

FORSCHUNGSBERICHTE
des
PSYCHOLOGISCHEN INSTITUTS
der
ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT FREIBURG I. BR.

NR.124

**Respiratorische Sinus-Arrhythmie:
Untersuchung verschiedener Kennwerte
der Peak-Valley-Methode und
ihrer Beeinflussung durch Atemvariable**

**Friedrich Foerster, Beatrice Cadalbert
und Jochen Fahrenberg**

Forschungsgruppe Psychophysiologie
Psychologisches Institut
der Universität Freiburg
Belfortstraße 20
D-79085 Freiburg
1996

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Allgemeine Fragestellung	5
1.2	Die Simulation von Manfred Clynes	5
1.3	RSA als Artefakt	5
1.4	RSA als vagaler Prozeß	6
1.5	Kontrolle von Atemfrequenz und Atemvolumen	6
1.6	Atem-Messung ohne Maske	6
2	Daten	7
2.1	Herkunft der Daten	7
2.2	Stichprobe	7
2.3	Situationen und Segmente	9
2.4	Methodik	9
2.5	Variable	9
3	Kennwerte der Respiratorischen Sinus-Arrhythmie (RSA)	11
3.1	Das Peak-Valley-Verfahren von Grossman	11
3.2	Kennwerte des Peak-Valley-Verfahrens	11
3.2.1	Formale Eignung der RSA-Kennwerte	11
3.2.2	Redundanz der RSA-Kennwerte	13
4	Eichprozedur der Atmung	14
4.1	Registrierung der Atmung: Maske und Gürtel	14
4.2	Eichung der Gürtelatmung	14
4.3	Untersuchung der Eichfaktoren	16
4.3.1	Schätzmethoden	16
4.3.2	Stabilität	16
4.3.3	Körperposition	17
5	Atem-Kennwerte	17
5.1	Verteilungsauffälligkeiten	20
5.2	Mittelwertvergleiche	21
5.2.1	Atemfrequenz	21
5.2.2	Atemzugvolumen	22
5.2.3	Atemminutenvolumen	23
5.3	Varianzkomponenten und Stabilitäten	23
5.4	Korrelative Vergleiche	25
5.4.1	Atemfrequenz	25
5.4.2	Atemzugvolumen	26
5.4.3	Atemminutenvolumen	27
6	Kontrolle der Atmung bei RSA-Kennwerten: Adjustierungen	27
6.1	Experimentelle und statistische Kontrolle	28
6.2	Vergleiche mit vagalen Variablen	28
6.2.1	Geschlechts- und Blutdruck-Gruppen	28
6.2.2	Physiologische vagale Indikatoren	30
7	Schlußbemerkungen	31
7.1	Beurteilung der RSA-Kennwerte	31
7.2	Notwendigkeit von Atmungs-Adjustierungen	31
7.3	Beurteilung der Atemvariablen	31
	Literaturverzeichnis	33
	Anhang A: Ergänzende Tabellen	34
	Anhang B: Beschreibung des Programms BIO22	75

Verzeichnis der Tabellen im Text

Tabelle 1:	Stichprobe	7
Tabelle 2:	Datenaufnahme	7
Tabelle 3:	Segmente	8
Tabelle 4:	Ableitprogramm der Laboruntersuchung	9
Tabelle 5:	Physiologische Variable	9
Tabelle 6:	Kennwerte des Peak-Valley-Verfahrens	11
Tabelle 7:	Grundstatistiken der RSA-Kennwerte (Mittelwert, Standard-Abweichung, Minimum, Maximum, Schiefe, Wölbung)	12
Tabelle 8:	Varianz-Komponenten der RSA-Kennwerte in Prozent und Stabilitätskoeffizienten der Ruhen vor Rechnen und vor Ergometer	12
Tabelle 9:	Ausgewählte Korrelations-Matrizen der RSA-Kennwerte (R-Korrelationen in einzelnen Situationen)	13
Tabelle 10:	Ausgewählte Korrelations-Matrizen der RSA-Kennwerte aus der Kovarianzzerlegung mit 8 Situationen: individuelle Verlaufsähnlichkeiten (innerhalb Personen) und systemische Ähnlichkeiten (Interaktion und Fehler).	13
Tabelle 11:	Grundstatistiken der Eichfaktoren	16
Tabelle 12:	Grundstatistiken der Atmungs-Kennwerte (Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, Maximum, Schiefe, Wölbung)	20
Tabelle 13:	Varianz-Komponenten der Atmungs-Kennwerte in Prozent und Stabilitätskoeffizienten der Ruhen vor Rechnen und vor Ergometer	25
Tabelle 14:	Ausgewählte Korrelations-Matrizen der Atemfrequenz-Kennwerte (R-Korrelationen in einzelnen Situationen)	25
Tabelle 15:	Ausgewählte Korrelations-Matrizen der Atemfrequenz-Kennwerte aus der Kovarianzzerlegung mit 8 Situationen: individuelle Verlaufsähnlichkeiten (innerhalb Personen) und systemische Ähnlichkeiten (Interaktion und Fehler)	26
Tabelle 16:	Ausgewählte Korrelations-Matrizen der Atemzugvolumen-Kennwerte (R-Korrelationen in einzelnen Situationen)	26
Tabelle 17:	Ausgewählte Korrelations-Matrizen der Atemzugvolumen-Kennwerte aus der Kovarianzzerlegung mit 8 Situationen: individuelle Verlaufsähnlichkeiten (innerhalb Personen) und systemische Ähnlichkeiten (Interaktion und Fehler)	26
Tabelle 18:	Ausgewählte Korrelations-Matrizen der Atemminutenvolumen-Kennwerte (R-Korrelationen in einzelnen Situationen)	27
Tabelle 19:	Ausgewählte Korrelations-Matrizen der Atemminutenvolumen-Kennwerte aus der Kovarianzzerlegung mit 8 Situationen: individuelle Verlaufsähnlichkeiten (innerhalb Personen) und systemische Ähnlichkeiten (Interaktion und Fehler)	27
Tabelle 20:	Korrelationen der RSA-Variablen zwischen adjustierten Situationen (Takt-Atmung im Liegen) und zwei Ruhephasen mit verschiedener statistischer Adjustierung von Atemfrequenz und Atemzugvolumen	28
Tabelle 21:	RSA Variable, Geschlecht und Blutdruck in Taktatmungs-Phasen: F-Werte mit Wahrscheinlichkeiten für Gruppenunterschiede (Geschlecht, Geschlecht X Blutdruck) oder Korrelations-Koeffizient mit Wahrscheinlichkeit (systolischer Blutdruck vor dem Experiment)	29
Tabelle 22:	Geschlechtsunterschiede der RSA-Kennwerte mit und ohne Adjustierungen	29
Tabelle 23:	R-Korrelationen der RSA-Kennwerte und einem vagalen physiologischen Skore in Ruhe vor dem Rechnen mit verschiedener statistischer Adjustierung von Atemfrequenz und Atemzugvolumen	30
Tabelle 24:	P-Korrelationen ("Innerhalb Personen") der RSA-Kennwerte und einem vagalen physiologischen Skore in Ruhe vor dem Rechnen mit verschiedener statistischer Adjustierung von Atemfrequenz und Atemzugvolumen	31

Verzeichnis der Abbildungen im Text

Abbildung 1:	Versuchsperson mit Atemmaske	6
Abbildung 2:	Herzfrequenz in Ruhephasen (liegend) mit und ohne Maskenatmung	14
Abbildung 3:	Scattergramme von (Brust/Maske) vs. (Bauch/Maske)	15
Abbildung 4:	Schätzmethoden	16
Abbildung 5:	Stabilität der Eichfaktoren	17
Abbildung 6:	Atmungs-Gewichte	17
Abbildung 7:	Scattergramme zwischen Gürtel und Maske von Atemfrequenz und Atemzugvolumen	18
Abbildung 8a:	Mittlere Atemfrequenz-Verläufe	21
Abbildung 8b:	Mittelwertverläufe des Atemzugvolumens	22
Abbildung 8c:	Mittelwertverläufe des Atemzugvolumens, Differenzen der Maske zur Schätzung	23
Abbildung 8d:	Mittelwertverläufe des Atemzugvolumens, relative Differenzen der Maske zur Schätzung	24
Abbildung 8e:	Mittelwertverläufe des Atemminutenvolumens	24

1 Einleitung

1.1 Allgemeine Fragestellung

Die Koppelung der Atmung mit kardiovaskulären Variablen - insbesondere mit der Veränderung der Herzfrequenz - wurde bereits im vorigen Jahrhundert vom Leipziger Physiologen Carl Ludwig beschrieben. In den Dreißigerjahren beschäftigte sich die Gruppe um Anrep (Anrep, Pascual, & Rössler, 1936a, 1936b) mit den möglichen Ursachen der respiratorischen Sinus-Arrhythmie RSA, wobei Reflexe der Dehnungs-Rezeptoren und zentralnervöse Mechanismen untersucht wurden. Manfred Clynes versuchte eine Beschreibung des RSA-Phänomens durch Simulation mit Hilfe eines Analog-Rechners (Clynes, 1960), ein Ansatz, der von Foerster (1978) aufgenommen wurde, um bei Habituations-Studien (mit schwachen Stimuli) hier störende RSA-Effekte zu eliminieren. In neuerer Zeit wurde der RSA als Kennwert der nervös-vagalen Aktiviertheit und Aktivierung durch selektive Medikamenten-Studien neue Aufmerksamkeit zuteil (z.B. Grossman & Kollai, 1991; Stemmler, 1992). Eine umfangreiche Zusammenfassung von Erklärungsmodellen der RSA, der physiologischen Mechanismen und der psychophysiologischen Annahmen mit ausführlichen Literaturhinweisen findet sich in Berntson, Cacioppo und Quigley (1993).

Der vorliegende Bericht soll im Einleitungsteil einen Überblick geben über die RSA-Forschung in der Freiburger Forschungsgruppe Psychophysiologie. Im zweiten Abschnitt werden kurz die hier verwendeten Daten dargestellt. Im dritten, vierten und fünften Teil werden die RSA-Kennwerte der Peak-Valley-Methode bzw. die Atem-Kennwerte beschrieben und statistisch untersucht, sowie die Eichprozedur der Atmung beschrieben. Schließlich folgt die Anwendung der Atem-Kennwerte zur Kontrolle der RSA-Kennwerte (Auspartialisierungen) und die Beurteilung ihrer Nützlichkeit.

1.2 Die Simulation von Manfred Clynes (1960)

Die Simulations-Studie von Clynes bildet die Grundlage der Korrektur-Methode von Foerster (1978) und liefert die Begründung eines der Peak-Valley-Kennwerte der RSA (s. 3.2). Clynes entwickelte aufgrund seiner Beobachtungen der Herzfrequenz nach Stoß-Atmung ("rasch einatmen und Atem anhalten", "rasch ausatmen und Atem anhalten") und Impuls-Atmung ("rasch ein- und ausatmen und Atem anhalten", "rasch aus- und einatmen und Atem anhalten") getrennt für die Einatem- und Ausatem-Phasen Transferfunktionen

zwischen Atemsignal und hypothetischem Vagustonus. Technisch gesehen ist nach Clynes der Vagustonus gegeben durch eine AC-Kopplung (Hochpaß-Filterung) der Atemströmung (differenziertes Atemvolumen-Signal) mit zwei (Einatem-Ast) bzw. drei (Ausatem-Ast) Zeitkonstanten. Sowohl positive (inspiratorische), als auch negative (expiratorische) Atemstöße erzeugen zuerst eine Herzbeschleunigung gefolgt von einer Herzverlangsamung. Der hypothetische Vagustonus ist proportional der Atemströmung (und damit auch dem Atemvolumen). Die Koppelung zwischen Vagustonus und Herzfrequenz erfolgt über eine Differentialgleichung zweiten Grades, die bei festem Vagustonus eine Sinuskurve mit der ("Herz-") Frequenz $\sqrt{\text{Vagustonus}/2\pi}$ erzeugt. Das bedeutet, daß nach Clynes eine Vagustonus-Änderung in erster Näherung geschätzt werden kann durch die Änderung des Quadrats der Herzfrequenz (s. 3.2).

Die Simulation von Clynes erbrachte bei den speziellen Atem-Übungen und auch bei der Anwendung auf Spontan-Atmung sehr gute Resultate (die von Foerster mit Simulation mittels digitaler Filterung repliziert werden konnten). Aus seinen Übertragungs-Funktionen schließt er, daß die RSA vor allem auf den Einfluß von Dehnungs-Rezeptoren im Thorax zurückgeht. Insbesondere hämodynamische Einflüsse werden weitgehend ausgeschlossen (zu langsam, kein Einfluß von Bewegungen, Polio-Lähmung beeinflusst nur die RSA beim Einatmen, künstliche Beatmung erzeugt vergleichbare RSA).

1.3 RSA als Artefakt

Aufgrund der Ergebnisse von Clynes (s.o.) entwickelte Foerster (1978) eine digitale Filter-Methode zur Simulation und Kontrolle der RSA, deren Parameter individuell an speziellen Atem-Übungen (Stoß- und Impuls-Atmung wie bei Clynes) bestimmt werden. Die Vorhersageleistung der Simulation betrug je nach Stärke der RSA 75 bis 98%. Bei Verwendung von festen Parametern (statt der aufwendig bestimmten individuellen Parameter) sank die Vorhersageleistung um 2 bis 7%. Durch Eliminierung der simulierten Herzfrequenz-Zeitreihe aus der beobachteten Herzfrequenz-Zeitreihe wird eine korrigierte Zeitreihe erzeugt, die die RSA-Einflüsse nicht mehr enthält. Durch schwache akustische und optische Reize (wobei durch geeignete Abfolge eine Habituation verhindert werden sollte) während der (RSA-freien) Atem-Anhalte-Phasen und während Normal-Atmung konnte die Nützlichkeit der Korrektur-Methode statistisch nachgewiesen werden.

Die Korrekturmethode wurde mehrfach auf Habituationsexperimente angewendet (Ewert, 1990; Marwitz, Foerster, Ewert und Fahrenberg, 1996). Die Herzfrequenz-Reaktionen auf den ersten Reiz wurden dabei deutlich herausgearbeitet, die Hypothese einer sehr raschen Herzfrequenz-Habituation (Total-Habituation vom ersten zum zweiten Reiz) konnte erhärtet werden.

1.4 RSA als vagaler Prozeß

Bereits Clynes (1960) war sich sicher, daß die RSA vagal beeinflusst ist, und erhärtete dies durch Medikations-Studien mit Atropin (vagaler Hemmer). Durch neue Methoden der Daten-Registrierung und -Auswertung stieg die Zahl der verfügbaren nichtinvasiv meßbaren kardiovaskulären Kennwerte. Stark selektive vagale Kennwerte waren dabei jedoch eher rar (s.a. 6). Dadurch stieg das Interesse an leicht zu erhebenden RSA-Kennwerten.

Der vagale Einfluß auf die RSA wurde in vielen Medikations-Studien gezeigt (z.B. Quigley & Berntson, 1990; Grossman & Kollei, 1991). Stemmler (1992, S.178ff) konnte mit seiner groß angelegten Studie mit partiellen Doppelblockaden der alpha-adrenergen, beta-adrenergen und cholinergen Rezeptoren mittels zweier verschiedener statistischer Verfahren ansatzweise entsprechende kardiovaskuläre Aktivierungs-Komponenten identifizieren. In seiner Zusammenfassung der Ergebnisse einer mehrstufigen linearen Schätzmethode und einer multivariaten Diskriminanzanalyse (S.276, Tabelle 44) sind RSA und Herzfrequenz cholinerge Markiervariable. Darüberhinaus leisten 12 weitere kardiovaskuläre Variable einen Beitrag zur Identifizierung vagaler Aktivierung (s. 6).

1.5 Kontrolle von Atemfrequenz und Atemvolumen

Im Modell von Clynes (1960) ist der Vagustonus proportional zum Atemvolumen. Die Atemfrequenz hat einen Einfluß über die Zeitkonstanten der Transferfunktionen. Da die Amplitude des Simulations-Asts für das Einatmen deutlich größer als die für das Ausatmen ist (bei Foerster, 1978, S.526 unter Berücksichtigung eines Druckfehlers bei der Normierung des positiven Asts etwa 7 mal größer), kann für die "mittlere Versuchsperson" eine Atemperiode von etwa dem doppelten Abstand von Maximum und Minimum der Einatem-Filterkurve $T_2 - T_1 = 6.4$ Sekunden (9 bis 10 Atemzüge pro Minute) als optimal und bei einer halben Länge von etwa 3.2 Sekunden (18-20 Atemzüge pro Minute) als

eher ungünstig für die Stärke der RSA angesehen werden.

Aus solchen Modellüberlegungen haben eine Reihe von Autoren Korrekturen der Atemparameter bei der Erhebung von RSA-Maßen vorgeschlagen. Hirsch & Bishop (1981) verwenden den Quotienten RSA/Atemzugvolumen, was Proportionalität zwischen vagalem Tonus und Atemvolumen voraussetzt (nach dem Modell von Clynes wohl eher RSA/ $\sqrt{\text{Atemzugvolumen}}$). Grossman, Karemaker und Wieling (1991) geben einen Überblick der Literatur für dieses Problem und schlagen eine Korrektur der Atemfrequenz, nicht jedoch des Atemvolumens vor. Diesem Vorschlag folgte auch Stemmler (1992) und konnte mit dem so adjustierten RSA-Maß deutlich bessere Resultate bei der Zuordnung zur cholinergen Aktivierungs-Komponente erzielen.

Neben der statistischen Adjustierung der RSA-Maße schlagen Grossman, Stemmler und Meinhardt (1990) eine experimentelle Kontrolle der Atmung vor, d.h. Phasen mit vordefinierten, experimentell kontrollierten Atemfrequenzen und -volumina ("Paced Respiration"). Dieser Empfehlung ist auch Cadalbert (1996) in ihrer Arbeit gefolgt, deren Teildaten hier Verwendung finden.

1.6 Atem-Messung ohne Maske

Die in 1.5 empfohlenen Atem-Adjustierungen der RSA-Maße werfen häufig experimentell-methodische Probleme auf, wenn quantitative Atemvolumina gemessen werden sollen. Die Verwendung von Atemmasken in Laborexperimenten ist zumindest lästig (s. Abbildung 1) und kann die Reaktionen auf definierte Stressoren erheblich verfälschen (z.B. Gilbert, Auchincloss, Brodsky & Boden, 1972; Askanazi, Silverberg, Foster, Hyman, Milic-Emily & Kinney, 1980; s. auch 4.1: Abbildung 2).

Abbildung 1: Versuchsperson mit Atemmaske



Eine Atem-Registrierung mittels zweier Dehnungs-Gürtel um Brust und Bauch und einer sorgfältigen Eichung vor und ggf. während des Experiments, wie sie Morel, Forster und Suter (1983) vorschlagen, könnte hier einen Ausweg bedeuten. Ob dieses Verfahren ausreichend genau und stabil sein kann, um es auch in Feldversuchen (ambulantes Monitoring) anwenden zu können, soll Teil der vorliegenden Arbeit sein (s. Abschnitte 4 und 5).

2 Daten

2.1 Herkunft der Daten

Die Daten wurden von Beatrice Cadalbert (VL) und Annette Sondhauß (MTA) im Labor der Freiburger Forschungsgruppe Psychophysiologie im Zeitraum von Dezember 1991 bis Juli 1992 erhoben. Die Studie war zur Erforschung einiger Aspekte der Hypotonie angelegt mit dem Ziel, die Bedeutung des niedrigen Blutdruckniveaus für das Befinden einer Person zu erfassen, sowie die psychophysiologische Basis des niedrigen Blutdrucks durch die Suche nach einem typischen Kreislaufregulationsmuster zu erkunden. Als Nebenfragestellung wurden Phasen mit volumenkontrollierter Taktatmung (paced respiration), parallele Registrierung von Gürtel- und Maskenatmung mit Eichprozeduren, sowie eine computergestützte, interaktive Auswertung der RSA nach dem Peak-Valley-Verfahren vorgesehen. Die Studie ist in der

Dissertation von Beatrice Cadalbert (1996) ausführlich dokumentiert, sodaß hier ein kurzer Abriss der Daten speziell im Hinblick auf RSA und Atmung genügen mag.

2.2 Stichprobe

Durch Handzettel vor den Mensen der Universität Freiburg wurden gezielt Hypotoniker gesucht. Außerdem wurde durch Annoncen in einem lokalen Anzeigenblatt und dem universitätseigenen Informationsblatt undifferenziert um interessierte Personen für eine Blutdruckstudie (Hypotonie) geworben. Die Studenten sollten gesund, zwischen 20 und 28 Jahre alt und deutscher Muttersprache sein, um ein einwandfreies Verständnis von Fragebögen und Interviews zu gewährleisten. Tabelle 1 zeigt die Verteilung des Alters und der Semesterzahl in der untersuchten Stichprobe.

Tabelle 1: Stichprobe.

	N	Alter		Semester	
		m	s	m	s
gesamt	100	23.7	2.3	5.4	3.8
männlich	49	24.1	2.3	5.2	3.7
weiblich	51	23.3	2.3	5.6	3.7

Genauer über die Stichprobe, ihre Anwerbung und Auswahl sowie über den Ablauf des Experiments findet sich in Cadalbert (1996).

Tabelle 2: Datenaufnahme

Nr	Bela- stung	Position des Prob.	Phasen- bezeich- nung	Datenauf- nahme (sec)	Atem- maske	Blut- druck (Anz.)	RSA ausge- wertet
1	Eichung 1	liegend	Bauchatmung	60	ja	-	ja
2			Brustatmung	60	ja	-	ja
3	Taktatmung	liegend	7 Zyklen/Min	60	ja	-	ja
			Ruhe	60	ja	-	nein
4	Taktatmung	liegend	10 Zyklen/Min	60	ja	-	ja
			Ruhe	60	ja	-	nein
5	Eichung 2	stehend	Bauchatmung	60	ja	-	ja
6			Brustatmung	60	ja	-	ja
7	Taktatmung	stehend	7 Zyklen/Min	60	ja	-	ja
			Ruhe	60	ja	-	nein
8	Taktatmung	stehend	10 Zyklen/Min	60	ja	-	ja
			Ruhe	60	ja	-	nein

Tabelle 2: Datenaufnahme (Fortsetzung)

Nr	Bela- stung	Position des Prob.	Phasen- bezeich- nung	Datenauf- nahme (sec)	Atem- maske	Blut- druck (Anz.)	RSA ausge- wertet
9	Orthostase	liegend	Antizipation	240	nein	4	ja
10			Kippen	4	nein	-	nein
		stehend	Orthostase	420	nein	7	ja
11	Valsalva	liegend	Ruhe	60	nein	1	nein
12			Pressen	30	nein	-	nein
			Erholung	60	nein	1	ja
13	Eichung 3	liegend	Bauchatmung	60	ja	-	nein
14			Brustatmung	60	ja	-	nein
15	Rechnen	liegend	Ruhe	120	ja	2	ja
16			Rechnen	300	ja	5	ja
17	Ergometer	liegend	Ruhe	180	ja	1	ja
18			50 Watt	240	ja	2	ja
			100 Watt	240	ja	2	ja
			Erholung	420	ja	7	ja
19	Film	supinum	Ruhe	60	nein	1	ja
20			Film	165	nein	1	ja
			Erholung	180	nein	2	ja

Tabelle 3: Segmente

Segment	Bezeichnung	Phase	Sekunden	Blutdruck	RSA
1	Takt 7 Liegen	3	1- 60	nein	ja
2	Ruhe 1	3	61-120	nein	nein
3	Takt 10 Liegen	4	1- 60	nein	ja
4	Ruhe 2	4	61-120	nein	nein
5	Takt 7 Stehen	7	1- 60	nein	ja
6	Ruhe 3	7	61-120	nein	nein
7	Takt 10 Stehen	8	1- 60	nein	ja
8	Ruhe 4	8	61-120	nein	nein
9	Ruhe 5 (vor Rechnen)	15	1-120	ja	ja
10	Rechnen	16	1-300	ja	ja
11	Ruhe 6 (vor Ergometer)	17	1-180	ja	ja
12	Ergo 50 Watt	18	1-240	ja	ja
13	Ergo 100 Watt	18	241-480	ja	ja
14	Ergo Erholung 1	18	481-600	ja	ja
15	Ergo Erholung 2	18	601-720	ja	ja
16	Ergo Erholung 3	18	721-900	ja	ja

2.3 Situationen und Segmente

Obwohl hier nur Teile der erhobenen Daten verwendet werden, wird in Tabelle 2 der Ablauf der Registrierung der gesamten Hauptuntersuchung als Überblick gezeigt. Die erste Spalte entspricht der Phasennummer, die alle Daten (auch RSA-Kennwerte) identifiziert. Spalte 2 bezeichnet die Belastung oder Situation, deren genauere Beschreibung und psychophysiologischen Hintergründe in Cadalbert (1996) beschrieben sind. In den Spalten 3 und 4 sind die Position des Probanden und die genauere Bezeichnung der Situation eingetragen. Danach folgt die Dauer der Datenaufnahme in Sekunden. Die letzten drei Spalten zeigen, ob (bei Blutdruckmessungen: wie oft) die Situationen mit Atemmaske, Blutdruckmessung und RSA-Auswertung stattfanden.

Aus diesen Situationen wurden für die vorliegende Methodenstudie Segmente gebildet, die alle die Verwendung der Atemmaske voraussetzten, aber keine Eichphasen beinhalteten. In Tabelle 3 bedeuten "Phase" die alten Nummern der Studie (Spalte 1 in Tabelle 2). Es wurden 16 Segmente (Mittelwerte) gebildet, die ersten 8 Segmente behandeln den Bereich der Taktatmung (paced respiration), die letzten 8 Segmente enthalten je eine psychologische (mentale) und physiologische Belastung (Rechnen und Ergometer) mit Erholungsphasen.

2.4 Methodik

Das in der Laboruntersuchung verwendete Ableitprogramm ist in Tabelle 4 zusammengefasst. Genaue Angaben über die verwendeten Geräte, Aufnehmer, Datenspeicherung und -filterung, Eichung und Artefaktquellen finden sich im Anhang (Tabelle A-1).

Tabelle 4: Ableitprogramm der Laboruntersuchung (RK = Registrierkanal)

RK	Abkürzung	Biosignale
1	EKG	Elektrokardiogramm (IKG)
2	IKG	Impedanzkardiogramm, dZ/dt
3	PKG	Phonokardiogramm (IKG)
4	OHR	Ohrpulskurve
5	Kipp	Kippsignal
6	SPIR	Spirometer
7	P-BAUCH	Pneumogramm Bauch
8	P-BRUST	Pneumogramm Brust
9	Zo	IKG

Die Signale wurden mit einer Abtastrate von 250 Hz digitalisiert und auf Magnetband zwischengespeichert. Von dort wurden sie off-line mit den Programmen BIO14, KGBIO und PLBIG analysiert, auf der Schlag-zu-Schlag-Ebene interaktiv visuell kontrolliert und artefaktbereinigt, schließlich zu Segmenten zusammengefasst (s. Tabelle 3) und statistisch auf Ausreißer untersucht (zur Biosignal-Analyse s. Fahrenberg & Foerster, 1989; statistische Analysen wurden mit SAS durchgeführt).

2.5 Variable

Die aus der Biosignal-Analyse gewonnenen 56 physiologischen Variablen sind in Tabelle 5 zusammengefasst. Für die vorliegende Arbeit sind vorzugsweise die Variablen der ersten beiden Gruppen (Atmung und Herzfrequenz) von Bedeutung, die übrigen Variablen finden lediglich Verwendung bei der Beurteilung der RSA als Indikator des vagalen Herz-Kreislauf-Tonus (s. 5).

Tabelle 5: Physiologische Variable

Atmung:

AF-MA	Atemfrequenz, Maske	[1/Min]
AF-VFr1	Atemfrequenz, Vorzugsfrequenz, Bauch	[1/Min]
AF-EW1	Atemfrequenz, Erwartungswert, Bauch	[1/Min]
AF-VFr2	Atemfrequenz, Vorzugsfrequenz, Brust	[1/Min]
AF-EW2	Atemfrequenz, Erwartungswert, Brust	[1/Min]
AZV	Atemzugvolumen, Maske	[cl]
AZVs	Atemzugvolumen, Schätzung aus Bauch+Brust	[cl]
AZV1	Atemzugvolumen, Schätzung Bauch-Anteil	[cl]
AZV2	Atemzugvolumen, Schätzung Brust-Anteil	[cl]

Tabelle 5: Physiologische Variable (Fortsetzung)

AMV	Atemminutenvolumen, Maske	[cl/Min]
AMVs	Atemminutenvolumen, Schätzung aus Bauch+Brust	[cl/Min]
AMV1	Atemminutenvolumen, Schätzung Bauch-Anteil	[cl/Min]
AMV2	Atemminutenvolumen, Schätzung Brust-Anteil	[cl/Min]
AFO1	Atemform (relative Power Restspektrum), Bauch	[° _∞]
AFO2	Atemform (relative Power Restspektrum), Brust	[° _∞]
<i>Herzfrequenz:</i>		
RR	RR-Abstand	[ms]
HF	Herzfrequenz	[bpm]
HF-MQSD	Herzfrequenz, Mittl. Quadr. Sukz. Diff., Wurzel	[bpm]
HF-BT	Herzfrequenz, Spektralband "Temperatur" (.02-.08 Hz)	[bpm]
HF-BB	Herzfrequenz, Spektralband "Blutdruck" (.09-.17 Hz)	[bpm]
HF-BA	Herzfrequenz, Spektralband "Atmung" (.13-.42 Hz)	[bpm]
RSA1	RSA-Maß (peak-valley, RR-Abstände)	[ms]
RSA2	RSA-Maß (peak-valley, HF ²)	[bpm ²]
<i>Elektrokardiogramm:</i>		
E-PAmp	P-Amplitude	[mV]
E-RAmp	R-Amplitude	[mV]
E-TAmp	T-Amplitude	[mV]
E-J80	ST-Strecken-Senkung (Amplitude J-Punkt +80 ms)	[mV]
E-PQi	PQ-Intervall (Zeit P-Anfang bis Q-Anfang)	[ms]
E-PQs	PQ-Strecke (Zeit P-Ende bis Q-Anfang)	[ms]
E-QT	QT-Zeit (Q-Anfang bis T-Ende)	[ms]
E-QTc	QT-Zeit, Bazett-standardisiert (QT/√RR)	[ms ^{1/2}]
<i>Phonokardiogramm (Herzton):</i>		
P-HT1	Herzton 1, Amplitude	[units]
<i>Impedanzkardiogramm:</i>		
I-AAmpl	A-Amplitude	[1/10Ω]
I-EAmp	E-Amplitude	[1/10Ω]
I-XAmp	X-Amplitude	[1/10Ω]
LVET	Left Ventricular Ejection Time (Fußpunkt E bis Gipfel X)	[ms]
PEP	Pre Ejection Period (EKG R bis IKG Fußpunkt E)	[ms]
PELV	Leistungs-Quotient PEP/LVET*100	[%]
RZ	R-Z-Zeit (EKG R-Zacke bis IKG E-Gipfel)	[ms]
SV1	Schlagvolumen-Schätzung (mit Nulldurchgang)	[cm ³]
SV2	Schlagvolumen-Schätzung (mit Fußpunkt)	[cm ³]
HI	Heather-Index (mit R-Z-Zeit und Fußpunkt)	[Ω/s ²]
AWG	Auswurfgeschwindigkeit (mit Fußpunkt)	[Ω/s ²]
HMV1	Herz-Minuten-Volumen-Index (mit Nulldurchgang)	[l/Min/cm ²]
HMV2	Herz-Minuten-Volumen-Index (mit Fußpunkt)	[l/Min/cm ²]
<i>Ohrpuls:</i>		
PWG	Puls-Wellen-Geschwindigkeit (EKG R bis Ohr Fünftelpunkt)	[m/s]
PVA	Puls-Volumen-Amplitude (Gipfelpunkt)	[units]
<i>Blutdruck:</i>		
PS	systolischer Blutdruck	[mmHg]
PD4	diastolischer Blutdruck (Phase 4)	[mmHg]

Tabelle 5: Physiologische Variable (Fortsetzung)

PD5	diastolischer Blutdruck (Phase 5)	[mmHg]
PM4	mittlerer Blutdruck (Phase 4)	[mmHg]
PM5	mittlerer Blutdruck (Phase 5)	[mmHg]
PAMP4	Blutdruck-Amplitude (Phase 4)	[mmHg]
PAMP5	Blutdruck-Amplitude (Phase 5)	[mmHg]
TPR4	totaler peripherer Widerstand (Schätzung mit Phase 4)	[dyn*s/cm ⁵]
TPR5	totaler peripherer Widerstand (Schätzung mit Phase 5)	[dyn*s/cm ⁵]

3 Kennwerte der Respiratorischen Sinus-Arrhythmie (RSA)

3.1 Das Peak-Valley-Verfahren von Grossman

Zur Beschreibung der Herzfrequenz-Variabilität wurden im Zusammenhang mit der RSA zwei Verfahren vorgeschlagen, eines im *Frequenzbereich* und eines im *Zeitbereich*. Spektralanalytische Parametrisierung wurde v.a. von der Gruppe um Porges vorgezogen (Porges, 1986) und von Mulder softwaremäßig unterstützt (Mulder, Roon und Schweizer, 1995). Grossman entwickelte ein einfaches ("Peak-Valley-", s. 3.2) Verfahren zur Erfassung der Herzfrequenz-Schwankungen im Zeitbereich (Grossman und Svebak, 1987) und machte umfangreiche Vergleiche von spektralanalytischen und Peak-Valley-Verfahren, wobei er unter kontrollierten Bedingungen nahezu identische Ergebnisse nachweisen konnte (Grossman, van Beek und Wientjes, 1990). Das Peak-Valley-Verfahren von Grossman wurde in der Freiburger Forschungsgruppe als PC-Version mit interaktiver visueller Kontrolle realisiert (BIO22, Foerster). Das Verfahren bildet pro Atemzug die Differenz zwischen dem größten RR-Abstand während des Ausatmens und dem kleinsten RR-Abstand während des Einatmens, wobei die Suchfenster der Atemphasen Karenzzeiten enthalten können. Das Programm BIO22 ist im Anhang B ausführlich beschrieben.

3.2 Kennwerte des Peak-Valley-Verfahrens

Die Kennwerte und die zu ihrer Bestimmung notwendigen Algorithmen sind in Anhang B beschrieben, eine Liste der im Folgenden untersuchten RSA-Kennwerte ist in Tabelle 6 zusammengefaßt.

Die ersten 5 Kennwerte wurden interaktiv am Bildschirm kontrolliert, die letzten beiden vollautomatisch erhoben.

Tabelle 6: Kennwerte des Peak-Valley-Verfahrens

RSA1	RSA-Maß der RR-Abstände, arithmetisches Mittel	[ms]
RSA2	RSA-Maß der RR-Abstände, gewichtetes Mittel	[ms]
RSA3	RSA-Maß der Herzfrequenz, arithmetisches Mittel	[1/10 bpm]
RSA4	RSA-Maß der Herzfrequenz, gewichtetes Mittel	[1/10 bpm]
RSA5	RSA-Maß der Herzfrequenz-Quadrate	[10 bpm ²]
RSA6	Range der RR-Abstände im 10-Sek.-Stück	[ms]
RSA7	Range der relativen RR-Extrema im 10-Sek.-Stück	[ms]

Diese 7 RSA-Kennwerte werden nachfolgend statistisch beschrieben und ihre Diskriminationsleistung und Redundanz untersucht. Ziel der Untersuchung muß sein, einen möglichst einfach und sicher zu erhebenden Kennwert zu erhalten, der alle experimentelle Varianz enthält und somit andere RSA-Kennwerte überflüssig macht.

3.2.1 Formale Eignung der RSA-Kennwerte

Tabelle 7 zeigt Grundstatistiken der 7 RSA-Kennwerte für die Ruhe vor der Rechnen-Situation und für Rechnen. Alle anderen Segmente finden sich im Anhang (Tabelle A-2).

Wie bekannt nehmen die RSA-Mittelwerte mit steigender Herzfrequenz von Ruhe zu Belastung ab, die Varianz wird eingengt (die Herzfrequenzen steigen von 62 bpm in Ruhe auf 71 bpm im Rechnen bis 107 bpm bei Ergometer 100 Watt). Alle Kennwerte sind leicht links-schief (Schiefe >0) und steil-gipflig (Wölbung >0), die RSA-Kennwerte der RR-Abstände (RSA1, RSA2) sind in Ruhe sogar erheblich steil-gipflig. Diese Tendenz setzt

sich fort in den im Anhang (Tabelle A-2) dokumentierten weiteren "frei laufenden" Situationen (ohne Taktatmung). In Situationen mit Taktatmung sind die Verteilungs-Auffälligkeiten deutlich geringer. Nach den ersten beiden zentralen Momenten (Mittelwert, Standardabweichung) bildet die Taktatmung mit 10 Zyklen im Liegen am besten die Ruhesituationen ab.

Tabelle 7: Grundstatistiken der RSA-Kennwerte aus Tabelle 6 (Mittelwert, Standard-Abweichung, Minimum, Maximum, Schiefe, Wölbung; alle Variable N=100).

Ruhe vor Rechnen

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
RSA1	169.4	116.8	45.0	713.0	2.4	7.7
RSA2	172.9	116.9	48.0	719.5	2.4	7.6
RSA3	103.6	56.7	28.5	303.0	1.5	2.6
RSA4	105.9	56.6	29.5	305.0	1.4	2.3
RSA5	132.4	74.4	28.5	408.0	1.3	1.9
RSA6	237.2	123.8	87.0	692.5	1.7	3.3
RSA7	167.0	99.1	53.5	595.0	1.9	4.3

Rechnen

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
RSA1	97.2	61.6	25.6	350.6	1.7	3.0
RSA2	100.4	62.3	29.4	349.2	1.6	2.6
RSA3	73.2	34.8	25.6	202.6	1.5	2.6
RSA4	75.9	35.4	26.2	201.8	1.4	2.0
RSA5	103.4	48.7	26.8	253.8	1.2	1.4
RSA6	167.2	83.0	60.4	495.4	1.6	2.9
RSA7	106.3	61.6	31.0	361.4	1.7	3.1

Die unterschiedliche Gewichtung bei der Mittelwert-Bildung (RSA1 vs. RSA2, RSA3 vs. RSA4) hat nur geringe Auswirkung auf die ersten vier Momente. Zwar unterscheiden sich die Mittelwerte signifikant wegen der hohen Korrelationen (Test für abhängige Messungen ist dann sehr scharf), nicht jedoch die Standardabweichungen (komplette Vergleiche von Mittelwerten und Standardabweichungen im Anhang, Tabelle A-3).

Interessant ist außerdem der Vergleich von aufwendig gewonnenen RSA-Kennwerten der RR-Abstände (RSA1, RSA2) mit den automatischen ("billigen") Range-Kennwerten (RSA6, RSA7). Insbesondere der Range der relativen Extrema (RSA7) scheint recht gut mit dem "klassischen" Peak-Valley-Kennwert (RSA1) übereinzustimmen: in Ruhe unterscheiden sie sich nur in der Standardabweichung (nicht im Mittelwert), im Rechnen

unterscheiden sie sich nur im Mittelwert wegen der hohen Korrelation (s. Tabelle A-3 im Anhang).

Zur Analyse der *Diskriminationsleistung* der RSA-Kennwerte wurden mit den "frei laufenden" Situationen (ohne Taktatmung) eine zweifaktorielle Varianzanalyse gerechnet (Faktoren Personen und Situationen) und hierzu die Varianzkomponenten bestimmt (Tabelle 8). Alle Effekte waren hochsignifikant ($p < .00001$). Der Fehleranteil der RR-Kennwerte (RSA1, RSA2, RSA6, RSA7) liegt einheitlich bei etwa 30%, bei den HF-Kennwerten (RSA3, RSA4) etwas höher bei etwa 35% und beim "Clynes-Kennwert" (RSA5) mit 39% am höchsten. Der Personen-Anteil liegt durchweg bei etwa 36%, bei RSA5 mit 40% etwas höher. Entsprechend ist bei RSA5 der Situations-Anteil mit 21% am geringsten, da in diesem Kennwert außer der Herzfrequenz-Änderung auch noch der Herzfrequenz-Level steckt ($HF_{\max}^2 - HF_{\min}^2 = (HF_{\max} - HF_{\min}) \cdot (HF_{\max} + HF_{\min})$) und so die Einflüsse der Belastungen gegenläufig sind (vgl. hierzu auch die Mittelwerte in Tabelle A-2 im Anhang: Ergometer 100 Watt und nachfolgende Erholung wirken auf diesen Kennwert gegenläufig im Vergleich zu den übrigen Kennwerten). Die Varianzanteile der Situationen bei den übrigen Kennwerten liegen einheitlich bei etwa 30% mit leichten Vorteilen bei den automatischen Kennwerten (RSA6, RSA7).

Tabelle 8: ANOVA mit Faktoren Personen und Situationen: Varianz-Komponenten der RSA-Kennwerte in Prozent und Stabilitätskoeffizienten zwischen den Ruhen vor Rechnen und vor Ergometer.

Kennw.	Pers.	Situat.	Fehler	r_{tt}
RSA1	36.4	32.0	31.6	.87
RSA2	36.8	31.9	31.3	.88
RSA3	35.8	29.0	35.2	.86
RSA4	36.2	28.9	34.9	.87
RSA5	40.1	20.8	39.1	.87
RSA6	35.4	36.1	28.5	.92
RSA7	36.3	33.8	29.9	.92

Anmerkungen: alle Effekte signifikant ($p < .00001$).
100 Personen, 8 Situationen (ohne Taktatmung)

Die *Kurzzeit-Stabilitäten* der Ruhewerte vor dem Rechnen und vor der Ergometrie sind durchweg hoch (.86 bis .92), am höchsten bei den automatischen RR-Kennwerten (RSA6, RSA7). Nach den in unserer Forschungsgruppe üblichen formalen (statistischen) Kriterien (vgl. z.B. Fahrenberg & Foerster, 1989, S.289ff) können nach diesen Ana-

lysen alle RSA-Kennwerte als geeignet für Aktivierungsstudien angesehen werden.

3.2.2 Redundanz der RSA-Kennwerte

Die *Querschnitts*-Korrelationen der RSA-Kennwerte innerhalb der einzelnen Situationen sind vollständig in Tabelle A-3 im Anhang dokumentiert. Tabelle 9 zeigt zusammengefasst die Matrizen für die Taktatmung (10 Zyklen, Liegen) als Situation mit Ähnlichkeit zur Ruhe, sowie für Ruhe und Belastung beim Rechnen.

Tabelle 9: Ausgewählte Korrelations-Matrizen der RSA-Kennwerte (R-Korrelationen in einzelnen Situationen).

Taktatmung 10 Zyklen, Liegen

RSA1	1.00
RSA2	0.99 1.00
RSA3	0.87 0.87 1.00
RSA4	0.86 0.87 0.99 1.00
RSA5	0.69 0.69 0.95 0.95 1.00
RSA6	0.98 0.97 0.85 0.84 0.67 1.00
RSA7	0.99 0.98 0.84 0.83 0.66 0.97 1.00

Ruhe vor dem Rechnen

RSA1	1.00
RSA2	0.99 1.00
RSA3	0.86 0.86 1.00
RSA4	0.86 0.86 0.99 1.00
RSA5	0.69 0.69 0.95 0.95 1.00
RSA6	0.92 0.92 0.80 0.79 0.64 1.00
RSA7	0.95 0.95 0.84 0.83 0.67 0.97 1.00

Rechnen

RSA1	1.00
RSA2	0.99 1.00
RSA3	0.84 0.84 1.00
RSA4	0.83 0.84 0.99 1.00
RSA5	0.62 0.62 0.93 0.94 1.00
RSA6	0.95 0.95 0.77 0.76 0.54 1.00
RSA7	0.98 0.98 0.82 0.81 0.59 0.97 1.00

Die drei Matrizen sind nahezu identisch, wobei in den Taktatmungs-Phasen die insgesamt höchsten Koeffizienten zu beobachten sind. Wie zu erwarten haben die Gewichtungen (bei der Mittelung der Atemzyklen) keinen Einfluß auf die Rangfolge der Probanden (RSA1 mit RSA2, RSA3 mit RSA4), die R-Korrelationen sind $>.99$ (alle Koeffizienten $>.99$ wurden auf $.99$ gesetzt). Sehr hohe Koeffizienten findet man auch zwischen dem "klassischen" RSA1/2 und den automatischen RSA6/7 (ganz besonders dem "verbesserten" RSA7) mit $.92$ bis $.99$, sowie zwischen RSA6 und RSA7 mit $.97$. Interes-

sant sind die hohen Korrelationen des "Sonderfalls Clynes" (RSA5) mit den gewöhnlichen HF-Kennwerten (RSA3, RSA4) mit immerhin $.93$ bis $.95$. Diese Korrelationen sinken auch nicht in den Ergometer-Segmenten, in denen die Mittelwerte gegenläufig reagieren (s.3.2.1 und Tabelle A-3 im Anhang). Kennwerte zwischen den Klassen RR (RSA1, RSA2, RSA6, RSA7) und HF (RSA3, RSA4) korrelieren erwartungsgemäß schwächer ($.54$ bis $.87$).

Zur Untersuchung von Ähnlichkeiten im *Längsschnitt* wurde mit den Segmenten 9 bis 16 um die Belastungen Rechnen und Ergometer (s. Tabelle 3), d.h. ohne die methodenbedingt aufgenommenen Taktatmungs-Phasen, eine Kovarianzzerlegung durchgeführt. Besonders interessant sind dabei die "Innerhalb-Personen-Matrix", die die individuellen Verlaufsübereinstimmungen zwischen je zwei RSA-Kennwerten beschreibt, und die "Interaktions- und Fehler-Matrix", die individuelle und situative Unterschiede eliminiert und somit systemische (funktionale) Ähnlichkeiten anzeigt.

Tabelle 10: Ausgewählte Korrelations-Matrizen der RSA-Kennwerte aus der Kovarianzzerlegung mit 8 Situationen: individuelle Verlaufsähnlichkeiten (innerhalb Personen) und systemische Ähnlichkeiten (Interaktion und Fehler).

Innerhalb Personen

RSA1	1.00
RSA2	0.99 1.00
RSA3	0.91 0.92 1.00
RSA4	0.90 0.91 0.99 1.00
RSA5	0.76 0.77 0.95 0.96 1.00
RSA6	0.95 0.95 0.89 0.89 0.75 1.00
RSA7	0.97 0.97 0.90 0.89 0.76 0.98 1.00

Interaktion und Fehler

RSA1	1.00
RSA2	0.99 1.00
RSA3	0.87 0.87 1.00
RSA4	0.86 0.87 0.99 1.00
RSA5	0.72 0.72 0.96 0.96 1.00
RSA6	0.89 0.90 0.81 0.81 0.69 1.00
RSA7	0.94 0.94 0.84 0.84 0.70 0.95 1.00

Beide Matrizen der Tabelle 10 zeigen prinzipiell dieselbe Struktur wie die Querschnitts-Matrizen der Tabelle 9: fast perfekte Korrelation zwischen RSA-Kennwerten derselben Art mit unterschiedlichen Mittelungsprozeduren; sehr hohe Korrelationen aller Kennwerte innerhalb der "Klassen" RR und HF (insbesondere zwischen RSA1 und RSA7), sowie zwischen dem "Clynes-Kennwert" (RSA5) und den

HF-Kennwerten (RSA3, RSA4); mittlere bis hohe Korrelationen zwischen den Kennwert-Klassen.

Insgesamt kann man nach den Ergebnissen aus 3.2.1 (wenig Unterschiede in den ersten vier Momenten, ausreichende Diskriminationsleistung und Stabilität) und 3.2.2 (hohe Redundanz im Quer- und Längsschnitt) auf die unterschiedliche Mittelwert-Bildung (Gewichtungen der einzelnen Atemzyklen) zukünftig verzichten. Ebenso dürfte der automatisch bestimmte Kennwert RSA7 die aufwendig erhobenen RR-Kennwerte RSA1 und RSA2 ersetzen können, wenn nicht ganz spezielle RSA-Studien betrieben werden. Der RSA-Kennwert aus der quadratischen Herzfrequenz (RSA5, "Clynes-Kennwert") kann zwar korrelativ als redundant zu den einfachen HF-Kennwerten angesehen werden, zeigt jedoch in den ersten vier Momenten z.T. gegenläufige Ergebnisse und somit "eigenständiges Verhalten". Für die vorliegende Arbeit werden alle sieben RSA-Kennwerte weiter analysiert, um mögliche unterschiedliche Einflüsse der Atmung auf die Kennwerte selbst und auf ihre Beziehungen zu externen Variablen zu untersuchen.

4 Eichprozedur der Atmung

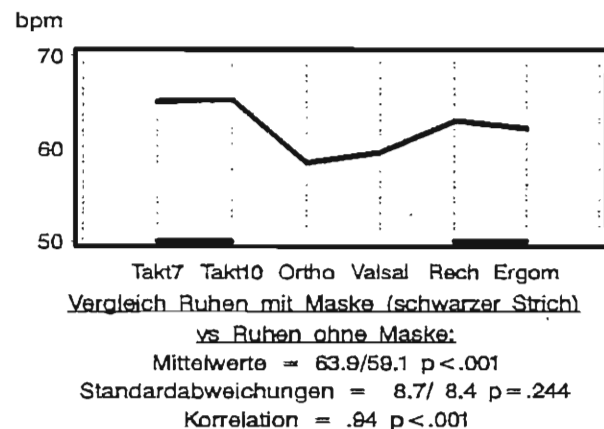
4.1 Registrierung der Atmung: Maske und Gürtel

Wenn man das Biosignal Atmung außer zur weitgehend problemlosen Bestimmung der Atemfrequenz verwenden will, um die Leistung und Ökonomie der Lunge zu beurteilen, so ist die Benutzung einer Atemmaske bislang unumgänglich (vgl. 1.6). Wer einmal eine Untersuchung mit einer solchen Atemmaske mitgemacht hat, weiß, wie unangenehm das ist (s. Abbildung 1). Das Tragen einer Atemmaske stellt bereits einen Stressor dar, der sich insbesondere auf Ruhephasen auswirkt. Dies zeigt Abbildung 2, in der die Herzfrequenz (als Indikator globaler Aktiviertheit) aller Ruhe-Situationen im Liegen aus der vorliegenden Studie aufgetragen ist. Am unteren Rand sind die vier Ruhen *mit* Atemmaske markiert (Takt 7 und 10, Ruhen vor Rechnen und Ergometer). In diesen Ruhen ist die Herzfrequenz signifikant höher als in den drei Ruhen *ohne* Maske ($p < .001$).

Es ist daher naheliegend eine Methode zu suchen, die es ermöglicht, auf den Einsatz einer Atemmaske zu verzichten. Dazu könnten z.B. Dehnungsmeßstreifen um Brust und Bauch der Versuchsperson dienen ("Atemgürtel"), die anhand von einzelnen wenigen Eichphasen mit Atem-Maske so zu eichen sind, daß wenigstens eine an-

nähernd genaue Volumenmessung möglich wird. Forderungen an die Genauigkeit einer solchen Eich-Schätzung hängen wesentlich von der Anwendung ab. Es ist z.B. ein Unterschied, ob Wilhelm und Roth (1993) eine Reihe von Atemvolumen-Kennwerten zur Beurteilung von emotionaler Aktivierung von Agoraphobie-Patienten nutzen oder ob Grossman, Karemaker, und Wieling (1991) das Atemzugvolumen lediglich zur Adjustierung von RSA-Parametern benötigen, wo es nur auf Korrelationen und nicht auf absolute Werte (in Litern) ankommt. Allerdings, um die Beibehaltung der Rangfolge verschiedener Individuen sicherzustellen, ist eine sorgfältige Eichung nötig.

Abbildung 2: Herzfrequenz in Ruhephasen (liegend) mit und ohne Maskenatmung.



4.2 Eichung der Gürtelatmung

Die Eichprozedur wird während der Datenaufnahme ausgewertet. Die Versuchsperson wird auf reine Brust- bzw. Bauch-Atmung trainiert. Durch Handauflegen auf den Bauch kontrolliert die Vp ihre (Eich-) Atmung. Nach jeweils einer Minute, in der die Vp *nur* Brust- bzw. *nur* Bauch-Atmung praktiziert hat, wird das Atemvolumen der drei Signale "Maske", "Brust" und "Bauch" atemzugweise analysiert.

Eine *multiple Regression* von Brust und Bauch auf Maske bietet sich an. Morel, Forster und Suter (1983) haben jedoch eine *einfache Regression* von (Bauch/Maske) auf (Brust/Maske) vorgeschlagen. Die folgenden Formeln zeigen, daß beide Schätzungen zu ähnlichen Ergebnissen führen, wenn man übliche Voraussetzungen über unkorrelierte Fehler vernachlässigt:

Ausgehend von der multiplen Regression:

$$\text{Maske} = a \cdot \text{Brust} + b \cdot \text{Bauch} + \text{Fehler}$$

ergibt sich durch Division mit Maske:

$$1 = a \cdot (\text{Brust}/\text{Maske}) + b \cdot (\text{Bauch}/\text{Maske}) + (\text{Fehler}/\text{Maske})$$

und nach Auflösung nach (Brust/Maske):

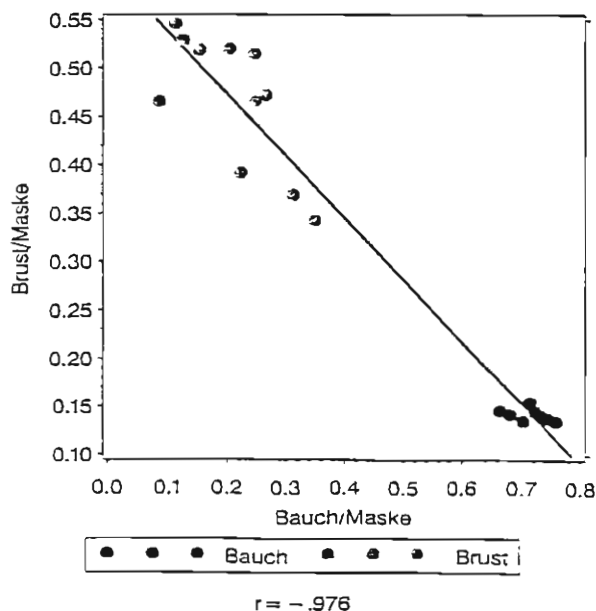
$$(\text{Brust}/\text{Maske}) = (1/a) - (b/a) \cdot (\text{Bauch}/\text{Maske}) - (1/a) \cdot (\text{Fehler}/\text{Maske})$$

Das heißt, der Unterschied der beiden Verfahren liegt in der Fehler-Definition, also dem Fehler-Term, der bei der Schätzung minimiert wird. Das Verfahren der einfachen Regression hat den Vorteil, daß es nur noch zweidimensional und somit einfach als Scattergramm darstellbar ist. Die Versuchsleiterin konnte so sehr einfach den Erfolg der Eichphasen beurteilen.

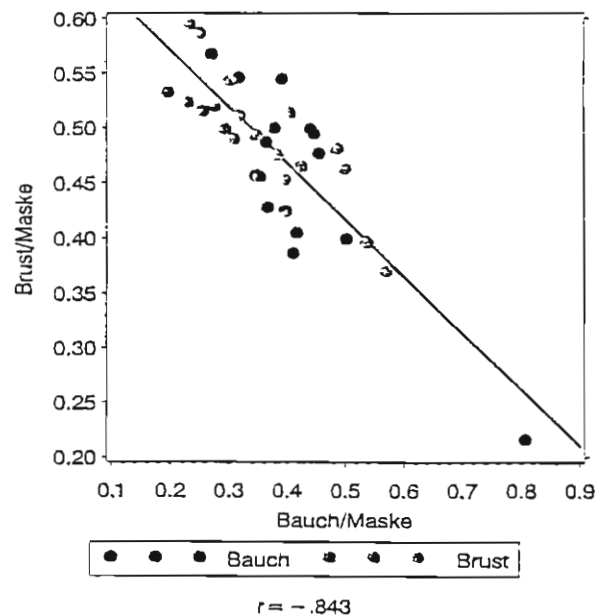
In der hier verwendeten Studie wurde nach Durchführung einer kompletten Eichung der Versuchsleiterin ein Scattergramm von (Brust/Maske) vs. (Bauch/Maske) am Bildschirm dargeboten, wobei jeder Datenpunkt einen Atemzug bedeutete. Die Vlin beurteilte die Scattergramme nach Augenschein und anhand der Korrelations-Koeffizienten. Bei "schlecht" ausgeführten Eichphasen (s.u.) konnte die Vlin die Prozedur während der Datenaufnahme beliebig oft wiederholen. Ausreißer können auch nachträglich entfernt werden, um die Schätzung der Eich-Gewichte zu verbessern.

Abbildung 3: Scattergramme von (Brust/Maske) vs. (Bauch/Maske).

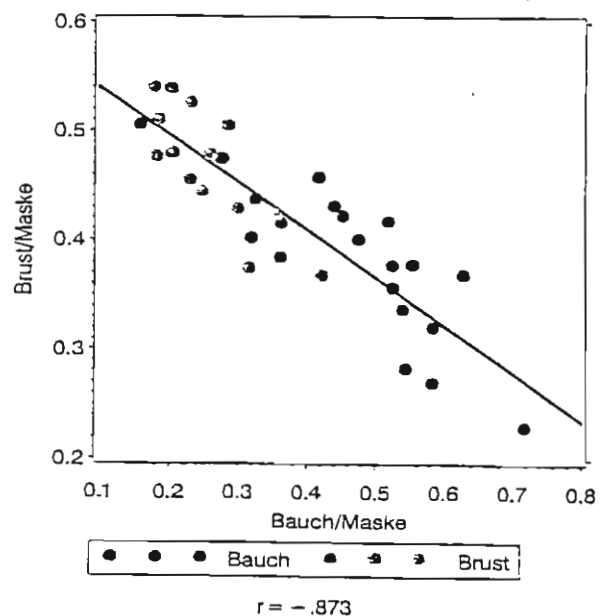
Scattergramm VP 61, Liegen 1



VP 9, Stehen (1. Versuch)



VP 9, Stehen (2. Versuch)



Die Scattergramme in Abbildung 3 zeigen zuerst einen sehr guten Versuch und zwei schlechte Versuche ein und derselben Eichung. Üblicherweise wurde ein Korrelationskoeffizient von -.90 als ausreichend erachtet, doch bei manchen Vpn konnte diese Forderung nicht erreicht werden.

Die multiple Regression von "Brust" und "Bauch" auf "Maske" lässt sich prinzipiell in allen Phasen, in denen auch Masken-Atmung registriert wurde, durchführen. Es wäre natürlich von Vorteil, wenn auf die Eichphasen verzichtet werden könnte zugunsten von einfachen Ruhephasen. Leider ist die Variation von Brust- und Bauch-Atmung in Ruhe meist nicht ausreichend, um stabile Schätzungen zu erhalten. Diesbezügliche Versuche anhand der vorliegenden Daten wurden nach etwa 10 Vpn aufgegeben, da die Eichfaktoren von denen aus den Eichphasen zu stark abwichen (Unterschiede bis zu 300%).

4.3 Untersuchung der Eichfaktoren

Aus den 3 Eichphasen (2 × liegen, 1 × stehen) wurden in der vorliegenden Studie jeweils 4 Eichfaktoren geschätzt, nämlich für Brust- und Bauch-Atmung jeweils einer der multiplen und einfachen Regression. Die somit 12 Faktoren der 100 Vpn lassen sich vergleichen im Hinblick (1) auf die Schätzmethoden (multiple vs. einfache Regression), (2) auf die Stabilität (nur im Liegen) und (3) auf die Körperposition (Liegen vs. Stehen). Alle drei Fragestellungen sind in der Tabelle A-4 im Anhang statistisch behandelt. Sie enthält für jeweils zwei der 12 Eichfaktoren Vergleiche der Mittelwerte und Standardabweichungen, sowie den Korrelationskoeffizienten. Im Folgenden diskutieren wir die einfachere Tabelle 11 (erste 4 zentrale Momente) und die Abbildungen 4 bis 6.

Tabelle 11: Grudstatistiken der Eichfaktoren.

Eichfakt	Mw	Std	Min	Max	Sch	Wlb
L1_Th_Ei	1.34	0.38	0.62	2.38	0.65	0.21
L1_Ab_Ei	1.00	0.24	0.33	1.72	0.78	1.53
L1_Th_Rg	1.34	0.38	0.63	2.39	0.66	0.19
L1_Ab_Rg	1.01	0.24	0.37	1.76	0.80	1.44
St_Th_Ei	1.23	0.42	0.69	3.10	1.90	5.52
St_Ab_Ei	1.44	0.38	0.77	2.73	0.97	1.46
St_Th_Rg	1.22	0.39	0.69	2.90	1.59	3.83
St_Ab_Rg	1.45	0.38	0.81	2.84	1.03	1.62
L2_Th_Ei	1.23	0.35	0.68	2.21	0.73	-0.06
L2_Ab_Ei	0.97	0.20	0.52	1.65	0.77	0.80
L2_Th_Rg	1.23	0.34	0.67	2.21	0.73	0.03
L2_Ab_Rg	0.98	0.20	0.52	1.63	0.78	0.74

Anmerkungen:

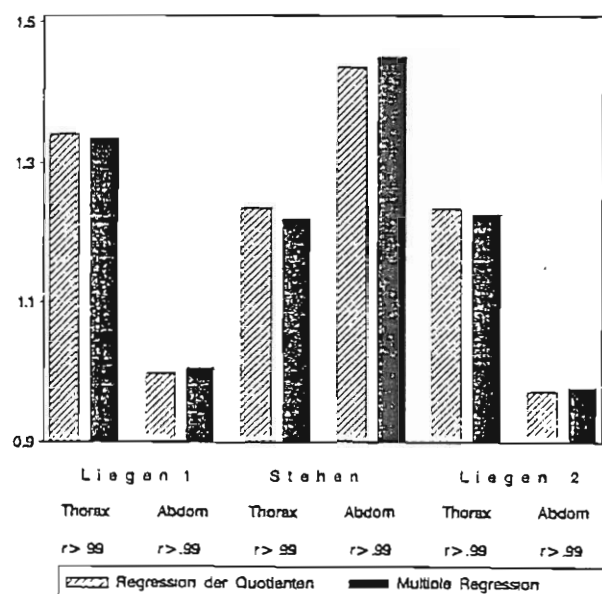
Personen: N=100

Eichfakt.: L1=Liegen 1, St=Stehen, L2=Liegen 2
Th=Thorax (Brust),
Ab=Abdomen (Bauch),
Ei=einfache Regr., Rg=multiple Regr.

4.3.1 Schätzmethoden

Der Vergleich der Schätz-Methoden (einfache vs. multiple Regression) ergibt sehr hohe Übereinstimmung (Tabelle 11 und Tabelle A-4 im Anhang). Die Mittelwerte differieren um maximal eine Stelle, die Standardabweichungen um maximal zwei Stellen der zweiten Dezimalen (s. Abbildung 4). Die Schiefen sind im Liegen klein, im Stehen moderat positiv (linksschief). Die Faktoren sind im Liegen kaum exzessiv, im Stehen sind die Brust-Faktoren steilgipflig (mit leichten Vorteilen für die multiple Regression). Die Rangfolgen der Vpn sind identisch, die Korrelationen alle >.99.

Abbildung 4: Schätzmethoden



Alle Mittelwerte signifikant unterschiedlich wg. r nahe 1

4.3.2 Stabilität

Für die beiden Liegend-Eichungen lassen sich Stabilitäten bestimmen. Die Stabilitätskoeffizienten sind eher enttäuschend gering (Brust: .69, .70; Bauch: .65, .66; s. Abbildung 5). Die Mittelwerte sind für die Brust-Faktoren hoch signifikant unterschiedlich ($p < .001$). Obgleich schwache Stabilitäten der Eichfaktoren nicht notwendigerweise schwache Stabilitäten der geschätzten Volumina nach sich ziehen, sind Re-Eichungen zu empfehlen.

Abbildung 5: Stabilität der Eichfaktoren.

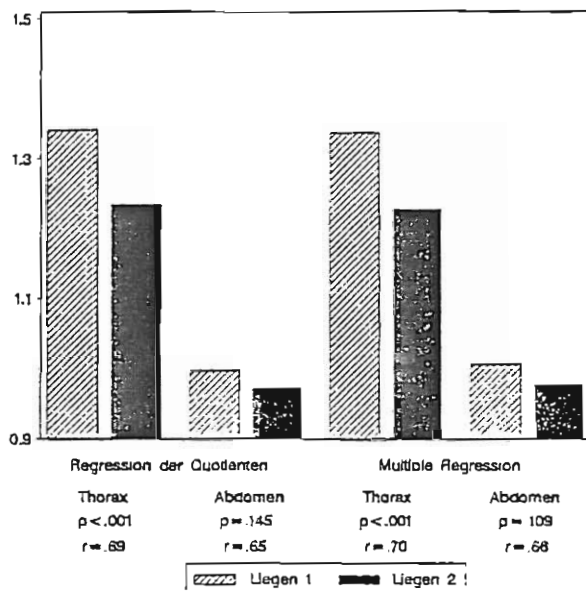
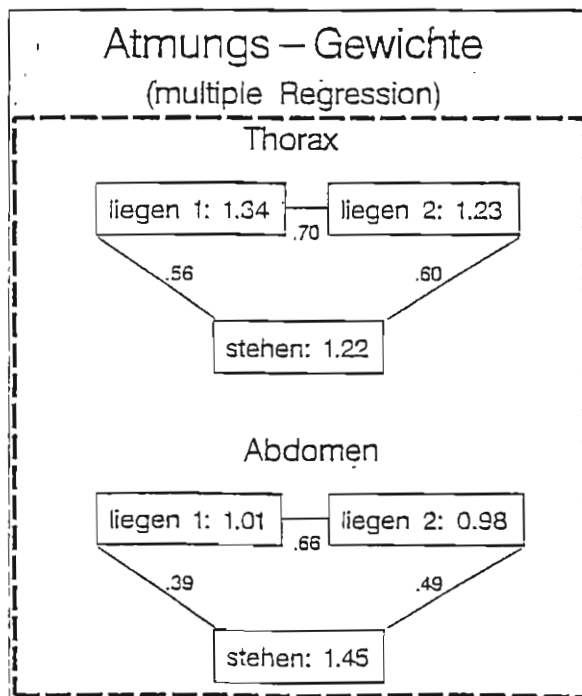


Abbildung 6: Atmungs-Gewichte.



4.3.3 Körperposition

Unterschiedliche Eichung bei unterschiedlicher Körperposition scheint dringend geboten. Abbildung 4 zeigt, daß im Liegen mehr mit dem Bauch geatmet wird (kleinere Faktoren), wohingegen im Stehen die Brustatmung überwiegt. Die Korrelationen der Gewichte zwischen Liegen und Stehen liegen nur im unteren bis mittleren Bereich (Abbildung 6). Die Frage, ob Zwischenpositionen (Sitzen, Supinum) extra geeicht werden müssen, ist hier nicht zu entscheiden.

5 Atem-Kennwerte

In dieser Arbeit werden drei Atem-Variablen-Gruppen zu je sieben Variablen untersucht. Die folgende Aufstellung liefert eine Kurzbeschreibung der einzelnen Kennwerte (weitere Informationen s. Foerster, 1984 und Tabelle 5).

Atemfrequenz:

- AF_MA** Masken-Atmung als "Sägezahn" der Strömung; nur Inspiration registriert; die Erkennung eines Atemzugs ist abhängig von der geforderten Mindest-Amplitude: ist die Schwelle zu niedrig, so ist die Frequenz zu hoch, ist die Schwelle zu hoch, so ist die Frequenz zu niedrig.
- AF_VFR1** Bauch-Gürtel; das Signal wird in Stücken von je 10.24 Sekunden einer Spektral-Analyse (FFT) unterzogen; der Gipfel im Powerspektrum wird als Atem-Frequenz gewertet (Vorzugs-Frequenz); durch quadratische Interpolation wird eine höhere Auflösung erreicht.
- AF_EW1** Bauch-Gürtel; das Signal wird in Stücken von je 10.24 Sekunden einer Spektral-Analyse (FFT) unterzogen; der "Erwartungswert" des Powerspektrums, d.h. der gewichtete Mittelwert des Gesamt-Spektrums mit den Powerwerten als Gewichten, wird als Atem-Frequenz gewertet:

$$AF = \frac{\sum P_i F_i}{\sum P_i} \quad (P = \text{Power}, F = \text{Frequenz})$$
- AF_VFR2** Brust-Gürtel; das Signal wird in Stücken von je 10.24 Sekunden einer Spektral-Analyse (FFT) unterzogen; der Gipfel im Powerspektrum wird als Atem-Frequenz gewertet (Vorzugs-Frequenz); durch quadratische Interpolation wird eine höhere Auflösung erreicht.

AF_EW2 Brust-Gürtel; das Signal wird in Stücken von je 10.24 Sekunden einer Spektral-Analyse (FFT) unterzogen; der "Erwartungswert" des Powerspektrums, d.h. der gewichtete Mittelwert des Gesamt-Spektrums mit den Powerwerten als Gewichten, wird als Atem-Frequenz gewertet:

$$AF = \frac{\sum P_i F_i}{\sum P_i} \quad (P = \text{Power}, F = \text{Frequenz}).$$

AF_VFR Mittelwert der Vorzugsfrequenzen von Brust und Bauch:

$$(AF_VFR1 + AF_VFR2) / 2.$$

AF_EW Mittelwert der "Erwartungswerte" von Brust und Bauch:

$$(AF_EW1 + AF_EW2) / 2.$$

Atemzugvolumen:

AZV Maske.

AZVS Schätzung aus Brust und Bauch mit Eichung gemäß der in 4.2 beschriebenen Prozedur; $AZVS = AA1 + AA2$.

AA1 Gesamtamplitude Bauch, geschätzt aus der Spektral-Analyse (FFT) von je 10.24 Sekunden; geeicht gemäß Prozedur in 4.2.

AA2 Gesamtamplitude Brust, geschätzt aus der Spektral-Analyse (FFT) von je 10.24 Sekunden; geeicht gemäß Prozedur in 4.2.

AZVS_L1 Schätzung aus Brust und Bauch mit Eichung gemäß der in 4.2 beschriebenen Prozedur, jedoch ohne Verwendung der Wiederholungs-Eichung; $AZVS_L1 = AA1_L1 + AA2_L1$.

AA1_L1 Gesamtamplitude Bauch, geschätzt aus der Spektral-Analyse (FFT) von je 10.24 Sekunden; geeicht gemäß Prozedur in 4.2, jedoch ohne Verwendung der Wiederholungs-Eichung.

AA2_L1 Gesamtamplitude Brust, geschätzt aus der Spektral-Analyse (FFT) von je 10.24 Sekunden; geeicht gemäß Prozedur in 4.2, jedoch ohne Verwendung der Wiederholungs-Eichung.

Atemminutenvolumen:

AMV $= AF_MA \times AZV$.

AMVS $= AF_EW1 \times AA1 + AF_EW2 \times AA2$.

AMV1 $= AF_EW1 \times AA1$.

AMV2 $= AF_EW2 \times AA2$.

AMVS_L1 = AMVS, jedoch ohne Verwendung der Wiederholungs-Eichung.

AMV1_L1 = AMV1, jedoch ohne Verwendung der Wiederholungs-Eichung.

AMV2_L1 = AMV2, jedoch ohne Verwendung der Wiederholungs-Eichung.

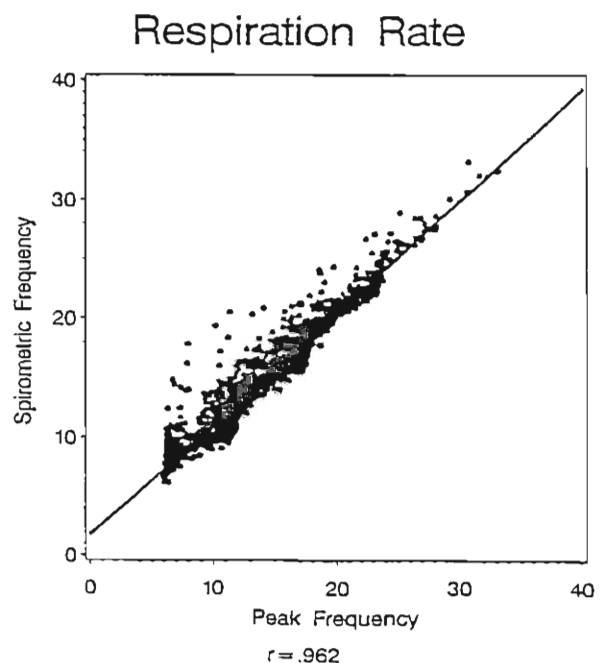
Die Atem-Kennwerte wurden nach Abschluß der Gesamtstudie einer zusätzlichen Artefakt-Kontrolle am Bildschirm unterzogen (Programm KGBIO; s.

Fahrenberg & Foerster, 1989). Dabei wurde darauf geachtet, daß die Korrekturen *getrennt für Maske und Gürtel* durchgeführt werden konnten. Insbesondere wurde berücksichtigt,

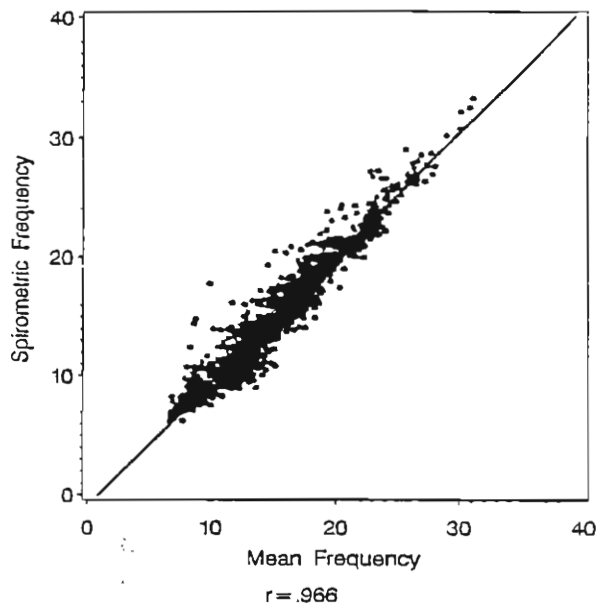
- (1) daß Bauch- und Brust-Atmung gleiche Atemfrequenzen erzeugen müssen;
- (2) daß Vorzugs-Frequenz und Erwartungswert-Frequenz nur bei stark gestörten Daten sehr unterschiedlich sind;
- (3) daß zumindest bei langen Phasen (Rechnen, Ergometer) die Verläufe aller Kennwerte sprunghaft erwartet werden;
- (4) daß die Atemfrequenz in Ruhephasen nicht zu hoch sind;
- (5) daß der erste und letzte Zehn-Sekunden-Abschnitt einer jeden Phase artefaktanfällig ist und
- (6) daß die Atemfrequenz in den Taktatmungs-Phasen bekannt ist.

Nach Bildung der Daten-Segmente (s. Tabelle 3) wurden darüberhinaus statistische uni- und bivariate Ausreißer-Kontrollen durchgeführt (SAS-IN-SIGHT). Die Ergebnisse dieser umfangreichen Artefakt-Kontrollen können aus den Abbildungen 7 ersehen werden. Die Scattergramme enthalten jeweils die Masken-Kennwerte als Ordinate, die Abszissen sind bei der Atemfrequenz Mittelwerte von Brust und Bauch, beim Atemzugvolumen die Gürtel-Schätzungen, einmal mit und einmal ohne Re-Eichung im Liegen.

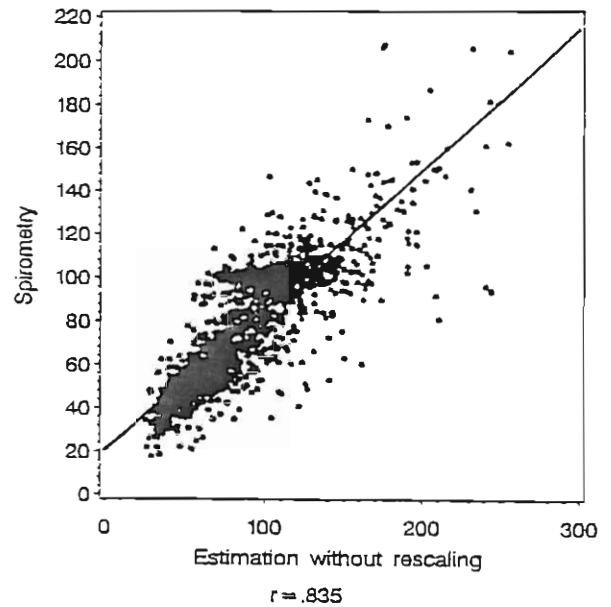
Abbildung 7: Scattergramme zwischen Gürtel und Maske von Atemfrequenz und Atemzugvolumen (100 Vpn * 16 Segmente).



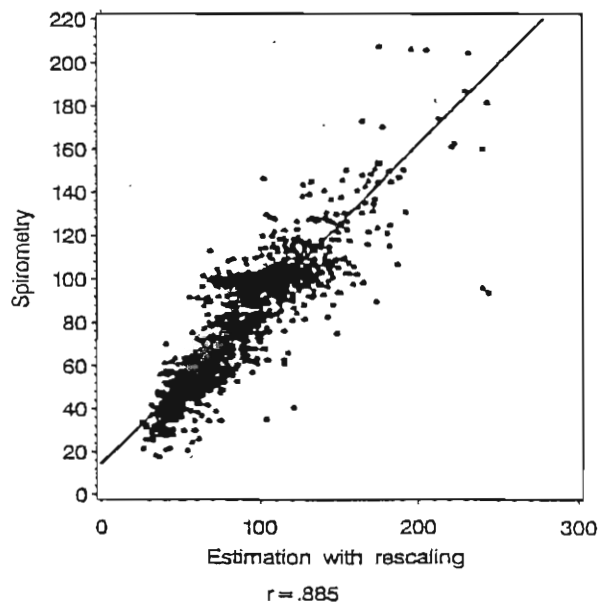
Respiration Rate



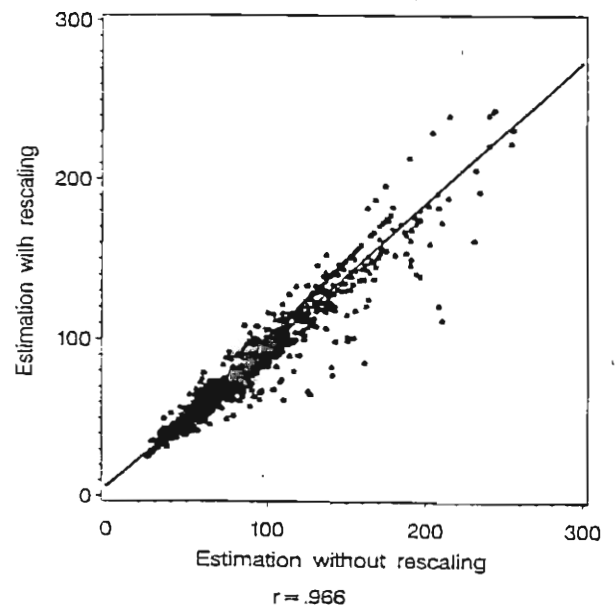
Tidal Volume



Tidal Volume



Tidal Volume



Die Darstellung der Kennwerte des Atemminutenvolumens liefert in diesem Zusammenhang keine Zusatzinformation, da es sich um aus Frequenz und Zugvolumen abgeleitete Variable handelt.

Die Totalkorrelationen der Atemfrequenzen sind mit .96 und .97 ausreichend hoch. Diskrepanzen

zwischen Maske und Gürtel rühren in erster Linie von unterschiedlich bewerteten Abschnitten mit sehr kleiner Amplitude her (Schwellen-Problem bei Maske, Rauschanteile bei Spektralanalyse der Gürtelatmung). Beim Atemzugvolumen ist die Streuung deutlich größer, die Korrelationen mit .885 unter Verwendung der Wiederholungs-Ei-

chung und .835 ohne dieselbe deuten jedoch auf eine ausreichende Schätzgüte hin. Einen ersten Eindruck der Auswirkung von Wiederholungs-Eichungen kann im letzten Scattergramm gewonnen werden: die Streuung wird mit steigendem Volumen größer, sodaß in Ruhesituationen möglicherweise auf Re-Eichungen verzichtet werden kann.

5.1 Verteilungsauffälligkeiten

Tabelle 12 zeigt Grundstatistiken der 21 Atem-Kennwerte für die Ruhephase vor dem Rechnen, das Rechnen und für Ergometer 100 Watt. Alle anderen Segmente finden sich im Anhang (Tabelle A-5).

Verteilungsauffälligkeiten sind für die Atemfrequenzen außer bei Taktatmung nicht zu beobachten (bei Taktatmung werden Steilgipligkeiten "produziert", die dann wegen der Enge der Varianz auch zu Schiefen führen). Die Atemzugvolumina sind in den Ruhephasen mäßig, unter Belastung kaum linksschief; Steilgipligkeiten finden sich in unterschiedlicher Höhe und Richtung, jedoch kaum unter Ergometerbelastung. Die Atemminutenvolumina zeigen Verteilungsauffälligkeiten eher in Ruhe (linksschief, Steilgipligkeit).

Tabelle 12: Grundstatistiken der Atmungs-Kennwerte (Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, Maximum, Schiefe, Wölbung; alle Variable N=100).

Ruhe vor Rechnen

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
AF_MA	14.6	3.6	7.2	27.5	0.3	0.9
AF_VFR	13.6	4.0	6.0	27.7	0.2	0.5
AF_EW	15.0	3.6	6.8	27.4	0.1	0.4
AF_VFR1	13.7	4.1	6.0	27.8	0.2	0.5
AF_EW1	15.1	3.8	7.0	28.1	0.1	0.4
AF_VFR2	13.6	4.0	6.0	27.6	0.3	0.5
AF_EW2	14.8	3.5	6.7	26.7	0.2	0.4
AZV	54.5	16.3	17.6	116.0	1.5	3.8
AZVS	62.4	22.7	35.0	168.0	2.0	5.3
AA1	40.7	15.2	17.9	122.0	2.3	9.6
AA2	21.7	13.4	5.0	86.1	1.8	5.1
AZVS_L1	66.6	27.0	27.4	191.2	1.8	4.6
AA1_L1	42.7	19.6	16.3	142.5	2.3	8.3
AA2_L1	24.0	15.2	5.5	77.9	1.5	2.3
AMV	758	191	320	1930	2.2	13.3
AMVS	870	210	431	1914	1.4	5.4
AMV1	578	155	254	1015	0.3	-0.0
AMV2	292	148	70	1180	2.3	11.5
AMVS_L1	925	268	400	2124	1.3	3.7
AMV1_L1	603	222	250	1864	2.0	9.5
AMV2_L1	322	168	77	1031	1.3	2.2

Rechnen

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
AF_MA	18.0	2.9	9.5	24.5	-0.2	-0.1
AF_VFR	16.8	3.3	8.2	23.5	-0.1	0.0
AF_EW	17.7	2.8	10.8	23.5	-0.1	0.1
AF_VFR1	16.9	3.3	8.0	23.5	-0.2	0.1
AF_EW1	17.9	2.9	10.4	24.0	-0.1	0.1
AF_VFR2	16.6	3.4	8.5	23.5	-0.0	-0.1
AF_EW2	17.4	2.8	10.1	23.4	-0.0	0.2
AZV	48.2	9.8	21.0	83.6	0.6	2.3
AZVS	54.3	13.9	31.2	105.9	1.4	2.8
AA1	34.7	10.4	16.2	90.2	1.8	7.5
AA2	19.6	8.6	5.5	60.1	1.5	3.9
AZVS_L1	58.1	19.1	31.9	125.2	1.5	2.8
AA1_L1	36.3	15.1	15.4	106.5	2.4	8.3
AA2_L1	21.7	10.5	6.4	63.8	1.4	2.4
AMV	845	172	447	1254	-0.3	-0.2
AMVS	923	186	533	1508	0.4	0.1
AMV1	603	160	269	1000	0.3	-0.2
AMV2	320	117	94	780	1.1	2.1
AMVS_L1	981	262	514	2230	1.4	4.4
AMV1_L1	627	227	264	1910	2.0	9.1
AMV2_L1	354	148	111	828	1.1	0.9

Ergometer 100 Watt

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
AF_MA	21.8	4.2	13.3	33.2	0.3	-0.2
AF_VFR	20.6	4.5	10.3	31.6	0.0	-0.2
AF_EW	21.0	4.1	12.2	31.1	0.0	-0.2
AF_VFR1	20.7	4.5	10.2	31.5	0.0	-0.2
AF_EW1	21.5	4.3	12.1	32.0	0.1	-0.2
AF_VFR2	20.5	4.5	10.4	31.6	0.0	-0.2
AF_EW2	20.5	4.1	12.2	30.2	0.0	-0.3
AZV	109.5	20.2	68.0	186.9	1.1	1.7
AZVS	124.4	34.0	66.9	229.7	0.9	0.8
AA1	61.2	16.5	27.3	101.2	0.0	-0.4
AA2	63.2	25.2	21.9	152.0	1.1	1.2
AZVS_L1	135.0	43.4	58.0	254.5	0.6	-0.2
AA1_L1	63.8	22.9	22.1	168.0	1.3	4.2
AA2_L1	71.2	35.3	25.1	178.3	1.2	0.9
AMV	2297	259	1781	2987	0.4	-0.3
AMVS	2460	433	1467	3610	0.2	-0.2
AMV1	1276	348	655	2514	0.6	0.9
AMV2	1184	291	535	1735	-0.0	-1.0
AMVS_L1	2665	660	1171	5411	0.8	2.2
AMV1_L1	1337	522	523	4385	2.3	11.2
AMV2_L1	1328	484	545	2583	0.7	-0.1

Anmerkungen: Atemfrequenzen in Zyklen pro Minute
Atemzugvolumina in Centiliter
Atemminutenvolumina in Centiliter pro Minute

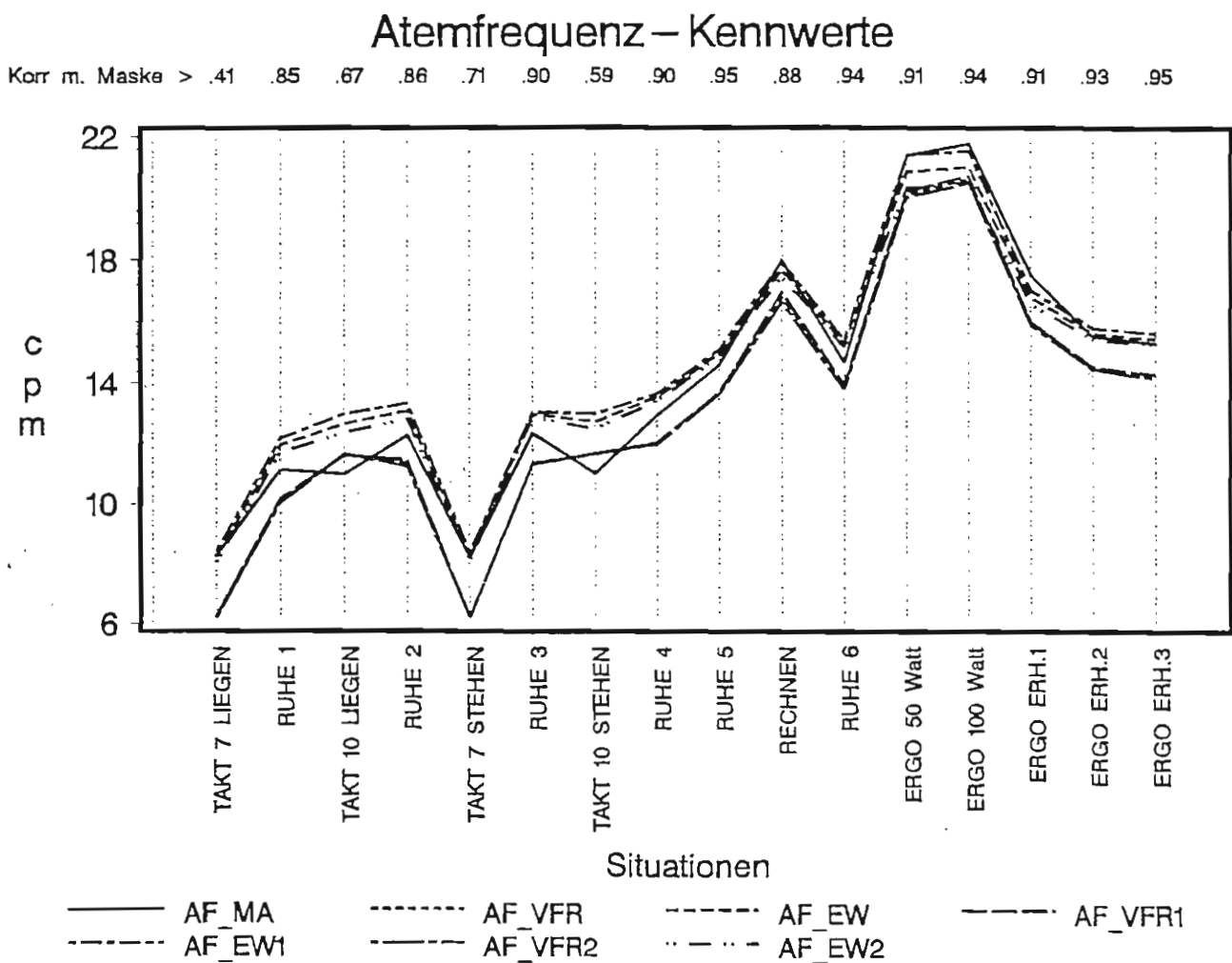
5.2 Mittelwertvergleiche

Die Mittelwertverläufe werden anhand der Abbildungen 8 diskutiert. Komplette Mittelwertvergleiche innerhalb der drei Variablen-Gruppen Atemfrequenz, Atemzugvolumen und Atemminutenvolumen finden sich im Anhang (Tabelle A-6).

5.2.1 Atemfrequenz

Neben der Atemfrequenz der Maskenatmung (AF_MA) gibt es für Brust und Bauch jeweils die aus dem Spektrum gewonnenen Vorzugs-Frequenzen (AF_VFR1, AF_VFR2) und die sogenannten Erwartungswerte, d.h. mit der Power gewichtete Mittelwerte des Spektrums (AF_EW1, AF_EW2). Außerdem wurden die Vorzugs- und Erwartungswert-Frequenzen jeweils von Brust und Bauch gemittelt (AF_VFR, AF_EW).

Abbildung 8a: Mittlere Atemfrequenz-Verläufe.



Die Vorzugs-Frequenzen unterschätzen die Masken-Frequenz meist (Ausnahme Takt-10), die Erwartungswert-Frequenzen sind in relativen Ruhephasen größer, in Belastungsphasen eher kleiner als die Maskenfrequenz. Insgesamt stimmen sie mit der Maskenfrequenz etwas besser überein als die Vorzugs-Frequenzen (Abbildung 8a).

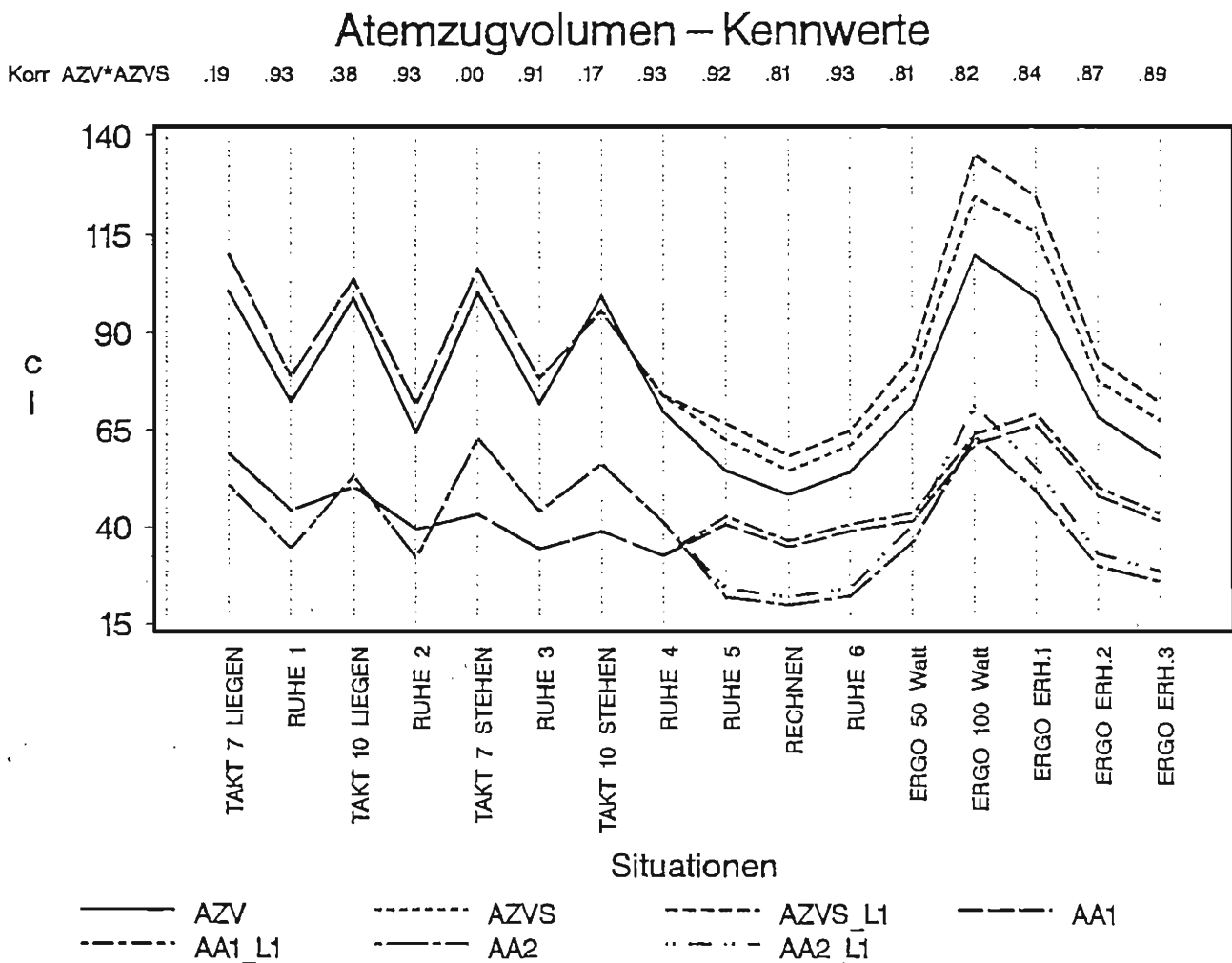
Die Korrelationen zwischen Masken-Frequenz und Gürtel-Frequenzen sind (außer in den genannten, varianzarmen Takt-Atmungs-Phasen) hoch bis sehr hoch, in kurzen Ruhephasen (1 Minute) >.85, in langen Ruhephasen (> 2 Minuten) >.94, unter Belastung und anschließender Erholung >.91.

5.2.2 Atemzugvolumen

Im unteren Bereich des Bildes sind die Verläufe von Brust- und Bauch-Anteil am Atemzugvolumen zu sehen (AA1, AA2), oben das Maskenvolumen

(AZV) und das geschätzte Volumen (AZVS). Ab der Ruhe 5 spalten sich die Gürtel-Kurven jeweils auf in einen oberen Ast ohne Re-Eichung und einen unteren Ast mit Re-Eichung (Endung _L1).

Abbildung 8b: Mittelwertverläufe des Atemzugvolumens.

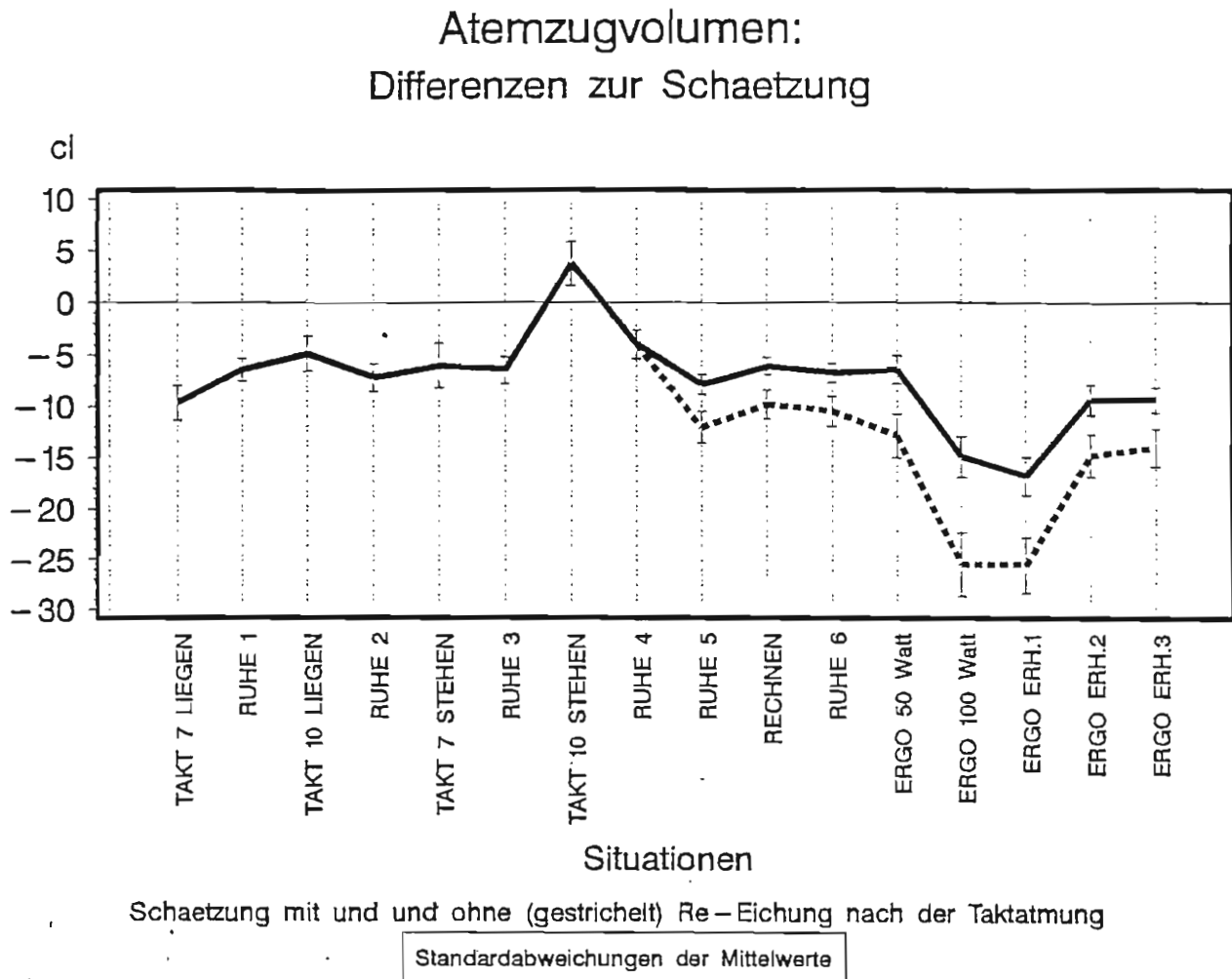


Das aus den zwei Gürtel-Atmungs-Kurven gewonnene Atemzug-Volumen überschätzen das Masken-Volumen meist hochsignifikant, und zwar umso mehr, je länger die Eichung zurücklag (Abbildung 8b). Am Verlauf der Differenzen von Maske zu Schätzung (Abbildung 8c) und mehr noch an den entsprechenden relativen Differenzen (Abbildung 8d) erkennt man einen deutlichen

Trend der Überschätzung mit zunehmender Registrier-Dauer.

Die Korrelationen zwischen Maske und Gürtel mit Re-Eichung sind in den Ruhephasen sehr hoch (>.91), unter Belastung und in der Erholung hoch (>.81). Ohne Re-Eichung sinken die Korrelationen deutlich ab auf .85 in Ruhe und .69 bis .70 unter Belastung.

Abbildung 8c: Mittelwertverläufe des Atemzugvolumens, Differenzen der Maske zur Schätzung.



5.2.3 Atemminutenvolumen

Da die Atemfrequenzen nur geringe Unterschiede aufweisen, sind die Mittelwertverläufe des Atemminutenvolumens (als Produkt aus Frequenz und Volumen) denen des Atemzugvolumens vergleichbar (Abbildung 8e).

Auch hier sind die Korrelationen zwischen Maske und Schätzung außer während der Taktatmung hoch bis sehr hoch, doch wird das Atemminutenvolumen durch die Gürtel-Schätzung überschätzt.

5.3 Varianzkomponenten und Stabilitäten

Die Varianzkomponenten in Tabelle 13 weisen für die Atemfrequenzen kaum Unterschiede auf. Die mit Maske gemessenen Atemvolumina haben

nur geringfügig kleinere Fehleranteile, jedoch deutlich mehr Situations- und weniger Personen-Varianz. Dies führt dann auch zu geringerer Kurzzeit-Stabilität in Ruhe.

Der Grund hierfür liegt in der signifikant höheren Varianz der Schätzung (s. Tabelle A-6): in Ruhe 5 (vor Rechnen) 163 zu 226 ($p < .001$), in Ruhe 6 (vor Ergometer) 232 zu 257 ($p = .004$). Dies deutet auf eine höhere Differenzierungsfähigkeit von Personenunterschieden der Gürtelmessungen im Vergleich zur Maske hin. Die Vermutung unterschiedlicher aber intraindividuell fester Anbringung der Gürtel bei weiblichen und männlichen Vpn als Grund hierfür bestätigte sich glücklicherweise nicht. So bleibt die Interpretation, daß die mit Maske erhobenen Volumina sensibler auf verschiedene Situationen reagieren.

Abbildung 8d: Mittelwertverläufe des Atemzugvolumens, relative Differenzen der Maske zur Schätzung.

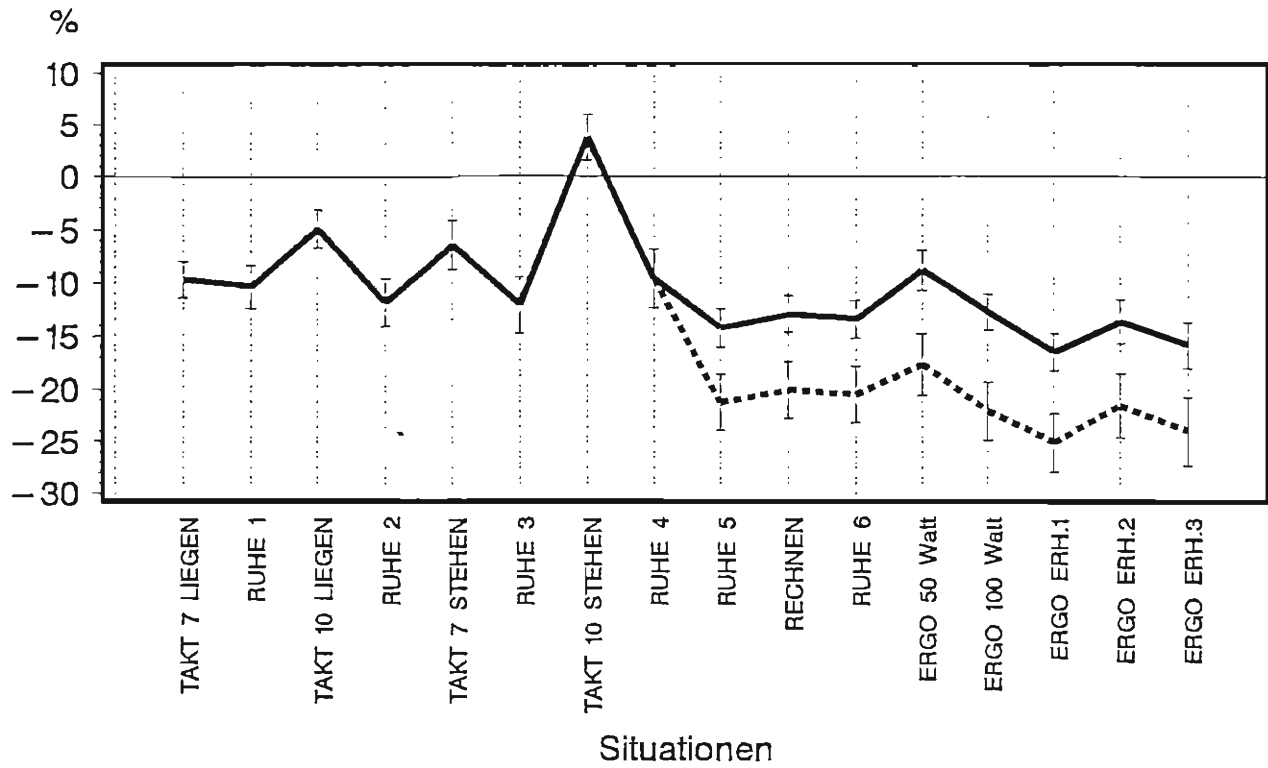


Abbildung 8e: Mittelwertverläufe des Atemminutenvolumens.

Korr AMV*AMVS .37 .86 .35 .86 .35 .83 .26 .88 .83 .78 .81 .69 .65 .72 .61 .69

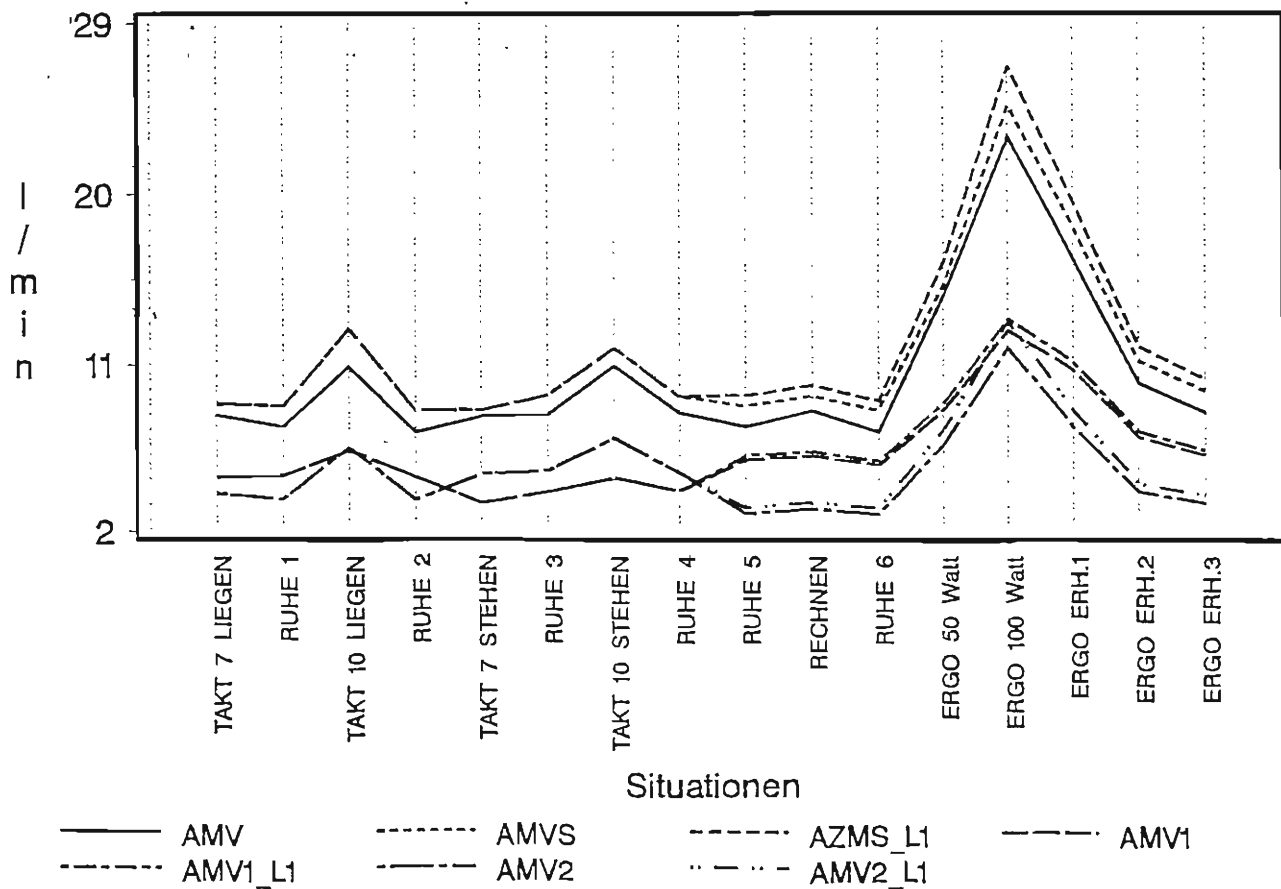


Tabelle 13: Varianz-Komponenten der Atmungskennwerte in Prozent und Stabilitätskoeffizienten der Ruhen vor Rechnen und vor Ergometer.

Kennw.	Pers.	Situat	Fehler	r_{tt}
AF_MA	37.5	39.8	22.7	.84
AF_VFR	43.3	32.8	23.9	.86
AF_EW	44.2	32.1	23.7	.87
AF_VFR1	42.8	33.3	23.9	.85
AF_EW1	43.0	33.6	23.4	.86
AF_VFR2	43.6	32.2	24.2	.86
AF_EW2	45.3	30.0	24.7	.86
AZV	26.0	57.3	16.7	.75
AZVS	32.9	48.3	18.8	.86
AA1	43.0	34.0	23.0	.86
AA2	36.4	43.6	20.0	.86
AZVS_L1	37.4	43.7	18.9	.87
AA1_L1	57.7	24.3	18.0	.90
AA2_L1	38.6	39.0	22.4	.85
AMV	6.2	88.2	5.6	.68
AMVS	10.0	82.1	7.9	.82
AMV1	23.8	60.9	15.3	.84
AMV2	15.5	73.4	11.1	.83
AMVS_L1	17.6	72.8	9.6	.88
AMV1_L1	40.4	44.4	15.2	.91
AMV2_L1	22.0	62.9	15.1	.84

Anmerkungen: alle Effekte signifikant ($p < .00001$).
100 Personen, 8 Situationen (ohne Taktatmung).

Für 6 Ruhephasen konnten kurz- und mittelfristige Stabilitäten berechnet werden. Die Ruhephasen 1 bis 4 waren jeweils 1-minütige Erholungsphasen nach Taktatmung, 5 und 6 mehrminütige Ruhen vor Rechnen und Ergometer. Ein vollständiger Vergleich der Ruhesituationen findet sich in Tabelle A-7 im Anhang. Die in Tabelle 13 aufgenommenen Vergleiche der nahe beieinanderliegenden langen Ruhen (vor Rechnen und vor Ergometer) führen zu keiner Hervorhebung eines der jeweilig 7 Kennwerte in den 3 Kennwerte-Gruppen, vielleicht mit Ausnahme der bereits erwähnten geringeren Stabilität bei den mit Maske gemessenen Volumina. Alle Stabilitäten liegen deutlich unter denen der Herzfrequenz (.95).

5.4 Korrelative Vergleiche

Die *Querschnitts*-Korrelationen der Atemkennwerte innerhalb der einzelnen Situationen sind vollständig in Tabelle A-6 im Anhang dokumentiert. Die *Längsschnitt*-Korrelationen wurden wieder mit

den Segmenten 9 bis 16 (ohne Taktatmung) durchgeführt. Es werden jeweils die Innerhalb-Personen-Matrix der individuellen Verlaufsähnlichkeiten und die Fehler-Matrix der systemischen Ähnlichkeiten aufgenommen.

5.4.1 Atemfrequenz

Tabelle 14 zeigt zusammengefaßt die Matrizen für die Ruhe vor dem Rechnen, das Rechnen und Ergometer 100 Watt.

Tabelle 14: Ausgewählte Korrelations-Matrizen der Atemfrequenz-Kennwerte (R-Korrelationen in einzelnen Situationen).

Ruhe vor Rechnen

MA	1.00
VFR1	0.96 1.00
EW1	0.96 0.98 1.00
VFR2	0.95 0.99 0.98 1.00
EW2	0.96 0.97 0.99 0.97 1.00
VFR	0.96 0.99 0.98 0.99 0.97 1.00
EW	0.96 0.98 0.99 0.98 0.99 0.98 1.00

Rechnen

MA	1.00
VFR1	0.92 1.00
EW1	0.93 0.99 1.00
VFR2	0.86 0.98 0.97 1.00
EW2	0.88 0.96 0.97 0.98 1.00
VFR	0.91 0.99 0.98 0.99 0.97 1.00
EW	0.91 0.98 0.99 0.98 0.99 0.99 1.00

Ergometer 100 Watt

MA	1.00
VFR1	0.96 1.00
EW1	0.95 0.98 1.00
VFR2	0.94 0.99 0.98 1.00
EW2	0.95 0.98 0.98 0.99 1.00
VFR	0.95 0.99 0.98 0.99 0.99 1.00
EW	0.95 0.99 0.99 0.99 0.99 0.99 1.00

Die *Querschnittskorrelationen* der Atemfrequenz-Kennwerte sind alle sehr hoch, sodaß hier von Redundanz ausgegangen werden kann.

Die *individuelle Verlaufsähnlichkeit* und die *systemischen Ähnlichkeiten*, die hohe Korrelationen durch situative und individuelle Extremwerte vermeidet, sind in Tabelle 15 festgehalten.

Tabelle 15: Ausgewählte Korrelations-Matrizen der Atemfrequenz-Kennwerte aus der Kovarianzzerlegung mit 8 Situationen: individuelle Verlaufsähnlichkeiten (innerhalb Personen) und systemische Ähnlichkeiten (Interaktion und Fehler).

Innerhalb Personen

MA	1.00
VFR1	0.96 1.00
EW1	0.95 0.98 1.00
VFR2	0.95 0.99 0.98 1.00
EW2	0.95 0.98 0.98 0.98 1.00
VFR	0.96 0.99 0.98 0.99 0.98 1.00
EW	0.96 0.98 0.99 0.98 0.99 0.99 1.00

Interaktion und Fehler

MA	1.00
VFR1	0.90 1.00
EW1	0.89 0.96 1.00
VFR2	0.88 0.98 0.95 1.00
EW2	0.88 0.95 0.95 0.95 1.00
VFR	0.89 0.99 0.96 0.99 0.96 1.00
EW	0.90 0.96 0.99 0.96 0.99 0.97 1.00

Interessant sind besonders die ersten Spalten, in denen die Korrelationen zwischen Maske und Gürtel stehen. Sie sind im individuellen Verlauf alle mindestens .95 und systemisch immer noch .88 bis .90. Hier zeigt sich schön, daß es sich bei der systemischen Korrelation eben um methodisch bedingte Zusammenhänge handelt (es gibt nur eine Atemfrequenz).

5.4.2 Atemzugvolumen

Tabelle 16 zeigt zusammengefaßt die Matrizen für die Ruhe vor dem Rechnen, das Rechnen und Ergometer 100 Watt.

Tabelle 16: Ausgewählte Korrelations-Matrizen der Atemzugvolumen-Kennwerte (R-Korrelationen in einzelnen Situationen).

Ruhe vor Rechnen

AZV	1.00
AZVS	0.92 1.00
AA1	0.78 0.82 1.00
AA2	0.68 0.76 0.26 1.00
AZVS	0.86 0.94 0.79 0.69 1.00
AA1	0.67 0.73 0.89 0.23 0.83 1.00
AA2	0.66 0.72 0.25 0.93 0.70 0.19 1.00

Rechnen

AZV	1.00
AZVS	0.81 1.00
AA1	0.66 0.79 1.00
AA2	0.52 0.66 0.06 1.00
AZVS	0.70 0.90 0.68 0.63 1.00
AA1	0.56 0.74 0.84 0.17 0.84 1.00
AA2	0.47 0.57 0.03 0.89 0.62 0.08 1.00

Ergometer 100 Watt

AZV	1.00
AZVS	0.85 1.00
AA1	0.54 0.71 1.00
AA2	0.79 0.89 0.30 1.00
AZVS	0.74 0.91 0.63 0.81 1.00
AA1	0.34 0.50 0.77 0.16 0.59 1.00
AA2	0.70 0.79 0.27 0.89 0.85 0.07 1.00

Anmerkung: die jeweils letzten 3 Kennwerte ohne Re-Eichung

Die *Querschnittskorrelationen* der Atemzugvolumen-Kennwerte fallen im Vergleich mit der Atemfrequenz deutlich ab, jedoch sind Maske und Schätzung immer noch sehr ähnlich, insbesondere in Ruhe (.92). Verzichtet man auf eine Wiederholungs-Eichung, so fallen die Korrelationen stark ab. Naturgemäß korrelieren Brust- und Bauchgürtel untereinander kaum aufgrund von individuellen Atemtechniken ("Brust-" und "Bauch-Atmer").

Die *individuelle Verlaufsähnlichkeit* und die *systemischen Ähnlichkeiten*, die hohe Korrelationen durch situative und individuelle Extremwerte vermeidet, sind in Tabelle 17 festgehalten.

Tabelle 17: Ausgewählte Korrelations-Matrizen der Atemzugvolumen-Kennwerte aus der Kovarianzzerlegung mit 8 Situationen: individuelle Verlaufsähnlichkeiten (innerhalb Personen) und systemische Ähnlichkeiten (Interaktion und Fehler).

Innerhalb Personen

AZV	1.00
AZVS	0.95 1.00
AA1	0.84 0.90 1.00
AA2	0.91 0.94 0.70 1.00
AZVS	0.94 0.99 0.88 0.94 1.00
AA1	0.82 0.88 0.98 0.68 0.87 1.00
AA2	0.88 0.92 0.68 0.98 0.94 0.65 1.00

Interaktion und Fehler

AZV	1.00
AZVS	0.81 1.00
AA1	0.64 0.80 1.00
AA2	0.69 0.85 0.35 1.00
AZVS	0.77 0.97 0.74 0.84 1.00
AA1	0.60 0.75 0.95 0.31 0.73 1.00
AA2	0.64 0.80 0.33 0.94 0.86 0.27 1.00

 Anmerkung: die jeweils letzten 3 Kennwerte ohne
 Re-Eichung

Besonders interessant sind wieder die ersten Spalten, in denen die Korrelationen zwischen Maske und Gürtel stehen. Beim individuellen Verlauf, bei dem die Belastungen die Zusammenhänge steuern, existieren hohe Ähnlichkeiten von Maske und Gürtel-Schätzung, egal ob mit oder ohne Re-Eichung (.95, .94). Dagegen sind die Verlaufsähnlichkeiten mit den einzelnen Komponenten der Gürtelatmung deutlich geringer, jedoch größer mit der Brustatmung. Dies ist auf ähnliche Verläufe der Mittelwerte zu erklären (s. Abbildung 8b).

5.4.3 Atemminutenvolumen

Für das Atemminutenvolumen, das ja ein Produkt aus Atemzugvolumen und Atemfrequenz darstellt, erhält man korrelativ ganz ähnliche Ergebnisse wie für das Atemzugvolumen, da alle Atemfrequenzen bei allen Zerlegungs-Prinzipien sehr hoch korrelieren. Die entsprechenden Tabellen 18 und 19 werden daher unkommentiert wiedergegeben.

 Tabelle 18: Ausgewählte Korrelations-Matrizen der Atemminutenvolumen-Kennwerte (R-Korrelationen in einzelnen Situationen).

Ruhe vor Rechnen

AMV	1.00
AMVS	0.88 1.00
AMV1	0.58 0.71 1.00
AMV2	0.63 0.67 -0.04 1.00
AMVS	0.68 0.85 0.62 0.55 1.00
AMV1	0.41 0.57 0.78 -0.05 0.78 1.00
AMV2	0.54 0.60 0.00 0.90 0.56 -0.08 1.00

Rechnen

AMV	1.00
AMVS	0.79 1.00
AMV1	0.58 0.78 1.00
AMV2	0.45 0.52 -.13 1.00
AMVS	0.59 0.82 0.59 0.50 1.00
AMV1	0.41 0.67 0.76 0.02 0.82 1.00
AMV2	0.40 0.43 -.13 0.86 0.50 -.08 1.00

Ergometer 100 Watt

AMV	1.00
AMVS	0.65 1.00
AMV1	0.49 0.74 1.00
AMV2	0.39 0.60 -.09 1.00
AMVS	0.43 0.82 0.57 0.55 1.00
AMV1	0.34 0.59 0.77 -.05 0.69 1.00
AMV2	0.22 0.49 -.06 0.81 0.62 -.14 1.00

 Anmerkung: die jeweils letzten 3 Kennwerte ohne
 Re-Eichung

 Tabelle 19: Ausgewählte Korrelations-Matrizen der Atemminutenvolumen-Kennwerte aus der Kovarianzzerlegung mit 8 Situationen: individuelle Verlaufsähnlichkeiten (innerhalb Personen) und systemische Ähnlichkeiten (Interaktion und Fehler).

Innerhalb Personen

AMV	1.00
AMVS	0.97 1.00
AMV1	0.91 0.95 1.00
AMV2	0.94 0.96 0.82 1.00
AMVS	0.96 0.99 0.93 0.96 1.00
AMV1	0.88 0.92 0.97 0.79 0.92 1.00
AMV2	0.91 0.93 0.79 0.98 0.95 0.75 1.00

Interaktion und Fehler

AMV	1.00
AMVS	0.67 1.00
AMV1	0.47 0.73 1.00
AMV2	0.47 0.68 -.01 1.00
AMVS	0.55 0.91 0.62 0.66 1.00
AMV1	0.41 0.64 0.89 -.02 0.65 1.00
AMV2	0.34 0.60 -.02 0.89 0.71 -.07 1.00

 Anmerkung: die jeweils letzten 3 Kennwerte ohne
 Re-Eichung

6 Kontrolle der Atmung bei RSA-Kennwerten: Adjustierungen

Paul Grossman hatte die in Abschnitt 4 beschriebene aufwendige Prozedur zur Eichung der Gürtel-Atmung gezielt vorgeschlagen, um die von ihm bevorzugten RSA-Maße nach dem Peak-Valley-Verfahren zu adjustieren. Zu seiner korrelati-

ven Adjustierung, d.h. einem Auspartialisieren der Atem-Kennwerte aus den RSA-Kennwerten, sind lediglich *ähnliche Rangreihen* der Atem-Kennwerte von Maske und Gürtel notwendig. Die Frage ist: wie gut ist die Adjustierung mithilfe der geeichten Schätzwerte aus der Gürtel-Atmung im Vergleich zur Masken-Atmung?

6.1 Experimentelle und statistische Kontrolle

Der erste Vergleich benutzt die bereits experimentell kontrollierten Takt-Atmungs-Phasen, die ja für alle Vpn gleiche Atemfrequenz und Atemzugvolumina vorgeben. Ansonsten werden diese Phasen als relative Ruhen angesehen und dementsprechend mit den "echten" Ruhen vor dem Rechnen und vor Ergometer verglichen. Die Hypothese ist, daß statistisch adjustierte RSA-Kennwerte höher zwischen Ruhe und Taktatmung korrelieren als unadjustierte RSA-Kennwerte. Da die "echten" Ruhephasen im Liegen registriert wurden und Stehend-Phasen sich in der Atmung stark vom Liegen unterscheiden, wurden nur Vergleiche mit Taktatmung im Liegen vorgenommen.

Tabelle 20: Korrelationen der RSA-Variablen zwischen adjustierten Situationen (Takt-Atmung im Liegen) und zwei Ruhephasen mit verschiedener statistischer Adjustierung von Atemfrequenz und Atemzugvolumen.

<=== Adjustierung ===>

AF:	MA	MA	VFR	EW	VFR	EW
AZV:	MA	-- Reeeichung --				
		-- ja -- -- nein --				

Taktatmung 7 Zyklen und Ruhe vor Rechnen

RSA1	.46	.57	.58	.58	.59	.59	.59
RSA2	.46	.58	.59	.59	.59	.59	.59
RSA3	.40	.55	.58	.58	.58	.58	.58
RSA4	.40	.56	.59	.60	.60	.60	.60
RSA5	.45	.59	.62	.63	.63	.63	.63
RSA6	.58	.61	.62	.62	.62	.62	.62
RSA7	.49	.56	.57	.57	.57	.57	.57

Taktatmung 7 Zyklen und Ruhe vor Ergometer

RSA1	.36	.49	.54	.51	.52	.51	.51
RSA2	.37	.50	.54	.52	.53	.52	.52
RSA3	.36	.51	.58	.56	.56	.55	.56
RSA4	.37	.52	.59	.57	.57	.57	.57
RSA5	.46	.59	.66	.64	.64	.64	.64
RSA6	.57	.61	.62	.62	.62	.62	.62
RSA7	.46	.54	.54	.54	.54	.54	.54

Taktatmung 10 Zyklen und Ruhe vor Rechnen

RSA1	.39	.53	.54	.54	.54	.54	.54
RSA2	.39	.54	.55	.55	.55	.55	.55
RSA3	.32	.53	.56	.55	.55	.55	.55
RSA4	.33	.54	.57	.57	.56	.57	.56
RSA5	.38	.56	.59	.59	.59	.59	.59
RSA6	.53	.58	.59	.59	.59	.59	.59
RSA7	.43	.53	.53	.53	.53	.53	.53

Taktatmung 10 Zyklen und Ruhe vor Ergometer

RSA1	.30	.47	.51	.48	.48	.48	.48
RSA2	.30	.48	.51	.49	.49	.49	.49
RSA3	.30	.52	.58	.54	.54	.54	.54
RSA4	.31	.54	.59	.55	.55	.55	.55
RSA5	.38	.59	.65	.61	.61	.61	.61
RSA6	.55	.61	.61	.61	.61	.61	.61
RSA7	.39	.50	.50	.49	.50	.50	.50

Abkürzungen: AF=Atemfrequenz, AZV=Atemzugvolumen; MA=Maske, VFR=Vorzugsfrequenz, EW=Erwartungswert-Frequenz; RSA-Kennwerte s. Tabelle 6.

Mit Ausnahme der vollautomatischen 10-Sekunden-Range-Werte (RSA6, RSA7) sind die Korrelationen der Ruhen mit den Taktatmungen bei unadjustierten RSA-Kennwerten nur mittelhoch (.30 bis .46; RSA6/7 .39 bis .58). Durch statistische Kontrolle der *Atemfrequenz* werden die Koeffizienten um bis zu .23 (RSA4 bei Takt10) auf einheitlich .47 bis .61 gesteigert. Eine weitere Steigerung durch Kontrolle des *Atemzugvolumens* ist nicht zu erreichen, weder für Masken- noch für Gürtel-Kennwerte.

6.2 Vergleiche mit vagalen Variablen

Die RSA-Kennwerte sind der Theorie nach Kennwerte des vagalen Tonus (vgl. 1.4) und sollen demnach z.B. Blutdruck-Gruppen trennen, und zwar besser durch Atmungs-adjustierte als durch unadjustierte Kennwerte. Desweiteren können Vergleiche mit in der Literatur beschriebenen anderen vagalen physiologischen Variablen untersucht werden.

6.2.1 Geschlechts- und Blutdruckgruppen

In der vorliegenden Studie hat Cadalbert (1996) die Stichprobe für weibliche und männliche Studenten getrennt in Gruppen höheren und niedrigeren Blutdrucks eingeteilt. Über Gruppenunterschiede physiologischer (a.a.O., Kapitel 4) und

psychologischer (a.a.O., Kapitel 5) Variabler sind dort ausreichende Tabellen veröffentlicht. Hier wurden diese Gruppen auf Unterschiede in den RSA-Kennwerten untersucht. In den Taktatmungs-Phasen mit experimentell kontrollierter Atmung gibt es nur wenige und unsystematische Unterschiede der Blutdruckgruppen, wie Tabelle 21 zeigt. Geschlechtsunterschiede sind jedoch im Liegen bei allen RSA-Kennwerten zu beobachten, und zwar besonders große bei Herzfrequenz-Peak-Valley-Kennwerten (RSA3, RSA4, RSA5).

Tabelle 21: RSA Variable, Geschlecht und Blutdruck in Taktatmungs-Phasen: F-Werte mit Wahrscheinlichkeiten für Gruppenunterschiede (Geschlecht, Geschlecht X Blutdruck) oder Korrelations-Koeffizient mit Wahrscheinlichkeit (systolischer Blutdruck vor dem Experiment).

Variable	Geschl.X Blutdruck		Geschl.		systolisch. Blutdruck	
	F	p	F	p	r	p
<i>Taktatmung 7 Zyklen, Liegen</i>						
RSA1	1.5	.210	5.8	.018	-.21	.040
RSA2	1.5	.187	5.9	.017	-.21	.033
RSA3	2.6	.029	13.2	.000	-.14	.152
RSA4	2.7	.025	13.5	.000	-.15	.126
RSA5	3.2	.011	15.2	.000	-.08	.422
RSA6	1.0	.420	4.1	.045	-.17	.098
RSA7	2.9	.018	13.8	.000	-.06	.561

Tabelle 21 (Fortsetzung).

Variable	Geschl.X Blutdruck		Geschl.		systolisch. Blutdruck	
	F	p	F	p	r	p
<i>Taktatmung 10 Zyklen, Liegen</i>						
RSA1	2.1	.077	8.6	.004	-.20	.041
RSA2	1.9	.097	8.0	.006	-.19	.055
RSA3	3.9	.003	16.5	.000	-.15	.132
RSA4	3.7	.004	15.5	.000	-.14	.167
RSA5	4.6	.001	18.5	.000	-.10	.333
RSA6	1.9	.101	8.4	.005	-.21	.036
RSA7	4.2	.002	18.7	.000	-.11	.281
<i>Taktatmung 7 Zyklen, Stehen</i>						
RSA1	0.2	.959	0.1	.747	.01	.916
RSA2	0.2	.966	0.2	.640	.01	.955
RSA3	0.3	.928	0.0	.896	.04	.696
RSA4	0.2	.950	0.1	.821	.02	.813
RSA5	0.4	.827	0.0	.943	.05	.601
RSA6	0.3	.911	0.5	.488	.06	.561
RSA7	0.7	.591	0.5	.479	.12	.254
<i>Taktatmung 10 Zyklen, Stehen</i>						
RSA1	0.1	.994	0.3	.567	.00	.984
RSA2	0.1	.991	0.3	.569	.00	.990
RSA3	0.4	.849	0.3	.555	.04	.680
RSA4	0.4	.880	0.5	.482	.04	.679
RSA5	0.8	.570	0.3	.575	.06	.561
RSA6	0.2	.944	1.0	.320	-.01	.929
RSA7	1.3	.268	2.2	.139	.03	.760

Tabelle 22: Geschlechtsunterschiede der RSA-Kennwerte mit und ohne Atem-Adjustierungen in Ruhe vor Rechnen: Korrelationskoeffizienten und P-Wahrscheinlichkeiten.

<===== Adjustierungen =====>														
		AF_MA		AF_MA AZV		AF_VFR AZVS		AF_EW AZVS		AF_VFR AZVS_L1		AF_EW AZVS_L1		
RSA1	.03	.730	.02	.805	.09	.366	.06	.523	.05	.589	.06	.520	.05	.588
RSA2	.03	.735	.02	.812	.09	.361	.06	.513	.05	.574	.06	.512	.05	.577
RSA3	.11	.257	.11	.266	.18	.060	.18	.069	.17	.086	.17	.089	.15	.114
RSA4	.11	.256	.11	.263	.19	.055	.18	.060	.17	.074	.17	.079	.16	.102
RSA5	.15	.123	.15	.117	.23	.021	.23	.017	.22	.021	.21	.028	.20	.037
RSA6	.01	.916	.00	.956	.04	.628	.02	.819	.02	.834	.02	.802	.02	.824
RSA7	.03	.711	.02	.770	.06	.524	.04	.645	.03	.707	.05	.599	.04	.659

Anmerkung: Abkürzungen der Kennwerte Tabellen 5 und 6.

Sollte eine statistische Adjustierung der RSA-Kennwerte sinnvoll sein, so ist zu erwarten, daß

sich diese Geschlechtsunterschiede auch in ande-

ren (Ruhe-) Phasen zeigen, und zwar deutlicher bei adjustierten als bei unadjustierten Kennwerten.

Tabelle 22 zeigt die Ergebnisse für die Ruhe vor dem Rechnen. Die unadjustierten RSA-Kennwerte zeigen keine signifikanten Geschlechtsunterschiede, die Adjustierung auf die Atemfrequenz erbringt hier keine Verbesserung. Erst die Adjustierung auf das Atemzugvolumen steigert die Unterschiede, zumindest bei den schon bei der Taktatmung signifikantesten Kennwerten RSA3, RSA4 und RSA5 (Herzfrequenz-Peak-Valley), auf $r=.18$ bis $r=.23$ ($p<.05$ bei einseitigem Testen). Mit der geeichten Gürtelatmung läßt sich das gleiche Ergebnis erzielen, wobei Vorzugsfrequenz besser als Erwartungswert und die Kennwerte mit Re-Eichung besser sind als die ohne Re-Eichung.

6.2.2 Physiologische vagale Indikatoren

Von den in Tabelle 5 aufgelisteten physiologischen Variablen, die in der vorliegenden Studie verfügbar sind, werden von mehreren Autoren (insbesondere von Stemmler, 1992) einige als Indikatoren vagaler Aktivierung bezeichnet. In Tabelle 44 (S. 276) faßt Stemmler seine Untersuchung zu "Putative Autonomic Cardiovascular Activation Components" zusammen, von denen folgende Variablen der vagalen Komponente hier verfügbar sind (in Klammern Richtung und Stärke in 3 Stufen): Herzfrequenz (---), EKG P-Amplitude (--), EKG T-Amplitude (--), EKG P-Q-Strecke (++), EKG Q-T-Zeit mit Bazett-Korrektur (--), S-T-Strecken-Senkung (--), Pulswellengeschwindigkeit (--), Pulsvolumen-Amplitude (--), Herzminuten-Volumen (-), linksventrikuläre Austreibungszeit (++), RZ-Zeit (--), systolischer Blutdruck (--), diastolischer Blutdruck (--). Diese Variablen wurden zu einem Skore zusammengefaßt (z-Summe, Standardisierung auf die Fehlervarianz der zweifaktoriellen ANOVA mit Personen und Situationen; vgl. Stemmler, 1992) und Zusammenhänge mit den RSA-Kennwerten in Ruhe vor dem Rechnen (vagtone Aktiviertheit) sowie für die intraindividuellen Verläufe (phasisch = vagotone Aktivierung) analysiert (Korrelationen mit den Einzelvariablen in Tabelle A-8 im Anhang). Der Vergleich mit den Taktatmungs-Phasen muß hier wegen fehlender Blutdruckmessungen unterbleiben.

Tabelle 23 zeigt die *Querschnitts-Korrelationen* des vagalen Skores mit den RSA-Kennwerten. Da sich Stemmlers Beurteilung der vagalen Beeinflussung der einzelnen physiologischen Variablen auch am RSA-Kennwert des Peak-Valley-Verfahrens der RR-Abstände (RSA1, RSA2) orientierte (Verwendung des RSA-Kennwerts bei Diskriminanzanalysen und schrittweiser Modellanalyse), ist

es nicht verwunderlich, daß hier die höchsten Korrelationen zu finden sind, wohingegen die RSA-Kennwerte der Herzfrequenz (RSA3, RSA4, RSA5) nicht signifikant ausfallen.

Tabelle 23: R-Korrelationen der RSA-Kennwerte und einem vagalen physiologischen Skore in Ruhe vor dem Rechnen mit verschiedener statistischer Adjustierung von Atemfrequenz und Atemzugvolumen.

	<=== Adjustierung ===>						
	MA	MA	VFR	EW	VFR	EW	
AF:							
AZV:	MA	--	Reeichung	--			
		-- ja --		-- nein --			
RSA1	.22	.24	.27	.26	.26	.25	.25
RSA2	.21	.23	.27	.25	.25	.25	.25
RSA3	-.04	-.03	.00	.00	.00	-.02	-.02
RSA4	-.04	-.05	-.01	-.01	-.01	-.03	-.03
RSA5	-.19	-.21	-.18	-.17	-.17	-.20	-.19
RSA6	.22	.22	.24	.23	.23	.23	.23
RSA7	.23	.24	.26	.25	.25	.25	.25

Abkürzungen: AF=Atemfrequenz, AZV=Atemzugvolumen; MA=Maske, VFR=Vorzugsfrequenz, EW=Erwartungswert-Frequenz; RSA-Kennwerte s. Tabelle 6.

$r_{\geq .197} p<.05$, $r_{\geq .257} p<.01$.

Die Kontrolle der Atemfrequenz hat nur geringen Einfluß auf die Korrelationen (Steigerung von maximal .02), wohl aber die des Atemzugvolumens mit Maske gemessen (Steigerung um .03 bis .04). Dies gilt nur für die interaktiv kontrolliert erhobenen Kennwerte RSA1 und RSA2, nicht jedoch für die automatischen Range-Kennwerte RSA6 und RSA7. Die Atemzugvolumina der Gürtelatmung kontrollieren die RSA-Kennwerte weniger gut, insbesondere wenn auf Re-Eichung verzichtet wird. Diese Ergebnisse werden im Wesentlichen durch die Korrelationen der einzelnen Variablen (Tabelle A-8 im Anhang) gestützt, wobei bei den zwei EKG-Zeiten (PQ, QT) die Kontrolle der Atem-Kennwerte sogar eine Verminderung der Korrelationen bewirkt. Die Blutdruck-Variablen korrelieren eher mit den RSA-Kennwerten der Herzfrequenz.

Die *Längsschnitt-Korrelationen* in Tabelle 24, die die individuelle Verlaufsähnlichkeit von RSA-Kennwerten und vagalem Skore anzeigen, sind durchweg sehr hoch für die RSA-Kennwerte der RR-Abstände (RSA1, RSA2, RSA6, RSA7: .68 bis .72) und mittel bis hoch für die RSA-Kennwerte der Herzfrequenz (RSA3, RSA4, RSA5: .41 bis .59).

Tabelle 24: P-Korrelationen ("Innerhalb Personen") der RSA-Kennwerte und einem vagalen physiologischen Skore in Ruhe vor dem Rechnen mit verschiedener statistischer Adjustierung von Atemfrequenz und Atemzugvolumen.

	<=== Adjustierung ===>						
	MA	MA	VFR	EW	VFR	EW	
AF:							
AZV:	MA	--	Ree	ichung	--		
		-- ja --			-- nein --		
RSA1	.69	.70	.70	.70	.70	.70	.70
RSA2	.68	.69	.70	.70	.70	.70	.70
RSA3	.59	.60	.61	.61	.61	.61	.60
RSA4	.58	.59	.60	.60	.60	.60	.60
RSA5	.41	.41	.41	.42	.42	.42	.42
RSA6	.72	.72	.72	.72	.72	.72	.72
RSA7	.70	.71	.71	.71	.71	.71	.71

Abkürzungen: AF=Atemfrequenz, AZV=Atemzugvolumen; MA=Maske, VFR=Vorzugsfrequenz, EW=Erwartungswert-Frequenz; RSA-Kennwerte s. Tabelle 6.

$r \geq .197$ $p < .05$, $r \geq .257$ $p < .01$.

Adjustierungen der Atem-Kennwerte sind hier ohne Auswirkung. Die automatischen Range-Kennwerte (RSA6, RSA7) korrelieren geringfügig höher mit dem vagalen Skore als die aufwendigen interaktiven Kennwerte (RSA1, RSA2). Diese Ergebnisse werden durch die Korrelationen der einzelnen vagalen Variablen gestützt (Tabelle A-9 im Anhang).

7 Schlußbemerkungen

7.1 Beurteilung der RSA-Kennwerte

RSA-Kennwerte als Indikatoren vagaler Prozesse wurden von mehreren Autoren beschrieben und empfohlen (s. 1.4). Aus der groß angelegten Studie von Stemmler (1992) unter Verwendung von medikamentösen Doppelblockaden läßt sich eine Bevorzugung von Peak-Valley-Kennwerten der *RR-Abstände* vor denen der Herzfrequenz ableiten, was sich in dieser Studie bei den Zusammenhängen mit einem vagalen Skore bestätigen läßt (Tabellen 23 und A-8). Außerdem weisen die Herzfrequenz-Kennwerte höhere Fehler-Komponenten in der zweifaktoriellen ANOVA auf (Tabelle 8). Lediglich bei der Untersuchung der Geschlechtsunterschiede schneiden die Herzfrequenz-Kennwerte besser ab (Tabellen 21 und 22).

Die einfach zu bestimmenden *Range-Kennwerte* scheinen durchaus zu genügen, sie weisen hohe

Redundanzen auf (Tabelle 10 und A-3) und haben höhere R-Korrelationen zum vagalen Skore (Tabelle 23). Bei manchen Eigenschaften sind sie sogar zu bevorzugen, wie z.B. bei den Verteilungsauffälligkeiten (Tabelle 7 und A-2), der Stabilität (Tabelle 8) und Längsschnitt-Korrelationen (Tabelle 24).

Die *Gewichtung mit der Atemperiode* erbrachte keine zusätzlichen Informationen im Vergleich mit arithmetischen (ungewichteten) Mittelwerten. Die Redundanzen liegen sowohl bei Querschnitts- als auch bei Längsschnitt-Betrachtung und sogar bei den sogenannten systemischen Korrelationen nahe 1 (Tabellen 9 und 10, sowie Tabelle A-3).

7.2 Notwendigkeit von Atmungs-Adjustierungen

Beim Vergleich der *experimentellen* Kontrolle der Atmung (Taktatmung) mit der *statistischen* Kontrolle (Auspartialisierungen) konnte belegt werden, daß eine Kontrolle der *Atemfrequenz* genügt, die Kontrolle des Atemzugvolumens erbrachte keinerlei Verbesserungen mehr (Tabelle 20). Dagegen konnten durch Kontrolle auch des *Atemzugvolumens* Geschlechtsunterschiede deutlicher gemacht werden (Tabelle 22) und die Korrelationen zum vagalen Skore zumindest im Querschnitt gesteigert werden (Tabelle 23). Diese letzteren Befunde erscheinen jedoch weniger bedeutend als die Vergleiche mit Taktatmungs-Phasen. In jedem Falle wird empfohlen, die einfach durchzuführende Registrierung und Parametrisierung der Atemfrequenz vorzusehen, um eine Adjustierung der RSA-Kennwerte zu ermöglichen.

7.3 Beurteilung der Atemvariablen

Alle *Atemfrequenz-Kennwerte* sind hoch redundant (Tabellen 14, 15 und A-6), die Vorzugsfrequenzen unterschätzen i.A. die Maskenfrequenz, die Erwartungswert-Frequenzen sind in relativen Ruhephasen größer, in Belastungsphasen eher kleiner als die Maskenfrequenz (Abbildung 8a, Tabellen 12, A-5 und A-6).

Die Bestimmung des *Atemzugvolumens* aus den zwei Gürtel-Atmungen überschätzten das Maskenvolumen deutlich, und zwar umso mehr, je länger die Eichung der Gürtel zurücklag (Abbildung 8b-d, Tabellen 12, A-5 und A-6). Im Querschnitt korrelierten die Schätzungen mit der Maskenatmung in Ruhe sehr hoch, unter Belastung immer noch hoch (Tabellen 16 und A-6), fallen jedoch bei länger zurückliegender Eichung deutlich ab. Über die Ursachen hierfür können nur Vermutungen angestellt werden: (1) zeitliche Veränderungen der Auf-

nahme-Geräte, sowohl der Atemmaske (z.B. Temperatur und Feuchte im Maskenraum, Dichtigkeit), als auch der Gürtel (exakte Fixierung, Erwärmung); (2) Änderung des Atem-Verhaltens der Versuchsperson durch ungewohnte Meßapparaturen (Hemmungen der Atmung durch Maske und Gürtel); (3) zeitliche Änderungen des (sicherlich approximativen) linearen Eich-Modells, insbesondere von nichtlinearen Varianzanteilen.

Die Schätzmethode der *Eichfaktoren*, d.h. einfache Regression der Gürtel/Maske-Quotienten vs. multipler Regression, sind redundant, jedoch sind getrennte Eichungen für unterschiedliche Körperpositionen dringend geboten (Abbildung 4, Tabelle A-4). Eine Re-Eichung in angemessenen zeitlichen Abständen wird angesichts relativ schwacher Stabilitäten empfohlen (Abbildung 5).

Die Registrierung der Atmung in psychophysiologischen Untersuchungen stellt eine wesentliche Komponente bei der Beurteilung der körperlichen Leistung und Leistungsfähigkeit dar. Angesichts der großen Beeinträchtigungen von Atemmasken-Registrierungen insbesondere unter Monitoring-Bedingungen scheint uns eine geeichte Gürtelatmung vertretbar, selbst wenn die Genauigkeit im Vergleich zur Maskenatmung zu wünschen übrig läßt. Zwischenzeitliche Eichungen während des Monitorings sind vermutlich meist nicht zu leisten, sodaß weitere Abstriche an der Verlässlichkeit der Volumenmessung zu machen sind. Zur Kontrolle der Atmung bei Untersuchungen der als vagale Aktivierungsvariable bezeichneten RSA-Kennwerten scheint jedoch die Registrierung der Atemfrequenz ausreichend.

Literaturverzeichnis

- Anrep, G.V., Pascual, W., & Rössler, R. (1936a). Respiratory variations of the heart rate. I. The reflex mechanism of the respiratory arrhythmia. *Proceedings of the Royal Society, Series B*, 119, 191-217.
- Anrep, G.V., Pascual, W., & Rössler, R. (1936b). Respiratory variations of the heart rate. II. The central mechanism of the sinus arrhythmia and the inter-relationship between central and reflex mechanisms. *Proceedings of the Royal Society, Series B*, 119, 218-230.
- Askanazi, J., Silverberg, P.A., Foster, R.J., Hyman, A.I., Milic-Emili, J., & Kinney, J.M. (1980). Effects of respiratory apparatus on breathing pattern. *Journal of Applied Physiology: Respiratory Environment Exercise in Physiology*, 48, 577-580.
- Berntson, G.G., Cacioppo, J.T., & Quigley, K.S. (1993). Respiratory sinus arrhythmia: Autonomic origins, physiological mechanisms, and psychophysiological implications. *Psychophysiology*, 30, 183-196.
- Cadalbert, B. (1996). *Die Psychophysiologie des niedrigen Blutdrucks: Kreislaufregulation, Lebensgewohnheiten und Beschwerden*. Inaugural-Dissertation, Freiburg.
- Clynes, M. (1960). Respiratory sinus arrhythmia: laws derived from computer simulation. *Journal of Applied Physiology*, 15, 863-874.
- Ewert, U. (1990). *Die Habituation der Orientierungsreaktion bei normotonen und blutdruckreaktiven Personen*. Unveröff. Dipl.Arbeit, Freiburg.
- Fahrenberg, J. & Foerster, F. (1989). *Nicht-invasive Methodik für die kardiovaskuläre Psychophysiologie*. Frankfurt a.M.: Lang.
- Foerster, F. (1978). Zur psychophysiologischen Methodik: Phasische Herzfrequenz-Reaktionen unter Berücksichtigung der respiratorischen Arrhythmie. *Zeitschrift für Psychologie*, 186, 4, 518-528.
- Foerster, F. (1984). *Computerprogramme zur Biosignalanalyse*. Berlin: Springer.
- Gilbert, R., Auchincloss, J.H., Brodsky, J., & Boden, W. (1972). Changes in tidal volume, frequency, and ventilation induced by their measurement. *Journal of Applied Physiology*, 33, 252-254.
- Grossman, P., Karemaker, J., & Wieling, W. (1991). Prediction of tonic parasympathetic cardiac control using respiratory sinus arrhythmia: The need for respiratory control. *Psychophysiology*, 28, 201-216.
- Grossmann, P., & Kollai, M. (1991). Individual differences in cardiac vagal tone predicted by resting heart period and respiratory sinus arrhythmia. *Psychophysiology*, 28(suppl.), S27.
- Grossman, P., Stemmler, G., & Meinhardt, E. (1990). Paced respiration sinus arrhythmia as an index of cardiac parasympathetic tone during varying behavioral tasks. *Psychophysiology*, 27, 404-416.
- Grossman, P. & Svebak, S. (1987). Respiratory sinus arrhythmia as an index of parasympathetic cardiac control during active coping. *Psychophysiology*, 24, 228-235.
- Grossman, P., van Beek, J. & Wientjes, C. (1990). A comparison of three quantification methods for estimation of respiratory sinus arrhythmia. *Psychophysiology*, 27, 702-714.
- Hirsch, J.A., & Bishop, B. (1981). Respiratory sinus arrhythmia in humans: How breathing pattern modulates heart rate. *American Journal of Physiology*, 241, H620-H629.
- Marwitz, M., Foerster, F., Ewert, U. und Fahrenberg, J. (1996). Is borderline hypertension associated with enhanced amplitude of orienting reaction and slower habituation in electrodermal and cardiovascular response systems? (submitted).
- Morel, D.R., Forster, A., & Suter, P.M. (1983). Noninvasive ventilatory monitoring with bellows pneumographs in supine subjects. *Journal of Applied Physiology*, 55(2), 598-606.
- Mulder, L.J.M., van Roon, A.M. & Schweizer, D.A. (1995). *CARSPAN: Cardiovascular Data Analysis Environment (Software)*. Groningen (NL): ProGAMMA.
- Porges, S.W. (1986). *Respiratory sinus arrhythmia: Physiological basis, quantitative methods, and clinical implications*. In P. Grossman, K. Janssen, & D. Vaitl (Eds.), *Cardiorespiratory and cardiosomatic psychophysiology*. New York: Plenum.
- Quigley, K.S., & Berntson, G.G. (1990). Autonomic origins of cardiac responses to nonsignal stimuli in the rat. *Behavioral Neuroscience*, 104, 751-762.
- Stemmler, G. (1992). *Differential Psychophysiology: Persons in Situations*. Berlin: Springer, Germany.
- Wilhelm, F. & Roth, W.T. (1993). Exercise and emotional activation in ambulatory recording distinguished by respiratory parameters. *Poster, SPR, München*.

Anhang A

(Zusätzliche Tabellen)

Tabelle A-1:	Biosignableitungen im Überblick	35
Tabelle A-2:	Grundstatistiken der RSA-Kennwerte	38
Tabelle A-3:	Vergleich verschiedener RSA-Kennwerte innerhalb einzelner Situationen	40
Tabelle A-4:	Vergleich der Eichfaktoren	46
Tabelle A-5:	Grundstatistiken der Atmungs-Kennwerte	48
Tabelle A-6:	Vergleiche der Atmungs-Kennwerte innerhalb einzelner Situationen	52
Tabelle A-7:	Stabilitäten der Atmungs-Kennwerte	68
Tabelle A-8:	R-Korrelationen der RSA-Kennwerte mit Adjustierungen	71
Tabelle A-9:	P-Korrelationen der RSA-Kennwerte mit Adjustierungen	73

Tabelle A-1: Biosignalableitungen im Überblick (aus: Cadalbert, 1995).

Biosignal Charakteristik	Impedanzkardiogramm IKG (EKG, Z_0 , dZ/dt) Amplitude, Frequenzbereich 0 Hz (DC) bis ca. 30 Hz
Ableitstelle	Zwei Bandelektroden am Hals im Abstand von 3 cm: eine Bandelektrode über dem Processus Xiphoideus, eine Bandelektrode 3 cm tiefer
Aufnehmer	Selbstklebende Aluminium-Mylar-Bandelektroden (Diefenbach, Frankfurt) Vorbehandlung: Evtl. Rasieren bei starker Behaarung, Waschbenzin
Anbringung	Bandelektroden während Inspiration kleben, um Behinderung zu reduzieren Abstand der inneren Bandelektroden vorne und hinten möglichst gleich halten
Koppler bzw. Verstärker Verstärkungs- faktor	Impedanzkardiograph der Meddata GmbH, Stuttgart (nach Prof. Faust, Institut für Biomedizinische Technik, Universität Stuttgart); Meßwechselspannung: 100 kHz, 1 mA Z_0 : 0.01 V/Ohm dZ/dt : 0.1 V/Ohm/sec
Grenzfrequenz	Obere G.: Z_0 : 6 Hz dZ/dt : ca. 30 Hz Untere G.: Z_0 : 0 Hz dZ/dt : 0.02 Hz
Eichung	Entfällt
Filter	EKG: TP 100 Hz/48 dB; dZ/dt : TP 100 Hz/48 dB Z_0 : TP 20 Hz/48 dB pro Oktave
Filtertyp	Butterworth
AD-Wandler	14 bit
Abtastrate	4 ms
Artefaktquellen	Unzweckmäßige Anbringung der Bandelektroden, starke Brustbehaarung, Fett oder Schweiß auf den Ableitstellen, sehr starke oder unregelmäßige Atmung
Biosignal Charakteristik	Phonokardiogramm PKG Amplitude, Frequenzbereich ca. 10 bis 50 (150) Hz
Ableitstelle	Durch Auskultation individuell zu bestimmende Position maximaler Intensität: u.U. 2. ICR links vom Sternum oder 3. ICR 5 cm links vom Sternum
Aufnehmer	Herzschallmikrofon KHM (Fa.Diefenbach, Frankfurt) relativ leichtes elektrodynamisches Mikrofon im Kunststoffgehäuse
Anbringung	Fixierung durch Gummiband
Grenzfrequenz	näherungsweise bestimmter Bereich: 20 Hz - > 150 Hz
Verstärkungsfaktor	Einstellbar
Grenzfrequenz	Obere G.: 200 Hz Untere G.: 0 - 1 Hz
Eichung	Entfällt
Filter	TP 200 Hz/48 dB
Filtertyp	Butterworth
AD-Wandler	14 bit
Abtastrate	4 ms
Artefaktquellen	Unzweckmäßige Position, zu lockere oder zu feste Anbringung, störender Raumschall oder wenn Proband spricht

Biosignal	Arterieller Blutdruck
Charakteristik	Systolischer und diastolischer Blutdruck (Phase 4 und 5)
Ableitstelle	Linker Oberarm
Aufnehmer	1. Quecksilber-Standmanometer, Erkameter / Stethoskop / Manschette (Breite 13 cm) / Mikrofon für Korotkov-Geräusche unter dem Manschettenrand
Anbringung	2. Electronic 3000s halbautomatisch (Fa. Speidel & Keller) Mit Haftband über Brachialis
Artefaktquellen	Unzweckmäßige Anbringung von Manschette und Mikrofon, zu kleine oder zu große Manschette, zu langsamer oder zu schneller Druckabfall

Biosignal	Arterienpuls am Ohr
Charakteristik	Amplitude, Frequenzbereich 0 Hz (DC) bis ca. 30 Hz
Ableitstelle	Mittlerer Rand der Ohrmuschel mit empirischer Optimierung der Signalamplitude durch Verschiebung des Aufnehmers
Aufnehmer	Hewlett-Packard Optoelektronischer Wandler HP 780-16 (Fotowiderstand, Cadmiumselenid) an 24 V mit Vorwiderstand
Anbringung	Unter schwarzem Lichtschutz (Eigenanfertigung aus lichtundurchlässigem Stoff) mit Haarklammern fixiert
Grenzfrequenz	Obere G.: ca 50 Hz Untere G.: 0 Hz
Verstärker	Aufnahmemodul für arteriellen Puls im IKG Meddata
Verstärkungsfaktor	bis max. 600fach
Grenzfrequenz	Obere G.: 125 Hz Untere G.: 0.07 Hz
Eichung	Entfällt
Filter	TP 100 Hz/48 dB pro Oktave
Filtertyp	Butterworth
AD-Wandler	14 bit
Abtastrate	4 ms
Artefaktquellen	Mangelnde Befestigung, Eindringen von externem Licht

Biosignal	Pneumogramm Bauch/Brust
Charakteristik	Amplitude, respiratorische Phasen
Ableitstelle	Thorax (etwa in Höhe der Brustwarzen) und Bauch (etwa in Höhe des Bauchnabels)
Aufnehmer	Zwei flexible Schläuche (Lafayette über Albrecht, München)
Anbringung	Unter leichter Vorspannung der Schläuche über Thorax bzw. Oberbauch mit zwei Druckwandler (Schwarzer, Typ Z 9/37, modifiziert V. Höppner)
Verstärker	Eigenbau (V. Höppner, untere Grenzfrequenz ca. 0.001 Hz)
Eichung	Mit Hilfe des Atemzugvolumens über Maske (SPIR), Programm BEATM (F. Foerster)
Filter	TP 30 Hz/24 dB pro Oktave
Filtertyp	Butterworth
AD-Wandler	14 bit
Abtastrate	4 ms

Artefaktquellen stärkere Körperbewegungen, Sprechen, Husten

Biosignal	Spirometer SPIR
Charakteristik	Expiratorisches Atemminutenvolumen (l/min), Atemfrequenz
Ableitstelle	Mund und Nase
Aufnehmer	Atemmaske, Schlauch, Pneumotachograph EOS-Sprint (Fa. Jaeger)
Anbringung	Maske über Mund und Nase mit Hilfe eines um den Hinterkopf befestigten Gummibands
Frequenz	15-, 30-, oder 60-Sekunden-Intervalle
Eichung	Tägliche Volumeneichung mit Hilfe einer Ein-Liter-Eichpumpe Automatischer Nullpunkt abgleich durch Pneumotachograph
Artefaktquellen	Zu lockere Anbringung der Maske kann zu einem "Leck" führen (Kontrolle: vor Verbindung der Maske mit dem Pneumotachographen, muß der Proband durch Inspiration die Maske an das Gesicht "ansaugen" können, ohne Luft zu bekommen. Unsauberes Rohr sieb.

Tabelle A-2: Grundstatistiken der RSA-Kennwerte (Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, Maximum, Schiefe, Wölbung; alle Variable N=100).

Taktatmung 7 Zyklen, Liegen.

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
RSA1	238.7	127.7	75.0	656.0	1.3	1.3
RSA2	238.0	127.5	75.0	655.0	1.3	1.4
RSA3	167.6	70.8	58.0	393.0	0.7	0.5
RSA4	167.3	70.9	58.0	393.0	0.8	0.5
RSA5	227.3	98.3	62.0	497.0	0.5	0.0
RSA6	254.2	132.4	82.0	691.0	1.3	1.5
RSA7	220.7	117.7	58.0	641.0	1.3	1.5

Ruhe vor Rechnen

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
RSA1	169.4	116.8	45.0	713.0	2.4	7.7
RSA2	172.9	116.9	48.0	719.5	2.4	7.6
RSA3	103.6	56.7	28.5	303.0	1.5	2.6
RSA4	105.9	56.6	29.5	305.0	1.4	2.3
RSA5	132.4	74.4	28.5	408.0	1.3	1.9
RSA6	237.2	123.8	87.0	692.5	1.7	3.3
RSA7	167.0	99.1	53.5	595.0	1.9	4.3

Taktatmung 10 Zyklen, Liegen.

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
RSA1	161.4	96.0	33.0	525.0	1.7	3.2
RSA2	161.3	96.0	33.0	523.0	1.7	3.1
RSA3	120.7	56.9	38.0	303.0	1.1	1.0
RSA4	120.8	57.1	38.0	302.0	1.0	0.9
RSA5	168.2	79.2	40.0	390.0	0.7	-0.1
RSA6	195.8	108.7	40.0	615.0	1.6	2.9
RSA7	155.6	97.9	26.0	559.0	1.9	3.9

Rechnen

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
RSA1	97.2	61.6	25.6	350.6	1.7	3.0
RSA2	100.4	62.3	29.4	349.2	1.6	2.6
RSA3	73.2	34.8	25.6	202.6	1.5	2.6
RSA4	75.9	35.4	26.2	201.8	1.4	2.0
RSA5	103.4	48.7	26.8	253.8	1.2	1.4
RSA6	167.2	83.0	60.4	495.4	1.6	2.9
RSA7	106.3	61.6	31.0	361.4	1.7	3.1

Taktatmung 7 Zyklen, Stehen.

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
RSA1	167.9	76.9	46.0	394.0	0.9	0.5
RSA2	166.8	77.1	46.0	424.0	0.9	0.7
RSA3	175.3	65.4	37.0	337.0	0.2	-0.6
RSA4	174.3	65.0	36.0	337.0	0.3	-0.6
RSA5	287.8	115.4	50.0	577.0	0.3	-0.6
RSA6	187.8	79.2	49.0	411.0	0.8	0.4
RSA7	160.7	72.0	42.0	364.0	0.8	0.5

Ruhe vor Ergometer

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
RSA1	160.1	98.4	44.7	646.0	2.0	6.0
RSA2	162.8	98.4	45.3	647.3	1.9	5.8
RSA3	97.9	52.4	27.3	284.0	1.3	2.1
RSA4	99.5	52.2	27.7	284.7	1.2	1.7
RSA5	123.6	68.8	33.3	337.0	1.2	1.4
RSA6	227.6	109.0	73.3	661.3	1.5	3.0
RSA7	162.6	88.2	44.7	585.0	1.7	4.9

Taktatmung 10 Zyklen, Stehen.

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
RSA1	93.6	53.9	12.0	329.0	1.5	3.2
RSA2	93.1	53.0	11.0	331.0	1.6	3.6
RSA3	104.4	48.2	10.0	282.0	1.3	2.4
RSA4	103.8	46.4	10.0	284.0	1.2	1.9
RSA5	177.3	83.9	15.0	551.0	1.4	3.6
RSA6	133.1	71.5	39.0	475.0	1.9	5.6
RSA7	91.6	50.6	17.0	274.0	1.2	1.6

Ergometer 50 Watt

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
RSA1	34.9	23.1	9.5	118.3	1.4	1.9
RSA2	36.8	24.9	9.0	138.8	1.5	2.7
RSA3	41.0	23.0	13.5	143.8	1.9	5.0
RSA4	43.3	25.4	13.5	168.5	2.2	7.5
RSA5	71.1	39.5	24.8	294.0	2.5	10.3
RSA6	76.9	43.1	23.3	222.0	1.3	1.3
RSA7	42.9	26.4	12.3	125.0	1.2	0.8

Ergometer 100 Watt

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
RSA1	17.0	14.3	4.5	100.3	3.4	14.4
RSA2	17.6	15.2	4.5	103.0	3.3	13.6
RSA3	29.7	19.6	11.5	140.0	3.5	14.6
RSA4	30.8	20.8	11.5	144.0	3.4	14.0
RSA5	62.6	37.4	25.0	262.5	3.3	12.9
RSA6	44.1	29.0	17.5	247.5	4.1	24.6
RSA7	21.6	16.5	6.5	115.8	3.0	12.2

Ergometer-Erholung 2

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
RSA1	128.9	94.7	13.0	650.5	2.6	10.2
RSA2	131.4	95.9	12.5	650.0	2.5	9.3
RSA3	91.0	51.3	20.0	330.0	1.9	5.2
RSA4	92.6	52.0	19.0	329.5	1.8	4.7
RSA5	124.4	67.4	18.0	381.5	1.4	2.6
RSA6	195.5	108.0	30.5	690.0	1.8	4.5
RSA7	137.8	95.0	17.5	662.0	2.6	9.9

Ergometer-Erholung 1

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
RSA1	114.6	73.1	15.0	432.0	1.9	5.3
RSA2	120.5	77.3	15.5	462.0	2.0	5.9
RSA3	99.7	45.2	27.5	252.0	1.0	0.8
RSA4	104.5	47.7	27.0	263.5	1.0	0.8
RSA5	153.8	65.6	44.5	320.5	0.6	-0.5
RSA6	185.8	88.8	26.0	521.0	1.3	2.3
RSA7	121.3	71.1	11.5	457.5	1.7	4.5

Ergometer-Erholung 3

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
RSA1	130.4	93.8	17.0	605.3	2.3	7.3
RSA2	133.1	98.1	18.0	619.3	2.4	7.7
RSA3	86.0	48.8	21.7	295.0	1.8	4.0
RSA4	87.6	50.1	21.0	301.7	1.7	3.7
RSA5	114.1	62.8	18.3	332.0	1.3	1.9
RSA6	192.6	105.1	47.0	596.0	1.6	2.6
RSA7	132.9	86.4	23.0	526.7	2.0	5.2

Tabelle A-3: Vergleich verschiedener RSA-Kennwerte innerhalb einzelner Situationen.

Var.1	Var.2	Mittelwerte			Standardabweichungen			Korrelationen	
		Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Taktatmung, 7 Atemzüge pro Minute, liegend									
RSA1	RSA2	238.73	237.96	.194	127.71	127.47	.694	.99	.001
	RSA3	238.73	167.62	.001	127.71	70.78	.001	.84	.001
	RSA4	238.73	167.30	.001	127.71	70.92	.001	.84	.001
	RSA5	238.73	227.27	.249	127.71	98.32	.001	.64	.001
	RSA6	238.73	254.24	.001	127.71	132.43	.004	.99	.001
RSA2	RSA7	238.73	220.69	.001	127.71	117.73	.001	.98	.001
	RSA3	237.96	167.62	.001	127.47	70.78	.001	.85	.001
	RSA4	237.96	167.30	.001	127.47	70.92	.001	.84	.001
	RSA5	237.96	227.27	.280	127.47	98.32	.001	.64	.001
	RSA6	237.96	254.24	.001	127.47	132.43	.004	.99	.001
RSA3	RSA7	237.96	220.69	.001	127.47	117.73	.001	.98	.001
	RSA4	167.62	167.30	.351	70.78	70.92	.692	.99	.001
	RSA5	167.62	227.27	.001	70.78	98.32	.001	.94	.001
	RSA6	167.62	254.24	.001	70.78	132.43	.001	.84	.001
	RSA7	167.62	220.69	.001	70.78	117.73	.001	.85	.001
RSA4	RSA5	167.30	227.27	.001	70.92	98.32	.001	.94	.001
	RSA6	167.30	254.24	.001	70.92	132.43	.001	.84	.001
	RSA7	167.30	220.69	.001	70.92	117.73	.001	.84	.001
RSA5	RSA6	227.27	254.24	.008	98.32	132.43	.001	.64	.001
	RSA7	227.27	220.69	.481	98.32	117.73	.018	.65	.001
RSA6	RSA7	254.24	220.69	.001	132.43	117.73	.001	.98	.001

Var.1	Var.2	Mittelwerte			Standardabweichungen			Korrelationen	
		Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Taktatmung, 10 Atemzüge pro Minute, liegend									
RSA1	RSA2	161.36	161.25	.822	96.01	95.97	.907	.99	.001
	RSA3	161.36	120.72	.001	96.01	56.90	.001	.87	.001
	RSA4	161.36	120.78	.001	96.01	57.06	.001	.86	.001
	RSA5	161.36	168.20	.334	96.01	79.16	.008	.69	.001
	RSA6	161.36	195.79	.001	96.01	108.73	.001	.98	.001
RSA2	RSA7	161.36	155.57	.001	96.01	97.92	.099	.99	.001
	RSA3	161.25	120.72	.001	95.97	56.90	.001	.87	.001
	RSA4	161.25	120.78	.001	95.97	57.06	.001	.87	.001
	RSA5	161.25	168.20	.323	95.97	79.16	.008	.69	.001
	RSA6	161.25	195.79	.001	95.97	108.73	.001	.97	.001
RSA3	RSA7	161.25	155.57	.001	95.97	97.92	.162	.98	.001
	RSA4	120.72	120.78	.829	56.90	57.06	.624	.99	.001
	RSA5	120.72	168.20	.001	56.90	79.16	.001	.95	.001
	RSA6	120.72	195.79	.001	56.90	108.73	.001	.85	.001
	RSA7	120.72	155.57	.001	56.90	97.92	.001	.84	.001
RSA4	RSA5	120.78	168.20	.001	57.06	79.16	.001	.95	.001
	RSA6	120.78	195.79	.001	57.06	108.73	.001	.84	.001
	RSA7	120.78	155.57	.001	57.06	97.92	.001	.83	.001
RSA5	RSA6	168.20	195.79	.001	79.16	108.73	.001	.67	.001
	RSA7	168.20	155.57	.090	79.16	97.92	.005	.66	.001
RSA6	RSA7	195.79	155.57	.001	108.73	97.92	.001	.97	.001

Var.1	Var.2	Mittelwerte			Standardabweichungen			Korrelationen	
		Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Taktatmung, 7 Atemzüge pro Minute, stehend									
RSA1	RSA2	167.92	166.77	.137	76.93	77.08	.827	.99	.001
	RSA3	167.92	175.26	.107	76.93	65.42	.007	.80	.001
	RSA4	167.92	174.26	.160	76.93	65.00	.005	.80	.001
	RSA5	167.92	287.83	.001	76.93	115.41	.001	.57	.001
	RSA6	167.92	187.83	.001	76.93	79.18	.158	.97	.001
	RSA7	167.92	160.69	.001	76.93	71.99	.001	.99	.001
RSA2	RSA3	166.77	175.26	.072	77.08	65.42	.008	.79	.001
	RSA4	166.77	174.26	.100	77.08	65.00	.005	.80	.001
	RSA5	166.77	287.83	.001	77.08	115.41	.001	.56	.001
	RSA6	166.77	187.83	.001	77.08	79.18	.226	.97	.001
	RSA7	166.77	160.69	.001	77.08	71.99	.001	.98	.001
RSA3	RSA4	175.26	174.26	.140	65.42	65.00	.541	.99	.001
	RSA5	175.26	287.83	.001	65.42	115.41	.001	.94	.001
	RSA6	175.26	187.83	.011	65.42	79.18	.003	.78	.001
	RSA7	175.26	160.69	.002	65.42	71.99	.126	.78	.001
RSA4	RSA5	174.26	287.83	.001	65.00	115.41	.001	.93	.001
	RSA6	174.26	187.83	.006	65.00	79.18	.002	.79	.001
	RSA7	174.26	160.69	.003	65.00	71.99	.100	.78	.001
RSA5	RSA6	287.83	187.83	.001	115.41	79.18	.001	.56	.001
	RSA7	287.83	160.69	.001	115.41	71.99	.001	.55	.001
RSA6	RSA7	187.83	160.69	.001	79.18	71.99	.001	.97	.001

Var.1	Var.2	Mittelwerte			Standardabweichungen			Korrelationen	
		Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Taktatmung, 10 Atemzüge pro Minute, stehend									
RSA1	RSA2	93.64	93.06	.110	53.93	53.03	.012	.99	.001
	RSA3	93.64	104.35	.001	53.93	48.25	.032	.85	.001
	RSA4	93.64	103.80	.001	53.93	46.38	.004	.86	.001
	RSA5	93.64	177.28	.001	53.93	83.89	.001	.66	.001
	RSA6	93.64	133.06	.001	53.93	71.47	.001	.95	.001
	RSA7	93.64	91.63	.064	53.93	50.56	.002	.98	.001
RSA2	RSA3	93.06	104.35	.001	53.03	48.25	.079	.84	.001
	RSA4	93.06	103.80	.001	53.03	46.38	.010	.85	.001
	RSA5	93.06	177.28	.001	53.03	83.89	.001	.65	.001
	RSA6	93.06	133.06	.001	53.03	71.47	.001	.94	.001
	RSA7	93.06	91.63	.201	53.03	50.56	.024	.97	.001
RSA3	RSA4	104.35	103.80	.326	48.25	46.38	.001	.99	.001
	RSA5	104.35	177.28	.001	48.25	83.89	.001	.95	.001
	RSA6	104.35	133.06	.001	48.25	71.47	.001	.88	.001
	RSA7	104.35	91.63	.001	48.25	50.56	.379	.85	.001
RSA4	RSA5	103.80	177.28	.001	46.38	83.89	.001	.93	.001
	RSA6	103.80	133.06	.001	46.38	71.47	.001	.87	.001
	RSA7	103.80	91.63	.001	46.38	50.56	.095	.85	.001
RSA5	RSA6	177.28	133.06	.001	83.89	71.47	.019	.73	.001
	RSA7	177.28	91.63	.001	83.89	50.56	.001	.67	.001
RSA6	RSA7	133.06	91.63	.001	71.47	50.56	.001	.94	.001

Var.1	Var.2	Mittelwerte			Standardabweichungen			Korrelationen	
		Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Ruhe 5: vor Rechnen									
RSA1	RSA2	169.38	172.93	.001	116.78	116.90	.854	.99	.001
	RSA3	169.38	103.61	.001	116.78	56.66	.001	.86	.001
	RSA4	169.38	105.91	.001	116.78	56.59	.001	.86	.001
	RSA5	169.38	132.44	.001	116.78	74.37	.001	.69	.001
	RSA6	169.38	237.17	.001	116.78	123.79	.135	.92	.001
RSA2	RSA7	169.38	167.00	.510	116.78	99.09	.001	.95	.001
	RSA3	172.93	103.61	.001	116.90	56.66	.001	.86	.001
	RSA4	172.93	105.91	.001	116.90	56.59	.001	.86	.001
	RSA5	172.93	132.44	.001	116.90	74.37	.001	.69	.001
	RSA6	172.93	237.17	.001	116.90	123.79	.145	.92	.001
RSA3	RSA7	172.93	167.00	.101	116.90	99.09	.001	.95	.001
	RSA4	103.61	105.91	.001	56.66	56.59	.855	.99	.001
	RSA5	103.61	132.44	.001	56.66	74.37	.001	.95	.001
	RSA6	103.61	237.17	.001	56.66	123.79	.001	.80	.001
	RSA7	103.61	167.00	.001	56.66	99.09	.001	.84	.001
RSA4	RSA5	105.91	132.44	.001	56.59	74.37	.001	.95	.001
	RSA6	105.91	237.17	.001	56.59	123.79	.001	.79	.001
	RSA7	105.91	167.00	.001	56.59	99.09	.001	.83	.001
RSA5	RSA6	132.44	237.17	.001	74.37	123.79	.001	.64	.001
	RSA7	132.44	167.00	.001	74.37	99.09	.001	.67	.001
RSA6	RSA7	237.17	167.00	.001	123.79	99.09	.001	.97	.001

Var.1	Var.2	Mittelwerte			Standardabweichungen			Korrelationen	
		Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Rechnen									
RSA1	RSA2	97.20	100.41	.001	61.60	62.30	.094	.99	.001
	RSA3	97.20	73.18	.001	61.60	34.77	.001	.84	.001
	RSA4	97.20	75.88	.001	61.60	35.36	.001	.83	.001
	RSA5	97.20	103.42	.206	61.60	48.70	.003	.62	.001
	RSA6	97.20	167.22	.001	61.60	82.97	.001	.95	.001
	RSA7	97.20	106.31	.001	61.60	61.58	.932	.98	.001
RSA2	RSA3	100.41	73.18	.001	62.30	34.77	.001	.84	.001
	RSA4	100.41	75.88	.001	62.30	35.36	.001	.84	.001
	RSA5	100.41	103.42	.551	62.30	48.70	.002	.62	.001
	RSA6	100.41	167.22	.001	62.30	82.97	.001	.95	.001
	RSA7	100.41	106.31	.001	62.30	61.58	.504	.98	.001
RSA3	RSA4	73.18	75.88	.001	34.77	35.36	.055	.99	.001
	RSA5	73.18	103.42	.001	34.77	48.70	.001	.93	.001
	RSA6	73.18	167.22	.001	34.77	82.97	.001	.77	.001
	RSA7	73.18	106.31	.001	34.77	61.58	.001	.82	.001
RSA4	RSA5	75.88	103.42	.001	35.36	48.70	.001	.94	.001
	RSA6	75.88	167.22	.001	35.36	82.97	.001	.76	.001
	RSA7	75.88	106.31	.001	35.36	61.58	.001	.81	.001
RSA5	RSA6	103.42	167.22	.001	48.70	82.97	.001	.54	.001
	RSA7	103.42	106.31	.578	48.70	61.58	.004	.59	.001
RSA6	RSA7	167.22	106.31	.001	82.97	61.58	.001	.97	.001

Var.1	Var.2	Mittelwerte			Standardabweichungen			Korrelationen	
		Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p

Ruhe 6: vor Ergometer									
RSA1	RSA2	160.08	162.81	.001	98.40	98.43	.915	.99	.001
	RSA3	160.08	97.91	.001	98.40	52.39	.001	.88	.001
	RSA4	160.08	99.54	.001	98.40	52.20	.001	.87	.001
	RSA5	160.08	123.63	.001	98.40	68.81	.001	.73	.001
	RSA6	160.08	227.59	.001	98.40	109.04	.013	.91	.001
	RSA7	160.08	162.58	.414	98.40	88.19	.001	.95	.001
RSA2	RSA3	162.81	97.91	.001	98.43	52.39	.001	.87	.001
	RSA4	162.81	99.54	.001	98.43	52.20	.001	.87	.001
	RSA5	162.81	123.63	.001	98.43	68.81	.001	.72	.001
	RSA6	162.81	227.59	.001	98.43	109.04	.011	.91	.001
	RSA7	162.81	162.58	.893	98.43	88.19	.001	.95	.001
RSA3	RSA4	97.91	99.54	.001	52.39	52.20	.546	.99	.001
	RSA5	97.91	123.63	.001	52.39	68.81	.001	.96	.001
	RSA6	97.91	227.59	.001	52.39	109.04	.001	.75	.001
	RSA7	97.91	162.58	.001	52.39	88.19	.001	.80	.001
RSA4	RSA5	99.54	123.63	.001	52.20	68.81	.001	.96	.001
	RSA6	99.54	227.59	.001	52.20	109.04	.001	.75	.001
	RSA7	99.54	162.58	.001	52.20	88.19	.001	.80	.001
RSA5	RSA6	123.63	227.59	.001	68.81	109.04	.001	.59	.001
	RSA7	123.63	162.58	.001	68.81	88.19	.001	.64	.001
RSA6	RSA7	227.59	162.58	.001	109.04	88.19	.001	.96	.001

Var.1	Var.2	Mittelwerte			Standardabweichungen			Korrelationen	
		Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p

Ergometer, 50 Watt									
RSA1	RSA2	34.93	36.79	.001	23.05	24.85	.001	.99	.001
	RSA3	34.93	41.02	.001	23.05	22.96	.882	.91	.001
	RSA4	34.93	43.32	.001	23.05	25.39	.030	.89	.001
	RSA5	34.93	71.09	.001	23.05	39.50	.001	.79	.001
	RSA6	34.93	76.91	.001	23.05	43.09	.001	.94	.001
	RSA7	34.93	42.89	.001	23.05	26.42	.001	.95	.001
RSA2	RSA3	36.79	41.02	.001	24.85	22.96	.044	.92	.001
	RSA4	36.79	43.32	.001	24.85	25.39	.610	.91	.001
	RSA5	36.79	71.09	.001	24.85	39.50	.001	.80	.001
	RSA6	36.79	76.91	.001	24.85	43.09	.001	.94	.001
	RSA7	36.79	42.89	.001	24.85	26.42	.030	.95	.001
RSA3	RSA4	41.02	43.32	.001	22.96	25.39	.001	.99	.001
	RSA5	41.02	71.09	.001	22.96	39.50	.001	.96	.001
	RSA6	41.02	76.91	.001	22.96	43.09	.001	.85	.001
	RSA7	41.02	42.89	.167	22.96	26.42	.007	.85	.001
RSA4	RSA5	43.32	71.09	.001	25.39	39.50	.001	.97	.001
	RSA6	43.32	76.91	.001	25.39	43.09	.001	.84	.001
	RSA7	43.32	42.89	.755	25.39	26.42	.460	.85	.001
RSA5	RSA6	71.09	76.91	.054	39.50	43.09	.204	.73	.001
	RSA7	71.09	42.89	.001	39.50	26.42	.001	.73	.001
RSA6	RSA7	76.91	42.89	.001	43.09	26.42	.001	.98	.001

Var.1	Var.2	Mittelwerte			Standardabweichungen			Korrelationen	
		Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Ergometer, 100 Watt									
RSA1	RSA2	17.02	17.57	.001	14.33	15.17	.001	.99	.001
	RSA3	17.02	29.69	.001	14.33	19.63	.001	.95	.001
	RSA4	17.02	30.76	.001	14.33	20.81	.001	.95	.001
	RSA5	17.02	62.62	.001	14.33	37.38	.001	.88	.001
	RSA6	17.02	44.12	.001	14.33	28.96	.001	.90	.001
	RSA7	17.02	21.58	.001	14.33	16.49	.001	.96	.001
RSA2	RSA3	17.57	29.69	.001	15.17	19.63	.001	.95	.001
	RSA4	17.57	30.76	.001	15.17	20.81	.001	.96	.001
	RSA5	17.57	62.62	.001	15.17	37.38	.001	.88	.001
	RSA6	17.57	44.12	.001	15.17	28.96	.001	.89	.001
	RSA7	17.57	21.58	.001	15.17	16.49	.003	.96	.001
RSA3	RSA4	29.69	30.76	.001	19.63	20.81	.001	.99	.001
	RSA5	29.69	62.62	.001	19.63	37.38	.001	.98	.001
	RSA6	29.69	44.12	.001	19.63	28.96	.001	.81	.001
	RSA7	29.69	21.58	.001	19.63	16.49	.001	.88	.001
RSA4	RSA5	30.76	62.62	.001	20.81	37.38	.001	.97	.001
	RSA6	30.76	44.12	.001	20.81	28.96	.001	.80	.001
	RSA7	30.76	21.58	.001	20.81	16.49	.001	.88	.001
RSA5	RSA6	62.62	44.12	.001	37.38	28.96	.001	.72	.001
	RSA7	62.62	21.58	.001	37.38	16.49	.001	.80	.001
RSA6	RSA7	44.12	21.58	.001	28.96	16.49	.001	.95	.001

Var.1	Var.2	Mittelwerte			Standardabweichungen			Korrelationen	
		Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Ergometer, Erholung 1									
RSA1	RSA2	114.56	120.47	.001	73.11	77.26	.001	.99	.001
	RSA3	114.56	99.67	.001	73.11	45.17	.001	.87	.001
	RSA4	114.56	104.48	.011	73.11	47.70	.001	.87	.001
	RSA5	114.56	153.82	.001	73.11	65.62	.143	.67	.001
	RSA6	114.56	185.78	.001	73.11	88.77	.001	.93	.001
	RSA7	114.56	121.28	.002	73.11	71.08	.335	.95	.001
RSA2	RSA3	120.47	99.67	.001	77.26	45.17	.001	.87	.001
	RSA4	120.47	104.48	.001	77.26	47.70	.001	.87	.001
	RSA5	120.47	153.82	.001	77.26	65.62	.027	.67	.001
	RSA6	120.47	185.78	.001	77.26	88.77	.001	.93	.001
	RSA7	120.47	121.28	.729	77.26	71.08	.008	.95	.001
RSA3	RSA4	99.67	104.48	.001	45.17	47.70	.001	.99	.001
	RSA5	99.67	153.82	.001	45.17	65.62	.001	.94	.001
	RSA6	99.67	185.78	.001	45.17	88.77	.001	.79	.001
	RSA7	99.67	121.28	.001	45.17	71.08	.001	.85	.001
RSA4	RSA5	104.48	153.82	.001	47.70	65.62	.001	.94	.001
	RSA6	104.48	185.78	.001	47.70	88.77	.001	.79	.001
	RSA7	104.48	121.28	.001	47.70	71.08	.001	.85	.001
RSA5	RSA6	153.82	185.78	.001	65.62	88.77	.001	.59	.001
	RSA7	153.82	121.28	.001	65.62	71.08	.288	.66	.001
RSA6	RSA7	185.78	121.28	.001	88.77	71.08	.001	.96	.001

Var.1	Var.2	Mittelwerte			Standardabweichungen			Korrelationen	
		Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p

Ergometer, Erholung 2									
RSA1	RSA2	128.93	131.40	.001	94.69	95.89	.016	.99	.001
	RSA3	128.93	91.00	.001	94.69	51.26	.001	.90	.001
	RSA4	128.93	92.61	.001	94.69	52.01	.001	.89	.001
	RSA5	128.93	124.37	.482	94.69	67.39	.001	.74	.001
	RSA6	128.93	195.54	.001	94.69	107.96	.001	.93	.001
	RSA7	128.93	137.81	.001	94.69	95.03	.827	.98	.001
RSA2	RSA3	131.40	91.00	.001	95.89	51.26	.001	.90	.001
	RSA4	131.40	92.61	.001	95.89	52.01	.001	.90	.001
	RSA5	131.40	124.37	.279	95.89	67.39	.001	.73	.001
	RSA6	131.40	195.54	.001	95.89	107.96	.001	.94	.001
	RSA7	131.40	137.81	.001	95.89	95.03	.631	.98	.001
RSA3	RSA4	91.00	92.61	.001	51.26	52.01	.023	.99	.001
	RSA5	91.00	124.37	.001	51.26	67.39	.001	.95	.001
	RSA6	91.00	195.54	.001	51.26	107.96	.001	.81	.001
	RSA7	91.00	137.81	.001	51.26	95.03	.001	.86	.001
RSA4	RSA5	92.61	124.37	.001	52.01	67.39	.001	.95	.001
	RSA6	92.61	195.54	.001	52.01	107.96	.001	.81	.001
	RSA7	92.61	137.81	.001	52.01	95.03	.001	.86	.001
RSA5	RSA6	124.37	195.54	.001	67.39	107.96	.001	.64	.001
	RSA7	124.37	137.81	.049	67.39	95.03	.001	.69	.001
RSA6	RSA7	195.54	137.81	.001	107.96	95.03	.001	.96	.001

Var.1	Var.2	Mittelwerte			Standardabweichungen			Korrelationen	
		Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p

Ergometer, Erholung 3									
RSA1	RSA2	130.38	133.06	.026	93.78	98.10	.001	.99	.001
	RSA3	130.38	86.00	.001	93.78	48.76	.001	.89	.001
	RSA4	130.38	87.61	.001	93.78	50.06	.001	.89	.001
	RSA5	130.38	114.07	.012	93.78	62.80	.001	.72	.001
	RSA6	130.38	192.62	.001	93.78	105.12	.003	.92	.001
	RSA7	130.38	132.95	.314	93.78	86.39	.003	.96	.001
RSA2	RSA3	133.06	86.00	.001	98.10	48.76	.001	.87	.001
	RSA4	133.06	87.61	.001	98.10	50.06	.001	.89	.001
	RSA5	133.06	114.07	.007	98.10	62.80	.001	.71	.001
	RSA6	133.06	192.62	.001	98.10	105.12	.066	.92	.001
	RSA7	133.06	132.95	.918	98.10	86.39	.001	.96	.001
RSA3	RSA4	86.00	87.61	.002	48.76	50.06	.011	.99	.001
	RSA5	86.00	114.07	.001	48.76	62.80	.001	.95	.001
	RSA6	86.00	192.62	.001	48.76	105.12	.001	.80	.001
	RSA7	86.00	132.95	.001	48.76	86.39	.001	.84	.001
RSA4	RSA5	87.61	114.07	.001	50.06	62.80	.001	.94	.001
	RSA6	87.61	192.62	.001	50.06	105.12	.001	.82	.001
	RSA7	87.61	132.95	.001	50.06	86.39	.001	.85	.001
RSA5	RSA6	114.07	192.62	.001	62.80	105.12	.001	.64	.001
	RSA7	114.07	132.95	.003	62.80	86.39	.001	.68	.001
RSA6	RSA7	192.62	132.95	.001	105.12	86.39	.001	.98	.001

Tabelle A-4: Vergleich der Eichfaktoren.

Variable		Mittelwerte			Standardabw.			Korr.	
		Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
L1_Th_Ei	L1_Ab_Ei	1.35	1.00	.000	0.38	0.24	.000	.16	.100
	L1_Th_Rg	1.35	1.34	.008	0.38	0.38	.859	>.99	.000
	L1_Ab_Rg	1.35	1.01	.000	0.38	0.24	.000	.15	.119
	St_Th_Ei	1.35	1.23	.004	0.38	0.42	.273	.54	.000
	St_Ab_Ei	1.35	1.43	.047	0.38	0.37	.857	.32	.001
	St_Th_Rg	1.35	1.22	.001	0.38	0.39	.728	.57	.000
	St_Ab_Rg	1.35	1.45	.020	0.38	0.37	.865	.33	.000
	L2_Th_Ei	1.35	1.24	.000	0.38	0.35	.308	.69	.000
	L2_Ab_Ei	1.35	0.97	.000	0.38	0.20	.000	.16	.090
	L2_Th_Rg	1.35	1.23	.000	0.38	0.35	.208	.69	.000
L1_Ab_Ei	L2_Ab_Rg	1.35	0.98	.000	0.38	0.20	.000	.16	.098
	L1_Th_Rg	1.00	1.34	.000	0.24	0.38	.000	.16	.092
	L1_Ab_Rg	1.00	1.01	.000	0.24	0.24	.398	>.99	.000
	St_Th_Ei	1.00	1.23	.000	0.24	0.42	.000	.23	.018
	St_Ab_Ei	1.00	1.43	.000	0.24	0.37	.000	.39	.000
	St_Th_Rg	1.00	1.22	.000	0.24	0.39	.000	.24	.013
	St_Ab_Rg	1.00	1.45	.000	0.24	0.37	.000	.39	.000
	L2_Th_Ei	1.00	1.24	.000	0.24	0.35	.000	.25	.010
	L2_Ab_Ei	1.00	0.97	.145	0.24	0.20	.015	.65	.000
	L2_Th_Rg	1.00	1.23	.000	0.24	0.35	.000	.24	.012
L1_Th_Rg	L2_Ab_Rg	1.00	0.98	.256	0.24	0.20	.018	.66	.000
	L1_Ab_Rg	1.34	1.01	.000	0.38	0.24	.000	.15	.111
	St_Th_Ei	1.34	1.23	.007	0.38	0.42	.278	.53	.000
	St_Ab_Ei	1.34	1.43	.035	0.38	0.37	.852	.32	.001
	St_Th_Rg	1.34	1.22	.001	0.38	0.39	.735	.56	.000
	St_Ab_Rg	1.34	1.45	.015	0.38	0.37	.861	.33	.001
	L2_Th_Ei	1.34	1.24	.000	0.38	0.35	.300	.69	.000
	L2_Ab_Ei	1.34	0.97	.000	0.38	0.20	.000	.16	.099
	L2_Th_Rg	1.34	1.23	.000	0.38	0.35	.202	.70	.000
	L2_Ab_Rg	1.34	0.98	.000	0.38	0.20	.000	.16	.107
L1_Ab_Rg	St_Th_Ei	1.01	1.23	.000	0.24	0.42	.000	.22	.023
	St_Ab_Ei	1.01	1.43	.000	0.24	0.37	.000	.39	.000
	St_Th_Rg	1.01	1.22	.000	0.24	0.39	.000	.23	.017
	St_Ab_Rg	1.01	1.45	.000	0.24	0.37	.000	.39	.000
	L2_Th_Ei	1.01	1.24	.000	0.24	0.35	.000	.24	.013
	L2_Ab_Ei	1.01	0.97	.056	0.24	0.20	.012	.66	.000
	L2_Th_Rg	1.01	1.23	.000	0.24	0.35	.000	.23	.017
	L2_Ab_Rg	1.01	0.98	.109	0.24	0.20	.015	.66	.000
	St_Th_Ei	1.23	1.43	.000	0.42	0.37	.286	.13	.175
	St_Th_Rg	1.23	1.22	.015	0.42	0.39	.000	>.99	.000
St_Th_Ei	St_Ab_Rg	1.23	1.45	.000	0.42	0.37	.292	.14	.144
	L2_Th_Ei	1.23	1.24	.872	0.42	0.35	.033	.62	.000
	L2_Ab_Ei	1.23	0.97	.000	0.42	0.20	.000	.19	.051
	L2_Th_Rg	1.23	1.23	.895	0.42	0.35	.022	.60	.000
	L2_Ab_Rg	1.23	0.98	.000	0.42	0.20	.000	.19	.048
	St_Th_Rg	1.43	1.22	.000	0.37	0.39	.675	.16	.105
	St_Ab_Rg	1.43	1.45	.000	0.37	0.37	.828	>.99	.000
	L2_Th_Ei	1.43	1.24	.000	0.37	0.35	.541	.23	.016
	L2_Ab_Ei	1.43	0.97	.000	0.37	0.20	.000	.48	.000
	L2_Th_Rg	1.43	1.23	.000	0.37	0.35	.438	.24	.014
St_Ab_Ei	L2_Ab_Rg	1.43	0.98	.000	0.37	0.20	.000	.49	.000

Variable		Mittelwerte			Standardabw.			Korr.	
		Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
St_Th_Rg	St_Ab_Rg	1.22	1.45	.000	0.39	0.37	.684	.16	.091
	L2_Th_Ei	1.22	1.24	.598	0.39	0.35	.190	.62	.000
	L2_Ab_Ei	1.22	0.97	.000	0.39	0.20	.000	.19	.052
	L2_Th_Rg	1.22	1.23	.742	0.39	0.35	.136	.60	.000
	L2_Ab_Rg	1.22	0.98	.000	0.39	0.20	.000	.19	.050
St_Ab_Rg	L2_Th_Ei	1.45	1.24	.000	0.37	0.35	.530	.25	.010
	L2_Ab_Ei	1.45	0.97	.000	0.37	0.20	.000	.48	.000
	L2_Th_Rg	1.45	1.23	.000	0.37	0.35	.427	.25	.009
	L2_Ab_Rg	1.45	0.98	.000	0.37	0.20	.000	.49	.000
L2_Th_Ei	L2_Ab_Ei	1.24	0.97	.000	0.35	0.20	.000	.14	.133
	L2_Th_Rg	1.24	1.23	.002	0.35	0.35	.008	>.99	.000
	L2_Ab_Rg	1.24	0.98	.000	0.35	0.20	.000	.15	.122
L2_Ab_Ei	L2_Th_Rg	0.97	1.23	.000	0.20	0.35	.000	.14	.142
	L2_Ab_Rg	0.97	0.98	.000	0.20	0.20	.102	>.99	.000
L2_Th_Rg	L2_Ab_Rg	1.23	0.98	.000	0.35	0.20	.000	.14	.134

Anmerkungen:

Personen: N=100

Variable: L1=Liegen 1, St=Stehen, L2=Liegen 2

Th=Thorax, Ab=Abdomen

Ei=einfache Regression, Rg=multiple Regression

Tabelle A-5: Grundstatistiken der Atmungs-Kennwerte (Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, Maximum, Schiefe, Wölbung; alle Variable N=100).

Taktatmung 7 Zyklen, Liegen.

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
AF_MA	8.2	0.9	7.1	12.5	2.6	8.5
AF_VFR	6.2	0.2	6.0	7.3	4.1	19.6
AF_EW	8.2	0.6	7.1	10.5	1.5	3.0
AF_VFR1	6.2	0.3	6.0	8.3	5.7	39.3
AF_EW1	8.4	0.9	7.2	12.9	2.7	9.0
AF_VFR2	6.2	0.3	6.0	8.4	6.8	55.6
AF_EW2	8.0	0.7	6.9	12.1	2.6	11.4
AZV	100.4	4.7	82.8	113.6	-0.4	2.2
AZVS	110.1	17.1	70.6	165.2	0.5	0.6
AA1	59.0	25.1	8.3	150.6	0.7	0.8
AA2	51.1	18.5	10.0	104.8	-0.1	0.1
AZVS_L1	110.1	17.1	70.6	165.2	0.5	0.6
AA1_L1	59.0	25.1	8.3	150.6	0.7	0.8
AA2_L1	51.1	18.5	10.0	104.8	-0.1	0.1
AMV	823	82	672	1204	1.6	4.8
AMVS	883	146	577	1400	1.0	1.7
AMV1	484	205	78	1180	1.0	1.4
AMV2	399	142	88	798	0.1	0.3
AMVS_L1	883	146	577	1400	1.0	1.7
AMV1_L1	484	205	78	1180	1.0	1.4
AMV2_L1	399	142	88	798	0.1	0.3

Taktatmung 10 Zyklen, Liegen

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
AF_MA	11.0	0.2	10.5	11.4	-0.0	-0.4
AF_VFR	11.6	0.1	10.9	11.8	-3.5	17.2
AF_EW	12.7	0.5	11.7	14.9	1.3	3.5
AF_VFR1	11.6	0.2	10.1	11.8	-4.7	25.9
AF_EW1	13.0	0.9	11.8	17.4	1.9	5.7
AF_VFR2	11.6	0.1	11.3	11.8	-1.8	5.6
AF_EW2	12.3	0.5	11.3	14.1	1.1	2.8
AZV	98.7	4.1	89.8	112.9	0.4	1.3
AZVS	103.5	17.9	70.1	173.5	1.1	2.4
AA1	50.4	26.4	7.8	163.9	1.1	2.3
AA2	53.1	20.6	9.3	117.9	0.1	0.2
AZVS_L1	103.5	17.9	70.1	173.5	1.1	2.4
AA1_L1	50.4	26.4	7.8	163.9	1.1	2.3
AA2_L1	53.1	20.6	9.3	117.9	0.1	0.2
AMV	1082	54	861	1234	-0.1	2.8
AMVS	1282	193	891	1996	0.8	1.8
AMV1	633	289	107	1447	0.5	-0.3
AMV2	648	238	116	1200	-0.0	-0.4
AMVS_L1	1282	193	891	1996	0.8	1.8
AMV1_L1	633	289	107	1447	0.5	-0.3
AMV2_L1	648	238	116	1200	-0.0	-0.4

Ruhe 1

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
AF_MA	11.1	2.9	6.7	20.5	0.9	0.8
AF_VFR	10.1	2.8	5.9	19.4	0.4	0.2
AF_EW	11.9	2.7	6.7	19.9	0.2	-0.1
AF_VFR1	10.2	2.9	5.9	19.3	0.5	0.1
AF_EW1	12.2	2.9	6.7	19.7	0.2	-0.2
AF_VFR2	10.0	2.7	5.9	19.4	0.5	0.3
AF_EW2	11.7	2.7	6.4	20.1	0.3	0.2
AZV	72.2	28.9	24.5	170.4	1.1	0.8
AZVS	78.6	31.8	28.4	177.6	1.0	0.4
AA1	44.3	22.2	5.8	125.0	1.2	2.1
AA2	34.3	20.7	4.6	98.9	0.9	0.5
AZVS_L1	78.6	31.8	28.4	177.6	1.0	0.4
AA1_L1	44.3	22.2	5.8	125.0	1.2	2.1
AA2_L1	34.3	20.7	4.6	98.9	0.9	0.5
AMV	757	276	396	2198	2.1	7.7
AMVS	870	302	443	2432	1.9	6.5
AMV1	498	202	77	1112	0.6	0.4
AMV2	372	225	77	1634	2.1	9.0
AMVS_L1	870	302	443	2432	1.9	6.5
AMV1_L1	498	202	77	1112	0.6	0.4
AMV2_L1	372	225	77	1634	2.1	9.0

Ruhe 2

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
AF_MA	12.3	3.2	7.3	21.2	0.8	0.2
AF_VFR	11.3	3.2	6.0	21.8	0.6	0.4
AF_EW	13.1	3.1	7.0	21.8	0.5	0.1
AF_VFR1	11.4	3.3	6.0	22.0	0.6	0.4
AF_EW1	13.3	3.2	7.4	21.7	0.5	-0.1
AF_VFR2	11.2	3.2	5.9	21.6	0.5	0.2
AF_EW2	12.8	3.1	6.4	21.9	0.5	0.3
AZV	64.3	29.4	20.8	181.6	1.4	2.5
AZVS	71.5	36.3	28.0	243.4	1.9	4.8
AA1	39.5	21.6	5.1	126.9	1.3	2.2
AA2	32.1	24.7	3.9	165.9	2.4	8.8
AZVS_L1	71.5	36.3	28.0	243.4	1.9	4.8
AA1_L1	39.5	21.6	5.1	126.9	1.3	2.2
AA2_L1	32.1	24.7	3.9	165.9	2.4	8.8
AMV	723	232	320	1439	0.7	0.1
AMVS	844	285	348	1722	0.8	0.5
AMV1	482	221	68	1453	1.2	2.8
AMV2	362	200	50	1121	1.0	1.5
AMVS_L1	844	285	348	1722	0.8	0.5
AMV1_L1	482	221	68	1453	1.2	2.8
AMV2_L1	362	200	50	1121	1.0	1.5

Taktatmung 7 Zyklen, Stehen

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
AF_MA	8.2	0.7	7.0	11.0	1.8	4.4
AF_VFR	6.2	0.2	6.0	7.1	3.9	17.5
AF_EW	8.2	0.5	7.4	10.1	1.1	2.3
AF_VFR1	6.2	0.3	6.0	8.2	5.8	37.6
AF_EW1	8.4	0.7	6.8	12.2	2.2	9.9
AF_VFR2	6.2	0.2	6.0	7.5	5.5	39.7
AF_EW2	8.1	0.6	7.1	11.0	1.8	5.6
AZV	100.2	4.4	75.2	114.6	-1.9	11.2
AZVS	106.2	20.8	73.9	240.6	3.0	16.9
AA1	43.3	22.4	17.0	205.6	4.1	27.3
AA2	62.9	19.2	13.9	122.2	0.2	0.4
AZVS_L1	106.2	20.8	73.9	240.6	3.0	16.9
AA1_L1	43.3	22.4	17.0	205.6	4.1	27.3
AA2_L1	62.9	19.2	13.9	122.2	0.2	0.4
AMV	813	66	592	1090	0.7	3.2
AMVS	846	128	597	1258	0.8	1.3
AMV1	345	127	134	893	1.1	2.7
AMV2	501	154	122	1016	0.4	0.8
AMVS_L1	846	128	597	1258	0.8	1.3
AMV1_L1	345	127	134	893	1.1	2.7
AMV2_L1	501	154	122	1016	0.4	0.8

Taktatmung 10 Zyklen, Stehen

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
AF_MA	11.0	0.2	10.5	11.7	0.4	1.1
AF_VFR	11.6	0.1	11.5	11.8	-0.5	0.8
AF_EW	12.7	0.6	11.9	15.1	1.4	2.5
AF_VFR1	11.6	0.1	11.3	11.8	-1.1	2.5
AF_EW1	13.0	1.0	11.6	17.2	1.9	4.7
AF_VFR2	11.7	0.1	11.3	11.8	-1.7	5.1
AF_EW2	12.5	0.5	11.8	14.3	1.5	2.9
AZV	99.0	3.3	88.8	111.2	0.1	2.5
AZVS	95.3	20.8	55.7	244.0	3.7	25.7
AA1	39.0	23.4	9.4	216.9	4.5	33.3
AA2	56.2	18.5	10.6	100.7	0.0	-0.3
AZVS_L1	95.3	20.8	55.7	244.0	3.7	25.7
AA1_L1	39.0	23.4	9.4	216.9	4.5	33.3
AA2_L1	56.2	18.5	10.6	100.7	0.0	-0.3
AMV	1086	46	865	1241	-0.9	5.3
AMVS	1182	175	691	1667	0.0	0.4
AMV1	483	190	125	987	0.3	-0.5
AMV2	699	225	136	1253	0.1	-0.2
AMVS_L1	1182	175	691	1667	0.0	0.4
AMV1_L1	483	190	125	987	0.3	-0.5
AMV2_L1	699	225	136	1253	0.1	-0.2

Ruhe 3

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
AF_MA	12.3	3.6	6.2	21.6	0.6	-0.4
AF_VFR	11.3	3.5	6.0	19.7	0.5	-0.4
AF_EW	12.9	3.2	7.0	20.2	0.3	-0.5
AF_VFR1	11.3	3.5	5.9	20.1	0.5	-0.4
AF_EW1	13.0	3.3	6.2	20.7	0.3	-0.4
AF_VFR2	11.3	3.5	6.0	19.8	0.5	-0.4
AF_EW2	12.8	3.2	7.1	19.9	0.3	-0.5
AZV	71.7	28.5	21.6	173.2	0.9	0.8
AZVS	78.2	29.9	25.9	175.1	0.9	0.7
AA1	34.3	16.8	10.8	97.2	1.1	1.4
AA2	44.0	22.3	6.4	120.1	1.0	1.1
AZVS_L1	78.2	29.9	25.9	175.1	0.9	0.7
AA1_L1	34.3	16.8	10.8	97.2	1.1	1.4
AA2_L1	44.0	22.3	6.4	120.1	1.0	1.1
AMV	825	284	305	2052	1.4	3.3
AMVS	929	295	389	2102	1.1	2.6
AMV1	407	161	160	869	0.5	-0.3
AMV2	522	247	134	1764	1.6	5.4
AMVS_L1	929	295	389	2102	1.1	2.6
AMV1_L1	407	161	160	869	0.5	-0.3
AMV2_L1	522	247	134	1764	1.6	5.4

Ruhe 4

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
AF_MA	12.9	3.4	7.6	22.9	0.6	-0.2
AF_VFR	12.0	3.5	6.2	22.6	0.4	-0.1
AF_EW	13.5	3.1	8.1	22.3	0.4	-0.3
AF_VFR1	12.0	3.5	6.1	22.6	0.4	-0.1
AF_EW1	13.7	3.2	7.9	22.4	0.4	-0.3
AF_VFR2	12.0	3.5	6.1	22.5	0.4	-0.1
AF_EW2	13.4	3.0	8.2	22.1	0.4	-0.2
AZV	69.8	31.9	18.5	207.3	1.3	2.7
AZVS	73.8	30.7	25.1	175.4	1.0	1.0
AA1	32.5	17.7	8.7	110.4	1.5	3.3
AA2	41.2	22.1	5.1	109.2	1.0	1.1
AZVS_L1	73.8	30.7	25.1	175.4	1.0	1.0
AA1_L1	32.5	17.7	8.7	110.4	1.5	3.3
AA2_L1	41.2	22.1	5.1	109.2	1.0	1.1
AMV	832	281	190	2144	1.2	3.9
AMVS	921	294	344	1902	0.7	1.0
AMV1	411	178	124	849	0.5	-0.5
AMV2	510	225	46	1200	0.5	0.1
AMVS_L1	921	294	344	1902	0.7	1.0
AMV1_L1	411	178	124	849	0.5	-0.5
AMV2_L1	510	225	46	1200	0.5	0.1

Ruhe 5 (vor Rechnen)

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
AF_MA	14.6	3.6	7.2	27.5	0.3	0.9
AF_VFR	13.6	4.0	6.0	27.7	0.2	0.5
AF_EW	15.0	3.6	6.8	27.4	0.1	0.4
AF_VFR1	13.7	4.1	6.0	27.8	0.2	0.5
AF_EW1	15.1	3.8	7.0	28.1	0.1	0.4
AF_VFR2	13.6	4.0	6.0	27.6	0.3	0.5
AF_EW2	14.8	3.5	6.7	26.7	0.2	0.4
AZV	54.5	16.3	17.6	116.0	1.5	3.8
AZVS	62.4	22.7	35.0	168.0	2.0	5.3
AA1	40.7	15.2	17.9	122.0	2.3	9.6
AA2	21.7	13.4	5.0	86.1	1.8	5.1
AZVS_L1	66.6	27.0	27.4	191.2	1.8	4.6
AA1_L1	42.7	19.6	16.3	142.5	2.3	8.3
AA2_L1	24.0	15.2	5.5	77.9	1.5	2.3
AMV	758	191	320	1930	2.2	13.3
AMVS	870	210	431	1914	1.4	5.4
AMV1	578	155	254	1015	0.3	-0.0
AMV2	292	148	70	1180	2.3	11.5
AMVS_L1	925	268	400	2124	1.3	3.7
AMV1_L1	603	222	250	1864	2.0	9.5
AMV2_L1	322	168	77	1031	1.3	2.2

Rechnen

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
AF_MA	18.0	2.9	9.5	24.5	-0.2	-0.1
AF_VFR	16.8	3.3	8.2	23.5	-0.1	0.0
AF_EW	17.7	2.8	10.8	23.5	-0.1	0.1
AF_VFR1	16.9	3.3	8.0	23.5	-0.2	0.1
AF_EW1	17.9	2.9	10.4	24.0	-0.1	0.1
AF_VFR2	16.6	3.4	8.5	23.5	-0.0	-0.1
AF_EW2	17.4	2.8	10.1	23.4	-0.0	0.2
AZV	48.2	9.8	21.0	83.6	0.6	2.3
AZVS	54.3	13.9	31.2	105.9	1.4	2.8
AA1	34.7	10.4	16.2	90.2	1.8	7.5
AA2	19.6	8.6	5.5	60.1	1.5	3.9
AZVS_L1	58.1	19.1	31.9	125.2	1.5	2.8
AA1_L1	36.3	15.1	15.4	106.5	2.4	8.3
AA2_L1	21.7	10.5	6.4	63.8	1.4	2.4
AMV	845	172	447	1254	-0.3	-0.2
AMVS	923	186	533	1508	0.4	0.1
AMV1	603	160	269	1000	0.3	-0.2
AMV2	320	117	94	780	1.1	2.1
AMVS_L1	981	262	514	2230	1.4	4.4
AMV1_L1	627	227	264	1910	2.0	9.1
AMV2_L1	354	148	111	828	1.1	0.9

Ruhe 6 (vor Ergometer)

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
AF_MA	14.7	3.5	6.2	27.5	0.2	1.2
AF_VFR	13.9	4.0	6.0	28.0	0.1	0.7
AF_EW	15.3	3.6	6.6	28.1	0.0	1.0
AF_VFR1	13.9	4.0	5.9	28.1	0.1	0.7
AF_EW1	15.4	3.7	6.2	28.0	-0.0	0.8
AF_VFR2	13.8	4.0	6.0	27.9	0.2	0.7
AF_EW2	15.2	3.6	6.6	28.1	0.1	1.2
AZV	54.1	23.2	21.9	206.1	3.9	20.8
AZVS	60.9	25.8	31.2	195.9	2.9	11.1
AA1	39.0	16.1	15.9	127.1	2.8	11.9
AA2	21.9	14.4	4.0	111.5	3.0	14.7
AZVS_L1	64.6	28.0	28.2	193.3	2.3	6.9
AA1_L1	40.7	19.3	15.0	142.6	2.7	11.0
AA2_L1	24.0	15.2	4.4	97.4	2.2	7.0
AMV	734	180	448	1865	2.6	14.7
AMVS	848	184	534	1800	1.8	6.8
AMV1	555	142	276	1031	0.5	0.6
AMV2	293	125	55	1031	2.1	10.6
AMVS_L1	900	229	465	1785	1.2	2.7
AMV1_L1	577	191	268	1479	1.3	4.7
AMV2_L1	323	144	61	901	1.1	1.7

Ergometer 50 Watt

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
AF_MA	21.4	3.4	11.6	32.5	0.0	1.0
AF_VFR	20.1	3.9	10.1	33.1	0.1	0.6
AF_EW	20.8	3.4	11.3	30.8	-0.1	0.2
AF_VFR1	20.2	3.8	10.1	33.1	0.1	0.7
AF_EW1	21.4	3.6	11.5	31.7	0.0	0.2
AF_VFR2	20.0	3.9	10.0	33.0	0.1	0.5
AF_EW2	20.3	3.4	11.0	30.0	-0.1	0.2
AZV	71.1	15.5	47.6	150.3	2.3	8.9
AZVS	77.5	22.6	37.0	191.2	1.7	6.2
AA1	41.5	11.7	16.3	74.5	0.2	-0.4
AA2	36.0	17.1	11.2	129.4	2.3	9.1
AZVS_L1	83.9	29.1	33.0	207.7	1.3	3.2
AA1_L1	43.5	16.6	15.9	111.4	1.1	2.7
AA2_L1	40.5	22.0	14.1	137.4	1.7	3.7
AMV	1466	202	1033	2053	0.3	-0.1
AMVS	1521	307	800	2388	0.4	0.6
AMV1	851	239	413	1614	0.7	0.6
AMV2	669	216	279	1509	0.7	1.2
AMVS_L1	1642	429	633	3031	0.5	0.6
AMV1_L1	890	327	317	2434	1.4	4.5
AMV2_L1	752	317	284	1631	0.8	-0.0

Ergometer 100 Watt

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
AF_MA	21.8	4.2	13.3	33.2	0.3	-0.2
AF_VFR	20.6	4.5	10.3	31.6	0.0	-0.2
AF_EW	21.0	4.1	12.2	31.1	0.0	-0.2
AF_VFR1	20.7	4.5	10.2	31.5	0.0	-0.2
AF_EW1	21.5	4.3	12.1	32.0	0.1	-0.2
AF_VFR2	20.5	4.5	10.4	31.6	0.0	-0.2
AF_EW2	20.5	4.1	12.2	30.2	0.0	-0.3
AZV	109.5	20.2	68.0	186.9	1.1	1.7
AZVS	124.4	34.0	66.9	229.7	0.9	0.8
AA1	61.2	16.5	27.3	101.2	0.0	-0.4
AA2	63.2	25.2	21.9	152.0	1.1	1.2
AZVS_L1	135.0	43.4	58.0	254.5	0.6	-0.2
AA1_L1	63.8	22.9	22.1	168.0	1.3	4.2
AA2_L1	71.2	35.3	25.1	178.3	1.2	0.9
AMV	2297	259	1781	2987	0.4	-0.3
AMVS	2460	433	1467	3610	0.2	-0.2
AMV1	1276	348	655	2514	0.6	0.9
AMV2	1184	291	535	1735	-0.0	-1.0
AMVS_L1	2665	660	1171	5411	0.8	2.2
AMV1_L1	1337	522	523	4385	2.3	11.2
AMV2_L1	1328	484	545	2583	0.7	-0.1

Ergometer, Erholung 2

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
AF_MA	15.5	3.6	6.5	23.2	-0.2	-0.3
AF_VFR	14.5	4.0	6.0	23.7	-0.1	-0.5
AF_EW	15.6	3.7	6.6	23.6	-0.2	-0.3
AF_VFR1	14.5	4.0	6.0	23.7	-0.2	-0.5
AF_EW1	15.8	3.9	6.5	23.8	-0.2	-0.4
AF_VFR2	14.4	4.0	5.9	23.7	-0.1	-0.6
AF_EW2	15.4	3.6	6.6	23.5	-0.2	-0.3
AZV	68.4	23.7	40.3	205.7	3.1	14.1
AZVS	77.7	30.0	41.2	213.3	2.1	6.3
AA1	48.0	17.6	18.2	124.8	1.7	4.0
AA2	29.7	19.0	8.3	126.8	2.8	10.5
AZVS_L1	83.2	34.0	32.4	232.2	1.5	3.6
AA1_L1	50.2	22.5	17.2	140.0	1.9	4.8
AA2_L1	32.9	21.4	8.4	150.4	2.5	9.7
AMV	991	181	581	1465	0.2	0.2
AMVS	1111	210	711	1677	0.4	-0.3
AMV1	703	172	361	1229	0.7	0.5
AMV2	408	165	160	1019	1.2	1.6
AMVS_L1	1190	311	580	2768	1.3	5.3
AMV1_L1	735	268	312	2394	2.6	13.7
AMV2_L1	454	208	172	1033	1.0	0.2

Ergometer, Erholung 1

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
AF_MA	17.5	3.5	8.9	28.9	0.4	0.3
AF_VFR	15.9	3.9	7.6	25.1	0.2	-0.3
AF_EW	16.8	3.5	8.8	25.7	0.2	-0.2
AF_VFR1	16.0	3.9	7.2	24.7	0.1	-0.3
AF_EW1	17.0	3.6	8.5	26.3	0.2	-0.1
AF_VFR2	15.9	3.9	7.5	25.4	0.2	-0.4
AF_EW2	16.6	3.4	9.2	25.1	0.1	-0.2
AZV	98.4	22.5	64.6	204.3	1.6	4.2
AZVS	115.3	33.8	61.0	240.4	1.1	1.9
AA1	66.2	19.6	26.1	146.6	1.0	2.2
AA2	49.1	20.6	20.6	120.2	1.1	1.2
AZVS_L1	124.0	40.9	51.4	255.9	0.7	0.2
AA1_L1	69.0	25.7	22.6	180.5	1.4	3.2
AA2_L1	55.0	27.1	19.0	149.4	1.1	1.1
AMV	1649	226	1176	2615	0.9	2.3
AMVS	1815	317	1081	2818	0.5	0.5
AMV1	1059	235	449	1676	0.2	0.2
AMV2	756	232	359	1443	0.8	0.3
AMVS_L1	1948	456	926	3763	0.8	1.9
AMV1_L1	1104	358	388	3215	2.1	11.1
AMV2_L1	844	336	398	1708	0.9	-0.1

Ergometer, Erholung 3

Var.	Mitw.	Std.	Min.	Max.	Sch.	Wlb.
AF_MA	15.3	3.5	6.6	23.5	-0.2	-0.0
AF_VFR	14.2	3.9	5.9	23.1	-0.2	-0.3
AF_EW	15.4	3.6	6.6	23.4	-0.3	0.1
AF_VFR1	14.3	3.9	6.0	23.1	-0.2	-0.3
AF_EW1	15.6	3.7	6.6	23.8	-0.3	0.0
AF_VFR2	14.2	3.9	5.9	23.0	-0.2	-0.3
AF_EW2	15.3	3.5	6.4	23.5	-0.2	0.2
AZV	58.0	18.5	32.4	122.5	1.5	2.2
AZVS	67.3	25.9	33.4	152.6	1.5	2.2
AA1	41.6	15.8	17.4	124.6	2.2	8.4
AA2	25.7	16.8	8.9	93.0	2.2	5.2
AZVS_L1	72.0	29.6	27.4	165.0	1.3	1.3
AA1_L1	43.5	20.0	16.4	139.8	2.3	7.7
AA2_L1	28.5	18.7	8.3	101.0	1.8	3.5
AMV	840	206	464	2116	2.4	14.1
AMVS	955	211	542	1901	1.1	3.2
AMV1	606	152	334	1024	0.6	0.2
AMV2	349	164	136	1142	1.9	6.0
AMVS_L1	1019	273	484	2174	0.9	2.4
AMV1_L1	632	221	294	1843	1.8	8.0
AMV2_L1	387	192	148	1007	1.3	1.6

Anmerkungen: Atemfrequenzen in Zyklen pro Minute
 Atemzugvolumina in Centiliter
 Atemminutenvolumina in Centiliter pro Minute

Tabelle A-6: Vergleiche verschiedener Atmungs-Kennwerte innerhalb einzelner Situationen.

Atemfrequenzen (Atemzüge/Minute)											
Situation	Variable 1	Variable 2	Mittelwerte			Standardabw.			Korrel.		
			Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p	
Takt 7 liegen	Maske	Bauch VFr	8.30	6.28	.001	1.12	0.76	.001	.70	.001	
		Bauch EW	8.30	8.45	.025	1.12	1.14	.723	.82	.001	
		Brust VFr	8.30	6.23	.001	1.12	0.60	.001	.52	.001	
		Brust EW	8.30	8.05	.024	1.12	0.87	.007	.41	.001	
		Vorz.Frq.	8.30	6.26	.001	1.12	0.66	.001	.64	.001	
	Bauch VFr	Erwart.W.	8.30	8.25	.494	1.12	0.85	.001	.76	.001	
		Bauch EW	6.28	8.45	.001	0.76	1.14	.001	.75	.001	
		Brust VFr	6.28	6.23	.212	0.76	0.60	.001	.86	.001	
		Brust EW	6.28	8.05	.001	0.76	0.87	.125	.53	.001	
		Vorz.Frq.	6.28	6.26	.212	0.76	0.66	.001	.97	.001	
	Bauch EW	Erwart.W.	6.28	8.25	.001	0.76	0.85	.097	.77	.001	
		Brust VFr	8.45	6.23	.001	1.14	0.60	.001	.52	.001	
		Brust EW	8.45	8.05	.001	1.14	0.87	.004	.41	.001	
		Vorz.Frq.	8.45	6.26	.001	1.14	0.66	.001	.67	.001	
		Erwart.W.	8.45	8.25	.001	1.14	0.85	.001	.88	.001	
	Brust VFr	Brust EW	6.23	8.05	.001	0.60	0.87	.001	.77	.001	
		Vorz.Frq.	6.23	6.26	.212	0.60	0.66	.002	.95	.001	
		Erwart.W.	6.23	8.25	.001	0.60	0.85	.001	.75	.001	
	Brust EW	Vorz.Frq.	8.05	6.26	.001	0.87	0.66	.001	.66	.001	
		Erwart.W.	8.05	8.25	.001	0.87	0.85	.685	.79	.001	
Ruhe 1	Vorz.Frq.	Erwart.W.	6.26	8.25	.001	0.66	0.85	.001	.79	.001	
		Maske	Bauch VFr	11.13	10.19	.001	2.85	2.87	.857	.86	.001
			Bauch EW	11.13	12.19	.001	2.85	2.88	.779	.87	.001
			Brust VFr	11.13	10.04	.001	2.85	2.70	.287	.87	.001
			Brust EW	11.13	11.72	.001	2.85	2.63	.130	.85	.001
	Vorz.Frq.		11.13	10.11	.001	2.85	2.74	.456	.87	.001	
	Bauch VFr	Erwart.W.	11.13	11.95	.001	2.85	2.71	.311	.88	.001	
		Bauch EW	10.19	12.19	.001	2.87	2.88	.846	.94	.001	
		Brust VFr	10.19	10.04	.123	2.87	2.70	.069	.94	.001	
		Brust EW	10.19	11.72	.001	2.87	2.63	.042	.90	.001	
		Vorz.Frq.	10.19	10.11	.123	2.87	2.74	.008	.98	.001	
	Bauch EW	Erwart.W.	10.19	11.95	.001	2.87	2.71	.102	.94	.001	
		Brust VFr	12.19	10.04	.001	2.88	2.70	.113	.91	.001	
		Brust EW	12.19	11.72	.001	2.88	2.63	.012	.93	.001	
		Vorz.Frq.	12.19	10.11	.001	2.88	2.74	.150	.93	.001	
		Erwart.W.	12.19	11.95	.001	2.88	2.71	.001	.98	.001	
	Brust VFr	Brust EW	10.04	11.72	.001	2.70	2.63	.438	.94	.001	
		Vorz.Frq.	10.04	10.11	.123	2.70	2.74	.351	.98	.001	
		Erwart.W.	10.04	11.95	.001	2.70	2.71	.853	.94	.001	
	Brust EW	Vorz.Frq.	11.72	10.11	.001	2.63	2.74	.223	.94	.001	
		Erwart.W.	11.72	11.95	.001	2.63	2.71	.116	.98	.001	
Takt 10 liegen	Vorz.Frq.	Erwart.W.	10.11	11.95	.001	2.74	2.71	.698	.95	.001	
		Maske	Bauch VFr	11.09	11.71	.001	0.90	0.91	.794	.92	.001
			Bauch EW	11.09	13.07	.001	0.90	1.20	.001	.67	.001
			Brust VFr	11.09	11.73	.001	0.90	0.69	.001	.95	.001
			Brust EW	11.09	12.45	.001	0.90	0.89	.868	.79	.001
	Vorz.Frq.		11.09	11.72	.001	0.90	0.79	.001	.94	.001	
	Bauch VFr	Erwart.W.	11.09	12.76	.001	0.90	0.92	.673	.82	.001	
		Bauch EW	11.71	13.07	.001	0.91	1.20	.001	.62	.001	
		Brust VFr	11.71	11.73	.559	0.91	0.69	.001	.95	.001	
		Brust EW	11.71	12.45	.001	0.91	0.89	.779	.78	.001	
		Vorz.Frq.	11.71	11.72	.559	0.91	0.79	.001	.99	.001	
	Bauch EW	Erwart.W.	11.71	12.76	.001	0.91	0.92	.798	.78	.001	
		Brust VFr	13.07	11.73	.001	1.20	0.69	.001	.67	.001	
		Brust EW	13.07	12.45	.001	1.20	0.89	.001	.54	.001	
		Vorz.Frq.	13.07	11.72	.001	1.20	0.79	.001	.65	.001	
		Erwart.W.	13.07	12.76	.001	1.20	0.92	.001	.91	.001	
	Brust VFr	Brust EW	11.73	12.45	.001	0.69	0.89	.001	.85	.001	
		Vorz.Frq.	11.73	11.72	.559	0.69	0.79	.001	.98	.001	
		Erwart.W.	11.73	12.76	.001	0.69	0.92	.001	.85	.001	
	Brust EW	Vorz.Frq.	12.45	11.72	.001	0.89	0.79	.038	.82	.001	
		Erwart.W.	12.45	12.76	.001	0.89	0.92	.569	.83	.001	
	Vorz.Frq.	Erwart.W.	11.72	12.76	.001	0.79	0.92	.009	.82	.001	

Atemfrequenzen (Atemzüge/Minute)

Situation	Variable 1	Variable 2	Mittelwerte			Standardabw.			Korrel.	
			Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Ruhe 2	Maske	Bauch VFr	12.26	11.45	.001	3.16	3.31	.211	.92	.001
		Bauch EW	12.26	13.33	.001	3.16	3.18	.838	.92	.001
		Brust VFr	12.26	11.22	.001	3.16	3.23	.648	.86	.001
		Brust EW	12.26	12.82	.001	3.16	3.12	.801	.88	.001
		Vorz.Frq.	12.26	11.34	.001	3.16	3.24	.549	.90	.001
		Erwart.W.	12.26	13.08	.001	3.16	3.10	.614	.91	.001
	Bauch VFr	Bauch EW	11.45	13.33	.001	3.31	3.18	.151	.96	.001
		Brust VFr	11.45	11.22	.010	3.31	3.23	.383	.96	.001
		Brust EW	11.45	12.82	.001	3.31	3.12	.092	.93	.001
		Vorz.Frq.	11.45	11.34	.010	3.31	3.24	.117	.99	.001
		Erwart.W.	11.45	13.08	.001	3.31	3.10	.009	.96	.001
		Bauch EW	13.33	11.22	.001	3.18	3.23	.682	.91	.001
	Bauch EW	Brust VFr	13.33	12.82	.001	3.18	3.12	.641	.92	.001
		Brust EW	13.33	11.34	.001	3.18	3.24	.555	.94	.001
		Vorz.Frq.	13.33	13.08	.001	3.18	3.10	.150	.98	.001
		Erwart.W.	13.33	13.08	.001	3.18	3.12	.307	.94	.001
		Brust VFr	11.22	12.82	.001	3.23	3.12	.307	.94	.001
		Vorz.Frq.	11.22	11.34	.010	3.23	3.24	.820	.99	.001
	Brust VFr	Erwart.W.	11.22	13.08	.001	3.23	3.10	.173	.94	.001
		Brust EW	12.82	11.34	.001	3.12	3.24	.239	.94	.001
		Vorz.Frq.	12.82	13.08	.001	3.12	3.10	.633	.98	.001
		Erwart.W.	12.82	13.08	.001	3.12	3.10	.071	.96	.001
		Vorz.Frq.	8.31	6.35	.001	1.14	0.95	.002	.82	.001
		Bauch EW	8.31	8.51	.001	1.14	1.08	.230	.88	.001
Takt 7 stehen	Maske	Brust VFr	8.31	6.28	.001	1.14	0.74	.001	.81	.001
		Brust EW	8.31	8.18	.105	1.14	0.95	.011	.71	.001
		Vorz.Frq.	8.31	6.31	.001	1.14	0.84	.001	.82	.001
		Erwart.W.	8.31	8.34	.544	1.14	0.93	.001	.88	.001
		Bauch VFr	6.35	8.51	.001	0.95	1.08	.010	.87	.001
		Brust VFr	6.35	6.28	.026	0.95	0.74	.001	.95	.001
	Bauch VFr	Brust EW	6.35	8.18	.001	0.95	0.95	.936	.77	.001
		Vorz.Frq.	6.35	6.31	.026	0.95	0.84	.001	.99	.001
		Erwart.W.	6.35	8.34	.001	0.95	0.93	.576	.90	.001
		Bauch EW	8.51	6.28	.001	1.08	0.74	.001	.79	.001
		Brust EW	8.51	8.18	.001	1.08	0.95	.093	.67	.001
		Vorz.Frq.	8.51	6.31	.001	1.08	0.84	.001	.85	.001
	Bauch EW	Erwart.W.	8.51	8.34	.001	1.08	0.93	.001	.92	.001
		Brust VFr	6.28	8.18	.001	0.74	0.95	.001	.84	.001
		Brust EW	6.28	6.31	.026	0.74	0.84	.001	.98	.001
		Vorz.Frq.	6.28	8.34	.001	0.74	0.93	.001	.89	.001
		Brust VFr	8.18	6.31	.001	0.95	0.84	.025	.81	.001
		Erwart.W.	8.18	8.34	.001	0.95	0.93	.572	.90	.001
	Brust VFr	Vorz.Frq.	6.31	8.34	.001	0.84	0.93	.011	.91	.001
		Erwart.W.	12.37	11.39	.001	3.57	3.51	.691	.91	.001
		Bauch VFr	12.37	13.08	.001	3.57	3.25	.010	.93	.001
		Brust VFr	12.37	11.29	.001	3.57	3.41	.270	.90	.001
		Brust EW	12.37	12.88	.001	3.57	3.17	.003	.92	.001
		Vorz.Frq.	12.37	11.34	.001	3.57	3.45	.410	.91	.001
Ruhe 3	Maske	Erwart.W.	12.37	12.98	.001	3.57	3.18	.001	.93	.001
		Bauch VFr	11.39	13.08	.001	3.51	3.25	.004	.96	.001
		Bauch EW	11.39	11.29	.061	3.51	3.41	.046	.98	.001
		Brust VFr	11.39	12.88	.001	3.51	3.17	.001	.95	.001
		Brust EW	11.39	11.34	.061	3.51	3.45	.018	.99	.001
		Vorz.Frq.	11.39	12.98	.001	3.51	3.18	.001	.96	.001
	Bauch VFr	Erwart.W.	13.08	11.29	.001	3.25	3.41	.123	.95	.001
		Brust VFr	13.08	12.88	.024	3.25	3.17	.385	.96	.001
		Brust EW	13.08	11.34	.001	3.25	3.45	.031	.96	.001
		Vorz.Frq.	13.08	12.98	.024	3.25	3.18	.114	.99	.001
		Erwart.W.	11.29	12.88	.001	3.41	3.17	.008	.96	.001
		Brust VFr	11.29	11.34	.061	3.41	3.45	.107	.99	.001
	Bauch EW	Erwart.W.	11.29	12.98	.001	3.41	3.18	.008	.96	.001
		Vorz.Frq.	12.88	11.34	.001	3.17	3.45	.003	.96	.001
		Brust EW	12.88	12.98	.024	3.17	3.18	.833	.99	.001
		Vorz.Frq.	11.34	12.98	.001	3.45	3.18	.001	.97	.001

Atemfrequenzen (Atemzüge/Minute)

Situation	Variable 1	Variable 2	Mittelwerte			Standardabw.			Korrel.	
			Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Takt 10 stehen.	Maske	Bauch VFr	11.12	11.76	.001	0.88	0.86	.458	.96	.001
		Bauch EW	11.12	13.08	.001	0.88	1.26	.001	.59	.001
		Brust VFr	11.12	11.75	.001	0.88	0.67	.001	.96	.001
		Brust EW	11.12	12.57	.001	0.88	0.89	.839	.79	.001
		Vorz.Frq.	11.12	11.75	.001	0.88	0.76	.001	.96	.001
		Erwart.W.	11.12	12.83	.001	0.88	0.96	.195	.75	.001
	Bauch VFr	Bauch EW	11.76	13.08	.001	0.86	1.26	.001	.62	.001
		Brust VFr	11.76	11.75	.695	0.86	0.67	.001	.99	.001
		Brust EW	11.76	12.57	.001	0.86	0.89	.619	.79	.001
		Vorz.Frq.	11.76	11.75	.695	0.86	0.76	.001	.99	.001
		Erwart.W.	11.76	12.83	.001	0.86	0.96	.094	.77	.001
		Bauch EW	13.08	11.75	.001	1.26	0.67	.001	.62	.001
	Bauch EW	Brust VFr	13.08	12.57	.001	1.26	0.89	.001	.57	.001
		Brust EW	13.08	11.75	.001	1.26	0.76	.001	.62	.001
		Vorz.Frq.	13.08	12.83	.001	1.26	0.96	.001	.92	.001
		Erwart.W.	13.08	12.83	.001	1.26	0.96	.001	.92	.001
		Brust VFr	11.75	12.57	.001	0.67	0.89	.001	.81	.001
		Vorz.Frq.	11.75	11.75	.695	0.67	0.76	.001	.99	.001
	Brust VFr	Erwart.W.	11.75	12.83	.001	0.67	0.96	.001	.79	.001
		Brust EW	12.57	11.75	.001	0.89	0.76	.011	.80	.001
		Vorz.Frq.	12.57	11.75	.001	0.89	0.96	.170	.84	.001
		Erwart.W.	12.57	12.83	.001	0.89	0.96	.170	.84	.001
		Vorz.Frq.	11.75	12.83	.001	0.76	0.96	.001	.78	.001
		Erwart.W.	11.75	12.83	.001	0.76	0.96	.001	.78	.001
Ruhe 4	Maske	Bauch VFr	12.98	12.06	.001	3.44	3.52	.599	.90	.001
		Bauch EW	12.98	13.70	.001	3.44	3.19	.045	.92	.001
		Brust VFr	12.98	12.00	.001	3.44	3.45	.881	.91	.001
		Brust EW	12.98	13.49	.001	3.44	3.07	.007	.91	.001
		Vorz.Frq.	12.98	12.03	.001	3.44	3.47	.799	.91	.001
		Erwart.W.	12.98	13.60	.001	3.44	3.10	.005	.92	.001
	Bauch VFr	Bauch EW	12.06	13.70	.001	3.52	3.19	.001	.97	.001
		Brust VFr	12.06	12.00	.307	3.52	3.45	.294	.98	.001
		Brust EW	12.06	13.49	.001	3.52	3.07	.001	.95	.001
		Vorz.Frq.	12.06	12.03	.307	3.52	3.47	.134	.99	.001
		Erwart.W.	12.06	13.60	.001	3.52	3.10	.001	.97	.001
		Bauch EW	13.70	12.00	.001	3.19	3.45	.005	.96	.001
	Bauch EW	Brust VFr	13.70	13.49	.023	3.19	3.07	.219	.95	.001
		Brust EW	13.70	12.03	.001	3.19	3.47	.001	.97	.001
		Vorz.Frq.	13.70	13.60	.023	3.19	3.10	.047	.98	.001
		Erwart.W.	13.70	13.60	.023	3.19	3.10	.047	.98	.001
		Brust VFr	12.00	13.49	.001	3.45	3.07	.001	.96	.001
		Vorz.Frq.	12.00	12.03	.307	3.45	3.47	.545	.99	.001
	Brust VFr	Erwart.W.	12.00	13.60	.001	3.45	3.10	.001	.97	.001
		Brust EW	13.49	12.03	.001	3.07	3.47	.001	.96	.001
		Vorz.Frq.	13.49	12.03	.001	3.07	3.47	.001	.96	.001
		Erwart.W.	13.49	13.60	.023	3.07	3.10	.642	.98	.001
		Vorz.Frq.	12.03	13.60	.001	3.47	3.10	.001	.97	.001
		Erwart.W.	12.03	13.60	.001	3.47	3.10	.001	.97	.001
Ruhe 5	Maske	Bauch VFr	14.61	13.73	.001	3.54	4.01	.001	.95	.001
		Bauch EW	14.61	15.13	.001	3.54	3.75	.035	.96	.001
		Brust VFr	14.61	13.65	.001	3.54	3.94	.001	.95	.001
		Brust EW	14.61	14.88	.012	3.54	3.47	.515	.95	.001
		Vorz.Frq.	14.61	13.69	.001	3.54	3.97	.001	.95	.001
		Erwart.W.	14.61	15.00	.001	3.54	3.59	.571	.96	.001
	Bauch VFr	Bauch EW	13.73	15.13	.001	4.01	3.75	.001	.98	.001
		Brust VFr	13.73	13.65	.009	4.01	3.94	.014	.99	.001
		Brust EW	13.73	14.88	.001	4.01	3.47	.001	.97	.001
		Vorz.Frq.	13.73	13.69	.009	4.01	3.97	.008	.99	.001
		Erwart.W.	13.73	15.00	.001	4.01	3.59	.001	.98	.001
		Bauch EW	15.13	13.65	.001	3.75	3.94	.016	.97	.001
	Bauch EW	Brust VFr	15.13	14.88	.001	3.75	3.47	.001	.98	.001
		Brust EW	15.13	13.69	.001	3.75	3.97	.003	.98	.001
		Vorz.Frq.	15.13	13.69	.001	3.75	3.97	.003	.98	.001
		Erwart.W.	15.13	15.00	.001	3.75	3.59	.001	.99	.001
		Brust VFr	13.65	14.88	.001	3.94	3.47	.001	.97	.001
		Vorz.Frq.	13.65	13.69	.009	3.94	3.97	.023	.99	.001
	Brust VFr	Erwart.W.	13.65	15.00	.001	3.94	3.59	.001	.97	.001
		Brust EW	14.88	13.69	.001	3.47	3.97	.001	.97	.001
		Vorz.Frq.	14.88	13.69	.001	3.47	3.97	.001	.97	.001
		Erwart.W.	14.88	15.00	.001	3.47	3.59	.001	.99	.001
		Vorz.Frq.	13.69	15.00	.001	3.97	3.59	.001	.98	.001
		Erwart.W.	13.69	15.00	.001	3.97	3.59	.001	.98	.001

Atemfrequenzen (Atemzüge/Minute)

Situation	Variable 1	Variable 2	Mittelwerte			Standardabw.			Korrel.	
			Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Rechnen	Maske	Bauch VFr	17.97	16.94	.001	2.94	3.28	.007	.92	.001
		Bauch EW	17.97	17.93	.748	2.94	2.87	.509	.92	.001
		Brust VFr	17.97	16.62	.001	2.94	3.36	.005	.88	.001
		Brust EW	17.97	17.42	.001	2.94	2.77	.191	.88	.001
		Vorz.Frq.	17.97	16.78	.001	2.94	3.30	.007	.90	.001
	Bauch VFr	Erwart.W.	17.97	17.68	.016	2.94	2.79	.207	.91	.001
		Bauch EW	16.94	17.93	.001	3.28	2.87	.001	.98	.001
		Brust VFr	16.94	16.62	.001	3.28	3.36	.209	.97	.001
		Brust EW	16.94	17.42	.001	3.28	2.77	.001	.96	.001
		Vorz.Frq.	16.94	16.78	.001	3.28	3.30	.462	.99	.001
	Bauch EW	Erwart.W.	16.94	17.68	.001	3.28	2.79	.001	.99	.001
		Brust VFr	17.93	16.62	.001	2.87	3.36	.001	.96	.001
		Brust EW	17.93	17.42	.001	2.87	2.77	.154	.96	.001
		Vorz.Frq.	17.93	16.78	.001	2.87	3.30	.001	.98	.001
		Erwart.W.	17.93	17.68	.001	2.87	2.79	.037	.99	.001
	Brust VFr	Brust EW	16.62	17.42	.001	3.36	2.77	.001	.97	.001
		Vorz.Frq.	16.62	16.78	.001	3.36	3.30	.076	.99	.001
		Erwart.W.	16.62	17.68	.001	3.36	2.79	.001	.98	.001
	Brust EW	Vorz.Frq.	17.42	16.78	.001	2.77	3.30	.001	.97	.001
		Erwart.W.	17.42	17.68	.001	2.77	2.79	.451	.99	.001
		Vorz.Frq.	16.78	17.68	.001	3.30	2.79	.001	.98	.001
Ruhe 6	Maske	Bauch VFr	14.68	13.94	.001	3.52	4.02	.001	.94	.001
		Bauch EW	14.68	15.39	.001	3.52	3.71	.094	.94	.001
		Brust VFr	14.68	13.80	.001	3.52	3.99	.001	.94	.001
		Brust EW	14.68	15.17	.001	3.52	3.61	.427	.95	.001
		Vorz.Frq.	14.68	13.87	.001	3.52	4.00	.001	.94	.001
	Bauch VFr	Erwart.W.	14.68	15.28	.001	3.52	3.64	.248	.95	.001
		Bauch EW	13.94	15.39	.001	4.02	3.71	.001	.98	.001
		Brust VFr	13.94	13.80	.001	4.02	3.99	.431	.99	.001
		Brust EW	13.94	15.17	.001	4.02	3.61	.001	.96	.001
		Vorz.Frq.	13.94	13.87	.001	4.02	4.00	.300	.99	.001
	Bauch EW	Erwart.W.	13.94	15.28	.001	4.02	3.64	.001	.97	.001
		Brust VFr	15.39	13.80	.001	3.71	3.99	.001	.97	.001
		Brust EW	15.39	15.17	.002	3.71	3.61	.130	.98	.001
		Vorz.Frq.	15.39	13.87	.001	3.71	4.00	.001	.98	.001
		Erwart.W.	15.39	15.28	.002	3.71	3.64	.046	.99	.001
	Brust VFr	Brust EW	13.80	15.17	.001	3.99	3.61	.001	.97	.001
		Vorz.Frq.	13.80	13.87	.001	3.99	4.00	.585	.99	.001
		Erwart.W.	13.80	15.28	.001	3.99	3.64	.001	.98	.001
	Brust EW	Vorz.Frq.	15.17	13.87	.001	3.61	4.00	.001	.97	.001
		Erwart.W.	15.17	15.28	.002	3.61	3.64	.307	.99	.001
		Vorz.Frq.	13.87	15.28	.001	4.00	3.64	.001	.98	.001
Ergo 50 Watt	Maske	Bauch VFr	21.39	20.22	.001	3.44	3.83	.002	.94	.001
		Bauch EW	21.39	21.38	.883	3.44	3.59	.322	.91	.001
		Brust VFr	21.39	20.01	.001	3.44	3.94	.001	.93	.001
		Brust EW	21.39	20.31	.001	3.44	3.41	.785	.92	.001
		Vorz.Frq.	21.39	20.12	.001	3.44	3.88	.001	.94	.001
	Bauch VFr	Erwart.W.	21.39	20.85	.001	3.44	3.44	.920	.93	.001
		Bauch EW	20.22	21.38	.001	3.83	3.59	.030	.95	.001
		Brust VFr	20.22	20.01	.001	3.83	3.94	.020	.99	.001
		Brust EW	20.22	20.31	.392	3.83	3.41	.001	.96	.001
		Vorz.Frq.	20.22	20.12	.001	3.83	3.88	.043	.99	.001
	Bauch EW	Erwart.W.	20.22	20.85	.001	3.83	3.44	.001	.97	.001
		Brust VFr	21.38	20.01	.001	3.59	3.94	.002	.95	.001
		Brust EW	21.38	20.31	.001	3.59	3.41	.160	.93	.001
		Vorz.Frq.	21.38	20.12	.001	3.59	3.88	.009	.95	.001
		Erwart.W.	21.38	20.85	.001	3.59	3.44	.019	.98	.001
	Brust VFr	Brust EW	20.01	20.31	.003	3.94	3.41	.001	.97	.001
		Vorz.Frq.	20.01	20.12	.001	3.94	3.88	.009	.99	.001
		Erwart.W.	20.01	20.85	.001	3.94	3.44	.001	.97	.001
	Brust EW	Vorz.Frq.	20.31	20.12	.050	3.41	3.88	.001	.96	.001
		Erwart.W.	20.31	20.85	.001	3.41	3.44	.650	.98	.001
	Vorz.Frq.	Erwart.W.	20.12	20.85	.001	3.88	3.44	.001	.97	.001

Atemfrequenzen (Atemzüge/Minute)

Situation	Variable 1	Variable 2	Mittelwerte			Standardabw.			Korrel.	
			Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Ergo 100 Watt	Maske	Bauch VFr	21.84	20.78	.001	4.16	4.52	.004	.95	.001
		Bauch EW	21.84	21.58	.058	4.16	4.24	.564	.94	.001
		Brust VFr	21.84	20.53	.001	4.16	4.49	.024	.94	.001
		Brust EW	21.84	20.55	.001	4.16	4.06	.450	.94	.001
		Vorz.Frq.	21.84	20.65	.001	4.16	4.49	.012	.95	.001
		Erwart.W.	21.84	21.07	.001	4.16	4.12	.784	.95	.001
	Bauch VFr	Bauch EW	20.78	21.58	.001	4.52	4.24	.002	.97	.001
		Brust VFr	20.78	20.53	.001	4.52	4.49	.586	.99	.001
		Brust EW	20.78	20.55	.008	4.52	4.06	.001	.98	.001
		Vorz.Frq.	20.78	20.65	.001	4.52	4.49	.394	.99	.001
		Erwart.W.	20.78	21.07	.001	4.52	4.12	.001	.98	.001
		Bauch EW	21.58	20.53	.001	4.24	4.49	.011	.97	.001
	Bauch EW	Brust VFr	21.58	20.55	.001	4.24	4.06	.035	.97	.001
		Brust EW	21.58	20.55	.001	4.24	4.49	.005	.97	.001
		Vorz.Frq.	21.58	20.65	.001	4.24	4.49	.009	.99	.001
	Brust VFr	Brust EW	20.53	20.55	.788	4.49	4.06	.001	.98	.001
		Vorz.Frq.	20.53	20.65	.001	4.49	4.49	.791	.99	.001
		Erwart.W.	20.53	21.07	.001	4.49	4.12	.001	.98	.001
	Brust EW	Vorz.Frq.	20.55	20.65	.174	4.06	4.49	.001	.98	.001
		Erwart.W.	20.55	21.07	.001	4.06	4.12	.114	.99	.001
		Vorz.Frq.	20.65	21.07	.001	4.49	4.12	.001	.98	.001
Ergo Erh.1	Maske	Bauch VFr	17.52	15.99	.001	3.47	3.86	.007	.92	.001
		Bauch EW	17.52	17.00	.001	3.47	3.60	.290	.93	.001
		Brust VFr	17.52	15.89	.001	3.47	3.91	.003	.91	.001
		Brust EW	17.52	16.57	.001	3.47	3.42	.750	.91	.001
		Vorz.Frq.	17.52	15.94	.001	3.47	3.88	.005	.92	.001
		Erwart.W.	17.52	16.79	.001	3.47	3.49	.841	.93	.001
	Bauch VFr	Bauch EW	15.99	17.00	.001	3.86	3.60	.001	.98	.001
		Brust VFr	15.99	15.89	.105	3.86	3.91	.369	.98	.001
		Brust EW	15.99	16.57	.001	3.86	3.42	.001	.97	.001
		Vorz.Frq.	15.99	15.94	.105	3.86	3.88	.611	.99	.001
		Erwart.W.	15.99	16.79	.001	3.86	3.49	.001	.98	.001
		Bauch EW	17.00	15.89	.001	3.60	3.91	.001	.97	.001
	Bauch EW	Brust VFr	17.00	16.57	.001	3.60	3.42	.033	.97	.001
		Brust EW	17.00	16.57	.001	3.60	3.88	.001	.98	.001
		Vorz.Frq.	17.00	15.94	.001	3.60	3.88	.001	.99	.001
	Brust VFr	Brust EW	15.89	16.57	.001	3.91	3.42	.001	.97	.001
		Vorz.Frq.	15.89	15.94	.105	3.91	3.88	.195	.99	.001
		Erwart.W.	15.89	16.79	.001	3.91	3.49	.001	.97	.001
	Brust EW	Vorz.Frq.	16.57	15.94	.001	3.42	3.88	.001	.97	.001
		Erwart.W.	16.57	16.79	.001	3.42	3.49	.129	.99	.001
		Vorz.Frq.	15.94	16.79	.001	3.88	3.49	.001	.98	.001
Ergo Erh.2	Maske	Bauch VFr	15.51	14.51	.001	3.63	4.04	.002	.94	.001
		Bauch EW	15.51	15.78	.026	3.63	3.89	.034	.95	.001
		Brust VFr	15.51	14.43	.001	3.63	4.05	.001	.94	.001
		Brust EW	15.51	15.42	.474	3.63	3.62	.858	.93	.001
		Vorz.Frq.	15.51	14.47	.001	3.63	4.04	.001	.94	.001
		Erwart.W.	15.51	15.60	.456	3.63	3.73	.419	.94	.001
	Bauch VFr	Bauch EW	14.51	15.78	.001	4.04	3.89	.018	.98	.001
		Brust VFr	14.51	14.43	.009	4.04	4.05	.727	.99	.001
		Brust EW	14.51	15.42	.001	4.04	3.62	.001	.97	.001
		Vorz.Frq.	14.51	14.47	.009	4.04	4.04	.852	.99	.001
		Erwart.W.	14.51	15.60	.001	4.04	3.73	.001	.98	.001
		Bauch EW	15.78	14.43	.001	3.89	4.05	.023	.98	.001
	Bauch EW	Brust EW	15.78	15.42	.001	3.89	3.62	.001	.97	.001
		Vorz.Frq.	15.78	14.47	.001	3.89	4.04	.020	.98	.001
		Erwart.W.	15.78	15.60	.001	3.89	3.73	.001	.99	.001
	Brust VFr	Brust EW	14.43	15.42	.001	4.05	3.62	.001	.98	.001
		Vorz.Frq.	14.43	14.47	.009	4.05	4.04	.597	.99	.001
		Erwart.W.	14.43	15.60	.001	4.05	3.73	.001	.98	.001
	Brust EW	Vorz.Frq.	15.42	14.47	.001	3.62	4.04	.001	.98	.001
		Erwart.W.	15.42	15.60	.001	3.62	3.73	.006	.99	.001
		Vorz.Frq.	14.47	15.60	.001	4.04	3.73	.001	.98	.001

Atemfrequenzen (Atemzüge/Minute)

Situation	Variable 1	Variable 2	Mittelwerte		p	Standardabw.		p	Korrel.	
			Var.1	Var.2		Var.1	Var.2		r	p
Ergo Erh.3	Maske	Bauch VFr	15.33	14.34	.001	3.49	3.86	.001	.95	.001
		Bauch EW	15.33	15.66	.001	3.49	3.63	.141	.96	.001
		Brust VFr	15.33	14.22	.001	3.49	3.84	.003	.95	.001
		Brust EW	15.33	15.29	.715	3.49	3.44	.628	.95	.001
		Vorz.Frq.	15.33	14.28	.001	3.49	3.85	.001	.95	.001
		Erwart.W.	15.33	15.48	.129	3.49	3.52	.763	.96	.001
	Bauch VFr	Bauch EW	14.34	15.66	.001	3.86	3.63	.001	.98	.001
		Brust VFr	14.34	14.22	.002	3.86	3.84	.584	.99	.001
		Brust EW	14.34	15.29	.001	3.86	3.44	.001	.97	.001
		Vorz.Frq.	14.34	14.28	.002	3.86	3.85	.424	.99	.001
		Erwart.W.	14.34	15.48	.001	3.86	3.52	.001	.98	.001
		Brust VFr	15.66	14.22	.001	3.63	3.84	.003	.98	.001
	Bauch EW	Brust EW	15.66	15.29	.001	3.63	3.44	.003	.98	.001
		Vorz.Frq.	15.66	14.28	.001	3.63	3.85	.001	.98	.001
		Erwart.W.	15.66	15.48	.001	3.63	3.52	.001	.99	.001
		Brust VFr	14.22	15.29	.001	3.84	3.44	.001	.97	.001
		Vorz.Frq.	14.22	14.28	.002	3.84	3.85	.755	.99	.001
		Erwart.W.	14.22	15.48	.001	3.84	3.52	.001	.98	.001
	Brust VFr	Vorz.Frq.	15.29	14.28	.001	3.44	3.85	.001	.97	.001
		Erwart.W.	15.29	15.48	.001	3.44	3.52	.013	.99	.001
		Vorz.Frq.	14.28	15.48	.001	3.85	3.52	.001	.98	.001

Atemzugvolumen (ml)

Takt 7 liegen	Maske	Schätzung	1004	1101	.001	46	170	.001	.19	.044
		Bauch	1004	590	.001	46	251	.001	.18	.055
		Brust	1004	510	.001	46	184	.001	-.07	.465
		Bauch*	1004	590	.001	46	251	.001	.18	.055
		Brust *	1004	510	.001	46	184	.001	-.07	.465
		Schätzg. *	1004	1101	.001	46	170	.001	.19	.044
	Schätzung	Bauch	1101	590	.001	170	251	.001	.67	.001
		Brust	1101	510	.001	170	184	.442	.00	.935
		Bauch*	1101	590	.001	170	251	.001	.67	.001
		Brust *	1101	510	.001	170	184	.442	.00	.935
		Schätzg. *	1101	1101	.999	170	170	.999	1.00	.001
		Brust	590	510	.049	251	184	.001	-.73	.001
	Bauch	Bauch*	590	590	.999	251	251	.999	1.00	.001
		Brust *	590	510	.049	251	184	.001	-.73	.001
		Schätzg. *	590	1101	.001	251	170	.001	.67	.001
		Bauch*	510	590	.049	184	251	.001	-.73	.001
		Brust *	510	510	.999	184	184	.999	.99	.001
		Schätzg. *	510	1101	.001	184	170	.442	.00	.935
	Bauch*	Brust *	590	510	.049	251	184	.001	-.73	.001
		Schätzg. *	590	1101	.001	251	170	.001	.67	.001
		Schätzg. *	510	1101	.001	184	170	.442	.00	.935
	Brust *	Schätzung	721	786	.001	288	318	.006	.93	.001
		Bauch	721	443	.001	288	222	.001	.71	.001
		Brust	721	343	.001	288	207	.001	.67	.001
		Bauch*	721	443	.001	288	222	.001	.71	.001
		Brust *	721	343	.001	288	207	.001	.67	.001
		Schätzg. *	721	786	.001	288	318	.006	.93	.001
Ruhe 1	Schätzung	Bauch	786	443	.001	318	222	.001	.76	.001
		Brust	786	343	.001	318	207	.001	.71	.001
		Bauch*	786	443	.001	318	222	.001	.76	.001
		Brust *	786	343	.001	318	207	.001	.71	.001
		Schätzg. *	786	786	.999	318	318	.999	1.00	.001
		Brust	443	343	.001	222	207	.485	.09	.336
	Bauch	Bauch*	443	443	.999	222	222	.999	1.00	.001
		Brust *	443	343	.001	222	207	.485	.09	.336
		Schätzg. *	443	786	.001	222	318	.001	.76	.001
		Bauch*	343	443	.001	207	222	.485	.09	.336
		Brust *	343	343	.999	207	207	.999	1.00	.001
		Schätzg. *	343	786	.001	207	318	.001	.71	.001
	Bauch*	Brust *	443	343	.001	222	207	.485	.09	.336
		Schätzg. *	443	786	.001	222	318	.001	.76	.001
		Schätzg. *	343	786	.001	207	318	.001	.71	.001

Atemzugvolumen (ml)

Situation	Variable 1	Variable 2	Mittelwerte			Standardabw.			Korrel.	
			Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Takt 10 liegen	Maske	Schätzung	985	1023	.009	54	159	.001	.38	.001
		Bauch	985	496	.001	54	237	.001	.19	.053
		Brust	985	527	.001	54	193	.001	.07	.435
		Bauch*	985	496	.001	54	237	.001	.19	.053
		Brust *	985	527	.001	54	193	.001	.07	.435
	Schätzung	Schätzung. *	985	1023	.009	54	159	.001	.38	.001
		Bauch	1023	496	.001	159	237	.001	.58	.001
		Brust	1023	527	.001	159	193	.050	.10	.300
		Bauch*	1023	496	.001	159	237	.001	.58	.001
		Brust *	1023	527	.001	159	193	.050	.10	.300
	Bauch	Schätzung. *	1023	1023	.999	159	159	.999	.99	.001
		Brust	496	527	.461	237	193	.003	-.74	.001
		Bauch*	496	496	.999	237	237	.999	1.00	.001
		Brust *	496	527	.461	237	193	.003	-.74	.001
		Schätzung. *	496	1023	.001	237	159	.001	.58	.001
	Brust	Bauch*	527	496	.461	193	237	.003	-.74	.001
		Brust *	527	527	.999	193	193	.999	.99	.001
		Schätzung. *	527	1023	.001	193	159	.050	.10	.300
		Bauch*	496	527	.461	237	193	.003	-.74	.001
		Schätzung. *	496	1023	.001	237	159	.001	.58	.001
	Bauch*	Schätzung. *	527	1023	.001	193	159	.050	.10	.300
		Brust *	527	1023	.001	193	159	.050	.10	.300
		Schätzung	642	715	.001	294	362	.001	.93	.001
		Bauch	642	394	.001	294	215	.001	.66	.001
		Brust	642	320	.001	294	247	.006	.78	.001
Ruhe 2	Maske	Bauch*	642	394	.001	294	215	.001	.66	.001
		Brust *	642	320	.001	294	247	.006	.78	.001
		Schätzung. *	642	715	.001	294	362	.001	.93	.001
		Bauch	715	394	.001	362	215	.001	.74	.001
		Brust	715	320	.001	362	247	.001	.81	.001
	Schätzung	Bauch*	715	394	.001	362	215	.001	.74	.001
		Brust *	715	320	.001	362	247	.001	.81	.001
		Schätzung. *	715	715	.999	362	362	.999	1.00	.001
		Bauch	394	320	.011	215	247	.166	.22	.026
		Brust	394	394	.999	215	215	.999	1.00	.001
	Bauch	Brust *	394	320	.011	215	247	.166	.22	.026
		Schätzung. *	394	715	.001	215	362	.001	.74	.001
		Bauch*	320	394	.011	247	215	.166	.22	.026
		Brust *	320	320	.999	247	247	.999	1.00	.001
		Schätzung. *	320	715	.001	247	362	.001	.81	.001
	Brust	Bauch*	394	320	.011	215	247	.166	.22	.026
		Schätzung. *	394	715	.001	215	362	.001	.74	.001
		Brust *	320	715	.001	247	362	.001	.81	.001
		Schätzung	999	1047	.004	55	158	.001	.00	.926
		Bauch	999	419	.001	55	155	.001	-.24	.014
Takt 7 stehen	Maske	Brust	999	628	.001	55	193	.001	.19	.052
		Bauch*	999	419	.001	55	155	.001	-.24	.014
		Brust *	999	628	.001	55	193	.001	.19	.052
		Schätzung. *	999	1047	.004	55	158	.001	.00	.926
		Bauch	1047	419	.001	158	155	.821	.23	.015
	Schätzung	Brust	1047	628	.001	158	193	.011	.62	.001
		Bauch*	1047	419	.001	158	155	.821	.23	.015
		Brust *	1047	628	.001	158	193	.011	.62	.001
		Schätzung. *	1047	1047	.999	158	158	.999	1.00	.001
		Bauch	419	628	.001	155	193	.006	-.60	.001
	Bauch	Bauch*	419	419	.999	155	155	.999	1.00	.001
		Brust *	419	628	.001	155	193	.006	-.60	.001
		Schätzung. *	419	1047	.001	155	158	.821	.23	.015
		Bauch*	628	419	.001	193	155	.006	-.60	.001
		Brust *	628	628	.999	193	193	.999	1.00	.001
	Brust	Schätzung. *	628	1047	.001	193	158	.011	.62	.001
		Bauch*	419	628	.001	155	193	.006	-.60	.001
		Schätzung. *	419	1047	.001	155	158	.821	.23	.015
		Brust *	419	628	.001	155	193	.006	-.60	.001
		Schätzung. *	419	1047	.001	155	158	.821	.23	.015

Atemzugvolumen (ml)

Situation	Variable 1	Variable 2	Mittelwerte			Standardabw.			Korrel.	
			Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Ruhe 3	Maske	Schätzung	719	777	.001	283	298	.203	.91	.001
		Bauch	719	337	.001	283	157	.001	.67	.001
		Brust	719	440	.001	283	222	.001	.75	.001
		Bauch*	719	337	.001	283	157	.001	.67	.001
		Brust *	719	440	.001	283	222	.001	.75	.001
		Schätzg. *	719	777	.001	283	298	.203	.91	.001
	Schätzung	Bauch	777	337	.001	298	157	.001	.68	.001
		Brust	777	440	.001	298	222	.001	.85	.001
		Bauch*	777	337	.001	298	157	.001	.68	.001
		Brust *	777	440	.001	298	222	.001	.85	.001
		Schätzg. *	777	777	.999	298	298	.999	1.00	.001
		Brust	337	440	.001	157	222	.001	.21	.032
	Bauch	Bauch*	337	337	.999	157	157	.999	1.00	.001
		Brust *	337	440	.001	157	222	.001	.21	.032
		Schätzg. *	337	777	.001	157	298	.001	.68	.001
		Bauch*	440	337	.001	222	157	.001	.21	.032
	Brust	Brust *	440	440	.999	222	222	.999	1.00	.001
		Schätzg. *	440	777	.001	222	298	.001	.85	.001
	Bauch*	Brust *	337	440	.001	157	222	.001	.21	.032
		Schätzg. *	337	777	.001	157	298	.001	.68	.001
	Brust *	Schätzg. *	440	777	.001	222	298	.001	.85	.001
Takt 10 stehen.	Maske	Schätzung	987	936	.001	47	144	.001	.17	.079
		Bauch	987	374	.001	47	151	.001	-.08	.385
		Brust	987	561	.001	47	185	.001	.20	.035
		Bauch*	987	374	.001	47	151	.001	-.08	.385
		Brust *	987	561	.001	47	185	.001	.20	.035
		Schätzg. *	987	936	.001	47	144	.001	.17	.079
	Schätzung	Bauch	936	374	.001	144	151	.615	.21	.031
		Brust	936	561	.001	144	185	.002	.60	.001
		Bauch*	936	374	.001	144	151	.615	.21	.031
		Brust *	936	561	.001	144	185	.002	.60	.001
		Schätzg. *	936	936	.999	144	144	.999	1.00	.001
		Brust	374	561	.001	151	185	.008	-.65	.001
	Bauch	Bauch*	374	374	.999	151	151	.999	1.00	.001
		Brust *	374	561	.001	151	185	.008	-.65	.001
		Schätzg. *	374	936	.001	151	144	.615	.21	.031
		Bauch*	561	374	.001	185	151	.008	-.65	.001
	Brust	Brust *	561	561	.999	185	185	.999	1.00	.001
		Schätzg. *	561	936	.001	185	144	.002	.60	.001
	Bauch*	Brust *	374	561	.001	151	185	.008	-.65	.001
		Schätzg. *	374	936	.001	151	144	.615	.21	.031
	Brust *	Schätzg. *	561	936	.001	185	144	.002	.60	.001
Ruhe 4	Maske	Schätzung	697	732	.004	319	303	.149	.93	.001
		Bauch	697	320	.001	319	160	.001	.67	.001
		Brust	697	412	.001	319	221	.001	.78	.001
		Bauch*	697	320	.001	319	160	.001	.67	.001
		Brust *	697	412	.001	319	221	.001	.78	.001
		Schätzg. *	697	732	.004	319	303	.149	.93	.001
	Schätzung	Bauch	732	320	.001	303	160	.001	.70	.001
		Brust	732	412	.001	303	221	.001	.85	.001
		Bauch*	732	320	.001	303	160	.001	.70	.001
		Brust *	732	412	.001	303	221	.001	.85	.001
		Schätzg. *	732	732	.999	303	303	.999	.99	.001
		Brust	320	412	.001	160	221	.001	.24	.014
	Bauch	Bauch*	320	320	.999	160	160	.999	1.00	.001
		Brust *	320	412	.001	160	221	.001	.24	.014
		Schätzg. *	320	732	.001	160	303	.001	.70	.001
		Bauch*	412	320	.001	221	160	.001	.24	.014
	Brust	Brust *	412	412	.999	221	221	.999	1.00	.001
		Schätzg. *	412	732	.001	221	303	.001	.85	.001
	Bauch*	Brust *	320	412	.001	160	221	.001	.24	.014
		Schätzg. *	320	732	.001	160	303	.001	.70	.001
	Brust *	Schätzg. *	412	732	.001	221	303	.001	.85	.001

Atemzugvolumen (ml)

Situation	Variable 1	Variable 2	Mittelwerte		p	Standardabw.		p	Korrel.	
			Var.1	Var.2		Var.1	Var.2		r	p
Ruhe 5	Maske	Schätzung	545	624	.001	163	226	.001	.92	.001
		Bauch	545	407	.001	163	151	.240	.78	.001
		Brust	545	217	.001	163	133	.007	.67	.001
		Bauch*	545	426	.001	163	196	.013	.67	.001
		Brust *	545	239	.001	163	151	.338	.65	.001
	Schätzung	Schätzg. *	545	666	.001	163	269	.001	.85	.001
		Bauch	624	407	.001	226	151	.001	.82	.001
		Brust	624	217	.001	226	133	.001	.76	.001
		Bauch*	624	426	.001	226	196	.036	.73	.001
		Brust *	624	239	.001	226	151	.001	.72	.001
	Bauch	Schätzg. *	624	666	.001	226	269	.001	.93	.001
		Brust	407	217	.001	151	133	.193	.26	.008
		Bauch*	407	426	.033	151	196	.001	.88	.001
		Brust *	407	239	.001	151	151	.945	.25	.010
		Schätzg. *	407	666	.001	151	269	.001	.79	.001
	Brust	Bauch*	217	426	.001	133	196	.001	.23	.018
		Brust *	217	239	.001	133	151	.001	.93	.001
		Schätzg. *	217	666	.001	133	269	.001	.69	.001
	Bauch*	Brust *	426	239	.001	196	151	.009	.18	.057
		Schätzg. *	426	666	.001	196	269	.001	.83	.001
Rechnen	Brust *	Schätzg. *	239	666	.001	151	269	.001	.69	.001
		Schätzung	482	543	.001	98	139	.001	.81	.001
	Maske	Bauch	482	346	.001	98	104	.436	.66	.001
		Brust	482	196	.001	98	86	.132	.51	.001
		Bauch*	482	363	.001	98	150	.001	.55	.001
		Brust *	482	217	.001	98	105	.433	.47	.001
		Schätzg. *	482	580	.001	98	191	.001	.69	.001
	Schätzung	Bauch	543	346	.001	139	104	.001	.78	.001
		Brust	543	196	.001	139	86	.001	.66	.001
		Bauch*	543	363	.001	139	150	.242	.73	.001
		Brust *	543	217	.001	139	105	.001	.57	.001
		Schätzg. *	543	580	.001	139	191	.001	.89	.001
	Bauch	Brust	346	196	.001	104	86	.058	.05	.561
		Bauch*	346	363	.049	104	150	.001	.83	.001
		Brust *	346	217	.001	104	105	.878	.03	.739
		Schätzg. *	346	580	.001	104	191	.001	.68	.001
		Bauch*	196	363	.001	86	150	.001	.17	.079
	Brust	Brust *	196	217	.001	86	105	.001	.88	.001
		Schätzg. *	196	580	.001	86	191	.001	.62	.001
		Brust *	363	217	.001	150	105	.001	.08	.409
	Bauch*	Schätzg. *	363	580	.001	150	191	.001	.83	.001
		Schätzg. *	217	580	.001	105	191	.001	.61	.001
Ruhe 6	Maske	Schätzung	541	609	.001	232	257	.004	.93	.001
		Bauch	541	389	.001	232	160	.001	.74	.001
		Brust	541	219	.001	232	144	.001	.84	.001
		Bauch*	541	406	.001	232	192	.016	.63	.001
		Brust *	541	239	.001	232	151	.001	.77	.001
	Schätzung	Schätzg. *	541	646	.001	232	280	.001	.85	.001
		Bauch	609	389	.001	257	160	.001	.86	.001
		Brust	609	219	.001	257	144	.001	.82	.001
		Bauch*	609	406	.001	257	192	.001	.78	.001
		Brust *	609	239	.001	257	151	.001	.75	.001
	Bauch	Schätzg. *	609	646	.001	257	280	.009	.95	.001
		Brust	389	219	.001	160	144	.228	.43	.001
		Bauch*	389	406	.039	160	192	.001	.91	.001
		Brust *	389	239	.001	160	151	.545	.38	.001
		Schätzg. *	389	646	.001	160	280	.001	.83	.001
	Brust	Bauch*	219	406	.001	144	192	.002	.38	.001
		Brust *	219	239	.001	144	151	.149	.93	.001
		Schätzg. *	219	646	.001	144	280	.001	.77	.001
	Bauch*	Brust *	406	239	.001	192	151	.013	.31	.001
		Schätzg. *	406	646	.001	192	280	.001	.85	.001
	Brust *	Schätzg. *	239	646	.001	151	280	.001	.75	.001

Atemzugvolumen (ml)

Situation	Variable 1	Variable 2	Mittelwerte		p	Standardabw.		p	Korrel.	
			Var.1	Var.2		Var.1	Var.2		r	p
Ergo 50 Watt	Maske	Schätzung	710	775	.001	155	226	.001	.81	.001
		Bauch	710	414	.001	155	117	.002	.42	.001
		Brust	710	360	.001	155	171	.115	.78	.001
		Bauch*	710	434	.001	155	165	.489	.37	.001
		Brust *	710	404	.001	155	220	.001	.64	.001
	Schätzung	Schätzg. *	710	839	.001	155	290	.001	.70	.001
		Bauch	775	414	.001	226	117	.001	.67	.001
		Brust	775	360	.001	226	171	.001	.86	.001
		Bauch*	775	434	.001	226	165	.001	.58	.001
		Brust *	775	404	.001	226	220	.675	.77	.001
	Bauch	Schätzg. *	775	839	.001	226	290	.001	.92	.001
		Brust	414	360	.004	117	171	.001	.20	.039
		Bauch*	414	434	.040	117	165	.001	.81	.001
		Brust *	414	404	.659	117	220	.001	.17	.075
		Schätzg. *	414	839	.001	117	290	.001	.59	.001
	Brust	Bauch*	360	434	.001	171	165	.737	.21	.032
		Brust *	360	404	.001	171	220	.001	.90	.001
		Schätzg. *	360	839	.001	171	290	.001	.80	.001
	Bauch*	Brust *	434	404	.245	165	220	.005	.11	.256
		Schätzg. *	434	839	.001	165	290	.001	.65	.001
	Brust *	Schätzg. *	404	839	.001	220	290	.001	.82	.001
Ergo 100 Watt	Maske	Schätzung	1093	1243	.001	196	325	.001	.82	.001
		Bauch	1093	620	.001	196	166	.055	.49	.001
		Brust	1093	622	.001	196	238	.003	.78	.001
		Bauch*	1093	645	.001	196	228	.120	.32	.001
		Brust *	1093	702	.001	196	342	.001	.67	.001
	Schätzung	Schätzg. *	1093	1347	.001	196	421	.001	.72	.001
		Bauch	1243	620	.001	325	166	.001	.70	.001
		Brust	1243	622	.001	325	238	.001	.86	.001
		Bauch*	1243	645	.001	325	228	.001	.49	.001
		Brust *	1243	702	.001	325	342	.414	.77	.001
	Bauch	Schätzg. *	1243	1347	.001	325	421	.001	.89	.001
		Brust	620	622	.885	166	238	.001	.26	.006
		Bauch*	620	645	.086	166	228	.001	.76	.001
		Brust *	620	702	.018	166	342	.001	.24	.013
		Schätzg. *	620	1347	.001	166	421	.001	.61	.001
	Brust	Bauch*	622	645	.466	238	228	.678	.14	.159
		Brust *	622	702	.001	238	342	.001	.88	.001
		Schätzg. *	622	1347	.001	238	421	.001	.79	.001
	Bauch*	Brust *	645	702	.159	228	342	.001	.04	.630
		Schätzg. *	645	1347	.001	228	421	.001	.58	.001
Ergo Erh.1	Maske	Schätzung	981	1146	.001	218	320	.001	.84	.001
		Bauch	981	653	.001	218	178	.010	.63	.001
		Brust	981	492	.001	218	211	.615	.74	.001
		Bauch*	981	682	.001	218	248	.152	.43	.001
		Brust *	981	552	.001	218	273	.001	.72	.001
	Schätzung	Schätzg. *	981	1234	.001	218	400	.001	.76	.001
		Bauch	1146	653	.001	320	178	.001	.78	.001
		Brust	1146	492	.001	320	211	.001	.85	.001
		Bauch*	1146	682	.001	320	248	.002	.61	.001
		Brust *	1146	552	.001	320	273	.014	.77	.001
	Bauch	Schätzg. *	1146	1234	.001	320	400	.001	.91	.001
		Brust	653	492	.001	178	211	.077	.34	.001
		Bauch*	653	682	.054	178	248	.001	.80	.001
		Brust *	653	552	.001	178	273	.001	.32	.001
		Schätzg. *	653	1234	.001	178	400	.001	.72	.001
	Brust	Bauch*	492	682	.001	211	248	.090	.25	.010
		Brust *	492	552	.001	211	273	.001	.89	.001
		Schätzg. *	492	1234	.001	211	400	.001	.76	.001
	Bauch*	Brust *	682	552	.001	248	273	.347	.17	.080
		Schätzg. *	682	1234	.001	248	400	.001	.73	.001
	Brust *	Schätzg. *	552	1234	.001	273	400	.001	.79	.001

Atemzugvolumen (ml)

Situation	Variable 1	Variable 2	Mittelwerte			Standardabw.			Korrel.	
			Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Ergo Erh.2	Maske	Schätzung	683	777	.001	237	299	.001	.87	.001
		Bauch	683	480	.001	237	176	.001	.63	.001
		Brust	683	297	.001	237	189	.001	.78	.001
		Bauch*	683	502	.001	237	225	.566	.48	.001
		Brust *	683	329	.001	237	214	.118	.76	.001
	Schätzung	Schätzg. *	683	831	.001	237	339	.001	.79	.001
		Bauch	777	480	.001	299	176	.001	.80	.001
		Brust	777	297	.001	299	189	.001	.83	.001
		Bauch*	777	502	.001	299	225	.001	.67	.001
		Brust *	777	329	.001	299	214	.001	.77	.001
	Bauch	Schätzg. *	777	831	.001	299	339	.001	.93	.001
		Brust	480	297	.001	176	189	.441	.33	.001
		Bauch*	480	502	.047	176	225	.001	.87	.001
		Brust *	480	329	.001	176	214	.042	.30	.002
		Schätzg. *	480	831	.001	176	339	.001	.77	.001
	Brust	Bauch*	297	502	.001	189	225	.079	.26	.008
		Brust *	297	329	.001	189	214	.001	.93	.001
		Schätzg. *	297	831	.001	189	339	.001	.76	.001
	Bauch*	Brust *	502	329	.001	225	214	.621	.19	.046
		Schätzg. *	502	831	.001	225	339	.001	.78	.001
	Brust *	Schätzg. *	329	831	.001	214	339	.001	.76	.001
Ergo Erh.3	Maske	Schätzung	579	673	.001	185	258	.001	.89	.001
		Bauch	579	415	.001	185	157	.020	.72	.001
		Brust	579	257	.001	185	167	.177	.69	.001
		Bauch*	579	435	.001	185	200	.351	.57	.001
		Brust *	579	284	.001	185	187	.846	.65	.001
	Schätzung	Schätzg. *	579	719	.001	185	296	.001	.80	.001
		Bauch	673	415	.001	258	157	.001	.78	.001
		Brust	673	257	.001	258	167	.001	.80	.001
		Bauch*	673	435	.001	258	200	.001	.67	.001
		Brust *	673	284	.001	258	187	.001	.76	.001
	Bauch	Schätzg. *	673	719	.001	258	296	.001	.94	.001
		Brust	415	257	.001	157	167	.531	.26	.008
		Bauch*	415	435	.045	157	200	.001	.88	.001
		Brust *	415	284	.001	157	187	.075	.25	.010
		Schätzg. *	415	719	.001	157	296	.001	.75	.001
	Brust	Bauch*	257	435	.001	167	200	.073	.21	.026
		Brust *	257	284	.001	167	187	.003	.93	.001
		Schätzg. *	257	719	.001	167	296	.001	.73	.001
	Bauch*	Brust *	435	284	.001	200	187	.521	.16	.092
		Schätzg. *	435	719	.001	200	296	.001	.78	.001
	Brust *	Schätzg. *	284	719	.001	187	296	.001	.74	.001

Atemminutenvolumen (l/Minute)

Takt 7 liegen	Maske	Schätzung	8.28	8.85	.001	0.99	1.44	.001	.37	.001
		Bauch	8.28	4.83	.001	0.99	1.96	.001	.03	.713
		Brust	8.28	4.02	.001	0.99	1.41	.001	.33	.001
		Bauch*	8.28	4.83	.001	0.99	1.96	.001	.03	.713
		Brust *	8.28	4.02	.001	0.99	1.41	.001	.33	.001
	Schätzung	Schätzg. *	8.28	8.85	.001	0.99	1.44	.001	.37	.001
		Bauch	8.85	4.83	.001	1.44	1.96	.001	.69	.001
		Brust	8.85	4.02	.001	1.44	1.41	.784	.05	.610
		Bauch*	8.85	4.83	.001	1.44	1.96	.001	.69	.001
		Brust *	8.85	4.02	.001	1.44	1.41	.784	.05	.610
	Bauch	Schätzg. *	8.85	8.85	.999	1.44	1.44	.999	1.00	.001
		Brust	4.83	4.02	.009	1.96	1.41	.001	-.67	.001
		Bauch*	4.83	4.83	.999	1.96	1.96	.999	1.00	.001
		Brust *	4.83	4.02	.009	1.96	1.41	.001	-.67	.001
		Schätzg. *	4.83	8.85	.001	1.96	1.44	.001	.69	.001
	Brust	Bauch*	4.02	4.83	.009	1.41	1.96	.001	-.67	.001
		Brust *	4.02	4.02	.999	1.41	1.41	.999	1.00	.001
		Schätzg. *	4.02	8.85	.001	1.41	1.44	.784	.05	.610
	Bauch*	Brust *	4.83	4.02	.009	1.96	1.41	.001	-.67	.001
		Schätzg. *	4.83	8.85	.001	1.96	1.44	.001	.69	.001
	Brust *	Schätzg. *	4.02	8.85	.001	1.41	1.44	.784	.05	.610

Atemminutenvolumen (l/Minute)

Situation	Variable 1	Variable 2	Mittelwerte			Standardabw.			Korrel.	
			Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Ruhe 1	Maske	Schätzung	7.44	8.59	.001	2.36	2.61	.048	.86	.001
		Bauch	7.44	4.94	.001	2.36	2.00	.054	.52	.001
		Brust	7.44	3.64	.001	2.36	1.92	.009	.62	.001
		Bauch*	7.44	4.94	.001	2.36	2.00	.054	.52	.001
		Brust *	7.44	3.64	.001	2.36	1.92	.009	.62	.001
	Schätzung	Schätzg. *	7.44	8.59	.001	2.36	2.61	.048	.86	.001
		Bauch	8.59	4.94	.001	2.61	2.00	.001	.68	.001
		Brust	8.59	3.64	.001	2.61	1.92	.001	.64	.001
		Bauch*	8.59	4.94	.001	2.61	2.00	.001	.68	.001
		Brust *	8.59	3.64	.001	2.61	1.92	.001	.64	.001
	Bauch	Schätzg. *	8.59	8.59	.999	2.61	2.61	.999	1.00	.001
		Brust	4.94	3.64	.001	2.00	1.92	.681	-.11	.240
		Bauch*	4.94	4.94	.999	2.00	2.00	.999	1.00	.001
		Brust *	4.94	3.64	.001	2.00	1.92	.681	-.11	.240
		Schätzg. *	4.94	8.59	.001	2.00	2.61	.001	.68	.001
	Brust	Bauch*	3.64	4.94	.001	1.92	2.00	.681	-.11	.240
		Brust *	3.64	3.64	.999	1.92	1.92	.999	1.00	.001
		Schätzg. *	3.64	8.59	.001	1.92	2.61	.001	.64	.001
	Bauch*	Brust *	4.94	3.64	.001	2.00	1.92	.681	-.11	.240
		Schätzg. *	4.94	8.59	.001	2.00	2.61	.001	.68	.001
	Brust *	Schätzg. *	3.64	8.59	.001	1.92	2.61	.001	.64	.001
Takt 10 liegen	Maske	Schätzung	10.86	12.86	.001	0.74	1.97	.001	.35	.001
		Bauch	10.86	6.34	.001	0.74	2.90	.001	.20	.042
		Brust	10.86	6.52	.001	0.74	2.38	.001	.05	.623
		Bauch*	10.86	6.34	.001	0.74	2.90	.001	.20	.042
		Brust *	10.86	6.52	.001	0.74	2.38	.001	.05	.623
	Schätzung	Schätzg. *	10.86	12.86	.001	0.74	1.97	.001	.35	.001
		Bauch	12.86	6.34	.001	1.97	2.90	.001	.58	.001
		Brust	12.86	6.52	.001	1.97	2.38	.060	.12	.222
		Bauch*	12.86	6.34	.001	1.97	2.90	.001	.58	.001
		Brust *	12.86	6.52	.001	1.97	2.38	.060	.12	.222
	Bauch	Schätzg. *	12.86	12.86	.999	1.97	1.97	.999	1.00	.001
		Brust	6.34	6.52	.724	2.90	2.38	.004	-.73	.001
		Bauch*	6.34	6.34	.999	2.90	2.90	.999	.99	.001
		Brust *	6.34	6.52	.724	2.90	2.38	.004	-.73	.001
		Schätzg. *	6.34	12.86	.001	2.90	1.97	.001	.58	.001
	Brust	Bauch*	6.52	6.34	.724	2.38	2.90	.004	-.73	.001
		Brust *	6.52	6.52	.999	2.38	2.38	.999	1.00	.001
		Schätzg. *	6.52	12.86	.001	2.38	1.97	.060	.12	.222
	Bauch*	Brust *	6.34	6.52	.724	2.90	2.38	.004	-.73	.001
		Schätzg. *	6.34	12.86	.001	2.90	1.97	.001	.58	.001
	Brust *	Schätzg. *	6.52	12.86	.001	2.38	1.97	.060	.12	.222
Ruhe 2	Maske	Schätzung	7.23	8.44	.001	2.32	2.85	.001	.86	.001
		Bauch	7.23	4.82	.001	2.32	2.22	.616	.51	.001
		Brust	7.23	3.62	.001	2.32	2.01	.054	.65	.001
		Bauch*	7.23	4.82	.001	2.32	2.22	.616	.51	.001
		Brust *	7.23	3.62	.001	2.32	2.01	.054	.65	.001
	Schätzung	Schätzg. *	7.23	8.44	.001	2.32	2.85	.001	.86	.001
		Bauch	8.44	4.82	.001	2.85	2.22	.001	.71	.001
		Brust	8.44	3.62	.001	2.85	2.01	.001	.63	.001
		Bauch*	8.44	4.82	.001	2.85	2.22	.001	.71	.001
		Brust *	8.44	3.62	.001	2.85	2.01	.001	.63	.001
	Bauch	Schätzg. *	8.44	8.44	.999	2.85	2.85	.999	1.00	.001
		Brust	4.82	3.62	.001	2.22	2.01	.316	-.09	.370
		Bauch*	4.82	4.82	.999	2.22	2.22	.999	1.00	.001
		Brust *	4.82	3.62	.001	2.22	2.01	.316	-.09	.370
		Schätzg. *	4.82	8.44	.001	2.22	2.85	.001	.71	.001
	Brust	Bauch*	3.62	4.82	.001	2.01	2.22	.316	-.09	.370
		Brust *	3.62	3.62	.999	2.01	2.01	.999	1.00	.001
		Schätzg. *	3.62	8.44	.001	2.01	2.85	.001	.63	.001
	Bauch*	Brust *	4.82	3.62	.001	2.22	2.01	.316	-.09	.370
		Schätzg. *	4.82	8.44	.001	2.22	2.85	.001	.71	.001
	Brust *	Schätzg. *	3.62	8.44	.001	2.01	2.85	.001	.63	.001

Atemminutenvolumen (l/Minute)

Situation	Variable 1	Variable 2	Mittelwerte			Standardabw.			Korrel.	
			Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Takt 7 stehen	Maske	Schätzung	8.17	8.47	.016	0.84	1.30	.001	.35	.001
		Bauch	8.17	3.49	.001	0.84	1.29	.001	-.05	.569
		Brust	8.17	4.99	.001	0.84	1.46	.001	.36	.001
		Bauch*	8.17	3.49	.001	0.84	1.29	.001	-.05	.569
		Brust *	8.17	4.99	.001	0.84	1.46	.001	.36	.001
	Schätzung	Schätzg. *	8.17	8.47	.016	0.84	1.30	.001	.35	.001
		Bauch	8.47	3.49	.001	1.30	1.29	.918	.36	.001
		Brust	8.47	4.99	.001	1.30	1.46	.145	.56	.001
		Bauch*	8.47	3.49	.001	1.30	1.29	.918	.36	.001
		Brust *	8.47	4.99	.001	1.30	1.46	.145	.56	.001
	Bauch	Schätzg. *	8.47	8.47	.999	1.30	1.30	.999	1.00	.001
		Brust	3.49	4.99	.001	1.29	1.46	.134	-.56	.001
		Bauch*	3.49	3.49	.999	1.29	1.29	.999	1.00	.001
		Brust *	3.49	4.99	.001	1.29	1.46	.134	-.56	.001
		Schätzg. *	3.49	8.47	.001	1.29	1.30	.918	.36	.001
	Brust	Bauch*	4.99	3.49	.001	1.46	1.29	.134	-.56	.001
		Brust *	4.99	4.99	.999	1.46	1.46	.999	1.00	.001
		Schätzg. *	4.99	8.47	.001	1.46	1.30	.145	.56	.001
	Bauch*	Brust *	3.49	4.99	.001	1.29	1.46	.134	-.56	.001
		Schätzg. *	3.49	8.47	.001	1.29	1.30	.918	.36	.001
	Brust *	Schätzg. *	4.99	8.47	.001	1.46	1.30	.145	.56	.001
Ruhe 3	Maske	Schätzung	8.15	9.23	.001	2.56	2.72	.284	.83	.001
		Bauch	8.15	4.08	.001	2.56	1.63	.001	.54	.001
		Brust	8.15	5.15	.001	2.56	2.18	.034	.64	.001
		Bauch*	8.15	4.08	.001	2.56	1.63	.001	.54	.001
		Brust *	8.15	5.15	.001	2.56	2.18	.034	.64	.001
	Schätzung	Schätzg. *	8.15	9.23	.001	2.56	2.72	.284	.83	.001
		Bauch	9.23	4.08	.001	2.72	1.63	.001	.59	.001
		Brust	9.23	5.15	.001	2.72	2.18	.001	.80	.001
		Bauch*	9.23	4.08	.001	2.72	1.63	.001	.59	.001
		Brust *	9.23	5.15	.001	2.72	2.18	.001	.80	.001
	Bauch	Schätzg. *	9.23	9.23	.999	2.72	2.72	.999	1.00	.001
		Brust	4.08	5.15	.001	1.63	2.18	.004	.00	.944
		Bauch*	4.08	4.08	.999	1.63	1.63	.999	1.00	.001
		Brust *	4.08	5.15	.001	1.63	2.18	.004	.00	.944
		Schätzg. *	4.08	9.23	.001	1.63	2.72	.001	.59	.001
	Brust	Bauch*	5.15	4.08	.001	2.18	1.63	.004	.00	.944
		Brust *	5.15	5.15	.999	2.18	2.18	.999	1.00	.001
		Schätzg. *	5.15	9.23	.001	2.18	2.72	.001	.80	.001
	Bauch*	Brust *	4.08	5.15	.001	1.63	2.18	.004	.00	.944
		Schätzg. *	4.08	9.23	.001	1.63	2.72	.001	.59	.001
	Brust *	Schätzg. *	5.15	9.23	.001	2.18	2.72	.001	.80	.001
Takt 10 stehen.	Maske	Schätzung	10.92	11.83	.001	0.70	1.75	.001	.26	.007
		Bauch	10.92	4.83	.001	0.70	1.90	.001	.07	.435
		Brust	10.92	7.00	.001	0.70	2.25	.001	.14	.161
		Bauch*	10.92	4.83	.001	0.70	1.90	.001	.07	.435
		Brust *	10.92	7.00	.001	0.70	2.25	.001	.14	.161
	Schätzung	Schätzg. *	10.92	11.83	.001	0.70	1.75	.001	.26	.007
		Bauch	11.83	4.83	.001	1.75	1.90	.431	.23	.016
		Brust	11.83	7.00	.001	1.75	2.25	.002	.57	.001
		Bauch*	11.83	4.83	.001	1.75	1.90	.431	.23	.016
		Brust *	11.83	7.00	.001	1.75	2.25	.002	.57	.001
	Bauch	Schätzg. *	11.83	11.83	.999	1.75	1.75	.999	1.00	.001
		Brust	4.83	7.00	.001	1.90	2.25	.022	-.65	.001
		Bauch*	4.83	4.83	.999	1.90	1.90	.999	1.00	.001
		Brust *	4.83	7.00	.001	1.90	2.25	.022	-.65	.001
		Schätzg. *	4.83	11.83	.001	1.90	1.75	.431	.23	.016
	Brust	Bauch*	7.00	4.83	.001	2.25	1.90	.022	-.65	.001
		Brust *	7.00	7.00	.999	2.25	2.25	.999	1.00	.001
		Schätzg. *	7.00	11.83	.001	2.25	1.75	.002	.57	.001
	Bauch*	Brust *	4.83	7.00	.001	1.90	2.25	.022	-.65	.001
		Schätzg. *	4.83	11.83	.001	1.90	1.75	.431	.23	.016
	Brust *	Schätzg. *	7.00	11.83	.001	2.25	1.75	.002	.57	.001

Atemminutenvolumen (l/Minute)

Situation	Variable 1	Variable 2	Mittelwerte			Standardabw.			Korrel.	
			Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Ruhe 4	Maske	Schätzung	8.29	9.18	.001	2.78	2.89	.391	.88	.001
		Bauch	8.29	4.09	.001	2.78	1.76	.001	.54	.001
		Brust	8.29	5.09	.001	2.78	2.20	.001	.73	.001
		Bauch*	8.29	4.09	.001	2.78	1.76	.001	.54	.001
		Brust *	8.29	5.09	.001	2.78	2.20	.001	.73	.001
	Schätzung	Schätzg. *	8.29	9.18	.001	2.78	2.89	.391	.88	.001
		Bauch	9.18	4.09	.001	2.89	1.76	.001	.64	.001
		Brust	9.18	5.09	.001	2.89	2.20	.001	.79	.001
		Bauch*	9.18	4.09	.001	2.89	1.76	.001	.64	.001
		Brust *	9.18	5.09	.001	2.89	2.20	.001	.79	.001
	Bauch	Schätzg. *	9.18	9.18	.999	2.89	2.89	.999	1.00	.001
		Brust	4.09	5.09	.001	1.76	2.20	.026	.05	.602
		Bauch*	4.09	4.09	.999	1.76	1.76	.999	1.00	.001
		Brust *	4.09	5.09	.001	1.76	2.20	.026	.05	.602
		Schätzg. *	4.09	9.18	.001	1.76	2.89	.001	.64	.001
	Brust	Bauch*	5.09	4.09	.001	2.20	1.76	.026	.05	.602
		Brust *	5.09	5.09	.999	2.20	2.20	.999	1.00	.001
		Schätzg. *	5.09	9.18	.001	2.20	2.89	.001	.79	.001
	Bauch*	Brust *	4.09	5.09	.001	1.76	2.20	.026	.05	.602
		Schätzg. *	4.09	9.18	.001	1.76	2.89	.001	.64	.001
		Schätzg. *	5.09	9.18	.001	2.20	2.89	.001	.79	.001
Ruhe 5	Maske	Schätzung	7.48	8.63	.001	1.51	1.87	.001	.83	.001
		Bauch	7.48	5.76	.001	1.51	1.55	.759	.64	.001
		Brust	7.48	2.88	.001	1.51	1.28	.067	.42	.001
		Bauch*	7.48	6.01	.001	1.51	2.23	.001	.48	.001
		Brust *	7.48	3.19	.001	1.51	1.56	.726	.40	.001
	Schätzung	Schätzg. *	7.48	9.20	.001	1.51	2.58	.001	.67	.001
		Bauch	8.63	5.76	.001	1.87	1.55	.007	.73	.001
		Brust	8.63	2.88	.001	1.87	1.28	.001	.56	.001
		Bauch*	8.63	6.01	.001	1.87	2.23	.026	.60	.001
		Brust *	8.63	3.19	.001	1.87	1.56	.040	.51	.001
	Bauch	Schätzg. *	8.63	9.20	.001	1.87	2.58	.001	.84	.001
		Brust	5.76	2.88	.001	1.55	1.28	.056	-.14	.152
		Bauch*	5.76	6.01	.072	1.55	2.23	.001	.78	.001
		Brust *	5.76	3.19	.001	1.55	1.56	.888	-.11	.268
		Schätzg. *	5.76	9.20	.001	1.55	2.58	.001	.60	.001
	Brust	Bauch*	2.88	6.01	.001	1.28	2.23	.001	-.06	.557
		Brust *	2.88	3.19	.001	1.28	1.56	.001	.88	.001
		Schätzg. *	2.88	9.20	.001	1.28	2.58	.001	.48	.001
	Bauch*	Brust *	6.01	3.19	.001	2.23	1.56	.001	-.11	.266
		Schätzg. *	6.01	9.20	.001	2.23	2.58	.018	.79	.001
		Schätzg. *	3.19	9.20	.001	1.56	2.58	.001	.51	.001
Rechnen	Maske	Schätzung	8.46	9.23	.001	1.73	1.86	.218	.78	.001
		Bauch	8.46	6.03	.001	1.73	1.61	.397	.58	.001
		Brust	8.46	3.20	.001	1.73	1.18	.001	.45	.001
		Bauch*	8.46	6.28	.001	1.73	2.27	.003	.41	.001
		Brust *	8.46	3.54	.001	1.73	1.49	.106	.39	.001
	Schätzung	Schätzg. *	8.46	9.82	.001	1.73	2.62	.001	.58	.001
		Bauch	9.23	6.03	.001	1.86	1.61	.020	.78	.001
		Brust	9.23	3.20	.001	1.86	1.18	.001	.51	.001
		Bauch*	9.23	6.28	.001	1.86	2.27	.008	.66	.001
		Brust *	9.23	3.54	.001	1.86	1.49	.013	.43	.001
	Bauch	Schätzg. *	9.23	9.82	.001	1.86	2.62	.001	.82	.001
		Brust	6.03	3.20	.001	1.61	1.18	.002	-.13	.185
		Bauch*	6.03	6.28	.096	1.61	2.27	.001	.76	.001
		Brust *	6.03	3.54	.001	1.61	1.49	.442	-.12	.208
		Schätzg. *	6.03	9.82	.001	1.61	2.62	.001	.58	.001
	Brust	Bauch*	3.20	6.28	.001	1.18	2.27	.001	.01	.842
		Brust *	3.20	3.54	.001	1.18	1.49	.001	.85	.001
		Schätzg. *	3.20	9.82	.001	1.18	2.62	.001	.50	.001
	Bauch*	Brust *	6.28	3.54	.001	2.27	1.49	.001	-.07	.459
		Schätzg. *	6.28	9.82	.001	2.27	2.62	.013	.82	.001
		Schätzg. *	3.54	9.82	.001	1.49	2.62	.001	.50	.001

Atemminutenvolumen (l/Minute)

Situation	Variable 1	Variable 2	Mittelwerte			Standardabw.			Korrel.	
			Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Ruhe 6	Maske	Schätzung	7.34	8.48	.001	1.80	1.85	.704	.81	.001
		Bauch	7.34	5.55	.001	1.80	1.43	.008	.49	.001
		Brust	7.34	2.93	.001	1.80	1.26	.001	.63	.001
		Bauch*	7.34	5.77	.001	1.80	1.92	.525	.33	.001
		Brust *	7.34	3.23	.001	1.80	1.44	.009	.52	.001
	Schätzung	Schätzg. *	7.34	9.00	.001	1.80	2.29	.003	.60	.001
		Bauch	8.48	5.55	.001	1.85	1.43	.001	.73	.001
		Brust	8.48	2.93	.001	1.85	1.26	.001	.63	.001
		Bauch*	8.48	5.77	.001	1.85	1.92	.628	.61	.001
		Brust *	8.48	3.23	.001	1.85	1.44	.005	.51	.001
	Bauch	Schätzg. *	8.48	9.00	.001	1.85	2.29	.001	.83	.001
		Brust	5.55	2.93	.001	1.43	1.26	.199	-.05	.560
		Bauch*	5.55	5.77	.064	1.43	1.92	.001	.78	.001
		Brust *	5.55	3.23	.001	1.43	1.44	.888	-.08	.393
		Schätzg. *	5.55	9.00	.001	1.43	2.29	.001	.60	.001
	Brust	Bauch*	2.93	5.77	.001	1.26	1.92	.001	.00	.885
		Brust *	2.93	3.23	.001	1.26	1.44	.007	.86	.001
		Schätzg. *	2.93	9.00	.001	1.26	2.29	.001	.55	.001
	Bauch*	Brust *	5.77	3.23	.001	1.92	1.44	.005	-.09	.372
		Schätzg. *	5.77	9.00	.001	1.92	2.29	.005	.77	.001
	Brust *	Schätzg. *	3.23	9.00	.001	1.44	2.29	.001	.55	.001
Ergo 50 Watt	Maske	Schätzung	14.66	15.21	.014	2.02	3.07	.001	.69	.001
		Bauch	14.66	8.52	.001	2.02	2.39	.066	.42	.001
		Brust	14.66	6.69	.001	2.02	2.16	.446	.52	.001
		Bauch*	14.66	8.90	.001	2.02	3.28	.001	.28	.004
		Brust *	14.66	7.52	.001	2.02	3.18	.001	.40	.001
	Schätzung	Schätzg. *	14.66	16.42	.001	2.02	4.30	.001	.51	.001
		Bauch	15.21	8.52	.001	3.07	2.39	.001	.71	.001
		Brust	15.21	6.69	.001	3.07	2.16	.001	.63	.001
		Bauch*	15.21	8.90	.001	3.07	3.28	.430	.59	.001
		Brust *	15.21	7.52	.001	3.07	3.18	.690	.54	.001
	Bauch	Schätzg. *	15.21	16.42	.001	3.07	4.30	.001	.85	.001
		Brust	8.52	6.69	.001	2.39	2.16	.321	-.09	.354
		Bauch*	8.52	8.90	.060	2.39	3.28	.001	.78	.001
		Brust *	8.52	7.52	.016	2.39	3.18	.005	-.07	.480
		Schätzg. *	8.52	16.42	.001	2.39	4.30	.001	.54	.001
	Brust	Bauch*	6.69	8.90	.001	2.16	3.28	.001	-.02	.762
		Brust *	6.69	7.52	.001	2.16	3.18	.001	.85	.001
		Schätzg. *	6.69	16.42	.001	2.16	4.30	.001	.60	.001
	Bauch*	Brust *	8.90	7.52	.005	3.28	3.18	.752	-.11	.255
		Schätzg. *	8.90	16.42	.001	3.28	4.30	.001	.67	.001
Ergo 100 Watt	Maske	Schätzung	22.91	24.61	.001	2.58	4.34	.001	.65	.001
		Bauch	22.91	12.83	.001	2.58	3.49	.001	.49	.001
		Brust	22.91	11.79	.001	2.58	2.92	.186	.39	.001
		Bauch*	22.91	13.43	.001	2.58	5.20	.001	.36	.001
		Brust *	22.91	13.21	.001	2.58	4.83	.001	.21	.027
	Schätzung	Schätzg. *	22.91	26.64	.001	2.58	6.61	.001	.44	.001
		Bauch	24.61	12.83	.001	4.34	3.49	.002	.74	.001
		Brust	24.61	11.79	.001	4.34	2.92	.001	.59	.001
		Bauch*	24.61	13.43	.001	4.34	5.20	.026	.59	.001
		Brust *	24.61	13.21	.001	4.34	4.83	.219	.49	.001
	Bauch	Schätzg. *	24.61	26.64	.001	4.34	6.61	.001	.82	.001
		Brust	12.83	11.79	.028	3.49	2.92	.070	-.09	.361
		Bauch*	12.83	13.43	.074	3.49	5.20	.001	.76	.001
		Brust *	12.83	13.21	.543	3.49	4.83	.001	-.06	.537
		Schätzg. *	12.83	26.64	.001	3.49	6.61	.001	.55	.001
	Brust	Bauch*	11.79	13.43	.007	2.92	5.20	.001	-.04	.690
		Brust *	11.79	13.21	.001	2.92	4.83	.001	.80	.001
		Schätzg. *	11.79	26.64	.001	2.92	6.61	.001	.55	.001
	Bauch*	Brust *	13.43	13.21	.765	5.20	4.83	.474	-.13	.186
		Schätzg. *	13.43	26.64	.001	5.20	6.61	.001	.68	.001
	Brust *	Schätzg. *	13.21	26.64	.001	4.83	6.61	.001	.62	.001

Atemminutenvolumen (l/Minute)

Situation	Variable 1	Variable 2	Mittelwerte			Standardabw.			Korrel.	
			Var.1	Var.2	p	Var.1	Var.2	p	r	p
Ergo Erh.1	Maske	Schätzung	16.45	18.12	.001	2.20	3.12	.001	.72	.001
		Bauch	16.45	10.58	.001	2.20	2.35	.477	.45	.001
		Brust	16.45	7.54	.001	2.20	2.27	.724	.52	.001
		Bauch*	16.45	11.03	.001	2.20	3.59	.001	.23	.018
		Brust *	16.45	8.43	.001	2.20	3.34	.001	.44	.001
	Schätzung	Schätzg. *	16.45	19.46	.001	2.20	4.56	.001	.50	.001
		Bauch	18.12	10.58	.001	3.12	2.35	.001	.68	.001
		Brust	18.12	7.54	.001	3.12	2.27	.001	.66	.001
		Bauch*	18.12	11.03	.001	3.12	3.59	.108	.50	.001
		Brust *	18.12	8.43	.001	3.12	3.34	.425	.56	.001
	Bauch	Schätzg. *	18.12	19.46	.001	3.12	4.56	.001	.81	.001
		Brust	10.58	7.54	.001	2.35	2.27	.726	-.08	.392
		Bauch*	10.58	11.03	.071	2.35	3.59	.001	.72	.001
		Brust *	10.58	8.43	.001	2.35	3.34	.001	-.06	.548
		Schätzg. *	10.58	19.46	.001	2.35	4.56	.001	.52	.001
	Brust	Bauch*	7.54	11.03	.001	2.27	3.59	.001	-.05	.618
		Brust *	7.54	8.43	.001	2.27	3.34	.001	.83	.001
		Schätzg. *	7.54	19.46	.001	2.27	4.56	.001	.57	.001
	Bauch*	Brust *	11.03	8.43	.001	3.59	3.34	.484	-.13	.169
		Schätzg. *	11.03	19.46	.001	3.59	4.56	.001	.68	.001
	Brust *	Schätzg. *	8.43	19.46	.001	3.34	4.56	.001	.62	.001
Ergo Erh.2	Maske	Schätzung	9.91	11.11	.001	1.81	2.11	.056	.61	.001
		Bauch	9.91	7.03	.001	1.81	1.72	.602	.30	.002
		Brust	9.91	4.08	.001	1.81	1.65	.291	.46	.001
		Bauch*	9.91	7.36	.001	1.81	2.69	.001	.13	.178
		Brust *	9.91	4.55	.001	1.81	2.09	.119	.43	.001
	Schätzung	Schätzg. *	9.91	11.90	.001	1.81	3.11	.001	.40	.001
		Bauch	11.11	7.03	.001	2.11	1.72	.009	.64	.001
		Brust	11.11	4.08	.001	2.11	1.65	.003	.60	.001
		Bauch*	11.11	7.36	.001	2.11	2.69	.004	.54	.001
		Brust *	11.11	4.55	.001	2.11	2.09	.873	.52	.001
	Bauch	Schätzg. *	11.11	11.90	.001	2.11	3.11	.001	.82	.001
		Brust	7.03	4.08	.001	1.72	1.65	.665	-.21	.026
		Bauch*	7.03	7.36	.065	1.72	2.69	.001	.76	.001
		Brust *	7.03	4.55	.001	1.72	2.09	.050	-.20	.043
		Schätzg. *	7.03	11.90	.001	1.72	3.11	.001	.52	.001
	Brust	Bauch*	4.08	7.36	.001	1.65	2.69	.001	-.09	.357
		Brust *	4.08	4.55	.001	1.65	2.09	.001	.87	.001
		Schätzg. *	4.08	11.90	.001	1.65	3.11	.001	.50	.001
	Bauch*	Brust *	7.36	4.55	.001	2.69	2.09	.011	-.16	.089
		Schätzg. *	7.36	11.90	.001	2.69	3.11	.027	.74	.001
	Brust *	Schätzg. *	4.55	11.90	.001	2.09	3.11	.001	.52	.001
Ergo Erh.3	Maske	Schätzung	8.29	9.50	.001	1.62	1.93	.017	.69	.001
		Bauch	8.29	6.04	.001	1.62	1.52	.472	.42	.001
		Brust	8.29	3.46	.001	1.62	1.51	.432	.45	.001
		Bauch*	8.29	6.31	.001	1.62	2.22	.001	.25	.009
		Brust *	8.29	3.84	.001	1.62	1.85	.148	.40	.001
	Schätzung	Schätzg. *	8.29	10.15	.001	1.62	2.65	.001	.49	.001
		Bauch	9.50	6.04	.001	1.93	1.52	.002	.63	.001
		Brust	9.50	3.46	.001	1.93	1.51	.002	.63	.001
		Bauch*	9.50	6.31	.001	1.93	2.22	.097	.53	.001
		Brust *	9.50	3.84	.001	1.93	1.85	.632	.56	.001
	Bauch	Schätzg. *	9.50	10.15	.001	1.93	2.65	.001	.84	.001
		Brust	6.04	3.46	.001	1.52	1.51	.913	-.18	.058
		Bauch*	6.04	6.31	.055	1.52	2.22	.001	.77	.001
		Brust *	6.04	3.84	.001	1.52	1.85	.043	-.15	.116
		Schätzg. *	6.04	10.15	.001	1.52	2.65	.001	.54	.001
	Brust	Bauch*	3.46	6.31	.001	1.51	2.22	.001	-.09	.330
		Brust *	3.46	3.84	.001	1.51	1.85	.001	.88	.001
		Schätzg. *	3.46	10.15	.001	1.51	2.65	.001	.53	.001
	Bauch*	Brust *	6.31	3.84	.001	2.22	1.85	.067	-.16	.101
		Schätzg. *	6.31	10.15	.001	2.22	2.65	.011	.72	.001
	Brust *	Schätzg. *	3.84	10.15	.001	1.85	2.65	.001	.56	.001

Anmerkung: * Kennwerte geschätzt ohne Wiederholung der Eichprozedur.

Tabelle A-7: Stabilitäten der Atmungs-Kennwerte über die 6 Ruhesituationen (1=nach Takt 7 liegend, 1 Min.; 2=nach Takt 10 liegend, 1 Min.; 3=nach Takt 7 stehend, 1 Min.; 4=nach Takt 10 stehend, 1 Min.; 5=vor Rechnen, 2 Min.; 6=vor Ergometer, 3 Min.).

<i>Atemfrequenz</i>									
Variable	Ruhe	Mittw.1	Mittw.2	p	Std.1	Std.2	p	r_{tt}	p
Maske	1*2	11.13	12.26	<.001	2.85	3.16	.062	.83	<.001
	3*4	12.37	12.98	<.001	3.57	3.44	.439	.88	<.001
	5*6	14.61	14.68	.721	3.54	3.52	.882	.84	<.001
	1*6	11.13	14.68	<.001	2.85	3.52	.007	.62	<.001
Bauch VFr	1*2	10.19	11.45	<.001	2.87	3.31	.021	.78	<.001
	3*4	11.39	12.06	.001	3.51	3.52	.920	.84	<.001
	5*6	13.73	13.94	.346	4.01	4.02	.905	.85	<.001
	1*6	10.19	13.94	<.001	2.87	4.02	<.001	.62	<.001
Bauch EW	1*2	12.19	13.33	<.001	2.88	3.18	.121	.77	<.001
	3*4	13.08	13.70	.001	3.25	3.19	.726	.83	<.001
	5*6	15.13	15.39	.167	3.75	3.71	.820	.86	<.001
	1*6	12.19	15.39	<.001	2.88	3.71	.001	.67	<.001
Brust VFr	1*2	10.04	11.22	<.001	2.70	3.23	.006	.76	<.001
	3*4	11.29	12.00	<.001	3.41	3.45	.783	.85	<.001
	5*6	13.65	13.80	.497	3.94	3.99	.774	.86	<.001
	1*6	10.04	13.80	<.001	2.70	3.99	<.001	.65	<.001
Brust EW	1*2	11.72	12.82	<.001	2.63	3.12	.012	.74	<.001
	3*4	12.88	13.49	.001	3.17	3.07	.580	.83	<.001
	5*6	14.88	15.17	.105	3.47	3.61	.436	.86	<.001
	1*6	11.72	15.17	<.001	2.63	3.61	<.001	.63	<.001
Vorz.Frq.	1*2	10.11	11.34	<.001	2.74	3.24	.007	.79	<.001
	3*4	11.34	12.03	<.001	3.45	3.47	.866	.85	<.001
	5*6	13.69	13.87	.415	3.97	4.00	.847	.86	<.001
	1*6	10.11	13.87	<.001	2.74	4.00	<.001	.65	<.001
Erw.Wert	1*2	11.95	13.08	<.001	2.71	3.10	.037	.77	<.001
	3*4	12.98	13.60	<.001	3.18	3.10	.626	.84	<.001
	5*6	15.00	15.28	.129	3.59	3.64	.781	.87	<.001
	1*6	11.95	15.28	<.001	2.71	3.64	<.001	.67	<.001

<i>Atemzugvolumen</i>									
Variable	Ruhe	Mittw.1	Mittw.2	p	Std.1	Std.2	p	r_{tt}	p
Maske	1*2	72.17	64.29	<.001	28.86	29.43	.738	.80	<.001
	3*4	71.99	69.75	.154	28.37	31.98	.017	.86	<.001
	5*6	54.54	54.12	.774	16.33	23.24	<.001	.75	<.001
	1*6	72.17	54.12	<.001	28.86	23.24	.014	.48	<.001
Schätzg.	1*2	78.66	71.50	.001	31.82	36.25	.025	.81	<.001
	3*4	77.78	73.21	<.001	29.86	30.33	.693	.91	<.001
	5*6	62.41	60.91	.257	22.68	25.79	.013	.86	<.001
	1*6	78.66	60.91	<.001	31.82	25.79	.015	.51	<.001
Bauch	1*2	44.33	39.47	<.001	22.23	21.59	.542	.88	<.001
	3*4	33.78	32.00	.004	15.70	16.04	.574	.92	<.001
	5*6	40.70	38.98	.033	15.16	16.07	.242	.86	<.001
	1*6	44.33	38.98	.005	22.23	16.07	<.001	.56	<.001

Atemzugvolumen

Variable	Ruhe	Mittw.1	Mittw.2	p	Std.1	Std.2	p	r _{tt}	p
Brust	1*2	34.33	32.05	.094	20.70	24.73	.002	.83	<.001
	3*4	44.00	41.21	.004	22.29	22.14	.846	.90	<.001
	5*6	21.71	21.93	.757	13.36	14.40	.136	.86	<.001
	1*6	34.33	21.93	<.001	20.70	14.40	<.001	.55	<.001
Schätzg.*	1*2	78.66	71.50	.001	31.82	36.25	.025	.81	<.001
	3*4	77.78	73.21	<.001	29.86	30.33	.693	.91	<.001
	5*6	66.62	64.64	.155	26.98	28.01	.459	.87	<.001
	1*6	78.66	64.64	<.001	31.82	28.01	.150	.47	<.001
Bauch*	1*2	44.33	39.47	<.001	22.23	21.59	.542	.88	<.001
	3*4	33.78	32.00	.004	15.70	16.04	.574	.92	<.001
	5*6	42.67	40.66	.017	19.64	19.27	.653	.90	<.001
	1*6	44.33	40.66	.101	22.23	19.27	.115	.42	<.001
Brust*	1*2	34.33	32.05	.094	20.70	24.73	.002	.83	<.001
	3*4	44.00	41.21	.004	22.29	22.14	.846	.90	<.001
	5*6	23.95	23.98	.921	15.17	15.18	.938	.85	<.001
	1*6	34.33	23.98	<.001	20.70	15.18	<.001	.48	<.001

Anmerkung: * = ohne Re-Eichung

Atemminutenvolumen

Variable	Ruhe	Mittw.1	Mittw.2	p	Std.1	Std.2	p	r _{tt}	p
Maske	1*2	744.08	723.15	.187	236.15	231.95	.772	.77	<.001
	3*4	814.85	828.96	.451	256.33	277.57	.220	.76	<.001
	5*6	748.42	734.32	.294	151.46	180.46	.017	.68	<.001
	1*6	744.08	734.32	.680	236.15	180.46	.004	.39	<.001
Schätzg.	1*2	858.73	844.35	.501	260.83	285.29	.209	.70	<.001
	3*4	923.27	918.21	.743	271.93	288.91	.262	.84	<.001
	5*6	863.49	848.35	.171	186.53	184.52	.830	.82	<.001
	1*6	858.73	848.35	.671	260.83	184.52	<.001	.45	<.001
Bauch	1*2	494.24	482.38	.350	200.43	221.91	.071	.82	<.001
	3*4	408.35	409.32	.872	162.61	175.98	.090	.88	<.001
	5*6	575.63	555.14	.014	154.96	142.91	.128	.84	<.001
	1*6	494.24	555.14	<.001	200.43	142.91	<.001	.53	<.001
Brust	1*2	364.49	362.07	.826	192.25	200.53	.497	.79	<.001
	3*4	514.92	508.89	.625	217.87	219.89	.839	.84	<.001
	5*6	287.86	293.21	.475	128.27	125.61	.708	.83	<.001
	1*6	364.49	293.21	<.001	192.25	125.61	<.001	.51	<.001
Schätzg.*	1*2	858.73	844.35	.501	260.83	285.29	.209	.70	<.001
	3*4	923.27	918.21	.743	271.93	288.91	.262	.84	<.001
	5*6	919.72	900.27	.105	257.54	229.38	.015	.88	<.001
	1*6	858.73	900.27	.129	260.83	229.38	.168	.37	<.001
Bauch*	1*2	494.24	482.38	.350	200.43	221.91	.071	.82	<.001
	3*4	408.35	409.32	.872	162.61	175.98	.090	.88	<.001
	5*6	600.79	577.20	.010	222.88	191.93	<.001	.91	<.001
	1*6	494.24	577.20	<.001	200.43	191.93	.657	.30	.002
Brust*	1*2	364.49	362.07	.826	192.25	200.53	.497	.79	<.001
	3*4	514.92	508.89	.625	217.87	219.89	.839	.84	<.001
	5*6	318.93	323.07	.632	156.39	144.24	.135	.84	<.001
	1*6	364.49	323.07	.030	192.25	144.24	.002	.38	<.001

Anmerkung: * = ohne Re-Eichung

Variable	Ruhe	Mittw.1	Mittw.2	<i>RR-Abstand</i>		Std.1	Std.2	p	r_{tt}	p
				p						
RR	1*2	941.31	938.59	.409		141.30	143.93	.424	.97	<.001
	3*4	721.65	706.00	<.001		93.35	102.36	.002	.95	<.001
	5*6	973.39	983.13	.020		145.94	139.15	.099	.95	<.001
	1*6	941.31	983.13	<.001		141.30	139.15	.758	.86	<.001

Tabelle A-8: R-Korrelationen der RSA-Variablen und ausgewählten vagal beeinflussten physiologischen Variablen in Ruhe vor dem Rechnen mit verschiedener statistischer Adjustierung von Atemfrequenz und Atemzugvolumen.

<=== Adjustierung ===>								<=== Adjustierung ===>							
AF:	MA	MA	VFR	EW	VFR	EW		AF:	MA	MA	VFR	EW	VFR	EW	
AZV:		MA	--	Reeichung	--			AZV:		MA	--	Reeichung	--		
			-- ja --		-- nein --						-- ja --		-- nein --		
-----								-----							
Herzfrequenz								Linksventrikuläre Austreibungszeit							
RSA1	-.44	-.49	-.50	-.49	-.49	-.49	-.49	RSA1	.27	.32	.34	.33	.32	.33	.32
RSA2	-.44	-.49	-.50	-.49	-.49	-.49	-.49	RSA2	.27	.32	.34	.34	.33	.34	.33
RSA3	-.02	-.05	-.05	-.05	-.04	-.04	-.04	RSA3	.07	.12	.14	.13	.13	.13	.12
RSA4	-.01	-.04	-.05	-.04	-.04	-.04	-.03	RSA4	.07	.13	.15	.15	.14	.14	.13
RSA5	.23	.23	.23	.23	.24	.24	.24	RSA5	-.06	-.02	-.01	-.01	-.02	-.02	-.02
RSA6	-.45	-.47	-.47	-.47	-.47	-.47	-.47	RSA6	.26	.28	.29	.28	.28	.28	.28
RSA7	-.45	-.49	-.49	-.48	-.48	-.49	-.48	RSA7	.26	.29	.30	.30	.30	.30	.30
EKG, P-Amplitude								RZ-Zeit							
RSA1	-.03	.02	.03	.01	.01	.01	.01	RSA1	.22	.28	.28	.28	.29	.29	.29
RSA2	-.01	.03	.04	.03	.02	.03	.03	RSA2	.22	.28	.29	.29	.30	.30	.30
RSA3	.05	.11	.12	.11	.10	.11	.10	RSA3	-.10	-.05	-.05	-.04	-.04	-.04	-.04
RSA4	.07	.14	.15	.13	.13	.14	.13	RSA4	-.10	-.05	-.05	-.04	-.03	-.04	-.03
RSA5	.10	.17	.18	.17	.16	.17	.16	RSA5	-.28	-.26	-.26	-.25	-.24	-.25	-.24
RSA6	-.01	.01	.01	.01	.00	.01	.01	RSA6	.30	.32	.33	.33	.33	.33	.33
RSA7	-.04	-.01	.00	-.01	-.02	-.01	-.01	RSA7	.27	.31	.31	.31	.31	.31	.32
EKG, T-Amplitude								Herzminutenvolumen							
RSA1	.08	.04	.04	.03	.03	.03	.04	RSA1	-.33	-.35	-.37	-.36	-.37	-.37	-.38
RSA2	.10	.06	.06	.05	.05	.05	.06	RSA2	-.34	-.36	-.38	-.37	-.38	-.38	-.38
RSA3	.04	-.02	-.03	-.04	-.03	-.03	-.03	RSA3	-.13	-.13	-.15	-.16	-.17	-.16	-.17
RSA4	.06	.00	-.01	-.02	-.01	-.01	-.01	RSA4	-.12	-.13	-.15	-.16	-.17	-.16	-.17
RSA5	.02	-.04	-.05	-.06	-.06	-.05	-.05	RSA5	.00	.01	-.01	-.02	-.03	-.02	-.03
RSA6	.11	.09	.09	.08	.09	.08	.09	RSA6	-.32	-.32	-.33	-.33	-.33	-.33	-.34
RSA7	.11	.07	.07	.07	.07	.07	.07	RSA7	-.33	-.34	-.35	-.34	-.35	-.35	-.36
ST-Streckensenkung								Pulswellengeschwindigkeit (Ohr)							
RSA1	.05	.00	-.03	-.03	-.02	-.02	-.01	RSA1	-.18	-.20	-.24	-.21	-.21	-.21	-.22
RSA2	.06	.00	-.03	-.02	-.01	-.02	-.01	RSA2	-.19	-.21	-.25	-.22	-.23	-.23	-.23
RSA3	.20	.14	.11	.10	.11	.11	.12	RSA3	.08	.07	.04	.05	.04	.05	.05
RSA4	.20	.14	.12	.11	.12	.12	.13	RSA4	.07	.06	.03	.04	.03	.04	.04
RSA5	.26	.21	.19	.17	.18	.19	.20	RSA5	.24	.25	.22	.23	.22	.23	.23
RSA6	.09	.07	.05	.05	.06	.05	.06	RSA6	-.20	-.21	-.23	-.21	-.21	-.21	-.22
RSA7	.06	.01	.00	.00	.01	.00	.01	RSA7	-.19	-.20	-.22	-.20	-.20	-.20	-.21
EKG, P-Q-Strecke								Pulsvolumenamplitude (Ohr)							
RSA1	.31	.25	.26	.27	.27	.27	.27	RSA1	-.13	-.14	-.13	-.14	-.14	-.13	-.13
RSA2	.30	.24	.25	.26	.26	.26	.25	RSA2	-.13	-.14	-.14	-.14	-.15	-.14	-.14
RSA3	.19	.11	.12	.14	.14	.13	.13	RSA3	-.19	-.21	-.21	-.21	-.22	-.20	-.21
RSA4	.18	.09	.10	.12	.12	.11	.11	RSA4	-.20	-.23	-.22	-.23	-.23	-.21	-.22
RSA5	.11	.01	.02	.05	.04	.04	.03	RSA5	-.20	-.22	-.22	-.22	-.22	-.21	-.21
RSA6	.32	.29	.29	.29	.29	.29	.29	RSA6	-.21	-.22	-.21	-.22	-.22	-.21	-.21
RSA7	.31	.26	.27	.27	.27	.27	.27	RSA7	-.20	-.21	-.20	-.21	-.21	-.20	-.21
EKG, Q-T-Zeit (Bazett-korrigiert)								Systolischer Blutdruck							
RSA1	.20	.15	.17	.19	.18	.19	.18	RSA1	.01	.02	-.04	.00	-.02	-.01	-.02
RSA2	.20	.15	.17	.19	.17	.19	.17	RSA2	.00	.01	-.05	-.02	-.03	-.02	-.03
RSA3	.30	.26	.28	.31	.29	.31	.29	RSA3	.11	.14	.08	.09	.08	.10	.09
RSA4	.30	.26	.28	.32	.30	.31	.29	RSA4	.11	.13	.07	.08	.06	.09	.07
RSA5	.32	.28	.30	.33	.31	.33	.31	RSA5	.17	.20	.14	.14	.13	.16	.15
RSA6	.16	.14	.15	.15	.14	.15	.14	RSA6	-.01	.00	-.04	-.01	-.02	-.02	-.02
RSA7	.18	.15	.15	.17	.16	.17	.16	RSA7	-.03	-.02	-.05	-.03	-.04	-.03	-.04

AF: <=== Adjustierung ===>
 AZV: MA MA VFR EW VFR EW
 MA -- Reeeichung --
 -- ja -- -- nein --

	<i>Diastolischer Blutdruck</i>						
RSA1	.12	.10	.10	.11	.10	.11	.10
RSA2	.11	.09	.09	.10	.09	.11	.10
RSA3	.21	.19	.19	.21	.19	.21	.20
RSA4	.20	.19	.18	.20	.19	.21	.20
RSA5	.24	.22	.22	.24	.23	.25	.23
RSA6	.14	.12	.12	.13	.12	.13	.13
RSA7	.13	.12	.11	.13	.12	.13	.12

AF: <=== Adjustierung ===>
 AZV: MA MA VFR EW VFR EW
 MA -- Reeeichung --
 -- ja -- -- nein --

	<i>Vagaler Skore</i>						
RSA1	.22	.24	.27	.26	.26	.25	.25
RSA2	.21	.23	.27	.25	.25	.25	.25
RSA3	-.04	-.03	.00	.00	.00	-.02	-.02
RSA4	-.04	-.05	-.01	-.01	-.01	-.03	-.03
RSA5	-.19	-.21	-.18	-.17	-.17	-.20	-.19
RSA6	.22	.22	.24	.23	.23	.23	.23
RSA7	.23	.24	.26	.25	.25	.25	.25

Abkürzungen: AF=Atemfrequenz, AZV=Atemzugvolumen; MA=Maske, VFR=Vorzugsfrequenz, EW=Erwartungswert-Frequenz; RSA-Kennwerte s. Tabelle 6.
 $r \geq .197$ $p < .05$, $r \geq .257$ $p < .01$.

Tabelle A-9: P-Korrelationen ("Innerhalb Personen") der RSA-Kennwerte und ausgewählten vagal beeinflussten physiologischen Variablen in Ruhe vor dem Rechnen mit verschiedener statistischer Adjustierung von Atemfrequenz und Atemzugvolumen.

<=== Adjustierung ===>								<=== Adjustierung ===>							
AF:	MA	MA	VFR	EW	VFR	EW		AF:	MA	MA	VFR	EW	VFR	EW	
AZV:	MA	MA	-- Reeeichung --					AZV:	MA	MA	-- Reeeichung --				
			-- ja --	-- nein --	-- ja --	-- nein --					-- ja --	-- nein --	-- ja --	-- nein --	
-----								-----							
Herzfrequenz								Linksventrikuläre Austreibungszeit							
RSA1	-72	-74	-74	-74	-74	-74	-74	RSA1	.53	.54	.56	.56	.56	.55	.55
RSA2	-72	-74	-74	-74	-74	-74	-74	RSA2	.52	.54	.55	.55	.55	.54	.54
RSA3	-63	-65	-66	-66	-66	-66	-66	RSA3	.45	.46	.48	.48	.48	.47	.47
RSA4	-63	-65	-65	-66	-66	-65	-65	RSA4	.44	.45	.47	.47	.47	.46	.46
RSA5	-45	-46	-47	-48	-48	-47	-47	RSA5	.29	.29	.31	.32	.32	.31	.31
RSA6	-77	-77	-77	-77	-77	-77	-77	RSA6	.57	.57	.57	.57	.57	.57	.57
RSA7	-75	-76	-76	-76	-75	-76	-76	RSA7	.56	.56	.56	.56	.56	.56	.56
EKG, P-Amplitude								RZ-Zeit							
RSA1	-52	-51	-52	-53	-53	-53	-52	RSA1	.58	.61	.61	.61	.61	.61	.61
RSA2	-52	-51	-51	-52	-52	-52	-52	RSA2	.58	.60	.61	.61	.61	.61	.61
RSA3	-43	-42	-42	-43	-43	-43	-43	RSA3	.43	.46	.47	.47	.47	.46	.46
RSA4	-41	-40	-41	-42	-42	-42	-42	RSA4	.43	.45	.46	.46	.46	.45	.45
RSA5	-26	-24	-25	-27	-27	-26	-26	RSA5	.24	.25	.26	.26	.26	.26	.26
RSA6	-54	-54	-54	-54	-54	-54	-54	RSA6	.62	.63	.63	.63	.63	.63	.63
RSA7	-53	-52	-52	-53	-53	-53	-53	RSA7	.60	.61	.61	.61	.61	.61	.61
EKG, T-Amplitude								Herzminutenvolumen							
RSA1	.48	.49	.50	.49	.49	.50	.49	RSA1	-.56	-.58	-.58	-.58	-.58	-.58	-.58
RSA2	.48	.49	.49	.49	.49	.49	.49	RSA2	-.56	-.58	-.58	-.58	-.58	-.58	-.58
RSA3	.41	.42	.42	.43	.42	.43	.42	RSA3	-.42	-.44	-.45	-.44	-.44	-.44	-.44
RSA4	.41	.41	.42	.42	.42	.42	.42	RSA4	-.42	-.43	-.44	-.44	-.44	-.43	-.43
RSA5	.27	.27	.27	.28	.28	.28	.28	RSA5	-.24	-.25	-.26	-.26	-.26	-.25	-.25
RSA6	.53	.53	.53	.53	.53	.53	.53	RSA6	-.58	-.59	-.59	-.59	-.59	-.59	-.59
RSA7	.50	.50	.50	.51	.50	.51	.51	RSA7	-.57	-.58	-.58	-.58	-.57	-.58	-.58
ST-Streckensenkung								Pulswellengeschwindigkeit (Ohr)							
RSA1	-.11	-.12	-.11	-.11	-.11	-.11	-.11	RSA1	-.58	-.59	-.60	-.60	-.59	-.60	-.59
RSA2	-.11	-.11	-.11	-.11	-.11	-.11	-.11	RSA2	-.58	-.59	-.59	-.59	-.59	-.59	-.59
RSA3	-.07	-.08	-.07	-.07	-.07	-.08	-.08	RSA3	-.48	-.49	-.50	-.50	-.50	-.50	-.50
RSA4	-.06	-.07	-.07	-.07	-.07	-.07	-.07	RSA4	-.48	-.48	-.49	-.49	-.49	-.49	-.49
RSA5	-.05	-.07	-.06	-.06	-.06	-.06	-.06	RSA5	-.31	-.30	-.31	-.32	-.32	-.31	-.31
RSA6	-.09	-.09	-.09	-.09	-.09	-.09	-.09	RSA6	-.62	-.62	-.62	-.62	-.62	-.62	-.62
RSA7	-.10	-.11	-.11	-.11	-.11	-.11	-.11	RSA7	-.60	-.60	-.60	-.60	-.60	-.60	-.60
EKG, P-Q-Strecke								Pulsvolumenamplitude (Ohr)							
RSA1	.40	.39	.39	.39	.39	.39	.39	RSA1	.04	.06	.06	.06	.06	.06	.06
RSA2	.40	.39	.39	.39	.39	.39	.39	RSA2	.05	.07	.07	.06	.06	.06	.07
RSA3	.30	.29	.30	.30	.30	.30	.30	RSA3	.11	.12	.12	.12	.12	.12	.12
RSA4	.30	.29	.29	.30	.29	.29	.29	RSA4	.12	.13	.13	.13	.13	.13	.13
RSA5	.18	.16	.16	.17	.17	.17	.16	RSA5	.16	.17	.17	.17	.17	.17	.17
RSA6	.41	.40	.41	.40	.40	.40	.40	RSA6	.06	.07	.07	.07	.07	.07	.07
RSA7	.39	.38	.39	.39	.39	.39	.39	RSA7	.05	.06	.06	.06	.06	.06	.06
EKG, Q-T-Zeit (Bazett-korrigiert)								Systolischer Blutdruck							
RSA1	-.42	-.43	-.44	-.43	-.43	-.43	-.43	RSA1	-.61	-.63	-.64	-.64	-.63	-.64	-.63
RSA2	-.42	-.44	-.44	-.44	-.44	-.44	-.44	RSA2	-.61	-.63	-.63	-.64	-.63	-.64	-.63
RSA3	-.35	-.37	-.37	-.37	-.37	-.37	-.37	RSA3	-.52	-.55	-.56	-.56	-.56	-.56	-.55
RSA4	-.35	-.37	-.38	-.37	-.37	-.37	-.37	RSA4	-.52	-.54	-.55	-.55	-.55	-.55	-.55
RSA5	-.26	-.27	-.28	-.28	-.28	-.28	-.28	RSA5	-.36	-.38	-.38	-.39	-.39	-.39	-.38
RSA6	-.44	-.45	-.45	-.45	-.45	-.45	-.45	RSA6	-.65	-.66	-.66	-.66	-.66	-.66	-.66
RSA7	-.43	-.43	-.44	-.43	-.43	-.43	-.43	RSA7	-.63	-.64	-.64	-.65	-.64	-.65	-.64

AF: <=== Adjustierung ===>
 AZV: MA MA VFR EW VFR EW
 MA --Reeichung--
 -- ja -- -- nein --

	<i>Diastolischer Blutdruck</i>						
RSA1	-.25	-.24	-.24	-.25	-.24	-.25	-.24
RSA2	-.25	-.24	-.24	-.25	-.25	-.25	-.25
RSA3	-.23	-.22	-.22	-.23	-.23	-.23	-.22
RSA4	-.23	-.22	-.22	-.23	-.23	-.23	-.22
RSA5	-.19	-.18	-.18	-.19	-.18	-.18	-.18
RSA6	-.22	-.21	-.21	-.22	-.21	-.21	-.21
RSA7	-.24	-.23	-.23	-.24	-.23	-.24	-.23

AF: <=== Adjustierung ===>
 AZV: MA MA VFR EW VFR EW
 MA --Reeichung--
 -- ja -- -- nein --

	<i>Vagaler Skore</i>						
RSA1	.69	.70	.70	.70	.70	.70	.70
RSA2	.68	.69	.70	.70	.70	.70	.70
RSA3	.59	.60	.61	.61	.61	.61	.60
RSA4	.58	.59	.60	.60	.60	.60	.60
RSA5	.41	.41	.41	.42	.42	.42	.42
RSA6	.72	.72	.72	.72	.72	.72	.72
RSA7	.70	.71	.71	.71	.71	.71	.71

Abkürzungen: AF=Atemfrequenz, AZV=Atemzugvolumen; MA=Maske, VFR=Vorzugsfrequenz, EW=Erwartungswert-Frequenz; RSA-Kennwerte s. Tabelle 6.
 $r \geq .197$ $p < .05$, $r \geq .257$ $p < .01$.

Anhang B1

Beschreibung des Auswerteprogramms BIO22:

RSA-Auswertung (peak-valley-Methode).

Anwendung des Programms

Das Programm verwendet einen *Parameterfile* zur Steuerung. Dieser File wird in der aktuellen Directory unter dem Namen *bio22.par* erwartet. Er enthält:

Namen des *Gesamt-Daten-Ausgabe-Files* (ggf. mit Pfad; maximal 80 Characters). In diesem File werden pro ausgewertetem Segment eine Zeile mit Mittelwerten und Kennung als ASCII-Zahlen (Integer) abgelegt. Die Ausgabe erfolgt im Append-Mode.

Name des *Daten-Eingabe-Files* (ggf. mit Pfad; maximal 80 Characters). Diese Files enthalten die Daten als ASCII-Zahlen in Blöcken zu je 10 Sekunden mit RR-Abständen und zugehörigem Atem-Signal. Sie werden (optional) von BIO14 (BIO25) bei der Primär-Analyse automatisch erstellt. Der Name ist 6-stellig, die ersten 3 Characters sind frei wählbar, die letzten 3 Characters enthalten die Vp-Nummer. Die File-Namen weisen *keine Extensions* auf.

Im 315-Format:

- die maximale Segmentlänge (max. 120 s); default=120;
- die relative Schwelle zur Bestimmung der Atempausen in Promill; default=900;
- die anfängliche relative Atem-Amplituden-Schwelle in Promill; default=200.

Invertierungs-Parameter (positive Richtung: 0=Inspiration, 1=Expiration).

Anzahl Segment-Auswahlen (max. 100).

Für jede Segment-Auswahl eine Zeile im 615-Format:

- echte Phasen-Nummer, wie von BIO14 (BIO25) auf Daten-Eingabe-File gespeichert;
- Anfangs-Sekunde;
- End-Sekunde;
- absolute Schwelle für Atem-Amplitude (nur sinnvoll bei geeichter Atmung); bei Schwelle=0 wird die Relativ-Schwelle verwendet (s.o.);
- Karenzzeit für Inspirations-Fenster (ms); Empfehlung: 750 ms;
- Karenzzeit für Expirations-Fenster (ms); Empfehlung: 250 ms.

Über Terminal wird die *Nummer der Person* (subject number) eingegeben und in den Namen des Daten-Eingabe-Files eingefügt. Ein "return" bedingt Beendigung des Programms. Ist der File der gewünschten Person nicht verfügbar, so bricht das Programm mit Fehlermeldung ab.

Zur Dokumentation der *einzelnen Atemzyklen* mit allen interaktiven Veränderungen wird ein weiterer File auf der aktuellen Directory angelegt mit dem Namen des Daten-Eingabe-Files plus *Extension aus*. Die Abspeicherung erfolgt im Append-Modus.

Darüberhinaus wird ein zusätzlicher Protokoll-File mit statistischen *Ausreißer-Kontrollen* auf der aktuellen Directory angelegt mit dem Namen des Daten-Eingabe-Files plus *Extension oli*. Die Abspeicherung erfolgt im Append-Modus.

Nun werden nacheinander die einzelnen im Parameter-File angegebenen Segmente verarbeitet. Der Benutzer erhält bei jedem Segment das folgende Menü:

return	=	analyse interactively	(Analyse mit graphischer Kontrolle)
1	=	analyse not interactively	(vollautomatische Analyse)
2	=	do not analyse	(Segment überspringen)
3	=	end the job	(abbrechen der Auswertung)

Wenn die Option 2 eingegeben wurde, so läuft die Analyse ohne Halt. Will man auf interaktiven Betrieb umstellen, so erhält man durch *anhaltendes Drücken der rechten Maus-Taste* beim Beginn eines neuen Segments erneut obiges Menü.

Wenn eine Phase nicht vollständig ist oder ein Datenstück mehrfach vorhanden ist oder sonst irgend ein Fehler im Datenfile auftritt, bricht das Programm ab mit einer der Meldungen: "error in input file or incorrect file position" oder "segment missing or twice". Dann muß der Daten-Eingabe-File überprüft und das Programm neu gestartet werden.

Es folgt die *interaktive Überprüfung am Graphik-Bildschirm*. Die Handhabung ist weiter unten beschrieben.

Werden bei den kurzen Phasen (kleiner 120 s) Probleme zu Beginn oder Ende der Phase festgestellt (fragliche Atemzug-Teile), so wird eine Meldung ausgegeben und *auf jeden Fall interaktiv* überprüft (Meldung: "beginning/end questionable").

Wurden beim interaktiven Betrieb ein oder mehrere Atemzüge gelöscht, so erfolgt eine erneute Kontrolle mit der reduzierten Zyklus-Zahl.

Die Ergebnisse der einzelnen Zyklen werden auf dem Bildschirm gelistet (Halt nach vollem Bildschirm, weiter mit return) und können geprüft werden. Danach gibt das Programm folgende Eingriffsmöglichkeiten (nur nach interaktiver Kontrolle):

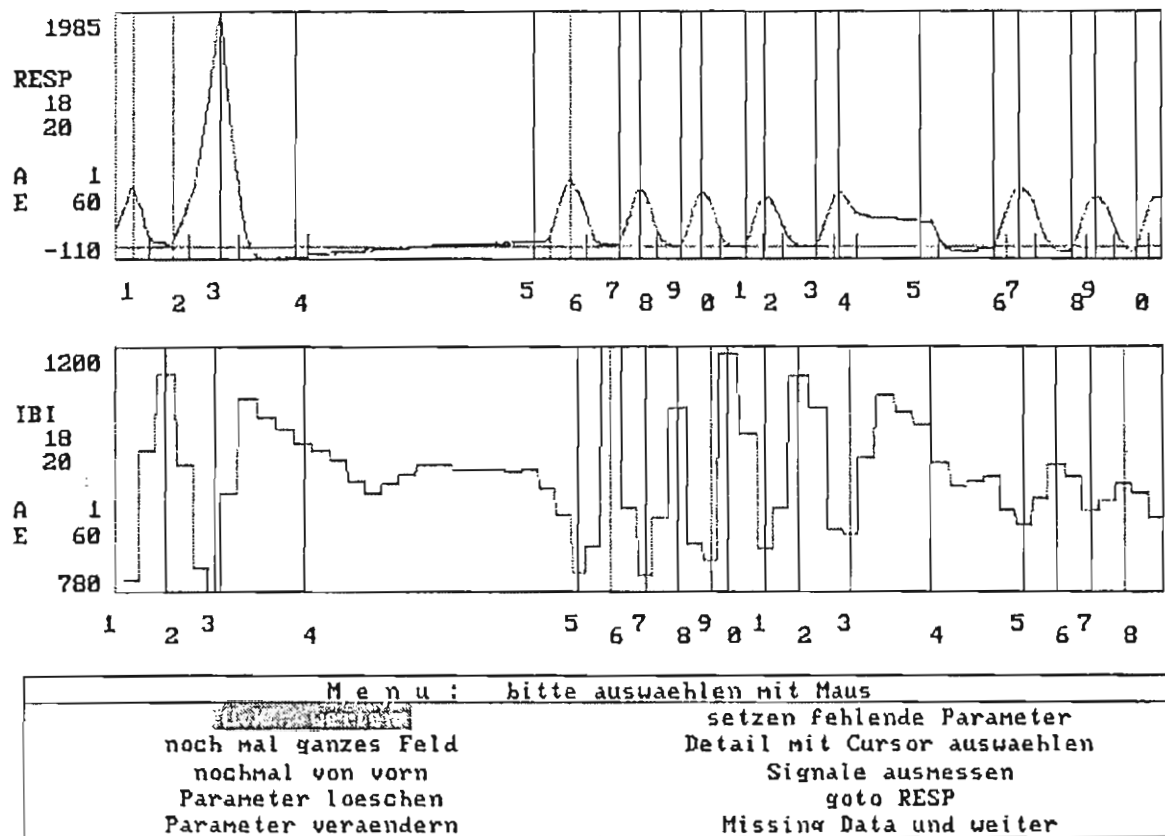
once more interaction, if you have changed something?

no	=	return	(alles o.K.)
change RSA only	=	Y	(nur RSA-Maße ändern)
change respiration threshold	=	R	(Atmungs-Schwelle ändern)
desaster, resart phase	=	D	(Phase nochmal von vorn)

Im Fall "Y" wird noch einmal interaktiv kontrolliert. Dabei werden die bereits vorgenommenen Änderungen beibehalten. Im Fall "R" wird die notwendige Minimalamplitude eines Atemzugs neu eingelesen ("new respiration threshold"), danach die Atmung neu vermessen und nochmal interaktiv kontrolliert. Diese Atmungs-Schwelle wird für die nachfolgenden Phasen beibehalten. Im Fall "D" wird die Phase neu eingelesen und verarbeitet.

Interaktive Kontrollen am Graphik-Bildschirm

Zur visuellen Kontrolle der RSA-Parametrisierung wird ein Doppelbild mit Operationsfeld dargeboten (s. Abbildung).



Das obere Bild zeigt die *Atmungskurve* mit Inspirations- und Expirations-Beginnen (lange senkrechte Striche) und den durch die Karenzzeiten bestimmten Suchfenstern (kurze senkrechte Striche). Die Karenzzeiten sind variabel einstellbar (s. Parameter-File). Die senkrechten Striche sind zwecks eindeutiger Zuordnung an der Abszisse durchnummeriert. Die Beschriftung der Ordinate enthält von oben nach unten den Maximalwert der Kurve, die Kennung "RESP" für Respiration, die Vp-Nummer, die Phasen-Nummer, sowie Anfang und Ende des dargestellten Datenstücks in Sekunden innerhalb der Phase.

Das untere Bild zeigt die *RR-Abstände* in zeitlicher Zuordnung zur Atemkurve mit Marken für die größten RR-Abstände in den Ausatem-Fenstern und kleinsten RR-Abständen in den Einatem-Fenstern (senkrechte Striche, lila=Maxima, gelb=Minima). Grau markierte Punkte bedeuten, daß im Suchfenster kein relatives Extremum gefunden wurde und statt dessen das entsprechende absolute Extremum verwendet wird (s. Algorithmen). Die senkrechten Striche sind zwecks eindeutiger Zuordnung an der Abszisse durchnummeriert. Die Beschriftung der Ordinate enthält den Wert des größten und kleinsten RR-Abstands in ms, die Kennung "IBI" (InterBeat Interval) und ansonsten dieselben Angaben wie die Atemkurve.

Das *Operationsfeld* wird maus-gesteuert (linke Taste). Zuerst wird an der *IBI-Kurve* gearbeitet. Links oben und rechts unten befinden sich die Beendigungstasten (Missing Data bedeutet: alle Striche gelöscht). Mit "Detail" kann ein Abszissen-Ausschnitt zwecks größerer Genauigkeit gewählt werden, "nochmal ganzes Feld" macht diese Wahl rückgängig. Bei "Parameter löschen" wird jeder Punkt abgefragt, ob er gelöscht werden soll oder nicht. Die Kurven werden dann neu dargestellt (in Rot). "Nochmal von vorn" oder entsprechendes "setzen fehlender Parameter" macht Löschen rückgängig. "Setzen fehlender Parameter" ist nur möglich, falls in den Suchfenstern der Atmung keine zugehörigen Extrema gefunden wurden. Bei

"Parameter veraendern" können die Orte der Striche beliebig verschoben werden. Mit "Signale ausmessen" lassen sich einzelne Punkte mit Abszisse und beiden Ordinaten ermitteln. Schließlich kann mit "goto RESP" zur *Atemkurve* umgeschaltet werden, um dort Veränderungen vorzunehmen.

Das Hauptproblem der verwendeten Routinen liegt in der Bestimmung neuer (nicht vorgesehener) Punkte: entweder es werden sehr viele noch zu bestimmende Punkte zugelassen, was die Handhabung jedoch sehr mühsam macht, oder die Anzahl der zu bestimmenden Punkte wird erfragt und neu überprüft (wie bei den RR-Abständen in BIO14 und BIO25). Ich bin hier (auch aus Zeit- und Speicherplatzgründen) einen eher rigorosen, aber bei "guten" Daten schnellen Weg gegangen: die Atemzüge werden automatisch bestimmt, womit ihre Anzahl festgelegt ist. Aus dieser Anzahl ergibt sich dann auch die Anzahl der Punkte in der RR-Kurve. Die Anzahl der Atemzyklen kann durch löschen einzelner Punkte reduziert und durch Veränderung der Amplitudenschwelle auch erhöht werden. Die Punkte der RR-Kurve können beliebig verändert werden.

Ablauf und Algorithmen

Sammeln der Daten einer Phase

Da die Daten von BIO14 (BIO25) in Einheiten von 10 Sekunden mit Überlappungen von je 2 Sekunden abgelegt sind, müssen die Daten der Atmung und RR-Abstände zuerst gesammelt und in kontinuierliche Zeitreihen (ohne Überlappungen) gebracht werden.

Analyse der Atmung

Die von BIO14 (BIO25) mit abgelegte Atemfrequenz (aus der Spektralanalyse der Atemkurve) ermöglicht eine Hochpaßfilterung der Atemkurve durch gleitende Mittelung über eine volle Periode. Die Periode errechnet sich aus der größten Atemfrequenz der einzelnen Zehn-Sekunden-Segmente und wird bei fehlenden Atemfrequenzen auf den mittleren Wert von 4 Sekunden gesetzt.

Die Minimalamplitude zur Bestimmung der Atemzüge wird, wenn im Parameterfile nicht explizit angegeben, auf 20% der Maximalamplitude in der ersten ausgewerteten Phase (normalerweise anfängliche Ruhe) festgelegt, kann jedoch während der Auswertung verändert werden und bleibt dann für die weitere Analyse unverändert (bis zur neuerlichen Veränderung).

Wegen der Vorfilterung kann zur Bestimmung der Atemzyklen ein einfaches Nulldurchgangsverfahren angewendet werden. Zwischen je zwei Nullstellen muß die Amplitude die vorgegebene Schwelle überschreiten. Die expiratorische Pause wird definiert durch den Bereich, in dem die Atmung den 90%-Wert (falls nicht anders angegeben) der aktuellen Amplitude überschreitet. Die aktuelle Atemzugzeit darf nicht kleiner als ein Viertel der mittleren Periode (von BIO14, BIO25) sein. Abgespeichert werden die Orte des Inspirations-Maximums und des Endes der expiratorischen Pause.

Bestimmung der peak-valley-Punkte

Die RSA-Punkte werden bestimmt (1) als Minimum der RR-Kurve im Bereich der Inspiration vom vorangegangenen Ende der expiratorischen Pause bzw. vom vorangegangenen RSA-Punkt der Expiration (Verbot der Überlappung) bis zum Inspirationsmaximum +750 ms und (2) als Maximum der RR-Kurve im Bereich der Expiration vom vorangegangenen Inspirationsmaximum bzw. dem vorangegangenen RSA-Punkt der Inspiration bis zum Ende der expiratorischen Pause +250 ms. Die Karenzzeiten sind Empfehlungen von Paul Grossman.

Die so bestimmten Punkte werden dann überprüft. Liegen relative Extrema vor, so werden sie akzeptiert, anderenfalls muß die Kurve bei der Inspiration abfallen und bei der Expiration ansteigen. Die ersten und letzten (möglicherweise unvollständigen) Atemzyklen werden wenn möglich zu "retten" versucht, wobei dann eine interaktive Kontrolle nötig wird.

Endberechnungen der Kennwerte

Zum Schluß werden die unten aufgelisteten Kennwerte gebildet (Mittelwerte über alle Atemzyklen der Phase).

17 =	mittleres Herzfrequenz-Minimum	[1/10 bpm]
18 =	mittleres Herzfrequenz-Maximum	[1/10 bpm]
19 =	RSA-Maß der Herzfrequenz, arithmetisches Mittel	[1/10 bpm]
20 =	RSA-Maß der Herzfrequenz, gewichtetes Mittel	[1/10 bpm]
21 =	RSA-Maß der Herzfrequenz-Quadrate	[10 bpm ²]
22 =	Range der RR-Abstände im 10-Sek.-Stück	[ms]
23 =	Range der relativen Extrema im 10-Sek.-Stück	[ms]

Fehlende Daten (missing data) sind durch null kodiert. Die Variablen 15 und 20 sind Mittelwerte der RSA-Maße, die mit der jeweiligen Atemzugperiode gewichtet wurden. Die Variable 21 ist das durch das Modell von M. Clynes sich anbietende "beste" Maß zur Beschreibung von Vagustonus-Änderung, nämlich die Differenz der Herzfrequenz-Quadrate entsprechend der peak-valley-Methode von Paul Grossman. Die Variablen 22 und 23 sind vollautomatisch erhobene RSA-Maße, die zu methodischen Zwecken aufgenommen wurden (Range der RR-Abstände, d.h. absolut größter minus absolut kleinster Wert; Range der relativen Extrema, d.h. die extremen Werte müssen Hoch- bzw. Tiefpunkte sein; beide jeweils berechnet über ein Zehn-Sekunden-Stück).

Bei Auswerte-Wiederholungen werden mehrere Zeilen für dasselbe Segment abgespeichert, der Benutzer hat dann die jeweils letzte Zeile zu verwenden.

Daten-Eingabe-File

Die Daten-Eingabe-Files wurden durch BIO14 (BIO25) erzeugt. Sie sind ASCII-Files und haben die Namen YYYxxx, wobei YYY beliebigen Kennungen und xxx der Personen-Nummer entspricht. Diese Daten-Files enthalten in Abschnitten von je 10 Sekunden die Atem-Kurven (Abtastzeit 40 ms) und die RR-Abstände (in Einheiten von 4 ms), jeder dieser Abschnitte beginnt mit einer Kopfzeile (mit * markiert; danach im Format 5I5: Phasen-Nummer; Nummer des Zehn-Sekunden-Stücks; Anzahl der Atem-Punkte; Anzahl der RR-Abstände; Atemfrequenz aus Spektralanalyse). Danach folgen die Atem-Punkte im Format 20I5, sowie die RR-Abstände ebenfalls im Format 20I5. "Schlechte" RR-Abstände (Missing Data) haben ein Minuszeichen, enthalten aber (im Absolutwert) die entsprechenden Zeiten. Da in der Hauptauswertung mit BIO14 (BIO25) innerhalb einer Phase gesprungen und die Auswertung unterbrochen und neu begonnen werden kann, ist es möglich, daß einige solcher Zehn-Sekunden-Segmente doppelt auftreten (das läßt sich kaum vermeiden). Daher muß der File vor der Auswertung mit BIO22 überprüft werden (z.B. in einem geeigneten Editor durch darstellen aller Kopfzeilen, d.h. "suchen nach *"). Beispiel für ein Zehn-Sekunden-Stück:

```
*      1      1  250    11    20
 125  109   94   79   65   54   37   23    7   -6  -19  -32  -44  -54  -63  -71  -72  -74  -72  -67
 -58  -42  -26  -10    8   26   45   63   76   94  112  131  151  169  186  204  221  237  256  272
 288  304  319  335  352  370  388  406  426  440  453  467  482  497  511  526  542  553  559  565
 569  570  571  568  563  559  550  537  523  508  493  477  462  446  427  405  380  358  338  319
 303  287  270  255  238  216  191  170  150  129  108   90   73   55   39   22    9   -4  -18  -32
 -41  -49  -58  -64  -70  -71  -67  -61  -53  -39  -24   -7   12   31   53   80  111  138  160  177
 198  218  238  257  276  294  311  329  346  363  382  398  411  425  439  456  473  492  510  528
 545  560  574  590  605  620  633  646  658  669  677  682  684  683  680  677  671  665  655  642
 631  618  603  590  575  563  547  530  514  498  483  469  451  433  417  399  381  362  339  318
 299  279  258  237  221  200  180  164  149  132  117  102   89   75   62   51   42   32   23   17
  13   10   13   20   29   42   50   63   76   90  103  113  124  135  148  159  178  204  219  239
 260  282  307  331  355  379  401  422  439  457  473  491  507  523  542  558  575  591  606  625
 642  655  668  678  690  702  716  729  737  741
-139  315  244  283  294  250  247  320  277  226 -155
```

Protokoll-File der einzelnen Atemzyklen

Im folgenden Beispiel ist der Output eines Segments wiedergegeben mit den in unten stehender Tabelle beschriebenen Variablen der einzelnen Zyklen 1 bis 6, sowie den entsprechenden Mittelwerten des Segments. Die Kennung und die automatisch erhobenen RSA-Maße sind nicht aufgeführt.

Begegnungen

Derzeit ist das Programm limitiert auf eine maximale Phasenlänge von 120 Sekunden und 100 ausgewählte Segmente.

Benötigte Files

Parameter-File

Beispiel für einen Parameterfile (Steuerung des Programms) wie unter "Anwendung des Programms" beschrieben (Studie 47, 2. Teilstudie; s. Fahrenberg & Foerster, 1993):

```
-----
rsa47g.dat
H:\SONDHAUS\ANNETTE\c47xxx
  60  800  200
0
16
  1   31   90   0 1000  760
  1   91  150   0 1000  760
  1  151  210   0 1000  760
  3    1   60   0 1000  760
  3   61  120   0 1000  760
  3  121  180   0 1000  760
  6  701  760   0 1000  760
  6  761  820   0 1000  760
  6  821  880   0 1000  760
  6  881  940   0 1000  760
  6  941 1000   0 1000  760
  9   71  125   0 1000  760
 10   51  110   0 1000  760
 11   81  135   0 1000  760
 12    1   60   0 1000  760
 12   61  120   0 1000  760
-----
```

Gesamtdaten-Ausgabe-File

Jede Phase erhält eine Zeile mit folgendem Inhalt (Format 2315):

Wort	1 =	Personen-Nummer	} Kennung
	2 =	Phasen-Nummer	
	3 =	Erstes Zehn-Sekunden-Stück	
	4 =	Anzahl der validen Zyklen (Atemzüge)	
	5 =	mittlere Inspirationszeit	[1/100 s]
	6 =	mittlere Expirationszeit	[1/100 s]
	7 =	mittlere Atemzugperiode	[1/100 s]
	8 =	mittlere Atemamplitude	[units]
	9 =	mittlere Atemamplitude/Inspirationszeit	[units/s]
	10 =	mittlere Inspirationszeit/Atemzugperiode	[%]
	11 =	mittlerer RR-Abstand	[ms]
	12 =	mittleres RR-Abstands-Minimum	[ms]
	13 =	mittleres RR-Abstands-Maximum	[ms]
	14 =	RSA-Maß der RR-Abstände, arithmetisches Mittel	[ms]
	15 =	RSA-Maß der RR-Abstände, gewichtetes Mittel	[ms]
	16 =	mittlere Herzfrequenz	[1/10 bpm]

Phase 1 Zehnsekundenstuecke 4 bis 9

n	it	et	per	amp	a/i	i/p	mean	min	max	RSA	RSA*	mean	min	max	RSA	RSA*	Clyn
1	140	224	364	456	326	38	1082	956	1176	220	0	559	510	628	118	0	134
2	172	268	440	519	302	39	1139	1008	1244	236	0	530	482	595	113	0	122
3	196	284	480	623	318	41	1138	884	1372	488	0	545	437	679	242	0	270
4	188	236	424	484	257	44	1181	1016	1292	276	0	513	464	591	127	0	134
5	180	304	484	580	322	37	1148	996	1288	292	0	527	466	602	136	0	145
6	176	312	488	649	369	36	1165	920	1400	480	0	531	429	652	223	0	241
6	175	271	446	551	315	39	1142	963	1295	332	339	534	464	624	159	163	174

Protokoll-File der Ausreißer-Kontrollen

Es werden pro Segment Atemperiode, Atemamplitude und RR-Abstand geprüft. Diese Parameter müssen jeweils größer als der entsprechende Mittelwert/2 und kleiner als der Mittelwert*2 sein. Für die Atemperiode gelten außerdem die absoluten Grenzen 1.5 und 15 Sekunden, für die RR-Abstände 250 und 2000 ms. Für die Studie 60 mit geeichten Atemamplituden gelten die absoluten Grenzen 250 und 3000 ml. Ausgedruckt werden außerdem fehlende RR-Abstände. Im folgenden Beispiel wurden in Phase 9, Segment beginnend mit 10-Sekundenstück 7 keine fehlenden RR-Abstände aber 4 "auffällige" Atemamplituden entdeckt mit den Nummern 1, 3, 6 und 9:

Ph	Sa	Variable	nr value		nr value		nr value		nr value		nr value	
9	7	IBI with missing data										
		resp-amp	1	133	3	151	6	100	9	249		

