

- compared with some aspects of «scale analysis» and factor analysis. *Psychological Bulletin*, 45, 507–530.
- McCombie, E. L. (1976). Characteristics of rape victims seen in crisis intervention. *Smith College Studies in Social Work*, 46, 137–158.
- Mokken, R. J. (1971). *A theory and procedure of scale analysis*. Mouton: The Hague.
- Montemayor, R. (1982). Conflict and the amount of time adolescents spend alone and with parents and peers. *Child Development*, 53, 1512–1518.
- Murch, R. L. & Cohen, L. H. (1989). Relationships among life stress, perceived family environment, and the psychological distress of Spina Bifida adolescents. *Journal of Pediatric Psychology*, 14, 193–214.
- Niemöller, B. (1980). *Mokken Scale. STAP user's manual. Vol. 4, part 2*. Amsterdam: Technisch Centrum FSW, University of Amsterdam.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory*. New York: McGraw-Hill.
- Olbrich, E. (1985). Konstruktive Auseinandersetzung im Jugendalter: Entwicklung, Förderung und Verhaltens-effekte. In R. Oerter (Hrsg.), *Lebensbewältigung im Jugendalter* (S. 7–29). Weinheim: VCH.
- Patterson, J. M. & McCubbin, H. I. (1987). Adolescent coping style and behaviors: Conceptualization and measurement. *Journal of Adolescence*, 10, 163–186.
- Rasch, G. (1960). *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. Copenhagen: Nielsen & Leydiche.
- Roth, S. & Cohen, L. J. (1986). Approach, avoidance, and coping with stress. *American Psychologist*, 41, 813–819.
- Rudinger, G., Chaselon, F., Zimmermann, E. J. & Henning, H. J. (1985). *Qualitative Daten*. München: Urban & Schwarzenberg.
- Schwarzer, R. & Leppin, A. (1989). *Sozialer Rückhalt und Gesundheit. Eine Meta-Analyse*. Göttingen: Hogrefe.
- Seiffge-Krenke, I. (1984). *Problembewältigung im Jugendalter*. Habilitationsschrift, Fachbereich Psychologie, Justus-Liebig-Universität, Gießen.
- Seiffge-Krenke, I. (1986). Problembewältigung im Jugendalter. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 18, 122–152.
- Seiffge-Krenke, I. (1989). Bewältigung alltäglicher Problemsituationen: Ein Coping-Fragebogen für Jugendliche. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 10, 201–220.
- Seiffge-Krenke, I. (1992). Coping behaviour of Finnish adolescents: Remarks on a cross-cultural comparison. *Scandinavian Journal of Psychology*, 33, 301–314.
- Seiffge-Krenke, I. & Shulman, S. (1990). Coping style in adolescence: A cross-cultural study. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 21, 351–377.
- Smetana, J. G. (1988). Concepts of self and social convention: Adolescents' and parents' reasoning about hypothetical and actual family conflicts. In M. R. Gunnar & W. A. Collins (Eds.), *Development during the transition to adolescence* (pp. 79–122). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Stark, L. J., Spirito, A., Williams, L. A. & Guevremont, D. C. (1989). Common problems and coping strategies: I. Findings with normal adolescents. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 17, 203–212.
- Stern, M. & Zevon, M. A. (1990). Stress, coping, and family environment: The adolescent's response to naturally occurring stressors. *Journal of Adolescent Research*, 5, 290–305.
- Tenbruck, F. (1965). *Jugend und Gesellschaft. Soziologische Perspektiven* (2. Aufl.). Freiburg: Rombach.
- TenVergert, E., Kingma, J. & Taerum, T. (1989). Psychology of computer use: VIII. Utilizing a nonparametric item response model to develop unidimensional scales: MOKSCAL. *Perceptual and Motor Skills*, 68, 987–1000.
- Thomae, H. (1969). *Vita Humana. Beiträge zu einer genetischen Anthropologie*. Frankfurt: Athenäum.
- Vitaliano, P. P., Russo, J., Carr, J. E., Maiuro, R. D. & Becker, J. (1985). The Ways of Coping Checklist: Revision and psychometric properties. *Multivariate Behavioral Research*, 20, 3–21.

Anschrift des Autors: Dr. Michael Kavšek, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Psychologisches Institut, Abt. Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie, Römerstr. 164, D-53117 Bonn.

Ambulantes 24-Stunden-Monitoring als psychophysiologische Assessmentstrategie: Reproduzierbarkeit, Reaktivität, Retrospektionseffekt und Bewegungskonfundierung*

Ambulatory 24-hour monitoring as a psychophysiological assessment strategy: Replicability, reactivity, effects of retrospection and physical activity

Christoph Käßler, Hans-Ulrich Becker & Jochen Fahrenberg
Universität Freiburg i. Br.

Zusammenfassung: Im Rahmen der Weiterentwicklung eines multimodalen Feldforschungsansatzes wurde ein psychophysiologisches 24-Stunden-Monitoring bei 42 männlichen Studierenden durchgeführt. Bei 24 Personen ist dies zugleich eine (follow-up)-Untersuchung im Anschluß an eine Labor-Feld-Studie 18 Monate zuvor. Als ausgewählte Fragestellungen werden in diesem Untersuchungsbericht vier zentrale methodenkritische Aspekte von ambulanten Assessmentstrategien in den Mittelpunkt gestellt. Die Untersuchungsmethodik, deren Fortschritte beschrieben und empirisch belegt werden, umfaßt einen Biosignal-Meßwertespeicher, einen Pocket-Computer zur aktuellen Selbstprotokollierung von Setting, Verhalten und Befinden sowie einen Recording-Walkman für zusätzliche freie Kommentare. Die Reproduzierbarkeit/Stabilität der mit dieser Feldmethodik erhobenen Daten und Befunde konnte im längsschnittlichen Vergleich der beiden Untersuchungsstermine nachgewiesen werden. Auf physiologischer Datenebene waren methodenbedingte Reaktivitätseffekte nur beim ersten Untersuchungstermin festzustellen, wodurch Vorregistrierphasen zur Vermeidung dieser initialen Eingewöhnungseffekte auch bei ambulanten Monitoringstudien nahegelegt werden. Auf psychologischer Datenebene ergaben sich bemerkenswerte Diskrepanzen zwischen aktuell und retrospektiv erhobenen Selbsteinstufungen, was für eine Bevorzugung möglichst ereignisnaher 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.

Abstract: With reference to the further development of a multimodal ambulatory assessment approach a psychophysiological 24-hour monitoring study was conducted with 42 male students. For 24 of them this was a follow-up from a laboratory-field study 18 months before. In this article we focus on four central methodological aspects of ambulatory assessment strategies. An improved methodology is presented and empirically evaluated. The instruments used were a four-channel ambulatory monitoring device, a pocket-computer to obtain concurrent self-report data concerning setting, behavior and mood, and a walkman recorder for additional free commentaries. The stability and replicability of data were confirmed in the longitudinal comparison. For physiological data reactivity phenomena were found only at the first participation in ambulatory monitoring. This suggests a pre-registration period in ambulatory monitoring to avoid these initial effects of habituation. Psychological data showed remarkable discrepancies between concurrent and retrospectively collected self-report data. This emphasizes the need for concurrent and time-controlled (therefore computer-based) ambulatory data acquisition. Findings on confounding of cardiovascular changes and body motion suggest the necessity of controlling for physical activity when analysing psychophysiological relations in daily life.

1. Einleitung

Das durch Fortschritte in der Mikroprozessor-technik ermöglichte und in der medizinischen Diagnostik inzwischen weithin bewährte ambulante Monitoring eröffnet auch für psychologi-

sche und psychophysiologische Fragestellungen neue Forschungsperspektiven. Mit Hilfe portabler Biosignalspeicher und kleiner Taschencomputer (electronic diaries) können physiologische Meßwerte sowie selbstprotokollierte Daten über Settingmerkmale, Verhalten und Befinden unter Alltagsbedingungen erhoben werden. Die hierbei erreichbare höhere externe bzw. ökologische Validität kann als entschei-

* Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft

dender Vorteil von ambulanten Datenerhebungsstrategien angesehen werden. Im Unterschied zu Forschungsbemühungen, bei denen die Daten unter restriktiven und artifiziellen (Labor-)Bedingungen erhoben werden, werden sie bei Feldstudien unmittelbar unter jenen (Alltags-)Bedingungen, für deren Bereich die Gültigkeit der Befunde üblicherweise (implizit oder explizit) beansprucht wird, gewonnen.

In einer vorausgegangenen Arbeit (Fahrenberg, Heger, Foerster & Müller, 1991 b) zur differentiellen Psychophysiologie wurde dargestellt, wie diese Methodik zur Erfassung von Befinden, Blutdruck und Herzfrequenz im Rahmen eines Labor-Feld-Vergleichs genutzt werden kann. Es existiert inzwischen eine Anzahl von Arbeiten mit psychophysiologischer Fragestellung (z. B. zum Paniksyndrom; Margraf, 1990), doch mangelt es an empirischen Felduntersuchungen unter differentiell-psychologischer Perspektive (z. B. Buse & Pawlik, 1984, 1991) und an Methodenstudien, die die neuen methodischen Möglichkeiten und Probleme dieses Forschungsansatzes gezielt überprüfen. Die vorliegende Arbeit verfolgt das Ziel, zu einer empirischen Klärung einiger methodenkritischer Aspekte in diesem sich entwickelnden Forschungsfeld beizutragen.

1.1 Fragestellungen und Hypothesen

1.1.1 Reproduzierbarkeit

Ein häufig vertretener allgemeiner Einwand gegenüber Felduntersuchungen lautet: Angesichts der zu erwartenden großen Variabilität von Alltagsbedingungen und individuellen Tagesverläufen, die eine hohe Zufälligkeit der erfaßten Ereignisse und Daten mit sich bringe, sei die Stabilität/Reproduzierbarkeit bei Feldstudien vermutlich gering. Andererseits könnten, wenn sich in psychologischen und physiologischen Befunden des 24-Stunden-Monitoring auch habituelle Unterschiede widerspiegeln, beachtenswerte Stabilitätskoeffizienten erwartet werden. Da eine Reproduzierbarkeitsstudie dieser Art bisher nicht vorliegt, haben wir zur Klärung dieser Hypothesen im Anschluß an unsere Labor-Feld-Studie zur Psychophysiologie der Blutdruckregulation (Fahrenberg, Foerster, Heger, Darsow & Ewert, 1991 a) eine Gruppe von 24

Personen im Abstand von 18 Monaten erneut mit multimodaler Feldmethodik untersucht.

1.1.2 Reaktivität

Die jede Art von Datenerhebungen begleitende Frage nach der Rückwirkung der gewählten Forschungsmethode auf die erhaltenen Daten stellt sich bei Feldforschungsansätzen in besonderer Weise: Hier hat der Proband, frei von einschränkenden Randbedingungen, vielfältige Möglichkeiten, auf die Eigenheiten der Registriermethodik spezifisch zu reagieren, etwa mit einer veränderten Tagesgestaltung. In der vorliegenden Studie wurde der Versuch unternommen, das Ausmaß methodenbedingter Einflüsse zum einen anhand subjektiver Angaben der Untersuchungsteilnehmer und zum anderen in objektiver Hinsicht abzuschätzen. Wie werden mögliche Reaktivitätsphänomene aus Sicht der Untersuchungsteilnehmer beurteilt? Sind Herzfrequenzveränderungen während der Blutdruckmeßzeitpunkte im Sinne einer «Alarmreaktion», die sich auch auf die gemessenen Blutdruckwerte auswirken könnte, nachzuweisen?

1.1.3 Retrospektionseffekt

Ein bedeutsamer Aspekt von Felduntersuchungen betrifft die Frage, inwieweit aktuell und retrospektiv erhobene psychologische Informationen in ihren Befunden übereinstimmen (Stern, 1986). Sind retrospektive Daten, wie sie in den meisten Bereichen psychologischer Fragebogenforschung erhoben werden, hinreichend zuverlässig oder sollten aktuelle Datenerhebungsstrategien stärker berücksichtigt werden? Im vorliegenden Zusammenhang einer psychophysiologisch ausgerichteten Monitoringstudie ist etwa – im Rahmen von Aufwand-Nutzen-Überlegungen – zu klären, inwieweit eine aktuelle Erhebung von begleitenden Kontextinformationen für eine korrekte Datenanalyse und Interpretation notwendig ist oder ob nicht auch retrospektive Nachbefragungen zu gleichwertigen Resultaten führen. Diesbezüglich wurde ein Vergleich zwischen den am Registriertag erhobenen und zu einem Tagesmittelwert zusammengefaßten aktuellen Selbsteinstufungen und einer retrospektiven Gesamteinschätzung, die unter Verwendung derselben Items am Ende der Untersuchung erhoben wurde, durchgeführt.

1.1.4 Bewegungskonfundierung

Bei ambulanten Monitoringstudien stellt die Kontrolle von Einflußfaktoren, die die interne Validität und damit korrekte Interpretation der Befunde bedrohen können, eine besondere Herausforderung dar. Im Rahmen einer psychophysiologischen Untersuchung sind insbesondere Konfundierungen mit körperlicher Bewegungsaktivität zu beachten (Fahrenberg et al., 1991 b). Neben der Abschätzung des Ausmaßes dieser Effekte und dem Vergleich verschiedener Erfassungsmodi soll aufgezeigt werden, wie eine auf Datenerhebungs- und Auswertungsseite verbesserte Berücksichtigung körperlicher Bewegungsaktivität wirksam zur Vermeidung von Fehlinterpretationen beitragen kann.

Aus der allgemeinen Zielsetzung dieses Arbeitsprogramms zur «Analyse psychophysiologischer Beziehungen in alltäglichen Lebenskontexten» leiten sich in Anknüpfung an die vorausgehende Untersuchung weitere Ansatzpunkte für methodische Verbesserungen ab. Diese Aspekte, über deren Fortschritte hier gleichfalls berichtet werden soll, betreffen die genauere zeitliche Koordination bzw. Synchronisierung der Datenerhebungsebenen sowie die präzisere Segmentierung der Datensätze mit dem Ziel, intra- und interindividuelle Vergleichsmöglichkeiten von homogenen Abschnitten bzw. Situationen «gleichen Geschehens» zu entwickeln.

2. Methodik

2.1 Versuchspersonen

42 männliche Studierende aller Fachrichtungen (außer Psychologie) wurden als freiwillige Probanden für ein Honorar von 80 DM zur Teilnahme am ambulanten psychophysiologischen 24-Stunden-Monitoring gewonnen. Von dieser Untersuchungsgruppe hatten 24 Personen 18 Monate zuvor bereits an einer Laboruntersuchung mit anschließender Feldregistrierung teilgenommen. Diese Probanden waren zum ersten Untersuchungszeitpunkt durch ein umfangreiches Blutdruck-Screening in den Menses der Freiburger Universität angeworben worden, wobei Personen mit labil-hypertonomem Blutdruck und normotonomem Blutdruck in die Studie aufgenommen wurden. Die weiteren 18 Probanden

waren ebenfalls Teilnehmer einer psychophysiologischen Laborstudie, jedoch ohne Feldteil, gewesen.

Die Untersuchungsteilnehmer sind durchschnittlich 25,5 Jahre alt (Range 22–32) und befinden sich im 9. Semester (Range 1–17). Gemessen an der mittleren Körpergröße von 184 cm sind die Probanden mit einem Durchschnittsgewicht von 75 kg (ohne individuelle Ausnahme) als normalgewichtig zu bezeichnen. Auch hinsichtlich der Überprüfung von Persönlichkeitsmerkmalen, (FPI-R; Fahrenberg, Hampel & Selg, 1989) und des Beschwerdenprofils (FBL; Fahrenberg, 1975) erweist sich die Stichprobe im Vergleich mit Referenzgruppen als unauffällig.

Bei der Inspektion der umfangreich erhobenen Informationen zu Lebensgewohnheiten, körperlichen Beschwerden und Persönlichkeitsmerkmalen ergaben sich keine Hinweise auf wesentliche Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsgruppen, so daß sich die Ergebnisdarstellung auf die Gesamtstichprobe von 42 Personen beziehen kann, soweit es sich nicht um den Vergleich zwischen Erst- und Zweitregistrierung bei der wiederholt untersuchten Stichprobe (N = 24) handelt. Beim Vergleich dieser Personen mit den 22 für die «follow-up» Untersuchung im Abstand von eineinhalb Jahren nicht mehr erreichbaren damaligen Teilnehmern ergaben sich keine Hinweise auf mögliche Selektionseffekte.

2.2 Datenerhebungsinstrumente und Ablauf der 24-stündigen Felduntersuchung

Für das psychophysiologische Monitoring wurde eine eigens entwickelte Gerätekonfiguration verwendet, die bereits an anderer Stelle (Heger, 1990; Fahrenberg et al., 1991 b) beschrieben wurde. Neben einer knappen Darstellung der Grundzüge der Methodik sollen hier daher insbesondere die im Zuge einer angestrebten Verbesserung vorgenommenen Modifikationen vorgestellt werden (ausführlicher Käppler, *eing.*).

– Biosignal-Meßwertspeicher

Der PHYSIOPORT 4-Kanal-Meßwertspeicher der Fa. PAR Elektronik GmbH (Berlin) ermöglicht die kontinuierliche Erfassung von Herzfre-

quenz, Atemfrequenz und Bewegungsaktivität sowie die nichtinvasive Messung des systolischen und diastolischen Blutdrucks in einstellbaren Zeitintervallen. Der Beschleunigungsaufnehmer zur Erfassung körperlicher Bewegungsaktivitäten wurde am Oberschenkel (Mitte außen) des Untersuchungsteilnehmers angebracht. In der vorangegangenen Studie waren bei der Lokalisation am Oberarm relevante Bewegungsaktivitäten (wie Treppensteigen) nicht zuverlässig erfaßt worden, auf der anderen Seite führten metabolisch weniger wichtige Bewegungsaktivitäten (wie Armbewegungen) zu deutlichen Signalausschlägen. Für die automatisch ausgelösten Blutdruckmessungen und die begleitende Selbstprotokollierung wurde ein einheitliches Zeitintervall von 30 Minuten (mit Zufallskomponente von ± 5 Minuten) festgelegt statt der zuvor gewählten Intervalle von 15 Minuten für die Blutdruckmessungen und 60 Minuten für die Selbsteinstufungen.

- Pocket-Computer

Der CASIO PB 1000 Pocket-Computer dient der standardisierten Selbstprotokollierung von Erlebens- und Verhaltensdaten in Alltagssituationen. Die dazu ausgewählten 16 Items werden sukzessiv auf dem LCD-Display dargeboten, und darüber hinaus werden Anfangs-, End- und Zwischenzeiten der Dateneingabe festgehalten. Die Untersuchungsteilnehmer sind instruiert, unmittelbar im Anschluß an jede Blutdruckmessung (außer nachts) eine psychologische Eingabe mit dem Pocket-Computer vorzunehmen. Das dort implementierte Eingabeprogramm steuert dann mit entsprechenden Instruktionen und Rückkopplungsschleifen die weitere einheitliche Protokollierung eines Meßzeitpunktes.

Im Sinne einer verbesserten Synchronisierung der Datenebenen wurde ein Prämiensystem für eine bestimmte Anzahl zu den Blutdruckmeßzeitpunkten synchron vorgenommener Eingaben eingeführt, über dessen aktuellen Stand unmittelbar nach Aufrufen des Eingabeprogramms informiert wurde. Dazu wurde den Probanden mitgeteilt, daß es zur Erreichung des maximalen Honorars ausreiche, die vom PHYSIOPORT automatisch ausgelösten Blutdruckmessungen regelmäßig durch eine Selbstprotokollierung zu ergänzen und nicht notwendig sei,

eigens Meßzeitpunkte zu «produzieren». Dieser Hinweis erfolgte, um einer, gemäß der Zusatzinstruktion, bei besonderen Ereignissen selbst eine Blutdruckmessung auszulösen, pekuniär motivierten Inflation solcher «Episoden» vorzubeugen.

Die zur Protokollierung von Setting-, Verhaltens- und Befindensmerkmalen verwendeten Items wurden zum Teil beibehalten, zum Teil modifiziert und ergänzt. Während sich einige Fragen in der vorangegangenen Studie (Heger, 1990) auf dichotome Antwortkategorien (z. B.: Arbeits- vs. Freizeittätigkeit) beschränkten, wurde diesmal mit Hilfe von Kodierlisten (z. B.: 21 Kategorien zur aktuellen Tätigkeit) eine differenziertere Erfassung angestrebt. Die entsprechenden Codes zu den ersten vier Items des Eingabeprogramms waren auf dem für den Benutzer funktionslosen Teil des Tastenfeldes am Pocket-Computer als Auswahlliste angebracht. Die vorzunehmenden Ratings wurden um zwei Aspekte, die die eingeschätzte Repräsentativität und Kontrollierbarkeit der aktuellen Situation betreffen, erweitert.

- Recording-Walkman

Durch die Verwendung des SONY Recording-Walkman (WMR 202) wurde die Möglichkeit geboten, Ereignisse oder Vorgänge, die nicht oder nicht vollständig mit dem standardisierten Frageprogramm des Pocket-Computers abbildbar waren, in freien Kommentaren (ergänzend) auszudrücken. Da von dieser Möglichkeit in der vorangegangenen Studie vergleichsweise selten Gebrauch gemacht wurde, wurde der SONY Walkman in der vorliegenden Studie in den Ablauf eines Meßzeitpunktes fest eingebunden. Am Ende jeder Dateneingabe mit dem CASIO-Pocket-Computer, die sich mit ihren Fragen hauptsächlich auf den aktuellen Zeitpunkt bezieht, sollte der Proband eine kleine Zusammenfassung über den seit dem letzten Erhebungszeitpunkt vergangenen Zeitraum geben, um damit wichtige Hinweise auf den Kontext der in diesem Zeitraum kontinuierlich erhobenen physiologischen Variablen sowie eine Grundlage zur Erstellung eines zusammenhängenden Tagesverlaufs zu erhalten. Über den Ablauf der Datenerhebung gibt Tabelle 1 einen zusammenfassenden Überblick.

Tabelle 1: Übersicht über den Ablauf der Datenerhebung.

Erfassung physiologischer Parameter durch Mehrkanal-Meßwertspeicher

■ Herzfrequenz	kontinuierlich	Schläge/Minute
■ Atemfrequenz	"	Züge/Minute
■ Bewegungsaktivität	"	Einheiten in % von 1 g Beschleunigung
■ Blutdruck systolisch diastolisch	<u>automatisch</u> tagsüber 30 \pm 5 Minuten nachts 60 \pm 5 Minuten (<u>'time sampling'</u>) <u>selbst ausgelöst</u> (<u>'event sampling'</u>)	mmHg

Selbstprotokollierung durch Pocket-Computer und Recording-Walkman

■ Synchronisierung		
'Ist die Blutdruckmessung gerade eben erfolgt?'		JA <input type="checkbox"/> NEIN <input type="checkbox"/>
Aufforderung zu aktueller Wiederholungsmessung		←
■ Rückmeldung über Anzahl bisheriger Dateneingaben (Prämie)		←
■ Setting-Informationen		Kategorien
'Wo befinden Sie sich gerade?'		13
'Welche Personen sind im Moment anwesend?'		6
'Welche Position/Lage nimmt Ihr Körper ein?'		4
'Was tun Sie gerade?'		21
■ Zustands-Items		Ratings
'Ist die momentane Situation für Sie gewohnt, typisch?'		1-7
'Ist die momentane Situation für Sie anstrengend, belastend?'		1-7
'Glauben Sie die momentane Situation 'im Griff' zu haben?'		1-7
'Wie stark fühlen Sie sich körperlich angespannt?'		1-7
'Wie stark fühlen Sie sich geistig angespannt?'		1-7
'Ist Ihre augenblickliche Stimmung eher vergnügt, locker?'		1-7
'Fühlen Sie sich momentan eher aufgeregt, nervös?'		1-7
'Ist Ihre augenbl. Stimmung eher ärgerlich, gereizt?'		1-7
'Fühlen Sie sich momentan eher abgespannt, erschöpft?'		1-7
'Ist Ihre augenblickliche Stimmung eher bedrückt?'		1-7
■ Aufforderung, freien Kommentar auf Walkman zu sprechen		
'Kommentar über vergangenen Zeitraum erfolgt?'		NEIN <input type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/>
■ Zusammenfassende Einstufungen		
'Wie stark erlebten Sie im vergangenen Zeitraum Stress?'		1-7
'Wie stark haben Sie sich im verg. Zeitraum körperlich bewegt?'		1-7

- Standardsituationen

Um nach einer ausführlichen Instruktionsphase und Probeeingaben die Möglichkeit zu weiterem Training des Ablaufs eines Datenerhebungszeitpunktes zu geben, wurden zwei sog. Standardsi-

tuationen am Beginn der Untersuchung eingeführt. Angesichts der zu erwartenden großen interindividuellen Variationsbreite von im freien Feld vorkommenden Situationen sollte damit zugleich eine unter «Quasi»-Laborbedingungen erhobene Vergleichs- oder Bezugsbasis gewon-

nen werden. Die erste Standardsituation bestand darin, in einem ruhigen Nebenraum an einem Schreibtisch sitzend, verschiedene Fragebogen auszufüllen. Von dieser Standardsituation 1 wurde angenommen, daß sie mit üblichen Studiertätigkeiten vergleichbar ist. Mit der körperlich aktivierenden Standardsituation 2 sollten Hinweise auf den oberen Wertebereich der physiologischen Parameter bei den untersuchten Probanden gewonnen werden. Hierzu wurden die Untersuchungsteilnehmer aufgefordert, die Treppen über drei Stockwerke (insgesamt 42 Stufen) «so schnell wie möglich» hinauf- und wieder hinunterzusteigen.

– Post-Monitoring-Interview

Die 24-stündige Felduntersuchung wurde bei Rückgabe der Geräte durch ein halbstrukturiertes Interview abgeschlossen. Das auf der Basis bereits graphisch darstellbarer Daten stattfindende Interview diente der Erweiterung und Vervollständigung sowie der gegenseitigen Validierung der erhobenen Informationen u. a. mit dem Ziel der exakten Bestimmung von wichtigen Zeitabschnitten, wie z. B. der Schlafdauer.

2.3 Datenaufbereitung und Analyse

2.3.1 Datenkontrolle

Bei der sorgfältigen Artefaktkontrolle wurden auftretende Zweifelsfälle konservativ behandelt und als fehlende Werte ausgeschlossen. Tabelle 2 gibt einen Überblick über den Umfang der erhaltenen Daten und den Anteil fehlerhafter Werte.

Erwartungsgemäß erweist sich die Atemfrequenz als artefaktanfälligster Parameter unter den registrierten Biosignalen. Beim durch einen dehnbaren Brustgürtel erfaßten Atemsignal sind insbesondere nachts, wenn dieser Gürtel durch bestimmte Körperlagen in seiner Elastizität eingeschränkt wird, Datenverluste unvermeidlich. Bezüglich der Herzfrequenz gab es bei 25 Probanden (60% der Stichprobe) keinerlei Datenausfälle, bei weiteren zehn Probanden mußten lediglich einzelne Werte (jeweils unter 1% der Werte) «Missing-data» gesetzt werden. In sieben Fällen waren umfangreichere Korrekturen bis max. 17% der Werte vorzunehmen. Der systoli-

sche Blutdruck ist bei auskultatorischer Messung besser zu erfassen als der diastolische Blutdruck. Interessant ist, daß die Systole in der Nacht problemloser als am Tage gemessen werden kann, was mit der vom PHYSIOPORT angegebenen Hauptfehlerquelle «Bewegungsartefakte» (nicht ausreichendes Ruhighalten des Armes während der Messung) im Zusammenhang steht. Im Unterschied zum systolischen Blutdruck sind die diastolischen Werte am Tage besser zu erfassen, während der Fehlerprozentsatz hier nachts (z. B. bei Anwinkeln des Armes) am höchsten liegt. Die im Hinblick auf die genannten physiologischen Parameter wichtige Kontrollvariable der körperlichen Bewegungsaktivität warf von der Registrierung her (mit lediglich einem Datenausfall von 10% der Werte bei einem Probanden) die geringsten Probleme auf. Auf der psychologischen Seite der Felddatenerhebung kamen Datenverluste so gut wie nicht vor, abgesehen von anfänglich vereinzelt auftretenden Problemen mit der Energieversorgung (Akkus).

2.3.2 Segmentierung und Aggregatbildungen

Einen zentralen Auswertungsschritt stellt die nach verschiedenen Gesichtspunkten vorgenommene Gliederung und Aggregation der umfangreichen Felddatensätze dar. Sie beginnt mit der Kodierung von Grundsegmenten wie Tag-, Nacht- und Übergangsegment und wird mit der Kennzeichnung spezieller Segmente wie den beiden Standardsituationen und besonderen Episoden fortgesetzt. In weiter differenzierenden Schritten können die mit dem Pocket-Computer erhobenen psychologischen Informationen zu Setting, Verhaltensaktivität und Befinden zur Segmentierung der physiologischen Records herangezogen werden. Ein eigens hierzu von Dipl.-Math. G. Brüchner entwickeltes Programm (RD47b) durchsucht die Felddatensätze unter der Vorgabe bestimmter Kriterien und bildet Meßfenster wählbarer Ausrichtung und Länge.

Für die Mehrzahl der in dieser Studie vorzunehmenden statistischen Analysen wurde ein fünfminütiges, zeitlich rückwärts gerichtetes Meßfenster zur angemessenen Charakterisierung der jeweiligen aktuellen Situation als geeignet angesehen. Bei den kontinuierlich erfaßten

Tabelle 2: Übersicht über den durchschnittlichen Datenumfang und den Anteil fehlender bzw. fehlerbehafteter Werte des 24-Stunden-Monitoring (N = 42).

	Anzahl der Meßwerte		Herzfrequenz (Schl./M)		Atemfrequenz (Züge/M)		Bewegungsaktivität (g%)	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Gesamtrecord	1391		72.1	14.2	17.9	5.2	11.7	29.0
Tagesaktivität	929		78.9	11.9	18.8	5.3	17.6	34.1
Wach-Liegend	57		64.4	6.8	15.5	3.4	0.3	1.2
Nachtruhe	288		58.5	4.7	15.9	3.3	0.1	0.6
2-Stunden Aufwachzeitraum ^a	117		56.0	4.0	15.3	3.2	0.1	0.4
F _{prob}			***		***		***	

	Anzahl der Meßwerte		Systol. Blutdr. (mmHg)		Diastol. Blutdr. (mmHg)		Mittl. Blutdr. (mmHg)		Blutdruckamplitude (mmHg)	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Gesamtrecord	43		133.5	17.7	77.4	10.3	96.3	10.2	56.4	17.4
Tagesaktivität	34		137.9	16.0	79.6	9.1	99.1	8.3	58.4	17.7
Wach-Liegend	2		121.5	8.2	70.9	6.7	87.6	6.1	50.0	8.6
Nachtruhe	5		116.3	10.5	68.7	7.9	85.0	6.5	49.0	11.6
2-Stunden Aufwachzeitraum ^a	2		111.8	9.0	66.2	5.3	81.9	5.4	47.1	8.4
F _{prob}			***		***		***		***	

^a Nachtruhe und der 2-Stunden-Zeitraum vor dem Aufwachen wurden unabhängig voneinander berechnet. Die Zusammenfassung beider Segmente ergibt die gesamte Nachtschlafphase.

Tabelle 3: Die physiologischen Parameter im Gesamtrecord der 24-Stunden-Registrierung und differenziert nach vier Grundsegmenten (einfaktorielle Varianzanalysen mit Meßwiederholung, Greenhouse-Geisser korrigierte F_{prob}: *** ≤ .001, N = 42).

Anzahl	Gesamtrecord		Range	Gesamt Tag Nacht		
	MW	SD		Missing-data	%	%
Registrierminuten	1409.9	36.0	1301-1470			
Gültige Werte						
Herzfrequenz	1390.8	65.5	1188-1470	1%	1%	1%
Atemfrequenz	1230.1	307.5	22 ^a -1463	13%	7%	22%
Blutdruckmessungen	43.9	4.1	36 - 54			
Gültige Werte						
Systol. Blutdruck	42.4	3.4	36 - 52	4%	4%	2%
Diastol. Blutdruck	41.1	3.6	33 - 52	6%	6%	9%
Selbstprotokolle	29.4	3.7	22 - 36	0%	0%	-

^a Das Atemsignal dieses Probanden wurde von allen weiteren Berechnungen ausgeschlossen.

Parametern werden Mittelwerte gebildet, so daß von jeder Variable pro Meßfenster ein Wert vorliegt. Das beschriebene Vorgehen wurde im Hinblick auf intra- und interindividuell orientierte Vergleiche konzipiert, die Unterschiede zum einen zwischen verschiedenen Settings und Verhaltensaktivitäten und zum anderen zwischen emotional bedeutsamen und neutralen Situationen untersuchen lassen.

3. Ergebnisse

3.1 Basisdaten zur 24-Stunden-Registrierung und den Grundsegmenten

Die durchschnittliche Registrierdauer der in der Gesamtstichprobe erhobenen Tagesläufe betrug 23 Stunden und 30 Minuten. In Tabelle 3 sind Mittelwerte und Standardabweichungen der physiologischen Variablen für den Gesamtrecord und differenziert nach den vier Grundsegmenten Tagesaktivität, Wach-Liegend (Übergangsegment vor und nach dem Schlaf sowie Ruhephasen tagsüber), Nachtruhe und 2-Stunden-Aufwachzeitraum (die letzten 120 Minuten vor dem morgendlichen Aufwachen) dargestellt.

Die Mittelwerte aller erfaßten physiologischen Parameter unterscheiden sich zwischen den Grundsegmenten insgesamt hochsignifi-

kant ($p \leq .001$). Entsprechendes gilt bei den meisten Einzelvergleichen, die gleichfalls für die Varianzen in den einzelnen Segmenten durchgeführt wurden. Lediglich bei der Variabilität des diastolischen und mittleren Blutdrucks fällt der Unterschied zwischen den Segmenten weniger deutlich aus. Ausnahmslos finden sich die niedrigsten Wertenniveaus aller Parameter im 2-Stunden-Zeitraum vor dem morgendlichen Aufwachen, was dieses Segment als geeigneten Referenzzeitraum zur Bestimmung von Basalwerten erscheinen läßt.

3.2 Methodenevaluation

3.2.1 Erreichte Synchronizität zwischen den Datenebenen

Ein wesentliches Ziel der im Vergleich zur vorausgegangenen Studie vorgenommenen methodischen Veränderungen bestand in einer verbesserten Synchronisierung der aktuellen Datenerhebungsebenen, die vor allem durch ein verändertes Zeitraster und die strukturierte Organisation der Datenerhebungszeitpunkte erreicht werden sollte (s. 2.2). Diesbezüglich kann ein direkter Vergleich bei jenen 24 Probanden, die bereits an der vorangegangenen Feldstudie beteiligt gewesen waren, vorgenommen werden.

Zusammenfassend betrachtet, ergab sich durch die vorgenommenen Veränderungen zu-

gunsten einer größeren Balance zwischen psychologischer und physiologischer Datenebene eine Reduktion der durchschnittlichen Anzahl von Blutdruckmessungen tagsüber um 40%, auf der anderen Seite eine Erhöhung der durchschnittlichen Anzahl von Selbstprotokollen um mehr als 100%. Das Minimum der Anzahl dieser psychologischen Dateneingaben liegt beim zweiten Untersuchungszeitpunkt über dem Maximum beim ersten Untersuchungszeitpunkt.

Darüber hinaus konnte die zeitliche Übereinstimmung bzw. Synchronizität bei der Erfassung des Blutdrucks und begleitender Kontextinformationen entscheidend verbessert werden: Der Anteil von aktuellen Selbstprotokollen innerhalb eines zeitlichen Abstands von drei Minuten erhöhte sich von 30% (Wilmers, 1992) auf fast 70% der im Wachzustand erfolgten Blutdruckmessungen. Betrachtet man alle überhaupt nach einer Blutdruckmessung erfolgten Eingaben, so liegen zu über 80% (Range 62 bis 100%) der regulären Blutdruckmessungen korrespondierende Selbstprotokolle vor, was insgesamt als hohe «Signal-Compliance» der Probanden gewertet werden kann.

3.2.2 Der Retrospektionseffekt

Zur Klärung der eingangs gestellten Frage, ob die Forderung nach möglichst ereignisnah zu erfassenden psychologischen Kontextinformationen auch empirisch begründbar ist, wurde ein Vergleich der aggregierten aktuellen Selbsteinstufungen mit einer retrospektiven Gesamteinschätzung des Registriertages, die unter Verwendung derselben Items am nächsten Morgen (bei Ende der Untersuchung) erhoben wurde, durchgeführt.

Bei diesem Vergleich wird deutlich, daß die retrospektiven Gesamteinstufungen des Registriertages sich bei neun von zwölf (75%) der Items bereits systematisch von den am Registriertag aktuell abgegebenen Einschätzungen unterscheiden. Auffällig ist, daß die Probanden den Tag aus der Retrospektive als belastender, anspannender, streßbelastender, aufregender, ärgerlicher, weniger typisch und kontrollierbar einschätzen, als aufgrund der aktuellen Selbsteinstufungen zu erwarten gewesen wäre. Bereits bei verhältnismäßig geringer Zeitdistanz (am Morgen des darauffolgenden Tages) zeigt sich

Retrospektionseffekt

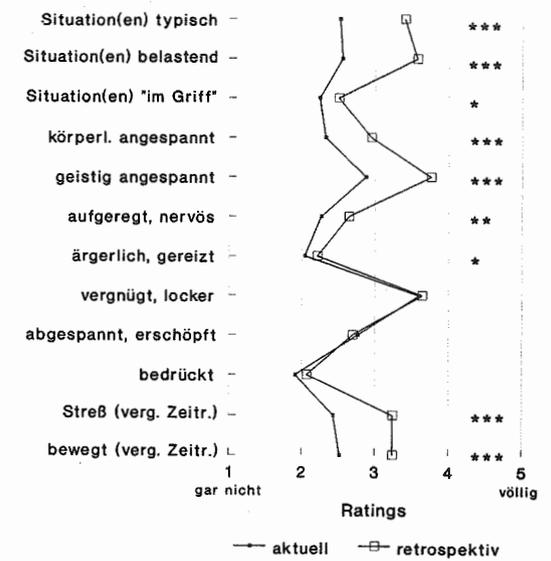


Abbildung 1: Vergleich zwischen aktuellen und retrospektiven Einstufungen (t-Tests für abhängige Stichproben, * $p \leq .05$, ** $p \leq .01$, *** $p \leq .001$, $N = 42$).

diese systematische Veränderungstendenz in Richtung einer allgemeinen negativen Akzentuierung.

3.2.3 Reproduzierbarkeit

Die Frage der Reproduzierbarkeit/Stabilität im Feld erhobener Daten und Befunde soll im folgenden zunächst für die Selbsteinstufungen und dann für die erfaßten physiologischen Parameter beantwortet werden.

-Psychologische Variablen

Hinsichtlich einer längsschnittlichen Betrachtung jener Selbsteinstufungsitems, die bei 24 Personen von beiden Untersuchungszeitpunkten vorliegen, ergibt sich ein relativ eindeutiges Bild (Tab. 5).

Bis auf eine Ausnahme (die Tagesvariabilität beim auf den jeweils vergangenen Zeitraum bezogenen Item «körperlich bewegt») korrelieren alle an den beiden Registriertagen erhobenen Selbsteinstufungen hinsichtlich Tagesmittelwert und -varianz in bedeutsamer Weise (mind. $p \leq .05$). Unabhängig von den gefundenen Zusammenhängen könnten dennoch Unterschiede in den Werten zwischen beiden Untersuchungszeitpunkten vorliegen. Weder in bezug auf Ta-

Tabelle 4: Durchschnittliche Anzahl von Blutdruckmessungen und Selbstprotokollen sowie deren Synchronizität im Vergleich zwischen erstem (UZ1) und zweitem (UZ2) Untersuchungszeitpunkt ($N = 24$).

Anzahl	MW		SD		Range	
	UZ1	UZ2	UZ1	UZ2	UZ1	UZ2
Blutdruckmessungen (tagsüber)	59	36	10	4	38-71	29-46
Selbstprotokolle synchron ^a zur Messung innerhalb 3-Minuten:	14	29	2	4	10-18	22-36
innerhalb 5-Minuten:	30%	69%				
	51%	77%				

^a Synchronizität meint im vorliegenden Kontext den zeitlichen Zusammenhang bzw. Abstand zur aktuell erfolgten Blutdruckmessung. Prozentangaben beziehen sich auf jenen Anteil an der Gesamtzahl der Blutdruckmessungen, auf die im betreffenden Meßfenster eine psychologische Eingabe erfolgte. Die durch das unterschiedliche Zeitraster der Erhebung zu UZ1 bedingte höhere Gesamtzahl der Blutdruckmessungen ist bei der Berechnung berücksichtigt.

Tabelle 5: Reproduzierbarkeit von Tagesmittelwerten und Tagesvariabilitäten der Selbsteinstufungen. Überprüft wurden Zusammenhänge (mit Korrelationskoeffizienten (r) sowie Rangkorrelationen (r_s), jeweils einseitig) und Unterschiede (mit t-Tests für abhängige Stichproben (t) sowie F-Tests (F)) zwischen dem ersten (UZ1) und zweiten (UZ2) Untersuchungszeitpunkt im Abstand von 18 Monaten (n.s. $p \geq .10$, (*) $p \leq .10$, * $p \leq .05$, ** $p \leq .01$, *** $p \leq .001$, N = 24).

Selbsteinstufungen	Tagesmittelwert				Tagesvariabilität ^a			
	UZ1	UZ2	t	r	UZ1	UZ2	F	r_s
körperlich								
angespannt	2.26	2.41	n.s.	.50**	1.04	1.11	n.s.	.59***
geistig								
angespannt	2.70	2.99	n.s.	.46*	1.29	1.36	n.s.	.47**
vergnügt,								
locker	4.17	4.18	n.s.	.38*	1.25	1.09	(*)	.38*
ärgerlich,								
gereizt	2.08	2.23	n.s.	.53**	1.05	0.92	(*)	.75***
abgespannt,								
erschöpft	2.85	2.91	n.s.	.77***	1.14	1.13	n.s.	.53**
Streß im vergan-								
genen Zeitraum	2.37	2.50	n.s.	.44*	1.14	1.12	n.s.	.45*
bewegt im vergan-								
genen Zeitraum	2.59	2.62	n.s.	.54**	1.47	1.42	n.s.	.24

^a Als Variabilitätsmaß sind die pro Person und Registriertag ermittelten Streuungen der Einstufungen angegeben. Für die F-Tests zur Überprüfung von Unterschieden zwischen den Registriertagen wurden die entsprechenden Tagesvarianzen zugrundegelegt.

gesmittelwerte noch Tagesvariabilitäten sind systematische Veränderungen zu erkennen, so daß insgesamt die Reproduzierbarkeit habitueller Unterschiede von im Alltag aktuell erhobenen Befindenseinstufungen behauptet werden kann.

-Physiologische Variablen

Entsprechende Analysen wurden auch für alle erhobenen physiologischen Parameter durchgeführt.

Wenn man die Ergebnisse zu den Mittelwerten im Gesamtrecord und im Tag- und Nachtsegment zusammenfassend betrachtet, so sind bemerkenswerte Zusammenhänge festzustellen, die für eine hohe Reproduzierbarkeit mit partiellen Vorhersagemöglichkeiten sprechen. Eine Ausnahme bildet der diastolische Blutdruck am Tage (und dadurch auch im Gesamtrecord).

Die Variabilitäten in den einzelnen Segmenten sind zwischen den Registriertagen (mit Ausnahme der Herzfrequenz im Tag- und Gesamtsegment) deutlich geringer assoziiert. Darüber hinaus finden sich hier Unterschiede bei einzelnen Segmentvergleichen – wiederum am deutlichsten bei der Herzfrequenz – in Form einer

Abnahme der Varianz zwischen den Registriertagen.

Im Hinblick auf den Vergleich der Segmentmittelwerte an beiden Registriertagen waren keine Veränderungen – im Blutdruckniveau allenfalls altersbedingte leichte Anstiege im Abstand von 18 Monaten erwartet worden. Es zeigen sich jedoch in allen Segmenten konsistente, wenn auch meist nur schwach signifikante Niveauunterschiede, und zwar in der Richtung einer leichten Werteabsenkung bei 12 von 15 Vergleichen. Eine plausible Erklärung für diesen Befund zu finden gelang erst im Zusammenhang mit den im folgenden Abschnitt zu berichtenden Ergebnissen.

3.2.4 Reaktivität

Von Probandenseite beurteilte reaktive Einflüsse der Untersuchungsmethodik wurden durch einen Nachbefragungsbogen erhoben und zusätzlich im Post-Monitoring-Interview thematisiert. Die hauptsächlichen Ergebnisse hierzu sind in Tabelle 7 zusammengefaßt.

Bei der Betrachtung des von den Probanden

Tabelle 6: Reproduzierbarkeit von Mittelwerten und Variabilitäten der physiologischen Parameter im Gesamtrecord sowie im Tag- und Nachtsegment. Überprüft wurden Zusammenhänge (mit Korrelationskoeffizienten (r) sowie Rangkorrelationen (r_s), jeweils einseitig) und Unterschiede (mit t-Tests für abhängige Stichproben (t) sowie F-Tests (F)) zwischen dem ersten (UZ1) und zweiten (UZ2) Untersuchungszeitpunkt im Abstand von 18 Monaten ((*) $p \leq .10$, * $p \leq .05$, ** $p \leq .01$, *** $p \leq .001$, N = 24).

	Mittelwert				Variabilität ^a			
	UZ1	UZ2	t	r	UZ1	UZ2	F	r_s
Gesamtrecord								
Herzfrequenz (Schl./M)	71.3	69.5	n.s.	.71***	16.2	13.9	**	.60***
Atemfrequenz (Züge/M)	17.6	17.2	n.s.	.50**	5.1	5.3	n.s.	.33(*)
Systolischer BD (mmHg)	132.2	132.5	n.s.	.73***	17.5	18.3	n.s.	.34(*)
Diastolischer BD (mmHg)	81.7	78.3	*	.20	11.0	10.4	n.s.	-.02
Mittlerer BD (mmHg) ^b	98.7	96.5	(*)	.52**	10.4	10.4	n.s.	.20
Tagesaktivität								
Herzfrequenz (Schl./M)	79.7	75.9	*	.70***	14.6	12.3	**	.46*
Atemfrequenz (Züge/M)	19.0	18.1	(*)	.41*	5.3	5.4	n.s.	.34*
Systolischer BD (mmHg)	135.1	137.4	n.s.	.77***	16.6	16.2	n.s.	.21
Diastolischer BD (mmHg)	83.5	80.5	(*)	.10	10.3	9.3	*	.00
Mittlerer BD (mmHg) ^b	100.7	99.5	n.s.	.52**	9.2	8.4	(*)	.16
Nachtschlaf								
Herzfrequenz (Schl./Min.)	57.2	56.2	n.s.	.72***	4.9	4.6	n.s.	.25
Atemfrequenz (Züge/Min.)	14.6	15.1	n.s.	.61**	2.8	3.5	*	.14
Systolischer BD (mmHg)	115.6	111.9	(*)	.69***	11.7	11.4	n.s.	.07
Diastolischer BD (mmHg)	70.1	67.8	(*)	.58**	7.9	7.4	n.s.	.33(*)
Mittlerer BD (mmHg) ^b	85.1	83.0	n.s.	.60**	7.1	6.3	n.s.	.03

^a Als Variabilitätsmaß sind die pro Person und Registriertag bzw. Segment ermittelten Streuungen der Meßwerte angegeben. Für die F-Tests zur Überprüfung von Unterschieden zwischen den Registriertagen wurden die entsprechenden Tagesvarianzen zugrundegelegt.

^b Die Berechnung des mittleren Blutdrucks erfolgte nach der allgemeinen üblichen Formel: $MBD = DBD + 1/3 (SBD - DBD)$.

eingeschätzten Ausmaßes reaktiver Effekte zeigt sich folgendes Befundmuster: Die Probanden geben an, ihr Verhalten in Reaktion auf die Registrierung «gar nicht» oder «etwas» (zusammen 86% der Antworten) geändert zu haben und «etwas» (57%) auf die Blutdruckmessungen, die

manchmal zu einem unpassenden Zeitpunkt (55%) kamen, gewartet zu haben. Reaktionen der Umgebung, die negativ erlebt wurden, waren meist «etwas» vorhanden (60% der Antworten), gleichzeitig liegt hinsichtlich positiver Erfahrungen ein breites Antwortspektrum von

Tabelle 7: Methodenbedingte Reaktivitätseffekte aus Sicht der Untersuchungsteilnehmer (N = 42).

Fragebogenitems	1	2	3	4	5	MW	SD
	gar nicht	etwas	ziemlich	überwiegend	völlig		
Kam es durch die Untersuchungsmethodik zu Änderungen Ihres Verhaltens? Haben Sie auf die Blutdruckmessungen 'gewartet?'	18	18	3	3	-	1.79	0.87
Kam die Blutdruckmessung oft zu einem unpassenden Zeitpunkt? Haben Sie mehr als sonst auf Ihren psychischen Zustand geachtet? Haben Sie mehr als sonst auf Ihren Körper geachtet?	8	24	6	4	-	2.14	0.84
Reagierte Ihre Umgebung positiv auf Ihre 'Ausrüstung'?	8	23	9	1	1	2.14	0.84
Reagierte Ihre Umgebung negativ auf Ihre 'Ausrüstung'?	16	14	7	5	-	2.02	1.02
Waren Ihnen die Reaktionen Ihrer Umwelt unangenehm?	12	18	6	4	2	2.19	1.11
	5	10	10	12	5	3.10	1.23
	15	25	1	1	-	1.71	0.64
	21	17	3	1	-	1.62	0.73

«gar nicht» bis «völlig» vor. Insgesamt waren der Hälfte der Probanden solche Reaktionen nicht und 40% lediglich «etwas» unangenehm. Die Untersuchungsteilnehmer scheinen durch die Methodik hervorgerufen «etwas» mehr auf ihren Körper geachtet zu haben (43%), «etwas» oder «gar nicht» mehr als sonst (zusammen 71%) auf ihren psychischen Zustand.

Insgesamt werden die durch die Feldregistrierung hervorgerufenen Reaktivitätseffekte von den Probanden – außer berichteten Belastungen durch den Biosignalspeicher (Gewicht, Geräusch beim Aufpumpen der Blutdruckmanschette) – als eher gering angesehen.

Um mögliche reaktive Effekte der Blutdruckmessungen zu objektivieren, wurde ein Vergleich zwischen den Herzfrequenzen während der Blutdruckmeßzeitpunkte und dem übrigen Registrierzeitraum durchgeführt. Wiederum ist die diesbezügliche Gegenüberstellung von erstem und zweitem Untersuchungszeitpunkt von besonderem Interesse.

Wie Tabelle 8 zeigt, ist ein mit der einsetzen den Blutdruckmessung verbundener Herzfre-

quenzanstieg («Alarmreaktion») festzustellen, der bei wiederholter Teilnahme am 24-Stunden-Monitoring deutlich geringer (und nicht mehr signifikant) ausfällt. Anscheinend habituierten die Untersuchten, wie es bereits aus anderen Kontexten (Laboruntersuchungen und Arztpraxen) bekannt ist, an die mit der Meßmethode verbundenen Bedingungen. Es ist anzunehmen, daß auch die erfaßten Blutdruckparameter selbst von solchen Eingewöhnungseffekten beeinflusst sind, was insgesamt zu einer plausiblen Erklärung für die im vorigen Abschnitt berichteten Niveauunterschiede zwischen erstem und zweitem Registriertag führt.

3.3 Psychophysiologische Beziehungen

3.3.1 Bewegungskonfundierung

Das durch die veränderte Plazierung des Beschleunigungsaufnehmers in der Erfassung metabolisch relevanter Bewegungsaktivitäten (z. B. Treppensteigen) verbesserte Aktivitätssignal variiert erwartungsgemäß – mit Ausnahme des

Tabelle 8: Methodenbedingte Reaktivitätseffekte am Beispiel der Herzfrequenzsteigerung während der Blutdruckmessungen im Vergleich zwischen erster und zweiter Teilnahme am ambulanten 24-Stunden-Monitoring (t-Tests für abhängige Stichproben (t): *** p ≤ .001, N = 24).

	Untersuchungszeitpunkt 1			Untersuchungszeitpunkt 2		
	Gesamt-während ^a			Gesamt-während ^a		
	record	BD-Mess.	Diff. t	record	BD-Mess.	Diff. t
	MW	MW		MW	MW	
Herzfrequenz (Schl./M)	71.3	74.5	+ 3.2 ***	69.5	69.9	+ 0.4 n.s.

^a Diese Angaben beziehen sich auf jeweils zweiminütige Meßzeitfenster.

diastolischen Blutdrucks – mit den erfaßten physiologischen Parametern. Gleiches gilt für die jeweils aktuell von den Probanden eingestufte Bewegungsaktivität, die mit dem gemessenen Aktivitätsmaß zwar signifikant, aber nicht in einer Höhe korreliert, daß sie als hinreichender Ersatz angesehen werden könnte.

Da mit den kardiovaskulären Veränderungen auch psychophysiologische Analysen von der Bewegungsaktivität beeinflusst sein können (s. nächster Abschnitt), ist eine effektive Kontrolle dieser Konfundierung erforderlich. Hierzu wurde in der vorliegenden Studie eine Option des bereits erwähnten Segmentierungsprogramms genutzt, die es erlaubt, entsprechende Analysen ausschließlich auf Meßminuten mit einer unter einem bestimmten Grenzkriterium liegenden Bewegungsaktivität (≤ 35% des auf 100 Einheiten gesetzten individuellen Maximalwertes) zu beschränken. Mit Hilfe dieser Segmentierungsstrategie wird es möglich, Datenanalysen im Bedarfsfall auf die Basis bewegungsarmer Registrierphasen zu stützen und damit zumindest

eine partielle Kontrolle des Einflusses konfundierter Bewegungsaktivitäten zu erreichen.

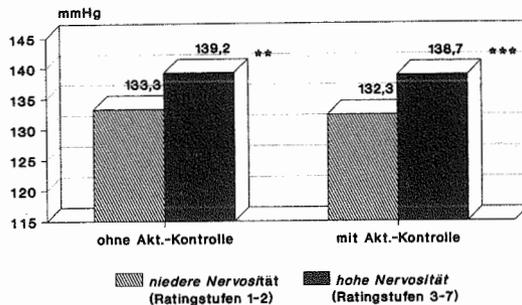
3.3.2 Vergleich zwischen emotional bedeutsamen und neutralen Situationen

Welche Bedeutung einer adäquaten Kontrolle der dargestellten Bewegungskonfundierung zukommt, soll nachfolgend an einem Beispiel aus der Vielfalt der mit der vorgestellten Untersuchungsmethodik gegebenen psychophysiologischen Analysemöglichkeiten dargestellt werden (ausführlicher Käßler, einge.). Mit dem beschriebenen Segmentierungsverfahren («Fensterbildungstechnik») wurden Situationen, in denen sich Probanden im Selbstrating als «aufgeregt, nervös» (Stufen 3–7) kennzeichneten, mit in dieser Hinsicht neutralen Abschnitten (Stufen 1–2) in den physiologischen Records verglichen. Dies wurde wahlweise mit und ohne Berücksichtigung konfundierter Bewegungsaktivität durchgeführt. Um die Befunde auf eine zuverlässigere Basis zu stellen, wurden ausschließlich Proban-

Tabelle 9: Die Kovariation physiologischer Parameter mit gemessener und subjektiv eingestufte Bewegungsaktivität sowie die Konvergenz beider Aktivitätsmaße (gepoolte intraindividuelle Korrelationen über N = 42 Personen und max. 36 fünfminütige Meßzeitfenster (* p ≤ .05, ** p ≤ .01, *** p ≤ .001).

	gemessene Bewegungsaktivität	eingestufte Bewegungsaktivität
Herzfrequenz	.54***	.50***
Atemfrequenz	.71***	.48**
Systolischer Blutdruck	.42**	.48**
Diastolischer Blutdruck	.00	.05
gemessene Bewegungsaktivität	-	.51***

Selbsteinstufung "aufgeregt, nervös" und Systolischer Blutdruck



Selbsteinstufung "aufgeregt, nervös" und Diastolischer Blutdruck

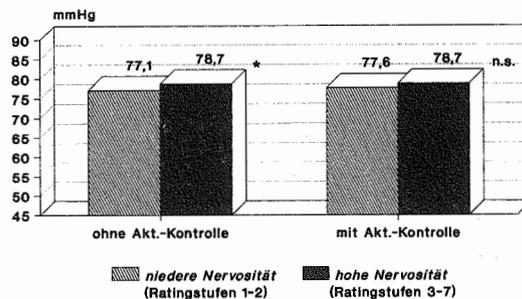


Abbildung 2: Systolische und diastolische Blutdruckunterschiede zwischen Situationen von hoher vs. niedriger Aufgeregtheit/Nervosität (verglichen wurden mit t-Tests für abhängige Stichproben die individuell über die Situationspaare (fünfminütige Meßfenster) aggregierten Mittelwerte im systolischen und diastolischen Blutdruck bei N = 30 Personen, n. s. $p \geq .05$, * $p \leq .05$, ** $p \leq .01$, *** $p \leq .001$).

den, bei denen mindestens drei solcher Situationspaare vorhanden waren, in der Analyse berücksichtigt.

Wie in der Abbildung zu erkennen ist, unterscheidet sich das durchschnittliche systolische und diastolische Blutdruckniveau zwischen Situationen von hoher vs. geringer Nervosität in signifikanter Weise (systolisch $p \leq .01$, diastolisch $p \leq .05$). Jedoch ist im jeweils linken Teil der Abbildung die Bewegungsaktivität noch nicht berücksichtigt. Wenn bezüglich dieses Vergleichs, wie oben beschrieben, diejenigen Situationen ausgeschlossen werden, in denen gleichzeitig eine über einem bestimmten Grenzkriterium liegende Bewegungsaktivität (≥ 35 g%)

registriert wurde, ergibt sich ein verändertes Bild: Der Effekt einer emotionalen Aktivierung bleibt bei Berücksichtigung von bewegungsbedingten Einflüssen beim systolischen Blutdruck mit einer durchschnittlichen Differenz von 6 mmHg erhalten (gemessen am erreichten Signifikanzniveau tritt der Unterschied mit $p \leq .001$ sogar etwas deutlicher hervor). Beim diastolischen Blutdruck ist ein entsprechender psychophysiologischer Befund, der ohne Berücksichtigung der Bewegungskonfundierung als Artefakt erscheint, nicht mehr nachzuweisen ($p = .16$).

4. Diskussion

In der vorliegenden Arbeit konnten einige zentrale methodenkritische Fragen zu ambulanten Monitoringstudien einer Klärung auf empirischer Grundlage näher gebracht werden. Zugleich wurden Fortschritte in der Entwicklung eines multimodalen Feldforschungsansatzes dargestellt.

Entgegen eines oft vorgebrachten Einwandes gegenüber Feldstudien konnte die Stabilität/Reproduzierbarkeit der ambulant erhobenen Daten und Befunde sowohl auf psychologischer Selbsteinstufungsebene als auch auf physiologischer Meßebe nachgewiesen werden. Da der zugrundegelegte längsschnittliche Vergleich von zwei Registriertagen im Abstand von 18 Monaten auch reale Veränderungen oder wahre Merkmalsvariationen repräsentieren kann, ist bei den angegebenen Koeffizienten insgesamt von konservativen Stabilitätsschätzungen auszugehen. Die Koeffizienten lagen bei den physiologischen Kennwerten in der Regel höher als bei den Selbsteinstufungen, mit Ausnahme des diastolischen Blutdrucks im Tag- und Gesamtsegment. Gegen die Annahme einer fehlerbehafteten Erfassung dieses Parameters spricht seine mit anderen Signalen vergleichbare Stabilität im Nachtsegment.

Bei nahezu allen im Feld erfaßten Variablen erwiesen sich die auf den Gesamtrecord und einzelne Segmente bezogenen Mittelwerte als besser reproduzierbar als die entsprechende Variabilität/Varianz der Werte. Überprüft wurde auch, ob sich trotz zufriedenstellender Zusammenhänge zwischen den an beiden Untersu-

chungsterminen erhobenen Werten mögliche Unterschiede im Sinne systematischer Mittelwertverschiebungen ergeben haben. Während dies bei den psychologischen Daten nicht zutrifft, ist bei den physiologischen Meßwerten eine gleichförmige Veränderung als leichte Absenkung der Mittelwerte zwischen den Registriertagen festzustellen. Wenn die (meist nur schwach signifikanten) Unterschiede etwa bei den Blutdruckwerten über einen Zeitraum von einhalb Jahren auch nicht besonders beeindrucken mögen, so sind sie vor dem Hintergrund neuerer Therapiestudien (z. B. Basler, 1988), in denen üblicherweise Effektgrößen ab 3–5 mmHg berichtet werden, keineswegs als unbedeutend anzusehen. Die Relevanz der hier im Vergleich zweier Erhebungstage gefundenen Differenzen wird zusätzlich durch eine Arbeit von Baumgart et al. (1990) unterstrichen, in der den WHO-Kriterien entsprechende, regressionsanalytisch ermittelte Klassifikationsgrenzen für ambulant erhobene Blutdruckmittelwerte angegeben werden, nach denen ein Unterschied von 3 mmHg diastolisch als klassifikationskritisches Intervall bereits zu einer unterschiedlichen diagnostischen Beurteilung mit entsprechenden Konsequenzen für die Behandlung führen kann.

Eine plausible Erklärung für die in den physiologischen Parametern gefundene Mittelwertabsenkung am zweiten Registriertag zu finden gelang nach der Überprüfung naheliegender Vermutungen zuerst nicht. Unterschiede in Tages- und Lebensgewohnheiten der Probanden waren in einer Vielzahl erfaßter Variablen nicht vorhanden. Auch das Fehlen eines entsprechenden Befundes bei den psychologischen (Befindens-)Variablen läßt keine systematischen Unterschiede zwischen den Erhebungstagen erkennen. Die zwischen beiden Untersuchungsterminen wegen der veränderten Position des Aufnehmers nicht direkt vergleichbare Bewegungsaktivität kann ebenfalls nicht für die Unterschiede verantwortlich gemacht werden, da sich entsprechende Differenzen auch im nahezu aktivitätsfreien Nachtsegment zeigen. Auch für Meßsystem-bedingte Unterschiede oder Versuchsleitereffekte (etwa veränderte «Verkabelungsgewohnheiten») sind keinerlei Anhaltspunkte vorhanden.

Nach Ausschluß der genannten Alternativhy-

pothesen ergibt sich eine Erklärung für diesen Befund jedoch im Zusammenhang mit den zur methodenbedingten Reaktivität durchgeführten Analysen. Während durch die Methodik möglicherweise hervorgerufene Reaktivitätseffekte von den Untersuchungsteilnehmern selbst als eher gering eingeschätzt wurden und allgemein eine hohe Akzeptanz gegenüber der Untersuchungsmethodik besteht (Fahrenberg et al., 1991b), waren in der vorliegenden Studie methodenbedingte Einflüsse auf die erhobenen physiologischen Parameter anhand einer signifikanten Herzfrequenzerhöhung während der automatisch stattfindenden Blutdruckmessungen festzustellen. Interessanterweise ist dieser Effekt im längsschnittlichen Vergleich bei der 18 Monate später stattfindenden Wiederholungsregistrierung nicht mehr nachzuweisen, was für eine Habituation an die mit der Untersuchungsmethodik verbundenen besonderen Bedingungen spricht. Anzunehmen ist, daß auch die erfaßten Blutdruckparameter selbst von solchen Eingewöhnungseffekten tangiert sind, was insgesamt zu einer plausiblen Erklärung für die berichteten Unterschiede im Blutdruckniveau zwischen erstem und zweitem Registriertag führt. Diese Hypothese steht in Übereinstimmung mit Hinweisen aus der Literatur (Pessina et al., 1984) und Befunden aus einer weiteren eigenen Untersuchung (Becker, Käßler, Franck & Herrmann, in Druck), in der bei chronischen Hypertonikern vergleichbare Habituationseffekte zwischen zwei direkt aufeinanderfolgenden Registriertagen sowie in geringerem Maß im Abstand von 10 Tagen nachweisbar sind. Insgesamt sprechen diese Befunde dafür, daß Eingewöhnungs- und Vorregistrierphasen auch bei ambulanten Monitoringuntersuchungen erforderlich sind.

Bei der Untersuchung der Frage, ob aktuell und retrospektiv erhobene psychologische Informationen in ihren Befunden übereinstimmen, weist der vorgenommene Vergleich insgesamt auf bemerkenswerte Unterschiede zwischen aktuellen und retrospektiven Daten hin, die schon bei verhältnismäßig geringer Zeitdistanz sichtbar werden. Denn bereits am Morgen des darauffolgenden Tages zeigen die im Hinblick auf den Registriertag vorgenommenen Einstufungen (auch bei individueller Betrachtung) eine systematische Veränderungstendenz

in Richtung einer negativen Akzentuierung, die zwischenzeitliche kognitive Verarbeitungsprozesse widerzuspiegeln scheint. Im vorliegenden Zusammenhang der Analyse psychophysiologischer Beziehungen kann dieser Befund als empirischer Beleg für die Notwendigkeit einer zum physiologischen Record möglichst synchronen Erhebung psychologischer Kontextinformationen gelten. Da bei bisweilen in dieser Absicht eingesetzten «paper-and-pencil» Tagebüchern nachträglich vorgenommene und zurückdatierte Eintragungen unerkannt bleiben können, sollte die psychologische Datenerfassung u. a. zur erfolgreichen Vermeidung von Retrospektionseffekten zeitkontrolliert und daher computergestützt erfolgen. Über den Rahmen dieser Untersuchung hinausgehend kann dieser Befund in Übereinstimmung mit ähnlichen Berichten zu retrospektiven Verzerrungen (Margraf et al., 1987; Stern, 1986) als von genereller Bedeutung im Hinblick auf eine Bevorzugung von aktuellen, durch zwischengeschaltete Verarbeitungsprozeduren in geringe(re)m Maße beeinflussten Datenerhebungsstrategien angesehen werden.

Das in der vorliegenden Studie angestrebte Ziel einer Verbesserung der Anzahl und Synchronizität der zu den physiologischen Meßwertverläufen aktuell erhobenen Selbstprotokolle konnte mit einer veränderten Konzeption (hinsichtlich Zeitraster, programmgesteuertem Ablauf der Datenerhebungszeitpunkte mit Rückkopplungsschleifen und Prämiensystem) erreicht werden. Aufbauend auf der Qualitätsverbesserung der ambulant erhobenen Felddatensätze konnten auf Auswertungsseite erweiterte Segmentierungsmöglichkeiten für differenzierte psychophysiologische Analysen entwickelt werden.

Als weiterer Entwicklungsfortschritt wurden verbesserte Möglichkeiten zur Kontrolle der Bewegungskonfundierung vorgestellt, deren Notwendigkeit sich aus den deutlichen Zusammenhängen zwischen körperlichen Bewegungsaktivitäten und physiologischen Veränderungen im Feld ergibt. Die nicht hinreichend gegebene konvergente Validität der zur Erfassung der Bewegungsaktivität herangezogenen Parameter erweist eine über subjektive Schätzungen der Probanden hinausgehende Bewegungsmessung (durch einen oder mehrere Beschleunigungsauf-

nehmer) als unerlässlich. Der nicht vorhandene Zusammenhang zwischen körperlicher Bewegungsaktivität und dem wiederum eine Sonderstellung einnehmenden diastolischen Blutdruck geht möglicherweise auf differentielle Veränderungsmuster zurück, die sich in der Standardsituation «schnelles Treppensteigen» bei einigen Probanden in Richtung einer Erhöhung des diastolischen Blutdrucks, bei anderen als Absenkung in Verbindung mit einer größeren Blutdruckamplitude beobachten ließen.

Die untersuchten methodenkritischen Aspekte sind unmittelbar im Zusammenhang mit den Zielsetzungen einer ambulanten multimodalen Assessmentstrategie zu bewerten. In diesem Sinne wurde aufgezeigt, wie mit der vorgenommenen Differenzierung zwischen körperlich (mit-) bedingten physiologischen Veränderungen und primär emotional bedingten Aktivierungen eine adäquate Analyse psychophysiologischer Beziehungen im alltäglichen Lebenskontext erfolgen kann. Ein vielversprechender Einsatz von ambulanten Assessmentstrategien erscheint über den hier vorliegenden differentiell-psychophysiologischen Untersuchungszusammenhang hinaus in vielen Forschungsbereichen (Arbeitspsychologie, Klinische Psychologie/Psychiatrie) unter grundlagenwissenschaftlichen und anwendungsorientierten Perspektiven möglich. Die Untersuchungsergebnisse und die dargestellten methodischen Verbesserungen zeigen, daß die Vorteile von Feldforschungsansätzen auf seiten der höheren «Lebensnähe» bzw. externen Validität in Anspruch genommen werden können, ohne zugleich vor den Herausforderungen im Hinblick auf die Sicherung der internen Validität der Befunde kapitulieren zu müssen.

Literatur

- Basler, H. D. (1988). Group treatment with obese essential hypertensive patients in a general practice setting. In T. Elbert, W. Langosch, A. Steptoe & D. Vaitl (Eds.), *Behavioural medicine in cardiovascular disorders* (pp. 129–137). Chichester: J. Wiley.
- 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.
- Becker, H. U., Käßler, C., Franck, M. & Herrmann, J. M. (in Druck) *Niedrigere Profilmittelwerte des am-*

bulanten Blutdruck-Monitoring bei unmittelbar wiederholter 24-Stunden-Messung lassen sich als Gewöhnungseffekt interpretieren.

- Buse, L. & Pawlik, K. (1984). Inter-Setting Korrelationen und Setting-Persönlichkeit Wechselwirkungen: Ergebnisse einer Felduntersuchung zur Konsistenz von Verhalten und Erleben. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 15, 44–59.
- Buse, L. & Pawlik, K. (1991). Zur State-Trait-Charakteristik verschiedener Meßvariablen der psychophysiologischen Aktivierung, der kognitiven Leistung und der Stimmung in Alltagssituationen. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 4, 521–538.
- Fahrenberg, J. (1975). Die Freiburger Beschwerdenliste FBL. *Zeitschrift für Klinische Psychologie*, 4, 79–100.
- Fahrenberg, J., Foerster, F., Heger, R., Darsow, H. & Ewert, U. (1991 a). *Zur Psychophysiologie der labil/hypertonen Blutdruckregulation*. Forschungsbericht. Freiburg i. Br.: Psychologisches Institut der Albert-Ludwigs-Universität, Forschungsgruppe Psychophysiologie.
- Fahrenberg, J., Hampel, R. & Selg, H. (1989). *Das Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI-R* (5. Aufl.), Göttingen: Hogrefe.
- Fahrenberg, J., Heger, R., Foerster, F. & Müller, W. (1991 b). Differentielle Psychophysiologie von Befinden, Blutdruck und Herzfrequenz im Labor-Feld Vergleich. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 12, 1–25.

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Psych. Christoph Käßler, Forschungsgruppe Psychophysiologie, Psychologisches Institut, Universität Freiburg i. Br., Belfortstr. 20, 79098 Freiburg i. Br.

- Heger, R. (1990). *Psychophysiologisches 24-Stunden-Monitoring: Methodenentwicklung und erste Ergebnisse eines multimodalen Untersuchungsansatzes bei 62 normotonen und blutdrucklabilen Studenten*. Frankfurt: Lang.
- Käßler, C. (einger.). *Psychophysiologische Bedingungsanalyse von Blutdruckveränderungen im alltäglichen Lebenskontext*. Phil. Diss. Freiburg: Albert-Ludwigs-Universität.
- Margraf, J. (1990). Ambulatory psychophysiological monitoring of panic attacks. *Journal of Psychophysiology*, 4, 321–330.
- Margraf, J., Taylor, C. B., Ehlers, A., Roth, W. T. & Agras, W. S. (1987). Panic attacks in the natural environment. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 175, 558–565.
- Pessina, A. C., Palatini, P., Sperti, G., Cordone, L., Ventura, E. & Pal Palù, C. (1984). Adaptation to non-invasive continuous blood pressure monitoring. In M. Weber & J. I. Drayer (Eds.), *Ambulatory blood-pressure monitoring* (pp. 57–63). New York: Springer.
- Stern, E. (1986). *Reaktivitätseffekte in Untersuchungen zur Selbstprotokollierung des Verhaltens im Feld*. Frankfurt: Lang.
- Wilmers, F. (1992). *Zwei Studien zur kardiovaskulären Psychophysiologie. Teil 2: Psychophysiologisches 24-Stunden-Monitoring an grenzwertig-hypertonen und normotonen Studenten mit Labor-Feld-Vergleich*. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Freiburg i. Br.: Psychologisches Institut der Albert-Ludwigs-Universität.