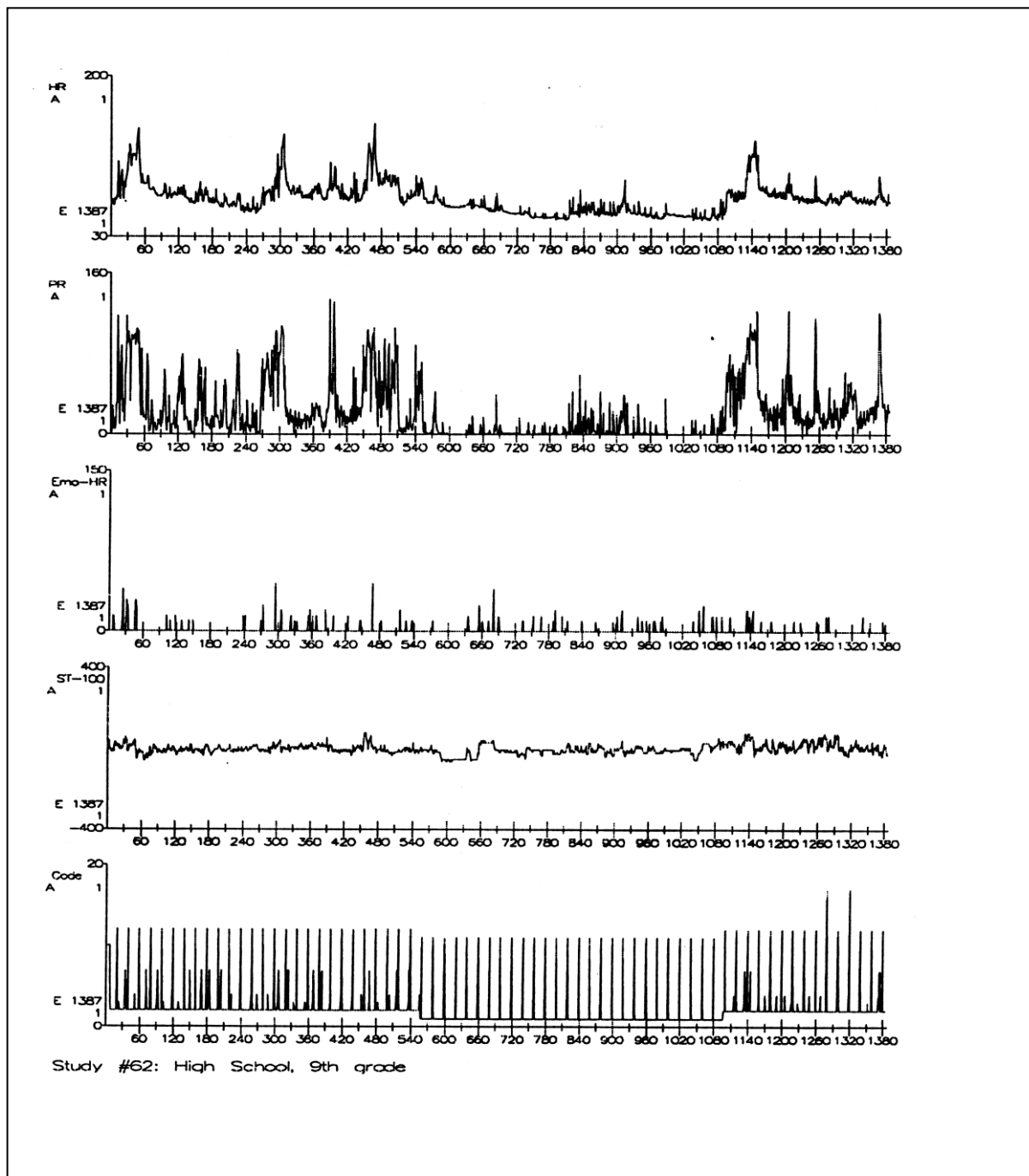


Abbildung 7.8: Registrierung eines 15-jährigen Schülers über 23 Stunden (von oben nach unten): Herzfrequenz (Puls/min), Bewegungsaktivität (Einheiten/min), emotionale Erhöhungen der Herzfrequenz (Einheiten/min), Code zur Segmentierung (z.B. 1 = Nacht, 2 = Tag, 3 = echte Rückmeldung, 4 = Zufallsrückmeldung etc.), Schulzeit (0 = keine Schulzeit, 1 = Schulzeit).

Folgende Anforderungen sind also wichtig:

1. on-line-Analyse des interessierenden physiologischen Parameters mit tragbaren Datenerfassungssystemen;
2. Definition der relevanten Ereignisse;
3. Rückmeldung der Ereignisse an den Probanden;
4. Entwicklung geeigneter Kategoriensysteme, mit denen der Proband die situativen Bedingungen und das subjektive Erleben während der Ereignisse beschreiben kann;
5. Aufzeichnung der physiologischen Parameter für weitere off-line-Analysen;
6. Sicherstellung der exakten Zuordnung von on- und off-line-Daten.

### **Zusammenfassung**

"The connection between acute emotional arousal and heart rate is well known, both from poetry and from the evolutionary survival reflex known as the fight-flight reaction. The connection between stress and disease is also well known. What is less well known is that the heart reacts to nearly all stimuli, independently of physical exertion, during both the day and the night. These changes, known collectively as the "additional heart rate" or aHR, are mostly unconscious and to date have been hard or impossible to study in real life.

This book first presents a revolutionary new technique for monitoring and analyzing the additional heart rate during everyday life, and then goes on to show that contemporary theories about emotion, stress, and disease are no longer tenable. This technique, the *Freiburg Monitoring System*, allows heart rate changes not associated with physical activity to be assessed objectively, in real-life situations, and to be compared with individuals' subjective feelings at the time.

After describing the relevant models and the foundations of the technique, the book then moves on to present the most important results of recent research using the Freiburg Monitoring System. This has involved more than 1,300 subjects of various ages, both male and female, including white- and blue-collar workers, train and bus drivers, dispatchers, university students, schoolchildren, heart disease patients, and patients with cardiac neurosis and rheumatic diseases, and has looked at topics such as the perception of emotions, the perception of the heart in healthy subjects and

patients, stress and strain at the workplace and during leisure time, and physiological monitoring during the night.

Convincing research evidence, obtained using a ground-breaking new technique for examining the "additional heart rate" in natural settings, showing that contemporary theories about emotion, stress, and disease are no longer tenable." (Myrtek, 2004)

### **Kommentar**

Das sehr umfangreiche Tabellenmaterial dokumentiert die Breite und die Reproduzierbarkeit der Untersuchungsergebnisse in den verschiedensten Personengruppen und Lebenssituationen. Hier werden nur einige, für die Emotionsforschung herausragende Ergebnisse genannt. Sie beziehen sich auf die im Alltag erlebten Emotionen und auf deren Grundlagen in der somatischen Interozeption bzw. den messbaren physiologischen Erregungsprozessen.

Die Untersuchungsteilnehmer sollten in ihrem Selbstbericht zuerst angeben, ob sie gerade eine Emotion erlebten. Falls ja, wurde kategorial gefragt, ob es sich um Glück/Zufriedenheit, Ärger, Angst/Furcht, Trauer, Überraschung oder Ekel handle, anschließend waren (im Sinne der Gefühlstheorie Wundts) der Grad der Erregung und die Valenz einzustufen. Außerdem sollten die Teilnehmer den PC selber aktivieren, wenn sie ein emotionales Erlebnis hatten. Wesentlich war nun der intraindividuell durchgeführte experimentelle Vergleich zwischen den Selbstberichten, die durch die Detektion einer additional heart rate AHR, und jenen, die durch zufälliges Feedback ausgelöst wurden. An drei Feldstudien nahmen insgesamt 140 Studenten, Männer und Frauen, teil.

Durchschnittlich kam es im Laufe eines Tages zu ca. 32 echten und ca. 17 zufälligen Rückmeldungen (sowie zu ca. 2 spontanen Berichten). Die Antwort "keine Emotion" war am häufigsten: bei Männern ca. 71 %, bei Frauen ca. 58 %. Die Rangfolge der genannten Emotionen war (über alle Untersuchungsteilnehmer berechnet): Glück ca. 24 %, Ärger ca. 5 %, Angst/Furcht ca. 2 %, die übrigen Emotionen wurden noch seltener berichtet. Demnach wurden an diesem Tag etwa zwei der erfassten Zustände als Ärger und ein Zustand als Angst/Furcht bezeichnet. Ärger und Angst/Furcht wurden durchschnittlich als stärker erregend und unangenehmer als andere Zustände eingestuft. Der wichtige Befund war, das sich unter der Bedingung zufälliger Rückmeldungen keine signifikanten Häu-

figkeitsunterschiede der momentan erlebten Emotionen ergaben. Die einzige Ausnahme bestand hinsichtlich der Kategorie Angst/Furcht (unter AHR-Bedingung häufiger,  $p = .006$ ,  $N = 100$ ).

Anschließend wurden die Hypothesen geprüft, ob zwischen den Segmenten mit subjektiv angegebenen Emotionen und den Segmenten ohne Emotionen sowie zwischen den Emotionsberichten untereinander zuverlässige physiologische Unterschiede in den gemessenen Parametern bestanden: Bewegungsaktivität, Herzfrequenz, AHR, Herzfrequenzvariabilität (MQSD), P-Wellen-Amplitude, ST-Segment-Senkung und Sprechaktivität. Die multivariaten Vergleiche zwischen Segmenten mit und ohne Nennung einer Emotion waren hinsichtlich Glück und Trauer signifikant; die Einzelvergleiche lieferten jedoch kaum charakteristische Befunde. Daraufhin wurden nur die Segmente der drei häufigsten Emotionsnennungen verglichen. Die multivariaten und univariaten statistischen Tests zeigten in der Gruppe der Frauen vereinzelte signifikante Effekte an. Im multivariaten Vergleich unterschieden sich Glück und Ärger (mit größerer Bewegungsaktivität, höherer Herzfrequenz, größerer P-Welle, niedrigerer ST-Segment-Amplitude und geringerer Sprechaktivität). Bei den Männern war dagegen der multivariate Vergleich beider Emotionskategorien mit  $p = .098$  nicht überzeugend, und im univariaten Vergleich wurde nur die geringere Sprechaktivität bestätigt. Die kardiovaskulären Unterschiede konnten nicht repliziert werden (Myrtek, 2004, S. 80).

Die ausgedehnten Korrelationsstudien über die individuelle Häufigkeit der erlebten Emotionen und Testwerte verschiedener Persönlichkeits-Fragebogen ergab einen einzigen reproduzierbaren Zusammenhang: die Anzahl der Nennungen der Kategorie Angst/Furcht korrelierte in den drei Untersuchungsgruppen geringfügig ( $p < .05$  oder  $p < .10$ ) mit Testwerten der Angst (STAI), Emotionalität (FPI) und (Un-) Zufriedenheit mit der Gesundheit (FLZ) (Myrtek, 2004, S. 81). Viele Personen berichteten unter beiden Rückmeldebedingungen häufig Emotionen, andere nur selten, so dass – abgesehen von den Unterschieden der Tagesläufe – auch unterschiedliche Bereitschaften für solche Selbstbeurteilungen zu bestehen scheinen.

Verschiedene Arten von beruflicher Belastung führten zu deutlichen Effekten der AHR (und natürlich der Herzfrequenz). Als eine der effektivsten Anforderungen stellte sich das Fahren eines PKW heraus. Die kardiovaskuläre Aktivierung konnte dabei (und bei anderen Freizeitaktivi-

täten) nicht oder nur teilweise zutreffend eingeschätzt werden. Am Arbeitsplatz zeigten die subjektiven Einstufungen des "Stress" sehr häufig keine Beziehung zu den physiologischen Indikatoren der Arbeitsbelastung. (Myrtek, 2004, S. 174-175).

Die Untersuchungsbefunde konvergierten in der Schlussfolgerung, dass subjektive Einstufungen von erlebten Emotionen, Stress, körperlichem Zustand, körperlichen Beschwerden nicht mit den kardiovaskulären Messungen korrelieren. Wenn die Annahme zutrifft, dass Emotionen auf zentralen und peripheren Erregungsmechanismen ("Energienobilisierung", Bereitstellung für Verhalten) beruhen, dann müssten im Sinne der Interozeptionstheorie markante objektive Unterschiede zwischen der AHR- Rückmeldebedingung und der zufälligen Rückmeldung bestehen. Dem Einwand, dass der AHR-Algorithmus keine der relevanten physiologischen Komponenten der Emotion erfasst, kann durch die Vielzahl von Validierungshinweisen begegnet werden. Die Emotionsberichte scheinen hauptsächlich durch die situativen Bedingungen oder Schemata und nicht durch körperliche Interozeptionen bestimmt zu sein.

In einiger Hinsicht erinnern die Befunde an die erwähnte psychophysiologische Forschung über Reaktionsmuster von Basisemotionen (Abschnitt 5.4). Es gibt einen Zusammenhang zwischen der erlebten Qualität und der Intensität der Zustände und diese Konfundierung ist kaum aufzulösen. Bemerkenswert ist die häufige Verwendung der Kategorie Glück (wohl oft als Zufriedenheit verstanden). Doch eine allgemeine Tendenz zu positiver Stimmung, Wohlbefinden, Lebenszufriedenheit wurde auch in anderen Projekten und mit anderer Methodik, d.h. in Fragebogen und mit MONITOR, beschrieben. Auch in diesem Forschungsansatz zeigte sich, dass Erlebnisberichte über sehr intensive Emotionen im Alltag eher selten sind. Die Einheiten, in denen die AHR ausgedrückt werden, liegen durchschnittlich in der Größenordnung von 1 bis 3 und repräsentieren damit auch nur Effekte von wenigen Schlägen/Minute. Die Befunde sind jedoch durch eine ungewöhnlich breite Datenbasis gesichert. Auch die intensiven physiologischen Reaktionen scheinen also relativ selten zu sein, und wenn es – wie beim Fahren eines PKW – zu intensiven Bereitstellungs- und Alarmreaktionen kommt, bleiben diese oft unbemerkt, weil die Aufmerksamkeit fehlt oder weil die Emotionsphysiologie interozeptiv unzugänglich bleibt.

## 7.6 Interaktives Monitoring von Myokardischämie

In einem Untersuchungsansatz, ähnlich dem von Myrtek entwickelten interaktiven Monitoring, wurden Patienten mit Myokardischämie aus dem Herzzentrum Bad Krozingen unter Alltagsbedingungen untersucht: *Interaktives Monitoring von Myokardischämie. Psychophysiologische Zusammenhänge von Ischämie und Angina pectoris im Alltag von Koronarpatienten.* (Kinne, 1997); *Symptomatic myocardial ischaemia (heart pain) is linked to the psychological context in daily life. Implications for a clinical use of interactive monitoring* (Kinne, Droste, Fahrenberg & Roskamm, 1999).

### Zusammenfassung

"Die stumme Myokardischämie ist eine Form der koronaren Herzerkrankung bei der das Symptom "Angina pectoris" fehlt, obwohl der objektivierbare Befund einer Myokardischämie vorliegt. Nur ein geringer Teil der Koronarpatienten weist eine völlig asymptomatische Myokardischämie auf. Die meisten Patienten zeigen die stummen oder symptomatischen Ischämien vor allem unter Alltagsbedingungen.

Hauptziel der Arbeit war die Entwicklung, Evaluation und Erprobung eines interaktiven Monitoring-Systems, um neue Erkenntnisse über psychophysiologische Zusammenhänge von Herzbeschwerden, Befinden und Situation einerseits und physiologischen Veränderungen im Herzen andererseits zu gewinnen. Weiter wurde untersucht, ob eine Ischämiewahrnehmung möglich ist. Anhand von Symptom-Kontext-Analysen wurden Überlegungen zu einem therapeutischen Einsatz der Methodik angestellt.

Für die Untersuchung wurde ein interaktives Holter-EKG zur Erfassung und akustischen Rückmeldung von ischämischen ST-Streckensenkungen an den Patienten eingesetzt, dabei wurde durch zufällige Rückmeldungen eine Kontrollsituation geschaffen. Angaben zu Situation und Befinden zum Zeitpunkt der Rückmeldung wurden mit einem elektronischen Tagebuch erhoben. Ein Actometer wurde verwendet, um die objektive Bewegungsaktivität kontinuierlich zu erfassen. Mit dieser Methode wurden insgesamt 30 Koronarpatienten jeweils 24-Stunden unter Alltagsbedingungen untersucht. Weiter wurden Daten aus einer standardisierten Laboruntersuchung für einen Labor-Feld-Vergleich herangezogen. An

neun Patienten wurden über den Zeitraum eines Jahres mehrfache Registrierungen durchgeführt, um den Verlauf von Ischämie, Herzschmerz und Bewegungsaktivität zu beobachten.

Ein weiterer Schwerpunkt dieser Untersuchung war die Erfassung von psychologischen Unterschieden zwischen asymptomatischen und symptomatischen Koronarpatienten. An insgesamt 70 Patienten (davon 28 Monitoring-Patienten) wurde eine Fragebogenuntersuchung zur Erfassung von Persönlichkeitsdimensionen, Bewältigungsformen und Partnerverhalten bei Schmerz und eine Erhebung des Typ-A-Verhaltens durchgeführt. Diese Stichprobe diente zur differenzierten Beschreibung von Angina-pectoris-Schmerzen anhand eines Interviews.

Das interaktive Holter-EKG hat sich hinsichtlich der Erfassung und Rückmeldung ischämischer ST-Streckensenkungen als zuverlässig erwiesen. Es ließ sich keine physiologische Reaktivität auf den Signalton nachweisen. Reaktivitätseffekte waren jedoch im Erleben und Verhalten der untersuchten Patienten zu beobachten. Die Compliance bei Selbstprotokollangaben in das elektronischen Tagebuch war hoch. Die Akzeptanz der Patienten gegenüber der gesamten Untersuchung war positiv. Eine Erfassung der objektiven Bewegungsaktivität durch das Actometer erwies sich als notwendige Ergänzung zu den Selbstprotokollangaben.

Die Monitoring-Untersuchung brachte wichtige Erkenntnisse zu den aktuellen Einflussgrößen auf Ischämie und Angina pectoris. Stumme und symptomatische Ischämien unterscheiden sich nicht bezüglich der EKG-Parameter Dauer und Ausmaß der ST-Streckensenkung. Ischämischen Episoden geht ein Anstieg der Herzfrequenz voraus. Dieser ist bei stummer Ischämie eher kontinuierlich, bei symptomatischer Ischämie zeigt sich ein sprunghafter Anstieg in den zwei Minuten vor der Episode. Symptomatische Ischämien treten vor allem im Kontext starker körperlicher Belastung auf. Aufregung und Ärger waren eher seltene Ereignisse in dieser Untersuchung. Dennoch wurde der Zusammenhang von psychischer Belastung und stummer Ischämie erhärtet. Der Herzschmerz war bei den Patienten mit hoher subjektiver Beanspruchung und ausgeprägter Anspannung verbunden.

Ischämiewahrnehmung konnte nicht nachgewiesen werden. Einzelne Patienten der Follow-up-Gruppe lernten jedoch im Laufe eines Jahres ischämiebedingte Rückmeldungen von zufälligen Rückmeldungen zu unterscheiden. Psychische Auslöser von Angina-pectoris-Schmerz und die

Intensität der Herzschmerzen wurden in der retrospektiven Betrachtung im Vergleich zur aktuellen Selbsteinschätzung überbewertet.

Die Befunde der Laboruntersuchung brachten keinen wesentlichen Erkenntnisgewinn gegenüber den Alltagsbefunden. Dennoch wären standardisierte Situationen für eine Monitoring-Untersuchung eine wichtige Ergänzung. Im Lauf eines Jahres ließ sich an den Patienten der follow-up-Gruppe im Mittel eine Abnahme von Ischämie und Bewegungsaktivität beobachten. Ischämie und Angina pectoris nahmen hingegen keine parallele Entwicklung.

Die Untersuchung zeigte weiter, dass sich asymptomatische und symptomatische Patienten nicht hinsichtlich demographischer und medizinischer Parameter, aber im psychologischen Profil unterscheiden. Im Vergleich zu den asymptomatischen Patienten weisen symptomatische Patienten tendenziell eine höhere emotionale Labilität auf. Asymptomatische Patienten bewältigen Schmerzen mit weniger Hilflosigkeit und förderlicheren Selbstinstruktionen. Der Herzerkrankung begegnen sie mit aktiverem bzw. problemorientierterem Coping.

Die kasuistische Betrachtung einzelner Patienten eröffnete Perspektiven, das Monitoring-System im Rahmen diagnostischer und therapeutischer Fragestellungen zu nutzen. Die Methode könnte eingesetzt werden, um für den einzelnen Patienten anhand von Symptom-Kontext-Analysen die Auslösebedingungen koronarer Ischämien zu bestimmen. Dem Patienten könnten psychophysiologische Zusammenhänge aufgezeigt werden, wie z.B. der Einfluss von Alltagsstress auf die Entstehung von stummen Ischämien. Diese erweiterten diagnostischen Erkenntnisse könnten auch die Basis für verhaltensmedizinische Maßnahmen sein." (Kinne, 1997, S. 177-179).

## **7.7 Messung von Bewegungsaktivität und Bewegungsmustern – Kalibrierte multiple Akzelerometrie**

In einer Reihe aufeinander aufbauender Untersuchungen wurde die Methodik entwickelt, durch geeignete Kombination mehrerer Beschleunigungsaufnehmer nicht allein einen Index der Bewegungsaktivität, sondern auch zuverlässige Informationen über die momentane Körperlage (Sitzen, Stehen, Liegen u.a.) und typische Bewegungsmuster (Gehen,

Treppen steigen u.a.) zu gewinnen. Mit den speziellen Computerprogrammen können die individuellen Bewegungsmuster, die vorher im Labor zu Vergleichszwecken registriert wurden, automatisch in einem hierarchischen Ansatz klassifiziert werden. Diese Methodik erwies sich beim ambulanten Monitoring von Blutdruck oder Herzfrequenz als sehr nützlich). *A multi-channel investigation of physical activity* (Fahrenberg, Müller, Foerster & Smeja, 1996); *Assessment of posture and motion by multi-channel piezoresistive accelerometer recordings* (Fahrenberg, Foerster, Smeja & Müller, 1997); *Kalibrierte Accelerometrie zur kontinuierlichen Erfassung von Körperlage, Bewegungsmustern, Tremor* (Fahrenberg, Foerster & Smeja, 1998); *Joint amplitude and frequency analysis of tremor activity* (Foerster & Smeja, 1999); *Detection of posture and motion by accelerometry: A validation study in ambulatory monitoring* (Foerster, Smeja & Fahrenberg, 1999); *Motion pattern and posture: Correctly assessed by calibrated accelerometers* (Foerster & Fahrenberg, 2000); *Assessment of posture, motion, and hand tremor by calibrated accelerometry* (Foerster, 2001); siehe auch: *Freiburger Monitoring System (FMS). Ein Daten-Aufnahme- und Auswertungssystem für Untersuchungen im Alltag: Emotionale Beanspruchung, Körperlage, Bewegung, EKG, subjektives Befinden, Verhalten* (Myrtek, Foerster & Brüchner, 2001).

Im Unterschied zu anderen Verfahren der akzelerometrischen Detektion von Bewegungsmustern hat die hier entwickelte Methodik einige Vorzüge. Statt absolute Schwellen, z.B. Winkel oder Amplituden zu verwenden, werden in einem Standardprotokoll, je Bewegungstyp mit einer ca. 40 Sekunden dauernde Datenaufnahme zu Untersuchungsbeginn, individuell die wesentlichen Muster registriert und später zur hierarchischen Klassifikation der registrierten Bewegungsfolgen verwendet (Abbildung 7.9). Auf diese Weise können die erheblichen individuellen Unterschiede zwischen dem Bewegungsstil und Körperbau berücksichtigt und je nach Fragestellung noch weitere typische Muster hinzugenommen werden.

## **Zusammenfassung**

"Basic motion patterns and posture can be distinguished by multi-channel accelerometry, as recently shown. A refinement of this methodology appeared to be desirable to further increase its validity, especially to distinguish walking and climbing stairs, and body rotation during sleep.

Recordings were made of 31 subjects, according to a standard protocol comprising thirteen motions and postures. This recording was repeated three times with appropriate permutation. Five uni-axial sensors and three sites of placement (sternum with three axes, right and left thigh) were selected. A hierarchical classification strategy used a standard protocol (that is, individual reference patterns) to distinguish subtypes of moving behaviors and posture. The analysis method of the accelerometer signals yielded a reliable detection of 13 different postural and activity conditions (only 3.2 % misclassifications). A minimum set of sensors can be found for a given application, for example, a two-sensor configuration would clearly suffice to differentiate between four basic classes (sitting, standing, lying, moving) in ambulatory monitoring." (Foerster & Fahrenberg, 2000, S. 450).

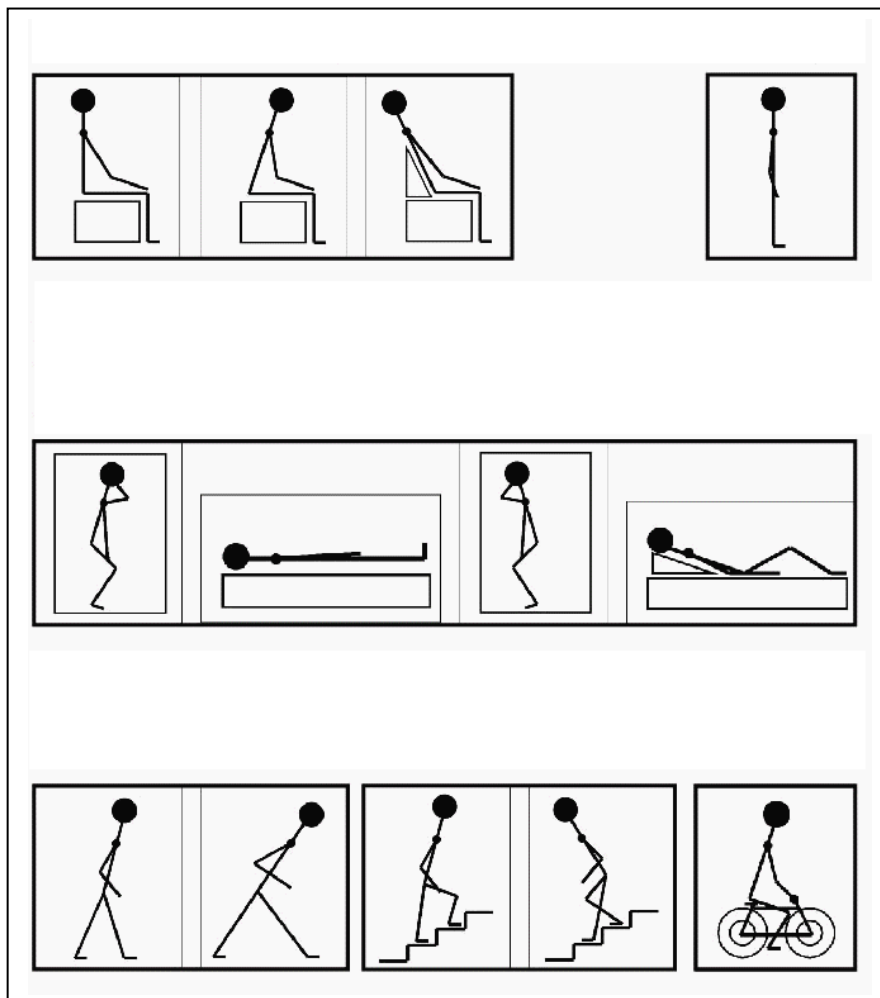


Abbildung 7.9: Standardprotokoll der hauptsächlichen Bewegungsmuster vor dem Monitoring

Da auch Bewegungsstörungen wie Tremor oder ruhelose Füße mit akzelerometrischer Methodik kontinuierlich aufgezeichnet werden können, schlossen sich Untersuchungen von Patienten mit Morbus Parkinson und von Patienten mit "Restless-Legs"-Syndrom an. Die Abbildung 7.10 zeigt das 24-Stunden-Monitoring von Bewegungsaktivität und Hand-Tremor bei einem Patienten mit Morbus Parkinson. Die Untersuchungsergebnisse werden hier jedoch nicht im einzelnen geschildert: *24 hr assessment of tremor activity and posture in Parkinson's disease by multi-channel accelerometry* (Smeja, Foerster, Emmans, Hornig & Fahrenberg, 1999); *Kalibrierte Accelerometrie von Körperlage, Bewegung und Tremor im 24-Stunden-Monitoring* (Fahrenberg & Foerster, 2000); *24 hr assessment of tremor activity and posture in Parkinson's disease by multi-channel accelerometry* (Smeja, Foerster, Fuchs, Emmans, Hornig & Fahrenberg, 2000); *Tremor bei Parkinsonpatienten: 24-h-Monitoring mit kalibrierter Accelerometrie* (Foerster, Thielgen, Fuchs, Hornig & Fahrenberg, 2002); *24-Stunden-Monitoring des Restless-Legs-Syndroms mit multipler kalibrierter Akzelerometrie* (Prill, Foerster, Voderholzer, Hornyak & Fahrenberg, 2003); *Tremor in Parkinson's disease: 24-hr monitoring with calibrated accelerometry* (Thielgen, Foerster, Fuchs, Hornig & Fahrenberg, 2004).

#### **Erläuterung zum 24-Stunden Protokoll der Tremoraktivität**

Die obere Hälfte des Protokolls gibt eine Übersicht über die Körperlage und die Bewegungsart:

*im Laborraum* = Standardprotokoll mit den Aufgaben

- Ruhebedingung
- Ruhebedingung mit Ablenkung durch Zählen
- Haltebedingung
- Haltebedingung mit Ablenkung durch Zählen
- Zielbewegungen
- sieben verschiedene Körperhaltungen bzw. Bewegungsmuster

In der Klinik/ Klinikgelände = Monitoring (hier mit Uhrzeit von..... bis.....)

Die Balken kennzeichnen, welche Körperlage bzw. Bewegung gerade vorliegt.

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| • Gehen                             | • Stehen                                       |
| • Sitzen $\Leftarrow$ zurückgelehnt | • Liegen $\Leftarrow$ auf linker Körperseite   |
| • Sitzen $\Rightarrow$ vorgebeugt   | • Liegen $\Rightarrow$ auf rechter Körperseite |
| • Sitzen aufrecht                   | • Liegen auf dem Rücken                        |

In der *unteren Hälfte des Protokolls* sind für denselben Zeitraum enthalten:

- Bewegungsintensität (Brust und Bein)
- der Neigungswinkel Brust (Körperlage)
- die Herzfrequenz (Puls) aus dem Elektrokardiogramm
- für die rechte Hand (Hand\_r): Dauer und Amplitude (Intensität) des Tremors
- für die linke Hand (Hand\_l) ebenso Dauer und Amplitude (Intensität) des Tremors

Hinter jeder Messgröße stehen zwei Zahlen übereinander, welche den höchsten und niedrigsten der vorgekommenen Messwerte während der gesamten Registrierung erkennen lassen. Die Dauer des Tremors (Hand\_r bzw. Hand\_l) ist in Prozent der Zeit – beim Monitoring sind dies immer Abschnitte von 10 Minuten – ausgedrückt. Hierbei wird erst eine bestimmte Amplitude (Intensität) als "Tremor" definiert. Die Amplitude (Intensität) wird in milli-g, d.h. Tausendstel der Beschleunigung g, gemessen. Die Amplituden können von 0 bzw. 10 milli-g (kein Tremor) bis 2000 oder mehr milli-g (sehr deutlicher Tremor) reichen.

Ein Messwert von 100 milli-g entspricht grob einer Bewegungsamplitude von 1 mm am Handrücken in beiden Richtungen (oben/unten). In einer Untersuchung von 25 Patienten zeigte sich unter Ruhebedingungen eine durchschnittliche Amplitude von ca. 100 milli-g, die sich bei Ablenkung durch das Zählen auf ca. 200 milli-g verstärkte. Es gibt dabei sehr große Unterschiede zwischen Patienten, außerdem auch Schwankungen im Tageslauf. Für die Beurteilung der Messungen ist es wichtig, alle Daten im Zusammenhang zu interpretieren.

Aus der Körperlage und Bewegungsart lassen sich der Schlaf mit u.U. auftretenden Unterbrechungen (Aufstehen, Gehen) erkennen, außerdem der Tagesablauf hinsichtlich der Bewegung und u.U. auch der körperlichen Anstrengung (siehe Herzfrequenz). Unter diesen individuell sehr verschiedenen Bedingungen tritt der Tremor hinsichtlich Intensität und Dauer sehr verschieden ein. Außer dem Tagesverlauf des Tremors insgesamt sind die speziellen Bedingungen und Auslöser erhöhter Tremoraktivität wichtig.

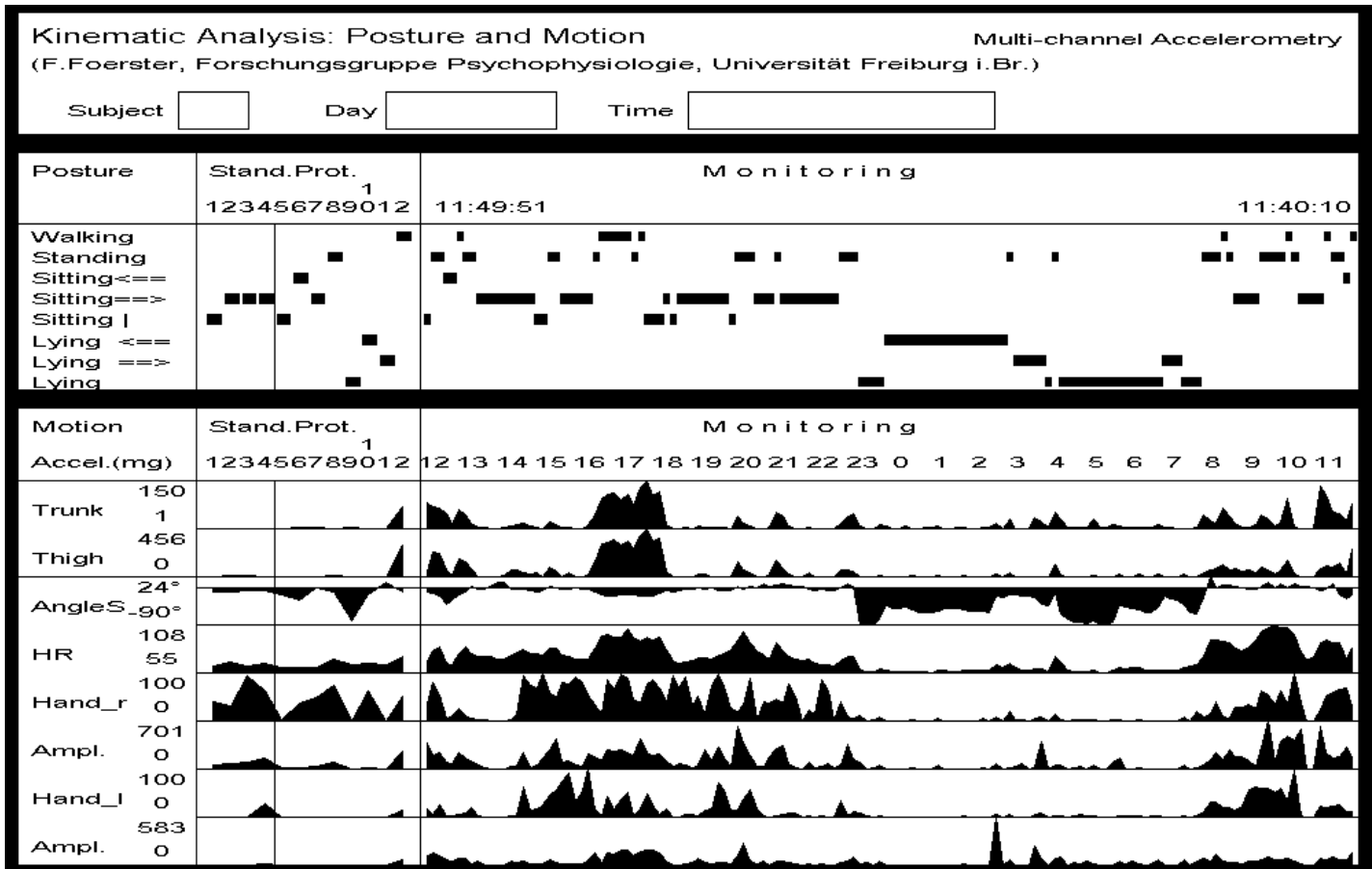


Abbildung 7.10: Protokoll eines 24-Stunden-Monitoring mit multipler kalibrierter Akzelerometrie zur Messung der Bewegungsaktivität und zur Erfassung typischer Bewegungsmuster bei einem Patienten mit Morbus Parkinson. Im oberen Feld sind links die Ergebnisse des Standardprotokolls und rechts die Detektion dieser Muster im Tagesverlauf zu sehen. Im unteren Feld sind das Akzelerometersignal der Sensoren an Brust und Bein, der Winkel der Thoraxneigung zur Senkrechten, die Herzfrequenz sowie die prozentuale Aktivität und die geschätzte Amplitude des Tremor der rechten und der linken Hand (Sensor auf dem Handrücken) zu erkennen.

## **7.8 Computer-unterstützte Selbstberichte mit MONITOR**

### **7.8.1 Zur Methodik – Vorzüge und Grenzen**

Allgemeinbefinden, emotionale Zustände, psychische Symptome oder körperliche Beschwerden werden in der Regel mit Selbsteinstufungsskalen bzw. Fragebogen oder durch Interview erfasst. Die Fragen beziehen sich dann auf den gegenwärtigen Zustand und häufig auch auf zurückliegende Zeitintervalle, die meist nicht einmal genau definiert sind. In Tageslaufuntersuchungen und Therapiestudien wird mittels Stimmungsskalen und Symptomlisten ein Rückblick auf den vergangenen Tag verlangt. Solche retrospektiven Einstufungen können natürlich die Dynamik der Zustandsänderungen nicht erkennen lassen. Auf welche Weise jemand über das fragliche Intervall aggregiert und gewichtet hat, bleibt in der Regel unbekannt.

Eine Datenerhebung dieser Art beinhaltet, von den grundsätzlichen Methodenproblemen aller Selbsteinstufungen abgesehen, zwei kritische Aspekte: Die ökologische (externe) Validität dieser punktuellen Einstufungen im Hinblick auf den realen Tageslauf ist zweifelhaft. Alle rückblickend und summarisch gegebenen Einstufungen können durch systematische Retrospektionseffekte verzerrt sein.

Der Wunsch nach höherer Zuverlässigkeit und Validität hat zur Entwicklung von Verfahren geführt, mit denen Daten unter Alltagsbedingungen in variablen Abständen wiederholt erhoben werden können. Dazu gehören die standardisierte Tagebuchmethode, die Experience Sampling Method von Csikszentmihalyi und Larson (1987; siehe auch de Vries, 1992) und andere Verfahren des Selbstmonitoring (Übersichten siehe Baumann et al., 2003; Hufford et al., 2001; Fahrenberg & Myrtek, 1996, 2001a, 2001b; Wilhelm & Perrez, 2001).

Die *computer-unterstützte Methodik* zeichnet sich zweifellos durch eine höhere technische Zuverlässigkeit und auch Compliance der Datenerhebung aus (Brügner, 1998; Fahrenberg, Leonhart & Foerster, 2002; Käßler, Brügner & Fahrenberg, 2001; Fahrenberg, Hüttner & Leonhart, 2001; Hüttner, 2001). Wie unzuverlässig die verbreiteten Papier- und Bleistift-Tagebuchblätter sind, ist aus Vergleichsstudien mit computer-

unterstützte Methodik zu erkennen (z.B. bei Schmerzpatienten, Stone et. al., 2003).

Die Vorzüge dieser Methodik sind offenkundig:

- automatische Alarm- und Erinnerungsfunktionen;
- flexible Gestaltung des Layouts der Fragen und Antwortmöglichkeiten mit Verzweigungen und Ablaufsteuerung;
- Unzugänglichkeit der vorausgegangenen Antworten und Unmöglichkeit nachträglicher Eingaben oder Änderungen;
- zuverlässiges zeitliches Protokoll aller Eingaben (einschließlich der Antwortlatenzen) mit automatischer Datensicherung;
- direkter Datentransfer für statistische Weiterverarbeitung (Ökonomie und Reduktion von Fehlerquellen).

Bereits beim ersten Labor-Feld-Vergleich wurden auch psychologische Daten erhoben (Fahrenberg et al., 1984; Schneider, 1983). In den folgenden Studien konnte dafür der hand-held PC Casio PB1000 mit entsprechender Programmierung eingesetzt werden (Heger, 1990a; Käßpler, 1994). Die Probanden erhielten außerdem einen Audio-Rekorder (Sony Walkman), um freie Kommentare zu bestimmten Situationen geben zu können. Diese Methodenkombination wurde bei 140 normotonen und grenzwertigen Probanden (Fahrenberg, Heger, Foerster & Müller, 1991; Käßpler, Becker & Fahrenberg, 1983), ohne den Walkman-Rekorder bei weiteren 80 Probanden und Patienten eingesetzt (Baas, Jost & Wilmers, 1994; Franck et al., 1996).

Aus diesen Anwendungen entstand die flexibel gestaltete MONITOR-Software für die Psion Serie 3 zur Selbstprotokollierung von Setting-Merkmalen (u.a. Ort, Tätigkeit, Personen), Befinden (Stimmung, Beanspruchung), besonderen Ereignissen, Symptomen, psychologischen Testdaten, Ergebnissen von Funktionsprüfungen usw. Die Eingaben können numerisch oder als Text mittels Listen oder Skalen, mit Verzweigungen und mit bedingten Verknüpfungen erfolgen. Verfügbar sind u.a. Skalen, Itemlisten oder freie Texteingabe, ggf. hierarchisch oder verzweigt. Die Alarmfunktionen (Piepsen) und die Intervalle der Abfragen können leicht geändert werden (Brügner, 1998; Hüttner, 2001). MONITOR wurde in einer Reihe von Untersuchungen angewendet, u.a. in *Ambulatory assessment of diurnal changes with a hand-held computer: Mood, attention, and morningness-eveningness* (Fahrenberg, Brügner, Foerster &

Käppler, 1999); *Pocketcomputer-unterstütztes Assessment mit MONITOR: Befindlichkeit im Alltag, Methodenakzeptanz und die Replikation des Retrospektionseffektes* (Käppler, Brügger & Fahrenberg, 2001); *Psychological assessment in everyday life by hand-held PC: Applications of MONITOR* (Fahrenberg, Hüttner & Leonhart, 2001).

### **Zusammenfassungen**

"Pocketcomputer eignen sich, psychologische Daten in Feldstudien technisch zuverlässiger als mit Fragebogen bzw. Tagebüchern zu erfassen. In einer Methodenstudie wurde MONITOR, ein für den Pocket-PC PSION geschriebenes, flexibles Programm eingesetzt. Unter Alltagsbedingungen wurden von 61 Studierenden verschiedener Fächer an zwei Tagen mit je fünf Eingaben Selbstprotokolle erhoben. Dazu gehörten Setting-Merkmale wie Ort und Tätigkeit, Befindlichkeit (10 Adjektivskalen) sowie zwei Aufmerksamkeitstests (Go/No-Go Paradigma und Arbeitsgedächtnis). Zusätzlich wurde ein abendlicher und ein morgendlicher Rückblick als Gesamteinschätzung des protokollierten Tages erhoben.

Aufgrund einer ausführlichen Nachbefragung kann von einer guten Akzeptanz der computer-unterstützten Untersuchungsmethodik ausgegangen werden. Zwischen den Erhebungstagen und zwischen verschiedenen Tageszeiten ergaben sich Unterschiede, die teils als Übungs- und Gewöhnungseffekte, teils als zirkadiane Effekte interpretierbar waren. Rückblickend wird das Befinden negativer beurteilt als es aus dem Mittelwert der einzelnen Protokolle zu erwarten war. Damit konnte der bereits in einer vorausgegangenen Untersuchung beobachtete *negative Retrospektionseffekt* repliziert werden. Der Effekt ist bei emotional labilen Personen stärker ausgeprägt. Diese Befunde und andere Vorzüge der computer-unterstützten Methodik legen eine breitere Anwendung nahe." (Käppler, Brügger & Fahrenberg, 2001, S. 249).

"Hand-held computers were used in the ambulatory assessment of subjective state (mood, arousal) and performance in a Go/No-Go paradigm and a working memory test. Sixty-one students participated in this investigation with five self-reports each day for two consecutive days. Subjective state variables showed clear within-subject correlations, but the correlations were negligible between subjective state and performance on both in-field tests of attentional performance. Self-rated morningness-eveningness

types showed significant differences in their diurnal change in working memory performance. A retrospection effect, i.e., a negative bias in self-ratings made in the evening or morning following the day being assessed, reported previously, was replicated." (Fahrenberg et al., 1999, S. 641).

### **7.8.2 Retrospektionseffekt**

Der negative Retrospektionseffekt war zunächst ein Nebenergebnis, doch ist diese Antworttendenz zweifellos wichtig für jede methodenkritische Evaluation von Selbstberichten. Darüber hinaus liefern solche Diskrepanzen zwischen momentanen und rückblickenden Selbsteinstufungen ein starkes Argument für die Verwendung von hand-held PC. Deswegen wird hier die Serie der Methodenstudien und Erklärungsversuche geschildert.

Erinnerungstäuschungen können auch in differentiell-psychologischen und klinisch-psychologischen Untersuchungen, die sich – wie mehrheitlich der Fall – auf Interviews, Fragebogen, Tagebücher oder Self-Monitoring stützen, ein großes Problem darstellen. Die Erinnerung an positive und negative Lebensereignisse schien sowohl bei depressiven Patienten als auch bei Studenten von der aktuellen, positiven oder gedrückten Stimmung abhängig zu sein (Clark & Teasdale, 1982; Teasdale & Fogerty, 1979). Aktuelle Einstufungen, wie bestimmte Belastungen (Stress) bewältigt wurden, stimmten mit retrospektiven Einstufungen nicht gut überein (Stone et al., 1998).

Bei Angstpatienten wurde eine systematische Diskrepanz zwischen den aktuell während ihrer Angstzustände gegebenen Selbsteinstufungen (des Angstgefühls und der körperlichen Symptome) und den abends im Interview oder Fragebogen erhaltenen Aussagen festgestellt (De Beurs, Lange & Van Dyck, 1991; Margraf & Jacobi, 1997; Margraf, Taylor, Ehlers, Roth & Agras, 1987). Bei diesem "recall-error" handelte es sich um eine auch für die allgemeine Diagnostik wichtige Antworttendenz.

Unabhängig von diesen Untersuchungen hatte Käßler (1994) aktuelle mit retrospektiven Selbsteinstufungen verglichen. In einer Monitoring-Studie wurden bei 42 Studierenden an einem Tag durchschnittlich 29 Selbstprotokolle mit jeweils vier Fragen zum Setting sowie mit zwölf siebenstufigen Skalen zum Befinden, zur Stimmung und zur Beanspruchung erhoben. Beim Vergleich der gemittelten Tageswerte mit den am Abend bzw. am nächsten Morgen anhand derselben Items erhobenen Rückblicke

zeigten sich in neun Items signifikante oder sehr signifikante Unterschiede: rückblickend wurde der Tag als belastender, körperlich und geistig anspannender, und die Stimmung als stärker aufgeregt/nervös und ärgerlich/gereizt beschrieben als aufgrund der Mittelwerte zu erwarten war. Dieser Befund wurde als Retrospektionseffekt mit einer einheitlich negativen Verzerrungstendenz beschrieben (Käppler, Becker & Fahrenberg, 1993).

In der zuvor erwähnten, zweiten Monitoring-Studie mit 61 Studierenden konnte der negative Retrospektionseffekt uneingeschränkt repliziert werden. Seine Effektstärke wurde anhand der Differenz zwischen dem Mittelwert der aktuellen Einstufungen und dem Rückblick, bezogen auf die Standardabweichung der aktuellen Einstufungen, geschätzt. Die Effektstärke für die neun Items mit signifikantem Retrospektionseffekt lag zwischen  $d = 0.47$  und  $d = 1.55$ , d. h. es wurden mittlere bis große Effektstärken festgestellt. Die entsprechenden Tests für den zweiten Tag sowie für die beiden morgendlichen Rückblicke auf den vergangenen Tag ergaben eine hohe Übereinstimmung. Der negative Retrospektionseffekt ist in der Abbildung 7.11 dargestellt (Käppler, Brügger & Fahrenberg, 2001).

Dieser Effekt wurde in anschließenden Untersuchungen überprüft. Die computer-unterstützte Selbstprotokollierung ist die Methode der Wahl, wenn es um mögliche Verzerrungen des Rückblicks, d. h. um den Vergleich zwischen aktuellen und retrospektiven Einstufungen geht. Die von anderen Autoren in ähnlichen Untersuchungen, z. B. über die Erinnerung von Emotionen oder Copingstrategien, verwendete Fragebogenmethodik ist gerade bei diesem Thema von zweifelhafter Zuverlässigkeit (vgl. Stone, Kennedy-Moore & Neale, 1995; Suh, Diener & Fujita, 1996).

Der Retrospektionseffekt wurde auch beim Monitoring der Hypertonie-Patienten bestätigt. Im Rückblick wurden positive Stimmungen geringer und negative Stimmungen höher eingestuft (Tabelle 7.13).

### **Interpretation des negativen Retrospektionseffektes**

Der *negative Retrospektionseffekt* wurde in sechs Untersuchungen hinsichtlich mehrerer Items, vor allem jener mit „negativem“ Inhalt, reproduziert (*Evaluation des negativen Retrospektionseffektes. Untersuchungen mit Monitor. Fahrenberg, Bolkenius, Maier, Schmidt, Foerster, Hüttner, Käppler & Leonhart, 2002*).

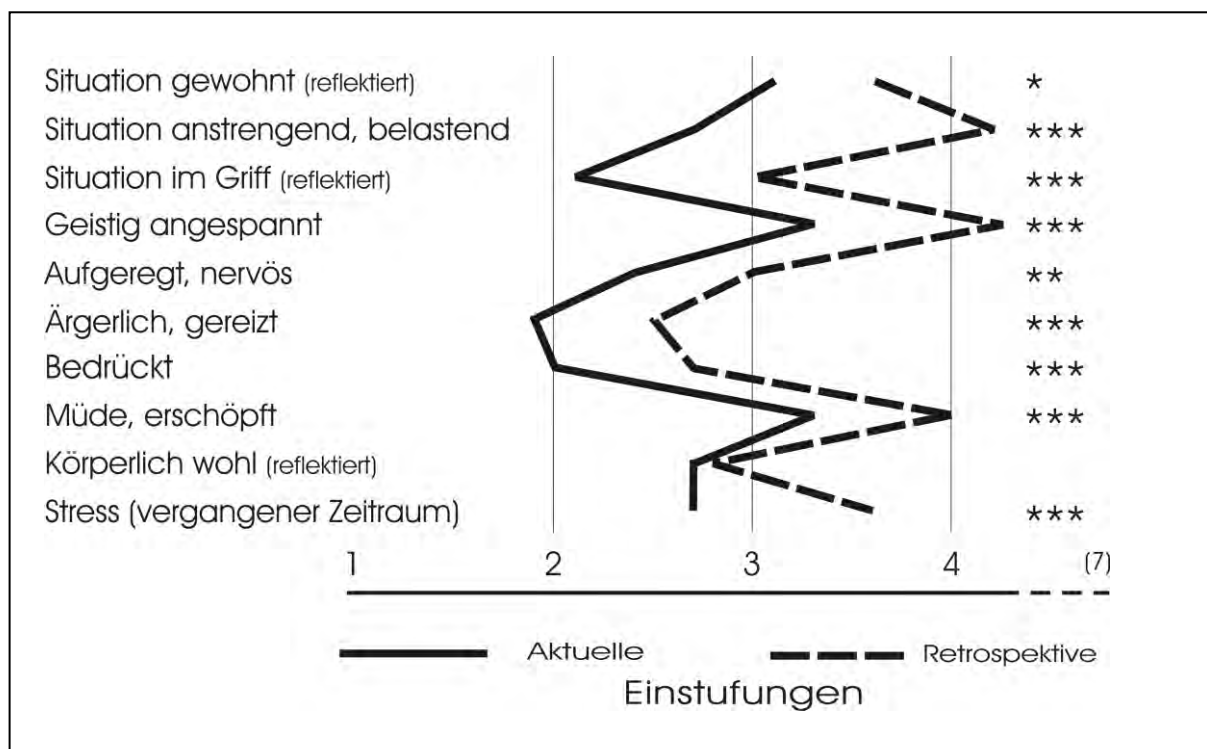


Abbildung 7.11: Negativer Retrospektionseffekt, d.h. Vergleich zwischen aggregierten aktuellen und retrospektiven Einstufungen am Abend desselben Tages (Fahrenberg et al., 1999, S. 652). Die Vorzeichen der "positiven" Items sind reflektiert (t-Tests für abhängige Stichproben, \*  $p < .050$ , \*\*  $p < .010$ , \*\*\*  $p < .001$ ,  $N = 50$ ). Verteilungsfreie Tests lieferten gleichlautende Ergebnisse.

Tabelle 7.13: Abendlicher Rückblick und Mittelwerte des aktuellen Befindens am Tag

Item	Retrospektion	Mittelwert Aktuell	n	p
körperlich angespannt	2.76	1.97	51	<.01 **
gute Laune	4.79	5.12	51	<.01 **
aufgeregt	2.15	1.76	51	<.01 **
bedrückt	1.17	.89	51	<.01 **
Ärger	1.75	1.38	51	<.01 **
erschöpft	2.28	1.82	51	<.01 **
wohl fühlen	4.76	5.13	51	<.01 **
gewohnte Situationen	4.08	4.88	51	<.01 **

Anmerkung: Analyse auf der Basis von drei Untersuchungstagen. \* =  $p < .05$ , \*\* =  $p < .01$ .

Der Tageslauf und das eigene Befinden wurden also im Rückblick auf den Tag oder die Woche negativer bewertet als es aus den aktuellen Einstufungen während des Tages (bzw. der Woche) zu erwarten war. Auf den verwendeten siebenstufigen Adjektivskalen hatten negative Items (z. B. „bedrückt“) relativ niedrige Mittelwerte und positive Items (z. B. „körperlich wohl“) relativ hohe Mittelwerte. Die abends oder am nächsten Morgen bzw. nach einer Woche gegebenen rückblickenden Einstufungen lagen näher zur Skalenmitte.

Verschiedene Voraussetzungen und methodische Aspekte wurden diskutiert. Dazu gehören u. a. der Nachweis einer ausreichenden Variabilität (intra- und inter-individuell), die Exploration der statistischen Verteilungsformen der Itemwerte, Unterschiede zwischen „positiv“ und „negativ“ formulierten Adjektivskalen, die Generalisierbarkeit über verschiedene Untersuchungsgruppen, die Akzeptanz der Methodik und die methodenbedingte Reaktivität. Die Untersuchungsserie regte außerdem zur Weiterentwicklung des Itempools und der Ablaufsteuerung für MONITOR an.

Es handelte sich um einen *robusten Befund mit mittlerer bis großer Effektstärke*. Deshalb lag die Annahme nahe, dass es sich – zumindest teilweise – um ein psychometrisches Artefakt oder eine triviale Urteilsheuristik handeln könnte. Die verschiedenen, einander nicht ausschließenden Erklärungshypothesen sind:

1. Ein *negativer Retrospektionseffekt* ergibt sich bei der verwendeten Skalierungsweise dann, wenn der Skalenwert des Rückblicks *größer* als der Mittelwert der aktuellen Einstufungen des Tages ist. Falls die Tages-Mittelwerte, wie es durchweg der Fall ist, eher am oberen oder unteren Ende der Skala liegen, wird eine *weiter in der Mitte liegende* retrospektive Einstufung zu diesem negativen Retrospektionseffekt führen. Da die Verteilungen der Itemwerte in der Regel nicht symmetrisch um die Skalenmitte 4, sondern links- oder rechtsschief sind, entspricht der negative Retrospektionseffekt einer Verschiebung zur Skalenmitte: bei positiv formulierten Items (z. B. „aktiv“ Stufe 7 völlig zutreffend) eine Abnahme zur Skalenmitte hin, bei negativ formulierten Items (z. B. „bedrückt“ gar nicht zutreffend) eine Zunahme zur Skalenmitte hin.

Eine Tendenz zur Mitte kann jedoch aus verschiedenen Gründen zustande kommen:

- a. Eine *statistische Regression zur Mitte* ist durch Messfehler bedingt. Diese führen dazu, dass der Wert einer zweiten Messung zum Mittelwert (Dichtezentrum) der Verteilung tendiert.
  - b. Beim Rückblick steht grundsätzlich der gesamte Range der Skala von 1 bis 7 zur Verfügung. Unter der Annahme, dass sich die rückblickende Einstufung wahrscheinlich mehr oder minder an einem gedachten Tagesdurchschnitt orientiert, könnte es zu einer Varianzeinengung des Rückblicks im Vergleich zum Tages-Mittelwert, d. h. einer *Restriktion des Bereichs*, kommen (bei einem gedachten Tages-Mittelwert 2, würde der Rückblick nicht unter das Skalen-Ende bei 1 gehen können).
  - c. Die Selbsteinstufung des Befindens auf einer Skala ist, wenn diese Aufgabe gründlich aufgefasst wird, mit semantischen Schwierigkeiten und mit der Wahl eines Bezugssystems verbunden. In dieser Situation der Unsicherheit könnte eine *Urteilsheuristik* eingesetzt werden, die mittlere, d. h. unentschiedene Skalenstufe „mittelmäßig“ zu bevorzugen.
2. Zwischen der rückblickenden Einstufung am Abend und den vorausgegangenen Einstufungen kann eine *Ausgangswert-Abhängigkeit* (ähnlich dem Ausgangswertproblem bei physiologischen Messwiederholungen) bestehen.
- Sollte es sich beim negativen Retrospektionseffekt aber nicht nur um einen psychometrischen, sondern um einen „psychologischen“ Effekt handeln, wäre dies zweifellos umso mehr wichtig für jede psychologisch-diagnostische Untersuchung, die sich auf Selbstberichte in Fragebogen und Interviews stützt.

Die verschiedenen Erklärungshypothesen und Untersuchungsergebnisse legten eine weitere Untersuchung nahe, insbesondere im Hinblick auf die vermutete Urteilsheuristik. Ist diese Tendenz zur Mitte weniger ausgeprägt, wenn (1) der Rückblick nur für *halbe* Tage statt für den ganzen Tag verlangt wird, (2) die aktuellen Einstufungen mit relativ *großer Sicherheit* gegeben werden und (3) eine bessere Differenzierung durch ein vorgeschaltetes *Skalierungstraining* erreicht wird? Ist die Tendenz zur Mitte stärker, wenn (4) Unsicherheit provoziert wird, indem eine *prospektive* Einstufung für den folgenden Tag erbeten wird (Fahrenberg et al., 2002).

## Zusammenfassung

"Die neue Untersuchung mit 64 Studierenden (52 Frauen, 12 Männer) umfasste vier Termine am ersten und sechs Termine am zweiten Erhebungstag. Jede Abfrage beinhaltete drei Fragen zum Setting, eine Aufforderung, besondere Ereignisse durch Texteingabe zu protokollieren, sowie acht Adjektivskalen zum Befinden. Hier wurden visuelle Analogskalen mit einer für die Einstufer nicht sichtbaren 21 stufigen Auflösung verwendet. Die Hälfte der Teilnehmer erhielt die Fragen zur retrospektiven Einstufung um 13 und 21 Uhr, die andere Hälfte nur abends für den gesamten Tag. Außerdem gab es abends sowohl eine Frage zur relativen Sicherheit der Einstufungen als auch eine prospektive Frage zum Befinden am nächsten Tag. Die aktuellen und die retrospektiven Einstufungen wurden mit computer-unterstützter Methodik, d. h. dem Programm MONITOR für hand-held PC PSION Serie 3, unter Alltagsbedingungen gewonnen. Vor dem ambulanten Monitoring erhielt die Hälfte der Teilnehmer ein kurzes Skalierungstraining.

Der negative Retrospektionseffekt konnte bei vier von acht Items repliziert werden: bei den negativ gepolten Items („anstrengend, belastend“; „aufgeregt, nervös“; „ärgerlich, gereizt“; „bedrückt“). Eine zwei-faktorielle Varianzanalyse ergab *keine* Mittelwertunterschiede der aktuellen und der retrospektiven Einstufungen zwischen den Gruppen mit „Skalierungstraining“ bzw. mit „Retrospektion in Tagesabschnitten“. Der beobachtete negative Retrospektionseffekt war unabhängig von der subjektiven Unsicherheit der Selbsteinstufungen und war bei der naturgemäß besonders unsicheren Vorhersage für den nächsten Tag nicht stärker ausgeprägt. Diese negativen Ergebnisse sprechen insgesamt *gegen die Annahme von Urteilstendenzen bzw. einer Urteilsheuristik* als hinreichender Erklärung der Tendenz zur Mitte." (Fahrenberg et al., 2002, S. 7).

Als Ergebnis der Serie von Untersuchungen konnte immerhin der *Geltungsbereich* des negativen Retrospektionseffektes eingeschränkt werden. Es handelte sich zwar um einen mittleren bis großen Effekt, aber er war an den Folgetagen kaum reproduzierbar und er trat vorwiegend bei bestimmten Adjektivskalen auf: es waren Items mit *negativem* Inhalt und unter diesen vor allem die Items „anstrengend, belastend“, „bedrückt“ und „Erlebten Sie seit der letzten Eingabe Stress?“ Vielleicht regten gerade diese Iteminhalte an, zustimmende Antworten zu geben. – Gegen die Erklärung durch einfache Regression zur Mitte spricht u.a. die hohe Kon-

stanz der Standardabweichungen der Einstufungen über die 7 Tage der Wochenstudie.

### **Negativer Retrospektionseffekt und Persönlichkeitsmerkmale**

Neben den psychometrischen und kognitionspsychologischen Erklärungshypothesen steht die persönlichkeitspsychologische Interpretation. Die Tendenz, Vergangenes negativer zu bewerten als es aktuell erlebt wurde, ist ein bekanntes Phänomen. In Anamnesen wird u. U. von Aggravation oder Klagsamkeit gesprochen, wenn ein Patient zur negativen Überbetonung und Akzentuierung von Ereignissen oder Beschwerden neigt – vielleicht um Aufmerksamkeit zu gewinnen oder aus anderen Gründen. Emotional labile, selbstunsichere, sich stark beansprucht führende Personen tendierten dazu, Tagesereignisse und Befinden im Rückblick negativer zu bewerten als andere Menschen. Personen mit hoher Ausprägung der Emotionalität haben bekanntlich die Tendenz, über viele körperliche Beschwerden zu klagen, geringe Lebenszufriedenheit zu äußern und ein negatives Krankheitsverhalten zu entwickeln. Dies wurde bevölkerungsrepräsentativ (siehe Fahrenberg, 1994b; Fahrenberg et al., 2001a) und in großen klinischen Studien (Myrtek, 1998a) belegt.

Die persönlichkeitspsychologische Interpretation wurde durch die Ergebnisse der beiden ersten Untersuchungen gestützt. Der Betrag des Retrospektionseffektes (Differenzwert zum Mittelwert des Tages) und zum Vergleich auch der Mittelwert des Tages wurden mit den Testwerten für *Extraversion* und *Emotionalität* des FPI-R korreliert. Für den *Index*, der durch Aggregation der beiden Items „bedrückt“ und „erschöpft, müde“ gewonnen wurde, ergab sich eine signifikante Korrelation mit der Dimension Emotionalität ( $r = .35$ ;  $p < .01$ ,  $df = 56$ ). Wenn in den Index fünf weitere Items, die negatives Befinden und negative Situationsbewertungen erfassen, einbezogen wurden, blieb der Zusammenhang zwischen Retrospektionseffekt und Emotionalität abgeschwächt bestehen ( $r = .28$ ,  $p < .05$ ). Die Ergebnisse besagten hypothesengerecht, dass emotional labile Personen einen größeren negativen Retrospektionseffekt auf ihren Tageslauf erkennen lassen als emotional stabile Personen. Tendenziell waren diese Zusammenhänge auch am zweiten Untersuchungstag zu sehen, signifikant bzw. sehr signifikant waren sie jedoch nur am ersten Tag. Vielleicht hat es eine Rolle gespielt, dass diese Protokollierungen am ersten Tag noch ungewohnt waren (Käppler et al., 2001).

Die zweite Untersuchung wurde mit 59 berufstätigen Personen unternommen, d.h. einer weniger homogenen Gruppe als die Studenten. Die Skala Emotionalität des FPI korrelierte signifikant ( $p < .05$ ) mit dem *Betrag* des Retrospektionseffektes (Tages-Mittelwert minus Rückblick) bei den Items „anstrengend, belastend“ ( $r = .28$ ) und „aufgeregt, nervös“ ( $r = .27$ ). Emotional labile Personen stuften ihr Befinden am vergangenen Tag negativer ein. Die zuvor berichteten Befunde wurden also im Prinzip bestätigt.

Ein als Wochenstudie durchgeführtes Monitoring ergab bei 33 Studentinnen (überwiegend im zweiten Fachsemester Psychologie) eine bemerkenswert geringe Stabilität des negativen Retrospektionseffektes über die sieben Tage (Intraklass-Koeffizient in der Größenordnung von  $r = 0.20$ ). Dies sprach gegen die Annahme einer persönlichkeitsabhängigen und habituellen Urteilstendenz. In dieser Wochenstudie zeigte sich die Beziehung des negativen Retrospektionseffektes zum Konstrukt Emotionalität (FPI-R) nur am ersten Tag und nicht als konstantes Muster. Am ersten Untersuchungstag korrelierten die Beträge der Retrospektion (Differenz Tagesmittelwert – Rückblick) beim Item „bedrückt“  $r = -.40$  ( $p = .022$ ,  $N = 33$ ) mit der Skala N des FPI-R, d. h. emotional labile Personen wiesen wie erwartet größere negative Differenzen auf. (Zum Vergleich waren die Koeffizienten für den Tagesmittelwert dieses Items  $r = .29$  und für den Rückblick  $r = .42$  interessant.) Die entsprechenden Korrelationskoeffizienten für das Item „erschöpft“ lauteten: Retrospektions-Betrag (Differenz)  $r = -.54$ , Tagesmittelwert  $r = .23$  und Rückblick  $r = .50$ .

Demnach wäre der frühere Befund bestätigt. Doch die Retrospektions-Beträge korrelierten an den Tagen 2 bis 7 nur noch geringfügig mit der Skala N, während sich die Koeffizienten zwischen den Tagesmittelwerten und N in der Größenordnung .30 bis .40 bewegten. Es könnte also zutreffen, dass die Beziehung zwischen dem negativem Retrospektionseffekt und dem Persönlichkeitsmerkmal Emotionalität mit den initialen Bedingungen zusammenhängt, d. h. spezifisch für den ersten Tag ist. – Im Unterschied zu diesen drei Studien konnte die Zusammenhangs-Hypothese von Retrospektionseffekt und Ausprägung der Eigenschaft Emotionalität bei den Patienten mit Hypertonie nicht beobachtet werden (Fahrenberg et al., 2002).

## Kommentar

Der negative Retrospektionseffekt kann als empirisch gesicherter, robuster Sachverhalt angesehen werden. Der Effekt ist zwar am ersten Untersuchungstag sehr deutlich, an den späteren Tagen jedoch intraindividuell kaum überzeugend reproduzierbar. Für eine Reihe von psychometrischen und psychologischen Erklärungsversuche gab es insgesamt noch keine hinreichenden Bestätigungen. Ein wiederholter – wenn auch nicht völlig konsistenter – Befund war der Unterschied zwischen den positiv und den negativ formulierten Adjektivskalen. Enthält die negative Formulierung bereits eine suggestive Komponente, im Rückblick zu generalisieren? Oder ist die Lage der Verteilung relativ zur Skalenmitte wesentlich? Mit den bisher verwendeten und z. T. gezielt modifizierten Items konnte dieser Aspekt nicht befriedigend geklärt werden. Vielleicht kann durch neu entworfene Items die Absicht, sowohl für negative wie für positive Zustände Verteilungen um die Skalenmitte zu erreichen, verwirklicht werden. Dies ist eine wichtige Aufgabe für künftige Untersuchungen.

Die persönlichkeitspsychologische Interpretation des negativen Retrospektionseffektes als Ausdruck einer habituellen Disposition zur emotionalen Labilität und Klagsamkeit wurde in den drei ersten Untersuchungen weitgehend gestützt, nur sehr eingeschränkt in einer weiteren Untersuchung und nicht bestätigt bei den Patienten. Aus der Wochenstudie stammt das Ergebnis, dass die Korrelation zwischen dem Betrag der Retrospektion und der Skala N nur am ersten Untersuchungstag deutlich zu finden war, also u. U. einen der Gewöhnung unterliegenden Bewertungsprozess repräsentiert. Insgesamt muss die persönlichkeitspsychologische Hypothese abgeschwächt oder modifiziert werden. (Hohe Testwerte der Skala Emotionalität des FPI-R sind in mehreren Items auch mit höheren Tagesmittelwerten und höheren rückblickenden Einstufungen – und nicht nur mit deren Differenz als Betrag der Retrospektion – assoziiert.)

Da die Inkonsistenzen auch durch die Personenauswahl bedingt sein können, sind breitere Erhebungen zweckmäßig. Angesichts der beim gegenwärtigen Stand relativ unergiebigem Erklärungsversuche kognitions-psychologischer und psychometrischer Art, könnte sich nun der Blick wieder mehr den differentiell-psychologischen Perspektiven zuwenden. Hierbei wären intra-individuelle Explorationen des Bezugssystems und der u. U. aufgrund von Tagesereignissen modifizierten rückblickenden Einstufungen möglich. Anhand der inzwischen angewachsenen Datenba-

sis können eher statistische Vergleiche zwischen Datensätzen, die explizit auf besondere, positive oder negative, emotionale Ereignisse verweisen, durchgeführt werden. Die geringe Ergiebigkeit der in der vierten Untersuchung verwendeten „Metafragen“ zu diesen Aspekten, d. h. dem möglichen Wissen über solche Urteilstendenzen, lassen jedoch die Schwierigkeiten solcher Analysen erkennen. Der negative Retrospektioneffekt erweist sich, trotz der bisherigen Bemühungen weiterhin als eine besondere Herausforderung für kritische Methodenstudien.

### **7.8.3 Psychologisches Monitoring und Validierungshinweise zum Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI-R**

An einem Beispiel kann beschrieben werden, wie die Methodik des ambulanten psychologischen Monitoring zur Validierung von Tests verwendet werden kann. Die mit MONITOR erhobenen wiederholten Selbstberichte unter Alltagsbedingungen wurden mit den individuellen Testwerten in den 12 Skalen des Freiburger Persönlichkeitsinventars FPI-R korreliert.

An einer Monitoring-Studie nahmen 59 berufstätige Personen, 25 Männer und 34 Frauen, Alter zwischen 19 und 58 Jahren ( $M = 34$ ), überwiegend mit höherer Schulbildung, teil (Scheibehenne, Saller & Fahrenberg, 2000). Zu fünf Zeitpunkten eines Tages wurde ein computer-unterstütztes Selbstprotokoll über Setting-Merkmale (u.a. Ort, Tätigkeit) und Befindlichkeit (14 siebenstufige Adjektivskalen) erhoben. Es wurde das Programm MONITOR von Brügger (1988) für den hand-held PC Psion verwendet. Zwischen den zu Untersuchungsbeginn erhobenen FPI-R Testwerten und den aggregierten Tageswerten der Befindlichkeit ergaben sich zahlreiche signifikante Beziehungen (siehe Tabelle 7.14), welche durchweg den Beschreibungen der Persönlichkeitseigenschaften im Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI-R entsprachen.

Die höchsten Koeffizienten ( $r \geq 0.50$ ) bestanden zwischen *Lebenszufriedenheit* und "ausgeglichen" bzw. "guter Stimmung", *Beanspruchung* und "Stress", *Gesundheitssorgen* und "aufgeregt, nervös", *Emotionalität* und "bedrückt". Keine oder nur geringe Beziehungen wurden für die Skalen *Soziale Orientierung*, *Aggressivität* und *Offenheit* festgestellt, deren Inhalte in den für MONITOR ausgewählten Items offensichtlich nicht gut repräsentiert waren. Bemerkenswert ist, dass *Extraversion* hier nur eine signifikante Beziehung aufwies: mit "selbstsicher, selbstbewusst".

Tabelle 7.14: Korrelationen zwischen den 12 FPI-R Skalen (Stanine-Werte) und aggregierten Tageswerten der Befindlichkeit (N = 59)

	LEB	SOZ	LEI	GEH	ERR	AGG	BEA	KOE	GES	OFF	EXT	EMO
aktiv, leistungsfähig	.38	-.05	.32	-.20	-.16	.16	-.18	-.26	.02	-.08	.24	-.37
geistig angespannt	-.15	.04	-.20	.19	.32	-.13	.24	.14	.23	.01	-.01	.34
ausgeglichen	.51	.08	.17	-.30	-.18	.09	-.39	-.30	-.29	.20	.13	-.46
bedrückt	-.49	.06	-.22	.08	.27	-.03	.29	.14	.18	.02	.04	.50
anstrengend, belastend	-.24	.02	-.04	.29	.23	-.12	.20	.19	.34	.03	-.06	.35
ärgerlich, gereizt	-.27	-.08	-.04	.13	.20	.01	.16	.28	.32	.00	-.09	.38
Situation gewohnt	-.14	.05	-.26	.21	.26	.16	-.04	-.05	-.40	.27	-.12	.15
Situation im Griff	.20	-.03	.04	-.11	.01	.26	-.18	-.21	-.43	.16	.12	-.29
körperlich wohl	.19	-.10	.15	-.10	-.04	.07	-.33	-.28	-.14	-.08	.10	-.22
erschöpft, müde	-.33	.23	-.26	.21	.23	-.14	.36	.18	.05	.00	-.17	.40
aufgeregt, nervös	-.28	-.10	-.02	.18	.21	-.05	.37	.21	.56	-.22	-.06	.39
selbstsicher, selbstbew.	.43	.02	.36	-.39	-.29	.17	-.12	-.30	-.14	-.10	.30	-.30
guter Stimmung	.51	.09	.21	-.24	-.26	.07	-.31	-.31	-.22	.09	.14	-.44
durch Fragen gestört	.19	.12	-.06	.03	-.05	-.12	.08	.16	.17	.06	.00	-.05
seit letzter Eing. im Stress	-.31	-.06	.03	.06	.27	-.04	.52	.39	.40	-.15	.04	.46

Anmerkungen: Die Tageswerte der Befindlichkeit wurden über die fünf Selbstprotokollierungen des Tages mit dem System MONITOR gemittelt.  $r \geq .26$ ,  $p < .05$ ;  $r \geq .33$ ,  $p < .01$ ;  $r \geq .42$ ,  $p < .001$  (siehe Fahrenberg, Hampel & Selg, 2001, S. 116).

Die Befunde sind als interessante Validierungshinweise, aber noch nicht als überzeugende Kriterien-Validierungen der FPI-Skalen anzusehen, da es sich um dieselbe Datenebene handelt. Immerhin ergab sich eine deutliche Konsistenz zwischen den Selbsteinstufungen des Befindens und den Selbstbeurteilungen von überdauernden Gewohnheiten und Persönlichkeitseigenschaften. Käßler (1994, S. 119) hatte bereits bei den 42 untersuchten Studenten verschiedener Fakultäten ähnliche Korrelation mit Skalen des FPI und vor allem mit der FBL (Allgemeinbeschwerden, Herz-Kreislauf) gefunden. Bemerkenswert ist, dass sich dort 8 von 26 signifikanten Koeffizienten auf die Standardabweichungen der Einstufungen bezogen und nicht auf deren Mittelwerte. Auch die bereits erwähnte Wochenstudie ergab eine Anzahl signifikanter ( $p < .05$ ) Koeffizienten zwischen der Skala N und den *Mittelwerten der Tagesrückblicke*: aktiv, leistungsfähig; anstrengend, belastend; erschöpft, müde; guter Stimmung sowie den *Gesamt-Mittelwerten der Items* (aggregiert über sieben Tage): aufgeregt, nervös; ärgerlich, gereizt; bedrückt; erschöpft, müde; guter Stimmung (negativ); körperlich wohl (negativ). Zwischen den Item-Varianzen und den FPI-Skalen bestanden jedoch keine Zusammenhänge.

Ebenso wie die Adjektivskalen der Selbsteinstufungen können auch Setting-Merkmale für solche Validierungsansätze herangezogen werden. Explorativ wurden die Selbstberichte der Wochenstudie, d.h. die 7 x 6 Selbstberichte der 33 Teilnehmerinnen der Wochenstudie (1386 Selbstberichte) ausgewertet. Beim Vergleich der angegebenen Aufenthaltsorte, der sozialen Kontexte und Tätigkeiten ist zu bedenken, dass in diese Statistiken sowohl die fünf Werktage als auch das Wochenende eingingen. Die Studierenden waren in dieser Woche vorwiegend zu Hause, im Hörsaal oder unterwegs, sie waren oft allein oder mit einer vertrauten Person zusammen. Als Tätigkeiten gaben sie vorwiegend Schreibtischarbeiten, Besuch von Lehrveranstaltungen, Essen und Trinken sowie Gespräche an. Das durchschnittliche Befinden der Studentinnen war überwiegend positiv, d. h. in guter Stimmung, sich körperlich wohl fühlend. Zugespißt ist dies aus dem Prozentanteil der hohen Skalenstufen (6 und 7, siehe auch Abschnitt 7.2.2) zu erkennen: ärgerlich, gereizt (2.6 %), bedrückt (3.3 %), aufgeregt, nervös (3.3 %), aktiv, leistungsfähig (13.7 %), erschöpft, müde (16.5 %), guter Stimmung (24.0 %), körperlich wohl (30.5 %). In 12.7 % der Protokolle wurden besondere Ereignisse verschiedener Art erwähnt, u. a. hinsichtlich Freunden/Familie ( $n = 72$ ), Studium ( $n = 30$ ), Partnerschaft

(n = 15) und Gesundheit (n = 11). Außerdem wurde in 25.1 % der Protokolle über körperliche und andere Beschwerden wie Erkältung (n = 95), Rückenschmerzen und Verspannungen (n = 74), Kopfschmerzen (n = 56), Bauchschmerzen und Übelkeit (n = 38), Müdigkeit und Erschöpfung (n = 40) geklagt.

Erwartet wurde u. a. eine signifikante Beziehung zwischen der Ausprägung der Extraversion (FPI-R) und der Anzahl der sozialen Kontakte mit vertrauten und mit nicht vertrauten Personen. Käßler (1994) hatte einen Einzelbefund mitgeteilt: Die Ausprägung der Extraversion korrelierte mit der Häufigkeit des sozialen Aspekts des Settings "Alleinsein" negativ ( $r = -.27$ ;  $p < .05$  einseitig). Außer der Extraversion wurden jetzt die Skalen Leistungsorientierung, Beanspruchung und Emotionalität des FPI-R ausgewählt. Für die Berechnungen mussten einige der Kategorien zusammengefasst werden: Aufenthaltsort (nur Hauptkategorien sowie dichotom drinnen/draußen); Personen (allein, mit vertrauten Personen, mit nicht vertrauten Personen) sowie Tätigkeiten (Hauptkategorien). Zwischen den Persönlichkeitsskalen und den Setting-Merkmalen Ort und Personen zeigten sich jedoch keine signifikanten Zusammenhänge. Auch zu den Tätigkeiten gab es nur geringfügige Beziehungen (Fahrenberg, Leonhart & Foerster, 2002). Um diesen grundlegenden methodologischen und diagnostisch wichtigen Fragen nachzugehen, wäre ein spezielles Projekt erforderlich.

## **7.9 Zusammenfassung und Ausblick**

### **Innovative Methodik**

Das 24-Stunden-Speicher-EKG und die ambulante Messung des Blutdrucks sind zwei – heute weit verbreitete – Routinemethoden der Kardiologie, welche zur Diagnostik und zur Therapiekontrolle unverzichtbar sind. Das Phänomen der Office-Hypertension ist dafür ein sehr anschauliches Beispiel.

Für die Datenerhebung unter Alltagsbedingungen, das ambulante Monitoring, wurden computer-unterstützte Verfahren entwickelt, mit denen außer Blutdruck und EKG auch Aktivität, Körperlage und typische Bewegungsmuster, Tremor und viele andere Funktionen oder Umweltbedingungen zu messen sind. Psychologische Daten können mit einem

hand-held PC aktueller und technisch zuverlässiger erhoben werden als durch nachträgliche Fragebogen oder Interviews. Zu diesen Selbstprotokollen gehören Angaben über das Setting (Ort, Tätigkeit, sozialer Kontext), Einstufungen des Befindens sowie Hinweise auf wichtige Ereignisse. Auch körperliche Symptome oder die Ergebnisse on-line durchgeführter psychologischer Tests können protokolliert werden. Die Eingaben werden durch entsprechende Programmierung und Signalgebung entweder zeitkontingent, ereigniskontingent oder nach anderen Plänen erhoben. In interaktiver Betriebsweise wird der hand-held PC, z.B. bei einem auffälligen Anstieg der Herzfrequenz oder einer Zunahme der ST-Senkung aktiviert, damit der Koronarpatient seine aktuelle Situation und seine Symptome protokollieren kann. In einer fortgeschrittenen Methodik des interaktiven Monitoring wird das Selbstprotokoll beim Eintreten einer "additional heart rate" unter automatischer Kontrolle der Bewegungsaktivität erbeten.

Die innovativen Entwicklungen beim ambulanten Monitoring bieten neue Forschungschancen. Zumindest das psychologische Monitoring ist mit computer-unterstützter Methodik leicht durchzuführen, und auch die physiologischen Messungen können heute, außerhalb des Labors, wesentlich einfacher als früher stattfinden. Unter den Gesichtspunkten der ökologischen Validität von Diagnostik und Therapiekontrolle, zur Vermeidung von Fehleinschätzungen aufgrund einseitiger Datenerhebung und unter Kosten-Nutzen-Gesichtspunkten ergibt sich ein Plädoyer für das ambulante Monitoring. Die Untersuchungen können angelegt werden als Freies Monitoring, zeit- oder ereignis-abhängiges Monitoring, Kontrolliertes (Strukturiertes) Monitoring, Feldexperiment, Interaktives Monitoring sowie als Symptom-Monitoring und Hilfe zum Selbst-Management. Die Forderung nach einer Ausweitung des "Behavioral Assessment" in der Psychologie erhält dadurch eine wichtige neue Basis. Für viele der neuen Assessmentstrategien existieren bereits anschauliche Beispiele.

Das ambulante Monitoring hat eine potentiell hohe Bedeutung für die Diagnostik und Therapiekontrolle, da über 24-Stunden oder ggf. auch Tage und Wochen wesentliche Informationen über den Patienten unter Alltagsbedingungen zu gewinnen wären. Das psychologische und auch das physiologische Monitoring scheinen bei Probanden und Patienten eine höhere Akzeptanz zu finden als gegenwärtig noch in vielen Fachkreisen.

### **Ambulantes Psychophysiologisches Blutdruck-Monitoring**

In aufeinander aufbauenden Studien wurde das ambulante psychophysiologische 24-Stunden-Monitoring durch Kombination eines Messwertspeichers mit einem hand-held PC für den psychologischen Selbstbericht entwickelt. Auf zwei Studien mit labil-hypertonen und normotonen Studenten folgte die Untersuchung von Patienten mit Hypertonie und das Monitoring von leicht hypotonen Studenten. Abgesehen von der gewünschten Ausweitung in die Praxis der Rehabilitationsklinik sollte hier – formal gesehen – eine Ausweitung der Varianz erreicht werden, um die Korrelations-Fragestellung besser verfolgen zu können. Die Akzeptanz der Monitoring-Methodik war höher als erwartet, auch bei den Patienten, die 48 Stunden und am Ende des Klinikaufenthalts noch einmal 24 Stunden untersucht wurden.

Beziehungen der ambulant gemessenen Blutdruckwerte zu psychologischen Merkmalen wurden durch Korrelation mit den momentanen Selbstberichten und mit Testwerten ausgewählter Persönlichkeitseigenschaften geprüft. Die Mehrzahl der statistischen Tests war jedoch explorativ, wobei in diesem Stadium auf eine unmittelbare Alpha-Adjustierung der Ergebnisse verzichtet wurde. Die drei umfangreicheren Monitoring-Studien ergaben mehr oder minder deutliche Assoziationen zwischen den Selbstberichten über das aktuelle Befinden, wobei bestimmte Items (angespannt, aufgeregt/nervös, ärgerlich) die relativ klarsten, in der Regel aber nur schwachen Beziehungen aufwiesen. Die kardiovaskulären Effekte waren jedoch durchschnittlich sehr gering und betrugen bezogen auf das gesamte Tagesniveau nur wenige mm Hg bzw. wenige Schläge/Minute. Im Vergleich dazu erreichten die segmentierten psychologischen Episoden etwas größere differentielle Effekte von bis zu 19/12 mm Hg (Pulsanstieg nur 3) im Vergleich zum übrigen Tagesniveau.

Überzeugende Gruppenunterschiede zwischen labil-hypertonen und normotonen Studenten waren weder in den Selbstberichten während des Monitoring noch in den Testwerten der Persönlichkeitsfragebogen zu finden. Keine Bestätigung fanden die hypothetische Korrelation zwischen der Persönlichkeitsdimension Emotionalität und dem Blutdruckverhalten unter Alltagsbedingungen. Bei den normotonen, labil-hypertonen bzw. leicht hypotonen Studenten stimmten die Ergebnisse im Grossen und Ganzen überein. Die Persönlichkeitseigenschaft Emotionalität ist kein

gültiger Prädiktor manifester Blutdruckunterschiede bzw. Blutdruckreaktionen.

Im Einzelfall, insbesondere bei den auffälligen, aber seltenen emotionalen Episoden im Tageslauf waren Blutdruckspitzen zu finden, die – teilweise – auch der Kontrolle der körperlichen Bewegung durch entsprechende Segmentierungen Stand hielten. Die Suchstrategie wurde beim Monitoring der hypertonen Patienten systematischer gestaltet. Bereits unmittelbar nach dem Monitoring wurden gemeinsam mit der Patientin sowohl psychologische Episoden als auch physiologische Episoden festgelegt und dann später mit den Messungen verglichen. In dieser Untersuchung ergaben sich einige psychophysiologische Zusammenhänge, wenn nach solchen psychologischen Episoden im Vergleich zu durchschnittlichen Tagesaktivität oder wenn nach der Ausprägung der Befindlichkeit gruppiert wurde.

Zur Gruppierung der Untersuchungsteilnehmer wurden auch die nächtlichen Basalwerte und die Tag-Nacht-Differenzen herangezogen, erbrachten jedoch im Vergleich zur Gruppierung nach den Ruhewerten des Blutdrucks keine plausiblen zusätzlichen Ergebnisse in psychophysiologischer Hinsicht. Diese Basalwerte dienten außerdem zur Prüfung der Ausgangswert-Abhängigkeiten – letztlich ohne eine eindeutige Antwort zur Frage der optimalen Reaktionsskalierung zu geben. Offensichtlich spielten jeweils noch andere Faktoren eine Rolle, so dass es keine ideale Form der Reaktionswertbildung zu geben scheint (siehe Abschnitt 5.8.2).

Bei 24 Studenten waren die Tagesmittelwerte und Tagesvariabilitäten der meisten Items und die Mittelwerte der Herzfrequenz und des systolischen Blutdrucks nach 18 Monaten unerwartet gut reproduzierbar. Auch bei den 51 Patienten gab es nach zwei Wochen nur geringfügige Mittelwertunterschiede.

### **Kontrollstrategien für Effekte der Bewegungsaktivität**

Ein zentrales Methodenproblem lautete, die Effekte der Bewegungsaktivität auf den Blutdruck zu kontrollieren. Verschiedene Verfahren wurden erprobt: die Verwendung der selbst eingestuften Aktivität, die statistische Eliminierung der gemeinsamen Varianzanteile der Blutdruckänderungen und der gemessenen Bewegungsaktivität zur Zeit der Blutdruckmessung (Kreuzkorrelation mit und ohne lag) oder die Segmentierung in Abschnitte mit und ohne Bewegungsaktivität (nach einem willkürlichen Schwel-

lenkriterium). Während die metabolisch bedingte Blutdruckvarianz beim medizinischen Blutdruck-Monitoring vernachlässigt wird, können diese Konfundierungen die Gültigkeit psychophysiologischer Untersuchungen wesentlich beeinträchtigen. Diese Erfahrungen führten dazu, die Möglichkeiten der kinematischen Analyse mittels Beschleunigungssensoren gründlicher zu nutzen. Mit der innovativen Methodik der kalibrierten multiplen Akzelerometrie wurde es möglich, mit einer Drei-Sensoren-Konfiguration die Körperlage und typische Bewegungsmuster zuverlässig zu erkennen und außerdem einen Index der körperlichen Gesamtaktivität zu gewinnen. Aus dem ursprünglichen Methodenproblem entwickelte sich eine eigenständige Arbeitsrichtung, die auch auf anderen Gebieten, z.B. bei der Untersuchung des Tremors von Patienten mit Morbus Parkinson oder mit Restless-Legs-Syndrom fruchtbar wurde.

Im Hinblick auf das Blutdruck-Monitoring ist eine Untersuchung zu nennen, die mit kontinuierlicher Registrierung des Finger-Blutdrucks und der multiplen Akzelerometrie zeigen konnte, dass die Variabilität des Alltags-Blutdrucks überwiegend durch Unterschiede der Bewegungsaktivität verursacht wird. Bei 78 Männern mit erhöhtem Blutdruck, aber ohne Medikation, waren beim Blutdruck ca. 55 % der Varianz, bei der Herzfrequenz ca. 70 % der Varianz bewegungsbedingt (Weidemann, 2002). Andere Ergebnisse sprechen dafür, dass sich die Monitoring-Teilnehmer am Untersuchungstag weniger bewegen als an einem Kontrolltag (Costa, Cropley, Griffith & Steptoe, 1999).

### **Variabilität des Blutdrucks und Effektstärken**

Bei den Untersuchungen im Labor und auch in der Klinik hatten sich, abgesehen von der ergometrischen Belastung, immer wieder relativ geringe mittlere Reaktionswerte von Blutdruck, Herzfrequenz u.a. Messwerten gezeigt. Zwar gab es gelegentlich auch stärkere Reaktionen, doch blieben die durchschnittlichen Reaktionen im unteren Bereich eines gedachten Reaktionskontinuums. Die unerwartet geringe Variabilität bzw. Effektstärke könnte natürlich die Chancen psychophysiologische Korrelate aufzuzeigen wesentlich beeinträchtigen. Das Monitoring sollte prüfen, ob unter emotionalen u.a. psychischen Belastungen im Alltag eine höhere Variabilität und Reaktivität auftreten würden.

Diese Erwartungen wurden nur zum Teil erfüllt. Zwar bilden sich sowohl in den Selbstberichten als auch in den kardiovaskulären Messungen

stärkere emotionale Ereignisse und Blutdruckspitzen ab, doch sind dies seltene Ereignisse. Aus der Schiefe der Antwort-Verteilungen bei den Items, d.h. mit Skalenstufen 6 oder 7 in weniger als 5 % aller Selbsteinstufungen, war zu sehen, dass die Befindlichkeit ganz überwiegend ausgeglichen oder tendenziell positiv war. Die gemessenen Blutdruckwerte bzw. Reaktionen blieben generell hinter den Erwartungen zurück.

Das in Abbildung 7.1 dargestellte Blutdruckprofil gehörte zu den eher seltenen Fällen, dass aus dem Alltag starke emotionale Ereignisse berichtet wurden und zugleich Blutdruckspitzen gemessen werden können. Nach den Erfahrungen dieser Studien kann höchstens bei einem Teil der Untersuchten eine ausgeprägtere Episode am Untersuchungstag erwartet werden. Selbstverständlich können die zeitabhängigen Selbstberichte oder Blutdruckmessungen solche Ereignisse "verpasst" haben, doch waren die Untersuchungsteilnehmer gebeten worden, in solchen Fällen ereigniskontingent zusätzliche Messungen auszulösen. Denkbar ist auch, dass einige Studenten bestrebt waren, am Untersuchungstag besondere, emotional stimulierende Ereignisse zu vermeiden. Auch bei den Hypertonikern, vielleicht durch die Medikation beeinflusst, zeigten sich nur verhältnismäßig wenige Blutdruckspitzen, falls die Bewegungsaktivität berücksichtigt wurde. Die im Sinne eines strukturierten bzw. kontrollierten Monitoring als Standardsituationen eingeführten Aufgaben lösten bei den Patienten nur relativ geringe Blutdruckreaktionen aus. Ebenso zeigte das Feldexperiment mit dem Vergleich zwischen dem Kinobesuch (mit einem Action-Film) und dem ruhigen Sitzen im Lesesaal bemerkenswert wenig Blutdruck-Varianz.

Die allgemeine Erwartung einer Anzahl von deutlich emotional bedingten Blutdruckanstiegen und eines generell höheren Blutdruckniveaus im Alltag wurde nicht bestätigt. Die emotionspsychologischen Erwartungen müssen in dieser Hinsicht korrigiert werden.

### **Kontinuierliche Messung des Finger-Blutdrucks**

Die geschilderten Erfahrungen hinsichtlich der Blutdruck-Reaktivität motivierten dazu, die kontinuierliche Registrierung des Finger-Blutdrucks zu erproben. Nur mit dieser Methode sind momentane Veränderungen des Blutdrucks bei kurzfristigen emotionalen Episoden zu erfassen. Mit dieser Methodik ist jedoch das Dilemma verbunden, dass die hohe zeitliche Auflösung mit einer schlechteren Präzision der Messungen verbunden ist.

Deswegen wurde eine Serie kleinerer Methodenstudien unternommen, um die Diskrepanzen zu anderen Messmethoden zu analysieren. Die Ergebnisse legten es nahe, bei kontinuierlichen Messungen des Finger-Blutdrucks mit dem Portapres-System in geeigneten Intervallen Vergleichsmessungen mit oszillometrischer Methode am Oberarm vorzusehen.

Das psychophysiologische Blutdruck-Video dokumentierte Symptom-Kontext-Beziehungen von Blutdruckreaktionen während des Interviews. Markante Anstiege des Finger-Blutdrucks waren jedoch eher selten und das Blutdruckniveau während des Interviews lag nicht wesentlich über dem Tages-Mittelwert.

### **Freiburger Monitoring System FMS**

Das interaktive Monitoring mit dem FMS wurde seit 1988 in zahlreichen Studien mit vielen Hunderten von Personen verschiedenster Gruppen angewendet, wie die aktuelle Zusammenfassung belegt: *Heart and Emotion* (Myrtek, 2004). Das von den Effekten der Bewegungsaktivität fortlaufend bereinigte Tagesprofil der Herzfrequenz lässt viele Veränderungen der "additional heart rate" erkennen, die auf emotionale, mentale und andere Belastungen verweisen. Die Methodik wurde durch die differenzierte kinematische Analyse und durch geeignete Selbstberichte weiter ausgebaut. Sie ist für verschiedenste Fragestellungen geeignet.

In theoretischer und diagnostischer Hinsicht ist vor allem die weitgehende Unabhängigkeit der Emotionsberichte und der kardiovaskulären Veränderungen wichtig. Viele Phasen mit AHR sind nicht von subjektiver Erregung, Anspannung oder Emotionsgefühl begleitet. Zwischen subjektiven Emotionsberichten und physiologischen Messungen bestand nur bei "Angst/Furcht" ein signifikanter Zusammenhang. Die Mehrzahl der Herzfrequenzanstiege blieb – wie die interaktiven Abfragen zeigten – stumm und die Mehrzahl der Emotionsberichte blieb nur subjektiv. Die zugrundeliegenden Mechanismen oder Bedingungen sind noch nicht bekannt, doch wahrscheinlich sind statt valider Interozeptionen sehr häufig situative Bedingungen und Schemata bzw. stereotype Attributionen massgeblich – wie bei der angeblichen Interozeption von Blutdruckänderungen (Abschnitt 6.4).

Die hier berichteten Forschungsergebnisse haben die immer noch weit verbreitete Annahme einer einfachen bzw. substantiellen Kopplung von

*Emotionsberichten* und messbaren physiologischen Veränderungen, vor allem auch Herzfrequenzänderungen, weiter erschüttert. Offensichtlich müssen alle theoretischen Positionen revidiert werden, die unkritisch von einheitlich gekoppelten, physiologischen und subjektiven Aspekten von Emotion, Stress, Aktivierung usw. ausgehen. Insofern bestätigt diese innovative Methodik die kritischen älteren Beiträge zur "Fraktionierung" der subjektiven und der objektiven Beschreibungsebenen von Emotionen u.a. Zuständen.

Kardiovaskuläre Bereitstellungsreaktionen im Tagesverlauf können, auch unabhängig von den momentanen metabolischen Anforderungen, die hier via Bewegungsaktivität weitgehend separiert wurden, von vielen reflexartigen und regulatorischen Vorgängen verursacht sein. Wenn diese kardiovaskulären Reaktionen aber im Kontext von Verhaltenstendenzen, d.h. Tätigkeiten und motivierten Zuständen, auftreten, dürfen sie nicht einfach aus einer verhaltensorientierten Psychologie ausgeklammert werden, weil sie in der subjektiven Sicht stumm bleiben. Welchen Verlauf die Untersuchung solcher "stummen Emotionen" nehmen wird, ist noch nicht abzusehen.

### **Interaktives Blutdruck-Monitoring**

Nach dem Vorbild der AHR-Forschung wurde die interaktive Methode für das ambulante psychophysiologischen Blutdruck-Monitoring adaptiert. In der ersten Untersuchung konnten die Blutdruckmessung und der Selbstbericht durch die AHR-Algorithmus erfolgreich ausgelöst werden. Die Werte der "additional heart rate" während des Action-Films waren tatsächlich sehr signifikant höher. Der Action-Film wirkte sich zwar psychologisch auf das Befinden erwartungsgemäß aus, doch waren die kardiovaskulären Effekte nur minimal. Die Blutdruck-Reaktionen (Effektgrößen der Bedingungsvariation) waren hier zu gering, um das System auch im Hinblick auf die mit der AHR wahrscheinlich assoziierten Blutdruck-Reaktionen überzeugend prüfen zu können. – In einer Pilotstudie wurde anschließend demonstriert, dass es möglich ist, einen "additional systolic blood pressure" ASBP zu erfassen.

### **Monitoring und Assessment**

In diesem Kapitel und im Abschnitt 8.6.2 sind weitere Anwendungsbeispiele und Methodenstudien erwähnt. Dazu gehören die Detektion der

Körperposition und der Bewegungsmuster, die kinematische Analyse des Tremors und des Restless-Legs-Syndroms und auf psychologischer Ebene die Ansätze zur Kriterienkorrelation von Persönlichkeitsdimensionen mit den Selbstberichten unter Alltagsbedingungen. Außerdem wurde auf mehrere Untersuchungen im klinischen Gebiet hingewiesen.

Das Phänomen des negativen Retrospektionseffektes ist ein Beispiel für eine Fragestellung, die auf überzeugende Weise nur mit dem psychologischen Monitoring untersucht werden kann. Es geht primär um einen methodischer Effekt, der auch bei diagnostischen Aufgaben hinderlich sein kann. Der Tageslauf und das eigene Befinden wurden im Rückblick auf den Tag oder die Woche negativer bewertet als es aus den aktuellen Einstufungen während des Tages zu erwarten war. Auf den verwendeten siebenstufigen Adjektivskalen hatten die negativen Items (z. B. „bedrückt“) relativ niedrige Mittelwerte und positive Items (z. B. „körperlich wohl“) relativ hohe Mittelwerte. Eine hinreichende Erklärung gibt es bisher trotz mehrerer Methodenstudien nicht. Weder psychometrische Aspekte noch Skaleneigenschaften oder Urteilsheuristiken scheinen einen entscheidenden Einfluss zu haben. Es gab Hinweise, dass der negative Retrospektionseffekt bei Personen mit hohen Testwerten der Emotionalität stärker ausgeprägt ist. Dies würde zu dem psychologischen Konzept der labilen, oft gedrückten Stimmung passen, doch scheint der Effekt individuell nicht so gut reproduzierbar zu sein, wie es für ein Persönlichkeitsmerkmal anzunehmen wäre. Der negative Retrospektionseffekt erweist sich, trotz der bisherigen Bemühungen weiterhin als eine besondere Herausforderung für kritische Methodenstudien.

## **8 Forschungsprogramm und Perspektiven**

### **8.1 Das Forschungsprogramm im Rückblick**

Psychophysiologie befasst sich mit den Beziehungen zwischen psychischen Zuständen, Verhaltensanpassungen und physiologischen (peripheren und zentralen) Funktionen. Wichtige Gebiete sind hier u.a. die psychophysiologische Aktivierungs- (Emotions-, Stress-) Forschung und die psychophysiologische Persönlichkeitsforschung. Darüber hinaus sind die Psychophysiologie von Belastungs-Beanspruchung in Arbeit und Freizeit sowie die Klinische Psychophysiologie hervorzuheben. Die für Aktivierungsprozesse wichtigen neuronalen Strukturen sind zunehmend erkannt worden, wenn auch vieles, z.B. die biologischen Programme der Basisemotionen, noch weitgehend unklar ist. Auch für herausragende Persönlichkeits- (Temperaments-) Eigenschaften werden solche biologischen Grundlagen postuliert, ohne bereits angeben zu können, welche Strukturen der Neuraxis überhaupt beteiligt sind.

Das Leitmotiv des empirischen Forschungsprogramms war, psychophysiologische Korrelationen zu beschreiben und diese diagnostisch und prognostisch zu nutzen. Hier sind theoretische Konzepte und Methoden aus den verschiedenen Bereichen *"gleichberechtigt"* anzuwenden bzw. erst noch zu entwickeln. Die physiologische Messmethodik war aber lange Zeit fast nur im Labor möglich und schränkte dadurch die behaviorale Analyse stark ein. Erst durch die innovative Methodik des Monitoring gibt es neue Chancen, unter Alltagsbedingungen und viel verhaltensnäher zu untersuchen.

In dem Forschungsprogramm ging es primär um die Kardiovaskuläre Psychophysiologie. Bei Gesunden und bei Personen mit labilem Blutdruck sowie bei Herz-Kreislauf-Patienten wurden die Beziehungen zwischen psychologischen und physiologischen Parametern analysiert. Untersucht wurden Korrelationen und Reaktionsmuster, aber auch Veränderungen, u.a. die Rehabilitationsverläufe der Patienten. Die Fragestellungen waren zwar nicht auf den kardiovaskulären Bereich begrenzt, doch blieb dieser Schwerpunkt auch bei der Ausweitung vom Labor zum psychophysiologischen Monitoring bestehen. Für den Schwerpunkt Kardiovaskuläre Psychophysiologie sprachen nicht nur die vorausgegangenen eigenen Arbeiten, sondern auch die vergleichsweise guten Messmöglichkeiten und

nicht zuletzt die Kooperation mit Rehabilitationskliniken, d.h. auch praktische Zwecke.

Zu Anfang orientierte sich der Forschungsansatz vor allem an dem Konzept der psychovegetativen Labilität, an Eysencks Persönlichkeitsforschung zur biologischen Basis der Persönlichkeit und an Cattells Forschungsstrategie des sich über verschiedene Datenebenen erstreckenden multimodalen Assessment. Außerdem war beabsichtigt, psychologisch und psychophysiologisch wichtige Bedingungen des klinischen Rehabilitationsverlaufs aufzuklären. Damit die theoretischen Annahmen der psychophysiologischen Persönlichkeits- und Rehabilitationsforschung empirisch zuverlässig geprüft werden konnten, mussten zunächst die Konzepte und Methoden präzisiert werden. Der Forschungsansatz verband die induktiv-deskriptiven Untersuchungen mit der Prüfung theoretisch abgeleiteter Hypothesen, und umfasste außerdem Methodenstudien und Anwendungsversuche.

Wenn ein Rückblick auf ein langes Forschungsprogramm versucht wird, können die Absichten und die Ergebnisse besser strukturiert werden als während der einzelnen Projekte. Außerdem drängen sich kritische Fragen auf.

- Wie lauten die Hauptegebnisse des Forschungsprogramms? Was wurde erreicht und was nicht? Welche theoretischen Positionen mussten angesichts der empirischen Ergebnisse aufgegeben oder verändert werden? Wie haben sich Fragestellungen und Methoden weiterentwickelt und welche neuen Konzepte und Arbeitsrichtungen sind entstanden?
- Wie sind die kritisch-falsifizierenden und die weiterführenden Ergebnisse des Forschungsprogramms zu bewerten? Welche konzeptuellen Probleme in theoretischer und methodologischer Hinsicht, welche kritischen Einsichten und praktischen Konsequenzen sind festzuhalten, welche Revisionen notwendig? Welche Grundzüge und allgemeinen Absichten sind über diesen Zeitraum von vierzig Jahren erhalten geblieben?
- Welche Forschungsansätze zeichnen sich heute als vielleicht aussichtsreich ab? Werden die Einsichten und die kritische Bilanzierung der bisherigen psychophysiologischen Emotions- und Persönlichkeitsfor-

schung hinreichend gesehen? Was ergibt sich im Rückblick auf das Forschungsprogramm als Perspektive für künftige Arbeiten?

In der Forschungslandschaft sind häufig einzelne Projekte zu finden, die nicht fortgesetzt wurden, weil die Sachmittel oder die personellen Möglichkeiten fehlten. Die strategischen Konsequenzen und verbesserten Untersuchungspläne waren dann oft nicht zu verwirklichen, so dass der Ertrag ohne die notwendige Replikation der Ergebnisse unsicher blieb. In der Freiburger Forschungsgruppe Psychophysiologie konnte unter relativ günstigen Rahmenbedingungen sehr kontinuierlich an einem Programm gearbeitet werden. Deshalb ist aus dieser Perspektive gut zu erläutern, wie die Fragestellungen und Strategien weiterentwickelt wurden und weshalb mit dem psychophysiologischen Monitoring schließlich ein neuer Schwerpunkt entstand. In diesen Schritten von der psychophysiologischen Forschung im Labor über Labor-Feld-Vergleiche bis zum Monitoring und Assessment unter Alltagsbedingungen nahm das Forschungsprogramm eine ursprünglich nicht abzusehende Wendung, die sich als innovativ und produktiv erwies.

Im *ersten* der folgenden Abschnitte werden die hauptsächlichen Untersuchungsergebnisse zusammengefasst. Das psychophysiologische Forschungsprogramm bezog sich auf mehrere große Bereiche: grundlegende biopsychologische Persönlichkeitseigenschaften, multivariate Aktivierungsforschung, Rehabilitationsverläufe und Rehabilitationserfolg, Labor-Feld-Vergleiche, ambulantes psychophysiologisches 24-Stunden-Monitoring, strukturiertes und interaktives Assessment unter alltäglichen Bedingungen. Im Rückblick sind einige Akzente anders zu setzen, da heute die einzelnen Studien und Replikationsversuche, die divergenten und die konvergenten Resultate, im Kontext gesehen werden können. Deshalb sind die Entwicklungslinien besser hervorzuheben.

Im *zweiten* Abschnitt werden die Hauptergebnisse im Hinblick auf das Forschungsprogramm diskutiert und bewertet. Diese Evaluation umfasst die wichtigsten theoretischen Positionen und die Konsequenzen der Forschung. An der biologischen Basis von psychologischen Eigenschaften, Emotionen, Befinden und Beanspruchung (Stress-Reaktionen) im Gehirn des Menschen kann kein vernünftiger Zweifel bestehen. Welche Erklärungshypothesen sind für die mangelnden Korrelationen vieler psycho-

physiologischer Untersuchungen zu finden? Sind es Mängel der theoretischen Konzepte, der Methodologie oder der Untersuchungsfelder? Diese Auseinandersetzung wird hier zugespitzter und direkter sein, d.h. in der Argumentation nicht so ausführlich und differenziert wie in den Originalarbeiten und in den Handbuchbeiträgen. So wird auch auf eine längere Diskussion der Literatur verzichtet.

Die Frage nach dem systematischen Zusammenhang von psychologischen und physiologischen Daten war das Leitmotiv des Forschungsprogramms. Diese Korrelationsforschung wird als notwendige Vorstufe der Kausalforschung angesehen. Die von sehr globalen Konzepten geleitete psychophysiologische Persönlichkeits- und Aktivierungsforschung scheint aber weitgehend zum Stillstand gekommen zu sein. Da die bei weitem überwiegende Zahl der empirischen Befunde gegen die verbreitete Vorstellung von einfachen psychophysischen Korrelationen spricht, muss eine kritische Bilanz versucht werden. Dies führt zu der theoretisch und praktisch-diagnostisch gleichermaßen wichtigen Frage, wie mit den Diskrepanzen umzugehen ist. Welche Schlüsse sind aus den empirischen Befunden zu ziehen? Welche konzeptuellen und methodologischen Probleme sind heute besser zu erkennen, und werden diese Einsichten in der gegenwärtigen Forschung beherzigt?

Im *dritten* Abschnitt wird nicht etwa ein neues Programm entworfen. Hier können – von den Schlussfolgerungen des zurückliegenden Forschungsprogramms ausgehend – nur einige gegenwärtige Perspektiven der biologischen Emotions- und Persönlichkeitsforschung vorgestellt werden. Haben diese Forschungsansätze weitergeführt: Neuroendokrinologisch-immunologische Konzepte, neuropsychologische (und biobehavioral-neurobiologische) Untersuchungsansätze aufgrund von EEG und ereigniskorrelierten Potentialen oder von bildgebenden Verfahren? Hier können nur einige Arbeitsrichtungen skizziert werden, wie gegenwärtig die biologische Basis von Emotionen u.a. Prozessen im Sinne der differentiellen Psychophysiologie/Neuropsychologie analysiert werden kann. Gewiss müssen die theoretischen Konzepte wesentlich bescheidener und prägnanter definiert und die spezifischen Methoden und Prüfbedingungen sehr viel genauer standardisiert und vereinbart werden, um replizierbare Fortschritte zu gewährleisten.

*Am Schluss des Forschungsprogramms und als Ausblick* stehen das ambulante psychophysiologische Monitoring und Assessment. Es bildete während des vergangenen Jahrzehnts den Schwerpunkt der Arbeiten. Nach den kritischen Ergebnissen der multivariaten Aktivierungs- und Persönlichkeitsforschung im Labor kann wohl in dieser Arbeitsrichtung eine neue und ergiebige Orientierung gesehen werden. Sie ergänzt in vielem die konventionelle Laborforschung und führt theoretisch und methodisch in vielen Arbeitsansätzen darüber hinaus.

## **8.2 Hauptergebnisse**

### **8.2.1 Psychophysische Aktivierung/Reaktivität**

Die Grundlagenstudien zur Differentiellen Psychophysiologie verlangten zwei Schritte. Zunächst waren die beiden sehr allgemein gehaltenen Begriffe physiologische Aktivierung und physiologische Reaktivität methodisch genauer zu fassen. Inwieweit konnte das theoretische Konzept "Aktivierung/Reaktivität" empirisch gerechtfertigt werden? Auf diesen Untersuchungsergebnissen aufbauend konnte dann geprüft werden, ob die individuellen Unterschiede der physiologischen Aktivierung/Reaktivität mit psychologischen Merkmalen korrelierten bzw. eine wechselseitige statistische Vorhersagbarkeit bestand. Empirisch gesicherte Befunde dieser Art hätten zweifellos weitreichende theoretische und praktisch-diagnostische Bedeutung.

Diese zentralen Fragestellungen führten zu zwei einander ergänzenden Arbeitsrichtungen, die sich nicht in den Absichten, doch in den Methoden bzw. Operationalisierungen unterschieden. Im Kreislauf-Labor wurden vor allem die körperlichen Belastungen am Fahrradergometer, durch den Orthostase-Versuch und andere Kreislauf-tests mit kardiovaskulären Parametern verwendet; im Polygraph-Labor dagegen hauptsächlich emotionale und mentale Belastungen und wesentlich mehr physiologische Messungen, d.h. bis zu 20 kontinuierlich gemessene Biosignale. Im Rahmen dieser akzentuiert multivariaten Forschung konnten die Hypothesen angemessen geprüft werden.

Beide Arbeitsrichtungen konvergierten in der Schlussfolgerung, dass die Konzepte "Physiologische Aktivierung/Reaktivität" in dieser Allgemeinheit empirisch nicht zu rechtfertigen sind. Die ausgewählten Aufgaben lösten die erwarteten, mehr oder minder ausgeprägten physiologi-

schen Reaktionen aus. Aber die Korrelationen zwischen den Parametern der meisten physiologischen Funktionen und Funktionsbereiche waren gering. Inkonsistent waren häufig auch die Ergebnisse verschiedener Kreislauf-Funktionsprüfungen. Folglich konnten weder eine Disposition zu genereller physiologischer Reaktivität noch ein weitgehend homogener Prozess der belastungsbedingten physiologischen Aktivierung behauptet werden. Diese Schlussfolgerungen wurde in einer zweiten umfangreichen Untersuchung bestätigt.

Während die physiologische Untersuchungsmethodik erst erarbeitet und z.T. noch entwickelt werden musste, wurde auf der psychologischen Seite das theoretische Konzept "Emotionalität" ausgewählt. Durch Eysencks Persönlichkeitsforschung und mit dessen Fragebogen-Skala war dieses Konzept bekannt geworden. An zweiter Stelle wurde die "Häufigkeit körperlicher Beschwerden" (Klagsamkeit) ausgewählt und darüber hinaus in explorativer Absicht weitere, durch standardisierte Fragebogen-Skalen definierte Persönlichkeitseigenschaften. Eigens entwickelt wurden psychologische Verfahren, um die Veränderung des Allgemeinbefindens und der Stimmung sowie die Wahrnehmung von Körperfunktionen während der verschiedenen Laboraufgaben zu erfassen. Außerdem konnten bei einigen Laboraufgaben die Leistungsparameter und andere Verhaltensdaten erfasst werden.

Bei der Prüfung der Korrelationshypothesen musste berücksichtigt werden, dass die physiologischen Daten keine überzeugende Konvergenz im Sinne der allgemeinen Konzepte von vegetativer Labilität/ physiologischer Reaktivität ergeben hatten. Deshalb wurden die psychologischen Daten mit einzelnen physiologischen Variablen und mit faktorenanalytisch gebildeten Indizes und anderen Aggregaten korreliert und dabei zufallskritische Strategien und Replikationen verwendet.

Die generelle Forschungsstrategie bestand einerseits aus den weitgehend induktiven Operationalisierungsstudien zu den wichtigsten Konzepten und andererseits aus strikter Hypothesenprüfung hinsichtlich der theoretischen Behauptungen über psychophysiologische Korrelationen. Die Hypothesenprüfung konzentrierte sich auf das in der biologischen Persönlichkeitsforschung herausragende Konzept: die Dimension Emotionalität (sensu Eysenck).

Die Ergebnisse der umfangreichen statistischen Auswertungen waren eindeutig. Das Ergebnis lässt sich am einfachsten mit dem Begriff der "psychophysiologischen Null-Korrelation" zusammenfassen. Gelegentlich waren zwar einzelne signifikante, jedoch geringfügige Korrelationen zwischen psychologischen und einzelnen physiologischen Variablen (auch Indizes und Aggregaten) zu beobachten, u.a. beim Orthostase-Versuch, doch existierte insgesamt keine gültige empirische Basis für die behaupteten psychophysiologischen "Brückenkonzepte". Insbesondere konnten keine für praktische Zwecke der Diagnose oder Prognose geeigneten Vorhersagemöglichkeiten aufgezeigt werden. Individuelle Unterschiede in kardiovaskulären u.a. physiologischen Reaktionen oder in der körperlichen Leistungsfähigkeit sind weder durch die Persönlichkeitseigenschaften Emotionalität, durch die Beschwerdeshäufigkeit bzw. andere Fragebogen-Skalen noch durch Selbsteinstufungen des Befindens während der Laboraufgaben vorherzusagen.

Das zentrale Ergebnis der psychophysiologischen Null-Korrelation wurde in der zweiten Grundlagenstudie in vollem Umfang bestätigt. Folglich ist die Nullhypothese sehr entschieden beizubehalten, auch wenn sie aus wissenschaftsmethodischen Gründen nicht "bewiesen" werden kann. Gleichlautend waren die Befunde bei labil-hypertonen und labil-hypotonen Studenten und – mit weniger umfangreicher Methodik – bei Herz-Kreislauf-Patienten. Damit wurde die Schlussfolgerung so erhärtet, dass der negative Befund nicht auf einfache Mängel der Untersuchungspläne, Teilnehmerselektion, Variablenselektion, Reliabilitätsprobleme usw. zurückgeführt werden kann.

Die Grundlagenstudien zum psychophysischen Aktivierungsprozess zeigten – wie viele andere Untersuchungen auch – das häufig beschriebene Reaktionsprofil (über Individuen gemittelt): Zunahme der subjektiven Wachheit und Anspannung, EEG-Veränderungen (insbesondere im Alphaband), Zunahme der neuromuskulären Aktivität (Tonus der Skelettmuskulatur, Lidschlag, Tremor, motorische Unruhe), Zunahme von Herzfrequenz, Blutdruck und anderen hämodynamischen Parametern, Abnahme der peripheren Durchblutung und der Hauttemperatur, Zunahme der elektrodermalen Aktivität (Zunahme des basalen Hautleitwertes, Zunahme der Reaktionen), Zunahme der Atemaktivität und viele weitere Reaktionen.

Dieses allgemeine Reaktionsprofil kann als Alarm- und Bereitstellungs-Reaktion angesehen werden. Früher wurde angenommen, dass diesen oft reproduzierten systematischen Veränderungen eine einheitliche Eigenschaftsdimension der psychophysischen Aktivierung zugrunde liegt mit einer relativ homogenen Zunahme bzw. Abnahme vieler Parameter. Die multivariaten Analysen ergaben jedoch, dass die Annahme einer individuell konsistenten Disposition empirisch nicht haltbar ist. In der Regel sind die intraindividuellen Korrelationskoeffizienten nur mäßig bzw. bei einfachen Prä-Post-Messungen durch die gemeinsame Drittsteuerung der Mittelwerteffekte inflationiert. Die interindividuellen Korrelationen sind, mit Ausnahme psychologischer Selbsteinstufungen ähnlicher Merkmale untereinander, niedrig oder insignifikant. Das Assessment unter der prozessorientierten Perspektive und unter der eigenschaftsorientierten Perspektive führen zu gegensätzlichen Schlussfolgerungen.

Im Gültigkeitsbereich der hier verwendeten Konzepte und Methoden sind die theoretischen Positionen der Emotions- (Stress-) und Persönlichkeitsforschung, insofern sie solche psychophysiologischen Eigenschaftskonstrukte von Aktivierung und Reaktivität behauptet haben, falsifiziert worden.

Die Grundlagenstudien haben in anderer Hinsicht wichtige Ergebnisse geliefert. So wurden die älteren Ansätze bestätigt und ausgebaut, zwischen verschiedenen Reaktionsmustern zu unterscheiden: Reaktionsmustern, die stimulusspezifisch von der Aufgabe, kontextspezifisch von den Rahmenbedingungen, individualspezifisch von der untersuchten Person, motivationsspezifisch von speziellen Interaktionen und symptomspezifisch von einer Funktionsstörung abhängen können. Bemerkenswert waren Untersuchungsergebnisse, die eine Additivität der Effekte verschiedener Laboraufgaben auf die physiologischen Reaktionen zeigten. Als physiologisch-systemisch und methodologisch weiterführender Forschungsansatz ist außerdem die Modellierung einzelner Aktivierungskomponenten anzusehen.

Im Hinblick auf die Ätiologie funktioneller Syndrome bzw. konstitutioneller Unterschiede war hier das Konzept der individualspezifischen Reaktionsmuster wesentlich. Bei etwa einem Drittel der Untersuchungsteilnehmer waren solche Reaktionsmuster statistisch festzustellen. Die Befunde sprachen auch dafür, dass sich unter den labil-hypertonen Untersuchungsteilnehmern relativ mehr "Blutdruck-Reagierer" befanden. Bei ge-

sunden Studenten führten jedoch wiederholte Untersuchungen zu erheblichen Zweifeln, ob es sich um überdauernde, stereotype Reaktionsweisen handeln könnte, die als Hinweise auf eine funktionelle Vulnerabilität interpretiert werden dürfen. Dennoch bleibt die Annahme kardiovaskulärer ISR-Muster in der frühen Phase der Funktionsstörung ein wichtiger Baustein der psychophysiologischen Forschung zur Ätiologie der primären Hypertonie.

Die Ergebnisse zu diesem Teil des Forschungsprogramms münden in die noch zu erörternde Frage ein, welche Auswirkungen die kritischen Ergebnisse auf die Emotions- (Stress-) und Persönlichkeitstheorien haben und wie mit den auffälligen Inkonsistenzen der Aktivierungsparameter umzugehen ist. Fehlende Korrelationen bedeuten auch, dass es – in einer großen Anzahl von Fällen bzw. Beobachtungsbedingungen – auffällige Diskrepanzen zwischen psychologischen und physiologischen Aspekten geben wird. Andererseits kann es auch deutliche Übereinstimmungen geben, die dann eine fundamentale Beziehung vorzutäuschen geeignet sind. Je nach Blickwinkel und Erwartungen können die Konvergenzen oder die Divergenzen beeindrucken.

### **8.2.2 Klinische Psychophysiologie**

Im klinischen Teil des Forschungsprogramms wurden die Fragestellungen auf verschiedene Patientengruppen, vor allem Herz-Kreislauf-Patienten (mit Herzinfarkt, Angina pectoris, funktionellen Herz-Kreislauf-Störungen) ausgeweitet und auch hier eine breite Untersuchungsmethodik eingesetzt. Neben dem konkreten Interesse an den Rehabilitationsverläufen spielte die Erwartung mit, bei chronisch Kranken größere Unterschiede und damit überzeugendere Verhältnisse für die psychophysiologischen Korrelationen vorzufinden als bei gesunden jungen Männer im Labor. Dieser Wunsch nach größeren Varianzen und Kovarianzen bzw. Effektstärken kann in ein Dilemma führen, denn in der Klinik ist auch eine größere Heterogenität, u.a. durch Medikation, Komorbidität, Altersunterschiede, zu erwarten. Andererseits müssten sich die psychophysiologischen Konzepte und Methoden gerade in diesem wichtigen Bereich bewähren.

Zwischen den Patientengruppen ergaben sich die zu erwartenden Unterschiede in den kardiologischen u.a. klinischen Befunden und in der

körperlichen Leistungsfähigkeit, nicht aber in der Häufigkeit körperlicher Beschwerden oder in Persönlichkeitsmerkmalen. Zumindest in dem hier ausgewählten Bereich der Herz-Kreislauf-Krankheiten bestand in der Regel eine Null-Korrelation zwischen objektiven kardiologischen bzw. klinischen Parametern der Krankheit und den psychologischen Indikatoren einer Gesundheitsstörung. Die in zwei Projekten für Infarkt-Patienten entwickelte psychophysiologische Diagnostik im Klinik-Labor, jedoch mit relativ alltagsnah gestalteten Belastungssituationen, ergab, von speziellen Untergruppen abgesehen, im Querschnitt nur geringfügige oder keine Zusammenhänge zwischen Variablen-Gruppen verschiedener Systeme bzw. Ebenen. Diese Untersuchung ließ deshalb am prognostischen Nutzen der psychophysiologischen Diagnostik zweifeln; die eigentliche Hypothesenprüfung kam jedoch nicht zustande, da das prognostisch angelegte Gesamtprojekt beendet werden musste.

In ausgedehnten Zeitreihenstudien konnten wichtige Aspekte der stationären Rehabilitationsverläufe abgebildet werden. Auffällig waren auch hier die geringen Zusammenhänge der körperlichen und der psychologischen Veränderungen, so dass die Beurteilung des gesamten Rehabilitationserfolgs kompliziert wurde. Auch die beschriebene Wochenperiodik ist hier zu erwähnen. Mehrere Katamnese Studien stimmten darin überein, dass psychologische Merkmale, d.h. individuelle Unterschiede der Emotionalität, Lebenszufriedenheit, Beschwerdeshäufigkeit, in engem Zusammenhang mit der Beurteilung des Rehabilitationserfolgs und mit der Berentung standen. Auch einige Arbeiten anderer Autoren haben ergeben, dass der somatische Befund, z.B. Schweregrad des Herzinfarkts, und das subjektive Befinden (körperliche Beschwerden, subjektive Leistungsfähigkeit) unkorreliert sind. So kann es geschehen, dass somatisch schwerkranke Patienten, die sich subjektiv als beschwerdefrei empfinden, ihre Berufsarbeit wieder aufnehmen, während Patienten mit relativ geringem somatischen Schweregrad, aber starken subjektiven Beschwerden, berentet werden.

Erwähnenswert bleibt noch, dass es in diesen Arbeiten für die behauptete Rolle des Typ A-Verhaltens hinsichtlich der Koronarkrankheit keine Belege gab; auch die Metaanalysen der Forschungsliteratur dieses Gebiets lieferten keine substantiellen, praktisch belangvollen Zusammenhänge. Eine weitere Untersuchung an asymptomatischen und symptomatischen Patienten zeigte keine Unterschiede in demographischen und medizini-

schen Parametern, aber im psychologischen Profil. Im Vergleich zu den asymptomatischen Patienten wiesen symptomatische Patienten tendenziell eine höhere emotionale Labilität und größere Hilflosigkeit auf.

Die wichtige Rolle von subjektiven Bewertungen und Ursachenzuschreibungen konnte auf dem Gebiet der Interozeptionsforschung beschrieben werden. Trotz anderslautender Annahmen waren Hypertoniker (und normotone Untersuchungsteilnehmer) außerstande, die während eines Blutdruck-Monitoring gemessenen Blutdruckwerte richtig zu schätzen. Das ambulante Monitoring lieferte zahlreiche weitere kritische Befunde gegen die Interozeptions-Hypothese, insbesondere durch die hierfür besonders geeignete Strategie des interaktiven Monitoring.

Zumindest in dem hier ausgewählten Bereich der Herz-Kreislauf-Krankheiten bestanden also deutliche Diskrepanzen zwischen objektiven kardiologischen bzw. klinischen Parametern der Krankheit und den psychologischen Indikatoren einer Gesundheitsstörung. Die Vorstellung von einer einfachen Korrelation als Ausdruck eines relativ einheitlichen psycho-kardiologischen Befundes ist demnach nicht haltbar. Dieses kritische Ergebnis entsprach der empirischen Prüfung des Konzepts psychophysischer Aktivierung/Reaktivität. Der mangelnde statistische Zusammenhang von objektiven Befunden und subjektiven Beschwerden wurde heuristisch im sog. Vierfelder-Schema dargestellt, um auf die möglichen Konsequenzen einseitiger diagnostischer Strategien aufmerksam zu machen. Die geschilderten Untersuchungsergebnisse lenkten den Blick auf das individuelle Krankheitsverhalten und regten zur Entwicklung von Interview-Methoden und speziellen Fragebogen an, u.a. des Fragebogens zur Lebenszufriedenheit FLZ und der Freiburger Beschwerdenliste FBL.

### **8.2.3 Ambulantes Monitoring und Assessment**

Das ambulante psychophysiologische Monitoring ergab sich als Konsequenz aus den vorausgegangenen Untersuchungen. Für diesen Schritt gab es mehrere Gründe. Die Grundlagenstudie mit dem Labor-Feld-Vergleich hatte deutlich gemacht, wie gering die Generalisierbarkeit der im Labor gemessenen individuellen Unterschiede auf alltägliche Bedingungen war, obwohl diese Situationen als relativ ähnlich ausgewählt worden waren. Unter Alltagsbedingungen wurden bei Emotionen und Beanspruchungen

deutlich stärkere psychophysiologische Reaktionen erwartet als im Labor zugemutet werden konnten – abgesehen von der Ergometrie. Nicht unwichtig war außerdem, dass moderne Mess-Systeme für ein computer-gestütztes Monitoring verfügbar wurden. Wenn Labordaten nur eine geringe Vorhersageleistung zukommt, liegt es nahe, Methoden für eine neue, alltagsnahe Psychologie und Psychophysiologie zu entwickeln. Die eigenen Ansätze zur psychophysiologischen Zeitreihenforschung entsprachen bereits in vieler Hinsicht der Methodik des ambulanten Monitoring, denn anhand solcher seriellen bzw. kontinuierlichen Datenerhebungen können Veränderungen und Verlaufsmuster erfasst werden.

Der neue Arbeitsschwerpunkt umfasste zunächst zwei Arbeitsrichtungen, die durch die technischen Möglichkeiten nahe gelegt wurden: das Monitoring des Blutdrucks und das Monitoring des EKG (Herzfrequenz). In beiden Richtungen wurden neue Konzepte und Methoden entwickelt, gleichzeitig psychologische Daten mittels hand-held PC zu gewinnen und den Einfluss der Bewegungsaktivität zu kontrollieren. Die Methodik wurde schrittweise vom einfachen, freien Monitoring zum kontrollierten und zum interaktiven Assessment weiterentwickelt.

Die ersten Untersuchungen mit dem psychophysiologischen Blutdruck-Monitoring waren zunächst als Methodenstudien und deskriptive Untersuchungen angelegt. Die Blutdruckmessungen und die begleitenden psychologischen Selbstberichte wurden hinsichtlich Variabilität und Korrelationen geprüft und Unterschiede zwischen verschiedenen Settings, Aktivitäten und Befindenszuständen beschrieben. Eine Zweituntersuchung, allerdings an nur 24 Studenten, sprach dafür, dass sowohl die Tagesmittelwerte als auch die Tagesvariabilitäten nach 18 Monaten relativ gut, d.h. nicht schlechter als etwa Testwerte typischer psychologischer Tests reproduziert werden konnten. Bereits die erste Untersuchung diente auch der Hypothesenprüfung. Die Gruppen der labil-hypertonen und der normotonen Untersuchungsteilnehmer unterschieden sich erwartungsgemäß im Blutdruckniveau, nicht aber in den psychologischen Daten. Auffällig war das Fehlen der unter den Laborbedingungen beobachteten höheren Herzfrequenz der Labil-Hypertonen. Der Labor-Feld-Vergleich führte zu dem Ergebnis, dass die psychologischen Laboraufgaben inkrementell, über das Ruhe-Blutdruckniveau und die Orthostase-Reaktivität hinaus, kaum etwas zur Vorhersage des Tages-Mittelwertes beitrugen.

Um psychophysiologische Korrelationen untersuchen zu können, müssen die Aufzeichnungen anhand der Selbstberichte inhaltlich segmentiert und zusammengefasst werden. Wegen der unkontrollierbaren Bewegungsaktivität erwies sich eine differenzierte Auswertung als schwierig, zumal sich bestimmte Tätigkeiten und Befindenszustände in ihrer natürlichen Bewegungsaktivität unterscheiden. Deshalb wurde die Messung der Bewegungsaktivität methodisch ausgebaut und durch die systematische Erkundung im Post-Monitoring-Interview hinsichtlich physiologischer und psychologischer "Episoden" unterstützt.

Beim Monitoring von Hypertonikern wurden zu Vergleichszwecken mehrere standardisierte Situationen bzw. Aufgaben einbezogen, die im Vergleich zu den "Episoden" während der übrigen Zeit zwar signifikante, aber in der Regel noch geringe Blutdruckanstiege auslösten. Die psychologischen und physiologischen Episoden waren allerdings selten oder z.T. so speziell, dass umfangreiche Vergleiche kaum möglich waren. Insofern waren die Segmentierungen aufgrund der Selbstberichte leichter zu systematisieren. Signifikante Blutdruck- und Herzfrequenzunterschiede ergaben sich bei den median-halbierten Verteilungen der Einstufungen erschöpft, körperlich angespannt, aufgeregt, als ärgerlich erlebte Situationen, bei bedrückter Stimmung. Insgesamt ließen beide Strategien d.h. die Segmentierung nach Episoden und die Aggregation nach Selbsteinstufungen des Befindens, psychophysiologische Zusammenhänge mit dem Blutdruck ohne gleichzeitige Unterschiede hinsichtlich der Aktivitätswerte erkennen. Die differentielle Blutdruckreaktivität war aber auch hier durch Persönlichkeitsfragebogen nicht zuverlässig vorherzusagen.

Auch in einem klinisch orientierten psychophysiologischen Monitoring von symptomatischen und asymptomatischen Herz-Infarkt-Patienten brachte die Laboruntersuchung keinen wesentlichen Erkenntnisgewinn gegenüber dem Monitoring. Hier eröffneten die Erfahrungen neue Perspektiven, das Monitoring für diagnostische und therapeutische Aufgaben zu nutzen. Den Patienten wurden anhand von Symptom-Kontext-Analysen die Auslösebedingungen koronarer Ischämien demonstriert. Auf dieser Weise konnten Zusammenhänge aufgezeigt werden, z.B. der Einfluss von körperlicher Belastung und – seltener – von "Alltagsstress" auf die Entstehung stummer Ischämien. An diese Demonstrationen könnten sich verhaltensmedizinische Maßnahmen anschließen. Auch das psychophysiologische Blutdruckvideo wurde mit der Absicht entwickelt, den hy-

pertonen Patienten während eines biographischen Interviews die individuellen Anlässe für auffällige Blutdruckanstiege zu erläutern. Die katamnestischen Daten sprachen für einen förderlichen Effekt auf die allgemeine Compliance der Patienten bzw. die eigenen Vorsätze zum Abbau von Risikofaktoren. Die hierbei verwendete Methodik zur kontinuierlichen Messung ermöglicht die notwendige zeitliche Auflösung der Blutdruck-Variabilität, ist jedoch kaum für den ambulanten Einsatz geeignet und erfordert wegen ihrer geringeren Präzision Kontrollmessungen mit oszillometrischer Methode.

Als wesentlicher methodischer Schritt erwies sich das interaktive Monitoring, wobei die Selbstberichte durch nicht-bewegungsbedingte Herzfrequenzanstiege getriggert werden. Solche Phasen mit additional heart rate indizieren kardiovaskuläre Reaktionen, die wahrscheinlich als Alarm- bzw. Bereitstellungsreaktionen gekennzeichnet werden können. AHR treten bei bestimmten emotionalen oder mentalen Belastungen im Labor auf und unter Alltagbedingungen, jedoch sehr häufig ohne subjektives Erlebnisäquivalent. Wenn der Selbstbericht abgefragt wurde, gaben die Untersuchungsteilnehmer in der Regel nicht mehr aktuelle Emotionsberichte als bei zufällig erbetenen Selbstberichten. Eine Ausnahme bildeten hier die Berichte über Angst/Furcht, die beim zufälligen Feedback signifikant seltener waren. Die in einer Untersuchung erhaltenen kardiovaskulären Profilunterschiede zwischen selbst berichtetem Ärger und Glück konnten in einer zweiten Studie nicht reproduziert werden.

Diese neue AHR-Methodik wurde für das Blutdruck-Monitoring adaptiert und in einem Feldexperiment erprobt. Die Untersuchungsteilnehmer, die einen Action-Film im Kino sahen, hatten mehr Inzidenzen von AHR als die Kontrollgruppe im Lesesaal. Die für die folgende Minute getriggerte oszillometrische Messung des Blutdrucks ergab jedoch keine signifikanten Blutdruckunterschiede. Da sich die Mittelwerte des Blutdrucks insgesamt nicht zwischen beiden Bedingungen unterschieden, war hier der Aktivierungseffekt des Films, trotz einiger Hinweise auf der psychologischen Ebene, zu gering für eine befriedigende Evaluation der Methode. Die Methodik wurde anschließend auf das Monitoring des kontinuierlich gemessenen Finger-Blutdrucks angepasst, um den "additional systolic blood pressure" ASBP zu messen und in entsprechenden Untersuchungsansätzen zu verwenden. In einer Pilotstudie hat sich dieser Algorithmus bewährt.

In einer Reihe aufeinander aufbauender Untersuchungen wurde die Methodik entwickelt, durch geeignete Kombination mehrerer Beschleunigungsaufnehmer nicht allein einen Index der Bewegungsaktivität, sondern auch zuverlässige Informationen über die momentane Körperlage (Sitzen, Stehen, Liegen u.a.) und typische Bewegungsmuster (Gehen, Treppen steigen u.a.) zu gewinnen. Diese Methodik erwies sich beim ambulanten Monitoring von Blutdruck oder Herzfrequenz als sehr nützlich. Die genaue kinematische Analyse durch multiple Akzelerometrie ermöglichte z.B. auch das ambulante Monitoring des Tremors bei Parkinson-Patienten oder das Monitoring von anderen Bewegungsstörungen (Restless Legs Syndrom).

## **8.3 Bewertung der Hauptergebnisse und Diskussion der Konsequenzen**

### **8.3.1 Psychophysische Aktivierung**

Die Untersuchungsergebnisse verlangen die konzeptuelle Unterscheidung zwischen:

1. dem oft bestätigten, allgemeinen psychophysischen Reaktionsprofil als Alarmreaktion bzw. als Bereitstellung bei situativen Anforderungen und
2. der empirisch widerlegten differentiell-psychophysiologischen Annahme einer relativ einheitlichen (homogenen) Dimension physiologischer und psychologischer Parameter.

Prozessbetrachtung und Eigenschaftskonzept widersprechen sich. Unter der experimentalpsychologischen Perspektive ergeben sich bei Stimulation/Belastung robuste Unterschiede in den Mittelwerten der Aktivierungsvariablen und den anforderungsabhängigen Mustern; unter differentiell-psychologischer Perspektive auf denselben Datenkörper zeigen sich nur geringfügige oder insignifikante Korrelationskoeffizienten (differentielle Vorhersagemöglichkeiten) zwischen verschiedenen Klassen von Aktivierungsvariablen, außerdem individuelle, psychologische und physiologische Reaktionsmuster.

## **Problem der Qualität und Intensität**

Über die Qualität der Laboraufgaben in psychologischer Hinsicht ist unter Gesichtspunkten wie persönliche Relevanz und Motivationsabhängigkeit, Zumutbarkeit, Lebensnähe und externe Validität oft diskutiert worden. Dementsprechend ist häufig versucht worden, stärker oder "echter" provozierende Anforderungen zu entwickeln. Diese Auseinandersetzung soll hier nicht aufgenommen, sondern nur unter dem Gesichtspunkt der physiologischen und behavioralen Funktionalität ergänzt werden. Kardiovaskuläre Reaktionen und Anpassungen können sich im Hinblick auf die Funktionsziele wesentlich unterscheiden. Die einzelnen Kreislaufmechanismen und Steuerungen sind synergistisch auf bestimmte biologische Funktionsziele organisiert, die ihrerseits selten den von Psychologen gesehenen Aspekten oder Kategorisierungen der Laboraufgaben entsprechen werden. Mit der unglücklichen Typisierung in Aufgaben mit "aktivem" und "passivem" Coping war zeitweilig eine Unterscheidung populär geworden, die nicht einmal in psychologischer Hinsicht klar zu definieren war, da subjektive und behaviorale Aspekte vermischt wurden. Hinzu kam, dass nur wenige Untersucher sich um unabhängige Informationen bemühten, ob die von ihnen so gedachten internen Zustände tatsächlich von ihren Versuchspersonen realisiert wurden und wie prägnant das geschah. Im psychophysiologischen Labor werden also gewöhnlich nicht die aus der kardiovaskulären Physiologie bekannten, mehr oder minder gut operationalisierten Synergismen (siehe Abschnitt 8.5.1) beobachtet. Es werden vielmehr irgendwie "gemischte" Reaktionsmuster auf – nach psychologischen Ideen konstruierte – Aufgaben untersucht. Diese Bedenken richten sich auch gegen die im Labor provozierten Emotionen, da sie von der gewählten Induktionsmethode, den Kontextbedingungen und den komplexen Verarbeitungsprozessen abhängen – und in fast jedem Labor auf andere Weise provoziert werden.

Diese Anforderungen durch psychologisch konzipierte Aufgaben können zweifellos nicht die Prägnanz eines standardisierten Ergometer-Tests (Belastungs-EKG) oder Orthostase-Versuchs haben. Sogar diese Reaktionen können, wenn auch in geringeren Effektstärken, durch psychologische Befindlichkeiten und situative Einflüsse überlagert sein. Aus psychologischer Sicht könnte es unfair erscheinen, wenn zwischen Laboraufgaben und Kreislauf-Funktionsprüfungen hinsichtlich der Prägnanz des provozierten physiologischen Reaktionsprofils und hinsichtlich der Reaktions-

intensität verglichen wird. Beide Fragen dürfen aber nicht übergangen werden, da sie grundsätzliche konzeptuelle und methodologische Schwierigkeiten betreffen.

Im psychophysiologischen Labor werden bei – zumutbaren – psychologischen Aufgaben, von Ausnahmefällen abgesehen, gewöhnlich nur geringe Reaktionsintensitäten (bezogen auf ein gedachtes Kontinuum von geringster bis maximaler Erregung) gemessen. Dies gilt u.a. für kardiovaskuläre Messgrößen, aber auch für die Selbsteinstufungen. Einer Intensivierung wie sie im Prinzip durch negative soziale Kritik und Interaktion oder durch stärker aversive Komponenten erreichbar wären, sind berufsethische Grenzen gesetzt.

Unter Alltagsbedingungen wurde in den Monitoring-Studien eine deutlich größere Varianz als im Labor erwartet. Die Erfahrungen bei Studenten und bei Herz-Kreislauf-Patienten sprachen aber mit einigen Ausnahmen gegen diese Erwartung. Generell ist aus verschiedenen Monitoring-Studien abzulesen, dass die durchschnittlichen phasischen Veränderungen des Blutdrucks und der Herzfrequenz – sofern die Bewegungsaktivität kontrolliert wird – kaum den Bereich von 10 mm Hg oder 8 Schlägen/Minute überschreiten und selten die Größenordnung von 20 mm Hg oder 15 Schlägen/Minute übertreffen.

Vergleichsmaßstäbe sind schwer zu benennen. Körperliche Belastungen lösen natürlich kurzfristig wesentlich höhere Anstiege aus (siehe Kapitel 4 und 5), andererseits wurden bei mehrwöchigem Ergometer-Training Reduktionen von 18/11 mm Hg und 12 Schläge/Minute gemessen (in der Kontrollgruppe 5/3 mm Hg). Langfristige Veränderungen in dieser Größenordnung gelten, z.B. bei Maßnahmen zum Abbau von Risikofaktoren, bereits als Behandlungserfolg (Abschnitt 8.3.5). Kasuistische Beobachtungen können gelegentlich sehr viel höhere phasische Reaktionen anzeigen, doch sind dies eher Ausnahmen oder auf sehr wenige Situationen beschränkte Ereignisse. Natürlich werden auch starke Blutdruckanstiege beobachtet, bei großer beruflicher Belastung, bei bestimmten Freizeitaktivitäten und während extremer emotionaler Erregung. Ein Beispiel sind die extremen Blutdruckreaktionen während der Brandkatastrophe im Düsseldorfer Flughafen, wo zufällig ambulante Registrierungen bei drei Personen der Flugüberwachung möglich waren (Vogt & Kastner, 2002).

Durch die zunehmende Verwendung des Monitoring wird eine größere Anzahl dieser seltenen Episoden erfasst werden. Vielleicht ergibt sich

dann eine Datenbasis, um zu prüfen, wie sich die Muster und die Kovariation der Aktivierungsvariablen bei stärkster Reaktionsintensität entwickeln.

Auch die Item-Varianzen in den Selbsteinstufungen scheinen im Alltag nicht entscheidend größer zu sein als im Labor. Die hohen Skalenstufen 5 und 6 bei den negativen Iteminhalten (ärgerlich-gereizt, bedrückt, aufgeregt-nervös) wurden nur sehr selten gewählt, z.B. auch in der Wochenstudie. Nur bei etwa einem Drittel der untersuchten Studenten war eine vom durchschnittlichen Tageslauf abgehobene Phase mit stärkerer subjektiv-emotionaler Beteiligung zu explorieren. Nur durch ausführliche Exploration von psychologischer Seite, und dann durch die vorliegenden Registrierungen ergänzt, konnten bei der Mehrzahl der Patienten mit Hypertonie solche Episoden eruiert werden. Diese Einschätzung wurde durch die Ergebnisse des interaktiven Monitoring und durch andere Befunde (u.a. Kinne, 1997) bestätigt. Die meisten der untersuchten Personen schienen am Untersuchungstag keine markanten emotionalen Episoden zu erleben.

Die kasuistischen Beispiele und graphischen Darstellungen großer Blutdruckdynamik sind also eher Ausnahmefälle, die didaktisch günstig, aber weitgehend unrepräsentativ sein können. Die zweifellos größere Varianz der kardiovaskulären Messungen im Alltag ist primär durch die Bewegungsaktivität verursacht. Insgesamt stimmten die Erfahrungen darin überein, dass die Inzidenz und die Intensität von "Emotionen" unter Alltagsbedingungen anfänglich in diesem Forschungsprogramm und wahrscheinlich auch von anderen Untersuchern überschätzt worden sind.

Diese Schlussfolgerung könnte voreilig sein, wenn die phasischen kardiovaskulären Aktivierungen subjektiv unbemerkt geblieben sind. Genau für diese Annahme lieferte das interaktive Monitoring der AHR, aber auch das Blutdruck-Monitoring empirische Hinweise. Als eine der effektstärksten Anforderungen stellte sich das Fahren eines PKW heraus. Die kardiovaskuläre Aktivierung konnte dabei (und bei anderen Freizeitaktivitäten) subjektiv nicht oder nur teilweise zutreffend eingeschätzt werden. Am Arbeitsplatz zeigten die subjektiven Einstufungen des "Stress" sehr häufig keine Beziehung zu den physiologischen Indikatoren der Arbeitsbelastung. Andere Freizeitaktivitäten besonderer Art wären das Zuschauen bei einem spannenden Fußballspiel oder Aktionen in einem Erlebnis-

park, während z.B. ein Action-Film im Kino nur minimale Reaktionen auslöste.

Methodologisch folgt aus diesem Sachverhalt, dass eine einseitige Assessmentstrategie, die von den psychologisch definierten oder explorierten Episoden ausgeht, einen grundsätzlichen Bias haben wird. Auch die Mehrzahl der neueren ambulanten Monitoring-Studien des Blutdruckverhaltens scheinen diese einseitige Perspektive zu verfolgen, da die Segmentierung in der Regel aufgrund der Selbstberichte, Setting-Angaben, usw. erfolgt. Unbedingt gehört dazu auch die andere Perspektive, d.h. bei gemessenen Blutdruckspitzen – über die Bewegungsaktivität hinaus – nach auslösenden Bedingungen zu suchen.

### **Kovariationsproblem (Reaktions-Fraktionierung)**

Die mangelnde inter- und intraindividuelle Korrelation typischer Aktivierungsparameter hatte bereits Lacey (1967) als Reaktions-Fraktionierung beschrieben: "that activation or arousal processes are not unidimensional but multidimensional and that the activation processes do not reflect just the intensive dimension of behavior but also the intended aim or goal of the behavior, or, as I phrased it in an earlier paper, the nature of the transaction between the organism and its environment" (S. 25). "I think the experiments show that electroencephalographic, autonomic, motor, and other behavioral systems are imperfectly coupled, complexly interacting systems." (S.15) Als allgemeines Ergebnis des psychophysiologischen Assessment stellten Haynes und Wilson (1979) fest: "lack of significant covariation, nonsignificant common variance or dyssynchrony among overt behavioral, cognitive, subjective, and physiological measures" (p. 343).

Als Beispiel kann die bemerkenswert breite, multimodale Untersuchung van Heck's (1988) zitiert werden. Er fand während 8 verschiedener angst-induzierender Situationen zwischen 15 Items aus Selbstberichten, 19 Variablen aus Verhaltensbeobachtungen (Mimik u.a.) und 3 physiologischen Aktivierungsvariablen, allerdings nur N = 28 Studenten, keine Evidenz für eine substantielle Konvergenz der hypothetischen Indikatoren des Konstrukts Angst.

Dieser Sachverhalt ist also nicht neu, wurde von anderen Autoren bestätigt oder zurückgewiesen, und bildete als sog. Kovariationsproblem lan-

ge Zeit ein wichtiges Thema der Fachdiskussion, u.a. auch der sozialpsychologisch, kognitionspsychologisch oder selbsttheoretisch orientierten Gefühlstheorien. Es ging dabei um die möglichen Erklärungen (weniger um die praktischen Konsequenzen) der überwiegend als störend erlebten Divergenzen, indem auf Methodenprobleme verwiesen wurde, oder es kam zu Interpretationen, die gelegentlich wie Immunisierungsversuche gegen die empirischen Widersprüche wirkten. Auch heute noch gibt es hin und wieder Publikationen, die von einer relativ einheitlichen Kovariation wichtiger Parameter überzeugt zu sein scheinen. Die Breite und Dauer der Diskussion zeigt wohl an, dass die "negativen" Befunde störend waren. Sie komplizierten dieses Gebiet in theoretischer und praktischer Hinsicht.

Deswegen waren systematische und breite Grundlagenstudien mit neuen Operationalisierungen des theoretischen Konstrukts gerechtfertigt. Dabei wurden verschiedene Einwände berücksichtigt, Methodenprobleme analysiert, wesentlich größere Datensätze verwendet und verschiedene Erklärungshypothesen geprüft, z.B. ob die Konkordanz mit zunehmender und extremer Reaktionsintensität steigt. Im Labor scheint die Konkordanz jedoch im untersuchten Bereich nicht mit einer zunehmenden Reaktionsintensität zu wachsen, doch ist diese Hypothese aus naheliegenden Gründen im Labor nicht angemessen zu prüfen. Die Alternativhypothese ist, dass solche engeren Kopplungen primär dann entstehen, wenn markante biobehaviorale Funktionszielen (Synergismen) existieren.

Eine ausführliche Diskussion der methodologischen Probleme und Interpretationen des Kovariationsproblems gab Stemmler (2001). Er betonte, wie wichtig die jeweilige Perspektive ist: Wird der allgemeine Reaktionsprozess (über alle Individuen) im Sinne einer systematischen Zustandsänderung oder wird die individuelle Reaktivität der Individuen im Sinne einer konsistenten Eigenschaft betrachtet? Deshalb muss in der Methodik der Psychophysiologie prägnanter als früher zwischen verschiedenen Assessmentstrategien und ihren theoretischen Zielen unterschieden werden.

Die Freiburger Untersuchungen waren die umfangreichsten dieser Art und sind es bis heute geblieben. Im Rahmen der Methodik, wie sie in den vorausgegangenen Kapitel geschildert wurde, kann die Fragestellung als beantwortet gelten. Die psychophysiologische Forschung hatte hier eine kritische Funktion, indem gezeigt wurde, dass die ursprünglich oft multimo-

dal konzipierten Emotionen, Stress-Strain-Reaktionen, Aktivierung usw. aus *differentieller* Sicht, auch nach gründlichen Operationalisierungen, tatsächlich keine homogenen psychophysischen Einheiten sind. Unter dieser Perspektive hat die multivariate Aktivierungsforschung Lacey nicht widerlegen, sondern letztlich nur bestätigen können.

In der Literatur wurden auch ausschließlich phänomenale oder kognitive Gefühlstheorien vertreten, für die solche psychophysiologischen Fragestellungen unerheblich sind. Demgegenüber sind wahrscheinlich für alle wissenschaftlichen Autoren, die das Gehirn und die Physiologie des Menschen nicht ausklammern wollen, zentralnervöse und periphere Grundlagen und Begleiterscheinungen von Emotionen selbstverständlich. Der notwendige Schritt auf dem Wege der Revision typischer Erwartungen, Annahmen und Forschungsstrategien wäre die konsequente und ernsthafte terminologische Unterscheidung zwischen den *Emotionsberichten* und der *Emotionsphysiologie* in neuronalen, vegetativ-endokrinen sowie neuromuskulären Funktionssystemen.

Das Forschungsprogramm hat auch im Alltagsverhalten die weitgehende Zusammenhanglosigkeit der psychologischen und der physiologischen Daten in diesem Bereich aufgezeigt. Dabei bestehen auch untereinander, zwischen den physiologischen Daten aus verschiedenen Anforderungssituationen, nur geringe Korrelationen, während einige der typischen psychologischen Selbsteinstufungen konsistenter sind. Offenbar existieren kognitive Prozesse die für einen relativ einheitlichen, zeitlich und situativ beständigen Zusammenhang der Selbstbeurteilung sorgen.

### **Neuropsychologische Interpretationen**

Die statistische Null-Korrelation von Selbstbeurteilungen (Emotionsberichte, Persönlichkeits-Fragebogen) und vegetativ- physiologischen "Indikatoren" bildet den Regelfall (mit partiellen Ausnahmen wie bei der Mimik). Das bedeutet natürlich nicht die faktische Unabhängigkeit der subjektiven von den neuronalen Phänomenen. Es sind divergente (Teil-) Repräsentationen von Steuerungen bzw. Zuständen eines letztlich synergistisch funktionierenden Organismus, in dem mannigfaltige und interagierende Systeme gekoppelt sein können. Wenn jedoch Begriffe wie Fragmentierung, Dissoziation oder Entkopplung für das Kovariationsproblem verwendet werden, drückt sich darin eine Erwartung aus, die stark von der subjektiv gegebenen Einheitlichkeit, der auch in den Selbst-

beurteilung erscheinenden Konsistenz und Schematisierung bestimmt zu sein scheint.

Peper & Lüken (2002) stellten neuropsychologische Überlegungen an, weshalb Divergenzen zwischen dem Erleben einer Emotion und vegetativen und behavioralen Indikatoren bestehen könnten. Einen Ansatz bieten die neuropsychologischen Untersuchungen der Amygdala. Diese Strukturen bilden unter anderem eine frühe Verarbeitungsstufe aversiver Stimulation, wobei zunächst nur einfache und schnelle Dekodierungen und Adaptationen, d.h. in einer ersten Stufe weder eine bewusste Kontrolle noch eine detaillierte kognitive und assoziative Verarbeitung stattfinden. Demgegenüber könnte dem Hippocampus die wichtigste Rolle bei der anschließenden, differenzierteren Bewertung und Verknüpfung mit deklarativen und nicht-deklarativen Gedächtnisfunktionen zukommen. So wird bereits in dieser noch sehr vereinfachenden Gegenüberstellung von Funktionen der Amygdala und der Hippocampus-Formation deutlich, dass unterschiedliche Repräsentationen und Verarbeitungsstufen des Emotionsprozesses bestehen. Darüber hinaus sind Divergenzen in temporalen und fronto-striatalen Funktionen zu diskutieren. Analoge Divergenzen scheinen im visuellen System zwischen den dorsalen und ventralen Verarbeitungssystemen auftreten zu können.

"Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die bewusste Wahrnehmung von Emotionen wahrscheinlich durch eine unvollständige und lediglich temporär vorliegende Kopplung verschiedener Subsysteme entsteht, die einerseits für die Evaluation und Bewertung des Stimulus, andererseits für die Vorbereitung entsprechender motorischer und vegetativer Reaktionen zuständig ist (siehe Peper, 2000). Hierbei können interne und externe Ereignisse diese Systeme in differentieller Weise stimulieren. Vor dem Hintergrund der neuroanatomischen Organisation werden Dissoziationen in den verschiedenen Systemen verständlich, die in einer Divergenz introspektiver Erlebnisschilderungen und der behavioralen bzw. physiologischen Datenebenen resultieren können. (...) Damit emotionales Erleben entstehen kann, bedarf es aktiver zerebraler Kopplungsprozesse, die eine Vielzahl von Subsystemen einschließen" (Peper & Lüken, 2002, S. 105).

Wahrscheinlich sind in diese Prozesse, von den tiefen medullär-pontinen Strukturen bis zum insulären Kortex hinauf, auf vielen Ebenen vegetative und durch weitere Schleifensysteme auch somatomotorische Teilfunktionen integriert. Statt der noch verbreiteten Ein- oder Zwei-

System-Konzepte neuropsychologischer Modellvorstellungen, sind zweifellos multi-lokuläre Modelle adäquater. Zum Beispiel können sich neuropsychologische Konzeptionen anregen lassen, indem sie sich u.a. auf die longitudinale Organisation bzw. die phylogenetische Entwicklung des Gehirns beziehen und dabei zwischen unterschiedlichen Stufen der neuronalen und der phänomenalen Repräsentationen von efferenten und afferenten Systemen und deren Kontrollen unterscheiden. Außerdem sind differenzielle Effekte, d.h. individuelle Unterschiede, anzunehmen.

Die funktionelle Kopplung neuronaler Systeme ist variabel und könnte inter- und intra-individuell uneinheitlich sein, sie könnte sich also auch im Verlauf ändern (siehe u.a. Hörhold, 1998). Empirisch prüfbare Konzepte der Kopplung und Entkopplung wurden noch nicht ausgearbeitet, doch enthält u.a. die Therapieforschung über Angststörungen Ansätze solcher Prozessforschung.

### **Konsequenzen für die praktische Diagnostik**

Wenn empirisch nur eine geringe Korrelation von Messwerten aus verschiedenen vegetativen Funktionsbereichen und kaum Zusammenhänge mit den Befindensänderungen und Körperwahrnehmungen bestehen, hat dieser Sachverhalt Konsequenzen für die psychophysiologische Untersuchungsmethodik. Wenn es um Unterschiede zwischen Personen oder Person x Situation-Beziehungen geht, d.h. die Eigenschaftsperspektive, kann es keinen einzelnen optimalen Indikator der Aktivierung (Stressreaktion, Beanspruchung, Emotion usw.) oder Reaktivität geben, sondern es sind stets mehrere Funktionssysteme zu messen und Unterschiede im Reaktionsverhalten zwischen Personen zu berücksichtigen. Andernfalls kann es zu gravierenden Fehleinschätzungen kommen. Ein anschauliches Beispiel bildet die Diagnostik und Therapiekontrolle von Angst-Störungen, bei denen sich Angstberichte, Angsterregung und Angstverhalten wesentlich unterscheiden können.

Null-Korrelation bedeutet statistische Zusammenhanglosigkeit, d.h. viele Fälle, in denen ein Konvergenz besteht und "offensichtlich" erscheint, und ebenso Fälle, in denen sich unter differentieller Perspektive subjektive Erlebnisse und kardiovaskuläre u.a. Messungen widersprechen. Die fehlende Übereinstimmung der als einheitlich gedachten Beschreibungsebenen verlangt theoretische und methodische Konsequenzen. Das in der Fachliteratur verbreitete sog. Drei-Systeme-Konzept anerkennt

den Sachverhalt, bietet aber noch keine praktischen Strategien für das adäquate Assessment.

### **Kritik der Drei-Systeme-Strategie und der Umgang mit den störenden Diskrepanzen**

Das simplifizierte Drei-Systeme-Konzept (Triple Response Measurement TRM) wird noch immer propagiert (Lang, 1993; Miller & Kozak, 1993). Die Hinweise auf die relative Unabhängigkeit der Systeme bleiben jedoch meist allgemein und weder die methodischen und großen praktischen Schwierigkeiten der TRM-Strategie noch deren Konsequenzen werden hinreichend diskutiert. Außerdem wurde oft übersehen, dass es nicht nur um drei, sondern – je nach Einteilung – um sehr viele Systeme geht, welche in der Regel untereinander nur eine geringe Kovariation aufweisen. Ganz abgesehen davon, dass es sich wissenschaftsmethodisch um *zwei* kategorial grundverschiedene Ebenen handelt: die subjektiv-verbalen Aussagen über die Innerlichkeit des Menschen und die objektiv messbaren Daten über physiologische und behaviorale Veränderungen.

Die praktisch-diagnostischen Probleme wurden mit den Arbeiten von Hodgson und Rachman (1974) über die Diskordanz und Desynchronie verschiedener Reaktionssysteme der Angst deutlich. Angesichts differentieller Veränderungen in den verschiedenen Systemen ist nach deren Bedeutung und prognostischem Wert zu fragen, außerdem müssen Konventionen gefunden werden, wie mögliche Diskrepanzen in der diagnostischen Urteilsbildung und Therapiekontrolle zu bewerten sind.

Der Sachverhalt der häufigen Fraktionierung (Diskrepanz, Desynchronie) von Reaktionssystemen scheint also relativ bekannt zu sein, auch in der Verhaltenstherapie. Sollte nicht zwischen einem Angstgefühl mit geringer oder fehlender objektivierbarer Angsterregung und einem Angstgefühl mit objektivierbarer, intensiver Angsterregung unterschieden werden? Haben solche Unterscheidungen, die seit langem angeregt wurden und heute aufgrund verbesserter Methodik zu treffen wären, einen Nutzen für die differentielle Therapieindikation und Prognose (Hodgson & Rachman, 1974)? Die Arbeitshypothese wäre, dass therapeutische Prozesse mit zunehmender bzw. hoher Kopplung (Konkordanz) von Funktionssystemen im Vergleich zu diskordanten Prozessen stabilere Therapieeffekte repräsentieren. Diskordante Veränderungen würden kritische Überlegungen und Überprüfungen nahe legen. Für die Diagnostik und Therapiekon-

trolle in der Praxis mangelt es jedoch an Regeln und Konventionen wie mit den Diskrepanzen umzugehen ist, sofern die Untersucher nicht der Einfachheit halber von vornherein auf physiologische Befunde verzichtet haben. Nicht einmal in der Terminologie hat es sich durchgesetzt, konsequent zwischen *Angstgefühl*, *Angstverhalten* (Vermeidung) und vegetativ-endokriner und motorischer *Angsterregung* zu unterscheiden.

Die Probleme der mangelnden Konkordanz der Reaktionssysteme "umgeht man allerdings nicht dadurch, dass man – wie das häufig geschieht – allein die verbalen Mitteilungen von Beschwerden oder die beobachteten pathologischen Verhaltensauffälligkeiten zur Beschreibung phobischer Furcht heranzieht und alle anderen Indikatoren gänzlich ignoriert" (Hamm, 1997, S. 54; zur weiteren Diskussion von Psychophysiologie und Verhaltenstherapie siehe u.a. Ebner, Angenendt & Wilmers, 2001; Fahrenberg, 1992c, 2000b; Margraf, 1990; Vögele, 2001; Wilhelm & Roth, 1996).

Die mangelnde konvergente Validität verschiedener Indikatoren des theoretischen Konstrukts Angst führt zur Frage, welche Aspekte des Konstrukts definitorisch wesentlich sind. Das breite Spektrum von kognitivistischen bis zu neurophysiologischen Angsttheorien lässt die Präferenzen (und wahrscheinlich indirekt auch die Auffassungen vom Leib-Seele Problem) erkennen. Sind das bewusste Erleben (und die Verbalisierung) eines Gefühls und die typische vegetativ-endokrin-behaviorale Bereitstellung *zwei notwendige Definitionsbestandteile* einer Emotion?

Beim psychophysiologischen Monitoring von Patientinnen mit Borderline-Persönlichkeitsstörungen wäre nach den biosozialen Ätiologiemodellen zu erwarten, dass die Selbstberichte über hochgradige Spannungszustände (Arousal) von vegetativen Veränderungen begleitet sind. Ebner (2004), der die FSM-Methodik der additional heart rate mit zufälligen Kontroll-Rückmeldungen verwendete, konnte diese Hypothese nicht bestätigen. Dagegen lieferte hier das psychologische Monitoring zahlreiche interessante Hinweise auf die erlebte emotionale Dynamik.

Moderne Assessmentstrategien sind notwendig, um Therapieverläufe bei Angststörungen, bei Borderline-Persönlichkeitsstörungen oder posttraumatischen Störungen (Beckham et al., 2000) usw. durch ambulantes Monitoring unvoreingenommen, alltagsnah und kritisch evaluieren zu können. Dazu gehören die repräsentative Beschreibung der Divergenzen

und die Verlaufsanalyse der Symptomatik und Interventionen auf verschiedenen Ebenen.

### **8.3.2 Emotionalität und Psychophysische Aktivierung/ Reaktivität**

Die in den ersten Arbeiten – in Anlehnung an das Konzept der Nervosität und an Eysencks Persönlichkeitstheorie – entwickelte Annahme einer *einheitlichen Disposition zu psychovegetativer Labilität* hat der breiten und kritischen Überprüfung nicht Stand gehalten. Die Fragebogendimension Emotionalität ist *kein* Prädiktor psychophysischer Aktivierung und habitueller vegetativer Reaktivität.

Eysenck (1967) hatte für die durch Fragebogenskalen definierten Persönlichkeitsdimensionen Emotionalität (Neurotizismus) und Extraversion/Introversion eine biologische Basis der individuellen Unterschiede in der vegetativ-endokrinen Reaktivität bzw. im zentralnervösen Arousal postuliert. Die Überprüfung dieser Postulate war schwierig: genaue Angaben über maßgebliche Ausgangsbedingungen und Stimulusparameter fehlten, es wurden hinsichtlich Extraversion und Reaktionsstärke nicht-lineare Zusammenhänge (im Sinne des von Pavlov und Teplov postulierten Phänomens der transmarginalen Hemmung) angenommen, und es gibt zahlreiche andere Methodenprobleme. Diese grundsätzlichen Fragen sind in der Literatur überwiegend nicht genügend beachtet worden (oder erst spät bzw. nachträglich erläutert worden, siehe Brocke & Battmann, 1985; Eysenck, 1994; Gale, 1983; Stelmack & Geen, 1992). Die der Theorie angemessenen Prüfbedingungen und die empirischen Schlussfolgerungen aus den Grundlagenstudien konnten auch durch die eigene Korrespondenz mit Eysenck nicht befriedigend geklärt werden.

Die eigenen Untersuchungen und unabhängige Publikationen sowie eine umfangreiche Metaanalyse konvergierten in der Schlussfolgerung, dass Eysencks Postulate, zumindest hinsichtlich der Dimension Emotionalität, empirisch nicht haltbar sind. Dies gilt für die im Labor untersuchten Studenten und für die Patienten. Eysencks Theorie der biologischen Basis der Emotionalen Labilität ist damit letztlich nicht widerlegt, aber im Gültigkeitsbereich der ausgewählten Untersuchungsteilnehmer und Methoden mehrfach falsifiziert worden. Nur bei sehr tiefreichenden Revisionen der Theorie wären andere Schlussfolgerungen vorstellbar. Dieser Sachverhalt

hat auf diesem Gebiet zu einem weitgehenden Stillstand der Forschung geführt (vgl. die ausführlicheren Diskussionen (u.a. Amelang & Bartussek, 2001; Amelang & Ullwer, 1991; Baltissen & Boucsein, 2005; Fahrenberg, 1987a, 1992c; Fahrenberg, et al., 1979; Myrtek, 1980, 1992; Schweizer & Wittmann, 1989; Stemmler, 1992; Stemmler & Meinhardt, 1990, mit weiteren Literaturhinweisen).

Die beiden zentralen eigenschaftstheoretischen Aussagen müssen zurückgewiesen werden:

1. das Postulat einer relativ allgemeinen Dimension psychophysischer Aktivierung/Reaktivität und
2. die Behauptung, dass individuelle Unterschiede in typischen Aktivierungsvariablen aus Fragebogenwerten der Emotionalität vorherzusagen wären.

Trotzdem werden gelegentlich "positive" Ergebnisse über vegetativ-physiologische Korrelate der Emotionalität oder auch andere durch Fragebogen definierte Persönlichkeitseigenschaften mitgeteilt. Unter dem Eindruck der überwiegend sehr begrenzten methodischen Qualität und schmalen empirischen Grundlage solcher Arbeiten, müssten in solchen Fällen kritische Fragen an die zuständigen Reviewer und Herausgeber gestellt werden. Offensichtlich können sich kritische Einsichten und höhere Ansprüche an die Aussagekraft neuer Untersuchungen nur sehr langsam durchsetzen, ganz zu schweigen von der zögerlichen Rezeption vorausgegangener Falsifikationen.

Eysencks Postulate über die biologische Basis der Persönlichkeitsdimensionen Emotionalität (Neurotizismus) und Extraversion/Introversion hatten – wie bereits betont wurde – einen großen Einfluss auf die psychophysiologische Persönlichkeitsforschung und auf ätiologische Konzepte zur Entstehung von Neurosen und psychophysiologischen Funktionsstörungen. Beim gegenwärtigen Stand der Forschung sind diese Postulate empirisch eben so wenig haltbar wie andere Konzepte (z.B. hinsichtlich der A-B-Typologie von Koronarkranken). Die Korrelationen sind höchstens geringfügig oder fehlen überhaupt. Dies schließt natürlich nicht aus, dass künftig mit völlig anderer Methodik und grundlegend revidierten Konzepten vielleicht positive Ergebnisse zu finden sein werden.

Die bisher weitgehend vergebliche Suche nach einfachen psychophysiologischen Korrelationen von Persönlichkeitsdimensionen fordert also zur theoretischen Auseinandersetzung heraus. Anscheinend haben sich die Forschungsprojekte, mit z.T. noch recht spekulativen Ideen, auf andere neurowissenschaftliche Gebiete verlagert, ohne dass in der Regel ein deutlicher Transfer der methodologischen Erfahrungen aus der Prüfung von Eysencks Theorie deutlich gemacht wird.

Nun haben auch in anderen Bereichen der Psychologie die Versuche zur multiplen Operationalisierung wichtiger Konstrukte selten überzeugende Ergebnisse geliefert. Weder mit der Multitrait-Multimethod-Strategie noch mit der Faktorenanalyse multimodaler Datensätze (L-, Q- und T-Daten im Sinne R.B. Cattells) konnten in der Regel substantielle Konvergenzen hinsichtlich traditioneller Eigenschaftsdimensionen wie Ängstlichkeit, Dominanz, Leistungsmotivation, Rigidität, Suggestibilität usw. festgestellt werden. Folglich wurde die unscharfe Bedeutung (Überschussbedeutung) solcher – im Vergleich zu den Operationalisierungsvorschlägen – zu globalen Konstrukte kritisiert. Es sind Überschussbedeutungen, die nicht mehr heuristisch, sondern verwirrend sind, so dass kleinere und bescheidenere "construct-operation units" statt jener globalen Konstrukte zu fordern sind (Fiske, 1978; zur Diskussion siehe auch Amelang & Bartussek, 2001; Seidenstücker & Baumann, 1987; Fahrenberg, 1987d). Die wenigen gründlichen Multitrait-Multimethod-Analysen in der Persönlichkeitsforschung sind überwiegend destruktiv ausgefallen. Dieser Sachverhalt hat eine viel zu geringe Aufmerksamkeit gefunden, es sei denn, das breite Interesse an den – in sich viel eher konsistenten – Selbst-Theorien wird als indirekte, wissenschafts-psychologische Konsequenz dieser Enttäuschungen gedeutet.

Ein anschauliches Beispiel für das Kovariationsproblem stammt aus dem Alltag. Viele Menschen sind überzeugt, ein für sie typisches motorisches Tempo zu haben. Wenn verschiedene motorische Leistungen im individuell angenehmen Tempo ausgeführt werden sollen, korrelieren diese Daten kaum miteinander, d.h. es gibt kein "persönliches" Tempo. Ein in einigen Bereichen ordentlich wirkender, geselliger, intelligenter Mensch kann sich in anderen Lebensbereichen unordentlich, zurückweisend und unintelligent verhalten. Diese Inkonsistenzen machen ein Grundproblem aller Eigenschaftstheorien aus (siehe u.a. Amelang & Bartussek, 2001; Asendorpf, 2003), sie manifestieren sich insbesondere dann, wenn das

manifeste Verhalten beobachtet und nicht nur Selbstbeurteilungen verwendet werden.

Das Kovariationsproblem ist ja nicht allein ein frustrierender Sachverhalt der differentiellen Psychologie, sondern ist fundamental für die empirische Psychologie. Das Kovariationsproblem hat verschiedene Namen: u.a. Einstellungs-Verhaltens-Problem in der Sozialpsychologie, Konsistenzproblem und interaktionistische Eigenschaftstheorie, Mischel-Epstein-Kontroverse hinsichtlich der Kriterienvorhersage aus Fragebogentests, differentielles Assessment von Interventionseffekten mittels Selbstbeurteilung gegenüber Fremdbeurteilung und Verhaltensmessung.

Eysencks Emotionalitäts-Konzept ist zwar in seiner *psychophysiologischen* Bedeutung empirisch unhaltbar geworden, doch auf psychologischer Ebene konnte die herausragende Bedeutung dieser Konzepte durchweg bestätigt werden. Diese Selbstbeurteilungen und Selbstauskünfte in Interviews, Fragebogen und Interventionsbeurteilungen können dabei eine individuelle Konsistenz erreichen, die auf anderen Datenebenen nicht vorhanden ist. Die Dimensionen und die Populationsparameter sind überraschend stabil wie wiederholte bevölkerungsrepräsentative Fragebogen-Konstruktionen zeigten. Emotionalität, Lebenszufriedenheit und Beschwerbenhäufigkeit können weithin als gelernte Schemata der Selbstbeurteilung und als sehr verbreitete soziale Konstruktionen der Selbstdarstellung verstanden werden. Dennoch scheinen sie fundamental wichtige Prädiktoren von vielen weiteren Urteilsbildungen, Bewertungen und Entscheidungen zu sein. Eine hohe Ausprägung der mit Fragebogen erfassten Emotionalität, der Lebenszufriedenheit und der Häufigkeit körperlichen Beschwerden korrelieren u.a. mit Auskünften über bestimmte Lebensgewohnheiten und Verhaltenstendenzen, beeinflussen das eigene Urteil "krank" zu sein und beeinflussen wahrscheinlich das manifeste Verhalten z.B. im Gesundheitssystem, u.a. hinsichtlich Arztbesuchen, Rehabilitationsverfahren und Rehabilitationsverlauf.

### **8.3.3 Typ A-Verhalten und Somatoforme Störungen**

Die neuere Forschung hat zu einem Niedergang solcher biologisch orientierten Eigenschaftskonzepte, u.a. der Emotionalität, der Extraversion (kortikales Erregungs-Hemmungs-Gleichgewicht) und auch des intensiv diskutierten Typ A-Verhaltens als Krankheitsdisposition für koronare

Herzkrankheiten geführt. Nach der biologischen Basis von Temperament und Persönlichkeitseigenschaften zu suchen, bleibt zwar eine wichtige theoretische Fragestellung, doch sind statt der unergiebigsten Wiederholungen ähnlicher Korrelationsstudien neue Forschungsansätze mit konzeptuellen und methodischen Innovationen notwendig.

### **Typ A-Verhalten**

Die skeptischen Schlussfolgerungen wurden in den Thesen zur "Nutzenfunktion" der Vorstellungen über Typ-A und Hostility zusammengefasst. Ein Bemühen, das Typ-A-Konzept oder zumindest das Hostility-Konzept zu stützen, ist aus vielen Arbeiten anderer Autoren ersichtlich. ... "So darf vermutet werden, dass solche Konzepte eine erhebliche Nutzenfunktion haben. Dabei ist ein Nutzen der Konzepte für alle Beteiligten, seien es Patienten, Klinische Psychologen oder Ärzte, auszumachen. Ein in der Herzinfarkt-Rehabilitation tätiger Arzt drückte vor vielen Jahren diesen Tatbestand sinngemäß wie folgt aus: "Wenn wir den A-Typ nicht schon hätten, müsste er erfunden werden."

"Für den Patienten haben Konzepte wie Stress, Typ-A und Hostility den Vorteil, eine externale Ursachenzuschreibung vornehmen zu können. Der Patient wird von einer gewissen Selbstverantwortung für die KHK (z.B. Rauchen, Ernährung, Bewegungsmangel, etc.) entlastet und kann die Ursache in nicht oder nur wenig beeinflussbaren externalen Faktoren suchen. Zahlreiche Arbeiten zu den kausalen Attributionen von Patienten stützen diese Auffassung (Myrtek, 1998). Für den Arzt sind solche Konzepte in denjenigen Fällen hilfreich, bei denen sich keine klassischen Risikofaktoren ermitteln lassen. Zudem bieten die Konzepte einfache Kausalerklärungen, die von allen Patienten akzeptiert werden können.

Schließlich ermöglichen die Konzepte dem Klinischen Psychologen eine besondere Legitimation, da er als Fachmann für solche Konzepte ausgewiesen ist. Die vor einigen Jahren durch diese Vermutungen ausgelöste Kontroverse hat gezeigt, dass hierdurch wichtige Interessen angesprochen wurden (Halhuber, 1985; Mittag, 1987; Myrtek, 1985a, 1985b). Damit soll allerdings die notwendige Tätigkeit des Klinischen Psychologen nicht übersehen werden. Zahlreiche eigene Arbeiten und Arbeiten anderer Autoren haben ergeben, dass der somatische Befund (z.B. Schweregrad des Herzinfarkts) und das subjektive Befinden (körperliche Beschwerden, subjektive Leistungsfähigkeit) unkorreliert sind (Myrtek,

1998b). Dieser Befund kann z.B. dazu führen, dass somatisch schwerkranke Patienten, die sich subjektiv aber als beschwerdefrei empfinden, ihre Berufsarbeit wieder aufnehmen, während Patienten mit relativ geringem somatischen Schweregrad, aber starken subjektiven Beschwerden berentet werden. Hier ist der Klinische Psychologe gefordert, die individuellen Risiko- und Lebenssituationen der Patienten zu analysieren und entsprechende Weichenstellungen vorzunehmen." (Myrtek, 1998c, S. 320 und 321).

### **Somatoforme Störungen**

Die in Deutschland relativ verbreiteten, weitgehend überlappenden Konzepte wie "psychovegetative Syndrome", "funktionelle Syndrome", "vegetative Labilität" (Dystonie) sind inzwischen von einer anderen Terminologie abgelöst worden. Die Begriffe Somatisierungsstörung, Somatoforme autonome Funktionsstörung und Hypochondrische Störung (ICD-10, DSM-IV, siehe Rief & Hiller, 1998) wurden anlässlich der Revision des ICD durch Spitzer eingeführt. Theoretisch wurzeln sie in der alten Hysterie-Lehre von Briquet und sind gewiss kritikwürdig, da sie ohne jeden erkennbaren Bezug auf den Forschungsstand der Psychosomatischen Medizin, der Psychophysiologie und der Persönlichkeitsforschung deduziert wurden. So sind z.B. die konzeptuell heterogenen Itemlisten nicht aufgrund empirisch-statistischer Untersuchungen und Trennschärfen zusammengestellt worden und die wichtige differentielle Auswirkung des Krankheitsverhaltens wurde weitgehend ausgeklammert (siehe Myrtek & Fahrenberg, 1998). Wegen der grundsätzlichen theoretischen Inkonsistenzen und wegen der unzureichenden empirischen Fundierung wird auch diese Nomenklatur nicht von Bestand sein können.

### **8.3.4 Neuere Metaanalysen und Beiträge zur Psychophysiologie des Blutdrucks**

Aus neuerer Zeit existieren mehrere Metaanalysen und Berichte über Verbundprojekte, die für die Psychophysiologie des Blutdruckverhaltens und für die Klinik wichtig sind. In vieler Hinsicht bestätigten sie die skeptischen Einstellungen, die sich aufgrund der eigenen Arbeiten entwickelten.

## **Reproduzierbarkeit von Blutdruckwerten**

Aufgrund eines Literatur-Reviews prospektiver Studien kamen Treiber et al. (2002) zu der Schlussfolgerung, dass kardiovaskuläre Reaktivität ein präklinisch erhöhtes Blutdruckniveau vorhersagen könnte. Abgesehen von drei großen epidemiologischen Studien mit dem Cold-Pressor Test, ergaben sich auch konsistente Beziehungen zwischen in der Jugend festgestellten kardiovaskulären Reaktionen und späteren Befunden. Die Bilanz ist jedoch bei Erwachsenen inkonsistent. Zwei von drei Studien mit anfänglich gesunden Stichproben zeigten keine Zusammenhänge, während dies in drei von vier Studien mit bereits existierender Koronarkrankheit oder essentieller Hypertonie der Fall war. Es sei hinreichende Evidenz vorhanden, dass kardiovaskuläre Reaktivität eine Vorhersage einiger präklinischer Zustände (vergrößerte linksventrikuläre Masse und Blutdruck) ermögliche, allerdings müsse die Rolle moderierender und eventuell konfundierender Variablen besser untersucht werden bevor den Effekten einen klinisch nützliche Größenordnung zugesprochen werden könne.

Die Reproduzierbarkeit der Reaktionen von Blutdruck und Herzfrequenz wurde über 24 Studien mit 95 Effektgrößen aggregiert. Die Korrelationskoeffizienten lauteten: für den systolischen Blutdruck .407, für den diastolischen Blutdruck .348 und für die Herzfrequenz .555. Für die Reproduzierbarkeit waren nicht allein die Intervalle der Messungen verantwortlich, sondern auch die Anzahl der Messungen, die Art der Aufgaben (höher bei Aufgaben, die keine sprachlichen Anforderungen enthielten). Die Autoren stellten fest, dass die relativ niedrige Reproduzierbarkeit den Wert der BP-Reaktivität als eines starken Markers oder Risikofaktors für Koronarkrankheit begrenzt (Swain & Suls, 1996). (Zu den Methodenproblemen solcher Reliabilitäts- und Stabilitätsprüfungen siehe u.a. Hinz, 1999; Hinz et al., 2000; Stemmler, 2001).

Zum ambulanten Blutdruck-Monitoring ist inzwischen eine große Datenbasis vorhanden (Staessen, et al., 1993). Die Patienten-Untersuchungen hatten ebenso wie die psychophysiologischen Labor-Feld-Vergleiche die Skepsis gegenüber der Praxismessungen wesentlich verstärkt (siehe Bobrie et al., 2004; Pickering, 1991; Mengden et al., 1990; Middeke et al., 1992; und Abschnitt 7.1 zur Praxishypertonie).

Schon früher hatten Rosenman und Ward (1988) auf das sich verändernde Konzept der Reaktivität hingewiesen: "Cardiovascular reactivity has long been measured in laboratory responses to a wide variety of cog-

nitive and physical stressors, with the hypotheses that exaggerated reactivity plays a pathogenetic role in the development of essential hypertension. However there are few data to support the belief that behavioural differences of cognitive perception of stressors can account for observed differences of reactivity. Cardiovascular reactivity in the laboratory does not predict hypertension or account for differences of blood pressure variability in the natural environment. Hypertensives do not exhibit increased blood pressure variability. Antihypertensive therapy consistently fails to lower cardiovascular reactivity in either the laboratory or natural milieu, supporting the dual and largely independent regulation of the basal and reactive blood pressure. It is concluded that there is little support for the use of laboratory stress testing to delineate either the pathogenesis of hypertension, the evaluation of hypertensive subjects, or the efficacy of antihypertensive therapy." (S. 251).

### **Hypertonie und psychologische Variablen**

Seit Alexander hat die Frage nach der Beziehung zwischen dem Bereich "Ärger" und dem Blutdruck immer wieder Interesse gefunden. Ärger, Feindseligkeit und kardiovaskuläre Reaktivität sind auch in neuerer Zeit oft als Krankheitsursachen oder zumindest als charakteristische Begleiterscheinungen der essentiellen Hypertonie und auch der koronaren Herzkrankheit angesehen worden. Vielleicht auch unter dem Eindruck fortbestehender Inkonsistenzen verschob sich die Hypothesenbildung auf den Ärgerausdruck als blutdrucksteigernder Bedingung, im Unterschied zu der seit Alexander geltenden Vermutung, dass die gehemmte und chronisch verdrängte Aggressivität verantwortlich wäre (Anger-out statt Anger-in). Neben diesen Behauptungen gab es entschiedene Zurückweisungen (zu den Kontroversen, siehe u.a. Hodapp & Schwenkmezger, 1993). Die kritischen Diskussionen machten deutlich, dass weder die psychologischen Definitionen noch die Operationalisierungen hinreichend prägnant für Entscheidungsexperimente waren. Statt der allgemein verwendeten Selbstbeurteilungen in Fragebogen, die von vornherein nicht geeignet sind, die wesentlichen Aspekte latenter Dispositionen (z.B. den unterdrückten Ärger) zu erfassen, sind überzeugendere Verhaltenstests und konvergente Validierungen der Methodik zu verlangen (Pauls & Stemmler, 2003; Stemmler, Schäfer & Marwitz, 1993).

Die Metaanalyse von Jorgensen et al. (1996) von 295 Effektgrößen aus 83 Studien ( $N = 25469$ ) bestätigte die Erwartungen, dass erhöhter Blutdruck und essentielle Hypertonie (EH) mit geringerem Affektausdruck, aber mit größerer negativer Affektivität und Defensivität assoziiert sind, insbesondere im interpersonellen Kontext. Diese Schlussfolgerung war jedoch nicht aufrecht zu erhalten, sobald andere Einflussgrößen, u.a. Wissen über den eigenen Blutdruckstatus, Geschlecht, Beruf, berücksichtigt wurden: "Given these moderators, the authors conclude that a traditional view of personality causing EH is untenable and that, not incorporating multifactorial, synergistic approaches is likely to obscure associations of personality-behavior with EH." (S. 293).

Friedman et al. (2001) untersuchten 283 berufstätige Männer zwischen 30 und 60 Jahren mit milder Hypertonie bzw. normotonen Werten. In keiner der sehr zahlreichen psychologischen Variablen verschiedenster Tests, einschließlich Typ A-Verhalten, State und Trait Ärger, Ärger-Ausdruck, Angst, psychischem Distress, Locus of Control, Attributionsstil, zeigten sich Gruppenunterschiede.

Die Metaanalyse (Suls & Wan, 1993) aufgrund von 28 Untersuchungen (1980-1992) ergab, dass Personen mit hohen bzw. niedrigen Werten in den meisten Fragebogenskalen für dispositionelle Hostilität sich nicht konsistent im systolischen oder diastolischen Blutdruck oder der Herzfrequenz bei traditionellen Laboraufgaben unterschieden. Effekte gab es nur, wenn die Aufgaben hinsichtlich provokativ – nicht provokativ klassifiziert wurden (Cook Medley Hostility Inventory).

Hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen Ärger (als Ärger-Disposition und als Ärger-Ausdruck) in Selbstberichten ergab eine neue Metaanalyse von 15 Studien nur inkonsistente und bestenfalls minimale Koeffizienten (Schum et al., 2003). Die Ärger-Disposition hatte eine sehr schwache positive Beziehung ( $r = 0.049$ ) zum ambulant gemessenen systolischen Blutdruck, aber nicht zum diastolischen Blutdruck ( $r = 0.028$ ). Ärger-Ausdruck korrelierte nicht mit dem systolischen Blutdruck ( $r = -0.041$ ) und negativ mit dem diastolischen Blutdruck ( $r = -0.012$ ) – aber nur nach Eliminierung eines Ausreißers. Bei der Bewertung sind also die sehr geringen Effektgrößen bei hohem  $N$  zu bedenken. Da keine Vergleiche hinsichtlich anderer Dispositionen und Emotionen unternommen wurden, könnten die minimalen Effekte außerdem noch unspezifisch sein.

Die von Myrtek (1999) durchgeführten Metaanalysen wurde im Abschnitt 4.4 berichtet. Die fehlenden oder sehr geringen und vielfältig konfundierten Effekte machen verständlich, weshalb die Literatur zu dieser Frage so widersprüchlich blieb. Auch in den Freiburger Arbeiten zeigten sich gelegentlich Hinweise auf geringfügige Effekte. Stemmlers (1993b, 1998, 2004) methodenkritische Übersichten, die vor allem auch einen Vergleich *zwischen* verschiedenen Emotionen vornahmen, stützten Aspekte der Ärger-Hypothese hinsichtlich der diastolischen Blutdrucks, zeigten jedoch welche Schwierigkeiten hinsichtlich des internen Validität solcher Experimente bestehen.

Die ungewöhnlich vielen Metaanalysen in diesem Bereich und einzelne Arbeiten nach dem alten Schema, aber mit positiven Befunden (z. B. Fredrickson et al., 2000) belegen wie konstant und nachdrücklich das Interesse an dieser Fragestellung ist. Nach dem Niedergang anderer Konzepte, u.a. des Typ-A-Verhaltens als Ursache der Koronarkrankheit, der Ulkus- oder der Asthma-Persönlichkeit, scheint es sich bei der Hypertonie-Ärger-Korrelation heute, abgesehen vom Thema des unspezifischen "Stress" um das letzte große Feld psychosomatischer Ätiologien zu handeln.

### **Hypertonie als Stresskrankheit**

Die essentielle Hypertonie wurde unter dem Einfluss von Selye, Henry, Levi, von Eiff und anderen vielfach als eine "Stresskrankheit" angesehen (Köhler, 2001; von Uexküll & Adler, 2003; Vaitl, 1982; Zimmerman, & Frohlich, 1990), wobei also nicht eine spezifische Emotion oder eine bestimmte Persönlichkeitseigenschaft wie in Alexanders Ärgertheorie, sondern *unspezifische* Anforderungen und Überforderungen (mit ihren *spezifischen* somatischen Wirkungen) als ätiologisch entscheidend angesehen werden. Seit Selye statt der ursprünglich von ihm gemeinten physikalischen und biologischen "Stressoren" sich dem "Psychostress" zuwandte, ist dieses Konzept sehr populär geworden. Es blieb jedoch ein außerordentlich vager Begriff, nicht nur wegen Distress und Eustress, sondern auch durch die terminologische Vertauschung, ob mit "Stress" oder mit "Strain" die Belastung oder die Beanspruchung oder beides gemeint ist. Konfusion ergab sich weiterhin durch die oft mangelnde Unterscheidung von subjektiv bewertetem Stressgefühl (Stressbericht), d.h. dem Eindruck der Beanspruchung und des Unwohlseins, und objektivierbaren Be-

lastungs-Beanspruchungs-Prozessen durch extreme, chronische und unkontrollierbare Bedingungen. Diese arbeitswissenschaftliche Analyse und Objektivierung fehlt in der ganz überwiegenden Mehrzahl der Untersuchungen von "Stress".

Da in der Arbeitswelt die berufliche Belastung oft mit Persönlichkeitsmerkmalen, Einstellungen und Lebensgewohnheiten assoziiert und z.T. unaufhebbar konfundiert sein wird, sind überzeugende Untersuchungen in diesem Bereich besonders schwierig. Eventuell beobachtete Korrelationen zwischen Stressberichten und Krankheitssymptomen besagen in ätiologischer Hinsicht nichts, d.h. ebenso wenig wie die in der Psychosomatischen Medizin post hoc beschriebene Zuordnung spezifischer Persönlichkeitskonflikte zu bestimmten Erkrankungen. Die Stresstheorie ist jedoch ungleich populärer und scheint über ihren wissenschaftlich umstrittenen Kern hinaus zusätzliche, soziale und andere Funktionen zu haben (vgl. Myrtek, 1998a). Bemerkenswert ist, dass Patienten mit Herzinfarkt die primäre Ursache "im Stress" sahen, statt in den wissenschaftlich weit aus besser gesicherten somatischen Risikofaktoren (Fahrenberg, Myrtek & Trichtinger, 1985; Myrtek, 1998a). Zweifellos gibt es eine engagierte Stress-Forschung, andererseits gab es schon früh eine nachdrückliche Ablehnung dieses vagen Konzepts, z.B. durch den Epidemiologen Cassel: "I think the simple – minded invocation of the word stress .. (...) .. has done as much to retard research in this area as did the concepts of miasmas at the time of the discovery of microorganisms" (Cassel, 1976, S. 120).

Da prospektive Untersuchungspläne nicht einfach sind, verwendeten Schnall et al. (1998) bei 195 Berufstätigen ein Cross-Over-Design indem sie hinsichtlich der aktuellen beruflichen Belastung vier Gruppen bildeten, je nachdem ob die Belastung nach drei Jahren gleich hoch oder niedrig blieb oder von niedriger zu hoher bzw. hoher zu niedriger wechselte. Wenn auch nach drei Jahren die Belastung hoch geblieben war lagen die Blutdruckwerte im Monitoring 11/7 mm Hg höher, bei Abnahme der Belastung sanken auch die Werte um 5/3 mm Hg. Cesana et al. (2003) beobachteten bei Berufstätigen, 1799 Männern und 1010 Frauen im Alter von 25 bis 54, eine Zunahme von 3 mm Hg beim Wechsel von niedriger zu hoher Berufsbelastung (definiert anhand eines nach dem des Karasek-Modell entwickelten Fragebogens hinsichtlich Anforderungen und Kontrollmöglichkeiten).

In der INTERHEART-Studie haben Rosengren, Hawken, Ounpuu et al. (2004) die Beziehungen zwischen psychosozialen Risikofaktoren und akutem Myokardinfarkt untersucht (11119 Fälle und 13648 Kontrollen in 52 Ländern). Die statistischen Analysen ergaben erneute Hinweise auf die bekannten Risikofaktoren wie Körpergewicht, systolischer Blutdruck, Blutfette, Rauchen, außerdem Alter und mehrere sozioökonomische Merkmale, deren statistische Kontrolle versucht, aber wegen der Konfundierungen nicht zuverlässig erreicht wurde. Fälle und Kontrollen unterschieden sich in den subjektiven Aussagen über Stress bei der Arbeit, zu Hause, in finanzieller Hinsicht und im allgemeinen, in den angegebenen belastenden Lebensereignissen, in der Kontroll-Attribution und hinsichtlich der Tendenz zu depressiver Stimmung. Die Selbsteinstufungen erfolgten anhand weniger Items, wobei die Untersucher keinen Versuch zur Absicherung gegen populäre Stereotype und Laien-Ätiologien unternahmen. Objektive Daten zum psychosozialen Bereich wurden nicht erhoben. Die signifikanten Effekte beschreiben die medizinischen Parameter und die erlebten psychologisch-psychosozialen Konzepte der Herzinfarkt-Patienten. Da es sich nicht um eine prognostische Untersuchung handelte, sind über die Schilderung der akut erkrankten Patienten hinaus keine Schlussfolgerungen ätiologischer Art möglich.

Die Bilanzierung der Befunde, die für eine substantielle und reproduzierbare Beteiligung psychologischer Variablen an der Ätiologie der essentiellen Hypertonie sprechen könnten, führt zu einem skeptischen Gesamteindruck. Hypothesenkonforme Ergebnisse sind selten und zeigen bestenfalls schwache Effekte. Häufig erlauben die Untersuchungspläne keine ätiologisch relevanten Aussagen, sondern nur Beschreibungen des (diagnostizierten) chronischen Hypertonikers und allgemeiner psychologischer Veränderungen bei dieser Gesundheitsstörung.

Von solcher Skepsis sind offensichtlich auch Stellungnahmen der medizinischen Fachgesellschaften geprägt. "The Sixth Report of the Joint National Committee on the Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure" (Chobanian et al., 2003) will Richtlinien für die Beachtung, Prävention und Behandlung der Hypertonie geben. Unter den Ursachen der Hypertonie werden keine psychosozialen Bedingungen, Psychostress, Ärger-Emotionen oder dergleichen aufgeführt. Ambulantes Monitoring, Selbstmessungen werden angesprochen, natürlich die

Medikation mit Antihypertensiva, aber auch die Reduktion der gesicherten Risikofaktoren: Gewichtsreduktion und falsche Diät, Bewegungsmangel, Alkoholkonsum, wobei jeweils eine mittlere Abnahme zwischen 2 bis 10 mm Hg, bei der Gewichtsreduktion bis zu 20 mm Hg angenommen werden. Individuellen psychologischen Bedingungen wird bei der Gesundheitserziehung und besserer Medikamenten-Compliance eine Rolle zugebilligt.

Offensichtlich ist es trotz jahrzehntelanger Hypertonieforschung nicht gelungen, die Hypertensiologen von der realen Bedeutung psychologischer und psychophysiologischer Faktoren zu überzeugen. Diese nüchterne Bilanz wird vielen Vertretern der Psychologie und der Psychosomatischen Medizin widerstreben, scheint aber den gegenwärtigen Stand der kritisch evaluierten Forschungsarbeiten und der Metaanalysen sehr weitgehend zu entsprechen.

### **Hypertonie und Biofeedback**

Die blutdrucksenkenden Effekte eines Biofeedback-Trainings sind zweifelhaft. Dies ergab eine Metaanalyse von 22 randomisierten, kontrollierten Untersuchungen bei Patienten mit essentieller Hypertonie (1966 - 2001). Zwar wurden geringfügige Effekte im Vergleich zu Placebo bzw. unspezifischer Intervention beobachtet, doch ist die Spezifität nicht genügend gesichert: "Further studies will be needed to determine whether biofeedback itself has an antihypertensive effect beyond the general relaxation response" (Nakao, Yano, Nomura & Kuboki, 2003, S. 37). Damit wurde die bereits durch frühere Reviews vermittelte Skepsis bestärkt. Im "Hypertension intervention pooling project" (Kaufman, Jacob, Ewart, Chesney et al., 1988) waren die Ergebnisse von 12 unabhängigen Untersuchungen behavioraler Interventionen bei Hypertonie, hauptsächlich Relaxationsverfahren und Biofeedback, aggregiert worden. Am Ende der Behandlung zeigte sich nur bei den Patienten ohne Medikation eine signifikante Abnahme des diastolischen Blutdrucks. Das Fehlen von Effekten bei den medikamentös Behandelten könnte auch mit unterschiedlicher Compliance u.a. Bedingungen zusammenhängen. Frühere Untersuchungen waren z.T. positiver ausgefallen (Jacob, Chesney, Williams, Ding et al., 1991).

## 8.4 Konzeptuelle, theoretische und methodologische Probleme

### 8.4.1 Grundsätzliche Überlegungen

Beim gegenwärtigen neurowissenschaftlichen Forschungsstand ist eine zerebrale Lokalisierung biologischer Programme von Emotionen oder Temperamenteigenschaften nicht möglich. Mehr oder minder deutlich wurde, dass spezielle Strukturen beteiligt sein müssen, doch es ist wahrscheinlich, dass ein sehr ausgedehntes neuronales Netzwerk mit zahlreichen Funktionssystemen entlang der Neuraxis in einem sehr komplizierten Verarbeitungs- und Steuerungs-Prozess tätig ist. Die heutigen neurowissenschaftlichen Vorstellungen sind deshalb als sehr vorläufig, gewiss auch heuristisch, aber letztlich noch unzutreffend anzusehen (siehe Abschnitt 8.5.3).

Forschungsmethodisch folgt aus diesem Sachverhalt, dass geeignete Funktions-Parameter der beteiligten neuronalen Systeme oder ihrer simultanen Interaktionen, geschweige denn individuelle Unterschiede, noch auf lange Sicht unzugänglich sein werden. Ein fundamentales Handikap ist außerdem die radikale Einschränkung des natürlichen Verhaltens in der Untersuchungssituation (siehe unten zum Thema "Kreislauf als Verhalten"). Die Ableitung kortikaler Potentiale und noch mehr die bildgebenden Verfahren verlangen eine hochgradige Immobilisierung der Untersuchten und schränken das Spektrum möglicher Aufgaben extrem ein, so dass weithin nur Paradigmen mit elementarer Stimulation oder einfachsten Reaktionen anwendbar sein werden. Diese hochselektiven Forschungsansätze haben entsprechend beschränkte Aussagekraft und gestatten kaum Generalisierungen.

Langfristig ist selbstverständlich ein weiteres Zusammenwachsen der an den Konzepten und Methoden der *peripheren* (vegetativen, motorischen, endokrinen) bzw. der *zentralnervösen* Physiologie orientierten Psychophysiologie zu erwarten. Begriffe wie Neuro-Psycho-Physiologie bzw. Verhaltens-Neuro-Biologie versuchen dieses Ziel auszudrücken. Gelegentlich entsteht der Eindruck, dass ein Pseudo-Gegensatz geschaffen wird, wenn zwischen einer eher veralteten "peripheren" Psychophysiologie und einer "modernen" neurowissenschaftlichen Psychophysiologie abgegrenzt wird. Natürlich sind beide Bereiche nur verschiedene Sichtweisen auf die hochintegrierten höheren Lebensprozesse des Menschen.

Es ist kaum zu bezweifeln, dass gegenwärtig die Herzfrequenz, zumal die additional heart rate, und die Blutdruckreaktionen eine zuverlässigere, wenn auch indirekte Auskunft über die momentanen Alarm- und Bereitstellungsfunktionen des gesamten medullär-limbisch-neokortikalen Netzwerkes geben können als irgendeiner der gegenwärtig messmethodisch erreichbaren neurophysiologischen oder endokrinen Parameter. Die Herzfrequenz hat zudem den Vorzug, dass diese Reaktionen mit ihren individuellen Unterschieden unter praktisch allen Bedingungen des natürlichen Verhaltens gemessen werden können.

Das Forschungsprogramm der Psychophysiologie musste mangels neurowissenschaftlicher Differenzierungs- und Mess-Möglichkeiten notgedrungen bis in die Gegenwart einer Black-Box-Strategie (zumindest hinsichtlich der limbischen und neokortikalen Steuerungssysteme) folgen. Wie realistisch diese Auffassung ist, zeigt sich an der explizit neuropsychologischen Angst- und Persönlichkeitstheorie von Gray (siehe auch Abschnitt 8.5.2). Hier ist offensichtlich keine Differentielle Neuropsychologie mit valider und praktisch einsetzbarer Messmethodik entstanden. Es fehlen weithin brauchbare Operationalisierungen der theoretischen Konzepte für die Human-Psychophysiologie, die grundsätzlich über die Selbstbeurteilungen, d.h. hier die Konstruktion eines weiteren Persönlichkeits-Fragebogens, hinausgehen. Das Forschungsprogramm in der Nachfolge Eysencks ist damit offenbar in wesentlichen Absichten zum Erliegen gekommen.

Vor diesem Hintergrund von Black-Box-Strategie und äußerst vorläufigem Wissen über die top-down-Regulation von Emotion und Temperament ergeben sich auf der physiologischen Seite grundsätzliche konzeptuelle Probleme, die hier nur skizziert werden:

- wie sind die zentralen Steuerungen bzw. die postulierten neuronalen biologischen Programme im Sinne von Emotionsmustern und Temperamentsdimensionen in den integrierten vegetativ-endokrinen und motorischen Regulationen repräsentiert?
- welche Aspekte oder Komponenten dieser Prozesse werden durch die peripher gemessenen Biosignale indiziert?
- welche Grenzen sind diesen Rückschlüssen allgemein und den Absichten, individuelle Unterschiede zu erfassen und vorherzusagen, gesetzt?

### **8.4.2 Methodologische Aspekte physiologischer Messungen**

Physiologische Messungen sind mit zahlreichen messtechnischen Schwierigkeiten verbunden, selbst wenn es sich nur um die nicht-invasive Methodik im psychophysiologischen Labor handelt. Von der speziellen Messtechnik und Biosignalanalyse abgesehen, existieren hier mehrere allgemeine Methodenprobleme: u.a. die Definition geeigneter Untersuchungsbedingungen im Labor, die schwierige Definition der Ausgangslage und die Ausgangswert-Abhängigkeiten, die unterschiedlichen Reaktionstypen und Reaktionsmuster, und die Generalisierbarkeit der Ergebnisse auf Alltagsbedingungen. Die gemessene phasische Reaktion z.B. der Herzfrequenz ist mehrdeutig, weil sie durch multiple Einflüsse verursacht ist. Weder für den sympathischen noch für den vagalen Anteil gibt es einfache Messmöglichkeiten.

Die Skalierung physiologischer Reaktionen geschieht ohne Rücksicht auf die systemischen Zusammenhänge, d.h. die synergistischen Anpassungen an die momentanen situativen Anforderungen. Die physiologisch stärker konzeptgeleitete, strukturierte Messung von Komponenten der vegetativen Steuerung von Funktionsbereichen, z.B. die skizzierte Modellierung von Komponenten kardiovaskulärer Regulation (Stemmler, 1992) übersteigt weithin die Möglichkeiten der nicht-invasiven Messmethodik im psychophysiologischen Labor. Ähnliche Überlegungen betreffen die offensichtlichen Unterschiede im Abstraktionsniveau, wenn z.B. eine momentane Blutdruckreaktion mit dem Testwert einer Persönlichkeitsdimension, der ein breites Spektrum von habituellen Merkmalen aus einer langen Biographie zusammenfasst, korreliert wird. Als Ausweg wurden hier zusammenfassende Indizes und Aggregate physiologischer Reaktionen herangezogen, jedoch ohne auf diesem statistischen Weg wesentlich andere Befunde gewinnen zu können.

### **8.4.3 Methodologische Aspekte psychologischer Daten**

Noch mehr und tiefere Methodenprobleme bereitet die psychologische Seite. Die psychologischen Daten stammen bisher ganz überwiegend aus Fragebogen und anderen Selbstberichten, d.h. aus den Selbstbeurteilungen

der Untersuchungsteilnehmer. Ohne Zweifel sind dies wesentliche und unentbehrliche Informationen. Sie bilden neben dem Interview den hauptsächlichen Zugang zum innerlichen Erleben des Menschen, zu den sozialen Einstellungen der Person sowie den subjektiv handlungsleitenden Motiven. So unersetzlich deshalb diese Auskünfte sind – es handelt sich um wissenschaftsmethodisch außerordentlich fragwürdige Auskünfte.

"Selbstbeurteilungen sind stets Rekonstruktionen des Wissens von sich und der gedächtnisbasierten Urteilsbildung über früheres Verhalten und Erleben, sie sind aber auch von kontextgebundenen Motiven der Selbstdarstellung beeinflusst (Hogan, Hogan & Roberts, 1996). Selbstberichte der Persönlichkeit sind demnach Konstruktionen eines Selbst (McAdams, 2001a) auf der Grundlage von angeeigneten Normen einer Kultur, von perzipierten Erwartungen der sozialen Umwelt und von konsistenten, transsituationalen "typischen" Erlebens- und Verhaltensweisen." (Stemmler, 2002, S. 116).

Demgegenüber sind aus der neurobiologischen Perspektive zahlreiche Systeme abzugrenzen: perzeptiv-kognitive, emotionale, motivationale, homöostatische, motorische u.a. Systeme. Die Strukturen, die aus der neurobehavioralen Sicht zu gewinnen sind, und die aus der selbstkonstruktivistischen Sicht werden sich unterscheiden.

### **Persönlichkeits-Fragebogen**

Nach Eysencks wissenschaftstheoretischer Grundhaltung konnten Selbstbeurteilungen im Persönlichkeitsfragebogen eigentlich keine wissenschaftlichen Daten im engeren Sinn sein. Er versuchte, die Ankreuzreaktionen bei Fragebogen-Items als valide Indikatoren von unabhängig definierten (Diagnose-) Gruppenunterschieden sozusagen "behavioral" zu interpretieren, d.h. ohne Bezug auf die sprachliche Semantik und individuelle Bedeutungen. Nach Eysencks Auffassung waren die Antworten im Neurotizismus-Fragebogen nicht allein als zweifelhafte Selbstbeurteilung zu werten. Ein hoher Testwert würde manifeste Verhaltensstörungen und objektive Auffälligkeiten in vielen Lebensbereichen diagnostizieren lassen. Tatsächlich stimmten viele Untersuchungen darin überein, dass sich die Testwerte der u.a. nach bestimmten psychologischen und psychiatrischen Kriterien oder nach sozialer Devianz gebildeten Gruppen deutlich von Kontrollgruppen unterscheiden (siehe z.B. die neuere Metaanalyse von Saulsman & Page, 2004).

Der von Eysenck behauptete Zusammenhang der Emotionalität und der Extraversion mit *objektiven Verhaltenstests* konnte aber im Londoner Arbeitskreis trotz zahlreicher Untersuchungen nicht bestätigt werden. Nach anfänglich positiven Berichten über solche Validierungen, wobei insbesondere die Zusammenhänge zwischen Emotionalität und vegetativer Reaktivität, und zwischen Introversion und hohem Konditionierungstempo sowie niedrigen sensorischen Schwellen, beeindruckten (Eysenck, 1958, 1967), lieferten spätere Untersuchungen durchweg Falsifikationen der ursprünglichen Erwartungen (vgl. bereits die Übersicht, Fahrenberg, 1964). Die Bevorzugung der Fragebogen erklärt sich wohl aus den unbefriedigenden Ergebnissen mit den "objektiven Tests der Persönlichkeit", die auf andere Weise auch in Cattells Arbeitskreis zu verzeichnen waren.

Es besteht eine sehr umfangreiche fachliche Diskussion, welche empirische Gültigkeit den Fragebogenwerten zukommt (für das FPI siehe u.a. Fahrenberg, Hampel & Selg, 2001). Die Antworten im Fragebogen verlangen in expliziter Form die Aktualisierung des Selbstkonzepts und bestimmter autobiographischer Erinnerungen sowie viele andere Funktionen, die nur grob als semantische Analysen, Vergleichs- und Urteilsprozesse umschrieben werden können. Die geleistete Selbstbeurteilung wird sicher auch von konventionellen und stereotypen Komponenten, gelernten Attributionen, Motiven der Selbstdarstellung, außerdem von Antwort-Tendenzen, sprachlichem Verständnis oder Missverständnis der Items usw. beeinflusst sein. Hinzu kommen die individuellen Grenzen in der Introspektionsfähigkeit, in der selbstkritischen Beurteilung und in der Möglichkeit, eigene Verhaltensweisen im Vergleich zu anderen Personen zutreffend einzuschätzen. Andererseits dürfen diese Fragebogendaten bzw. die Selbstkonzepte nicht nur als subjektiv-beliebige Vorstellungen angesehen werden, denn sie sind in vielen Fällen mit objektivierbaren Verhaltenstendenzen oder der Zugehörigkeit zu bestimmten Patientengruppen assoziiert.

Zugleich wird verständlich, weshalb in der heutigen psychologischen Diagnostik Fragebogendaten und methodologisch verwandte Interviewdaten, trotz aller grundsätzlichen Mängel, eine so dominierende und oft ausschließliche Rolle spielen. Diese fragwürdigen Selbstbeurteilungen stammen aus einem in der Regel stabilen Selbstbild, einer persönlichen Konstruktion mit einem hohen Grad an kognitiver Konsistenz und Reproduzierbarkeit. Ein stabiles und umfassendes Selbstbild kann psychologisch

als Ausdruck und erfolgreiches Ergebnis der Identitätsfindung verstanden werden. Wenn die psychologische Diagnostik jedoch im Sinne einer multimodalen Strategie tatsächlich sowohl Verhaltensmessungen als auch physiologische Messungen einbezieht, erweisen sich viele jener konsistenten Selbstbilder als subjektive Konstruktionen, die mit unabhängigen Informationen in vielen Aspekten nicht übereinstimmen und deshalb zu relativieren sind.

Wenn die alten Traditionen der Introspektion und der Selbstbeurteilung noch heute in der Methodologie so dominieren, und wenn sie wissenschaftsgeschichtlich wesentliche Revolutionen, aus der experimentalpsychologischen, aus der tiefenpsychologischen und aus der verhaltenswissenschaftlichen Sicht, überstanden haben, müssen besondere Gründe vorliegen. Ähnlich wie z.B. beim Überleben des Typ-A Konzepts könnte versucht werden, jenseits der nüchternen Validitätsdiskussion wissenschafts-psychologisch nach solchem Zusatznutzen zu fragen. Wenn es z.B. in einer deutschen Fachzeitschrift wie der *Diagnostica* in etwa Zweidrittel der Beiträge seit vielen Jahren nur um Fragebogen geht, dann steht das zweifellos im Widerspruch zu den Auseinandersetzungen über die empirisch objektivierbare Validität und über den fragwürdigen inkrementellen Entscheidungsnutzen bei wichtigen Assessment-Aufgaben. So überzeugend kann die Kriterien-Validität von klinischen Skalen und Persönlichkeits-Fragebogen doch nicht sein.

Insbesondere im Hinblick auf den NEO-Fragebogen sind hohe Ansprüche erhoben worden, obwohl zur Validierung zumeist nur Selbstbeurteilungen mit anderen Selbstbeurteilungen korreliert oder einfache Peer-Ratings, die wesentlich von solchen Selbstberichten geformt sind, einbezogen wurden (Costa & McCrae, 1992; Paunonen & Ashton, 2001; Saulsman & Page, 2004). Über die mehr oder minder breite Schilderung von sog. Kriterienkorrelationen mit subjektiven Auskünften bzw. anderen Fragebogen hinaus wird nur selten die viel wichtigere Frage nach dem Entscheidungsnutzen eines Testwertes im Vergleich zu anderen vorhandenen Informationen behandelt (auch die meisten Lehrbücher gehen auf diese delicate Frage kaum ein).

Die psychologische Forschung hat ja weithin die allgemeine Lebenserfahrung bestätigt, dass zwischen Selbstauskünften über die eigene Person und dem tatsächlichen Verhalten riesige Abstände klaffen können. Das "Einstellungs-Verhaltens"-Problem ist eine praktische Lebenserfah-

rung und ein überdauerndes Problem der empirischen Sozialpsychologie, ebenso die geringe Korrelation von als einheitlich behaupteten Facetten vieler Eigenschaftskonstrukte der Persönlichkeitspsychologie. Die allgemein bekannten Diskrepanzen zwischen der Selbstbeurteilung im Fragebogen und dem Verhalten im Alltag werden allerdings oft nur am Rande erwähnt. Auch über die multimodale Strategie, welche diese Diskrepanzen regelmäßig aufzeigen würden, ist heute nur wenig zu lesen. Die Fragebogen-Welle und das Vertrauen auf die Selbstbeurteilungen der untersuchten Personen sind überwältigend.

Sind es die unbestreitbaren testökonomischen Gründe, angesichts der einfachen Anwendung und Interpretation der Fragebogen-Daten ohne spezielles Training, d.h. auch durch Nicht-Psychologen? Wissenschaftspsychologisch kann weiterhin spekuliert werden, ob diese seit den 80er Jahren zunehmende Dominanz der Fragebogenmethoden etwas mit der *kognitiven Wende* zu tun hat und der Tendenz, Selbstauskünfte als den für Psychologen hinreichenden Zugang anzusehen. Müsste nicht gerade aus dieser Sicht die Verwendung standardisierter Fragen und quantitativ abgestufter Antworten besonders fragwürdig sein, weil die Semantik und die Quantifizierungen so unklar sind?

Diese kritischen und hier sehr verkürzten Anmerkungen sind gewiss nicht als grundsätzliches Votum gegen Fragebogenmethoden gemeint, sondern nur als Erinnerung an die engen Grenzen und die beschränkten Gültigkeitsbereiche dieses Methodentyps, der weder die objektiven Lebenslaufdaten, noch die Verhaltensbeurteilungen und Verhaltensmessungen ersetzen kann.

Auch im geschilderten Forschungsprogramm spielten die Persönlichkeitsfragebogen und die Selbsteinstufungen auf psychologischer Seite die Hauptrolle. Daneben wurden Verhaltensdaten, Leistungsdaten und teils auch Verhaltensbeobachtungen herangezogen. Auch in einigen der Laboraufgaben sollten verhaltensnahe Informationen gesammelt werden, dazu dienten die Mehrfach-Reaktions-Aufgaben mit erhöhtem Tempo, das Überforderungsparadigma am PC und spezielle Formen von Interviews mit Inhaltsanalysen. Kritisch ist jedoch festzuhalten, dass diese Methoden eher fragmentarische Befunde erbrachten, weitaus weniger "überzeugend" als die intern oft sehr konsistenten Selbsteinstufungen.

In dieser herausragenden Konsistenz der subjektiven Daten bzw. der Selbstbeurteilungen untereinander liegt die besondere Stärke dieser Daten im Vergleich zu den objektiven Daten. Die erhaltenen Selbstbeurteilungen können umso plausibler sein, weil ja eine Passung zu den eigenen psychologischen Kategorien der Untersucher besteht. Dass die deskriptiven Schemata, z.B. die Items der Emotionalität und der Extraversion, bevölkerungsrepräsentativ sehr verbreitet und gut reproduzierbar sind, ist ein objektiv gesicherter Befund der Fragebogenkonstruktion. Aus optimistischer Sicht wäre diese Ubiquität nicht Beweis der Stereotypisierung und Schematisierung, sondern des objektiven Gehalts und sogar ein Hinweis auf die biologische, genetisch-neuronale Basis (sensu Eysenck).

Im dargestellten Forschungsprogramm haben die nur in den Grundzügen geschilderten Überlegungen den Schritt von der Laborforschung zum ambulanten Monitoring unter Alltagsbedingungen beeinflusst, ohne dass hier auf Fragebogenskalen und Selbstbeurteilungen verzichtet wurde. Die momentanen Selbstberichte wurden jedoch viel enger im zeitlichen oder sogar physiologischen Kontext verankert oder sogar interaktiv gewonnen. Der stärkere Bezug zum *Verhalten in realen Kriteriensituationen* wird durch das Assessment am Arbeitsplatz, in der Klinik und bei Freizeitaktivitäten hergestellt. Künftige Assessmentstrategien könnten die z.T. bereits erprobten methodischen Möglichkeiten der alltagsnahen Verhaltens-Selbstbeobachtung und der objektiven Verhaltens-Messung ausbauen.

Während sich die Methodenentwicklung in weiten Bereichen der Differentiellen Psychologie und Psychologischen Diagnostik auf Fragebogenskalen beschränkt, sind in einigen anderen Bereichen Assessmentstrategien mit Verhaltensbeobachtungen und Verhaltensmessungen weiterentwickelt worden. Dazu gehören, vom ambulanten Monitoring abgesehen, auch Verhaltens-Tests und halb-standardisierte Miniatur-Situation des Sozialverhaltens (im psychophysiologischen Labor vgl. z.B. Stemmler, Schäfer & Marwitz, 1993).

In der Diskussion um die weithin negativen Untersuchungsergebnisse zu Eysencks Postulaten der psychophysiologischen Persönlichkeitsforschung wurden Hoffnungen geäußert, dass verhaltensnähere Untersuchungen, d.h. Verhaltensmessungen oder objektive Tests im Sinne Catells zuverlässigere Befunde liefern könnten als Fragebogendaten der Dimensionen N und E (u.a. Gale, 1983; Fahrenberg, 1964, 1987a, 1992c; Stelmack & Geen, 1992). Die Testwerte der von Cattell entwickelten ob-

jektive Persönlichkeitstests scheinen weitgehend unabhängig von den Testwerten aus Persönlichkeits-Fragebogen zu sein, d.h. andere Varianzanteile zu erfassen, und sie scheinen auch Gruppen psychiatrischer Patienten trennen zu können, werden jedoch kaum noch verwendet (Schmidt & Schwenkmezger, 1994; Skinner & Howard, 1973). Es gibt gelegentlich Hinweise auf relativ höhere Kovariation von behavioralen Daten mit kardiovaskulären Messungen (siehe Langosch, 1989). Nach dem weitgehenden Fehlschlag der Arbeitsprogramme Cattells und Eysencks sind jedoch in dieser Hinsicht grundsätzlich neue Versuche notwendig.

Unter dieser Perspektive und angesichts der weithin bestehenden Zusammenhanglosigkeit ist es zweifelhaft, ob die "biopsychologischen Grundlagen der Persönlichkeit" noch primär nach den Dimensionen von Persönlichkeitsfragebogen zu organisieren und zu diskutieren sind (Henning & Netter, 2005). Die Selbstbeurteilungen haben sich als ein zu unsicheres wissenschaftliches Fundament erwiesen.

#### **8.4.4 Forschungsstrategien und Datenerhebungspläne**

Das geschilderte Forschungsprogramm hat sich um wesentlich genauere und umfangreichere Operationalisierungen von "Aktivierung" und "Reaktivität" auf physiologischer und psychologischer Seite bemüht. Außerdem wurde den wichtigsten methodischen Einwänden durch Standardisierung geeigneter Funktionsprüfungen und Aufgaben, durch Reliabilitätsprüfungen, durch zufallskritische Strategien und Replikationen begegnet. Da die meisten der publizierten positiven oder negativen Ergebnisse auf kleinen und oft inhomogenen ad-hoc "Stichproben" beruhten, wurde eine relativ große Anzahl von Untersuchungsteilnehmern, homogen hinsichtlich Geschlecht, Alter und Schulabschluss, angestrebt. Die Untersuchungsergebnisse sollten eine überzeugende Antwort auf die zentralen Hypothesen liefern, d.h. im Prinzip auch die zuverlässige Falsifikation theoretischer Annahmen leisten.

Im Verlauf der Untersuchungen stellte sich immer deutlicher heraus, wie wichtig es ist, grundsätzlich zwischen zwei *Assessmentstrategien* zu unterscheiden. Je nach Perspektive sind in den multivariaten psychophysiologischen Untersuchungen (1) reproduzierbare und systematische Reaktionsprozesse (über die Individuen) oder (2) inkonsistente Reaktionen (über die Aktivierungsvariablen) zu erkennen, so dass es keine ausrei-

chende empirische Grundlage für das Eigenschaftskonstrukt habitueller Reaktivität gibt. Die Aktivierungsprozesse werden weitgehend von den situativen Anforderungen (SSR-Prinzip) bestimmt, d.h. von den biobehavioralen Funktionszielen. Deshalb ist eine noch stärkere Prozessorientierung der psychophysiologischen Forschungsmethodik angebracht. Auch die anderen in Stemmlers Taxonomie (2001) genannten Assessmentstrategien haben ihren Platz, u.U. in einander ergänzenden Kombination, wie etwa in der in der Blutdruckforschung (siehe Fahrenberg, 1996b). Grundsätzliche Zweifel ergaben sich aber hinsichtlich der aus der Psychologie übernommenen Assessmentstrategie, nach Eigenschaftskonstrukten (Dispositionsprädikaten) zu forschen. Für solche breiten, viele konsistente Facetten (Aktivierungsvariablen) umfassende, und über viele Situationen generalisierbare Disposition zu physiologischer Reaktivität gab es zu wenig empirische Belege. Die von Fiske geforderten, prägnanten construct-operation units müssen offensichtlich wesentlich kleiner und bescheidener sein und sich auf distinkte biobehaviorale Anforderungen (Funktionsziele) in den synergistischen Anpassungen beziehen (siehe Abschnitt 8.5.1).

Angesichts der kritischen Ergebnisse zur psychophysiologischen Persönlichkeitsforschung sind die möglichen Untersuchungspläne diskutiert worden. Ein typisches Argument lautete, dass die postulierten psychophysiologischen Zusammenhänge durch die Methodik der Kontrastgruppenbildung besser herausgearbeitet werden könnten. Zunächst wird eine größere Gruppe mit Fragebogen untersucht, anschließend aber nur die Personen mit hoher Ausprägung der beiden Persönlichkeitsdimensionen ausgewählt, etwa die äußeren Quartil-Bereiche der Verteilungen von E und N. Tatsächlich hatte Eysenck dieses Vorgehen bevorzugt, Unterschiedshypothesen statt Korrelationshypothesen zu prüfen. Solche Kontrastgruppenvergleiche sind aber anfälliger für Ausreißereffekte und andere Verzerrungen. Die Korrelationsrechnung würde dagegen die gesamte Information einbeziehen, und sie entspricht eher dem Ansatz der differentiellen Psychologie, zumal ja von Eysenck ausdrücklich ein Eigenschaftskontinuum und nicht etwa eine Typologie behauptet wurde.

Fehlende Korrelation heißt Unabhängigkeit, Zusammenhanglosigkeit bzw. nur *zufällige* Konvergenz oder Divergenz der Variablen. Es könnten jedoch relativ homogene Untergruppen, sozusagen Dichtezentren im multivariaten Datenraum existieren. Die Merkmalssyndrome klinischer Be-

funde oder kardiovaskuläre Reaktionstypen bei Orthostase können in dieser Weise gesehen werden. In psychophysiologischer Hinsicht hatten eigene Versuche mit automatischen Klassifikationsprozeduren, Clusterverfahren u.a. multivariaten Verfahren keine ermutigenden Ergebnisse geliefert. Es schien an solchen Dichtezentren bzw. typischen Konstellation mit einer hinreichenden Anzahl von Individuen zu mangeln, z.B. bei der versuchten Gruppierung anhand der nicht-invasiven hämodynamischen Parameter. So wird es weiterhin – ohne systematisches Ergebnis – eine kasuistische Evidenz geben können, z.B. für das klinische und psychologische Bild einer generalisierten psychovegetativen Labilität mit zahlreichen Beschwerden, vegetativen Zeichen und messbaren Funktionsstörungen. Gelegentlich wird vielleicht auch Alexanders psychodynamische Konstellation der essentiellen Hypertonie auf der Basis einer chronischen Hemmung von Aggressivität und Ärger im Einzelfall zu erkennen sein.

Auch Eysenck (1994) kommentierte die methodologischen Probleme der psychophysiologischen Forschung hinsichtlich der Dimensionen E und N. Gale (1983) hatte zuvor angesichts der enttäuschenden Ergebnisse seines Reviews der EEG-Befunde viele der Untersuchungen über EEG-Parameter und die Dimensionen E und N kritisiert, weil entweder die Persönlichkeitsunterschiede und das EEG unzureichend gemessen oder die Untersuchungspläne und Auswertungen ungeeignet wären. Außerdem behauptete er, dass Eysencks Theorie durchaus erweitert werden könne, um diskrepante Ergebnisse zu erklären. Die Stimulus-Suche von Extravertierten und die Stimulus-Vermeidung würden mit den Aufgaben-Bedingungen systematisch interagieren,

Auf den ersten Blick klingt dies überzeugend, denn Eysenck hatte im Laufe seiner Theorieentwicklung dargelegt, dass die beiden Dimensionen nicht unabhängig voneinander untersucht werden können. Auf der Ebene von Fragebogendaten sind sie zwar orthogonal konstruiert, bei Laboraufgaben würden jedoch die beiden theoretisch zugrundeliegenden Funktionssysteme interagieren. Die Intensität von Reizen werde von Introvertierten und Extravertierten unterschiedlich empfunden und lösten deshalb Reaktionen unterschiedlicher Größenordnung aus. Doch ohne eine adäquate Operationalisierung des postulierten Sachverhalts könnte hier der Eindruck einer Immunisierungsstrategie gegenüber "negativen" Untersuchungsergebnissen entstehen. Die Behauptung eines nicht-linearen "dynamischen" Zusammenhangs erlaubt es letztlich, nahezu alle möglichen

Resultate als stimmig anzusehen. Was ein schwacher, ein mittlerer und ein starker Stimulus vor schwacher, mittlerer oder starker Hintergrund-Stimulation ist, wurde in der Londoner Forschung nicht objektiv und in reproduzierbarer Weise eindeutig definiert. Differentielle Dosis-Wirkungs-Relationen fehlten völlig. Fast anekdotisch wirkte einmal die post-hoc Interpretation eines Lidschlag-Konditionierungs-Experiments, das ohne die erwarteten Unterschiede zwischen Introvertierten und Extravertierten ausgefallen war: es hatten in der zweiten Gruppe zu viele (extravertierte) Motorrad-Fahrer mit höheren absoluten Schwellen für Luftstöße teilgenommen.

Demgegenüber scheint die Überprüfung der Emotionalitätsdimension keinen Einwänden dieser Art zu begegnen, denn es wurden keine expliziten nicht-linearen Beziehungen zwischen der Ausprägung von N und dem vegetativen Reaktionskontinuum beschrieben. In unausgewählten Personen-Stichproben würden demnach keine entscheidenden Verzerrungen auftreten.

Die oft beschriebenen und als frustrierend erlebten Inkonsistenzen psychophysiologischer Forschungsergebnisse haben bisher selten dazu geführt, zunächst systematische Replikationen anzustreben, d.h. die Sachverhalte empirisch zu sichern, bevor weitreichende Generalisierungen und theoretische Interpretationen unternommen werden. Replikationen von Untersuchungen mit weitgehend identischer Methodik (siehe Schweizer, 1989) *zwischen* psychophysiologischen Laboratorien sind extrem selten, auch *innerhalb* eines Labors eher eine Ausnahme. Dieser Stand der Dinge mag einsichtige forschungsökonomische und auch wissenschaftspsychologische Gründe haben, muss aber kritisch bewertet werden. Wie sollten die in Literaturübersichten und Metaanalysen betonten Widersprüche überwunden werden, wenn nicht durch Verbesserung der Untersuchungsmethodik und Beharren auf Replikationen?

Weitere Anforderungen an aussagekräftige Untersuchungspläne können hier nicht im einzelnen kommentiert werden. Besonders abträglich sind zu kleine Teilnehmerzahlen (statt adäquater Gruppengrößen "well over a hundred..."). So werden Ausreißer zu sehr ins Gewicht fallen und die Konfidenzintervalle zu groß bleiben. Die Kapitalisierung des Zufalls geschieht durch selektive Auswertungen sehr vieler Variablen. Beim abschließlichen Blick auf die Signifikanzen wird vergessen, außerdem die Effektgrößen und die praktisch nützliche externe und prädiktive Validität

zu bewerten. Vor allen anderen Gefährdungen der internen und der externen Validität ist jedoch der Mangel an methodisch identischen Replikationen zu betonen – bis ein Sachverhalt als empirisch gesichert gelten kann. Dieser für naturwissenschaftliche Forschung charakteristische Verhaltenskodex ist in der Psychologie, Psychophysiologie und Neuropsychologie noch nicht selbstverständlich geworden.

Die kritische Funktion, nachdrücklich auf das fundamentale Kovariationsproblem der differentiellen Psychologie (die "Reaktions-Fragmentierung") als typischen Befund hinzuweisen, ist offensichtlich gerade der psychophysiologischen Aktivierungs- und Persönlichkeitsforschung zugefallen. Die paradoxe Schlussfolgerung lautet: indem diese Forschung die minimale oder fehlende Korrelation vermeintlicher Konstruktfacetten aufzeigte, machte sie sich nicht überflüssig, sondern um so notwendiger, solche Divergenzen überhaupt zu erfassen und zum Thema vertiefter Prozessanalysen zu machen.

## **8.5 Perspektiven der biologischen Persönlichkeitsforschung**

### **8.5.1 Konzepte der Kardiovaskulären Psychophysiologie**

Aus biologisch-physiologischer Sicht ist zweifellos zu erwarten, dass je nach internen oder externen Anforderungen verschiedene Kreislauf-Anpassungen (Reaktionsmuster) zweckdienlich sind. Die ältere Auffassung von einer hierarchisch organisierten und relativ starren, zentralnervösen Steuerung der vegetativ-endokrinen und motorischen Funktionen ist einem Konzept longitudinaler Organisation vieler Funktionssysteme, die sich wechselseitig dynamisch beeinflussen, gewichen. Es ist eine Herausforderung an die Neuro-Psychophysiologie, diese multiplen Anpassungen und Muster zu analysieren, also die Synergismen und die Prozesse der Kopplung und Entkopplung von bestimmten Funktionssystemen für spezielle Funktionsziele.

### **Biobehaviorale Zweifel an der Adäquatheit der Untersuchungsansätze**

Ein wesentlicher Aspekt der konzeptuellen Schwierigkeiten ist am Beispiel der Psychophysiologie des Blutdrucks gut zu erkennen. Bei der Regulation des arteriellen Blutdrucks sind phasische, d.h. kurzfristige,

schnelle Reaktionen von mittel- und längerfristigen Anpassungen zu unterscheiden. Die phasische Regulation erfolgt hauptsächlich neural, d.h. reflektorisch unter Beteiligung medullärer u.a. zentralnervöser Netzwerke, während für die längerfristigen Anpassungen des Tonus vor allem das renale Volumenregulationssystem wichtig ist. Außerdem gibt es vielfältige humorale und lokale metabolische Einflüsse mit komplexen Wechselwirkungen, z.B. die zirkulierenden Katecholamine. Der Barorezeptorenreflex und die periphere Vasokonstriktion sowie die Anpassungsmechanismen des Herzzeitvolumens haben einen herausragenden Einfluss auf die phasische Blutdruckregulation. Sie sind auch – zumindest in einigen Parametern – messtechnisch leichter zu erfassen als humorale Mechanismen, von denen einige ebenfalls schnell ansprechen (siehe Schmidt & Thews, 1997).

Auf allen Ebenen des ZNS, von der neokortikalen Ebene über das limbisch-hypothalamische Kontinuum bis zu den ventrolateralen Abschnitten der Medulla existieren Reizpunkte und Netzwerke, welche den arteriellen Blutdruck direkt oder indirekt beeinflussen können. Es ist anzunehmen, dass die höheren Netzwerke die Sollwerte des Blutdrucks festlegen oder modulieren, um Homöostase, anforderungsadäquate Bereitstellung bzw. Entspannung zu gewährleisten. Die phasische Blutdruckregulation erfolgt dann in den Reflexbögen und peripheren Mechanismen.

Aus psychophysiologischer Sicht geht es vor allem um die phasischen Regulationen, die bei bestimmten, zeitlich begrenzten Anforderungen zu beobachten sind. Sobald aber 24-Stunden-Messungen durchgeführt oder Personen mit hypertoniem oder hypotoniem Blutdruck untersucht werden, sind auch die relativ überdauernden Anpassungen von Interesse.

Die kreislauf-physiologische Forschung hat die hämodynamischen Reaktionsverläufe und deren neurogene und humorale Steuerung recht genau beschrieben, z.B. bei dosierter körperlicher Arbeit, Orthostase (Lagewechsel), Wärme- und Kälte-Belastung. Die phasische Blutdruckregulation liefert anschauliche Beispiele für systemtheoretische Betrachtungen der Messwertänderungen, denn diese sind wegen der schnelleren oder langsameren Auswirkungen verschiedener Gegenregulationen oft biphasisch oder mehrphasisch, mit initialen Effekten, Stabilisierungen und späten Effekten. Es gibt große individuelle Unterschiede in der Intensität und im Verlauf, so dass die statistische Mittelung über unterschiedliche Reaktionstypen problematisch ist. Regulation und Gegenregulation (Kompen-

sation) verlangen bei kardiovaskulären Untersuchungen eine angemessene Dauer und zeitliche Auflösung der phasischen Regulation und die Festlegung eines quasistabilen (steady state) Vergleichssegments.

Unter systemischer Perspektive muss ein Kreislaufparameter als Index der gegebenen Kreislafeinstellung bzw. der aktuell ablaufenden Kreislaufanpassung interpretiert werden, d.h. in einem Muster der wichtigsten Kreislaufparameter. Solche kardiovaskulären Muster sind auf verschiedene Weise bestimmt worden: durch kreislaufwirksame Pharmaka, durch elektrische Stimulation im Tierexperiment und im Hinblick auf kardiovaskuläre Syndrome der Klinik. Darüber hinaus gibt es empirisch-statistische Forschungsansätze und Modellierungen.

### **Kardiovaskuläre Verhaltensmuster**

Inwieweit tatsächlich "kardiovaskuläre Verhaltensmuster" prägnant voneinander abgegrenzt werden können, ist noch nicht geklärt. Aus psychophysiologischer Sicht wurden wichtige Befunde der Kreislauf-Physiologie über kardiovaskuläre Anpassungen sowie einige Überlegungen zur Taxonomie kardiovaskulärer Verhaltensmuster skizziert (Fahrenberg, 2001c). Die physiologische Literatur enthält keine systematische Übersicht über höher organisierte kardiovaskuläre Muster im Kontext des normalen Verhaltens. Gerade solche Befunde wären für die kardiovaskuläre Psychophysiologie wesentlich. Neben den elementaren Anpassungen und den speziellen Mustern, z.B. bei Schock, Ischämiereaktion im ZNS, werden häufig sog. Allgemeinreaktionen beschrieben: die generalisierte sympathische Aktivität ("Alarmreaktion"), die sympathische Aktivität mit Vasodilatation im aktiven Skelettmuskel (körperliche Leistung, "Abwehrreaktion mit Kampfbereitschaft") und die generalisierte sympathische Inhibition und vagale Aktivität ("Rückzugsverhalten", "Abwehrverhalten ohne Kampf").

In der Literatur zur Kreislaufphysiologie sind verschiedentlich behaviorale Begriffe, jedoch in der Regel ohne genaue verhaltenswissenschaftliche Definitionen, erwähnt, so dass offen bleibt, inwieweit es sich um distinkte Muster oder z.T. nur um Unterschiede der Intensität handelt: u.a. Antizipations- (Bereitschafts-), Orientierungsreaktion und Schreck-Reaktion; Start- (Alarm-) Reaktion bei leichteren bis mittleren Anforderungen, "Stress"-Reaktion bei aktueller oder chronischer Überforderung und Notfall-Reaktion unter Extrembedingungen; Angriffsverhalten, Abwehrver-

halten und Fluchtverhalten; Immobilisierungs-Reaktion mit intensiver Aufmerksamkeit, Unterwerfungsverhalten (freezing) und Totstellverhalten; Verhalten bei Belohnung und Bestrafung; nutritives oder reproduktives Verhalten.

Folkow (2000) unterschied sechs Reaktionsmuster, die sich durch differentielle Aktivität kardiovaskulärer Funktionen auszeichnen: defense reaction, vigilance or orienting reaction, defensive reaction (and stress response), playing dead reaction, feeding reaction, and diving response. Stemmler (2003, 2004) unterschied mit stärkerem Blick auf die Emotionsforschung im psychophysiologischen Labor zwischen konfrontativer Verteidigung (aktives Coping), Flucht, Quiescence (Beruhigung, passives Coping).

Engel (1986) hat in einem theoretischen Beitrag über "Circulation as Behavior" eine *verhaltenswissenschaftliche Sichtweise* formuliert. Kreislaufveränderungen sind integrale Bestandteile des organismischen Verhaltens. Es reicht deshalb nicht aus, nur die reflektorischen Anpassungen und die Reaktionen auf Stimuli zu betrachten. Wenn Kreislaufveränderungen Verhaltenskomponenten sind, dann müssen sie im situativen Kontext analysiert werden: sie sind konditional, variabel je nach Anforderungen und nach u.U. gelernten Merkmalen der Situation, adaptiv und, entsprechend der vorhandenen Information, auch antizipatorisch und durch die Verhaltenskonsequenzen mitbestimmt. Welche Bedeutung für das Verständnis der kardiovaskulären Regulation haben – im Vergleich zu den in ihrer neuronalen Organisation festgelegten Kreislaufreflexen – die individuell und situativ bedingten Anpassungs- und Lernprozesse im Kontext externer Bedingungen? Diese Fragestellung verlangt, im Gegensatz zur bisher weitgehend am anästhetisierten Tier studierten vegetativen Physiologie des Kreislaufs, Experimente am wachen Tier und psychophysiologische Untersuchungen von Menschen, damit die adaptiven Leistungen des Zentralnervensystems und damit das Gesamtverhalten adäquat erfasst werden können. Prägnante biologische Innervationsmuster werden sich im Labor ohnehin seltener zeigen als unter natürlichen Bedingungen.

## **Modellierungen**

Zur Präzisierung solcher höherorganisierten kardiovaskulären Muster – als wichtige Bestandteile biologischer/psychophysischer Verhaltensmuster des Menschen – kann das psychophysiologische Labor beitragen, falls

eine angemessene Standardisierung der Laboraufgaben und ein multivariater Ansatz miteinander kombiniert werden (siehe Stemmler, 1992). Die außerordentlichen Schwierigkeiten solcher Forschungsansätze sind offensichtlich, wenn die Auseinandersetzungen über psychophysiologische Versuche zur Taxonomie von speziellen Reaktionsmustern, z.B. Orientierungsreaktion, Defensivreaktion bzw. Schreckreaktion oder die bisher nur teilweise überzeugenden Ergebnisse zu den hypothetisch angenommenen vegetativen Mustern basaler Emotionen gewürdigt werden.

Die Kritik an den älteren, globalen Konzepten sympathikotoner bzw. vagotoner Kreislaufeinstellung führte zumindest zur Annahme mehrerer abgrenzbarer *kardiovaskulärer Verhaltensmuster*, die sich als integrierte Prozesse (Synergismen) und adaptive Leistungen des Organismus in Auseinandersetzung mit bestimmten situativen Anforderungen zeigen. Beim Menschen stützen sich diese Experimente vor allem auf lerntheoretisch orientierte Experimente und auf pharmakologisch induzierte Veränderungen.

Verschiedentlich sind psychophysiologische Wechselwirkungen zwischen kardiovaskulären Funktionen und hirnelektrischer Aktivität, d.h. Spontan-EEG und ereigniskorrelierten Potentialen, beschrieben worden (Elbert & Schandry, 2001). In diese Arbeitsrichtung gehören auch die schwierigen und in den Ergebnissen inkonsistenten Versuche, die Konditionierbarkeit von Blutdruckreaktionen zu zeigen, oder Hinweise auf kortiko-kardiale Funktionsschleifen zu ätiologischen biobehavioralen Konzepten der Hypertonieentstehung auszugestalten.

Stemmler (1992) gab eine detaillierte Übersicht über kardiovaskulär relevante Ergebnisse aus den Studien mit einfacher Blockade entweder des alphaadrenergen, des betaadrenergen oder des cholinergen Systems. Durch Reanalysen solcher Experimente und vor allem durch die Ergebnisse einer eigenen Multipharmaka-Untersuchung hat Stemmler diesen Ansatz zur Evaluation kardiovaskulärer Reaktionsmuster für die Psychophysiologie weitergeführt.

Zur Modellierung von Komponenten kardiovaskulärer Regulation benutzte er die Rezeptorantagonisten in partieller Doppelblockade und die in der differentiellen Psychologie entwickelte multivariate Methodik. Insgesamt 22 kardiovaskuläre Variablen wurden während sieben Aufgaben registriert. Die Analysen führten zu einer alphaadrenergen, zu drei betaadrenergen und zu einer cholinergen Aktivierungskomponente, welche

die Grundlage einer "strukturierten Messung" geben. Aus ähnlichen Überlegungen entwickelten Berntson, Cacioppo und Quigley (1991) eine Konzeption vegetativer Kontrollprozesse, die sich in einem zweidimensionalen Schema (autonomic space) darstellen läßt. Die Achsen sympathischer Aktivität und parasympathischer Aktivität, jeweils in gedachten Einheiten proportionaler Aktivität skaliert, spannen eine Fläche auf, welche die Reziprozität der Einflüsse, Koaktivität und ungekoppelte Wirkung anzeigen. Für jedes Effektororgan könnten in einer hypothetischen Gleichung die Ausprägung der sympathischen und parasympathischen Einflüsse und der Grad der einseitigen oder wechselseitigen Kopplung formuliert werden.

Beide Ansätze eröffneten ein – methodisch sehr anspruchsvolles – Forschungsprogramm, sympathisch-parasympathische Regulationen während typischer Verhaltensanforderungen beim Menschen anhand nicht-invasiver Messungen quantitativ zu analysieren. Die Untersuchungsergebnisse liefern unter den notwendigen Vorbehalten, die für solche pharmakologischen, hier nur partiell möglichen Rezeptorblockaden gelten, wichtige Hinweise auf die Konstruktvalidität einzelner Parameter. Für solche strukturierten Messungen sind kardiovaskuläre Parameter, welche die sympathischen und parasympathischen Wirkungen möglichst prägnant indizieren, wünschenswert. Jedoch mangelt es an weitgehend "reinen" Markierungsvariablen, weil multiple Einflüsse und Gegenregulationen bestehen. Es zeichneten sich jedoch deutliche diskriminante und konvergente Beziehungen ab, u.a. die vorwiegend vagale Kontrolle der respiratorischen Arrhythmie RSA und die vorwiegend betaadrenerge Kontrolle der linksventrikulären Anspannungszeit PEP. Stemmlers Konzeption mehrerer Aktivierungskomponenten bzw. Muster ist dabei adäquater als die ältere, sehr vereinfachende Annahme eines Kontinuums sympathischer-parasympathischer Einflüsse.

Es ist möglich, dass künftig eine genauere Differenzierung kardiovaskulärer Verhaltensmuster gelingen wird. Physiologische Hinweise auf Funktionsziele ergeben sich in der differentiellen Regulation bestimmter Organkreisläufe und in lokalen Differenzierungen, z.B. in den Skelettmuskeln, Viszera, Haut, einzelnen Hirnstrukturen. Die "biologischen Programme" sind vielleicht nur dann zu erkennen und voneinander abzugrenzen, wenn über die kardiovaskulären Komponenten hinaus systemische Kopplungen erfasst werden, z.B. mit dem kutanen sudomotorischen System (Schweißsekretion aus thermoregulatorischen und emotionalen An-

lassen) und mit den motorischen Systemen der Skelettmuskulatur und der Mimik sowie gastrointestinalen u.a. Funktionen. Diese Hinweise müssten in Verhaltensanalysen unter definierten, für kardiovaskuläre Anpassungsvorgänge relevanten Aufgaben, z.T. auch lebensnahen Anforderungen, präzisiert werden.

Viele der primär interessierenden Parameter sind beim Menschen – selbst für invasive Methoden – kaum zugänglich oder sogar völlig unzugänglich: der Tonus der spezialisierten sympathischen und parasympathischen Neurone, die differentiellen vasokonstriktiven und vasodilatorischen Effekte an den meisten Organsystemen, die Freisetzung der Neurotransmitter (einschließlich der erst ansatzweise untersuchten Kotransmitter), der Hormone und der anderen vasoaktiven Substanzen – mit ausreichender Präzision und zeitlicher Auflösung.

Aus diesen Gründen kann gegenwärtig keine überzeugende Taxonomie von kardiovaskulären Verhaltensmustern für eine realistische Grundlegung psychophysiologischer Messmethodik abgeleitet werden. Es sind jedoch wichtige Arbeitshypothesen, die auf die unterschiedlichen Funktionsziele und adaptiven Muster der kardiovaskulären Reaktionen aufmerksam machen. So bleibt es weiterhin primär bei der Aufgabe, die Kardiodynamik und die Hämodynamik genau und mit Blick auf die individuellen Differenzen zu beschreiben. Phasische Regulationen werden hier als Hinweise auf zentralnervöse Einflüsse angesehen und werden heuristisch als Komponenten biobehavioraler Programme der übergeordneten Neuraxis interpretiert.

Die Berechtigung dieses Rückschlusses auf zentralnervöse Kontrollsysteme bleibt jedoch konzeptuell und methodenkritisch zu diskutieren. Ist nicht eine Messwertänderung bereits hinreichend durch periphere Mechanismen erklärt oder handelt es sich vielleicht um eine Drittsteuerung, z.B. aufgrund metabolischer oder thermoregulatorischer Prozesse? Wie kann z.B. für die Herzfrequenz eine Dekomposition der Varianz erreicht werden, indem die metabolisch, thermoregulatorisch und orthostatisch bedingten Varianzanteile so kontrolliert bzw. auspartialisiert werden, dass nur die psychophysiologisch primär interessierende "additional heart rate", d.h. die durch mentale und emotionale Beanspruchung bedingte Komponente für die Analyse übrig bleibt? Ist in der Messwertänderung eine durch Kreislaufreflexe vermittelte Anpassung durch relativ elementa-

re medulläre Kontrollsysteme zu sehen oder gibt es Hinweise auf den Einfluss höher organisierter Kontrollsysteme der Neuraxis? Wird die Funktion der Kreislaufreflexe durch umfassendere integrative Prozesse moduliert, so dass Empfindlichkeit und Sollwerte der Kontrollsysteme verändert werden, wie es z.B. beim Barorezeptorenreflex geschieht? Fragestellungen dieser Art können heute konzeptuell genauer formuliert werden. Methodisch befriedigende und auch praktisch mögliche Meßmethoden sind jedoch oft nur näherungsweise und mit vielen Vorbehalten anzugeben.

### **8.5.2 Bekannte Konzepte der neurowissenschaftlichen Persönlichkeitsforschung**

Aus Sicht der biologischen Psychologie sind grundlegende Temperamenteigenschaften und Fähigkeiten des Menschen in wichtigen Anteilen genetisch bedingt und durch individuelle Unterschiede in neuronalen Funktionen und Strukturen vermittelt. Die postulierten Grundlagen in der genetischen Ausstattung und im ZNS sind noch unbekannt und bis auf weiteres nur in kleinen Ausschnitten und nur indirekt zu erschließen. Im Unterschied zur älteren Konstitutionslehre existieren heute jedoch einige, wenn auch noch sehr vorläufig wirkende Arbeitshypothesen. In der neuropsychophysiologischen Persönlichkeitsforschung sind die Konzepte von Eysenck, Gray und Zuckerman relativ bekannt geworden

#### **Eysencks Theorie der biologischen Basis der Persönlichkeit**

Als neuronales Korrelat des Neurotizismus nahm Eysenck Unterschiede in den Reizschwellen des Limbischen Systems und der davon abhängigen Aktivität des sympathischen Anteils des vegetativen Nervensystems an. Die individuelle Ausprägung der Extraversion brachte Eysenck mit der Erregungsschwelle exzitatorischer Hirnstrukturen in Verbindung, insbesondere der Empfindlichkeit des aufsteigenden retikulären Aktivierungssystems (ARAS). Eysencks Konzeption (siehe Abschnitt 2.8) hatte zweifellos einen großen Einfluss auf die psychophysiologische Persönlichkeitsforschung. Nach anfänglich positiven Ergebnissen nahm dann die Zahl der Publikationen mit inkonsistenten Befunden zu. Kritiker bezeichneten diese Konzeption sogar als pseudo-physiologisch, da die behaupteten neuronalen Grundlagen viel zu vage beschrieben wären, räumten aber

die heuristische Funktion solcher voraussetzenden Begriffsbildungen und Forschungsansätze ein.

Inzwischen wurde die enge Vernetzung limbischer und retikulärer Strukturen erkannt. Die Steuerung des Aktivierungsniveaus scheint nicht nur durch das ARAS, sondern u.a. auch durch medial-temporale Mechanismen (z.B. Amygdala) vermittelt zu werden. Heute haben neurobiologische Modelle einen wesentlich höheren Grad an Differenziertheit erreicht.

In den verschiedenen Zugängen zur Neuropsychologie der Emotionen sind aufgrund tierexperimenteller Arbeiten, klinischer Beobachtungen sowie elektrophysiologischer und bildgebender Untersuchungen (PET, fMR) verschiedene Konzepte entwickelt worden. Außer dem Papez-Kreis, dem ersten theoretischen Entwurf, sind z.B. die von Alexander et al. beschriebenen fünf Funktionsschleifen der Basalganglien, d.h. skelettmotorische, oculomotorische und komplexe (dorsolateral-präfrontale, lateral-orbitofrontale, anterior cinguli) Schleifen zu erwähnen oder Swerdlow und Koob mit der "unified theory of cortico-striato-pallido-thalamic function", d.h. zwei motorischen Systemen, dem Caudatus-System und dem Accumbens-System mit jeweils drei interagierenden Rückkopplungen (siehe Nieuwenhuys et al., 1991; Peper, 2005). Unter Psychologen wurde vor allem Grays neuropsychologische Theorie der Angst mit dem septo-hippocampalen System als neuronaler Grundlage bekannt.

### **Grays neuropsychologische Konzeption der Emotionen und des motivierten Verhaltens**

Emotionen stellen nach Gray eine Reaktionsweise auf ein verstärkendes Ereignis oder auf Signale dar, die diesem Ereignis vorausgehen. Verstärkende Ereignisse sind Belohnungen (positive Verstärker) oder Bestrafungen (negative Verstärker). Die Frustration, die entsteht, wenn eine Bestrafung erfolgt oder eine erwartete Belohnung ausbleibt, ist nach Gray funktionell und physiologisch dem Zustand der Angst sehr ähnlich, wenn nicht sogar damit identisch. Angst kann zu folgenden Verhaltensweisen führen: Fliehen (flight), Kämpfen (fight), Totstellen (freezing), etwas Neues lernen, mit dessen Hilfe die Gefahr beendet wird (aktive Vermeidung), gefährlichen Situationen in Zukunft aus dem Weg gehen (passive Vermeidung). Auf der Basis tierexperimenteller und psychopharmakologischer Forschung unterschied Gray drei Systeme, um die verschiedenen Äußerungsformen der Angst zu erklären: Behavior Inhibition System (BIS),

Behavior Activation System (BAS), und Kampf-Flucht System (F/Fl, fight or flight system, auch FFS). In dieser Konzeption werden zwei fundamentale motivationale Systeme im Gehirn, ein Bestrafungssystem im Mittelhirn und ein Belohnungssystem im Hypothalamus postuliert. Diese Unterteilung baut vor allem auf den tierexperimentellen Ergebnissen von Olds bei elektrischer Selbststimulation des Gehirns auf (Gray, 1991, 1999; Gray & McNaughton, 2000; Mc Naughton, 2004; siehe auch Amelang & Bartussek, 2001; Peper, 2005).

Das Behavior Inhibition System (BIS) spielt in Grays Neuropsychologie der Angst die hauptsächliche Rolle. Das Septum, die Hippocampus-Formation, orbitale Anteile des frontalen Cortex und das Mittelhirn sollen das neuronale Substrat bilden. Von hier aus wird Verhalten gehemmt, dem Bestrafung folgt (passives Vermeidungsverhalten). Die nach negativen emotionalen Stimulationen wirksame Verhaltenshemmung wird hierbei als Hauptfunktion des Hippocampus beschrieben. Das septohippocampale System (SHS) übernimmt die Verhaltenskontrolle, wenn unerwartete oder aversive Reize auftreten, und hemmt die motorische Aktivität. Das BIS soll weiterhin eine Analyse neuartiger Umweltreize erleichtern, indem der Zustrom sensorischer Information über den Gyrus dentatus und Area CA3 zum "Komparator" (Subiculum) durch eine Aktivierung noradrenerger und serotonerger Bahnen erhöht wird.

Das Behavior Activation System (BAS) bzw. Belohnungssystem steuert das Annäherungsverhalten und das aktive Vermeidungsverhalten, d.h. das Verhalten, dem eine Belohnung folgt. Als neuronale Grundlage werden Anteile des Septums und des lateralen Hypothalamus sowie das mediale Vorderhirnbündel postuliert. Das Kampf-Flucht-System (F/Fl) steuert je nach der gesamten Reizkonstellation der drohenden Bestrafung, ob Flucht oder Kampfreaktion erfolgt. Als neurale Grundlage dieses Systems soll die Amygdala in Frage kommen, welche durch die Stria terminalis mit dem ventromedialen Hypothalamus und der grauen Substanz des Mittelhirns verbunden ist.

Von Gray wurde außerdem ein besonderer Entscheidungsmechanismus behauptet, da der Organismus über verschiedene Verhaltensmöglichkeiten auf Reizkonstellationen verfügt und ggf. deren Konflikt zu lösen hat. Als Entscheidungs- bzw. Relaisinstanzen sollen die Hypothalamuskern, insbesondere der ventromediale Kern, eine wesentliche Rolle spielen. Vom Thalamus besteht eine Verbindung mit dem periventriculären

Fasersystem (Kampf-Flucht-Verhalten), mit dem medialen Vorderhirnbündel (Annäherungsverhalten) und eine Verbindung mit dem BIS über die Fornix (passives Vermeidungsverhalten). Je nach Stimulus und Umgebungsfaktoren wird die Aktivierung an das entsprechende System weitergeleitet.

Die hauptsächliche Kritik (u.a. von LeDoux) am Konzept Grays bezieht sich auf die Rolle des Hippocampus, der für die Verarbeitung von kontextueller Information, jedoch nicht primär von emotionalen Merkmalen wichtig sei. Bei der Fokussierung auf die Neuropsychologie der Angst wurden natürlich andere Basisemotionen und andere Aspekte von Temperamenteigenschaften vernachlässigt. Auch der Bezug zu den vegetativ-endokrinen, auch peripher messbaren Reaktionen fehlt weitgehend.

Grays Überlegungen waren für die Neuropsychologie der Angst und der Impulsivität anregend. Seine persönlichkeitspsychologische Konzeption ähnelt Eysencks N und E- Konzeption, ist jedoch konkreter hinsichtlich der hypothetischen neuronalen Strukturen. Angst entspricht in konventioneller Darstellung der Kombination von labiler Emotionalität/Introversion, und Impulsivität entspricht der Kombination von stabiler Emotionalität/Extraversion. Nach Gray nimmt mit dem Grad des Neurotizismus auch die Empfänglichkeit gegenüber Strafe zu. Da die tierexperimentellen Methoden überhaupt nicht und die psychopharmakologischen Methoden nur sehr eingeschränkt auf den Menschen übertragen werden können, fehlt es weithin an geeigneten Untersuchungsmethoden, die Funktionen und Interaktionen der postulierten BIS-, BAS- und F/Fl-Systeme überhaupt, geschweige denn differentiell, zu erfassen. Eine Verbindung zwischen der Neuropsychologie der Angst und den Schwierigkeiten der Verhaltenstherapie der Angst angesichts der Response Fractionation wurde nicht ausgearbeitet, obwohl die Drei-Systeme-Konzeption hierzu anregen könnte. So blieben für die Eigenschaftstheorie erneut nur psychologische Fragebogenskalen übrig (Brenner, Beauchaine & Sylvers, 2005; siehe die BIS/BAS-Skalen von Carver und White, vgl. Strobel, Beauducel, Debener & Brocke, 2001).

### **Zuckermans Neuropsychologie des Sensation Seeking**

Im Anschluss an Eysenck untersuchte Zuckerman (1992) das Sensation-Seeking Verhalten, d.h. die Tendenz, neue, stimulierende Situationen aufzusuchen und zu erkunden. Als neuroendokrine Basis behauptete er eine

geringere Noradrenalinaktivität in limbischen Hirnstrukturen. Wechselwirkungen mit anderen bedeutsamen Transmittersystemen wurden nicht berücksichtigt. Auf der Ebene der Selbstbeurteilungen in Fragebogen wurden deutliche Zusammenhänge zwischen Sensation Seeking als Gegenpol von Emotionalität, Angst und Depressivität gefunden. Dagegen blieben die experimentellen Untersuchungen in ihren Ergebnissen inkonsistent. Auch hier existieren keine eindeutig standardisierten Prüfbedingungen hinsichtlich Stimulussituation, Eigenschaften und speziellen Effekten des Reizmaterials (vgl. u.a. Amelang & Bartussek, 2001; Stelmack & Geen, 1992).

### **8.5.3 Neuropsychologische Emotionsforschung**

Das Interesse an der anatomischen und funktionellen Topographie des Gehirns hat insbesondere in der "Decade of the Brain" stark zugenommen, wobei die Mannigfaltigkeit der neuronalen Strukturen und multiplen Transmittersysteme und deren funktioneller Organisation in den Netzwerken der Neuraxis überwältigen kann. Erst näherungsweise sind solche Funktionskreise zu erkennen, und das skizzierte Beispiel der phasischen Blutdruckregulation lässt erkennen, wie hochorganisiert diese natürlich für das Überleben zentral wichtigen Steuerungen sind. Da die elektrokortikale Psychophysiologie mit dem Mapping der Hirnaktivität selektiv auf die neokortikalen Aspekte bzw. auf bestimmte Funktionsbereiche beschränkt bleibt, richten sich viele Hoffnungen der Neurowissenschaften auf die bildgebenden Verfahren zur Repräsentation tieferliegender Strukturen und vielleicht auf die weitere Entwicklung der funktionellen Magnetresonanz-Spektroskopie (fMRS bzw. Chemical Shift Spectroscopy) zur Darstellung bestimmter Substanzen, Metabolite und vielleicht auch Transmitter in bestimmten Hirnregionen.

Die hochgesteckten Erwartungen der neuropsychologischen Emotionsforschung haben sich bisher nur näherungsweise erfüllt, trotz der Entdeckung wichtiger Funktionskreise in anatomischen Schleifensystemen und Transmittersystemen. Die neurophysiologische Diskrimination der Basisemotionen oder eine Lokalisierung ihrer neuralen Substrate im Gehirn des Menschen sind bisher nicht überzeugend möglich.

Die überwiegende Mehrzahl der Untersuchungsansätze bezog sich auf die Analyse des EEG und der ereigniskorrelierten Potentiale sowie deren

Topographie, und in neuerer Zeit hauptsächlich auf PET- und fMRI-Studien. In der Regel wurden emotional stimulierende Bilder und Gesichtseindrücke, emotionale Episoden aus Filmen, Assoziationsaufgaben mit Emotionswörtern, Affektsuggestionen oder Erinnerungen an biographische Episoden verwendet.

Auch die neueren kritischen Ergebnisübersichten blieben recht allgemein: die kortikalen (vor allem occipitalen) Reaktionen korrelierten mit dem Erregungsgehalt der Bilder (siehe Hamm, Schupp & Weike, 2002); rechtshemisphärisch Geschädigte sind bei der Verarbeitung affektiver Gesichtsausdrücke beeinträchtigt (Peper & Irle, 1997). Konkretere Aussagen erweisen sich angesichts der vielen Inkonsistenzen und der schwierigen Differenzierung zwischen Intensität (Erregungsgehalt), Valenz (angenehm – unangenehm) und Qualität der Emotionen als sehr schwierig. Ob sich bestimmte Emotionen entweder topographisch oder durch Unterschiede in Frequenzbereichen des EEG beschreiben lassen, ist weiterhin umstritten, aber eher unwahrscheinlich. Die Diskussion über die Lateralisierung emotionaler Prozesse kommt immer wieder auf und zeigt, dass nicht einmal bei diesem aller-allgemeinsten anatomischen Sachverhalt, dass zwei Hemisphären existieren, gesicherte emotions-neuropsychologische Entdeckungen speziellerer Art vorhanden zu sein scheinen – wie seit langer Zeit hinsichtlich der Lateralisierung wesentlicher sensorischer und motorischer Funktionen.

Erst während der letzten Jahre wurden formale Metaanalysen der einschlägigen Publikationen unternommen. Ihre Ergebnisse deuten auf einige, vielleicht invariante Befunde, machen aber durch die festgestellten Inkonsistenzen bewusst, wie tiefgehend die Forschungsmethodik verbessert werden muss und wie unerlässlich, gerade bei den meist sehr kleinen Untersuchungsgruppen, unabhängige, identische Replikationen sind.

In der neuropsychologischen Emotionsforschung darf nicht übersehen werden, dass die vom Untersucher ausgewählten Bilder bei den Betrachtern – vielleicht – unterschiedliche emotionale Befindensweisen stimulieren, gewiss aber einen komplexen Prozess auslösen. Dazu gehören visuell-perzeptive Leistungen, d.h. visuelle Repräsentation und Dekodierung, Diskrimination, außerdem selektive Aufmerksamkeit, sprachliche Kategorisierung, Assoziation mit Gedächtnisinhalten und mit motivationalen Tendenzen (siehe Peper & Irle, 1997). Maßgeblich sind außerdem, wie die ältere experimentelle Emotionsforschung gezeigt hat, die spezifischen

Aufgabenmerkmale und sozialen Kontexte, außerdem Details der Versuchsanordnung und Instruktion, und nicht zuletzt die oft übersehenen Materialbedingungen (von trivialen Unterschieden der Helligkeit, Struktur und Textur, Komplexität usw. bis zu den unterschiedlichen Anreizen für Augenbewegungen und Fixationen). Unter diesen oft konfundierten Bedingungen wäre es eine sehr kühne Behauptung, dass eine beobachtete, kortikale oder subkortikale Aktivität direkt das Erleben einer Emotion (im engeren Sinn) repräsentiert. Das Thema hat sich von der Emotion als distinktem und charakteristischem Zustand des Erlebens (im Sinne einer Basisemotion) weitgehend auf die *Verarbeitung als emotional angesehener Stimuli* verschoben. Gerade hier scheint die derzeit mögliche, oft sehr spezielle Methodik, das Phänomen vollständig zu definieren; multivariate oder multimodale Ansätze fehlen.

Hervorzuheben sind jedoch die neuro-psychophysiologischen Untersuchungen der Emotionswahrnehmung mit gleichzeitiger Messung vegetativer und elektromyographischer Parameter (Peper, 1997; Peper & Karcher, 2001; Peper et al., 2001). Diese Experimente bezogen sich auf das assoziative Lernen innerhalb dieser emotionalen Prozesse und wurden auch bei Patienten mit uni-lateraler Läsion der Amygdala und des Hippocampus erfolgreich durchgeführt.

### **PET- und fMRI-Studien über Emotionen**

Ein Beispiel dieser Arbeitsrichtung gaben Fredrikson et al. (1993) mit ihrer PET-Studie, die einen gesteigerten kortikalen und thalamischen Blutfluss während phobischer Angst (Schlangenphobie) zeigte. Die Befunde aus methodisch verbesserten Folgeuntersuchungen regten dazu an, ein aus Regionen in Amygdala und Hippokampus sowie präfrontalen und temporalen Regionen umfassendes Netzwerk anzunehmen, dessen Aktivität mit Angstzuständen assoziiert ist (Tillfors, Furmark, Marteinsdottir & Fredrikson, 2002). Dabei ist hervorzuheben, dass hier die Angstreaktionen der soziophobischen Personen nicht etwa durch einfache Bilder oder Wörter, sondern realitätsnäher durch Antizipation einer öffentlichen Rede provoziert wurden.

Eine aktuelle Metaanalyse von 55 PET- und fMRI-Studien bei gesunden Personen versuchte, die funktionelle Neuroanatomie der Emotionen zu beschreiben (Phan, Wager, Taylor & Liberzon, 2004). Wegen wesentlicher Unterschiede der Methodik von Stimulation und Messung konnte es

nur eine summarische Zusammenfassung der Hinweise auf die beteiligten Strukturen sein: limbische und paralimbische Strukturen (u.a. Amygdala, anteriores Cingulum, medialer präfrontaler Kortex, Insula). Die Befunde bestätigten überwiegend die Rolle der Amygdala bei Zuständen der Furcht, einigen Daten sei zu entnehmen, dass sie auch allgemein bei negativ/aversiven und positiv/appetitiven Reize reagiert. Der mediale frontale Cortex war gewöhnlich beteiligt, wenn Emotionen evaluiert, erlebt und reguliert werden. Die Aktivität im basalen Cingulum war erhöht, wenn traurige Gesichter wahrgenommen wurden oder Trauer erlebt wurde.

Die von Murphy, Nimmo-Smith und Lawrence (2003) unternommene Metaanalyse von 106 PET- und fMRI-Studien beabsichtigte eine Prüfung von konkurrierenden Modellen, die ein, zwei oder multiple Systeme annehmen. Entgegen der verbreiteten Erwartung, war hinsichtlich der neuronalen Aktivitätsmaxima kein allgemeiner Hemisphären-Unterschied zu finden, wenn Emotionen wahrgenommen oder erfahren wurden. Dies galt auch, wenn der globale Vergleich nach anterioren und posterioren Peaks differenziert wurde. Die Asymmetriebehauptung wurde nur in spezieller Hinsicht gestützt: Größere linksseitige Aktivität wurde bei "approach emotions" gefunden, bei "negative/withdrawal emotions" dagegen keine Lateralisierung.

Keine differentiellen Aktivitätsmuster gab es hinsichtlich Freude (happiness) und Trauer. Die Aktivierungsmuster bei Furcht, Ekel und Ärger unterschieden sich signifikant. Die Befunde entsprachen in etwa denen, die aus selektiven Defiziten bei Hirnschädigung erschlossen wurden: Amygdala, Insula, Globus pallidus und lateraler orbitofrontaler Kortex. Die Autoren schlossen, dass eine auf das limbische System begrenzte Emotionstheorie nicht ausreicht. Ebenso wenig könne eine spezielle Rolle der rechten Hemisphäre oder der rechtsposterioren Hirnregionen für Emotionen oder auch nur Emotionswahrnehmungen gestützt werden. Die nur ein oder zwei Systeme umfassenden Konzepte sind zu grob.

"This interpretation is broadly consistent with approaches to emotion in which at least certain affect program emotions may be represented as distinct psychological and neural systems having clear homologies in other mammals. We think that the imaging data, together with neuropsychological evidence, suggest the existence of particular *emotion* systems – systems that are isolable, specialized, and internally cohesive and that are involved (but not necessarily exclusively dedicated to) fear, disgust, and

anger. Whether these systems are isomorphic with Ekman's (1992, 1999) affect program is at yet unclear. Certainly, at least at the level of resolution of functional imaging data, there appear to be interesting differences between fear, disgust, and anger, on the one hand, and happiness/sadness, on the other." (Murphy et al., 2003, S. 227).

Originell ist eine Serie von fünf Studien in der andersartige Stimulationsbedingungen bzw. Aufgaben verwendet wurden (Gedächtnis, Schlussfolgerungen, "Theory of Mind", Selbstreflexion). Als relativ invariant erwiesen sich ein Muster im basalen/anterioeren Teil des Gyrus cingulum und vier Muster im medialen/superioren Frontallappen, entlang des superioren frontalen Sulcus. Im medialen präfrontalen Kortex war die Aktivität geringer, wenn die Aufmerksamkeit auf die externe Welt fokussiert war, als wenn zusätzlich noch auf den internen Zustand geachtet werden sollte. Dagegen stieg die Aktivität während eines Ruhezustands ohne externe/interne Aufmerksamkeit an. Die Autoren vermuteten, dass dies ein Zustand der Selbstreflexion sei, der sich auf diese Weise abbilden könnte (Wicker, Ruby, Royet & Fonlupt, 2003).

## **EEG-Studien**

Bekannt wurde die Konzeption von Davidson et al. (1990, 1993) mit zwei frontokortikalen Systemen: eine linksfrontal relativ höhere Aktivität im Ruhe-EEG soll mit positiver Befindlichkeit, rechts-anterior mit negativer Befindlichkeit korrelieren. Einiges dieser Forschung ist vor dem Hintergrund von Davidsons früheren Untersuchungen über das Biofeedback und die Selbstregulation der Herzfrequenz durch affektiv-bildhafte Vorstellungen zu verstehen (Davidson & Schwartz, 1976). Das registrierte EEG ergab damals Hinweise auf Seitenunterschiede im Alpha-Band der zwei parietalen Ableitungen während der "emotional thoughts", allerdings nur bei den 8 Frauen der Untersuchung und nicht bei den 12 Männern (nur 2 Kanäle, Hardware-Filterung). Die Autoren schlossen daraus, dass Männer und Frauen diese Selbstregulation mit verschiedenen neurophysiologischen Prozessen erreichen. In den folgenden Untersuchungen wurde der Gesichtsausdruck herangezogen, um das Erleben von Happiness und Disgust zu validieren. Nur unter dieser Bedingung und nur frontal zeigten sich Unterschiede, d.h. eine relativ stärkere linksseitige bzw. rechtsseitige Aktivierung im Alphaband.

In den späteren Untersuchungen wurden die Unterschiede im Ruhe-EEG und phasische Veränderungen während der emotionalen Stimulation unterschieden und die Konzeption weiter ausgestaltet. Dabei wurde eingeräumt, dass es nicht allein die Intensität von emotionalen Befindlichkeiten, sondern mehrere Charakteristika des "affektiven Stils", d.h. eine breite Klasse von Parametern, zu unterscheiden sind und verschiedene Untersuchungsmethoden wichtig sein könnten. Davidson und seine Gruppe postulierten ein lateralisiertes Annäherungs- (Belohnungs-) bzw. Vermeidungs-System. In diesen Untersuchungen ging es also nicht um spezielle Basisemotionen, sondern um allgemeine Hemisphärenunterschiede bei emotionalen Prozessen mit positiver oder mit negativer Valenz: Positiv-valente Reize führen zu einer relativen linksfrontalen Aktivierung, negativ-valente Reize zu einem Überwiegen der rechtslateralen Aktivierung im Alphaband. Der beschriebene Lateralitätseffekt soll analog auch bei Personen mit vorwiegend affektiv-positiv gestimmter oder mit vorwiegend negativer Befindlichkeit bestehen. Unter dieser Perspektive könnten die Befunde, falls sie reproduzierbar sind, auch für die Neuropsychologie von Persönlichkeitseigenschaften interessant sein (Peper & Lüken, 2002).

Später hat Davidson (1999) auf einige der grundsätzlichen, theoretischen und methodologischen Schwierigkeiten der Suche nach der biologischen Basis der Persönlichkeit hingewiesen. Weshalb dafür ein einziger Parameter, der Index der Alpha-Aktivität rechter und linker frontaler Ableitungen ausreichen soll, bleibt rätselhaft. Dies ist umso fragwürdiger, weil die sog. Ruhebedingungen solcher Experimente zweifelhaft bleibt und der berechnete Quotient auch aus statistischen Gründen in sich problematisch ist. Eine konsequente Standardisierung oder Grundlagenstudien zur Operationalisierung scheinen nicht zustande gekommen zu sein.

Gegenwärtig scheint noch offen zu sein, ob die von Davidson mitgeteilten Untersuchungsergebnisse systematisch in anderen Laboratorien reproduziert werden können. Der Misserfolg eines gründlichen Replikationsversuchs (Hagemann et al., 1998) ließ den maßgeblichen Einfluss unterschiedlicher Datenerhebungsmethoden und Auswertungsverfahren, unterschiedlicher Stimulationsverfahren, Expositionsdauer, usw. erkennen. Vielleicht handelt es sich nur um eine sehr spezielle Konstellation, die keine Generalisierungen gestattet. Auch in dieser Hinsicht erinnert die Forschungssituation fatal an die fünfziger Jahre und Eysenck, d.h. ohne

adäquate Standardisierung der essentiellen Untersuchungs-, Kontext- und Prüfbedingungen.

Stemmlers (2002) Bausteine einer biobehavioralen Persönlichkeits- und Emotionstheorie sind konzeptuell und methodologisch weiter entwickelt. Das Arbeitsmodell verknüpft Stemmlers Komponentenmodell somatoviszeraler Emotionsspezifität und die Forderung nach strukturierter multivariater Messung in der Neuro-Psychophysiologie mit den Konzepten von Davidson hinsichtlich der Lateralisierung und mit dem Konzept Grays hinsichtlich der drei motivationalen Systeme BIS, BAS und FFFS (siehe oben). Dieses Konzept ermöglicht Vorhersagen hinsichtlich einer Hemisphären-Lateralisierung: Je stärker die BAS- und FFFS-Aktivierung werden, desto mehr müsste sich die linksfrontale relative Aktivierung im Alpha-Band ausprägen. Je stärker die BIS-Aktivierung bei gleichzeitiger Aktivierung der anderen beiden Systeme, desto mehr die rechtsfrontale Aktivierung. Maßgeblich sind demnach nicht die positive oder negative Valenz des emotionalen Prozesses, sondern die emotional-motivationalen Verhaltenstendenzen. Stemmlers Arbeitsmodell gestattet noch weitere Vorhersagen und ist offen für die Integration weiterer Bausteine – etwa im Sinne von Panksepps (2000) Taxonomie von sieben neurophysiologisch distinkten Basisemotionen. Stemmler elaborierte drei Belohnungs-motivierte und fünf Nichtbestrafungs-motivierte Systeme von Basisemotionen.

Ein multivariates psychophysiologisches Experiment erbrachte erste empirische Hinweise für diesen Ansatz. Zwischen Personen wurden die zwei Emotionsinduktionen (Furcht und Ärger) sowie die zwei Motive (Annäherung und Vermeidung) unabhängig voneinander variiert. Bei höherer negativer Valenz traten größere Effekte hinsichtlich linksfrontaler Aktivierung auf, aber nur bei Vermeidung, während bei Annäherungsmotivation eine relativ stärkere rechtsfrontale Aktivierung beobachtet wurde (Wacker, Heldmann & Stemmler, 2003).

#### **8.5.4 Neuropsychologie der Persönlichkeitseigenschaften**

Wenn nach dem neuronalen Substrat von Persönlichkeitseigenschaften gefragt wird, ist es unvermeidlich, dass diese globale Frage entschieden eingeschränkt werden muss. Mit Gray (1983) ist zu fragen: Wo soll gesucht werden? Eine realistische Suchstrategie wird sich auf einige wenige Persönlichkeitseigenschaften beziehen, die relativ überdauernde Disposi-

tionen sind, die im Sinne der Temperamenteigenschaften möglichst geringe soziokulturelle Varianzanteile haben und einen plausiblen Bezug zu biobehavioralen Aspekten der interindividuellen Unterschiede aufweisen. In dieser Hinsicht wären Eysencks Konzepte von N und E eine gute Wahl gewesen. Allerdings hat sich die psychologische Methodik dann zunehmend auf die Selbstbeurteilungen in Fragebogen eingeengt, statt vor allem behaviorale Indizes zu suchen.

Aus persönlichkeits-theoretischer Sicht stellt sich die Frage, inwieweit die in der Neuropsychologie weithin verwendeten Maße der "emotionalen Expressivität", d.h. (1) Selbstberichte über emotionalen Ausdruck, (2) absichtlich gestellter mimischer Ausdruck (emotional encoding ability) und (3) spontaner mimischer Ausdruck, z.B. beim Betrachten eines Films, mit den Persönlichkeitsdimensionen Emotionalität (Neurotizismus) und Extraversion übereinstimmen. Die neuere Metaanalyse von Riggio und Riggio (2002) ergab 34 Effektgrößen hinsichtlich Extraversion und 26 Effektgrößen hinsichtlich Emotionalität. Maße aus Selbstberichten erzielten andere Effekte als objektive Verhaltensbeobachtungen. Die drei genannten Methodentypen waren mit der Skala Extraversion positiv und signifikant, aber nur geringfügig korreliert (.39, .22 und .18), dagegen waren mit der Skala Emotionalität die Selbstberichte unkorreliert (–.01), und die beiden Verhaltensbeobachtungen der emotionalen Expressivität *negativ*, zwar signifikant, aber minimal korreliert (–.13 bzw. –.10). Hier sind offenbar wesentliche Annahmen der Konstruktvalidität nicht erfüllt.

### **PET- und fMRI-Studien zu E und N**

In neuerer Zeit wurden seltener vom EEG, sondern eher von der bildgebenden Methodik weiterführende Aufschlüsse über "Gehirn und Persönlichkeit", d.h. über die neuronalen Grundlagen von individuellen Differenzen erwartet. Die explorativen Studien werden jedoch nicht zu einer neuen Phrenologie führen können, auch wenn es zur Zeit sehr populär sein mag, solche Lokalisierungen zu behaupten. Angeblich sollen PET und fMRI bereits die Lokalisation von spezifischen Zentren der Religiosität, des reflektierenden Selbst u.a. erkennen lassen.

Wenn nach neuronalen Grundlagen basaler Persönlichkeitseigenschaften (analog zu den Basisemotionen) gesucht wird, dann wäre eine um-

schriebene Lokalisierung, z.B. im anterioren Frontalkortex, äußerst spekulativ. Weitaus wahrscheinlicher ist, dass multiple Strukturen und Transmittersysteme entlang der gesamten Neuraxis beteiligt sein werden. Die zentrale Regulation des Blutdrucks mit pressorisch wirkenden Reizpunkten und Arealen entlang der gesamten Neuraxis (siehe Abschnitt 8.5.1) kann hier vor zu einfachen Vorstellungen warnen. Es kann also bestenfalls darauf ankommen, *beteiligte* Strukturen zu entdecken, und unter diesen zunächst solche, deren Funktionen gegenwärtig noch vergleichsweise einfach zu erfassen sind. Diese Einschränkungen mögen wohl vielen Untersuchern bewusst sein, viele Publikationen enthalten jedoch voreilige Schlussfolgerungen und Übergeneralisierungen, bevor überhaupt reproduzierbare Sachverhalte bekannt sind. Diese Weise des Herangehens erinnert auch hier in vielen Zügen an die Begeisterung und die begrenzte Kritikfähigkeit hinsichtlich Eysencks Biologischer Basis der Persönlichkeit vor 50 Jahren.

Eine erste, noch explorative PET-Studie wurde von Haier, Sokolski, Katz und Buchsbaum (1987) vorgelegt. Die Autoren untersuchten, ob zwischen Extraversion und der Aktivität in kortikalen Arealen bzw. zwischen Emotionalität und limbischen Strukturen Beziehungen bestehen. An einer Studie über differentielle Pharmaka-Reaktionen bei generalisiertem Angstsyndrom nahmen 18 Patienten und 9 Kontrollpersonen teil. Ein Dauerreaktions-Test (Vigilanztest) verlangte die Detektion eines Zielreizes, und eine Kritik an unzureichender Leistung sollte das Angstniveau steigern. Die Varianz zwischen Personen in den PET-Ergebnissen war sehr ausgeprägt. Fragebogenwerte der Extraversion waren mit höherer Aktivität in frontalen Regionen und im Temporallappen sowie rechtsseitig im Putamen, Caudatum, Cingulum und Hippocampus korreliert. Dagegen zeigten sich zur Emotionalität nur sehr wenige Beziehungen, hauptsächlich in links-anterioren und posterioren Bereichen der Pons.

In ähnlicher Weise gab es in den folgenden Jahren weitere Studien mit PET- und fMRI-Technik, in der Regel mit sehr kleinen Personengruppen und hochselektiver Methodik der Stimulation, so dass die betreffende Klasse der stimulierten Funktionen ungewiss blieb. Ein aktuelles Beispiel gibt die fMRI-Studie von Canli et al. (2004). Hier wurde der NEO-Fragebogen verwendet, um die Persönlichkeitsdispositionen N und E zu erfassen, sowie der Stroop-Test, um aktuelle emotionale Reaktionen auszulösen. Die Aktivität im anterioren Cingulum variierte in Abhängigkeit

von der jeweiligen Kombination von Fragebogenwerten und Stroop-Bedingung. Die Autoren schlossen auf unterschiedliche Aktivierungssysteme statt die "double dissociation" eher auf Zufälligkeiten ihrer Daten von nur 12 Studenten zurückzuführen, wobei erfahrungsgemäss bereits der Wechsel von signifikanten zu nicht-signifikanten Effekten (und umgekehrt) durch einen einziger Ausreißer verursacht werden kann. Von ähnlich geringer Aussagekraft sind viele andere Publikationen, so dass sich kritische Fragen an die Reviewer und Herausgeber jener Zeitschriften aufdrängen.

### **EEG-Studien zu E und N**

Die Ergebnisse von EEG-Untersuchungen hinsichtlich der Dimensionen E und N wurde von Gale (1983) und Stelmack & Geen (1992) zusammengefasst. Ein Großteil der Untersuchungen müsse kritisiert werden, u.a. wegen problematischer Messung von Persönlichkeitsunterschieden und EEG, inadäquater Stichprobenerhebung und Auswertung, und Verwendung von Verfahren, die kaum mit der Theorie zu tun hätten (siehe Abschnitt 8.4).

Myrteks (1999) quantitative Metaanalyse hat hinsichtlich der Extraversion hauptsächlich zwei hypothesengerechte Ergebnisse ausgewiesen: ein niedrigeres EEG-Arousal (49 Effektgrößen mit  $N=1375$ ) und einen signifikanten schwachen Effekt in der geringeren P300-Amplitude (5 Effektgrößen,  $N = 157$ , dagegen bei visuellen Potentialen signifikant größer, und insignifikant für alle EKP zusammengefasst). Bemerkenswert ist aber, dass auch hinsichtlich der Emotionalität ein höheres EEG-Arousal (6 Effektgrößen,  $N = 281$ ) gefunden wurde.

Ein Beispiel für theorie-konforme Ergebnisse hinsichtlich der Amplitude von ereigniskorrelierten Potentialen veröffentlichten Brocke, Tasche und Beauducel (1997). Beim Vergleich von 10 Introvertierten und 8 Extravertierten (Kontrastgruppen von ursprünglich 131 Studenten) zeigten Introvertierte bei fehlender oder geringer Lärmbelastung während einer Vigilanzaufgabe größere Amplituden der P300-Komponente und eine geringere Amplitude bei stärkerer Belastung. Brocke, Tasche & Beauducel, 1996). Auch die Topographie des Ruhe-EEG regte kleinere Untersuchungen im Hinblick auf E und N an und lieferte weiterhin inkonsistente Ergebnisse, z. T. auch innerhalb eines Labors (z.B. Schmidtke & Heller, 2004). Jeder neue EEG-Parameter regt zu Korrelationsversuchen an, z.B. die Registrierung thalamokortikal-inhibitorischer Einflüsse auf den Hirn-

stamm mittels der 4- 10 Hz Komponenten in evozierten Potentialen (Robinson, 2001).

Die Prinzipien und methodischen Gütekriterien wie sie in der psychologischen Testmethodik und der Verhaltensmessung entwickelt wurden, einschließlich der genauen Standardisierung von Test und Testkontext, scheinen noch kaum rezipiert zu sein. Testmethodische Zweifel müssen sich einstellen, wenn z.B. der Index der frontalen Hirn-Asymmetrie (mittlere Power im Alpha-Band des Ruhe-EEG) über nur 5 Segmente von 60 Sekunden während einer einzigen Messphase (Jacobs & Snyder, 1996) definiert wird. Angesichts der Dynamik des Spontan-EEG und der individuellen Unterschiede in dieser Dynamik ist diese simple Operationalisierung bemerkenswert.

Eine neuere Übersicht über "Zentralnervensystem und Persönlichkeit" (Schulter & Neubauer, 2005) ist im Stil des narrativen Reviews angelegt, vermittelt also keine quantitativ-kritische Metaanalyse.

### **8.5.5 Psycho-Neuroendokrinologie**

Über Korrelationen zwischen neuroendokrinologischen und immunologischen Parametern mit Emotionen und Persönlichkeitseigenschaften existiert eine unübersehbare Anzahl von Untersuchungen. Abgesehen von der Kortisol- und Stress-Reaktion waren zeitweilig die Stockholmer Arbeiten über die Diskrimination von Angst und Ärger (Aggression) anhand der Adrenalin- bzw. Noradrenalin-Werte sehr bekannt geworden. Diese Befunde und weitergehende Annahmen konnten nicht bestätigt werden.

Im Rahmen ihrer Übersicht stellten Netter, Müller, Hennig und Rohrmann (1999) fest, dass für die psychoendokrinologische Forschung im Hinblick auf Persönlichkeitsmerkmale noch keine umfassende Metaanalyse publiziert worden ist; diese steht weiterhin aus, ebenso auch für die Neurotransmitter und das Immunsystem (Henning & Netter, 2005; Netter, 2005).

Eine spezielle Ausnahme bilden Dickerson und Kemeny (2004). Die Metaanalyse von 208 Laborstudien ergab neben vielen Inkonsistenzen auch, dass Aufgaben, die unkontrollierbare und sozial-bewertende Elemente enthielten, die größten Kortisol- und ACTH-Reaktionen und die am längsten andauernden Änderungen auslösten; die Metaanalyse widersprach der Annahme, dass alle Arten von "Stressoren" solche Reaktionen

verursachen. Für immunologische Arbeiten unternahmen Herbert und Cohen (1993) eine Metaanalyse von 38 Arbeiten. "Stress" führte zur Abnahme von immunologischen Markern. Stress hängt auch mit der Anzahl zirkulierender Leukozyten und Immunglobulin-Spiegel zusammen. Objektive Stressereignisse verursachten stärkere Veränderungen als subjektiv berichteter Stress. Interpersonale Ereignisse provozierten andere Immunantworten als nicht-soziale Ereignisse.

Immer wieder werden einzelne "positive" Befunde publiziert, ohne eine statistisch adäquate Basis oder systematische Replikationen. So berichtete Rammsayer (1998) differentielle Reaktionszeit-Effekte bei je 24 introvertierten und extravertierten Männern als das mesolimbisch-kortikale Dopamine D2 Rezeptorsystem pharmakologisch blockiert wurde. Er wertete diesen Befund als Hinweis auf ein Substrat der Persönlichkeitsdimension E.

Im Hinblick auf Zusammenhänge zwischen endokrinen Parametern, Emotionen und Persönlichkeitseigenschaften stehen, trotz Myrteks (1999) Vorbild, entsprechende Metaanalysen aus. Myrtek hatte nur für die Dimension Emotionalität vereinzelte Befunde berichten können: höhere N-Werte waren assoziiert mit niedrigeren Konzentrationen der Dopamin-beta-Hydroxylase (Synthese des Noradrenalins aus Dopamin) und höheren Konzentrationen von Kortisol im Plasma.

Die vielfältigen Methodenprobleme und Fallen dieser biochemischen Persönlichkeitsforschung wurden von Schneider-Janessen (1990) geschildert.

### **8.5.6 Evaluation**

In der neuropsychologischen Forschung über Emotionen und Persönlichkeitseigenschaften (Emotionalität, Extraversion) werden unterschiedliche Ansätze, deduktive, induktive und metaanalytische Strategien verfolgt. Die Prozessmodelle der Emotion (Irle & Peper, 1997; siehe auch Nieuwenhuys et al., 1991) geben zwar vielfältige Anregungen, wo sich relevante Strukturen befinden, doch sind hochselektive Messungen schwierig und Musteranalysen im Hinblick auf multiple Schleifensysteme oder Netzwerke, simultan und mit hoher zeitlicher Auflösung, noch kaum möglich. Bisher überwog das induktive Vorgehen, doch begegnen solche explorativen Untersuchungen vielen Methodenproblemen und verlangen

formale Metaanalysen zu Absicherung. Die methodische Qualität, d.h. die Variablen- und Konstruktvalidität der Maße, bleibt in Metaanalysen oft unberücksichtigt, da sie nicht einfach zu bewerten ist. Metaanalysen sind grundsätzlich nicht in der Lage typische Konfundierungen, die durch die komplexen zentralen Interaktionen systemisch und durch die Untersuchungsmethodik verursacht werden, aufzulösen.

Angesichts der umfangreichen Konzeptionen von Gray oder Stemmler stellt sich natürlich die Frage, in wieweit "single-marker-variable" Ansätze wie Zuckermans Konzept des noradrenergen Systems in limbischen Hirnstrukturen, Langs Parameter der Startle-Potenzierung (Schreckreflex) und Davidsons Alpha-Aktivitäts-Quotient der Lateralisierung die neuronalen Grundlagen von Emotionen und Persönlichkeitseigenschaften auch nur näherungsweise indizieren könnten. Beim gegenwärtigen Stand spricht viel dafür, dass hauptsächlich die Aktivität der tieferen limbischen und der paralimbischen Strukturen wie Amygdala, Cingulum, Globus pallidus, sowie der mediale präfrontaler Kortex von größtem Interesse sind. Angesichts der medullär-pontinen Netzwerke, der hypothalamisch-hypophysären Systeme mit der HPA-Achse und der Feinanalyse der Fasersysteme und Transmitter wird auch dies nur ein Übergangsstadium der Neurowissenschaften sein können. Zu den wünschenswerten Forschungsansätzen gehören fMRI-Studien, die systematisch auch Messungen von vegetativ-endokrinen und motorischen Reaktionen in die Analysen einbeziehen – im Sinne einer Neuro-Psychophysiologie (siehe u.a. Peper, 1997, 2005).

Gründliche Metaanalysen haben den Vorzug, den Blick – über die Inkonsistenzen hinaus – für die konzeptuellen und methodologischen Probleme zu schärfen. In der Regel münden deswegen Metaanalysen und Reviews in Aufzählungen methodischer Forderungen aus. Diese reichen von eher technischen oder auswertungsstrategischen Warnungen, u.a. hinsichtlich differentieller EMG- und EOG- Artefakte, Anforderungen an die Versuchspläne, Induktionsbedingungen und notwendige Kontrolle der Kontextbedingungen bis zur grundsätzlichen Variablen- und Konstruktvalidität (siehe u.a. Myrtek, 1999; Schneider-Janessen, 1990; Stemmler, 1998, 2005).

Der Grundsatz, der notwendigen unabhängigen und identischen Replikation der Ergebnisse in anderen Arbeitsgruppen scheint erst geringes Inte-

resse zu finden. Gerade bei den aus praktischen Gründen oft sehr kleinen Stichproben sind Replikationen zwischen Laboratorien unerlässlich. Dafür wäre aber eine vollständige Standardisierung der Methodik unerlässlich. Viele Beiträge zur neuropsychologischen Emotionsforschung vermitteln den Eindruck, dass noch viele der Erfahrungen und methodologischen Einsichten bevorstehen, die in der psychophysiologischen Forschung u.a. hinsichtlich Eysencks Postulaten gewonnen werden konnten.

Diese Untersuchungsergebnisse, Metaanalysen und kritischen Überlegungen lassen sich in der Schlussfolgerung zusammenfassen, dass die Neuropsychologie der Emotionen beträchtliche Fortschritte aufzuweisen hat, eine vergleichbare neurowissenschaftliche Fundierung bestimmter Persönlichkeits- (Temperaments-) Eigenschaften aber noch nicht behauptet werden kann.

## **8.6 Ambulantes Monitoring und Assessment**

### **8.6.1 Prinzipien und Untersuchungspläne**

Die Entwicklung des Freiburger Forschungsprogramms zu diesem neuen Arbeitsschwerpunkt und die Methodenentwicklung wurden im Kapitel 7 geschildert. Am Ende dieser Zusammenfassung und der Evaluation des Forschungsprogramms und nach der Diskussion der hoffnungsvollen Perspektiven der Neuropsychologie kehren die Überlegungen zum ambulanten Monitoring und Assessment zurück. Es ist zugleich ein Ausblick auf eine weiter auszugestaltende und produktive Arbeitsrichtung.

#### **Untersuchungspläne**

Ursprünglich war das ambulante Monitoring nicht mehr als eine Methode, um unter Alltagsbedingungen fortlaufend das EKG zu registrieren – ohne besonderen Untersuchungsplan. Solche "freien" Registrierungen sind eine Antithese zur experimentellen Laborforschung, denn Einzelfall-Studien dieser Art, dazu noch ohne Standardisierungen, erlauben keine Verallgemeinerungen. Allmählich bildeten sich jedoch innovative Strategien heraus, und es ist interessant zu sehen, wie in neueren Untersuchungen wieder Auswahlprinzipien und Kontrollen eingeführt wurden, ohne den An-

spruch auf größere ökologische Validität aufzugeben. So können unterschieden werden:

- *Freies Monitoring*: die Aufzeichnungen erfolgen kontinuierlich, als "Datenstrom", ohne Einflussnahme. Beispiele sind die kontinuierlichen Registrierungen des EKG (Speicher-EKG, sog. Holter-EKG) oder der körperlichen Bewegungsaktivität. Dieses Monitoring dient u.a. zur Überwachung von Risikopatienten.
- *Zeit- oder ereignis-abhängiges Monitoring*: für die Datenaufnahme werden bestimmte Abschnitte ausgewählt (Zeit- oder Ereignisstichproben), z.B. die in festgelegten Intervallen erfolgenden Messungen des Blutdrucks und die Selbstberichte über Aktivitäten, Befinden, usw. oder die selber initiierte Protokollierung von Symptomen, sobald diese auftreten.
- *Kontrolliertes Monitoring*: in das kontinuierliche Monitoring werden Abschnitte mit standardisierten oder halb-standardisierten Messungen so einbezogen, dass Referenzwerte für inter- und intra-individuelle Vergleiche gewonnen werden. Als Teil eines 24-Stunden-Monitoring könnte die Person spezifische Aufgaben erhalten, z.B. die Treppen in bestimmtem Tempo zu steigen, an einer Funktionsprüfung, an einem Aufmerksamkeits- oder Gedächtnis-Test oder einem Interview teilzunehmen. Ein setting-abhängiges Monitoring würde die Datenaufnahme auf bestimmte Bedingungen, z.B. am Arbeitsplatz oder bei Freizeitaktivitäten konzentrieren. Arbeitswissenschaftliche Untersuchungen der Belastungs-Beanspruchungs-Prozesse einschließlich der Restitutionsprozesse werden erst durch solche Assessmentstrategien die notwendige Validität gewinnen.
- *Feldexperiment*: das kontrollierte Monitoring kann versuchsplanerisch mit standardisierten Settings und mit randomisierter Zuweisung zu bestimmten Bedingungen zu einem "Feldexperiment" unter alltagsnahen Bedingungen ausgebaut werden. Die in vielen Fällen gegebene serielle Abhängigkeit der Daten kann die prägnante statistische Hypothesenprüfung erschweren, doch gibt es neben der Multi-Level-Analyse und Mixed-Model-Regressions-Analyse noch weitere Verfahren für

eine zufallskritische Auswertung experimenteller Pläne. Die höhere Variabilität unter Alltagsbedingungen, die nicht bloß durch Messfehler oder andere "unerwünschte" Varianz bedingt ist, sondern auch durch verschiedene Tätigkeiten, Settings und Anpassungen ("funktionelle Fluktuation") hat dazu angeregt, spezielle Arten der Reliabilitäts-, Stabilitäts- und Konsistenz-Analyse (zwischen und innerhalb Settings) zu entwickeln.

- *Interaktives Monitoring*: die Veränderung eines physiologischen Parameters kann verwendet werden, um den Untersuchten durch ein Signal aufzufordern, spezielle Ereignisse, Aktivitäten oder Symptome kontingent zu protokollieren. Das System, das aus einem Rekorder mit einem Analyzer besteht, kann programmiert sein, Fragen nach den aktuellen Bedingungen zu stellen, z.B. wenn eine emotional bedingter Herzfrequenzanstieg oder eine Senkung der ST-Strecke im EKG auftreten. Damit wurden verhaltenswissenschaftliche Prozessbeschreibungen und Kontingenzanalysen unter naturalistischen Bedingungen möglich.
- *Symptom-Monitoring und Selbst-Management*: Ein hand-held PC kann bei der diagnostischen Untersuchung zahlreicher Verhaltensstörungen, zur ereignisabhängigen Protokollierung wichtiger Informationen nützlich sein, außerdem zur Unterstützung bei der Überwachung und Selbst-Kontrolle chronischer Krankheiten, beim Training neuropsychologischer Funktionen, bei der Patienten-Edukation.

Die genannten Untersuchungspläne bieten ein weites Spektrum, das von einfachen deskriptiven Untersuchungen oder Feldexperimenten bis zu zufallskontrollierten Kontingenzanalysen im interaktiven Monitoring reichen. Innerhalb dieser Untersuchungspläne ist eine Vielzahl systematischer Assessmentstrategien im Hinblick auf Prozesse, Eigenschaftskonstrukte, auslösende Bedingungskonstellationen, Interaktionshypothesen usw. möglich (Stemmler, 1996, 2001).

Das wiederholt formulierte Plädoyer lautet, das ambulante Assessment nicht als Alternative zur Laborforschung, sondern als selbständige und unerlässliche Methodologie zu verstehen. Das ambulante Monitoring und Assessment haben sich schnell entwickelt, z.T. stärkere Kontrollen der

multiplen Effekte bzw. Absicherungen der internen Validität eingeführt. Hierbei entstanden u.a. das strukturierte und das interaktive Monitoring, die Methodik einer zuverlässigen Detektion von Bewegungsmustern und die Registrierung ambienter Parameter.

Demgegenüber sind neue Formen komplementärer Forschungsansätze, wie sie durch die bisherigen Labor-Feld-Vergleiche nahegelegt wurden, um die Generalisierbarkeit von laborgestützten Untersuchungsergebnissen zu klären, bisher kaum entstanden. Auch im Hinblick auf repräsentative (symmetrische) Designs für die Evaluationsforschung kann das ambulante Assessment beitragen (zur weiteren Diskussion siehe Fahrenberg & Myrtek, 2001a; Fahrenberg, 2005; Wittmann, 1987).

### **Varianzen und Effektstärken**

Eines der Motive des ambulanten Monitoring ergab sich aus der Frage nach hinreichenden Effektstärken und aus der Skepsis gegenüber den Untersuchungsbedingungen im Labor. Die alltagsnahen Untersuchungen vermitteln den Gesamteindruck, dass die psychophysiologisch und psychologisch besonders interessierenden Effekte nicht sehr viel größer sind, d.h. im Vergleich zu typischen Laborsituationen nicht etwa ein Vielfaches erreichen.

Aus verschiedenen Monitoring-Studien ist abzulesen, dass die durchschnittlichen phasischen Veränderungen von Blutdruck und Herzfrequenz kaum den Bereich von 10 mm Hg oder 8 Schlägen überschreiten und seltener in die Größenordnung von 20 mm Hg oder 15 Schlägen/ Minute übertreffen. Kasuistische Darstellungen unterliegen der Versuchung, besonders auffällige Verläufe mit großer Dynamik auszuwählen. Zweifellos gibt es eine Anzahl solcher Beispiele, mehrheitlich bzw. in den Mittelwerten sind die Effekte jedoch geringer. Ausnahmen bilden bestimmte Tätigkeiten am Arbeitsplatz oder in der Freizeit. Die Variabilität kardiovaskulärer Messwerte ist zwar im Alltag sehr viel größer, doch ist diese Varianz überwiegend durch die Bewegungsaktivität verursacht. Deren Kontrolle bzw. kontinuierliche Messung war deswegen ein wesentlicher Entwicklungsschritt der Methodik.

Auch die Mittelwerte und Item-Varianzen in den Selbsteinstufungen scheinen nicht entscheidend größer zu sein als im Labor. Im subjektiven Alltagserleben deutlich abgehobene, emotionale Episoden sind selten, d.h. nach den Erfahrungen aus den verschiedenen Untersuchungen seltener als

einmal am Tag. Wahrscheinlich erwarten viele Psychologen eine viel höhere Inzidenz – vielleicht weil ein klinisch-psychologisches Bezugssystem besteht oder weil rückblickende Akzentuierungen im Sinne des beschriebenen Retrospektionseffektes dies nahe legen. Vielleicht hängt der populäre Erfolg des Wortes "Stress" im Unterschied zum Benennen einer bestimmten Emotion wie Ärger, Furcht, Langeweile, auch damit zusammen, dass dieser unspezifische Zustand als diffuses Unwohlsein unter alltäglichem Zeitdruck bei weitem vorherrscht – wenn es um das negative Befinden geht. Generell überwiegen jedoch, wie Monitoring-Studien zeigen, die positive Befindlichkeit und die relative Zufriedenheit.

### **Realitätsnähere Informationen durch ambulant Monitoring und Assessment**

Margraf (1990) hatte sein Review über den Stand der Forschung zusammengefasst: "These findings contrast sharply with the current view of the intense and dramatic nature of panic attacks. In spite of some methodological problems it is argued that ambulatory monitoring yields a more realistic picture of the physiological changes that correspond to panic attacks." (p. 321).

Das psychologische und das psychophysiologische Monitoring eröffnen neue Fenster für die Prozessforschung. Eine vertiefende Symptom-Kontext-Analyse und eine alltagsnahe Kontingenzanalyse von psychologischen Symptomen und physiologischen Funktionsstörungen wären mit dieser Methodik hervorragend zu verwirklichen. Der Wunsch nach höherer ökologischer Validität der Befunde spricht für die routinemäßige Verwendung des ambulanten Monitoring wo immer möglich. Alltagsnahe Psychologie und ökologische Validität sind wichtige Ziele, und die computer-unterstützte Methodik kann mit innovativen Strategien wesentlich dazu beitragen. Hand-held PC und kleine Datenrekorder für physiologische Messungen ermöglichen neue Forschungsansätze und praktische Anwendungen. Sind nicht auch Verhaltensprobleme viel überzeugender dort zu untersuchen, wo sie entstanden sind: im Alltag?

### **Labor-Feld-Vergleiche und ambulant Monitoring**

Eine interessante Kombination bilden die Labor-Feld-Vergleiche mit der Frage, inwieweit die Ergebnisse von Laboruntersuchungen, Tests, Funktionsprüfungen, usw. die Messwerte unter Alltagsbedingungen vorhersagen

können. Für klinisch-chemische Laborwerte und viele physiologische Funktionen wird dies kaum in Frage gestellt. Je mehr aber der individuelle Tageslauf und psychosoziale Einflüsse eine Rolle spielen, desto unsicherer wird die Vorhersage von Verhaltensunterschieden, aber auch von Kreislaufreaktionen, Bewegungsverhalten, usw.

In der Psychophysiologie waren die meisten Labor-Feld-Vergleiche der Frage gewidmet, inwieweit die im Labor bei bestimmten Aufgaben gemessenen Blutdruckreaktionen die alltägliche Blutdruckreaktivität vorhersagen können. In diesen Studien wird die externe Validität des Prädiktors (z. B. der Laboraufgabe "Konzentrations-Test bei störendem Lärm") geprüft und dem Begriff der ökologischen Validität eine – partielle – empirisch-statistische Interpretation gegeben. In solchen Regressionsanalysen interessieren sowohl die Größenordnung der insgesamt vorhersagbaren Varianzanteile als auch die inkrementellen Beiträge der einzelnen Prädiktoren. Diese empirische Prüfung der Vorhersageleistung kann auch als Generalisierbarkeits-Studie angelegt werden. Die Methodenstudien legten insgesamt die Schlussfolgerung nahe, sich nach Möglichkeit von vorn herein auf Kriterienmessungen unter Alltagsbedingungen einzustellen – wie dies ja im verbreiteten ambulanten Blutdruck-Monitoring der Fall ist.

"Significant relationships exist between scores from corresponding conditions of relaxation, anticipation, and performance of physical exercise. However, with the exception of heart rate, correlation coefficients are rather small and seem to be of questionable predictive validity. A generalizability study further supports the general conclusion: To increase the practical relevance in psychological investigations of stress/strain phenomena, such studies should directly assess individual differences in the criterion situations themselves." (*Fahrenberg, Foerster, Schneider, Müller & Myrtek, 1986, S. 323*).

Die Labor-Feld-Vergleiche waren jedoch wie sich zeigte, nicht durchweg so anschaulich zu beantworten wie hinsichtlich des medizinischen 24-Stunden-Blutdruck-Monitoring angesichts der "Office Hypertension". Geringe Generalisierbarkeit könnte auch durch geringe Wiederholbarkeit, d.h. geringe Stabilität wegen Messfehlern oder Inkonsistenz wegen unterschiedlicher situativer Bedingungen, zustande kommen. Vor allem wird es in vielen Bereichen kein gleichermaßen überzeugendes, externes Validitätskriterium geben wie die Anzahl der zutreffend richtig klassifizierten Hypertoniker. Der Grad der externen Validität und der Ent-

scheidungsnutzen sind also nicht ohne weiteres festzustellen, sondern verlangen Differenzierungen und Konventionen.

### **Akzeptanz aus Sicht der Untersuchten und methodenbedingte Reaktivität**

Viele Publikationen sprechen von einer hohen Akzeptanz der Monitoring-Methodik, von wenigen individuellen Ausnahmen abgesehen. Im medizinischen Bereich ist dies, z.B. beim Monitoring von EKG oder Blutdruck nicht verwunderlich, doch wurde auch beim psychologischen Monitoring und auch bei Gesunden weithin eine befriedigende Akzeptanz beobachtet (zusammenfassende Diskussion, siehe Fahrenberg et al., 2002). Inzwischen gibt es mehrere auch über viele Tage ausgedehnte Monitoring-Studien, u.a. hinsichtlich des Blutdrucks, der Herzfrequenz oder der Variabilität des Befindens in großen Stichproben. In einigen Untersuchungen wurden die Akzeptanz und die mögliche methodenbedingte Reaktivität erkundet, teils durch Interviews und Fragebogen, teils durch spezielle Analysen der physiologischen Daten. Die Frage der methodenbedingten Reaktivität, d.h. einer Beeinflussung des untersuchten Verhaltens durch das Monitoring, kann nur hinsichtlich jeder speziellen Methodik bewertet und mit den Nebeneffekten, die jedes Assessment und jede Laboraufgabe haben werden, verglichen werden. Das Monitoring findet bei Probanden und Patienten in der Regel hohe Akzeptanz, paradoxer Weise eine größere Akzeptanz als bei der Mehrzahl der Psychologen und Psychophysiologen.

### **Geringe Akzeptanz des ambulanten Assessment in der Fachwelt**

Das Beispiel der sehr verbreiteten Fehldiagnosen aufgrund der irreführenden Praxishypertonie bzw. der maskierten Hypertonie ist instruktiv (siehe Abschnitt 7.1). Das 24-Stunden-Monitoring hat eine unmittelbar überzeugende Gültigkeit, weil es die Blutdruckreaktivität im Alltag abbildet, um die es in der Diagnostik und bei der Einstellung der Medikation geht. Das Ambulante Blutdruck-Monitoring ABM hat deswegen eine stürmische Entwicklung genommen (siehe Middecke et al., 1992; Pickering, 1991). In der Medizin ist das Monitoring inzwischen in mehreren Bereichen eine unentbehrliche Routinemethode.

In der Psychologie blieb diese neue Methodologie demgegenüber, trotz der Vertrautheit mit computer-unterstützter Methodik, bisher ein Randphänomen. Es scheinen große Hemmnisse zu bestehen, diese innova-

tive Methodenentwicklung zu nutzen. Auch in den neueren Lehrbüchern über Diagnostik und Assessment, über Compliance, Selbstmanagement und Selbstmonitoring, über Verhaltenstherapie oder Tagebuchforschung wurde diese – methodisch und auch technisch vor allem in Ländern Mitteleuropas entwickelte – Methodologie noch kaum rezipiert.

Diese Selbstbeschränkung könnte etwas mit fixierten wissenschaftsmethodischen Überzeugungen zu tun haben. *Psychologische Feldforschung* ist das Stichwort für eine lange und oft kontrovers geführte Diskussion über eine Grundfrage der Methodologie wissenschaftlicher Psychologie. Die Experimentelle Psychologie ist traditionell an Untersuchungsverfahren gebunden, die nur unter Laborbedingungen, d. h. stationär und mit starken Restriktionen und Kontrollen, anwendbar sind. Im Gegensatz dazu besteht seit langem die Forderung, laborexperimentelle Befunde auf ihre Verallgemeinerbarkeit unter Nicht-Laborbedingungen, d. h. auf die externe Validität unter alltäglichen (natürlichen, "in vivo") Bedingungen, zu prüfen. Diese ökologische Perspektive kann in ihrer Konsequenz zu der Überzeugung führen, dass die Forschung ihren Ausgang unter naturalistischen Bedingungen nehmen müsse und erst sekundär zur Laborforschung und Prüfung spezieller Erklärungshypothesen fortschreiten solle.

Die Grenzen der Methodik werden zwar deutlich, wenn sich bei einzelnen Personen eine methodenbedingte Reaktivität zeigt oder wenn unter Feldbedingungen multiple Effekte auftreten. Andererseits liegen die Vorzüge gerade in der relativen Lebensnähe der Datenerhebung sowie in der zeitlich genauen Registrierung und in der vom PC geforderten Compliance.

Aus Sicht der Experimentalpsychologie werden die skizzierten Vorzüge der Feldforschung vielleicht nicht überzeugen können, weil die sich im Alltag überlagernden multiplen Einflüsse keine prägnante Hypothesenprüfung zulassen. Aus dieser Sicht können die Gefährdungen der internen Validität nicht durch die Vorzüge der externen Validität kompensiert werden. Grundlegende Sachverhalte müssten im Labor unter möglichst guter Bedingungskontrolle gesichert werden.

Auch andere Strömungen der Psychologie scheinen dieser alltagsnahen und damit auch stärker verhaltensbezogenen Psychologie kaum etwas abgewinnen zu können. Wer interpretative Verfahren ("qualitative Methoden") für den psychologisch wesentlichen Zugang und die phänome-

nal-subjektiven und verbalisierten Repräsentationen für hinreichend valide hält oder wer die interne Informationsverarbeitung ("kognitive Psychologie") als eine weithin ausreichende Basis ansieht, wird sich für die direkte Beobachtung des Alltagsverhalten kaum interessieren.

### **Verhaltensbezug**

Wenn hier die verhaltenswissenschaftliche Perspektive betont wird, geschieht dies auch unter dem Eindruck, dass die Verhaltensanalyse in der differentiellen Psychologie und Persönlichkeitsforschung, aber auch in der Klinischen Psychologie und in anderen Bereichen, heute eine geringere Rolle spielt als vor zwanzig oder dreißig Jahren. Die methodischen und konzeptuellen Schwierigkeiten der Verhaltensanalyse, z.B. nach Skinners Konzepten, sind nicht zu übersehen. Doch die heute überwältigende Dominanz der Fragebogen- und Interview-Methoden in der Psychologie und die verbreitete Zufriedenheit mit dieser Methodik waren nicht zu erwarten.

In der Diskussion um Eysencks Persönlichkeitstheorie wurde rückblickend festgestellt, dass die zunehmende Reduktion des psychologischen Assessment auf Persönlichkeits-Fragebogen in eine – für die Psychophysiologie dieser Eigenschaftskonstrukte – unergiebigere Richtung geführt hat. Die in den 80er Jahren verbreitete Bewegung des "Behavioral Assessment" hat sich nicht so durchgesetzt wie viele erwartet hatten, zu offensichtlich waren die theoretisch und diagnostisch-praktisch kaum zu integrierenden Kovariationsprobleme im Sinne der "Response Fractionation". Die weitaus höhere Konsistenz und Vertrautheit der Selbstberichte und Fragebogen hatten viel für sich.

### **8.6.2 Anwendungsperspektiven**

In der Psychologie ist das computer-gestützte psychologische und das psychophysiologische Monitoring seit mehr als 20 Jahren eingeführt (Roth et al. 1976; Pawlik & Buse, 1982; Taylor et al., 1982; Fahrenberg et al., 1984; Myrtek et al., 1988; Perrez & Reicherts, 1989; eine Übersicht über die Anfänge siehe Fahrenberg 2001a).

## **Differentielle Psychologie**

Die systematische Anwendung von programmierbaren hand-held PC zur Protokollierung von Selbstberichten unter naturalistischen Bedingungen wurde von Pawlik und Buse (1982) eingeleitet. Das computergestützte Testsystem AMBU zum ambulanten Monitoring und zur Leistungsdiagnostik im Alltag, beruht heute auf umfangreichen Software-Entwicklungen, die Tests zur Aufmerksamkeit und kognitiven Leistung umfassen, u. a. Prüfungen der phasischen und der kontinuierlichen Aufmerksamkeit, Wahrnehmungsgeschwindigkeit, Kurzzeitgedächtnis, Wortflüssigkeit und räumliche Beziehungen, wobei die Testdauer zwischen 1 bis 2 Minuten beträgt. Außer diesen Modulen gibt es mehrere Listen von Items: zur Beschreibung von Tätigkeiten, Stimmungen, körperlichen Beschwerden, Aufenthaltsorten, Anwesenheit anderer Personen, Körperhaltung, äußeren Störquellen.

Diese Projekte entstanden unter der ökologischen Perspektive der Psychologie und im Zusammenhang mit der Interaktionismus-Kontroverse und der Mischel-Epstein-Kontroverse in der Persönlichkeitsforschung. Diese Kontroversen beschäftigen die Persönlichkeitspsychologie bis heute, allerdings wurden fast ausschließlich Fragebogenverfahren verwendet, d.h. nur das vorgestellte Verhalten in vorgestellten Situationen erkundet, statt tatsächlich alltagsnahe Daten heranzuziehen.

Ein hand-held PC ist hier die Methode der Wahl, um die Variabilität von Befinden, von Verhaltensmerkmalen und von Testleistungen zu beschreiben. Zwischen den einzelnen Variablen und zwischen den Variablenbereichen ergaben sich wichtige Unterschiede hinsichtlich der Stabilität bzw. Veränderlichkeit über Tage sowie der Konsistenz über Settings und der Konsistenz über Situationen. Die verschiedenen Komponenten der beobachteten Varianzen wurden nach einem State-Trait-Modell zerlegt. Bei den psychometrischen Tests kann zwischen den Varianz-Komponenten unterschieden werden, die auf Übung, auf Zustandsänderung und auf Messfehler zurückzuführen sind. Die differentielle Psychologie hat hiermit erstmals eine breite empirische Basis im Alltag, d. h. außerhalb des Labors und jenseits der psychologischen Testsituationen und Fragebogen erhalten (Pawlik, 1988, 1996; Pawlik & Buse, 1996).

Erwähnenswert sind u.a. die grundlegenden Arbeiten zur computerunterstützten Diagnostik von psychischen Stressreaktionen bzw. Bewältigungsversuchen und zur familiären Interaktion (Perrez, 1994; Perrez &

Reichert, 1989; Wilhelm, 2004). Wenn an dem Monitoring gleichzeitig mehrere Familienmitglieder teilnehmen, eröffnet sich ein neuer Zugang zur alltagsnahen Analyse des sozialen Coping in Familien. Auf welche Weise versucht eine Person, in belastenden Episoden den "Stress" zu reduzieren, inwieweit hängt dies von den Kausalattributionen ab und welche funktionalen und dysfunktionalen Reaktionen der Familienmitglieder sind zu erkennen?

In der Differentiellen und Klinischen Psychologie sind inzwischen viele Untersuchungen mit psychologischen Assessmentstrategien unternommen worden (siehe Beiträge und Reviews von Buse & Pawlik, 2001; Pawlik, 1988, Pawlik & Buse, 1996; Baumann, Thiele & Laireiter, 2003; Bolger et al., 2003; Hufford et al., 2001; Perrez, 1994; Stone & Shiffman, 1994; Suls & Martin, 1993; P. Wilhelm & Perrez, 2001).

### **Klinische Psychologie**

Das Monitoring hat die breiteste Anwendung in der psychophysiologischen Blutdruckforschung und in den umfangreichen Untersuchungen mit interaktivem Monitoring zur additional heart rate erreicht, zeitweilig auch bei der Untersuchung und Therapieevaluation von Angststörungen (Alpers, Wilhelm & Roth, 2005; Margraf, 1990; Vögele, 2001; F. Wilhelm & Roth, 1996; siehe Fahrenberg, 2000). Es liegt nahe, auch andere psychophysiologisch orientierte, ätiologische und diagnostische Konzepte psychopathologischer Syndrome (B. Rockstroh, 2001) mit der Methodik des ambulanten Monitoring und Assessment genauer zu untersuchen.

Das ambulante Monitoring hat eine potentiell hohe Bedeutung für die Diagnostik und Therapiekontrolle, da über 24-Stunden oder ggf. auch Tage und Wochen wesentliche Informationen über den Patienten unter Alltagsbedingungen zu gewinnen sind. Die Vorzüge liegen in der relativen Lebensnähe der Datenerhebung sowie in der zeitlich genauen Registrierung und in der vom PC geforderten Compliance. Außerdem kann die retrospektive Verzerrung von Selbstbeurteilungen weitgehend vermieden werden: Im Rückblick wird ein Tag als anstrengender und unangenehmer bewertet und das Befinden als bedrückter, nervöser und körperlich gestörter bezeichnet als aus dem Mittelwert der im Tageslauf wiederholt gegebenen Einstufungen zu erwarten ist. Dieser gut replizierte, negative Retrospektionseffekt ist ein methodisch und praktisch wichtiger Befund,

denn gewöhnlich werden ja solche retrospektiv verzerrten Interview- und Fragebogen-Daten für die Prozess- und Wirkungsforschung verwendet.

Das *psychologische* Monitoring ist in der Schmerzforschung und bei der Überwachung von Schmerzpatienten relativ weit verbreitet. Computer-Programme eignen sich u.U. als Komponenten eines verhaltenstherapeutischen Programms wie eine Serie von Pilotstudien zeigte: beim Selbst-Management von Übergewicht, Hypoglykämie bei insulinabhängigem Diabetes mellitus, bei Asthma-Patienten und in der Therapie bestimmter Angststörungen. So gibt es erste Anwendungsversuche als Komponenten verhaltenstherapeutischer Programme bzw. beim Selbst-Management medizinischer und behavioraler Symptome (Ebner, 2004; Kubiak, 2003; Leopold & Schandry, 2001; Newman, Consoli & Taylor, 1999; Newman et al., 1996; zur Übersicht siehe Fahrenberg, 2003a; Fahrenberg et al., 2002). In wie weit sich neue Strategien des Monitoring in der Telemedizin verbreiten und bewähren werden, ist noch kaum abzusehen (Aoki et al., 2003; Leopold, 2001).

Für das computer-unterstützte Monitoring sind noch vielfältige, aber bisher kaum erprobte Anwendungen, in nahezu allen Bereichen der Psychologie und Medizin denkbar, u.a. in der Gesundheitspsychologie und Verhaltensmedizin sowie beim Selbstmanagement chronischer Krankheiten. Die neueren Übersichten über dieses Gebiet wurden bereits genannt (Fahrenberg & Myrtek, 1996; 2001a; 2001b; Fahrenberg, Leonhart & Foerster, 2002; Myrtek, 2004).

### **Arbeitswissenschaft**

Eigentlich naheliegend, wenn auch noch selten, sind die Anwendungen in der Arbeitswissenschaft. Es genügt sicher nicht, Belastung und Beanspruchung nur im Labor oder durch die üblichen Befragungen oder Tests vor und nach der Arbeitstätigkeit zu untersuchen. Nur im Feld, d.h. möglichst direkt am Arbeitsplatz, sind realistische Daten zu erheben, so dass Tätigkeiten bewertet, Arbeitsgestaltungsmaßnahmen geplant und außerdem individuelle Unterschiede der Beanspruchung, der Überforderung sowie der anschließenden Erholung gewonnen werden können (Myrtek, 2004; Rau, 1998, 2001, 2004; Rau & Triemer, 1999; siehe auch Boucsein, 1991; Fahrenberg & Wientjes, 2000).

## **Verfügbare Methodik**

Ambulantes Monitoring enthält noch weithin ungenutzte Möglichkeiten verhaltensnaher Forschungen und Anwendungen. Diese können sich natürlich auch allein auf das *psychologische* Assessment von Befindlichkeiten und Erlebnissen aus subjektiver Sicht beziehen wie es u.a. mit den Systemen AMBU, COMES, MONITOR, SONET bzw. mit dem Ecological Momentary Assessment EMA (oder früher mit den Beeper-Studien der Experience Sampling Method ESM) möglich ist. Grundsätzlich sind jedoch über Verhaltensberichte hinaus auch objektive Verhaltensmessungen, psychologische Tests (AMBU, MONITOR) und physiologische Messungen verschiedenster Funktionen möglich.

Die praktischen Anforderungen und die speziellen Methodenprobleme dürfen dabei nicht unterschätzt werden. So einfach die computer-gestützten Selbstberichte sind, so schwierig kann es werden, die dafür entwickelte Software auch mit der nächstfolgenden Gerätegeneration weiterzuverwenden. Das physiologische Monitoring ist, über EKG und Blutdruck hinaus, weiterhin eine anspruchsvolle Methodik. Es gibt jedoch zwei vollständig ausgearbeitete Hardware-Software-Systeme: das Freiburger Monitoring System FMS (Myrtek, Foerster & Brügger, 2001) für Vitaport-Varioport (Becker Meditec, Karlsruhe) und die lifeShirt-Methodik (LifeShirt<sup>TM</sup> System, vivomedic, Ventura, California; siehe Wilhelm, Roth & Sackner, 2003). Die medizintechnische Entwicklung wird noch zu kleineren und einfacheren Meßsystemen führen. Erwähnenswert sind außerdem das neue Cardiopres-2 System (TNO/TPD, Amsterdam, NL) und das Datenerfassungssystem für Beobachtungsdaten OBSERVER (Noldus, Wageningen, NL).

## **Neue Assessmentstrategien und Revisionen theoretischer Annahmen**

Zuvor wurden die neuen methodischen Möglichkeiten des ambulanten Assessment, auch im Vergleich zur dominierenden "Fragebogen-Psychologie", geschildert und die verhaltensnähere und empirisch umfassendere Methodologie hervorgehoben. Gerade dieser Kontrast begründet auch die optimistische Bewertung solcher innovativen Assessmentstrategien. Insbesondere die Prozessanalysen, die Kontingenzanalysen und die Überwachung sowie die individuelle Rückmeldung physiologischer Reaktionen haben einen methodischen Reiz.

Das ambulante Assessment wird auch in anderen Bereichen realitätsnähere Informationen liefern können und damit wahrscheinlich zu ähnlichen Widersprüchen bzw. Überraschungen für die Untersucher führen. Die Befunde werden weitere theoretische Differenzierungen der oft viel zu globalen Konzepte und praktische Konsequenzen verlangen. Die konvergierenden Ergebnisse psychophysiologischer Grundlagenforschung haben viele der traditionellen Annahmen als empirisch nicht haltbar erkennen lassen. Am Beispiel des theoretischen Konzepts der Angst zeigte sich, wie die fundamentale Annahme eines einheitlichen psychophysischen Eigenschaftskonstrukts durch die offensichtlichen Fraktionierungen zutiefst fragwürdig geworden ist.

Die Revisionen von theoretischen Positionen ergeben sich teils aus den Falsifikationen bestimmter Annahmen, teils aus den gründlicheren, empirischen Beschreibungen der interessierenden Prozesse:

- Selbstberichte über Emotionen und aktuellen "Stress" sind in ihrer Begrenzung und Einseitigkeit besser erkannt worden. Die weitgehende Unabhängigkeit von Emotionsberichten und kardiovaskulären Veränderungen verlangt die Revision der konventionellen Annahmen vieler Emotionstheorien.
- Die psychophysiologische Theorie der Emotionalität wurde auch beim ambulanten Assessment (wie in der vorausgegangenen Laborforschung) falsifiziert.
- Bei Patienten mit Herz-Kreislauf-Krankheiten und Angststörungen wurden wiederholt Null-Korrelationen zwischen objektiven Funktionsmessungen und den Selbstberichten über Befinden und Körperwahrnehmungen festgestellt.
- Die in der psychophysiologischen Hypertonieforschung verbreitete Annahme, dass sich Personen mit erhöhten Blutdruckwerten und Hypertoniker von den normotonen Personen in aktuellen Selbstberichten oder Persönlichkeitsmerkmalen unterscheiden, wurde zurückgewiesen.
- In rückblickenden Selbstbeurteilungen des Befindens, z.B. am Abend des Tages oder am Ende einer Woche, tritt ein negativer Retrospektionseffekt auf. Nicht nur hinsichtlich solcher Befunde sind die computer-unterstützten diagnostischen Verfahren generell zu verlässiger. Diese Methodik veranlasst zu einer hohen Compliance.

- Durch ambulantes Assessment sind Grundfragen der Differentiellen Psychologie empirisch wesentlich realistischer behandelt worden als bisher durch die Fragebogenmethodik, z.B. die Konsistenz und Stabilität von Merkmalen (über Settings und Situationen) wie in der Interaktionismus-Kontroverse.
- Das verallgemeinerte Kovariationsproblem (Response Fractionation) konnte systematischer als bisher beschrieben und hinsichtlich der praktisch-diagnostischen Konsequenzen bewertet werden.
- Die Untersuchungen im Alltag haben nachdrücklich die in vielen Fällen nur geringe Generalisierbarkeit der unter Laborbedingungen erfassten individuellen Differenzen gezeigt.
- Wenn Symptome und Beschwerden im Alltag erfasst werden, sind diagnostische und evaluative Beurteilungen zuverlässiger und das Selbst-Monitoring und Selbst-Management sind realistischer.
- Die Detektion von Körperposition und Bewegungsmustern (multiple kalibrierte Akzelerometrie) im Alltag ist ein wesentlicher Fortschritt des Behavioral Assessment.

In der Psychologie werden weitere theoretischen Positionen, die primär von Selbstbeurteilungen ausgehen und nicht durch das Alltagsverhalten empirisch begründet sind, wesentlich zu relativieren oder zu revidieren sein.

Das Monitoring unter Alltagsbedingungen kehrt auf eine innovative Weise zum Behavioral Assessment und zur (psychophysiologisch orientierten) Verhaltensanalyse unter naturalistischen Bedingungen zurück. Dabei bleiben die Selbstberichte über Befinden, Emotionen, Tätigkeiten, Ereignisse und Erleben der Alltagssituation nicht ausgeklammert. Sie bilden erst zusammen mit den objektiven Daten jene *Partituren der psychophysischen Prozesse*, die ein umfassendes Bild geben und Fehlschlüsse vermeiden helfen.

## **Publikationen der Forschungsgruppe Psychophysiologie Psychologisches Institut der Universität Freiburg i. Br.**

**(Gegründet aus Mitteln der Stiftung Volkswagenwerk 1970-1974; Projektleiter 1970 bis 2003  
Prof. Dr. phil. Jochen Fahrenberg und Prof. Dr. med. Michael Myrtek)**

Mit einigen Nachträgen 2011, siehe auch Homepage: <http://www.jochen-fahrenberg.de/>

- Aschenbrenner, E. (1999). Belastung und Beanspruchung bei Studentinnen im Alltag unter besonderer Berücksichtigung von Emotionen. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Baas, U., Jost, E. & Wilmers, F. (1994). Psychophysiologie der Hypotonie: 24-Stunden-Monitoring bei hypo- und normotonen Studierenden (Forschungsbericht Nr. 106). Freiburg i.Br.: Albert-Ludwigs-Universität, Psychologisches Institut.
- Becker, H. U. (1992a). Psychophysiologisches 24-Stunden-Monitoring bei essentiellen Hypertonikern. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Becker, H.-U. (1992b). Die Orthostase-Reaktion: Gruppierung und Parametrisierung individueller Reaktionsverläufe (Forschungsbericht Nr. 86). Freiburg: Universität, Psychologisches Institut.
- Becker, H.U., Käppler, C., Franck, M. & Herrmann, J.M. (1994). Niedrigere Profilmittelwerte des ambulanten Blutdruck-Monitoring bei unmittelbar wiederholter 24-Stunden-Messung lassen sich als Gewöhnungseffekt interpretieren. *Nieren- und Hochdruckkrankheiten*, 23, 58-62.
- Bleckwel, J. (1978). Inhaltsanalytische Auswertung freier Zustandsschilderungen im Aktivierungsexperiment. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Broda, M. (1979). Sprechweise und Aktivierung. Eine methodische Untersuchung zur psychophysiologischen Bedeutung paraverbaler Kennwerte in einer freien Redesituation. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Brodner, G. (1983). Beiträge zur Prognose des Rehabilitationserfolges bei "jugendlichen Herzinfarktpatienten". Multivariate Analyse psychophysiologischer Befunde. Phil. Diss., Universität Freiburg i.Br. München: Minerva.
- Brügner, G. (1998). MONITOR: Ein flexibles Programm zur Datenerhebung mittels Pocket-PC. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 19, 145-147.
- Brunnabend, A. (1984). Krankheitsverhalten. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Bussmann, J.B.J., Ebner-Priemer, U.W. & Fahrenberg, J. (2009). Ambulatory behavior monitoring: Progress in measurement of activity, posture, and specific motion patterns in daily life. *European Psychologist*, 14, 142-152.
- Cadalbert, B. (1997). Die Psychophysiologie des niedrigen Blutdrucks: Kreislaufregulation, Lebensgewohnheiten und Beschwerden. Frankfurt/M.: P. Lang (Phil. Diss., Universität Freiburg i. Br., 1995).
- Darsow, H. (1991). Zur Psychophysiologie der labilen Blutdruckregulation in Ruhe, bei Orthostase- und Ergometerbelastung. Unveröff. Med. Diss., Universität Freiburg i. Br.
- Delius, L. (1966). Psychovegetative Syndrome. Stuttgart: Thieme (von J. Fahrenberg 3 Kapitel und Mitarbeit an der Gesamtkonzeption).
- Delius, L. & Fahrenberg, J. (1963). Ein kritischer Beitrag zur Psychosomatik der essentiellen Hypertonie. *Medizinische Klinik*, 58, 1102-1107.
- Delius, L., Kottek, K. & Fahrenberg, J. (1968). Eine faktorenanalytische Untersuchung psychophysischer Korrelate. *Archiv für die Psychologie*, 120, 54-73.
- Deutschmann-Janicke, E. (1991). Psychophysiologische Untersuchungen zur Belastung und Beanspruchung bei Fahrdienstleitern, Lokomotivführern und Busfahrern. Teil I. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Dieterle, W. (1989). Psychophysiologische Reaktionsmuster bei Erfolg und Mißerfolg. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Dieterle, W. (2004). Psychophysiologische Untersuchungen zum Placeboeffekt. Frankfurt a.M.: P. Lang.
- Dornscheidt, G. (1972). Beschreibung und Skalierung des subjektiven Befindens. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.

- Droste, C. (1977). Eine psychophysiologische Analyse des Schmerzes bei koronaren Herzerkrankungen. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Droste, C. (1983). Schmerz bei koronarer Herzerkrankung. Eine Literaturübersicht und psychophysiologische Untersuchung an symptomatischen und asymptomatischen Patienten mit Myokardischämie. Phil. Diss., Universität Freiburg i.Br. München: Minerva.
- Ebner, U. (2004). Ambulantes psychophysiologisches Monitoring in der psychiatrischen Forschung. Frankfurt a.M.: P. Lang.
- Ewert, U. (1990). Die Habituation der Orientierungsreaktion bei normotonen und blutdruckreaktiven Personen. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Fahrenberg, J. (1964). Objektive Tests zur Messung der Persönlichkeit. In: Heiß, R. (Hg.): Psychologische Diagnostik. Handbuch der Psychologie Band 6 S. 488-532). Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J. (1965a). Ein itemanalysierter Fragebogen funktionell-körperlicher Beschwerden. Diagnostica, 11, 141-153.
- Fahrenberg, J. (1965b). Multivariable experimentelle Untersuchungen psychovegetativer Zusammenhänge. In: H. Heckhausen (Hg.) Bericht über den 24. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Wien (S. 260-264). Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J. (1965c). Zur Frage einer differentiellen Physiologie der Affekte. Psychologische Forschung, 28, 422-438.
- Fahrenberg, J. (1966). Eine statistische Analyse funktioneller Beschwerden. Zeitschrift für psychosomatische Medizin, 12, 78-85.
- Fahrenberg, J. (1967). Psychophysiologische Persönlichkeitsforschung. Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J. (1968). Aufgaben und Methoden der psychologischen Verlaufsanalyse (Zeitreihenanalyse). In: K.J. Groffmann & K.H. Wewetzer (Hrsg.). Person als Prozeß. Festschrift Prof. Dr. R. Heiß zum 65. Geburtstag (S. 41-82). Bern: Huber.
- Fahrenberg, J. (1969a). Individuelle Unterschiede. In: W. Schönplflug (Hg.) Methoden der Aktivierungsforschung (S. 95-121). Bern: Huber.
- Fahrenberg, J. (1969b). Körperlich-funktionelle Beschwerden und Persönlichkeitsmerkmale. Nervenarzt, 40, 111-116.
- Fahrenberg, J. (1971). Empirische Persönlichkeitsforschung mit Blick auf die psychosomatische Krankheit. In: D. Langen, Zweites Mainzer Symposion über Hypnose und Autogenes Training (S. 83-93). Stuttgart: Hippokrates.
- Fahrenberg, J. (1972/2002). Psychophysiologische Methodik. Tagung vom 1. – 3. Juni 1972 in Freiburg. Protokolle, Ausschnitte der Diskussion (Audio), Teilnehmerliste, Fotoalbum der DGPA. CD. Freiburg i. Br.: Forschungsgruppe Psychophysiologie.
- Fahrenberg, J. (1973). Zur psychischen Belastbarkeit des chronisch Herzkranken. Diagnostische Probleme und Aufgabenstellungen. In H. Roskamm & H. Reindell (Hrsg.), Das chronisch kranke Herz (pp. 551-555). Stuttgart: Schattauer.
- Fahrenberg, J. (1974a). Erfahrungen mit psychophysiologischen Zeitreihenstudien. In L. Eckensberger & U. Eckensberger (Hrsg.), Bericht über den 28. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Saarbrücken 1972. Band 4 (pp. 3-8). Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J. (1974b). Erfassung psychologischer und physiologischer Parameter bei Langzeitbeobachtungen. Therapiewoche, 24, 801-803.
- Fahrenberg, J. (1975). Die Freiburger Beschwerdenliste FBL. Zeitschrift für Klinische Psychologie, 4, 79-100.
- Fahrenberg, J. (1977a). Physiological concepts in personality research. In R.B. Cattell & R.M. Dreger (Eds.), Handbook of modern personality theory (pp. 585-611). Washington, D.C.: Hemisphere.
- Fahrenberg, J. (1977b). Psychologische Testverfahren. Medizinische Klinik, 72, 825-839.
- Fahrenberg, J. (1979a). Das Komplementaritätsprinzip in der psychophysiologischen Forschung und psychosomatischen Medizin. Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie, 27, 151-167.
- Fahrenberg, J. (1979b). Psychophysiologie. In H.P. Kisker, J.E. Meyer, C. Müller & E. Strömgen (Hrsg.), Psychiatrie der Gegenwart, 2. Aufl., Bd. I/1 (pp. 91-210). Berlin: Springer.
- Fahrenberg, J. (1979c). Psychophysiology. German Journal of Psychology, 3, 321-343.

- Fahrenberg, J. (1980a). Empirische Beiträge zur multivariaten Aktivierungstheorie. In S. Davies-Osterkamp & E. Pöppel (Hrsg.), *Emotionsforschung*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Fahrenberg, J. (1980b). Zur Bedeutung der individualspezifischen Reaktionsmuster und des Labor-Feld-Vergleichs für die psychophysiologische Diagnostik. In W. Langosch (Hrsg.), *Psychosoziale Probleme und psychotherapeutische Interventionsmöglichkeiten bei Herzinfarktpatienten* (pp. 263-270). München: Minerva.
- Fahrenberg, J. (1981). Zum Verständnis des Komplementaritätsprinzips. *Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie*, 29, 205-208.
- Fahrenberg, J. (1983a). Psychophysiologische Forschung. In H. Häfner (Hrsg.), *Forschung für die seelische Gesundheit. Eine Bestandsaufnahme der psychiatrischen, psychotherapeutischen und psychosomatischen Forschung und ihre Probleme in der Bundesrepublik Deutschland* (pp. 123-137). Berlin: Springer.
- Fahrenberg, J. (1983b). Psychophysiologische Methodik. In K.J. Groffmann & L. Michel (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie. Psychologische Diagnostik Bd. 4. Verhaltensdiagnostik* (pp. 1-192). Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J. (1984a). Methodische Überlegungen zur Mehrebenen-Prozeßforschung. In U. Baumann (Hrsg.) *Psychotherapie: Makro- und Mikroperspektiven* (pp. 159-176). Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J. (1984b). Psychophysiological individuality. A pattern analytic approach to personality research and psychosomatic medicine. (Forschungsbericht Nr. 16). Freiburg i.Br.: Albert-Ludwigs-Universität, Psychologisches Institut.
- Fahrenberg, J. (1985a). Biologische Grundlagen. In T. Herrmann & E.-D. Lantermann (Hrsg.), *Persönlichkeitspsychologie. Ein Handbuch in Schlüsselbegriffen* (pp. 101-110). München: Urban & Schwarzenberg.
- Fahrenberg, J. (1985b). Impedance cardiography in the psychophysiological laboratory: Some results and methodological issues. In G. Godaert & A. Steptoe (Eds.), *Non-invasive measures of cardiovascular function in stress research* (pp. 18-31). Report on the Discussion meeting, 12-13 December 1985 at the University of Utrecht, The Netherlands.
- Fahrenberg, J. (1986a). Concepts of activation and arousal: Some issues in assessment and prediction. In J. Fahrenberg & A. Steptoe (Eds.), *Concepts of activation and arousal: Problems of measurement and analysis* (pp 3-12). Report on the Discussion Meeting "Concerted Action: Breakdown in human adaptation", 27-28 May 1986 at the University of Freiburg.
- Fahrenberg, J. (1986b). Psychophysiological individuality: A pattern analytic approach to personality research and psychosomatic medicine. *Advances in Behaviour Research and Therapy*, 8, 43-100.
- Fahrenberg, J. (1987a). Concepts of activation and arousal in the theory of emotionality (neuroticism): A multivariate conceptualization. In J. Strelau & H.J. Eysenck (Eds.), *Personality dimensions and arousal* (pp. 99-120). New York: Plenum.
- Fahrenberg, J. (1987b). Extension from the laboratory to the field: On the generalizability of psychophysiological assessments (Abstract). *Psychophysiology*, 24, 569-570.
- Fahrenberg, J. (1987c). Multimodale Diagnostik - eine Einleitung zum Themenheft. *Diagnostica*, 33, 185-187.
- Fahrenberg, J. (1987d). Zur psychophysiologischen Methodik: Konvergenz, Fraktionierung oder Synergismen? *Diagnostica*, 33, 272-287.
- Fahrenberg, J. (1987e). Theory in psychophysiology: The multi-component analysis of psychophysiological reactivity. *Journal of Psychophysiology*, 1, 9-11.
- Fahrenberg, J. (1988). Psychophysiological processes. In J.R. Nesselroade & R.B. Cattell (Eds.), *Handbook of multivariate experimental psychology* (pp. 867-914). New York: Plenum.
- Fahrenberg, J. (1989). Einige Thesen zum psychophysischen Problem aus der Sicht der psychophysiologischen Forschung. In W. Marx (Hrsg.), *Philosophie und Psychologie: Leib und Seele - Determination und Vorhersage* (pp. 9-35). Frankfurt: Klostermann.
- Fahrenberg, J. (1990). Zur Forschungsmethodik und multimodalen Erfassung von Bewältigungsprozessen. In F.A. Muthny (Hrsg.), *Krankheitsverarbeitung - Hintergrundtheorien, klinische Erfassung und empirische Ergebnisse* (pp. 41-52). Berlin: Springer.

- Fahrenberg, J. (1991). Differential psychophysiology and the diagnosis of temperament. In J. Strelau & A. Angleitner (Eds.), *Explorations in temperament* (pp. 317-333). New York: Plenum.
- Fahrenberg, J. (1992a). Biopsychologische Unterschiede (Forschungsbericht Nr. 81). Freiburg i. Br.: Universität, Psychologisches Institut.
- Fahrenberg, J. (1992b). Komplementarität in der psychophysiologischen Forschung. Grundsätze und Forschungspraxis. In E.P. Fischer, H.S. Herzka & K.H. Reich (Hrsg.), *Widersprüchliche Wirklichkeit. Neues Denken in Wissenschaft und Alltag. Komplementarität und Dialogik* (pp. 43-77). München: Piper.
- Fahrenberg, J. (1992c). The Psychophysiology of neuroticism and anxiety. In A. Gale & M.W. Eysenck (Eds.), *Handbook of individual differences: Biological perspectives* (pp. 179-226). Chichester: Wiley.
- Fahrenberg, J. (1994a). Ambulantes Assessment. Computerunterstützte Datenerfassung unter Alltagsbedingungen. *Diagnostica*, 40, 195-216.
- Fahrenberg, J. (1994b). Die Freiburger Beschwerdenliste FBL-R. Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J. (1995a). Biopsychologische Unterschiede. In M. Amelang (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie. Serie Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung. Band 2. Verhaltens- und Leistungsunterschiede* (pp. 139-193). Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J. (1995b). Körperliche Beschwerden: Psychologische und psychophysiologische Aspekte. In K. Pawlik (Hrsg.), *Bericht über den 39. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Hamburg 1994* (pp. 277-283). Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J. (1995c). Somatic complaints in the German population. *Journal of Psychosomatic Research*, 39, 809-817.
- Fahrenberg, J. (1996a). Ambulatory assessment: Issues and perspectives. In J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.), *Ambulatory assessment: Computer-assisted psychological and psychophysiological methods in monitoring and field studies* (pp. 3-20). Seattle, WA: Hogrefe & Huber.
- Fahrenberg, J. (1996b). Concurrent assessment of blood pressure, physical activity, and emotional state in natural settings. In J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.), *Ambulatory assessment. Computer-assisted psychological and psychophysiological methods in monitoring and field studies* (pp. 165-187). Seattle, WA: Hogrefe & Huber.
- Fahrenberg, J. (1997a). Ambulantes psychophysiologisches Monitoring in der Klinischen Psychologie. In B. Rockstroh, T. Elbert & H. Watzl (Hrsg.), *Impulse für die Klinische Psychologie. Rudolf Cohen zum 13.6.1997.* (S. 143-165). Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J. (1997b). Das Leib-Seele-Problem aus der Sicht von Studierenden verschiedener Fächer. (Forschungsbericht Nr. 131). Freiburg i. Br.: Universität, Psychologisches Institut, Forschungsgruppe Psychophysiologie.
- Fahrenberg, J. (1997c), unter Mitwirkung von J. Herrmann, B. Lutz, W. Müller, E. Szabo & M. Wild. Kontinuierliche Blutdruckmessung am Finger (Portapres 2) im Vergleich zu oszillometrischer (SpaceLabs 90207) und auskultatorischer (Boucke Tensiomat FIB 4/C) Technik. (Forschungsbericht Nr. 129). Freiburg i. Br.: Universität, Psychologisches Institut, Forschungsgruppe Psychophysiologie.
- Fahrenberg, J. (1999) . Das Leib-Seele-Problem aus der Sicht von Studierenden verschiedener Fächer. *Zeitschrift für Klinische Psychologie, Psychiatrie und Psychotherapie*, 47, 207-220.
- Fahrenberg, J. (2000a). Die Messung des Finger-Blutdrucks. Eine Methodenstudie mit zwei Geräten. *Forschungsbericht des Psychologischen Instituts der Universität Freiburg*, Nr. 150  
<http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2009/2550/> (8.2 MB) urn:nbn:de:bsz:291-psydok-25501
- Fahrenberg, J. (2000b). Psychophysiologie und Verhaltenstherapie. In J. Margraf (Hrsg.), *Lehrbuch der Verhaltenstherapie* (2. Aufl.) (S.107-124). Berlin: Springer.
- Fahrenberg, J. (2001a). Origins and developments of ambulatory monitoring and assessment. In J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.), *Progress in ambulatory assessment* (pp. 587-614). Seattle, WA: Hogrefe & Huber.
- Fahrenberg, J. (2001b). Freiburger Beschwerdenliste FBL-R. Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI-R. Fragebogen zur Lebenszufriedenheit FLZ. Test-Beschreibungen. In: J. Schumacher, A. Klaiberg &

- E. Brähler (Hrsg.). Diagnostische Verfahren zu Lebensqualität und Wohlbefinden. Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J. (2001c). Physiologische Grundlagen und Meßmethoden der Herz-Kreislaufaktivität. In F. Rösler (Hrsg.). Enzyklopädie der Psychologie. Serie Biologische Psychologie. Bereich Psychophysiologie Bd. 1. Grundlagen und Methoden der Psychophysiologie (S. 319-484). Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J. (2001d.). Aktivierung, Leib-Seele-Problem, Psychophysiologie u.a. Stichwörter. In: G. Wenninger. Lexikon der Psychologie. 3 Bände. Heidelberg: Spektrum.
- Fahrenberg, J. (2002a) . Ambulatory assessment. In: R. Fernandez-Ballesteros (Ed.). Encyclopedia of Psychological Assessment (pp. 13-19). London: Sage Publ. Ltd.
- Fahrenberg, J. (2002b). Psychologische Interpretation. Biographien - Texte - Tests. Bern: Huber.
- Fahrenberg, J. (2003a) . Selbstmonitoring chronischer Krankheiten. In: M. Jerusalem & H. Weber (Hrsg.). Psychologische Gesundheitsförderung – Diagnostik und Prävention. ( S. 139-161). Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J. (2003b). Zur Erinnerung an Robert Heiß (1903-1974). Zeitschrift für Schriftpsychologie und Schriftvergleichung, 57, 152-157.
- Fahrenberg, J. (2004). Annahmen über den Menschen. Heidelberg: Asanger.
- Fahrenberg, J. (2005). Representative design and the laboratory field-issue. In: A. Beauducel, B. Biehl, M. Bosniak, W. Conrad, G. Schönberger & D. Wagener (Eds.). Symposium and Festschrift on multivariate research strategies – Professor Dr. Werner Wittmann PP 237-263). Aachen: Shaker.
- Fahrenberg, J. (2006a). Assessment in daily life. A Review of Computer-assisted Methodologies and Applications in Psychology and Psychophysiology, years 2000 – 2005. Available at <http://www.ambulatory-assessment.org/> [92 pages, 447 references, January, 2006]
- Fahrenberg, J. (2006b). Bibliography Ambulatory Assessment. Available at <http://www.ambulatory-assessment.org/> [71 pages, 1.891 references, January, 2006]
- Fahrenberg, J. (2006c). Ambulantes Assessment von Befinden, Stimmungen, Emotionen – Zur Methodik von Selbsteinstufungen (Selbstberichten). <http://www.jochen-fahrenberg.de/> [39 Seiten, 134 Literaturhinweise, Juli 2006]
- Fahrenberg, J. (2006d). Self-reported state – Single items or scales like AD-ACL or PANAS? (Einstufung der Befindlichkeit – Einzelne Items oder Skalen wie AD-ACL und PANAS?). Ambulatory Assessment – European Network. Statements and Open Peer Commentaries). <http://www.ambulatory-assessment.org/statements> [5 pages, October, 2006].
- Fahrenberg, J. (2008a). Gehirn und Bewusstsein. Neuropsychologische Kontroversen In: S. Gauggel und M. Herrmann (Hrsg.). Handbuch der Neuro- und Biopsychologie (S. 28-43). Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J. (2008b). Psychophysiologie und Psychophysiologisches Monitoring. In: S. Gauggel & M. Herrmann (Hrsg.). Handbuch der Neuro- und Biopsychologie (S. 143-156). Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J. (2008c). Emotionsforschung im Alltag. In: W. Janke, M. Schmidt-Daffy & G. Debus (Hrsg.). Experimentelle Emotionspsychologie: Methodische Ansätze, Probleme, Ergebnisse. Festschrift für Frau Prof. Dr. Gisela Erdmann (S. 62-86). Lengerich: Pabst.
- Fahrenberg, J. (2010). Ambulantes Assessment. In: H. Holling & B. Schmitz (Hrsg.). Handbuch Statistik, Methoden und Evaluation (S. 201-212). Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J. (2011). Alltagsnahe Erfassung von Episoden und Tagesläufen. In: G. Jüttemann (Hrsg.). Biographische Diagnostik (S. 214-221). Lengerich: Pabst
- Fahrenberg, J., Bolkenius, K., Maier, S., Schmidt, M., Foerster, F., Hüttner, P., Käßler, C. & Leonhart, R. (2002). Evaluation des negativen Retrospektionseffektes. Untersuchungen mit Monitor. Forschungsbericht des Psychologischen Instituts der Universität Freiburg, Nr. 156.  
URL: <http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2004/426/> (6.7 MB)  
URN: urn:nbn:de:bsz:291-psydok-4262
- Fahrenberg, J., Brügger, G., Foerster, F. & Käßler, C. (1999). Ambulatory assessment of diurnal changes with a hand-held computer: Mood, attention, and morningness-eveningness. Personality and Individual Differences, 26, 641-656.
- Fahrenberg, J. & Cheetham, M. (2000). The mind-body problem as seen by students of different disciplines. Journal of Consciousness Studies, 7, 47-49.

- Fahrenberg, J. & Delius, L. (1963). Eine Faktorenanalyse psychischer und vegetativer Regulationsdaten. *Nervenarzt*, 34, 437-443.
- Fahrenberg, J. & Foerster, F. (1982). Covariation and consistency of activation parameters. *Biological Psychology*, 15, 151-169.
- Fahrenberg, J. & Foerster, F. (1989). *Nicht-invasive Methodik für die kardiovaskuläre Psychophysiologie*. Frankfurt/M.: P. Lang.
- Fahrenberg, J. & Foerster, F. (1991). A multi-parameter study in non-invasive cardiovascular assessment. *Journal of Psychophysiology*, 5, 145-158.
- Fahrenberg, J. & Foerster, F. (1993). *Zur Psychophysiologie der labil/hypertonen Blutdruckregulation (Forschungsbericht Nr. 94)*. Freiburg i. Br.: Universität, Psychologisches Institut.
- Fahrenberg, J. & Foerster, F. (1996). Psychophysiological profiles in subjects with normal and with elevated blood pressure. *Journal of Psychophysiology*, 10, 26-35.
- Fahrenberg, J. & Foerster, F. (2000). Kalibrierte Accelerometrie von Körperlage, Bewegung und Tremor im 24-Stunden-Monitoring. *Neurologie & Rehabilitation*, 6, 16-18.
- Fahrenberg, J. & Foerster, F. (2002). Kontrolliertes und interaktives Blutdruck-Monitoring: Neue Strategien und Ergebnisse. *Forschungsbericht des Psychologischen Instituts der Universität Freiburg*, Nr. 155. URL: <http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2004/425/> (2.6 MB) URN: urn:nbn:de:bsz:291-psydok-4250
- Fahrenberg, J., Foerster, F. & Franck, M. (1995). Response scaling: Night-time baselines, resting baselines, and initial-value dependencies (Forschungsbericht Nr. 121). Freiburg i.Br.: Albert-Ludwigs-Universität, Psychologisches Institut.
- Fahrenberg, J., Foerster, F. & Müller, W. (1996). Laboratory and field studies for improvement of ambulatory monitoring methodology. In J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.), *Ambulatory assessment. Computer-assisted psychological and psychophysiological methods in monitoring and field studies* (pp. 237-255). Seattle, WA: Hogrefe & Huber.
- Fahrenberg, J., Foerster, F. & Müller, W. (1997). Non-invasive estimations of ventricular ejection time and stroke volume: Comparison of impedance cardiography and the Portapres 2. *Journal of Medical Engineering & Technology*, 21, 15-22.
- Fahrenberg, J., Foerster, F., Schneider, H. J., Müller, W. & Myrtek, M. (1984). Aktivierungsforschung im Labor-Feld-Vergleich. Zur Vorhersage von Intensität und Mustern psychophysischer Aktivierungsprozesse während wiederholter psychischer und körperlicher Belastung. München: Minerva.
- Fahrenberg, J., Foerster, F., Schneider, H. J., Müller, W. & Myrtek, M. (1985). Adequate scaling of heart rate reactions. - A comparative study based on resting levels, measures of basal (sleeping) state, vita maxima, and individual range. In J.F. Orlebeke, G. Mulder & L.J.P. van Doornen (Eds.), *Psychophysiology of cardiovascular control. Methods, models and data* (pp. 479-490). New York: Plenum.
- Fahrenberg, J., Foerster, F., Schneider, H. J., Müller, W. & Myrtek, M. (1986). Predictability of individual differences in activation processes in a field setting based on laboratory measures. *Psychophysiology*, 23, 323-333.
- Fahrenberg, J., Foerster, F. & Smeja, M. (1998). Kalibrierte Accelerometrie zur kontinuierlichen Erfassung von Körperlage, Bewegungsmustern, Tremor. (Forschungsbericht Nr. 132). Freiburg i. Br.: Universität, Psychologisches Institut, Forschungsgruppe Psychophysiologie. URL: <http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2010/2626/> (11.3 MB) URN: urn:nbn:de:bsz:291-psydok-26261
- Fahrenberg, J., Foerster, F., Smeja, M. & Müller, W. (1997). Assessment of posture and motion by multi-channel piezoresistive accelerometer recordings. *Psychophysiology*, 34, 607-612.
- Fahrenberg, J., Foerster, F. & Wilmers, F. (1993). Cardiovascular response to mental and physical tasks as predictors of ambulatory measurements. *Journal of Psychophysiology*, 7, 275-289.
- Fahrenberg, J., Foerster, F. & Wilmers, F. (1995). Is elevated blood pressure level associated with higher cardiovascular responsiveness in laboratory tasks and with response specificity? *Psychophysiology*, 32, 81-91.
- Fahrenberg, J., Franck, M., Baas, U. & Jost, E. (1995). Awareness of blood pressure: Interoception or contextual judgement? *Journal of Psychosomatic Research*, 39, 11-18.

- Fahrenberg, J., Hampel, R. & Selg, H. (2001). Das Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI-R mit neuer Normierung. Handanweisung (7. Auflage). Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J., Heger, R., Foerster, F. & Müller, W. (1991). Differentielle Psychophysiologie von Befinden, Blutdruck und Herzfrequenz im Labor-Feld-Vergleich. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 12, 1-25.
- Fahrenberg, J., Hüttner, P. & Leonhart, R. (2001). Psychological assessment in everyday life by hand-held PC: Applications of MONITOR. In J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.). *Progress in ambulatory assessment* (pp. 93-112). Seattle, WA: Hogrefe & Huber.
- Fahrenberg, J., Kuhn, M., Kulick, B. & Myrtek, M. (1977). Methodenentwicklung für psychologische Zeitreihenstudien. *Diagnostica*, 23, 15-36.
- Fahrenberg, J., Leonhart, R. & Foerster, F. (2002). Alltagsnahe Psychologie mit hand-held PC und physiologischem Mess-System. Bern: Huber.
- Fahrenberg, J., Medert-Dornscheidt, G., Wittmann, W.W. & Knobloch, H. (1978). Grundlagen einer Psychologischen Diagnostik- und Indikations-Hilfe im Hinblick auf die effektive Behandlung von Patienten mit Psychosomatischen Krankheiten oder Störungen in stationären Heilverfahren, insbesondere mit psychotherapeutischen Maßnahmen. Wissenschaftliches Gutachten im Auftrag der Bundesversicherungsanstalt für Angestellte, Berlin. (185 Seiten). Albert-Ludwigs-Universität Freiburg: Psychologisches Institut.
- Fahrenberg, J., Müller, W., Foerster, F. & Smeja, M. (1996). A multi-channel investigation of physical activity. *Journal of Psychophysiology*, 10, 209-217.
- Fahrenberg, J. & Myrtek, M. (1966). Ein kritischer Beitrag zur psychophysiologischen Persönlichkeitsforschung. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 13, 222-247.
- Fahrenberg, J. & Myrtek, M. (1967). Zur Methodik der Verlaufsanalyse: Ausgangswerte, Reaktionsgrößen (Reaktivität) und Verlaufswerte. *Psychologische Beiträge*, 10, 58-77.
- Fahrenberg, J. & Myrtek, M. (Eds.) (1996). *Ambulatory assessment. Computer-assisted psychological and psychophysiological methods in monitoring and field studies*. Seattle, WA: Hogrefe & Huber.
- Fahrenberg, J. & Myrtek, M. (2001a). *Ambulantes Monitoring und Assessment*. In F. Rösler (Hrsg.). *Enzyklopädie der Psychologie. Serie Biologische Psychologie. Band 1: Grundlagen und Methoden der Psychophysiologie* (S.657-796). Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J. & Myrtek, M. (Eds.). (2001b). *Progress in ambulatory assessment*. Seattle, WA: Hogrefe & Huber.
- Fahrenberg, J. & Myrtek, M. (2005). *Psychophysiologie in Labor, Klinik und Alltag. 40 Jahre Projektarbeit der Freiburger Forschungsgruppe Psychophysiologie – Kommentare und Neue Perspektiven*. Frankfurt a.M.: Lang (2005-2011).
- Fahrenberg, J., Myrtek, M., Kulick, B. & Frommelt, P. (1977). Eine psychophysiologische Zeitreihenstudie an 20 Studenten über 8 Wochen. *Archiv für Psychologie*, 128, 242-264.
- Fahrenberg, J., Myrtek, M., Müller, W. & Lazarus, H. (1972) Beiträge zur psychophysiologischen Methodik, Konstitutionsforschung, Zeitreihenforschung. Unveröff. Arbeitsbericht der Forschungsgruppe Psychophysiologie vom 1. 4. 1970 bis 1. 10. 1972. Universität Freiburg i. Br. (209 Seiten).
- Fahrenberg, J., Myrtek, M., Pawlik, K. & Perrez, M. (2007). Ambulantes Assessment – Verhalten im Alltagskontext erfassen. Eine verhaltenswissenschaftliche Herausforderung an die Psychologie. *Psychologische Rundschau*, 58, 12-23.
- Fahrenberg, J., Myrtek, M., Pawlik, K. & Perrez, M. (2007). Ambulatory Assessment – Monitoring Behavior in Daily Life Settings. A Behavioral-Scientific Challenge for Psychology. *European Journal of Personality Assessment*, 23, 206-213.
- Fahrenberg, J., Myrtek, M., Pawlik, K. & Perrez, M. (2007). Ambulatory Assessment – Monitoring Behavior in Daily Life Settings. A Behavioral-Scientific Challenge for Psychology. *European Journal of Personality Assessment*, 23, 206-213.
- Fahrenberg, J., Myrtek, M., Schumacher, J. & Brähler, E. (2000). Fragebogen zur Lebenszufriedenheit (FLZ). Handanweisung. Göttingen: Hogrefe.

- Fahrenberg, J., Myrtek, M. & Trichtinger, I. (1985). Die Krankheitsursache aus der Sicht des Koronarpatienten. In W. Langosch (Hrsg.), *Psychische Bewältigung der chronischen Herzerkrankung* (pp. 32-40). Berlin: Springer.
- Fahrenberg, J., Myrtek, M., Wilk, D. & Kreutel, K. (1986). Multimodale Erfassung der Lebenszufriedenheit: Eine Untersuchung an Koronarkranken. *Psychotherapie, Psychosomatik, Medizinische Psychologie*, 36, 347-354.
- Fahrenberg, J., Myrtek, M. et al. (1972) Protokoll der Tagung Psychophysiologische Methodik. Freiburg i. Br.: CD
- Fahrenberg, J. & Pawlik, K. (1990). Feldpsychodiagnostik: Methodische Fortschritte und Anwendungen. Symposium. (Abstract). In D. Frey (Hrsg.), *Bericht über den 37. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Kiel 1990* (S. 328). Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J. & Peper, M. (2000). Psychophysiologie. In W. Sturm, M. Herrmann & C.-W. Wallesch (Hrsg.), *Lehrbuch der klinischen Neuropsychologie . Teil 1: Grundlagen und Methoden* (S. 154-168). Amsterdam: Swets & Zeitlinger.
- Fahrenberg, J., Schäfer, H., Wild, M., Müller, J., Deynet, U. & Herrmann, J. M. (2004). Das psychophysiologische Blutdruck-Video: Ein neuer Zugang zur individuellen Blutdruck-Reaktivität und zum Selbstmanagement. Forschungsbericht des Psychologischen Instituts der Universität Freiburg, Nr. 162. URL: <http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2004/430/> (5.5 MB)  
URN: urn:nbn:de:bsz:291-psydok-4300
- Fahrenberg, J., Schneider, H. J. & Safian, P. (1987). Psychophysiological assessments in a repeated - measurement design extending over a one-year interval: Trends and stability. *Biological Psychology*, 24, 49-66.
- Fahrenberg, J., Schneider, H. J., Foerster, F., Myrtek, M. & Müller, W. (1985). The quantification of cardiovascular reactivity in longitudinal studies. In A. Steptoe, H. Rüdell & H. Neuss (Eds.), *Clinical and methodological issues in cardiovascular psychophysiology* (pp. 106-119). Berlin: Springer.
- Fahrenberg, J. & Selg, H. (1970). *Das Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI*. Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J., Selg, H. & Hampel, R. (1973). *Das Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI*. (2., erweiterte Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J. & Stegagno, L. (1986). Metodologia psicofisiologica. In L. Stegagno (Ed.), *Psicofisiologia* (pp. 31-79). Torino: Boringhieri.
- Fahrenberg, J., Walschburger, P., Foerster, F., Myrtek, M. & Müller, W. (1979). Psychophysiologische Aktivierungsforschung. Ein Beitrag zu den Grundlagen der multivariaten Emotions- und Stress-Theorie. München: Minerva.
- Fahrenberg, J., Walschburger, P., Foerster, F., Myrtek, M. & Müller, W. (1983). An evaluation of trait, state, and reaction aspects of activation processes. *Psychophysiology*, 20, 188-195.
- Fahrenberg, J. & Wientjes, C.J.E. (2000). Recording methods in applied environments. In R.W. Backs & W. Boucsein (Eds.), *Engineering Psychophysiology* (pp. 111-136). Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum.
- Fahrenberg, J. & Wilhelm, F. H. (2009). Psychophysiologie und Verhaltenstherapie. In: J. Margraf & S. Schneider (Hrsg.). *Lehrbuch der Verhaltenstherapie* (3., völlig überarb. Aufl.). (S. 163-179). Berlin: Springer.
- Fersching, A. (1981). Zu Bedingungen und Wirkungen allgemeiner Rehabilitationsmaßnahmen und besonderer psychologischer Behandlungsverfahren vor allem für Patienten mit psychosomatisch-psychovegetativen Störungen. Phil. Diss., Universität Freiburg i.Br.
- Fichtler, A. (1988). Psychophysiologische Auslösebedingungen von Herzbeschwerden, Tachykardien und Rhythmusstörungen bei Herzinfarktpatienten. Eine Methodenstudie zur Praktikabilität einer herzfrequenzgesteuerten Erfassung des Erlebens und Befindens. Unveröff. Dipl.Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Fichtler, A. (1995). Psychophysiologische Unterschiede zwischen symptomatischen und asymptomatischen Koronarpatienten: Ergebnisse des ambulanten Monitorings von physiologischen Parametern, Befinden und Verhalten. Phil. Dissertation, Universität Freiburg i.Br. Frankfurt/M.: P. Lang.
- Fimm, B. (1989). Zur Beschreibung von Herzfrequenzverläufen nach Belastung. (Forschungsbericht Nr. 54). Freiburg: Universität, Psychologisches Institut, Forschungsgruppe Psychophysiologie.

- Foerster, F. (1978a). Zur Automatischen Auswertung des Impedanzkardiogramms. In E. Lang, R. Kessel & A. Weigl (Hrsg.), *Impedanzkardiographie. Grundlagen, Anwendungen und Grenzen der Methode* (pp. 60-63). Nürnberg: Silinski.
- Foerster, F. (1978b). Zur psychophysiologischen Methodik: Phasische Herzfrequenz-Reaktionen unter Berücksichtigung der respiratorischen Arrhythmie. *Zeitschrift für Psychologie*, 186, 518-528.
- Foerster, F. (1984). *Computerprogramme zur Biosignalanalyse*. Berlin: Springer.
- Foerster, F. (1985a). Konsistente dichotome Reaktionsmuster von Herz- und Atemfrequenz in Labor- und Feldsituationen. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 23, 553-562.
- Foerster, F. (1985b). Psychophysiological response specificities: A replication over a twelve-month period. *Biological psychology*, 21, 169-182.
- Foerster, F. (1994). Über die Probleme von Ausgangswertabhängigkeiten und Reaktions-Skalierungen (Forschungsbericht Nr. 104). Freiburg i. Br.: Universität, Psychologisches Institut.
- Foerster, F. (1995). On the problems of initial-value-dependencies and measurement of change. *Journal of Psychophysiology*, 9, 324-341.
- Foerster, F. (2001). Assessment of posture, motion, and hand tremor by calibrated accelerometry. In J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.). *Progress in ambulatory assessment* (pp. 233-256). Seattle, WA: Hogrefe & Huber.
- Foerster, F. (2003). Bio29/30 mit 6 Programmen zur Biosignalanalyse von Vitaport-Dateien. Paket mit SAS-Macros. (Homepage). Freiburg i.Br.: Universität Freiburg, Forschungsgruppe Psychophysiologie
- Foerster, F., Cadalbert, B. & Fahrenberg, J. (1996). Respiratorische Sinus-Arrhythmie: Untersuchung verschiedener Kennwerte der Peak-Valley-Methode und ihrer Beeinflussung durch Atemvariable (Forschungsbericht Nr. 124). Freiburg i. Br.: Universität, Psychologisches Institut, Forschungsgruppe Psychophysiologie.  
URL: <http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2009/2551/> (5.5 MB) URN: urn:nbn:de:bsz:291-psydok-25512
- Foerster, F. & Fahrenberg, J. (2000). Motion pattern and posture: Correctly assessed by calibrated accelerometers. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 32, 450-457.  
URL: <http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2009/2559/> (481 KB) URN: urn:nbn:de:bsz:291-psydok-25598
- Foerster, F., Krasselt, P., Müller, W. & Walschburger, P. (1975). Eine Gegenüberstellung verschiedener automatischer Analyseverfahren des menschlichen EEG. In M. Matejcek & G.K. Schenk (Hrsg.), *Quantitative Analysis of the EEG. Methods and Applications*. Konstanz: AEG-Telefunken.
- Foerster, F., Myrtek, M. & Stemmler, G. (1993). Reactivity to multiple stressors: A course in synergism. *Journal of Psychophysiology*, 7, 115-124.
- Foerster, F. & Schneider, H. J. (1982). Individualspezifische, stimulusspezifische und motivationsspezifische Reaktionsmuster im zweimal wiederholten Aktivierungsexperiment. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 24, 598-612.
- Foerster, F., Schneider, H. J. & Walschburger, P. (1983a). *Psychophysiologische Reaktionsmuster. Zur Theorie und Methodik der Analyse individualspezifischer, stimulusspezifischer und motivationsspezifischer Reaktionsmuster in Aktivierungsprozessen*. München: Minerva.
- Foerster, F., Schneider, H. J. & Walschburger, P. (1983b). The differentiation of individual-specific, stimulus-specific, and motivation-specific response patterns in activation processes: An inquiry investigating their stability and possible importance in psychophysiology. *Biological Psychology*, 17, 1-26.
- Foerster, F. & Smeja, M. (1999). Joint amplitude and frequency analysis of tremor activity. *Electromyography Clinical Neurophysiology*, 39, 11-19.
- Foerster, F., Smeja, M. & Fahrenberg, J. (1999). Detection of posture and motion by accelerometry: A validation study in ambulatory monitoring. *Computers and Human Behavior*, 15, 571-583.
- Foerster, F. & Stemmler, G. (1990). When can we use the F-approximation of the Box-test? *Psychometrika*, 55, 727-728.

- Foerster, F., Thielgen, T., Fuchs, G., Hornig, A. & Fahrenberg, J. (2001). 24-stündige Tremor-Untersuchungen an Parkinson-Patienten. Forschungsbericht des Psychologischen Instituts der Universität Freiburg, Nr. 151. URL: <http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2004/421/> (1.6 MB)  
URN: urn:nbn:de:bsz:291-psydok-4215
- Foerster, F., Thielgen, T., Fuchs, G., Hornig, A. & Fahrenberg, J. (2002). Tremor bei Parkinsonpatienten: 24-h-Monitoring mit kalibrierter Accelerometrie. *Neurologie & Rehabilitation*, 8, 117-121.
- Foerster, F. & Walschburger, P. (1980). Zur Beurteilung individualspezifischer, stimulusspezifischer und motivationsspezifischer Reaktionsmuster im Aktivierungsexperiment. *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 27, 172-192.
- Franck, M. (1991). Psychophysiologischer Vergleich von Patienten mit funktionell-kardiovaskulärem Syndrom und Patienten mit HWS-Syndrom in Aktivierungssituationen. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Franck, M., Herrmann, J.M. & Fahrenberg, J. (1996). Psychophysiologisches Blutdruck-Monitoring. *Nieren- und Hochdruckkrankheiten*, 25, 195-201.
- Freidel, M. (1977). Konstitutionelle Bedingungen der Reaktivität von Kreislauf und Atmung. Eine psychophysiologische Untersuchung an 125 Probanden unter verschiedenen Belastungen. Unveröff. Dipl.Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Fürderer, C. (1976). Das Konzept Hypochondrie und Aspekte des Körpererlebens in der psychosomatischen Forschung. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Gotthardt, U., Schweiger, U., Fahrenberg, J., Lauer, C. J., Holsboer, F. & Heuser, I. (1995). Cortisol, ACTH, and cardiovascular response to a cognitive challenge paradigm in aging and depression. *American Journal of Physiology*, 268, R865-R873.
- Grossman, P., Stemmler, G. & Meinhardt, E. (1990). Paced respiratory sinus arrhythmia as an index of cardiac parasympathetic tone during varying behavioral tasks. *Psychophysiology*, 27, 404-416.
- Günther, B. (1972). Das Konzept der Sensibilität. Korrelationsstatistische Untersuchung mit Schwellenmaßen und Fragebogendaten. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Hampel, R. (1972). Entwicklung einer Skala zur Selbsteinschätzung der aktuellen Stimmung (SKAS). Phil. Diss., Universität Freiburg i. Br.
- Hampel, R. & Fahrenberg, J. (1982). Die Freiburger Beschwerdenliste FBL. Gruppenvergleiche und andere Studien zur Validität. (Forschungsbericht Nr. 7). Freiburg i. Br.: Albert-Ludwigs-Universität, Psychologisches Institut.
- Heger, R. (1990a). Psychophysiologisches 24-Stunden Monitoring. Methodenentwicklung und erste Ergebnisse eines multimodalen Untersuchungsansatzes bei 62 normotonen und blutdrucklabilen Studenten. Phil. Diss., Universität Freiburg i. Br. Frankfurt/M.: P. Lang.
- Heger, R. (1990b). Apparative Datenerfassung in Feldstudien. *Diagnostica*, 36, 60-80.
- Henschen, M. (1993). Vergleich der Wirkung von verschiedenen Laboraufgaben (Belastungstests) auf kardiovaskuläre Größen unter doppelter vegetativer Rezeptorblockade. Unveröff. Med. Dissertation, Universität Freiburg i.Br.
- Hilgenberg, B. (1995). Belastung und Beanspruchung bei Studenten im Alltag. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Hodapp, V. & Schwenkmezger, P (Hrsg.), Ärger und Ärgerausdruck. Bern: Huber.
- Hoppe, B. (1977). Aspekte des psychophysischen Problems. Unveröff. Dipl. Arbeit. Universität Freiburg i. Br.:
- Höppner, V., Müller, W., Schneider, H. J., Foerster, F. & Fahrenberg, J. (1983). Signaltechnische Probleme der Feldregistrierung. Technischer Arbeitsbericht zum Projekt "Multivariate Aktivierungsforschung im Labor-Feld-Vergleich". Freiburg i.Br.: Albert-Ludwigs-Universität, Psychologisches Institut, Forschungsgruppe Psychophysiologie.
- Hüttner, P. (2002). Monitor-9. Psychologisches Monitoring mit Psion-3a. (Homepage). Freiburg i. Br.: Universität Freiburg, Forschungsgruppe Psychophysiologie
- Hutt, W. (1985). Katamnesen niedergelassener Psychotherapeuten. Versuch einer Bestandsaufnahme und eine Erhebung im Freiburger Raum. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.

- Itte, H. (1992). Psychische Bewältigung von Unfällen mit Personenschaden bei Lokführern. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Jehle, M. & Fahrenberg, J. (1994). Literaturverzeichnis zum Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI 1983 - 1993 (Forschungsbericht Nr. 105). Freiburg i. Br.: Albert-Ludwigs-Universität, Psychologisches Institut.
- Käppler, C. (1990). Psychophysiologisches 24-Stunden-Monitoring. Segmentpräzisierung und Analyse spezifischer Episoden. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Käppler, C. (1994). Psychophysiologische Bedingungsanalyse von Blutdruckveränderungen im alltäglichen Lebenskontext. Phil. Diss. Universität Freiburg i.Br. Frankfurt/M.:P. Lang.
- Käppler, C., Becker, H. U. & Fahrenberg, J. (1993). Ambulantes 24-Stunden-Monitoring als psychophysiologische Assessmentstrategie: Reproduzierbarkeit, Reaktivität, Retrospektionseffekt und Bewegungskonfundierung. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 14, 235-251.
- Käppler, C., Brügger, G. & Fahrenberg, J. (2001). Pocketcomputer-unterstütztes Assessment mit MONITOR: Befindlichkeit und Aufmerksamkeitsverlauf im Alltag und die Replikation des negativen Retrospektionseffektes. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 22, 249-266.
- Kinne, G. (1997). Interaktives Monitoring von Myokardischämie. Psychophysiologische Zusammenhänge von Ischämie und Angina pectoris im Alltag von Koronarpatienten. Frankfurt/M.: P. Lang (Phil. Diss., Universität Freiburg i. Br., 1996).< P>
- Kinne, G., Droste, C., Fahrenberg, J. & Roskamm, H. (1999). Symptomatic myocardial ischaemia (heart pain) is linked to the psychological context in daily life. Implications for a clinical use of interactive monitoring. *Journal of Psychosomatic Research*, 46, 369-377.
- Klein, C. (2000). The anti-saccade task. Basic research, developmental issues. and clinical applications. Habilitationsschrift, Universität Freiburg i. Br.
- Klein, C., Brügger, G., Foerster, F., Mueller, W. & Schweickhardt, A. (2000). Antisaccades and the saccadic gap effect in schizotypal personality. *Biological Psychology*, 55, 25-39.
- Klein, C., Fischer, B., Hartnegg, K., Heiss, H.W. & Roth, M. (2000). Optomotor and neuropsychological performance in old age. *Experimental Brain Research*, 135, 141-154.
- Klein, C., Heinks, T., Andresen, B., Berg, P. & Moritz, S. (2000). Impaired modulation of the saccadic contingent negative variation preceding antisaccades in schizophrenia. *Biological Psychiatry*, 47(11), 978-990.
- Klein, C. (2001). Grundlagenforschung zum hyperkinetischen Syndrom im klinischen Kontext: Diagnostische Forschung im Caritashaus Feldberg. In H. Ruder, R. Ulrich & R. Lentz (Eds.). 5 Jahre Caritashaus Feldberg, 75 Jahre Caritasheim am Feldberg (Festschrift). Interdisziplinäres Therapiezentrum Caritashaus Feldberg ( pp.57-62).
- Klein, C., Andresen, B., & Jahn, T. (2001). Konstruktvalidierung der deutschsprachigen Adaptation des Schizotypal Personality Questionnaires (SPQ) von Raine (1991). In B. Andresen & R. Mass (Eds.). Schizotypie. Psychometrische Entwicklungen und biopsychologische Forschungsansätze (S. 349-378). Göttingen: Hogrefe.
- Klein, C., & Berg, P. (2001). Four-weeks test-retest stability of the saccadic CNV, saccadic reaction times, and selected neuropsychological performance measures. *Psychophysiology*, 38, 704-711.
- Klein, C. & Foerster, F. (2001). Development of Pro- and Antisaccade Performance in Participants Aged 6 to 26 Years. *Psychophysiology*, 38, 179-189
- Klein, C., Hafstad, E., Berg, P. & Rockstroh, B. (2001). Ereigniskorrelierte Potentiale und Schizotypie. In B. Andresen & R. Mass (Hrsg.). Schizotypie. Psychometrische Entwicklungen und biopsychologische Forschungsansätze (S. 455-480). Göttingen: Hogrefe.
- Klein, C., Fischer Jr., B., Fischer, B. & Hartnegg, K. (2002). Effects of Methylphenidate on Saccadic Responses in Patients With ADHD. *Experimental Brain Research*, 145, 121-125.
- Klein, C. & von Strahlendorff, I. (2002). Neuropsychologische Defizite bei Aufmerksamkeitsdefizit-Störung (ADS): Theorien und Phänomene. In M. Myrtek. Die Person im biologischen und sozialen Kontext (S. 29-60). Göttingen: Hogrefe.
- Klein, C. (2003). Assessing the prefrontal cortex' functional development. ISSBD newsletter.

- Klein, C., Raschke, A. & Brandenbusch, A. (2003) . Development of pro- and antisaccades in children with Attention-Deficits Hyperactivity Disorder (ADHD) and healthy controls. *Psychophysiology*, 40, 1-17.
- Koslowitz, I. (1993). Physiologische Emotionsspezifität. Eine Untersuchung zur Emotionsspezifität kardiovaskulärer Reaktionsmuster unter Verwendung der Imaginationsmethode. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Krämer, T. (1995). Nahrungsmittelaversionen (Forschungsbericht Nr. 114). Freiburg i. Br.: Universität, Psychologisches Institut, Forschungsgruppe Psychophysiologie.
- Kretschmar, T. (1981). Empirische Imaginationsforschung. Literaturarbeit mit Vorüberlegungen zur Durchführung einer empirischen Untersuchung. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Kreutel, K. (1985). Erfassung der Lebenszufriedenheit - Eine Untersuchung an 50 Herzinfarktpatienten zu Beginn und am Ende einer Anschlußheilbehandlung (AHB) in der Herz-Kreislauf-Klinik Waldkirch. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Kreutel, K. (1989). Erfassung des Krankheitsverhaltens. Eine Untersuchung an Herz-Kreislauf-Patienten zu Beginn und am Ende eines stationären Heilverfahrens. Phil. Diss., Freiburg. Frankfurt/M.: P. Lang.
- Kruse, G. (1976). Multivariate Untersuchungen zur vegetativen Regulation unter besonderer Berücksichtigung psychophysiologischer Zusammenhänge. Med. Diss., Universität Freiburg i.Br.
- Kubiak, Th. (2003). Entwicklung und erste empirische Überprüfung eines stationären Interventionskonzepts zur Behandlung von Typ 1 Diabetikern mit Hypoglykämieproblemen. Frankfurt a.M.: P. Lang.
- Kuhn, M. (1972). Entwicklung einer Testbatterie für psychophysiologische Längsschnittstudien. Phil. Diss., Universität Freiburg i. Br.
- Kulick, B. (1974). Erfahrungen mit Zeitreihen. Eine psychophysiologische Zeitreihenstudie an 20 Versuchspersonen über 8 Wochen. Phil. Diss., Universität Freiburg i. Br.
- Lacher, D. (1994). Psychophysiologische Untersuchungen zur triadischen Interaktion bei der Diskussion emotional relevanter Themen. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Lacher, D. (1997). Partnerschaft im Test. Psychologische und physiologische Untersuchungen an Paaren. Frankfurt/M.: P. Lang (Phil. Diss., Universität Freiburg i. Br., 1996).
- Langosch, W. (1977). Beiträge zu einer Diagnostik der psychophysischer Reaktivität bei Herzinfarkt-Patienten. Phil. Diss., Universität Freiburg i. Br.
- Langosch, W., Brodner, G. & Foerster, F. (1983). Psychophysiological testing of postinfarction patients. A study determining the cardiological importance of psychophysiological variables. In T.M. Dembroski, T.H. Schmidt & G. Blümchen (Eds.), *Biobehavioral bases of coronary heart disease* (pp. 197-227). Basel: Karger.
- Lazarus, H., Schröder, J. & Müller, W. (1973). Bestimmung der Orientierungsreaktion (OR) im Elektroencephalogramm (EEG) und die Habituation der OR. In G. Schenk (Hrsg.), *Beiträge zum Symposium "Die Quantifizierung des Elektroencephalogramms"* (pp. 583-606). Konstanz: AEG-Telefunken.
- Lönne, E., Lönne, Ch., Fahrenberg, J. & Roskamm, H. (1968). Pulsfrequenzmessungen und EKG-Registrierung bei Autorennen. *Sportarzt und Sportmedizin*, 19, 103-112.
- Ludwig, T. B. (1972). Zu korrelations- und spektralanalytischen Methoden der Zeitreihenanalyse. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Lysko, Ch. (1974). Lidschlagkonditionierung im Zusammenhang mit neuropsychologischen Maßen (Schwellen, Habituation) und anderen Persönlichkeitsvariablen. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Marusia, R. & Scheimann, G. (1983). Erfassung der Lebenszufriedenheit. Theoretische Grundlagen, methodische Ansätze und Erfahrungen mit einem themenzentrierten Interview bei Herzinfarkt-Patienten. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Marwitz, M. (1993). Die Stabilität und Klassifizierbarkeit individualspezifischer Reaktionsmuster im Rahmen eines Experiments mit kardiovaskulären Doppelblockaden. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.

- Marwitz, M. (1997). Psychophysiologische Aspekte der normotonen und der labil-hypertonen Blutdruckregulation. Frankfurt/M.: P. Lang. (Phil. Diss., Universität Freiburg i. Br., 1996).
- Marwitz, M., Ewert, U., Foerster, F. & Fahrenberg, J. (2000). Habituation of the orienting reaction: method study and comparison of measures among borderline hypertensives and controls. Forschungsbericht des Psychologischen Instituts der Universität Freiburg, Nr. 143.  
<http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2009/2548/> (1.2 MB) urn:nbn:de:bsz:291-psydok-25487
- Marwitz, M. & Stemmler, G. (1998). On the status of individual response specificity. *Psychophysiology*, 35, 1-15.
- Medert-Dornscheidt, G. (1975). Psychophysiologische Korrelationen bei kardiovaskulären Erkrankungen und ihre Bedeutung für den Rehabilitationsverlauf. Phil. Diss., Universität Freiburg i. Br.
- Medert-Dornscheidt, G. (1978). Zur psychophysiologischen Schmerzforschung. *Medizinische Psychologie*, 4, 1-31.
- Medert-Dornscheidt, G. & Myrtek, M. (1977). Ergebnisse einer Zwei-Jahres Katamnese an Herz-Kreislaufkranken nach einem Heilverfahren. *Die Rehabilitation*, 16, 207-217.
- Medert-Dornscheidt, G., Myrtek, M., Fahrenberg, J., König, K. & Brusis, O. A. (1976). Kardiologische Rehabilitation aus psychophysiologischer Sicht. Eine multivariate Studie an 210 Patienten. *Innere Medizin*, 3, 146-159.
- Meerpohl, G. (1974). Polygraphische Untersuchung der Orientierungsreaktion als Vorstudie für die Entwicklung eines Habituations-Tests. Med. Diss., Universität Freiburg i. Br.
- Meinhardt, E. (1987). Persönlichkeit und situationsspezifische Aktivierung. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Muhs, A. (1977). Naive Krankheitskonzepte. Übersicht über den Problemstand und Bearbeitung eines mehrdimensionalen Fragebogens. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Muthny, F. A. (1979). Beiträge zur Entwicklung eines Meßkonzeptes für Hautfeuchte und seine Anwendung in einem Aktivierungsexperiment. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Muthny, F. A. (1984). Elektrodermale Aktivität und palmare Schwitzaktivität als Biosignale der Haut in der psychophysiologischen Grundlagenforschung. Phil. Diss., Universität Freiburg i. Br.
- Muthny, F. A., Foerster, F., Hoepfner, V., Mueller, W. & Walschburger, P. (1983). Skin evaporative water loss (SE) and skin conductance (SC) under various psychophysiological conditions. *Biological Psychology*, 16, 241-253.
- Myrtek, M. (1974a). Ergebnisse psychophysiologischer Konstitutionsstudien. In L. Eckensberger & U. Eckensberger (Hrsg.), Bericht über den 28. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Saarbrücken 1972. Band 4 (pp. 10-17). Göttingen: Hogrefe.
- Myrtek, M. (1974b). Zur Methodik einiger Kreislauffunktionsprüfungen in psychophysiologischen Zeitreihenstudien am Beispiel der orthostatischen Belastung. *Therapiewoche*, 24, 807-808.
- Myrtek, M. (1975a). Ergebnisse der psychosomatischen Korrelationsforschung. *Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie*, 23, 316-330.
- Myrtek, M. (1975b). Fehlerkoeffizienten bei klinisch-physiologischen Messungen und klinisch-chemischen Analysen. *Medizinische Welt*, 26, 2144-2149.
- Myrtek, M. (1978). Psychovegetative Labilität. Zugleich ein Beitrag zum Kovariationsproblem der Psychophysiologie. *Medizinische Welt*, 29, pp. 1166-1169, 1240-1243.
- Myrtek, M. (1980a). Psychophysiologische Konstitutionsforschung. Ein Beitrag zur Psychosomatik. Göttingen: Hogrefe.
- Myrtek, M. (1980b). Psychische Veränderungen bei Herz- und Kreislaufkranken im Heilverfahren. In W. Langosch (Hrsg.), *Psychosoziale Probleme und psychotherapeutische Interventionsmöglichkeiten bei Herzinfarktpatienten* (pp. 81-97). München: Minerva.
- Myrtek, M.: (1980c). Psychophysiological correlations in cardiovascular diseases - Their meaning for the rehabilitation process. *International Journal of Rehabilitation Research*, 4, 536-538.
- Myrtek, M. (1981). Herzinfarktprophylaxe. In W.R. Minsal & R. Scheller (Hrsg.), *Brennpunkte der Klinischen Psychologie*, Bd. II: Prävention (pp. 152-175). München: Kösel.

- Myrtek, M. (1983). Typ-A-Verhalten. Untersuchungen und Literaturanalysen unter besonderer Berücksichtigung der psychophysiologischen Grundlagen. München: Minerva.
- Myrtek, M. (1984). Constitutional psychophysiology. New York: Academic Press.
- Myrtek, M. (1985a). Experimentelle Untersuchungen zum Allgemeinen Psychovegetativen Syndrom - Versuch einer Zusammenfassung. In D. Vaitl, T.W. Knapp & N. Birbaumer (Hrsg.), Psychophysiologische Merkmale klinischer Symptome, Bd. 1. Psychophysiologische Dysfunktion. (pp. 26-43). Weinheim: Beltz.
- Myrtek, M. (1985b). Adaptation effects and stability coefficients of repeated testing for rest, strain, and change scores. In A. Steptoe, H. Rüddel & H. Neuss (Eds.), Clinical and methodological issues in cardiovascular psychophysiology (pp. 72-105). Berlin: Springer.
- Myrtek, M. (1985c). Psychophysiologie und Methodik des Typ-A-Verhaltens. In W. Langosch (Hrsg.), Psychische Bewältigung der chronischen Herzerkrankung (pp. 114-120). Berlin: Springer.
- Myrtek, M. (1985d). Streß und Typ-A-Verhalten, Risikofaktoren der koronaren Herzkrankheit? Psychotherapie und Medizinische Psychologie, 35, 54-61.
- Myrtek, M. (1985e). Stellungnahme zum Leserbrief von M.J. Halhuber: Stress und Typ-A-Verhalten, Risikofaktoren der koronaren Herzkrankheit? Eine kritische Bestandsaufnahme. Psychotherapie, Psychosomatik, Medizinische Psychologie, 35, 249-252.
- Myrtek, M. (1986a). Type A behavior and myocardial infarction. American Heart Journal, 111, 1215-1216.
- Myrtek, M. (1986b). Stress und Herzinfarkt - zweifelhafte wissenschaftliche Ergebnisse. Umschau, 1, 56-59.
- Myrtek, M. (1987). Life satisfaction, illness behaviour, and rehabilitation outcome: Results of a one year follow-up study with cardiac patients. International Journal of Rehabilitation Research, 10, 373-382.
- Myrtek, M. (1990). Covariation and reliability of ECG parameters during 24-hour monitoring. International Journal of Psychophysiology, 10, 117-123.
- Myrtek, M. (1993a). Psychophysiologische Persönlichkeitsforschung. Ergebnisse einer Metaanalyse (Forschungsbericht Nr. 93). Freiburg i. Br.: Universität, Psychologisches Institut.
- Myrtek, M. (1993b). Streß und Typ-A-Verhalten. In P. Allhoff, G. Flatten & U. Laaser (Hrsg.), Krankheitsverhütung und Früherkennung. Handbuch der Prävention (pp. 316-337). Berlin: Springer.
- Myrtek, M. (1993c). Prävention. In A. Schorr (Hrsg.), Handwörterbuch der Angewandten Psychologie (pp. 530-536). Bonn: Deutscher Psychologen Verlag.
- Myrtek, M. (1995). Type A behavior pattern, personality factors, disease, and physiological reactivity: A meta-analytic update. Personality and Individual Differences, 18, 491-502.
- Myrtek, M. (1998a). Gesunde Kranke - kranke Gesunde: Psychophysiologie des Krankheitsverhaltens. Bern: Huber.
- Myrtek, M. (1998b). Krankheitsverhalten. Zeitschrift für Gesundheitspsychologie, 6, 76-79.
- Myrtek, M. (1998c). Metaanalysen zur psychophysiologischen Persönlichkeitsforschung. In F. Rösler (Hrsg.), Enzyklopädie der Psychologie. Serie I Biologische Psychologie. Bereich Theorie und Forschung. Bd 5. Ergebnisse und Anwendungen der Psychophysiologie (S. 285-344). Göttingen: Hogrefe.
- Myrtek, M. (1999). Psychophysiologische Reaktivität, Streß, Typ-A-Verhalten und Feindseligkeit als Risikofaktoren der koronaren Herzkrankheit. Verhaltenstherapie und Verhaltensmedizin, 20, 89-119.
- Myrtek, M. (2000). Das Typ-A-Verhaltensmuster und Hostility als eigenständige Risikofaktoren der koronaren Herzkrankheit. (Reihe Statuskonferenz Psychokardiologie, Hrsg.: J. Jordan, B. Bardé & A.M. Zeiher. Band 2). Frankfurt: Verlag für Akademische Schriften.
- Myrtek, M. (2001a). Meta-analyses of prospective studies on coronary heart disease, type A, and hostility. International Journal of Cardiology, 79, 245-251.
- Myrtek, M. (2001b). Exzessiver Fernsehkonsum. Psychophysiologische Untersuchungen. Kinderärztliche Praxis, 72, 216-226.
- Myrtek, M. (2001c). Subjektive Beschwerden und objektiver Schweregrad bei Herzerkrankungen. In: B. Rauch & K. Held (Hrsg.), Der schwerkranke und multimorbide Herzpatient. Eine Herausforderung für die kardiologische Rehabilitation (S. 149-153). Darmstadt: Steinkopff.

- Myrtek, M. (2002a) Die Person im biologischen und sozialen Kontext. Göttingen: Hogrefe.
- Myrtek, M. (2002b). Feindseligkeit. In: R. Schwarzer, M. Jerusalem & H. Weber (Hrsg.), *Gesundheitspsychologie von A bis Z* (S. 112-115). Göttingen: Hogrefe.
- Myrtek, M. (2002c). Folgen des Fernsehens bei Kindern und Jugendlichen. [www.familienhandbuch.de](http://www.familienhandbuch.de).
- Myrtek, M. (2002d). Psychophysiologische Untersuchungen zum gestörten Schlaf. In: M. Myrtek. *Die Person im biologischen und sozialen Kontext* (S. 61-84). Göttingen: Hogrefe.
- Myrtek, M. (2002e). Typ-A-Verhalten. In: R. Schwarzer, M. Jerusalem & H. Weber (Hrsg.), *Gesundheitspsychologie von A bis Z* (S. 608-611). Göttingen: Hogrefe.
- Myrtek, M. (2003f). Fernsehkonsum bei Schülern: Ambulante psychophysiologische Untersuchungen im Alltag. *Nervenheilkunde*, 22, 454-458.
- Myrtek, M. (2004). Heart and emotion. *Ambulatory monitoring studies in everyday life*. Cambridge, MA: Hogrefe & Huber Publishers.
- Myrtek, M., Aschenbrenner, E. & Brügner, G. (2004, in press). Emotions in everyday life. An ambulatory monitoring study with female students. *Biological Psychology*.
- Myrtek, M. & Brügner, G. (1996). Perception of emotions in everyday life: studies with patients and normals. *Biological Psychology*, 42, 147-164.
- Myrtek, M., Brügner, G. & Fichtler, A. (1990). Diurnal variations of ECG parameters during 23-hour-monitoring in cardiac patients with ventricular arrhythmias or ischemic episodes. *Psychophysiology*, 27, 620-626.
- Myrtek, M., Brügner, G., Fichtler, A. & Müller, W. (1994). Test-retest stability of ECG parameters during ambulatory monitoring of patients with ischemic heart disease. *Journal of Ambulatory Monitoring*, 7, 265-279.
- Myrtek, M., Brügner, G., Fichtler, A., König, K., Müller, W., Foerster, F. & Höppner, V. (1988). Detection of emotionally induced ECG changes and their behavioral correlates: A new method for ambulatory monitoring. *European Heart Journal*, 9 (Suppl. N), 55-60.
- Myrtek, M., Brügner, G. & Müller, W. (1996a). Interactive monitoring and contingency analysis of emotionally induced ECG changes: Methodology and applications. In J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.), *Ambulatory assessment. Computer-assisted psychological and psychophysiological methods in monitoring and field studies* (pp. 115-127). Seattle, WA: Hogrefe & Huber.
- Myrtek, M., Brügner, G. & Müller, W. (1996b). Validation studies of emotional, mental, and physical workload components in the field. In J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.), *Ambulatory assessment. Computer-assisted psychological and psychophysiological methods in monitoring and field studies* (pp. 287-304). Seattle, WA: Hogrefe & Huber.
- Myrtek, M., Deutschmann-Janicke, E., Strohmaier, H., Zimmermann, W., Lawrenz, S., Brügner, G. & Müller, W. (1991). Psychophysiologische Untersuchungen zur Belastung und Beanspruchung bei Fahrdienstleitern, Lokomotivführern und Busfahrern (Forschungsbericht Nr. 71). Freiburg: Universität, Psychologisches Institut.
- Myrtek, M., Deutschmann-Janicke, E., Strohmaier, H., Zimmermann, W., Lawrenz, S., Brügner, G. & Müller, W. (1994). Physical, mental, emotional, and subjective workload components in train drivers. *Ergonomics*, 37, 1195-1203.
- Myrtek, M., Dieterle, W. & Brügner, G. (1990). Psychophysiological response patterns to variations of the experimental load of a reaction time task. *Journal of Psychophysiology*, 4, 209-220.
- Myrtek, M., Dieterle, W. & Brügner, G. (1991). Psychophysiologische Reaktivität bei einer Konzentrationsaufgabe in Abhängigkeit von Aufgabenschwierigkeit und Leistungsanreiz. In J.P. Janssen, E. Hahn & H. Strang (Hrsg.), *Konzentration und Leistung* (pp. 97-105). Göttingen: Hogrefe.
- Myrtek, M. & Fahrenberg, J. (1998). Somatoforme Störungen: Konzeptuelle und methodologische Kritik und ein Plädoyer für die funktionale Analyse des Krankheitsverhaltens. In J. Margraf, S. Neumer & W. Rief (Hrsg.), *Somatoforme Störungen: Ätiologie, Diagnose und Therapie*. (S. 191-211). Berlin: Springer.
- Myrtek, M., Fichtler, A., König, K., Brügner, G. & Müller, W. (1994). Differences between patients with asymptomatic and symptomatic myocardial infarction: The relevance of psychological factors. *European Heart Journal*, 15, 311-317.

- Myrtek, M., Fichtler, A., Strittmatter, M. & Brügger, G. (1999). Stress and strain of blue and white collar workers during work and leisure time: results of psychophysiological and behavioral monitoring. *Applied Ergonomics*, 30, 341-351.
- Myrtek, M. & Foerster, F. (1986a). The law of initial value: A rare exception. *Biological Psychology*, 22, 227-237.
- Myrtek, M. & Foerster, F. (1986b). Rejoinder to Cleary's "Comments on Myrtek and Foerster's 'The law of initial value: A rare exception'". *Biological Psychology*, 22, 285-287.
- Myrtek, M. & Foerster, F. (2001). On-line measurement of additional heart rate. Methodology and applications. In: J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.), *Progress in ambulatory assessment* (pp. 399-414). Seattle, WA: Hogrefe & Huber Publishers.
- Myrtek, M. & Foerster, F. (2004). Freiburg monitoring system (FMS). In: G.R.J. Hockey, A.W.K. Gaillard & O. Burov (Eds.), *Operator functional state: The assessment and pre-diction of human performance degradation in complex tasks*. Amsterdam: IOS Press.
- Myrtek, M., Foerster, F. & Brügger, G. (2001). *Freiburger Monitoring System (FMS). Ein Daten-Aufnahme- und Auswertungssystem für Untersuchungen im Alltag: Emotionale Beanspruchung, Körperlage, Bewegung, EKG, subjektives Befinden, Verhalten*. Frankfurt/M.: Peter Lang.
- Myrtek, M., Foerster, F. & König, K. (1978). Klinisch-chemische Befunde bei Herz-Kreislauf-Patienten. Eine Analyse der Veränderungen im Rehabilitationsverlauf. *Medizinische Klinik*, 73, 1209-1217.
- Myrtek, M., Foerster, F. & Piech, R. (2003). Assessment of stress and strain components with the Freiburg Monitoring System (FMS). In: H. Luczak & K.J. Zink (Eds.), *Human factors in organizational design and management – VII* (pp. 909-915). Santa Monica, CA: IEA Press.
- Myrtek, M., Foerster, F. & Wittmann, W. (1977). Das Ausgangswertproblem. Theoretische Überlegungen und empirische Untersuchungen. *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 24, 463-491.
- Myrtek, M. & Freidel, M. (1978). Anwendung der Impedanzkardiographie in der psychophysiologischen Forschung. In E. Lang, R. Kessel & A. Weikl (Hrsg.), *Impedanzkardiographie. Grundlagen, Anwendungen und Grenzen der Methode* (pp. 106-111). Nürnberg: Silinsky.
- Myrtek, M., Frölich, E., Fichtler, A. & Brügger, G. (2000). ECG changes, emotional arousal, and subjective state. An ambulatory monitoring study with CHD patients. *Journal of Psychophysiology*, 14, 106-114.
- Myrtek, M. & Frommelt, P. (1976). Zeitreihenstudie der orthostatischen Kreislaufreaktionen. *Zeitschrift für Kardiologie*, 65, 800-809.
- Myrtek, M. & Greenlee, M. W. (1984). Psychophysiology of Type A behavior pattern: A critical analysis. *Journal of Psychosomatic Research*, 28, 455-466.
- Myrtek, M., Hilgenberg, B., Brügger, G. & Müller, W. (1997). Influence of sex, college major, and chronic study stress on psychophysiological reactivity and behavior: Results of ambulatory monitoring in students. *Journal of Psychophysiology*, 11, 124-137.
- Myrtek, M., Itte, H., Zimmermann, W. & Brügger, G. (1994). Psychische Bewältigung von Unfällen bei Lokomotivführern: Die Relevanz von Copingfragebogen zur Erfassung von funktionalen und dysfunktionalen Copingprozessen. *Zeitschrift Klinische Psychologie*, 23, 293-304.
- Myrtek, M., Itte, H., Zimmermann, W., Brügger, G. & Jansen, G. (1992). Psychische Bewältigung von Unfällen mit Personenschäden bei Lokomotivführern (Forschungsbericht Nr. 85). Freiburg i. Br.: Universität, Psychologisches Institut.
- Myrtek, M., Kaiser, A., Rauch, B. & Jansen, G. (1997). Factors associated with work resumption: a 5 year follow-up with cardiac patients. *International Journal of Cardiology*, 59, 291-297.
- Myrtek, M. & König, K. (1977). Ergebnisse physiologischer und psychologischer Untersuchungen bei verschiedenen Körperbautypen. Eine Studie an 210 Herz-Kreislauf-Patienten und 100 Studenten. *Basic Research in Cardiology*, 72, 584-604.
- Myrtek, M., Kreutel, K., Wilk, D., Welsch, M. & Herzog, M. (1987). Lebenszufriedenheit und Rehabilitationsverlauf. Eine Untersuchung an Herz-Kreislauf-Patienten. *Rehabilitation*, 26, 11-19.

- Myrtek, M., Medert-Dornscheidt, G., König, K., Fahrenberg, J. & Kutzner, P. (1979). Eine psychophysiologische Zeitreihenstudie an 54 Herz-Kreislauf-Patienten im stationären Heilverfahren. Erfolgsbeurteilung, Gruppenunterschiede und Periodizitäten. *Zeitschrift für Kardiologie*, 68, 189-201.
- Myrtek, M. & Nahrwold, A. (1974). Zur Vorhersage der körperlichen Leistungsfähigkeit. Schätzung der maximalen Sauerstoffaufnahme aus submaximalen Meßwerten und anthropometrischen Daten. *Herz/Kreislauf*, 6, 194-199.
- Myrtek, M. & Scharff, C. (2000). Fernsehen, Schule, Verhalten. Untersuchungen zur emotionalen Beanspruchung von Schülern. Bern: Huber.
- Myrtek, M., Scharff, C. & Brügger, G. (1997). Psychophysiologische Untersuchungen zum Fernsehverhalten bei 11- und 15jährigen Schülern unter besonderer Berücksichtigung der emotionalen Reaktionen. In M. Charlton & S. Schneider (Hrsg.), *Rezeptionsforschung - Erklärungsmodelle und aktuelle Forschungsergebnisse zum Umgang mit Massenmedien* (pp. 122-146). Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Myrtek, M., Scharff, C., Brügger, G. & Müller, W. (1996). Physiological, behavioral, and psychological effects associated with television viewing in schoolboys: an exploratory study. *Journal of Early Adolescence*, 16, 301-323.
- Myrtek, M., Scharff, C., Brügger, G., Müller, W. & Höppner, V. (1992). Psychophysiologische Untersuchungen zum Schul- und Freizeitverhalten bei Gymnasiasten der 5. und 6. Klassen (Forschungsbericht Nr. 78). Freiburg: Universität, Psychologisches Institut.
- Myrtek, M., Schmidt, T. H. & Schwab, G. (1984). Untersuchungen zur Reliabilität und Validität der deutschen Version des Jenkins Activity Survey (JAS). *Zeitschrift für Klinische Psychologie*, 13, 322-337.
- Myrtek, M. & Spital, S. (1986). Psychophysiological response patterns to single, double, and triple stressors. *Psychophysiology*, 23, 663-671.
- Myrtek, M., Stemmler, G. & Fahrenberg, J. (1987). Rejoinder to Perkins' "Use of terms to describe results: Additive vs. synergistic". *Psychophysiology*, 24, 720-721.
- Myrtek, M., Stiels, W., Herrmann, J. M., Brügger, G., Müller, W., Höppner, V. & Fichtler, A. (1995). Emotions, pain, and ECG changes during ambulatory monitoring in patients with cardiac neurosis and controls: Methodological considerations and first results. In D. Vaitl & R. Schandry (Eds.), *From the heart to the brain. The psychophysiology of circulation - brain interaction* (pp. 319-334). Frankfurt/M.: P. Lang.
- Myrtek, M. & Villinger, U. (1976). Psychologische und physiologische Wirkungen eines fünfwöchigen Ergometertrainings bei Gesunden. *Medizinische Klinik*, 71, 1623-1630.
- Myrtek, M. & Welsch, M. (1987). Comparison of rehabilitation outcome between patients with psychophysiological disorders and organic diseases. *British Journal of Medical Psychology*, 60, 245-252.
- Myrtek, M. & Welsch, M. (1990). Determinants of rehabilitation outcome - Results of follow-up studies of different patient groups with special reference to cardiac patients. *Psychology & Health*, 5, 25-37.
- Myrtek, M., Walschburger, P. & Kruse, G. (1974). Psychophysiologie der orthostatischen Kreislaufreaktionen. *Zeitschrift für Kardiologie*, 63, 1034-1050.
- Myrtek, M., Weber, D., Brügger, G. & Müller, W. (1996). Occupational stress and strain of female students: results of physiological, behavioral, and psychological monitoring. *Biological Psychology*, 42, 379-391.
- Myrtek, M., Zanda, D. & Aschenbrenner, E. (2001). Interactive psychophysiological monitoring of emotions in students' everyday life. A replication study. In: J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.), *Progress in ambulatory assessment* (pp. 415-434). Seattle, WA: Hogrefe & Huber.
- Nahrwold, A. (1972). Multivariate Untersuchung zur Taxonomie vegetativer Regulationstypen aufgrund physiologischer, biochemischer und psychologischer Parameter. Med. Diss., Universität Freiburg i. Br.
- Peper, M. & Fahrenberg, J. (2009). Psychophysiologie. In W. Sturm, M. Herrmann & T. Münte (Hrsg.), *Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie* (2. Aufl.). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Piech, R. (2002). Achterbahn und Autobahn. Psychophysiologisches Monitoring zum Freizeitstress. Unveröff. Dipl.Arbeit, Universität Freiburg i. Br.

- Potreck, F. (1983). Genesungsverläufe von Herzinfarktpatienten. Einzelfallstudien an Patienten in der poststationären Phase. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Prill, T. & Fahrenberg, J. (2006). Simultaneous assessment of posture and limb movements (e.g., periodic leg movements) with calibrated multiple accelerometry. *Physiological Measurement*, 27, N47-N53.
- Prill, T. & Fahrenberg, J. (2007). New methods in ambulatory BP monitoring: Interactive monitoring and detection of posture and movement patterns. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 39, 390-398. URL: <http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2009/2560/> (731 KB)  
URN: urn:nbn:de:bsz:291-psydok-25604
- Prill, T., Foerster, F., Voderholzer, U., Hornyak, M. & Fahrenberg, J. (2003): 24-Stunden-Monitoring des Restless-Legs-Syndroms mit multipler kalibrierter Akzelerometrie. Mai 2003). Forschungsbericht des Psychologischen Instituts der Universität Freiburg, Nr. 159.  
URL: <http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2004/428/> (3.5 MB)  
URN: urn:nbn:de:bsz:291-psydok-4281
- Prill T., Foerster F. & Fahrenberg J. (2006). 24-Stunden-Monitoring von periodischen Beinbewegungen (PLM) mit kalibrierter multipler Akzelerometrie. In: U.W. Ebner (Ed.). *Ambulantes psychophysiologisches Monitoring – Neue Perspektiven und Anwendungen* (S. 61-86). Frankfurt a.M.: P. Lang.
- Rabenschlag, U. (1980). Entwicklungspsychophysiologie - Zur Begründung eines Konzepts der klinischen und experimentellen Erforschung psychophysiologischer - psychosomatischer Erkrankungen im Kinder- und Jugendalter. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Rockstroh, S. (1984). Psychophysiologische Analyse von EKG-Schlafregistrierungen. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Rockstroh, S. (1988). Schlaf bei koronarer Herzkrankheit. Mobiles Monitoring in der Herz-Kreislauf-Klinik. Untersuchung der Nacht vor der Koronarangiographie. Phil. Diss., Freiburg i. Br. Frankfurt: P. Lang.
- Rockstroh, S., Brügger, G., Foerster, F. & Müller, W. (1990). Three investigations of heart rate pattern and sleep behaviour in healthy subjects and coronary patients. (Forschungsbericht Nr. 67). Freiburg i. Br.: Universität, Psychologisches Institut.
- Rockstroh, S., Foerster, F. & Müller, W. (1985). Herzfrequenzverläufe im Schlaf. Auswertung, Verlaufstypen und Korrelationen. (Forschungsbericht Nr. 20). Freiburg: Universität, Psychologisches Institut.
- Rockstroh, S., Müller, W., Foerster, F. & Brügger, G. (1993). Covariation of physiological sleep parameters in coronary patients and their relationships to sleep quality. *Biological Psychology*, 35, 225-234.
- Schäfer, H. (1989). Der Einfluß spezifischer Rezeptorenblocker auf die Emotion Ärger. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Schäfer, H., Wild, M., Müller, J., Deynet, U., Herrmann, J.-M. & Fahrenberg, J. (eingereicht). Das psychophysiologische Blutdruck-Video. Ein neuer Zugang zur individuellen Blutdruck-Reaktivität und zum Selbstmanagement. *Klinische Verhaltensmedizin, und Rehabilitation*, 68, 61-70.
- Schäffel, U. (1993). Ärgerausdruck und Ärgerunterdrückung. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Scharff, Ch. (1992). Psychophysiologische Untersuchungen zum Schul- und Freizeitverhalten bei 11jährigen Schülern eines Gymnasiums. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Scheibehenne, B., Saller, T., Riemann, D. & Fahrenberg, J. (2000). Befinden im Tagesverlauf. Zwei Untersuchungen mit MONITOR. Forschungsbericht des Psychologischen Instituts der Universität Freiburg, Nr. 147.
- Scherer, Th. (1992). Emotionale Moderation nonverbaler Parameter gesprochener Sprache. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Schmid, H. (1990). Musteranalyse kardiovaskulärer Aktivierungskomponenten: Modellierung und Validierung. üs
- Schneider, H. J. (1979). Die Beurteilung individualspezifischer, stimulusspezifischer und motivationsspezifischer Reaktionsmuster im replizierten Aktivierungsexperiment mit zweifacher Meßwiederholung bei gesunden männlichen Studenten unter besonderer Berücksichtigung der zeitlichen Stabilität des

- individualspezifischen physiologischen Reaktionsmusters im Wochenabstand. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Schneider, H. J. (1982). Befindensskalen für Aktivierungsexperimente: Anforderungen, statistische Eigenschaften, Selektionskriterien, Eingewöhnungseffekte, Dimensionalität. (Forschungsbericht Nr. 2). Freiburg i. Br.: Albert-Ludwigs-Universität, Psychologisches Institut.
- Schneider, H. J. (1983). Methodische Vorgehensweise und erste Ergebnisse einer experimentellen Untersuchung eines modifizierten autogenen Trainings bei Sportstudenten im Labor und beim 1000 m-Lauf. In P. Janssen & E. Hahn (Hrsg.), *Aktivierung, Handlung, Motivation und Coaching im Sport* (pp. 98-110). Schorndorf: Hofmann.
- Schneider, H. J. (1985). Die Wirkung eines modifizierten Autogenen Trainings auf Befindens-, Leistungs- und physiologische Parameter bei Sportlern in Laborsituationen und beim 1000 m-Lauf. Phil. Diss., Universität Freiburg i. Br. Köln: bps-Verlag.
- Schröder, J. (1974). EEG-Desynchronisation und periphere Komponenten als Maße der Habituation der Orientierungsreaktion. Phil. Diss., Universität Freiburg i. Br.
- Schulte, A. (1978). Literaturarbeit über psychophysische Zustandsänderungen während Autogenen Trainings (Meditation, Zen, Yoga usw.). Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Schwab, G. (1982). Empirischer Vergleich des JAS-Fragebogens zur Erfassung des Typ-A-Verhaltens (Koronarrisiko) mit Persönlichkeitsfragebögen und Selbsteinstufungen. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Shapiro, D., Jamner, L., Lane, J., Light, K., Myrtek, M., Sawada, Y. & Steptoe, A. (1996). Blood pressure publication guidelines. *Psychophysiology*, 33, 1-12.
- Sherwood, A., Allen, M. T., Fahrenberg, J., Kelsey, R. M., Lovallo, W. R. & van Doornen, L. J. P. (1990). Methodological guidelines for impedance cardiography. *Psychophysiology*, 27, 1-24.
- Smeja, M. (1998). Ambulantes 24 h Monitoring der Tremoraktivität bei Patienten mit Morbus Parkinson. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Smeja, M., Foerster, F., Emmans, D., Hornig, A. & Fahrenberg, J. (1999). 24 hr assessment of tremor activity and posture in Parkinson's disease by multi-channel accelerometry. *Journal of Psychophysiology*, 13, 245-256.
- Smeja, M., Foerster, F., Fuchs, G., Emmans, D., Hornig, A. & Fahrenberg, J. (2000). 24 hr assessment of tremor activity and posture in Parkinson's disease by multi-channel accelerometry. *Journal of Psychophysiology*, 13, 245-256.
- Spital, S. (1985). Untersuchungen zur Differenzierung von psychischer und physiologischer Aktivierung an Hand von physiologischen und subjektiven Variablen. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Steidinger, W. (1990). Untersuchung zur Validität von Fragebögen zur Lebenszufriedenheit und zum Krankheitsverhalten bei gesunden Arbeitnehmern. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Stemmler, G. (1986a). Implicit measurement models in methods for scoring psychophysiological reactivity. (Forschungsbericht Nr. 32). Freiburg: Universität, Psychologisches Institut.
- Stemmler, G. (1986b). Discriminant analysis of profiles: Procedure and evaluation within psychophysiology. (Forschungsbericht Nr. 35). Freiburg: Universität, Psychologisches Institut.
- Stemmler, G. (1986c). The covariation of EEG, motor, and autonomic activity. In J. Fahrenberg & A. Steptoe (Eds.), *Concepts of activation and arousal: Problems of measurement and analysis* (pp. 13-31). Report on the Discussion Meeting "Concerted Action: Breakdown in human adaptation", 27-28 May 1986 at the University of Freiburg.
- Stemmler, G. (1987a). Entspannungsübungen - Mythos und Realität. *Der informierte Arzt*, 5, 15-19.
- Stemmler, G. (1987b). Implicit measurement models in methods for scoring physiological reactivity. *Journal of Psychophysiology*, 1, 113-125.
- Stemmler, G. (1987c). Standardization within subjects: A critique of Ben-Shakhar's conclusions. *Psychophysiology*, 24, 243-246.
- Stemmler, G. (1988). Effects of profile elevation, scatter, and shape on discriminant analysis results. *Educational and Psychological Measurement*, 48, 853-871.

- Stemmler, G. (1989). The autonomic differentiation of emotions revisited: Convergent and discriminant validation. *Psychophysiology*, 26, 617-632.
- Stemmler, G. (1992a). *Differential psychophysiology: Persons in situations*. Heidelberg, New York: Springer.
- Stemmler, G. (1992b). The vagueness of specificity: models of peripheral physiological emotion specificity in emotion theories and their experimental discriminability. *Journal of Psychophysiology*, 6, 17-28.
- Stemmler, G. (1993a). Receptor antagonists as tools for structural measurement in psychophysiology. *Neuropsychobiology*, 28, 47-53.
- Stemmler, G. (1993b). Peripherphysiologische Spezifität von Ärger. In M.M. Müller (Hrsg.), *Psychophysiologische Risikofaktoren bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen* (pp. 37-68). Göttingen: Hogrefe.
- Stemmler, G. & Fahrenberg, J. (1989). Psychophysiological assessment: Conceptual, psychometric, and statistical issues. In G. Turpin (Ed.), *Handbook of clinical psychophysiology* (pp. 71-104). Chichester: Wiley.
- Stemmler, G. & Meinhardt, E. (1990). Personality, situation and physiological arousability. *Personality and Individual Differences*, 11, 293-308.
- Stemmler, G. & Meinhardt, E. (1991). Personality, situation and physiological arousability: A reply to Zuckerman. *Personality and Individual Differences*, 12, 507-509.
- Stemmler, G., Grossman, P., Schmid, H. & Foerster, F. (1991). A model of cardiovascular activation components for studies using autonomic receptor antagonists. *Psychophysiology*, 28, 367-382.
- Stemmler, G., Schäfer, H. & Marwitz, M. (1993). Zum Konzept und zur Operationalisierung der Ärgerverarbeitung. In V. Hodapp & P. Schwenkmezger (Hrsg.), *Ärger und Ärgerausdruck* (pp. 71-111). Bern: Huber.
- Stiglmayr, Ch. (2003). *Spannung und Dissoziation bei der Borderline-Persönlichkeitsstörung*. Frankfurt a.M.: P. Lang.
- Stiglmayr, C.E., Grathwol, C.E., Linehan, M.M., Ihorst, G., Fahrenberg, J. & Bohus, M. (2005). Aversive tension in patients with borderline personality disorder: A computer-based controlled field study. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 111 (5), 372-379.
- Strohmaier, H. (1991). *Psychophysiologische Untersuchungen zur Belastung und Beanspruchung bei Fahrdienstleitern, Lokomotivführern und Busfahrern. Teil II*. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i.Br.
- Thielgen, T., Foerster, F., Fuchs, G., Hornig, A. & Fahrenberg, J. (2004). Tremor in Parkinson's disease: 24-hr monitoring with calibrated accelerometry. *Electromyography clinical Neurophysiology*, 44, 137-146.
- Tornow, H. (1972). Versuch einer externen Synchronisation der Herzfrequenz als Beispiel eines On-Line Experiments. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Trichtinger, I. (1980). Individuelle Krankheitskonzepte von Herz-Kreislauf-Kranken am Anfang und am Ende eines stationären Heilverfahrens. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Villinger, U. (1972). Psychophysiologische Längsschnittuntersuchung vegetativer Regulationsstypen bei 5-wöchigem Training mit dem Fahrradergometer. Med. Diss., Universität Freiburg i. Br.
- Walschburger, P. (1972). Zur Theorie und Methodik vegetativ-endokriner Funktionsprüfungen (VES-Diagnostik). Unveröff. Dipl. Arbeit. Universität Freiburg i. Br.
- Walschburger, P. (1975). Zur Standardisierung und Interpretation elektrodermalen Meßwerte in psychologischen Experimenten. *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 22, 514-533.
- Walschburger, P. (1976). Zur Beschreibung von Aktivierungsprozessen. Eine Methodenstudie zur psychophysiologischen Diagnostik. Phil. Diss., Universität Freiburg.
- Walschburger, P. (1977). Zur Operationalisierung der psychophysischen Reaktivität. In W. Tack (Hrsg.), *Bericht über den 30. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie, Regensburg 1976* (pp. 367-369). Göttingen: Hogrefe.
- Walschburger, P. (1980). Beeinflußt die Erwartung, labil zu reagieren, die Bewältigung nachfolgender Belastungen? *Archiv für Psychologie*, 132, 207-220.

- Walschburger, P. & Broda, M. (1980). Sprechweise und Aktivierung in einer freien Redesituation. *Psychologische Beiträge*, 22, 304-321.
- Warncke, P. & Fahrenberg, J. (1966). Eine Itemanalyse am E.N.NR.-Fragebogen von Brengelmann und Brengelmann. *Diagnostica*, 12, 105-115.
- Weber, D. (1993). Belastung und Beanspruchung von Studentinnen unter Alltagsbedingungen. Unveröff. Dipl.Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Welsch, M. (1986). Multivariate Erfassung von Rehabilitationsverläufen. Phil. Diss., Freiburg i. Br.
- Wider, C. (1994). Diagnostisch-therapeutische Strategien in Abhängigkeit von der Einstellung zum Leib-Seele-Problem. Unveröff. Dipl.Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Wild, M. (1998). Die Rückmeldung von kontinuierlich gemessenen Blutdruckwerten mit Portapres 2.0 bei Hypertonikern. Die Entwicklung eines psychophysiologischen Verfahrens zur Beeinflussung der Blutdruckdynamik. Unveröff. Dipl.Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Wilhelm, P. (1993). Kurze Filmszenen als Stimulusmaterial zur experimentellen Erzeugung der Grundemotionen: Angst, Ärger, Ekel, Trauer, Überraschung und Heiterkeit (Forschungsbericht Nr. 96). Freiburg i.Br.: Universität, Psychologisches Institut.
- Wilhelm, P. (1995). Wie reagieren viel- und wenigsehende Kinder im Vorschulalter auf Fernsehsendungen aus dem Kinderprogramm? Ein psychophysiologisches Feldexperiment. Unveröff. Dipl.Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Wilhelm, P., Myrtek, M. & Brügner, G. (1997). Vorschulkinder vor dem Fernseher. Ein psychophysiologisches Feldexperiment. Bern: Hans Huber.
- Wilk, D. (1984). Weiterentwicklung eines Instruments zur Erfassung der Lebenszufriedenheit und seine Anwendung an koronarkranken Patienten. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Willmann, H. (1993). Literaturverzeichnis zur Freiburger Beschwerdenliste FBL, 1975 bis 1993 (Forschungsbericht Nr. 102). Freiburg i. Br.: Universität, Psychologisches Institut.
- Wilmers, F. E. (1992). Zwei Studien zur kardiovaskulären Psychophysiologie. Test of alternative electrode arrangements for impedance cardiography. Psychophysiologisches 24-Stunden-Monitoring an labilhypertonen und normotonen Studenten mit Labor-Feld Vergleich. Unveröff. Dipl. Arbeit, Universität Freiburg i. Br.
- Zimmermann, P. (1978). Zur Zeitreihenanalyse von Stimmungsskalen. *Diagnostica*, 25, 24-48.

## Literaturverzeichnis 2 Sonstige zitierte Arbeiten

- Adler, R., Herrmann, J. M., Schäfer, N., Schmidt, Th., Schonecke, O. W. & Uexküll, Th. v. (1974). "Symptom-Kontext-Analyse" direkt gemessener Blutdruckschwankungen. Zeitschrift für Psychosomatische Medizin und Psychoanalyse, 20, 312-327.
- Adler, R., Herrmann, J. M., Schäfer, N., Schmidt, Th., Schonecke, O. W. & Uexküll, Th.v. (1975). "Symptom-Kontext-Analyse" direkt gemessener Blutdruckschwankungen. Zeitschrift für Psychosomatische Medizin und Psychoanalyse, 21, 46-52.
- Alexander, F. (1950). Psychosomatic Medicine. (Deutsch: Psychosomatische Medizin (3. Auflage, 1977). Berlin: De Gruyter.
- Alpers, G. W., Wilhelm, F. H., & Roth, W. T. (2005). Psychophysiological measures during exposure in driving phobias. Journal of Abnormal Psychology, 114 (1).
- Amelang, M. & Bartussek, D. (2001). Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung (5. Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.
- Aoki, N., Dunn, K., Johnson-Throop, K. A. & Turley, J. P. (2003). Outcomes and methods in Telemedicine evaluation. Telemedicine Journal & e-Health, 9, 393-401.
- Asendorpf, J. (2003). Psychologie der Persönlichkeit (3. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Backs, R.W. & W. Boucsein, W. (Eds.). Engineering Psychophysiology. Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum.
- Bass, C. & Benjamin, S. (1993). The management of chronic somatization. British Journal of Psychiatry, 162, 472-480.
- Barry, J., Campbell, S., Nabel, E.G., Mead, K. & Selwyn, A.P. (1987) Ambulatory monitoring of the digitized electrocardiogram for detection and early warning of transient myocardial ischemia in angina pectoris. American Journal of Cardiology, 60, 483-488.
- Baumann, L. J. & Leventhal, H. (1985). "I can tell when my blood pressure is up, can't I?" Health Psychology, 4, 203-218.
- Baumann, U., Thiele, C. & Laireiter, A. R. (2003). Felddiagnostik (ambulantes Assessment) – insbesondere mittels computerunterstützter Verfahren – als Methode der psychopathologischen Verlaufsforschung. In: M. Soyka, H.-J. Möller & H.-U. Wittchen (Hrsg.). Psychopathologie im Längsschnitt. Methoden, Analyse Bewertung. (S. 65-87). Landsberg/Lech: ecomed.
- Baumgart, P., Walger, P., Jürgens, U. & Rahn, K.H. (1990). Reference data for ambulatory blood pressure monitoring: What results are equivalent to the established limits of office blood pressure? Klinische Wochenschrift, 68, 723-727.
- Beckham, J. C., Feldman, M. E., Barefoot, J. C. et al., (2000). Ambulatory cardiovascular activity in Vietnam combat veterans with and without posttraumatic stress disorder. Journal of Consulting & Clinical Psychology, 68, 269-276.
- Berntson, G.G., Cacioppo, J.T. & Quigley, K.S. (1991). Autonomic determinism: The modes of autonomic control, the doctrine of autonomic space, and the laws of autonomic constraint. Psychological Review, 98, 459-487.
- Bland, J. M. & Altman, D. G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet, 8(1), 307-310.
- Bobrie, G., Chatellier, G., Genes, N., Clerson, P., Vaur., L., Vaisse, B., Menard, J. & Mallion, J. M. (2004). Cardiovascular prognosis of "masked hypertension" detected by blood pressure self-measurement in elderly treated hypertensive patients. JAMA. 291, 1342-1349.
- Boiten, F. (1996). Autonomic response patterns during voluntary facial action. Psychophysiology, 33, 123-131.
- Bolger, N., Davis, A. & Rafaeli, E. (2003). Diary methods: Capturing life as it is lived. Annual Review of Psychology, 54, 2003. 579-616.
- Boucsein, W. (1991). Arbeitspsychologische Beanspruchungsforschung heute - Eine Herausforderung an die Psychophysiology. Psychologische Rundschau, 42, 129-144.
- Brähler, E. & Scheer, J. (1983). Der Gießener Beschwerdebogen. Handbuch. Bern: Huber.

- Brengelmann, J.C. & Brengelmann, B.L. (1960). Deutsche Validierung von Fragebogen der Extraversion, neurotischen Tendenz und Rigidität. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 7, 291-331.
- Brocke, B. & Battmann, W. (1985). Die Aktivierungstheorie der Persönlichkeit. Eine systematische Darstellung und partielle Rekonstruktion. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 6, 189-213.
- Brocke, B., Tasche, K. G. & Beauducel, A. (1996). Biopsychological foundations of extraversion: Differential effort reactivity and the differential P300 effect. *Personality and Individual Differences*, 21, 727-738.
- Brocke, B., Tasche, K. G. & Beauducel, A. (1997). Biopsychological foundations of extraversion: Differential effort reactivity and state control. *Personality and Individual Differences*, 22, 447-458.
- Cameron, O. G. (2001). Interoception: The inside story – A model for psychosomatic processes. *Psychosomatic Medicine*, 63, 697-710.
- Canli, T., Amin, Z., Haas, B., Omura, K. & Constable, R.T. (2004). A double dissociation between mood states and personality traits in the anterior cingulate. *Behavioral Neuroscience*, 118, 897-904.
- Cassel, J. C. (1976). The contribution of the social environment to host resistance. *American Journal of Epidemiology*, 104, 107-123.
- Cattell, R. B. (1957). *Personality and motivation. Structure and measurement*. Yonkers-on-Hudson, NY: World Book Company.
- Cattell, R. B., Cattell, A. K. S. & Rhymer, R. M. (1947). P-technique demonstrated in determining psycho-physiological source traits in a normal individual. *Psychometrika*, 12, 267-288.
- Cesana, G., Sega, R., Ferrario, M., Chiodini, P., Corrado, G. & Mancia, G. (2003). Job Strain and Blood Pressure in Employed Men and Women: A Pooled Analysis of Four Northern Italian Population Samples. *Psychosomatic Medicine*, 65, 558-563.
- Clark, D. M. & Teasdale, J. D. (1982). Diurnal variation in clinical depression and accessibility of memories of positive and negative experiences. *Journal of Abnormal Psychology*, 91, 87-95.
- Chobanian, A. V. et al. (2003). The Sixth Report of the Joint National Committee on the Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. *JAMA*, 289, 2560-2572.
- Clement, D. L., De Bacquer, D. A., Duprez, D. A., Gheeraert, P. J., Six, R. O. & O'Brien, E. (2003). Prognostic value of ambulatory blood pressure recordings in patients with treated hypertension. *New England Journal of Medicine*, 348, 2407-2415.
- Costa, M., Cropley, M., Griffith, J. & Steptoe, A. (1999). Ambulatory blood pressure monitoring is associated with reduced physical activity during everyday life. *Psychosomatic Medicine*, 61, 806-811.
- Cronbach, L. J., Gleser, G. C., Nanda, H., Rajaratnam, N. (1972). *The dependability of behavioral measurements: Theory of generalizability for scores and profiles*. New York: Wiley.
- Csikszentmihalyi, M. & Larson, R. (1987). Validity and reliability of the experience-sampling method. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 175, 526-536.
- Davidson, R. J. (2000). The functional neuroanatomy of affective style. In: R. D. Lane (Ed). *Cognitive neuroscience of emotion* (pp. 371-388). London: Oxford University Press.
- Davidson, R. J., Ekman, P., Saron, C. D., Senulis, J. A. & Friesen, W. V. (1990). Approach-withdrawal and cerebral asymmetry: Emotional expression and brain physiology I. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58, 330-341.
- Davidson, R. J., Goldsmith, H. H. & Scherer, K. R. (Eds.). (2003). *Handbook of affective science*. New York: Oxford University Press.
- Davidson, R. J. & Schwartz, G. E. (1976). Patterns of cerebral lateralization during cardiac biofeedback versus the self-regulation of emotion. Sex differences. *Psychophysiology*, 13, 62-68.
- De Beurs, E., Lange, A. & Van Dyck, R. (1991). Self-monitoring of panic attacks and retrospective estimates of panic: Discordant findings. *Behaviour Research and Therapy*, 30, 411-413.
- Delius, L. (1967). Die Integration medikamentöser, physikalischer und psychologisch orientierter Behandlungsverfahren. *Praxis der Psychotherapie*, 12, 181-190.

- Deter, H. C., Klepper, A. & Schulte, K. H. (1996). Preliminary results of a differentiated emotion – stimulating interview in patients with essential hypertension as compared with inpatients of a psychosomatic unit and normal controls. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 65, 262-271.
- Dickerson, S. S., Kemeny, M. E. (2004). Acute Stressors and Cortisol Responses: A Theoretical Integration and Synthesis of Laboratory Research. *Psychological Bulletin*, 130, 355-391.
- Ebner, U. W., Angenendt, J. & Wilmers, F. (2001). The psychophysiology of exposure therapy – a pilot therapy study with patients suffering from agoraphobia with panic disorder. *Verhaltenstherapie*, 11, 6-13.
- Elbert, T. & Schandry, R. (2001). Herz und Hirn. Psychophysiologische Wechselwirkungen. In F. Rösler (Hrsg.). *Enzyklopädie der Psychologie. Serie Biologische Psychologie. Bereich Psychophysiologie Bd. 1. Grundlagen und Methoden der Psychophysiologie* (S. 427-477). Göttingen: Hogrefe.
- Engel, B.T. (1986). An essay on the circulation as behavior. *The Behavioral and Brain Sciences*, 9, 285-318.
- Eysenck, J. J. (1958). *The scientific study of personality*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Eysenck, H. J. (1967). *The biological basis of personality*. Springfield, Illinois: Thomas.
- Eysenck, H. J. (1994). Personality: Biological foundations. In: P. A. Vernon (Ed.). *Neuropsychology of individual differences* (pp. 151-207). San Diego, CA: Academic Press.
- Eysenck, J.J. & Eysenck, S.B.G. (1969). *Personality structure and measurement*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Eysenck, H.J. & Eysenck, M.W. (1985). *Personality and individual differences*. New York: Plenum Press.
- Eysenck, H. J. & Rachman, S. (1965). *The causes and cures of neurosis*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Fiske, D.W. (1978). *Strategies for personality research*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Folkow, B. (2000). Perspectives on the integrative functions of the "sympatho-adrenomedullary system". *Autonomic Neuroscience*, 83, 101-115).
- Franck, M. & Herrmann, J.M. (1993). Zur Symptomspezifität von Aktivierungsreaktionen bei Patienten mit funktionell - kardiovaskulärem Syndrom und Patienten mit HWS-Syndrom: Eine vergleichende Untersuchung. *Zeitschrift für medizinische Psychologie*, 1, 12-16.
- Fredrickson, B. L., Maynard, K. E., Helms, M. J., Haney, T. L., Siegler, I. C. & Barefoot, J. C. (2000). Hostility predicts magnitude and duration of blood pressure response to anger. *Journal of Behavioral Medicine*, 23, 229-243.
- Fredrikson, M. & Matthews, K. A. (1990). Cardiovascular responses to behavioral stress and hypertension: A meta-analytic review. *Annals of Behavioral Medicine*, 12, 30-39.
- Fredrikson, M., Wik, G. Greitz, T., Eriksson et al. (1993). Regional cerebral blood flow during experimental phobic fear. *Psychophysiology*, 30, 126-130.
- Friedman, R., Schwartz, J. E., Schnall, P. L., Landsbergis, P. A., Pieper, C., Gerin, W. & Pickering T. G. (2001). Psychological Variables in Hypertension: Relationship to Casual or Ambulatory Blood Pressure in Men. *Psychosomatic Medicine*, 63-19-31.
- Gale, A. (1983). Electroencephalographic studies of extraversion-introversion: A case study in the psychophysiology of individual differences. *Personality & Individual Differences*, 4, 371-380.
- Gerin, W., Pieper, C. & Pickering, T.G. (1993). Measurement reliability of cardiovascular reactivity change scores: A comparison of intermittent and continuous methods in assessment. *Journal of Psychosomatic Research*, 37, 493-501.
- Gerin, W., Christenfeld, N., Pieper, C., Su, O., Stroessner, S. J., Deich, J. & Pickering, T. G. (1998). The generalizability of cardiovascular responses across settings. *Journal of Psychosomatic Research*, 44, 209-218.
- Gerin, W., Rosofsky, M., Pieper, C. & Pickering, T.G. (1994). A test of generalizability of cardiovascular reactivity using a controlled ambulatory procedure. *Psychosomatic Medicine*, 56, 360-368.

- Gray, J. (1999). Where should we search for biologically based personality dimensions? *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 4, 163-174.
- Gray, J.A. (1991). The neuropsychology of temperament. In J. Strelau & A. Angleitner (Eds.). *Explorations in temperament* (pp. 105-128). New York: Plenum.
- Gray, J. & McNaughton, N. (2000). *The neuropsychology of anxiety*. (2nd ed.). New York: Oxford.
- Hagemann, D., Naumann, E., Becker, G., Maier, S. & Bartussek, D. (1998). Frontal brain asymmetry and affective style: A conceptual replication. *Psychophysiology*, 35, 372-388.
- Halhuber, M.J. (1985). Leserbrief zum Beitrag von M. Myrtek: Stress und Typ-A-Verhalten. Risikofaktoren der koronaren Herzkrankheit? Eine kritische Bestandsaufnahme. *Psychotherapie Psychosomatik Medizinische Psychologie*, 35, 247-248.
- Hamm, A.O. (1997). *Furcht und Phobien*. Göttingen: Hogrefe.
- Haynes, S. N. (1978). *Principles of behavioral assessment*. New York: Wiley.
- Haynes, S. N. (2000). Behavioral assessment of adults. In: G. Goldstein & M. Hersen (Eds.). *Handbook of psychological assessment*. (3<sup>rd</sup> ed.). Amsterdam: Pergamon-Elsevier.
- Haynes, S. N., Gannon, L. R., Orimoto, L., O'Brien, W. H. & Brandt, M. (1991). Psychophysiological assessment of poststress recovery. *Psychological Assessment*, 3, 356-365.
- Herbert, T B. & Cohen, S. (1993) Stress and immunity in humans: A meta-analytic review. *Psychosomatic Medicine*, 55, 364-379.
- Herrmann, J. M., Rassek, M., Schäfer, N., Schmidt, T. H. & Uexküll, Th. von (2003). Essentielle Hypertonie. In: Th. von Uexküll, *Psychosomatische Medizin*. 5. Aufl. (S. 719-744). München: Urban & Schwarzenberg.
- Herrmann, J.M., Lisker, H. & Dietze, G.J. (Hrsg.) (1996). *Funktionelle Erkrankungen. Diagnostische Konzepte. Therapeutische Strategien*. München: Urban & Schwarzenberg.
- Hinz, A. (1999). *Stabilität, Konsistenz, Kovariation und Spezifität in der Psychophysiologie*. Frankfurt a.M.: Lang.
- Hinz, A., Hüber, B. & Schreinicke, G. (2000). *Psychophysiologische Kovariation und Stabilität: Differentiellpsychologische, allgemeinspsychologische und klinische Anwendungen*. Lengerich: Pabst.
- Hirschl, M. M., Woisetschläger, C., Waldenhofer, U., Herkner, H. & Bur, A. (1999). Finapres vs Portapres. *Journal of Human Hypertension*, 13, 899.
- Hodgson, R. & Rachman, S. (1974). Desynchrony in measures of fear. *Behaviour Research and Therapy*, 12, 319-326.
- Hörhold, M. (1998). Die Analyse psychophysiologischer Kopplungs-Entkopplungs-Prozesse. *Psychologische Rundschau*, 49, 2-9.
- Hufford, M. R., Shiffman, S., Paty, J. & Stone, A. A. (2001). Ecological momentary assessment: Real-world, real-time measurement of patient experience. In: J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.). *Progress in ambulatory assessment* (pp. 69-92). Seattle WA: Hogrefe & Huber Publishers.
- Imholz, B. P. M., Langewouters, G. J., van Montfrans, G. A., Parati, G., van Goudoever, J., Wesseling, K. H., Wieling, W. & Mancia, G. (1993). Feasibility of ambulatory, continuous 24-hour finger arterial pressure recording. *Hypertension*, 21, 65-73.
- Imholz, B. P. M., Wieling, W., van Montfrans, G. A. & Wesseling, K. (1998). Fifteen years experience with finger arterial pressure monitoring: assessment of the technology. *Cardiovascular Research*, 38, 605-616.
- Jacobs, G. D. & Snyder, D. (1996). Frontal brain asymmetry predicts affective style in men. *Behavioral Neuroscience*, 110, 3-6.
- Jain, A. (1995). *Kardiovaskuläre Reaktivität im Labor und im Feld. Eine komparative Studie zur Aussagekraft kardiovaskulärer Reaktivitätsparameter unter Feldbedingungen*. Münster: Waxmann.
- Jain, A., Martens, W. L. J., Mutz, G., Weiß, R. K. & Stephan, E. (1996). Towards a comprehensive technology for recording and analysis of multiple physiological parameters within their behavioral and environmental context. In: J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.). *Ambulatory assess-*

- ment. Computer-assisted psychological and psychophysiological methods in monitoring and field studies (pp. 215-235). Seattle, WA: Hogrefe & Huber.
- Jain, A., Schmidt, T.F.H., Johnston, D.W., Brabant, G. & von zur Mühlen, A. (1998). The relationship between heart rate and blood pressure reactivity in the laboratory and in the field: Evidence using continuous measures of blood pressure, heart rate and physical activity. *Journal of Psychophysiology*, 12, 362-375.
- Janke, W. & Kallus, K. W. (1995). Reaktivität. In: M. Amelang (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie. Serie Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung. Band 2. Verhaltens- und Leistungsunterschiede* (S. 1-89). Göttingen: Hogrefe.
- Jellema, W. T., Imholz, B. P. M., van Goudoever, J., Wesseling, K. H. & van Lieshout, J. J. (1996). Finger arterial versus intrabrachial pressure and continuous cardiac output during head-up tilt testing in healthy subjects. *Clinical Science*, 91, 193-200.
- Jorgensen, R. S., Johnson, B. T., Kolodziej, M. E. & Schreer, G. E. (1996). Elevated blood pressure and personality: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 120, 293-320.
- Kaufmanm, P. G., Jacob, R. G., Ewart, C. K., Chesney, M. A. et al. (1988). Hypertension intervention pooling project. *Health Psychology*, 7 (Suppl.), 209-224.
- Kamarck, T. W., Janicki, D. L., Shiffman, S., Polk, D. E., Muldoon, M. F., Liebenauer, L. L. & Schwartz, J. E. (2002). Psychosocial demands and ambulatory blood pressure: a field assessment approach. *Physiology & Behavior*, 77, 699-704.
- Kamarck, T.W., Schwartz, J.E., Janicki, D. L., Shiffman, S. & Raynor, D.A. (2003). Correspondence between laboratory and ambulatory measures of cardiovascular reactivity: a multilevel modeling approach. *Psychophysiology*, 40, 675-683.
- Kamarck, T. W., Shiffman, S. M., Smithline, L., Goodie, J. L., Thompson, H. S., Ituarte, P. H. G., Jong, J. Y., Pro, V., Paty, J. A., Kassel, J. D., Gnys, M. & Perz, W. (1998a). The diary of ambulatory behavioral states: A new approach to the assessment of psychosocial influences on ambulatory cardiovascular activity. In: S. Krantz & A. Baum (Eds.). *Technology and methods in behavioral medicine* (pp. 163-193). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kamarck, T. W., Shiffman, S. M., Smithline, L., Goodie, J. L., Paty, J. A., Gnys, M. & Yi-kuan Jong, J. (1998b). Effects of task strain, social conflict, and emotional activation on ambulatory cardiovascular activity: Daily life consequences of recurring stress in a multiethnic adult sample. *Health Psychology*, 17, 17-29.
- Kenner, T. (1988). Arterial blood pressure and its measurement. *Basic Research in Cardiology*, 83, 107-121.
- Kenrick, D. T. & Funder, D. C. (1988). Profiting from controversy: Lessons from the person-situation-debate. *American Psychologist*, 43, 23-34.
- Köhler, T. (1985). *Psychosomatische Krankheiten*. (2. Auflage). Stuttgart: Kohlhammer.
- Köhler, T- (2001). Psychophysiologische Korrelate organischer Krankheiten. In F. Rösler (Hrsg.). *Enzyklopädie der Psychologie. Serie Biologische Psychologie. Bereich Psychophysiologie Bd. 1. Grundlagen und Methoden der Psychophysiologie* (S. 539-571). Göttingen: Hogrefe.
- Kollenbaum, V. E., Meyer, W., Meyer, G. J., Vedder, G., Schnoor, P. W., Will, D., Seidenstücker, K. H., Speidel, H. & Niedermayer, W. (1995). Psychophysische Belastungsreaktionen während eines tiefenpsychologischen Interviews. *Psychotherapie, Psychosomatik, medizinische Psychologie*, 45, 202-207.
- Lacey, J. I. (1962). Psychophysiological approaches to the evaluation of psychotherapeutic process and outcome. In: E. Rubinstein & M. B. Parloff (Eds.). *Research in Psychotherapy* (pp. 160-208). Proceedings of a Conference. Washington, D.C., April 9-12, 1958. Washington, DC: American Psychological Association.
- Lacey, J. I. (1967). Somatic response patterning and stress: Some revisions of activation theory. In: M. H. Appley & R. Trumbull (Eds.). *Psychological stress: Issues in research* (pp. 14-42). New York: Appleton-Century Crofts.
- Lang, P. J. (1993). The three-system approach to emotion. In: N. Birbaumer & A. Öhman (Eds.). *The structure of emotion* (pp. 18-30). Seattle, WA: Hogrefe & Huber.

- Lang, P., Rice, D. G. & Sternbach, R. A. (1972). The psychophysiology of emotion. In: N. S. Greenfield & R. A. Sternbach (Eds.). *Handbook of psychophysiology* (pp. 623-643). New York: Holt.
- Langewouters, G. J., Settels, J. J., Roelandt, R. & Wesseling, K. H. (1998). Why use Finapres or Portapres rather than intra-arterial or intermittent non-invasive techniques of blood pressure measurement? *Journal of Medical Engineering & Technology*, 22, 37-43.
- Langosch, W. (1989). *Psychosomatik der koronaren Herzkrankheiten*. Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft edition medizin.
- Leopold, C. (2001). From ambulatory assessment to telemedicine. Conceptual, technical and political aspects of remote data assessment and transfer. In: J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.). *Progress in ambulatory assessment* (pp. 569-586). Seattle WA: Hogrefe & Huber Publishers.
- Leopold, C. & Schandry, R. (2001). Giving feedback to asthma patients. Ambulatory monitoring in patient education. In: J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.). *Progress in ambulatory assessment* (pp. 505-523). Seattle WA: Hogrefe & Huber Publishers.
- Levenson, R.W., Ekman, P. & Friesen, W.V. (1990). Voluntary facial action generates emotion-specific autonomic nervous system activity. *Psychophysiology*, 27, 363-384.
- Llabre, M. M., Ironson, G. H., Spitzer, S. B., Gellman, M. D., Weidler, D. J. & Schneiderman, N. (1988). How many blood pressure measurements are enough? An application of generalizability theory to the study of blood pressure reliability. *Psychophysiology*, 25, 97-105.
- Lupke, U. (1994). *Behandlung des Somatisierungsverhaltens im Rahmen eines psychologischen Konsiliar- und Liaisondienstes in einem allgemeinen Krankenhaus*. Frankfurt a.M.: P. Lang.
- Luborsky, L. (1996). The symptom-context method. Symptoms as opportunities in psychotherapy. Washington, DC: The American Psychological Association.
- Luborsky, L. & Auerbach, A. H. (1969). The Symptom-Context Method. Quantitative studies of symptom formation in psychotherapy. *Journal of the American Psychoanalytic Association*, 17, 68-99.
- Mallion, J. M., Genes, N., Vaur, L., Clerson, P., Vaisse, B., Bobrie, G. & Chatellier, G. (2004). Detection of masked hypertension by home blood pressure measurement: is the number of measurements an important issue? *Blood Pressure Monitoring*, 9, 301-5.
- Mancia, G., Parati, G., Pomidossi, G., Grassi, G., Casadei, R. & Zanchetti, A. (1987). Altering reaction and rise in blood pressure during measurement by physician and nurse. *Hypertension*, 9, 209-215.
- Margraf, J. (1990). Ambulatory psychophysiological monitoring of panic attacks. *Journal of Psychophysiology*, 4, 321-330.
- Margraf, J. & Jacobi, F. (1997). Marburger Angst- und Aktivitätstagebuch. In: G. Wilz & E. Brähler (Hrsg.). *Tagebücher in Therapie und Forschung. Ein anwendungsorientierter Leitfaden* (S. 139-153). Göttingen: Hogrefe.
- Margraf, J., Taylor, C. B., Ehlers, A., Roth, W. T. & Agras, W. S. (1987). Panic attacks in the natural environment. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 175, 558-565.
- McNaughton, N. (2004). The conceptual nervous system of J. A. Gray: anxiety and neuroticism. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 28, 227-228.
- Mechanic, D. (1962). The concept of illness behavior. *Journal of Chronic Diseases*, 15, 189-194.
- Mengden, T., Bättig, B., Edmonds, D., Jeck, T., Huss, R., Sachindis, A., Schubert, M., Feltkamp, H. & Vetter, W. (1990). Self-measured blood pressures at home and during consulting hours: are there any differences? *Journal of Hypertension*, 8 (suppl. 3), S15 - S19.
- Middeke, M., Baumgart, P., Gotzen, R., Krönig, B., Rascher, W., Schrader, J. & Schulte, K.-L. (1992). *Ambulante Blutdruck-Langzeitmessung (ABDM). Grundlagen und praktische Anwendungen*. Stuttgart: Thieme.
- Miller, G. A. & Kozak, M. J. (1993). Three-systems assessment and the construct of emotion. In: N. Birbaumer & A. Öhman (Eds.). *The structure of emotion. Psychophysiological, cognitive and clinical aspects* (pp. 31-47). Seattle, WA: Hogrefe & Huber Publishers.

- Mittag, O. (1987). Die Bedeutung psychosomatischer Konzepte für die Rehabilitation von Patienten nach Herzinfarkt: Anmerkungen zu einer Kontroverse. *Psychotherapie Psychosomatik Medizinische Psychologie*, 37, 401-406.
- Murphy, F. C., Nimmo-Smith, I. & Lawrence, A.D., (2003). Functional neuroanatomy of emotions: A meta-analysis. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 3, 207-233.
- Mussgay, L. & Rüddel, H. (1996). Ambulatory blood pressure monitoring: Promises and limitations in behavioral medicine. In: Fahrenberg, J. & Myrtek, M. (Eds.), *Ambulatory assessment* (pp 365 - 374). Seattle, Toronto, Bern, Göttingen: Hogrefe.
- Nakao M. Yano E. Nomura S. & Kuboki, T. (2003). Blood pressure-lowering effects of biofeedback treatment in hypertension: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension Research - Clinical & Experimental*, 26, 37-46.
- Netter, P., Müller, M.J., Hennig, J. & Rohrmann, S. (1999). Individuelle Differenzen endokrinologischer und immunologischer Messgrößen (S. 361-433). In: C. Kirschbaum & D. Hellhammer (Hrsg.). *Psychoendokrinologie und Psychoimmunologie. Biologische Psychologie Band 3. Enzyklopädie der Psychologie*. Göttingen: Hogrefe.
- Newmann, M., Consoli, A. & Taylor, C. B. (1999). A palmtop computer program for the treatment of generalized anxiety disorder. *Behavior Modification*, 23, 597-619.
- Newman, M. G., Kenardy, J., Herman, S. & Taylor, C. B. (1996). The use of hand-held computers as an adjunct to cognitive-behavior therapy. *Computers in Human Behavior*, 12, 135-143.
- Nieuwenhuys, R., Voogd, J. & van Huijzen, C. (1991). *Das Zentralnervensystem des Menschen* (2. Aufl.). Berlin: Springer.
- O'Brien & O'Malley, (1991) O'Brien, E. & O'Malley, K. (1991). *Handbook of hypertension. Vol. 14. Blood pressure measurement*. Amsterdam: Elsevier.
- Panksepp, J. (2000). The neuro-evolutionary cusp between emotions and cognitions: Implications for understanding consciousness and the emergence of a unified mind science. *Consciousness and Emotion*, 1, 15-54.
- Patry, J. L. (Hrsg.). (1982). *Feldforschung. Methoden und Probleme sozialwissenschaftlicher Forschung unter natürlichen Bedingungen*. Bern: Huber.
- Pauls, C. A., Stemmler, G. (2003). Repressive and defensive coping during fear and anger. *Emotion*, 3, 284-302.
- Paunonen, S. V. & Ashton, M. C. (2001). Big five factors and facets and the prediction of behavior. *Personality and Social Psychology*, 81, 524-539.
- Pawlik, K. (1988). "Naturalistische" Daten für Psychodiagnostik: Zur Methodik psychodiagnostischer Felderhebungen. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 9, 169-181.
- Pawlik, K. (1996). Contributions to differential psychology from ambulatory assessment: A researcher's plaidoyer. In: J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.). *Ambulatory Assessment: computer-assisted psychological and psychophysiological methods in monitoring and field studies* (pp. 21-25). Seattle, WA: Hogrefe & Huber.
- Pawlik, K. & Buse, L. (1982). Rechnergestützte Verhaltensregistrierung im Feld: Beschreibung und erste psychometrische Überprüfung einer neuen Erhebungsmethode. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 3, 101-118.
- Pawlik, K. & Buse, L. (1996). Verhaltensbeobachtung in Labor und Feld. In: K. Pawlik (Ed.). *Enzyklopädie der Psychologie. Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung. Band 1. Grundlagen und Methoden der Differentiellen Psychologie* (S. 359-394). Göttingen: Hogrefe.
- Pennebaker, J.W. (1982). *The psychology of physical symptoms*. New York: Springer.
- Peper, M. (1997, 2005). *The neuropsychology of emotional learning and perception*. University of Freiburg: Habilitation thesis, Monograph in preparation.
- Peper, M. (2000). Awareness of emotions: A neuropsychological perspective. *Advances in Consciousness Studies*, 16, 245-270.
- Peper, M. & Irle, E. (1997). Die Neuropsychologie der Emotionen. In H.J. Markowitsch (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie: Themenbereich C Theorie und Forschung, Serie 1 Biologische Psychologie, Band 2 Klinische Neuropsychologie* (S. 741-896). Göttingen: Hogrefe.

- Peper, M., Karcher, S., Wohlfarth, R., Reinshagen, G., & LeDoux J.E. (2001). Emotional associative learning in patients with unilateral lesions of the amygdala and hippocampus. *Biological Psychology*, 58, 1-23.
- Peper, M., & Karcher, S. (2001). Differential conditioning to emotional facial expressions: Effects of hemispheric asymmetries and CS-identification. *Psychophysiology*, 38, 936-950.
- Peper, M. & Lüken, U. (2002). Persönlichkeitsforschung im Wandel. In: M. Myrtek (Hg.). *Die Person im biologischen und sozialen Kontext*. (S. 85-114). Göttingen: Hogrefe.
- Perrez, M. (1994). Felddiagnostik mit besonderer Berücksichtigung der computerunterstützten Diagnostik. In: R.-D. Stieglitz & U. Baumann (Hrsg.). *Psychodiagnostik Psychischer Störungen* (S. 149-161). Stuttgart: Enke.
- Perrez, M. & Reicherts, M. (1989). Belastungsverarbeitung: Computerunterstützte Selbstbeobachtung im Feld. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 10, 129-139.
- Pessina, A.C., Palatini, P., Sperti, G., Cordone, L., Ventura, E. & Pal Palù, C. (1984). Adaption to non-invasive continuous blood pressure monitoring. In: Weber, M. & Drayer J.I. (Eds.). *Ambulatory blood pressure monitoring* (pp. 57 - 63). New York: Springer.
- Phan, K. L., Wager, T. D., Taylor, S. & Liberzon, I. (2004). Functional neuroimaging studies of human emotions. Eine Metaanalyse von 55 PET- und fMRI-Studien versuchte trotz methodischer Unterschiede die funktionelle Neuroanatomie der Emotionen bei Gesunden zu beschreiben
- Pickering, T. G. (1991). *Ambulatory monitoring and blood pressure variability*. London: Science Press.
- Piesbergen, C., Middeke, M. Butollo, W. (1995). On-line-Feedback des Blutdrucks mittels nichtinvasiver, kontinuierlicher Blutdruckmessung. *Nieren- und Hochdruckkrankheiten*, 3, 154-156.
- Rammsayer, T. (1998). Extraversion and dopamine: Individual differences in response to changes in dopaminergic activity as a possible biological basis of extraversion. *European Psychologist*, 3, 37-50.
- Rau, R. (1998). Ambulantes psychophysiologisches Monitoring zur Bewertung von Arbeit und Erholung. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie*, 42, 185-196.
- Rau, R. (2001). Objective characteristics of jobs affect blood pressure at work, after work and at night. In: J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.). *Progress in ambulatory assessment* (pp. 361-386). Seattle WA: Hogrefe & Huber Publishers.
- Rau, R. (2004). Lern- und gesundheitsförderliche Arbeitsgestaltung: eine empirische Studie. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie*, 48, 181-192.
- Rau, R. & Triemer, A. (1999). Ambulante Datenerhebung in der Arbeitspsychologie – der Nutzen von PC-Tagebüchern für die Erfassung von Arbeitsbelastung, Erleben und Verhalten. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie*, 43, 226-231.
- Richter, P. Richter, Rudolf, M. & Schmidt, C. F. (1996). Fragebogen zur Analyse belastungsrelevanter Anforderungsbewältigung (FABA). Frankfurt a.M.: Swets & Zeitlinger.
- Rief, W. (1995). *Multiple somatoforme Symptome und Hypochondrie*. Bern: Huber.
- Rief, W. & Hiller, W. (1992). *Somatoforme Störungen: Körperliche Symptome ohne organischen Befund*. Bern: Huber.
- Riggio, H. R. & Riggio, R. E. (2002). Emotional expressiveness, extraversion, and neuroticism: A meta-analysis. *Journal of Nonverbal Behavior*, 26, 195-218.
- Ristuccia, H. L., Grossman, P., Watkins, L. L. & Lown, B. (1997). Incremental bias in Finapres estimation of baseline blood pressure levels over time. *Hypertension*, 29, 1039-1043.
- Robinson, D. L. (2001). How brain arousal systems determine different temperament types and the major dimensions of personality. *Personality & Individual Differences*, 31, 1233-1259.
- Rockstroh, B. (2001). Psychopathologie. In F. Rösler (Hrsg.). *Enzyklopädie der Psychologie. Serie Biologische Psychologie. Bereich Psychophysiologie Bd. 1. Grundlagen und Methoden der Psychophysiologie* (S. 619-679). Göttingen: Hogrefe.

- Rollnick, J. D., Schmitz, N. & Kugler, J. (2001). Cardiovascular reactions induced by unpredictable, predictable, and controllable painful stimuli during sygmomanometry. *International Journal of Psychophysiology*, 40, 161-165.
- Rosengren, A., Hawken, S., Ounpuu, S. et al. (2004). Association of psychosocial risk factors with risk of acute myocardial infarction in 11119 cases and 13648 controls from 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. *Lancet*. 2004; 364: 953-962.
- Rosenman, R.H., Friedman, M., Straus, R., et al. (1964). A predictive study of coronary heart disease. *Journal of the American Medical Association*, 189, 113-124.
- Rosenman, R. H. & Ward, M. (1988). The changing concept of reactivity. *Stress Medicine*, 4, 24-251.
- Rosenthal, J. & Kolloch, R. (2004). *Arterielle Hypertonie*. Berlin: Springer
- Roth, W.T., Tinklenberg, J.R., Doyle, C.M., Horvath, T.B. & Kopell, B.S. (1976). Mood states and 24-hour cardiac monitoring. *Journal of Psychosomatic Research*, 20, 179-186.
- Rothschuh, K. E. (1963). *Theorie des Organismus: Bios, Psyche, Pathos* (2. Aufl.). München: Urban & Schwarzenberg.
- Salkovskis, P.M. (1989). Somatic problems. In K. Hawton, P.M. Salkovskis, J. Kirk & D.M. Clark (Eds.), *Cognitive behaviour therapy for psychiatric problems* (pp. 235-276). Oxford: Oxford University Press.
- Saul, L. J. (1939). Hostility in cases of essential hypertension. *Psychosomatic Medicine*, 1, 153-159.
- Saulsman, L. M. & Page, A. C.(2004). The five-factor model and personality disorder empirical literature: A meta-analytic review. *Clinical Psychology Review*, 23, 1055-1085.
- Scheuch, K., Berndt, A., Knöpfel, D. & Seibt, R. (1998). Brachialer und peripherer Blutdruck über 24 Stunden – eine vergleichende Studie. *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie*, 42, 219-233.
- Schlicht, W. (1994). Does physical exercise reduce anxious emotions? A meta-analysis. *Anxiety, Stress & Coping*, 6, 275-288.
- Schmidt, L. R. & Schwenkmezger, P. (1994). Differentialdiagnostische Untersuchungen mit Objektiven Persönlichkeitstests und Fragebogen im psychiatrischen Bereich: Neue empirische Ergebnisse. *Diagnostica*, 40, 27-41.
- Schmidt, R.F. & Thews, G. (Hrsg.) (1997). *Physiologie des Menschen* (27. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Schmidt, T.F.H., Engel, B.T. & Blümchen, G. (Eds.) (1992). *Temporal variations of the cardiovascular system*. Berlin: Springer.
- Schmidt, T. H. & Jain, A. (1996). Continuous assessment of finger blood pressure and other haemodynamic and behavioral variables in everyday life. In: J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.). *Ambulatory Assessment: computer-assisted psychological and psychophysiological methods in monitoring and field studies* (pp. 189-213). Seattle, WA: Hogrefe & Huber.
- Schmidt, T., Jain, A., Schwartz, F. W., Robra, B.-P., Tepper, G., Gaus, S., Braun, A., Kuhrs, M. & Neumann, O. (1999). Kardiovaskuläre Streßreaktionen im Alltag bei Männern und Frauen in der zweiten Lebenshälfte. In: *Public-Health-Forschungsverbünde in der Deutschen Gesellschaft für Public Health e. V.: Public-Health-Forschung in Deutschland* (S.127-133). Bern: Huber.
- Schmidtke, J. I. & Heller, W. (2004). Personality, affect and EEG: Predicting patterns of regional brain activity related to extraversion and neuroticism. *Personality & Individual Differences*, 36, 717-732.
- Schnall, P. L., Schwartz, J. E., Landsbergis, P. A., Warren, K. & Pickering, T. G. (1998). A longitudinal study of job strain and ambulatory blood pressure: results from a three-year follow-up. *Psychosomatic Medicine*, 60, 697-706.
- Schneider-Janessen, K. (1990). *Biochemische Persönlichkeitsforschung*. Berlin: Springer.
- Schultze, B. (2004). *Kardiovaskuläre Reaktivität unter Labor- und Alltagsbedingungen. Lässt sich ein Zusammenhang zwischen Blutdruckschwankungen und Persönlichkeitsmerkmalen bei Frauen herstellen?* Unveröffentlichte Med. Diss. Hannover: Medizinische Hochschule, Abteilung Epidemiologie, Sozialmedizin und Gesundheitsforschung.

- Schwab, P. (1992). *Der Hypotonische Beschwerdenkomplex*. Göttingen: Hogrefe.
- Schweizer, K. (1989). Eine Analyse der Konzepte, Bedingungen und Zielsetzungen von Replikationen. *Archiv für Psychologie*, 141, 85-97.
- Schneider-Janessen, K. (1990). *Biochemische Persönlichkeitsforschung*. Berlin: Springer.
- Schum, J. L., Jorgensen, R. S., Verhaeghen, P., Sauro, M., Thibodeau, R. (2003). Trait anger, anger expression, and ambulatory blood pressure: A Meta-analytic review. *Journal of Behavioral Medicine*, 26, 395-415.
- Schwenkmezger, P., Hodapp, V. & Spielberger, C.D. (1992). *Das State-Trait-Ärgerausdrucks-Inventar (STAXI)*. Bern, Göttingen, Toronto: Huber.
- Seibt, R., Berndt, A., Knöpfel, D. & Scheuch, K. (2001). Ambulatory 24-hour monitoring of brachial and finger blood pressure in normotensive and hypertensive males. In: J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.). *Progress in ambulatory assessment* (pp. 293-312). Seattle WA: Hogrefe & Huber Publishers.
- Seidenstücker, G. & Baumann, U. (1987). Multimodale Diagnostik als Standard in der Klinischen Psychologie. *Diagnostica*, 33, 243-258.
- Silke, B. & McAuley, D. (1998). Accuracy and precision of blood pressure determination with the Finapres: An overview using re-sampling statistics. *Journal of Human Hypertension*, 12, 403-409.
- Shiffman, S. (2000). Real-time self-report of momentary states in the natural environment: Computerized ecological momentary assessment. In A. A. Stone, J. S. Turkhan, C. A. Bachrach, J. B. Jobe, H. S. Kurtzman & V. S. Cain (Eds.). *The science of self-report. Implications for research and practice* (pp. 277-296). Mahwah N J: Lawrence Erlbaum.
- Skinner, N. F. & Howard, E. (1973). Cross-media independence of questionnaire and objective-test personality factors. *Multivariate Behavioral Research*, 8, 23-40.
- Stemmler, G. (1984). *Psychophysiologische Emotionsmuster*. Frankfurt a.M.: P. Lang.
- Staessen, J. A. et al. (1993). Ambulatory blood pressure in normotensive and hypertensive subjects; results from an international database. *Current Science*, S1-S11.
- Stelmack, R. M. & Geen, R. G. (1992). The psychophysiology of extraversion (pp. 227-254). In: A. Gale & M. W. (Eds.). *Handbook of individual differences: Biological perspectives*. Chichester: Wiley.
- Stemmler, G. (1998). Emotionen. In: F. Rösler (Hg.). *Ergebnisse und Anwendungen der Psychophysiologie. Enzyklopädie der Psychologie, Band 5, Serie I, Themenbereich C* (S. 95-163). Göttingen: Hogrefe.
- Stemmler, G. (2001). Grundlagen psychophysiologischer Methodik. In: F. Rösler (Hg.). *Ergebnisse und Methoden der Psychophysiologie. Enzyklopädie der Psychologie, Band 4, Serie I, Themenbereich C* (S. 1-84). Göttingen: Hogrefe.
- Stemmler, G. (2002). Persönlichkeit und Emotion: Bausteine einer biobehavioralen Theorie. In: M. Myrtek (Hg.). *Die Person im biologischen und sozialen Kontext*. (S. 115-141). Göttingen: Hogrefe.
- Stemmler, G. (2003). Methodological considerations in the psychophysiological study of emotion. In: R. J. Davidson, H. H. Goldsmith & K. R. Scherer (Eds.). *Handbook of affective science*. New York: Oxford University Press.
- Stemmler, G. (2004). Physiological processes during emotion. In P. Philippot & R. S. Feldman (Eds.). *The regulation of emotion*. Mahwah, NJ.: Erlbaum.
- Stemmler, G., Heldmann, M., Pauls, C.A. & Scherer, T. (2001). Constraints for emotion specificity in fear and anger: The context counts. *Psychophysiology*, 38, 275-291.
- Steptoe, A. (2001). Ambulatory monitoring of blood pressure in daily life: A tool for investigating psychosocial processes. In: J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.). *Progress in ambulatory assessment* (pp. 257-269). Seattle WA: Hogrefe & Huber Publishers.
- Stone, A. A., Kennedy-Moore, E. & Neale, J. M. (1995). Association between daily coping and end-of-day mood. *Health Psychology*, 14, 341-349.

- Stone, A. A., Schwartz, J. E., Neale, J. M., Shiffman, S., Marco, C. A., Hickcox, M. & Paty, J. (1998). A comparison of coping assessed by ecological momentary assessment and retrospective recall. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 1670-1680.
- Stone, A. A. & Shiffman, S. (1994). Ecological momentary assessment (EMA) in behavioral medicine. *Annals of Behavioral Medicine*, 16, 199-202.
- Stone, A. A., Smyth, J. M., Pickering, T. & Schwartz, J. (1996). Daily mood variability: Form of diurnal patterns and determinants of diurnal patterns. *Journal of Applied Social Psychology*, 26, 1286-1305.
- Strobel, A., Beauducel, A., Debener, S. & Brocke, B. (2001). Eine deutschsprachige Version des BIS/BAS-Fragebogens von Carver und White. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 22, 216-227.
- Suh, E., Diener, E. & Fujita, F. (1996). Events and subjective well-being: Only recent events matter. *Journal of Personality and Social Psychology*, 70, 1091-1102.
- Suls, J. & Martin, R. E. (1993). Daily recording and ambulatory monitoring methodologies in behavioral medicine. *Annals of Behavioral Medicine*, 15, 3-7.
- Suls, J. & Wan, C. K. (1993). The relationship between trait hostility and cardiovascular reactivity: A quantitative review and analysis. *Psychophysiology*, 30, 615-626.
- Swain, A. & Suls, J. (1996). Reproducibility of blood pressure and heart rate reactivity: A meta-analysis. *Psychophysiology*, 33, 162-174.
- Taylor, C. B., Agras, W. S., Losch, M., Plante, T. G. & Burnett, K. (1991). Improving the effectiveness of computer-assisted weight loss. *Behavior Therapy*, 22, 229-236.
- Taylor, C.B., Fried, L. & Kenardy, J. (1990). The use of a real-time computer diary for data acquisition and processing. *Behaviour Research and Therapy*, 28, 93-97.
- Taylor, C.B., Kraemer, H.C., Bragg, D.A., Miles, L.E., Rule, B., Savin, W.M. & DeBusk, R.F. (1982). A new system for long-term recording and processing of heart rate and physical activity in outpatients. *Computers and Biomedical Research*, 15, 7-17.
- Teasdale, J. D. & Fogarty, S. J. (1979). Differential effects of induced mood on retrieval of pleasant and unpleasant events from episodic memory. *Journal of Abnormal Psychology*, 88, 248-257.
- Tillfors, M., Furmark, T., Marteinsdottir, I. & Fredrickson, M. (2002). Cerebral blood flow during anticipation of public speaking in social phobia: A PET study. *Biological Psychiatry*, 52, 1113-1119.
- Treiber, F. A., Kamarck, T., Schneiderman, N., Sheffield, D., Kapuku, G. & Taylor, T. (2003). Cardiovascular reactivity and development of preclinical and clinical disease states. *Psychosomatic Medicine*, 65, 46-62.
- Turner, J. R., Ward, M. M., Gellman, M. D., Johnston, D. W., Light, K. C. & van Doornen, L. J. P. (1994). The relationship between laboratory and ambulatory cardiovascular activity: Current evidence and future directions. *Annals of Behavioral Medicine*, 16, 12-23.
- Uexküll, Th. von & Adler, R. (Hrsg.). (2003) *Psychosomatische Medizin: Modelle ärztlichen Denkens und Handelns*. (6. Aufl.). München: Urban.
- Uexküll, Th. von & Wick, E. (1962). Die Situationshypertonie. *Archiv für Kreislaufforschung*, 39, 236-271.
- Unger, T. (1991). Ätiopathogenese der Hypertonie: Die Verwirrung der Geister? *Hypertonie Heute. Informationsdienst für den Arzt*, (Juli), 1-2.
- Vaitl, D. (Hrsg.). (1982). *Essentielle Hypertonie / Psychologisch-medizinische Aspekte*. Berlin: Springer.
- Vaitl, D. (Ed.). (1996). Interoception and behavior [Special issue]. *Biological Psychology*, 42, (1-2).
- Vaitl, D. (2001). *Hypertonie*. (Fortschritte der Psychotherapie 13). Göttingen: Hogrefe.
- Van-den-Berg-Emons, R., Balk, A. Bussmann, H. & Stam, H. (2004). Does aerobic training lead to a more active lifestyle and improved quality of life in patients with chronic heart failure? *European Journal of Heart Failure*, 6, 95-100.

- Van Doornen, L.J.P. & Turner, J.R. (1992). The ecological validity of laboratory stress testing. In J.R. Turner, A. Sherwood & K.C. Light (Eds.), *Individual differences in cardiovascular response to stress* (pp. 63-83). New York: Plenum.
- Van Heck, G. L. (1988). Modes and models in anxiety. *Anxiety Research*, 1, 199-214.
- Vögele, C. (2001). Klinische Psychophysiologie: Psychophysiologische Methoden der Diagnostik und Therapie. Psychische und psychophysiologische Störungen. In F. Rösler (Hrsg.). *Enzyklopädie der Psychologie. Serie Biologische Psychologie. Bereich Psychophysiologie Bd. 1. Grundlagen und Methoden der Psychophysiologie* (S. 573-618). Göttingen: Hogrefe.
- Vogt, J. & Kastner, M. (2002). Psychophysiological responses under exceptional stress: Air traffic control during the Duesseldorf airport fire on April 11th 1996. *Human Factors & Aerospace Safety*, 2, 87-96.
- Wacker, J., Heldmann, M & Stemmler, G., (2003). Separating emotional and motivational direction in fear and anger. Effects on frontal asymmetry. *Emotion*, 3, 167-193.
- Walschburger, P., Lachnit, H. & Meinardus, B. (1980). Anforderung und Überforderung. *Archiv für Psychologie*, 133, 293-321.
- Weidemann, F. (2002). Hämodynamik der körperlichen Aktivität anhand kontinuierlicher Finger-Blutdruck-Messung im Alltag und unter Laborbedingungen. Unveröffentlichte Med. Diss. Hannover: Medizinische Hochschule, Abteilung Epidemiologie, Sozialmedizin und Gesundheitsforschung.
- Wesseling, K. H., de Wit, B., van der Hoeven, G. M. A., van Goudoever, J. & Settels, J. J. (1995). Physiological, calibrating finger vascular physiology for Finapres. *Homeostasis*, 36, 67-82.
- Wicker, B., Ruby, P., Royet, J.-P., Fonlupt, P. (2003). A relation between rest and the self in the brain? *Brain Research Reviews*, 43, 224-230.
- Wilder, J. (1967). Stimulus and response. The law of initial value. Bristol: Wright.
- Wilhelm, F. & Roth, W.T. (1996). Ambulatory assessment of clinical anxiety. In J. Fahrenberg & M. Myrtek (Eds.). *Ambulatory Assessment: computer-assisted psychological and psychophysiological methods in monitoring and field studies* (pp. 317-345). Seattle, WA: Hogrefe & Huber.
- Wilhelm, F. H., Roth, W. T. & Sackner, M. A. (2003). The lifeShirt. An advanced system for ambulatory measurement of respiratory and cardiac function. *Behavior Modification*, 27, 671-691.
- Wilhelm, P. & Perez, M. (2001). Felddiagnostik. In: R.-D. Stieglitz, U. Baumann, & H. J. Freyberger (2001). *Psychodiagnostik in Klinischer Psychologie, Psychiatrie, Psychotherapie* (S. 169-182). Stuttgart: Thieme
- Windmann, S., Schonecke, O.W., Fröhlig, G. & Moldenar, G. (1999). Heartbeat perception in patients with cardiac pacemakers: how valid is the tracking-technique. *Psychophysiology*, 36, 339-342.
- Wittmann, W. W. (1987). Grundlagen erfolgreicher Forschung in der Psychologie: Multimodale Diagnostik, Multiplismus, multivariate Reliabilitäts- und Validitätstheorie. *Diagnostica*, 33; 209-226.
- Zanchetti, A. (1997). The role of ambulatory blood pressure monitoring in clinical practice. *American Journal of Hypertension*, 10, 1069-1080.
- Zimmerman, R.S. & Frohlich E.D. (1990). Stress and Hypertension. *Journal of Hypertension*, 8 (suppl. 4), S103 - S107.

## Abstract

A research program in psychophysiology, differential and clinical psychology, is reviewed in detail. Essential findings were summarized in five statements.

The starting point for the research was Eysenck's theory, that a personality trait, Emotionality (Neuroticism) has a neurobiological basis in limbic brain structures, and is associated with autonomic lability and hyper-reactivity. This issue was addressed in a series of studies, in which many students and cardiac patients participated in examinations with multi-channel recordings (undergoing a wide range of laboratory tasks), and with self-ratings and personality tests. The findings, which were later replicated, showed that Eysenck's theory was not tenable on empirical grounds.

Subsequent investigations generally revealed that the correlations between self-reports and subjective state (arousal, stress, emotion, somatic complaints) and physiological measures were low or negligible. The obvious lack of covariation, that is "response fractionation", should be acknowledged and accounted for in assessment strategies and in revisions of conventional theories.

Further studies dealt with the following issues: rehabilitation process and outcome in cardiovascular diseases (myocardial infarction, hypertension, angina pectoris); discrepancies between subjective state of health, symptom reports, as opposed to objective clinical assessment and measurement; development of multivariate methodology, especially for non-invasive cardiovascular measurement; method studies, pertaining to response specificities; modelling of physiological response dimensions; response scaling and initial value dependencies; construction of psychological tests to assess personality traits, somatic complaints, life satisfaction; and laboratory-field studies relating to the questionable external validity of laboratory measures of cardiovascular reactivity.

Psychophysiological ambulatory monitoring became the major research orientation since 1980. New methodologies were developed to investigate, in real-life situations, blood pressure changes, the ECG and concurrent self-reports about settings, and subjective states (Freiburger Monitoring Systems FMS). Multiple calibrated accelerometry was used to measure posture and movement patterns, and to control for individual differences in physical activity. The newly developed methods included strategies for controlled and interactive monitoring. Contingent to changes in heart rate (adjusted on-line for physical activity), a participant can be prompted by a beeper signal to record the specific events, activities, or symptoms. The findings clearly provide evidence for the distinction of emotion as a feeling and emotion as autonomic activation. Such results obtained in daily life will lead to revisions of many aspects of theories about emotion as a consistent psycho-physical pattern.

The findings from this research program are contained in more than 400 references, including a considerable number of English language Journal articles, and more than 30 books.