

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

Nr. 94

**Zur Psychophysiologie
der labil/hypertonen
Blutdruckregulation**

Zweite Teilstudie und Abschlußbericht

J. Fahrenberg und F. Foerster

unter Mitwirkung von

H.-U. Becker, H. Darsow, G. Braun, G. Brügger,
I. Burgdorf, U. Ewert, M. Franck, R. Heger, V. Höppner,
G. Jansen, C. Käßler, W. Müller, A. Sondhaus, F. Wilmers

mit Unterstützung

der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Fa 54/10)

Forschungsgruppe Psychophysiologie
Psychologisches Institut
der Universität Freiburg
Belfortstrasse 20
D-7800 Freiburg i. Br.

1993

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1.	Einleitung	5
1.1	Zielsetzungen	5
1.2	Zusammenfassung der ersten Teilstudie	7
1.2.1	Hypothesen	7
1.2.2	Zusammenfassung der Ergebnisse	8
1.3	Publikationen, Manuskripte und Vorträge	11
2.	Versuchsplan und Methodik der zweiten Teilstudie	13
2.1	Probanden	13
2.2	Untersuchungsmethodik	15
2.3	Reliabilität, Stabilität und Konsistenz der Blutdruckmessung	22
2.4	Gruppierungen	23
2.4.1	Gruppierung nach Ruhewerten	24
2.4.2	Gruppierungen aufgrund des Orthostase-Versuchs und des Ergometer-Versuchs	26
2.5	Datenanalysekonzepte	27
3.	Ergebnisse der zweiten Teilstudie	29
3.1	Übersicht	29
3.2	Deskriptive Ergebnisse	29
3.2.1	Physiologische Variablen Polygraph-Labor	29
3.2.2	Physiologische Variablen Kreislauf-Labor	33
3.2.3	Beziehungen zwischen den Gruppierungen nach Ruhewerten, Orthostase- und Ergometer-Versuch	34
3.2.4	Psychologische Variablen und andere Variablen	37
3.2.5	Psychophysiologisches 24-Stunden-Monitoring	37
3.3	Hypothesenprüfungen (Replikationsversuche)	37
3.3.1	Psychologische Variablen	37
3.3.2	Physiologische Variablen	41
3.3.3	Psychophysiologisches 24-Stunden-Monitoring	50
3.3.4	Zusammenfassung der Replikationsversuche	50
3.4	Weitere Fragestellungen	51
3.4.1	Zur Reaktivität und zum Ausgangswert-Problem	51
3.4.2	Reaktionsspezifität	58
3.4.3	Labor-Feld-Vergleich	60
3.4.4	Hämodynamische Reaktionstypen	69
4.	Diskussion der Ergebnisse	77
5.	Zusammenfassung	91
	Anhang (Tabellen)	92
	Literaturverzeichnis	143

1. Einleitung

1.1 Zielsetzungen

Die in diesem Bericht dargestellte Untersuchung ist eine Replikationsstudie mit dem Ziel, die wichtigsten Ergebnisse der vorausgegangenen Untersuchung zur Psychophysiologie der labil/hypertonen Blutdruckregulation zu überprüfen. Diese Replikationsstudie war von Anfang an als notwendig angesehen worden, weil die psychologische und psychophysiologische Forschung zur sog. Grenzwert-Hypertonie durch sehr widersprüchliche Ergebnisse gekennzeichnet ist.

Die oft beschriebenen und als frustrierend erlebten Inkonsistenzen psychophysiologischer Forschungsergebnisse haben jedoch kaum dazu geführt, zunächst systematische Replikationen anzustreben, d.h. die Sachverhalte empirisch zu sichern, bevor weitreichende Generalisierungen und theoretische Interpretationen unternommen werden. Replikationen von Untersuchungen mit weitgehend identischer Methodik (siehe Schweizer, 1989) zwischen psychophysiologischen Laboratorien sind extrem selten, auch innerhalb eines Labors eher eine Ausnahme. Dieser Stand der Dinge mag einsichtige forschungsökonomische und auch wissenschaftspsychologische Gründe haben, muß aber kritisch bewertet werden. Wie sollten die in Literaturübersichten und Metaanalysen betonten Widersprüche überwunden werden, wenn nicht durch Verbesserung der Untersuchungsmethodik und Beharren auf Replikationsstudien? (Fahrenberg, 1987).

Wie unsicher in der Forschung über Grenzwert-Hypertonie selbst die elementarsten Aussagen noch zu sein scheinen, macht die Metaanalyse von Fredrickson und Matthews (1990) deutlich. Ihre Schlußfolgerung lautet, daß sich chronische Hypertoniker, Grenzwert-Hypertoniker und normotone Nachkommen von hypertonen Eltern durch mäßig ("moderately") höhere systolische und diastolische Blutdruckreaktionen, d.h. Belastungs-Ruhe-Differenzen, während konventioneller Laboraufgaben wie Kopfrechnen, Stress-Interview und Cold Pressor Test unterscheiden. Diese Effekte sind hochsignifikant und die "fail safe"-Statistik zeigt, daß eine große Anzahl von Studien mit negativem Ergebnis notwendig wäre, um die kombinierten Unterschiede der Gruppen nicht-signifikant werden zu lassen. Die berechnete Effektgröße ist jedoch gering, und bemerkenswert ist auch, daß dieser Gruppenunterschied keineswegs regelmäßig gefunden wird: Nur 32 Prozent der publizierten Studien berichteten einen signifikanten Unterschied der systolischen Blutdruckreaktivität! Eine größere Herzfrequenzreaktion bei Grenzwert-Hypertonikern im Vergleich zu Kontrollgruppen wurde nur in 4 von 18 Studien gefunden.

Schlußfolgerungen aus einer Metaanalyse sind ihrerseits fragwürdig, wenn die interne und externe Validität der einzelnen Untersuchungen und wichtige begriffliche und statistische Probleme unberücksichtigt bleiben. So haben Fredrikson und Matthews (1990) u.a. die folgenden

Methodenprobleme nicht erörtert: die systematische Präselektion der Probanden, die fragwürdige Reliabilität und Stabilität der Klassifikation z.B. der Grenzwert-Hypertoniker, den möglichen Einfluß psychologischer Variablen, welche die Erwartungshaltung und die Gewöhnung der Probanden an die Laboruntersuchung modifizieren, das meist sehr enge Spektrum der verwendeten Aufgaben, den offensichtlichen Mangel an Standardisierung solcher Aufgaben (weit entfernt von den Standards der Testpsychologie). Außerdem wurden wesentliche Vorentscheidungen der Datenanalyse nicht diskutiert: die Methode der Reaktionsskalierung und das Problem der Ausgangswert-Abhängigkeit.

Die hier vorliegende zweite Teilstudie zur Psychophysiologie der labil/hypertonen Blutdruckregulation war als Replikationsstudie geplant. Außerdem sollte es der zusammengefaßte, größere Datensatz ermöglichen, Reaktionsmuster zu analysieren und spezielle Gruppierungen vorzunehmen, für welche die erste Teilstudie an 81 Probanden noch kaum ausreichte. Mit den 55 zusätzlich untersuchten Probanden ist ein nun 136 Probanden umfassender Datensatz gewonnen: 48 mit grenzwertigem, 31 mit leicht erhöhtem und 57 mit normotonomem Blutdruck.

Mehrere der hier als besonders wichtig angesehenen Methodenprobleme sind in dem ausführlichen, 363 Seiten umfassenden Arbeitsbericht (Fahrenberg, Foerster, Heger, Darsow & Ewert, 1991a) behandelt worden. Einige dieser Fragen, u.a. Reaktionsskalierung und Ausgangswert-Abhängigkeit, werden jedoch noch einmal aufgenommen und am zusammengefaßten Datensatz analysiert.

Im folgenden Abschnitt (1.2) werden die Hypothesen der ersten Teilstudie und die Zusammenfassung wiedergegeben, ohne jedoch die Details der deskriptiven und hypothesenprüfenden Ergebnisse zu referieren. (Vergleichswerte sind aber in bestimmten Tabellen gegenübergestellt). Im Kapitel über den Versuchsplan und die Methodik (2) werden nur die wenigen Abweichungen zwischen erster und zweiter Teilstudie geschildert, da die Methodik bereits ausführlich dokumentiert ist. Die Darstellung der Ergebnisse (3) konzentriert sich auf ausgewählte Fragestellungen. Dazu gehört ein Vergleich beider Teilstudien hinsichtlich der wichtigsten psychologischen und physiologischen Variablen (Tabellen mit Vergleichswerten). Im Abschnitt über Hypothesenprüfungen (3.3) geht es primär um die Frage, ob die in der ersten Teilstudie gefundenen Gruppenunterschiede zwischen labil-hypertonen und normotonen Probanden repliziert werden können. In einem weiteren Abschnitt (3.4) werden die Analysen am zusammengefaßten Datensatz dargestellt, vor allem hinsichtlich der individualspezifischen Reaktionsmuster und zum Labor-Feld-Vergleich.

Auf ein Literaturreferat wird hier, obwohl sich die Diskussion der Ergebnisse (4.) auch darauf beziehen wird, verzichtet, da der vorausgegangene Arbeitsbericht eine längere Literaturübersicht enthält.

1.2 Zusammenfassung der ersten Teilstudie

(Fahrenberg, Foerster, Heger, Darsow & Ewert, 1991)

1.2.1 Hypothesen (S. 43-44)

Die Untersuchung wird von mehreren expliziten Hypothesen geleitet, die sich trotz vieler Inkonsistenzen aus der Literatur ergeben.

Aus der Population der männlichen Studenten der Freiburger Hochschulen werden durch ein Screening und durch weitere Vormessungen Probanden ausgewählt, die sich im Ruhewert des Blutdrucks unterscheiden. Zwischen den labil/hypertonen und den normotonen Probanden werden Gruppenunterschiede erwartet:

1. in den Reaktionswerten des systolischen, diastolischen und mittleren Blutdrucks während verschiedener mentaler und emotionaler Belastungen;
2. in der Blutdruckregulation während des Orthostase-Versuchs und während des Ergometer-Versuchs;
3. in der Herzfrequenz (Ruhe-, Reaktions- und Erholungswerte);
4. in anderen kardiovaskulären Parametern, insbesondere Indizes des hyperkinetischen Syndroms bzw. eines erhöhten beta-adrenergen und alpha-adrenergen Erregungsniveaus: Schlagvolumen, Herzminutenvolumen, Systolenzeiten PEP und LVET, Heather-Index, Pulswellengeschwindigkeit;
5. in verminderter respiratorischer Arrhythmie (als Index verringerter vagaler Einflüsse auf das Herz);
6. auch in nicht-kardiovaskulären Parametern, die eine erhöhte (generalisierte) sympathische Aktivierung anzeigen, d.h. Parametern der elektrodermalen Aktivität, Adrenalin- und Noradrenalin-Ausscheidung im Urin;
7. in weiteren physiologischen Aktivierungsvariablen, d.h. Atemfunktionen, Bewegungsaktivität und neuromuskulären Funktionen;
8. in psychologischen Aktivierungsvariablen, d.h. Selbsteinstufungen der Befindlichkeit und der Körperwahrnehmungen während der Registrierungen;
9. in der Familienanamnese hinsichtlich Hochdruck und Herz-Kreislauf-Krankheiten.
10. in der habituellen Salzaufnahme und anderen möglichen Risikomerkmale wie Alkohol, Nikotin, Bewegungsmangel, Arbeitsbelastung;
11. in psychologischen Merkmalen des allgemeinen psychovegetativen Syndroms, d.h. Fragebogen-Skalen und Selbsteinstufungen zum Bereich Beanspruchung, körperliche Beschwerden, Gesundheitssorgen, Emotionalität;
12. in Merkmalen des Bereichs Erregbarkeit, Ärger, Aggressivität und Hemmung;
13. in psychologischen Variablen und physiologischen Meßwerten des psychophysiologischen 24-Stunden-Monitorings;

14. in der größeren Häufigkeit individualspezifischer Reaktionsmuster in ausgewählten kardiovaskulären Variablen;

15. in der langsameren Habituation der Orientierungsreaktion auf eine Serie akustischer Stimuli.

Im Ergebnisteil des Berichts geht der Prüfung dieser Hypothesen ein umfangreicher deskriptiver Teil mit gründlicher Beschreibung der empirischen Basis voraus.

1.2.2 Zusammenfassung der Ergebnisse (S.224-225)

Zur Psychophysiologie der labil/hypertonen Blutdruckregulation wurde eine umfangreiche empirische Untersuchung durchgeführt. Die Fragestellungen und speziellen Hypothesen ergaben sich aus der Analyse der Literatur und des Forschungsstandes sowie aus Prinzipien der differentiellen Psychophysiologie, die in den vorausgegangenen Arbeiten der Freiburger Forschungsgruppe Psychophysiologie entwickelt wurden.

Durch ein umfangreiches Screening wurden aus der Population männlicher Studenten der Freiburger Hochschulen im Alter zwischen 19 und 30 Jahren 26 Probanden mit normotonomem Blutdruck und 55 Probanden mit leicht erhöhtem, d.h. labil/hypertonomem Blutdruck, insbesondere erhöhten systolischen Werten ausgewählt. Nach dem WHO-Kriterium der Grenzwert-Hypertonie (systolischer Blutdruck > 140 mmHg und/oder diastolischer Blutdruck > 90 mmHg) wurden 19 Probanden mit mindestens einer grenzwertigen Messung und 36 Probanden mit einem grenzwertigen Mittelwert aufgrund von je zwei Messungen des Ruhe-Blutdrucks zu drei verschiedenen Gelegenheiten, unterschieden. Die Zusammenhänge zwischen Blutdruck, Alter, Größe, Gewicht und Oberarmumfang wurden beschrieben und statistisch kontrolliert.

Diese Probanden nahmen an einem multimodalen Assessment teil, in dem außer anamnestischen Daten und Persönlichkeitsmerkmalen sowohl psychologische als auch physiologische Merkmale des Aktivierungsprozesses unter verschiedenen mentalen, emotionalen und körperlichen Belastungen, im Labor und im Alltag, erfaßt wurden. Als Belastungen im Labor dienten u.a. ein Kurzinterview, Kopfrechnen, Handgriffversuch, Vorbereitung einer kritischen Rede, Kaltwasserversuch. Die dynamische Blutdruckregulation wurde durch zwei Orthostase-Versuche und durch Ergometerarbeit bei 100 Watt Belastung geprüft. Am psychophysiologischen 24-Stunden-Monitoring konnten 52 der 81 Probanden teilnehmen. Dieses Assessment ist umfassender und genauer als in bisherigen Studien zur Grenzwert-Hypertonie.

Wegen der hervorstechenden Inkonsistenz der psychologischen und psychophysiologischen Forschung zur sog. Grenzwert-Hypertonie wurde in besonderem Maße auf die interne und externe Validität der Untersuchung, auf mögliche Konfundierungen und Kovariablen sowie auf zufallskritische Prüfungen geachtet und eine Replikation dieser Untersuchung mit identischer Methodik durchgeführt.

Die ausführlich dokumentierte Datenbasis dieser Untersuchung diente (1) der Prüfung von Hypothesen, die in der theoretischen Einleitung formuliert wurden, (2) der Generierung neuer Hypothesen im Hinblick auf die anschließende Replikationsstudie und (3) der Weiterführung von Methodenstudien und Nebenfragestellungen, u.a. der Multiparameter-Studie mit Kovarianzzerlegung und der Methodenentwicklung für das psychophysiologische Monitoring.

Die statistischen Analysen führten zur deutlichen oder nur schwachen Bestätigung von Hypothesen, in anderen Fällen zur Zurückweisung der Hypothesen. Die labil/hypertonen Probanden zeigen - außer den trivialen Unterschieden des Blutdruckniveaus in den Labor- und Feld-Situationen:

- eine höhere Blutdruckreaktivität unter verschiedenen Belastungen;
- eine höhere Ruhefrequenz und Reaktivität der Herzfrequenz im Labor bei gleicher Herzfrequenz unter naturalistischen Bedingungen im Alltag;
- Hinweise auf eine hyperkinetische Tendenz der Volumenregulation und eine erhöhte sympathische Aktiviertheit (Hautleitwert, Adrenalin im Sammelurin);
- mehr Gesundheitssorgen;
- eine Disposition zu körperlichen Beschwerden und Gehemmtheit;
- einen nervös-angespannten, aufgeregten Zustand vor allem in der Anfangsruhe der Registrierung;
- eine reaktiv-klagsame Tendenz, sich durch die Untersuchungsbedingungen stärker beeinträchtigt und belästigt zu fühlen.

Die erhöhte psychophysische Aktiviertheit unter Laborbedingungen im Gegensatz zu den Befunden des psychophysiologischen 24-Stunden-Monitorings ist als Hauptbefund anzusehen. Die aktivierungstheoretische und die attributionstheoretische Interpretation dieses Befundes können sich wechselseitig ergänzen.

Die zur Zeit noch nicht vollständig ausgewertete Replikationsstudie an weiteren 55 Probanden wird zeigen, welche der Hypothesen aufrecht erhalten bleiben können und welche Interpretation zutreffender ist.

1.3 Publikationen, Manuskripte und Vorträge

Aus dem Projekt stammen bisher die folgenden Arbeiten:

- Becker, H.-U. (1992). Die Orthostase-Reaktion: Gruppierung und Parametrisierung individueller Reaktionsverläufe (Forschungsbericht Nr. 86). Freiburg i. Br.: Universität, Psychologisches Institut.
- Becker, H.-U., Käppler, C., Franck, M. & Fahrenberg, J. (eingereicht). Niedrigere Profilmittelwerte des ambulanten Blutdruck-Monitoring bei unmittelbar wiederholter 24-Stunden-Messung lassen sich als Gewöhnungseffekt interpretieren. Nieren- und Hochdruckkrankheiten.
- Darsow, H. (1991). Zur Psychophysiologie der labilen Blutdruckregulation in Ruhe, bei Orthostase- und Ergometerbelastung. Unveröff. Med. Diss. Universität Freiburg i. Br.
- Ewert, U. (1990). Die Habituation der Orientierungsreaktion bei normotonen und blutdruckreaktiven Personen. Unveröff. Dipl. Arbeit. Universität Freiburg i. Br.
- Fahrenberg, J. & Foerster, F. (1991). A multi-parameter study in non-invasive cardiovascular assessment. *Journal of Psychophysiology*, 5, 145-158.
- Fahrenberg, J., Heger, R., Foerster, F. & Müller, W. (1991b). Differentielle Psychophysiologie von Befinden, Blutdruck und Herzfrequenz im Labor-Feld-Vergleich. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 12, 1-25.
- Fahrenberg, J., Foerster, F. & Wilmers, F. (submitted). Is elevated blood pressure level associated with higher cardiovascular responsiveness in laboratory tasks and ambulatory monitoring, and with response specificity?
- Fahrenberg, J., Foerster, F. & Wilmers, F. (submitted). Cardiovascular response to mental and physical tasks as predictors of ambulatory measurements.
- Heger, R. (1990). Psychophysiologisches 24-Stunden-Monitoring. Methodenentwicklung und erste Ergebnisse eines multimodalen Untersuchungsansatzes bei 62 normotonen und blutdrucklabilen Studenten. Phil. Diss. Universität Freiburg i. Br. Frankfurt: Lang.
- Heger, R. (1990). Apparative Datenerfassung in Feldstudien. *Diagnostica*, 36, 60-80.
- Käppler, C. (1990). Psychophysiologisches 24-Stunden-Monitoring. Segmentpräzisierung und Analyse spezifischer Episoden. Unveröff. Dipl. Arbeit. Universität Freiburg i. Br.
- Käppler, C., Becker, H.-U. & Fahrenberg, J. (eingereicht). Ambulantes 24-Stunden-Monitoring als psychophysiologische Assessmentstrategie: Reproduzierbarkeit, Reaktivität, Retrospektionseffekt und Bewegungskonfundierung.
- Wilmers, F. (1992). Zwei Studien zur kardiovaskulären Psychophysiologie. Test of alternative electrode arrangements for impedance cardiography. Psychophysiologisches 24-Stunden-Monitoring an labil-hypertonen und normotonen Studenten mit Labor-Feld-Vergleich. Unveröff. Dipl. Arbeit Universität Freiburg i. Br.

Symposien und Vorträge

- Darsow, H. & Grossman, P. (1990). Respiratory sinus arrhythmia as a measure of cardiac vagal withdrawal in young borderline hypertensives. International Symposium on Respiratory Psychophysiology. (Abstract) Amsterdam. *Biological Psychology*, 31, 275-276.

- Fahrenberg, J. (1990). Simultaneous physiological and psychological ambulatory monitoring: Issues in theory and assessment (Abstract). Symposium. Society for Psychophysiological Research. October 1990, Boston. *Psychophysiology*, 27, S10-S11.
- Fahrenberg, J. (1992). Psychophysiological assessment in borderline and mild hypertension. Laboratory-field comparison (Abstract). Second International Congress on Behavior Medicine, July 1992, Hamburg.
- Fahrenberg, J. & Käßler, C. (1991). Die Erfassung von Setting, Befindlichkeit und Verhaltensaktivität für Symptom-Kontext-Analyse von Blutdruckveränderungen im Alltag. DFG-Rundgespräch über Psychologische Feldforschung. November 1991, Bonn.
- Fahrenberg, J. & Käßler, C. (1992). Weiterentwicklung des ambulanten 24-Stunden-Blutdruck-Monitoring durch begleitende Registrierung von psychologischen Daten und Bewegungsaktivität. Tagung über 24-Stunden-Langzeitblutdruckmessungen (Abstract). Göttingen 24.-25. Januar 1992 (Abstract). *Nieren- und Hochdruckkrankheiten*, 21, 41-42.
- Fahrenberg, J. & Pawlik, K. (1990). Feldpsychodiagnostik: Methodische Fortschritte und Anwendungen. Symposium (Abstract). In D. Frey (Hrsg.), Bericht über den 37. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Kiel 1990 (S. 328). Göttingen: Hogrefe.

2. Versuchsplan und Methodik der zweiten Teilstudie

2.1 Probanden

Die Probanden wurden nach demselben Verfahren wie in der ersten Teilstudie angeworben. Durch Handzettel, durch Anzeigen und durch den Blutdruck-Meßstand in der Universitätsbibliothek und in der Mensa wurde auf das Projekt aufmerksam gemacht. Nach einer Vorauswahl aufgrund dieses Screenings fand die Veruntersuchung im Labor statt.

Männliche Studenten mit grenzwertig erhöhtem bzw. labilem Blutdruck wurden bevorzugt - neben Studenten mit normotonomem Blutdruck als Vergleichsgruppe - in die Untersuchung aufgenommen, falls außerdem die folgenden Bedingungen erfüllt waren:

- Alter zwischen 20 und 30 Jahren
- Muttersprache Deutsch
- Körpergewicht zwischen ca 60 bis 90 kg
- Student der Freiburger Universität und Hochschulen mit Ausnahme von Studenten der Psychologie
- keine Teilnahme an früheren Untersuchungen der Forschungsgruppe Psychophysiologie
- zur Zeit nicht in ärztlicher Behandlung.

An der Untersuchung, die im Sommersemester 1988 stattfand, nahmen 55 Probanden teil. Bei 46 von ihnen konnten im anschließenden, psychophysiologischen 24-Stunden Monitoring Records von ausreichender Länge und Qualität gewonnen werden. Für die vollständige Untersuchung erhielten die Probanden ein Honorar von 150,- DM.

Trotz des gleichartigen Auswahlverfahrens soll auch statistisch anhand ausgewählter Variablen geprüft werden, ob die Probanden der zweiten Studie derselben Grundgesamtheit entstammen wie die Probanden der ersten Studie. Die in der Tabelle 2.1 festgehaltenen Mittelwertvergleiche bestätigen diese Annahme. Weder im Alter, noch in Körperbaumaßen, ausgewählten Blutdruck- und Herzfrequenzvariablen oder in Persönlichkeitsskalen bestehen Unterschiede. Ausnahmen sind hier nur hinsichtlich einer Skala der Freiburger Beschwerdenliste (FBL-Haut) und der - noch nicht abschließend standardisierten - Skala "Ärger nach außen" zu erkennen.

Aus diesem Vergleich folgt auch, daß die Probanden beider Teilstudien zu einer Gruppe zusammengefaßt werden können.

Tabelle 2.1: Ausgewählte Variablen zum Vergleich der Probanden in Studie 47A (N= 81) und 47B (N= 55) mit t-Test (** p < .01)

		47A		47B		
		M	SD	M	SD	p
Alter		23.9	2.4	23.7	2.7	
Semesterzahl		7.0	4.2	5.9	4.1	
FPI-R	Lebenszufriedenheit	6.3	3.3	6.8	3.2	
	Soziale Orientierung	7.3	2.3	7.5	2.5	
	Leistungsorientierung	6.4	2.4	6.9	2.6	
	Gehemmtheit	5.7	3.3	6.1	2.9	
	Erregbarkeit	5.8	3.0	5.7	2.9	
	Aggressivität	4.4	2.4	4.0	2.6	
	Beanspruchung	5.0	3.1	5.6	3.1	
	Körperl. Beschwerden	3.1	2.5	3.1	2.0	
	Gesundheitssorgen	4.0	2.4	4.5	2.6	
	Offenheit	8.4	2.1	8.2	2.0	
	Extraversion	7.7	3.6	7.5	3.5	
	Emotionalität	6.5	3.5	6.6	3.3	
FBL	Allgemeinbefinden	19.2	4.1	19.5	5.0	
	Emotionale Reaktivität	18.3	4.5	17.9	3.9	
	Herz-Kreislauf	14.0	5.0	13.4	4.0	
	Magen-Darm	16.1	3.9	15.9	3.5	
	Kopf-Hals	17.0	4.9	17.0	5.2	
	Anspannung	20.9	5.7	20.1	5.9	
	Sensorik	19.1	5.6	18.7	6.2	
	Schmerz	15.2	4.6	15.9	5.2	
	Motorik	16.8	5.2	15.3	4.3	
	Haut	13.8	4.6	8.7	3.2	**
	Beschwerden-Summe	170.4	32.0	162.2	32.2	
AxGA1	Ärger nach innen	11.6	3.1	11.6	2.9	
AxGA1	Ärger nach außen	11.0	1.5	8.6	2.5	**
STPI	Ärger habituell	37.4	7.4	35.8	7.4	
Körpergröße		181.1	6.9	183.4	8.0	
Körpergewicht		74.4	7.7	74.7	9.3	
Oberarmumfang		26.6	1.8	27.4	1.7	
Blutdruck	VU Ruhe 2 PS	134.4	16.5	135.4	11.6	
	PD5	80.0	11.1	77.2	10.9	
	HU Ruhe 2 PS	130.4	12.9	129.7	10.5	
	PD5	74.5	10.2	73.7	9.1	
	ARU PS	122.0	13.9	123.3	12.0	
	PD5	65.9	11.6	64.6	8.5	
	Kritik PS	144.2	21.7	142.0	17.7	
	PD5	75.2	15.4	70.7	17.0	
	Kaltwasser PS	141.8	18.3	141.7	15.7	
	PD5	82.8	16.8	83.9	16.6	
Herzfrequenz	ARU	64.7	9.9	66.0	11.2	
	100 Watt	111.6	10.2	112.3	12.9	

2.2 Untersuchungsmethodik

Die Untersuchung gliedert sich in vier Abschnitte

- Screening
- Voruntersuchung (Erläuterung der Untersuchung, Einholen der informierten Zustimmung, Blutdruckmessungen, Kurzinterview, Demonstration der wichtigsten Aufgaben zur Eingewöhnung, Fragebogen)
- Hauptuntersuchung (Blutdruckmessungen, Befindens-Fragebogen, Untersuchung im Polygraph-Labor, Untersuchung im Kreislauf-Labor) anschließend
- psychophysiologisches 24-Stunden-Monitoring (mit Interview und Fragebogen bei Rückgabe der Systeme).

Der Untersuchungsablauf und die Registriermethodik wurden ausführlich im ersten Arbeitsbericht beschrieben, so daß hier nur eine Übersicht mit den wichtigsten Abweichungen der Untersuchungsmethodik gegeben zu werden braucht. Zwar war eine identische Replikation beabsichtigt, doch wurden neben mehreren kleineren Ergänzungen auch einige Veränderungen vorgenommen, meist aus technischen Gründen oder aus dem Wunsch, die Untersuchungszeit zu verkürzen.

In der Voruntersuchung wurden dieselben Fragebogen vorgelegt: Lebensgewohnheiten LGW; Zeitdruck, Leistungsmotivation, Ungeduld (ZLU); Freiburger Beschwerdenliste FBI; Selbsteinstufungen zu Übungszwecken SE; Freiburger Persönlichkeitsinventar FPI-R; Fragebogen zu Ärger-Ausdruck AxGA1 und zu Angst, Ärger, Neugier STPI-G2 sowie der Stress-Verarbeitungs-Fragebogen SVF gegeben. Hinzugefügt wurden einige Fragen zur Blutdruckanamnese und eine noch in Entwicklung befindliche Skala zur Erfassung der Impulsivität (Vossel & Safian, 1985) mit 43 Items (Skala IMP1 13 Items $\alpha = .91$; IMP2 12 Items $\alpha = .90$; IMP3 10 Items $\alpha = .87$). Das halbstrukturierte Kurzinterview, das in der zweiten Teilstudie nur U. Ewert durchführte, wurde etwas gekürzt, indem der Teil zur Wahrnehmung der Herztätigkeit und die zweite Frage zum Thema Ärgerreaktion (Frage 5) fortgelassen wurden. Die inhaltliche und formale Auswertung des Kurzinterviews wurde allein von C. Käßler vorgenommen.

Die Blutdruckmessungen im Vorraum des Labors, die Catecholaminbestimmungen im Urin und die Untersuchung mit multiplen physiologischen Ableitungen im Polygraph-Labor wurden im äußeren Ablauf (Dauer, Aufgaben, Registriertechnik) identisch durchgeführt. Um die Signalqualität zu verbessern bzw. die Artefakte zu verringern, wurden zwei technische Veränderungen vorgenommen:

1. Der Impedanzkardiograph IFM 400 der Firma Instruments for Medicine wurde durch den Impedanzkardiographen der Firma Meddata, Stuttgart (Institut für Biomedizinische Technik, Prof. Faust) ersetzt mit Herzschaft-Mikrophon (Hellige, Freiburg).

2. Der Infraton-Pulsaufnehmer für den Fingerpuls (Pulsvolumenamplitude) wurde durch den optoelektrischen Aufnehmer (Irrgang, 1981) ersetzt.

Eine Übersicht über die unveränderte Abfolge und Dauer der Untersuchungsphasen im Polygraph-Labor enthält die Tabelle 2.2; die Liste der 63 verwendeten Variablen ist in Tabelle 2.3 wiedergegeben.

Die Befindenseinstufungen im Polygraph-Labor wurden - wie zuvor - nach den einzelnen Phasen erbeten, wobei bestimmte Items nach jeder Phase, andere Items nur nach bestimmten Phasen verwendet wurden. Nach der Anfänglichen Ruhe erschien auf dem Bildschirm der Text "Mein Befinden in der Anfänglichen Ruhe war ..." und es folgten nacheinander 11 Items mit jeweils siebenstufigen graphischen Skalen, für die Zustandsskalierung mit den Abstufungen: völlig, fast völlig, überwiegend, ziemlich, etwas, ein bißchen, gar nicht (die siebenstufigen Beschwerden-Items haben die Abstufungen sehr stark, stark ...)

Die Items für die Zustandsskalierung lauten:

1	körperlich angespannt	KANG
2	geistig angespannt	GANG
3	emotional angespannt	EANG
4	gut gelaunt	GUTG
5	ärgerlich	AERG
6	belästigt	BELAE
7	missmutig	MISSM
8	nervös	NERV
9	Herzklopfen	HERZK
10	Hände kalt	HKALT
11	Hände feucht	HFEU

Nach den Belastungen wurden elfstufige Skalen zur retrospektiven Veränderungsskalierung verwendet mit den Abstufungen "im Vergleich zur anfänglichen Ruhe fühlte ich mich ..." +5 viel mehr .../ 0 unverändert/ -5 viel weniger ... Auch diese Art der Selbsteinstufung war in der Voruntersuchung erläutert und geübt worden.

Der Untersuchungsablauf im Kreislauf-Labor wurde geändert, so daß nach der Durchführung des ersten Orthostase-Versuchs statt dessen Wiederholung der als "Rechentest" eingeführte Untertest "Zahlenreihen" des Intelligenz-Struktur-Tests von Amthauer gegeben wurde, bevor die körperliche Belastung am Fahrradergometer folgte (Ruhe 50 Watt, 100 Watt). Die Untersuchungsphasen der beiden Teilstudien sind in Tabelle 2.4 gegenübergestellt. Die Tabelle 2.5 enthält die Variablenliste des Kreislauf-Labors.

Tabelle 2.2: Phasen und Unterphasen der Registrierung im Polygraph-Labor. Dauer der Untersuchung ohne die Vorbereitung ca 90 Minuten, davon 2995 s Datenaufnahme. Der Habituationsversuch wurde getrennt ausgewertet.

Phase	Unter-	Name	Datenaufnahme		
	Phase Nr.		Dauer von s	bis	
1	1	ARU <u>Anfängliche Ruhe</u>	210	1	210
2	-	HAB <u>Habituationsversuch</u>	290	-	-
3		RE <u>Rechenversuch</u>			
3.1	2	Anleitung und Pause	60	1	60
3.2	3	Rechnen	180	71	250
4	4	REE <u>Erholung nach Rechnen</u>	60	1	60
5		AA <u>Atemanhalteversuch</u>			
5.1	5	Anleitung und Pause	25	1	25
5.2	6	Atemanhalten	25	31	55
5.3	7	Erholung	55	66	120
6		KON <u>Konzentrationsversuch</u>			
6.1	8	Pause 1	60	1	60
6.2	9	Phase 1	240	71	310
6.3	10	Pause 2	60	321	380
6.4	11	Phase 2	240	381	620
6.5	12	Pause 3	60	631	690
6.6	13	Phase 3	300	701	1000
7	14	KONE <u>Erholung nach Konz.Vers.</u>	60	1	60
8		AP <u>Atempreibversuch</u>			
8.1	15	Anleitung und Pause	55	1	55
8.2	16	Atempreibversuch	25	61	85
8.3	17	Erholung	60	96	155
9		HG <u>Handgriffversuch</u>			
9.1	18	Pause	30	1	30
9.2	19	Anleitung und Pause	25	36	60
9.3	20	Handgriffversuch	55	71	125
9.4	21	Erholung	45	131	175
10		KRI <u>Kritik</u>			
10.1	22	Anleitung	50	1	50
10.2	23	Vorbereitung	60	51	110
10.3	24	Sprechen	90	111	200
10.4	25	Erholung	60	201	260
11		KW <u>Kaltwasserversuch</u>			
11.1	26	Anleitung und Pause	60	1	60
11.2	27	Phase 1	55	81	135
11.3	28	Phase 2	55	136	190
11.4	29	Erholung	50	201	250
12	30	ERU <u>Endruhe</u>	120	1	120

Tabelle 2.3: Variablenliste Studie 47 Polygraph-Labor

Nr.	Abkürzung	Variable	Dimension
1	PS	Systolischer Blutdruck	mmHg
2	PD4	Diastolischer Blutdruck (Phase 4)	mmHg
3	PD5	Diastolischer Blutdruck (Phase 5)	mmHg
4	PM4	Mittlerer Blutdruck (mit PD4)	mmHg
5	PM5	Mittlerer Blutdruck (mit PD5)	mmHg
6	PAMP4	Blutdruck-Amplitude (mit PD4)	mmHg
7	PAMP5	Blutdruck-Amplitude (mit PD5)	mmHg
8	TPR4	Totaler peripherer Widerstand (mit PD4)	mmHg
9	TPR5	Totaler peripherer Widerstand (mit PD5)	mmHg
10	HF	Herzfrequenz (harmon. Mittel)	Schl/Min
11	RR	R-R-Abstand	ms
12*	HF-MQSD	Herzfrequenz MQSD	Schl/Min
13	HF-BT	Herzfrequenz, abs. Power .02-.08 Hz	$\ln((\text{Schl/Min})^2)$
14	HF-BB	Herzfrequenz, abs. Power .09-.17 Hz	$\ln((\text{Schl/Min})^2)$
15	HF-BA	Herzfrequenz, abs. Power .13-.42 Hz	$\ln((\text{Schl/Min})^2)$
16	RSA1	RSA-Maß, peak-valley, RR	\ln ms
17	RSA2	RSA-Maß, peak-valley, (HF) ²	$\ln((\text{Schl/Min})^2)$
18	EP Ampl	EKG P-Amplitude	μ V
19	ER Ampl	EKG R-Amplitude	μ V
20	EJ80 Ampl	EKG J+80 ms Amplitude	μ V
21	ET Ampl	EKG T-Amplitude	μ V
22	EPQI	EKG PQ Intervall (Pa bis Qa)	ms
23	EPQS	EKG PQ Strecke (Pe bis Qa)	ms
24	EQT	EKG QT Zeit (Qa bis Te)	ms
25	EQTc	EKG QT Bazett standardisiert	$\sqrt{\text{ms}}$
26	HT1 Ampl	Herzton 1, Ampl. d. Einhüllenden	Einheiten
27	IA Ampl	IKG A-Amplitude	0.1 Ω /s
28	IE Ampl	IKG E-Amplitude	0.1 Ω /s ²
29	IX Ampl	IKG X-Amplitude	0.1 Ω /s
30	PEP	PEP (EKG-R bis IKG Fp)	ms
31	LVET	LVET (IKG Fp bis X Gipfel)	ms
32	PELV	Quotient PEP/LVET	%
33	R-Z-Zeit	RZ-Zeit (EKG-R bis IKG-E Gipfel)	ms
34	I Heather	IKG Heather-Index	0.1 Ω /s ²
35	I AWG	IKG Auswurfgeschwindigkeit	0.1 Ω /s
36	SV1 Index	Schlagvolumen-Index (Nulldurchgang)	(ml)
37	SV2 Index	Schlagvolumen-Index (Fußpunkt)	(ml)
38	HMV1 Ind	Herzmin. Volumen-Index (Nulldurchgang)	(l/Min/m ²)
39	HMV2 Ind	Herzmin. Volumen-Index (Fußpunkt)	(l/Min/m ²)
40	PWG Car	Pulswellengeschw. (EKG-R bis Carotis 20%)	m/s
41	PWG Ohr	Pulswellengeschw. (EKG-R bis Ohr 20%)	m/s
42	PWG Rad	Pulswellengeschw. (EKG-R bis Radialis 20%)	m/s
43	PWG Fin	Pulswellengeschw. (EKG-R bis Finger 20%)	m/s
44	Car Ampl	Amplitude Carotispuls	Einheiten
45	Ohr Ampl	Amplitude Ohrpuls	Einheiten
46	Rad Ampl	Amplitude Radialispuls	Einheiten
47*	Fin Ampl	Amplitude Fingerpuls	Einheiten
48	AF	Atemfrequenz (Erwartungswert)	Züge/Min
49	AA	Atemaktivität	Einheiten
50	AFO	Atemform-Parameter (rel. Power)	%
51	SCL	EDA DC Signal tonische Aktivität	\ln μ S
52*	ACS	EDA AC Signal phasische Aktivität	μ S

Nr.	Abkürzung	Variable	Dimension
53	SC Freq	SCR Anzahl	Anz/Min
54	SC Ampl	SCR Amplitude	μS
55	LID ton	Lid tonische Aktivität	.01 μV
56	LID phas	Lid gesamte Aktivität	.01 μV
57	LID Freq	Lidschläge Anzahl	Anz/Min
58	LID Ampl	Lidschläge Amplitude	.01 μV
59*	EMG	EMG extensor digitorum	μVxs
60	BEW	Bewegungen (Stuhl)	Einheiten
61	T-Fing	Temperatur Finger	$^{\circ}C$
62	T-Raum	Temperatur Raum	$^{\circ}C$
63	T-FmR	Temperatur Finger minus Raum	$^{\circ}C$

Anmerkung:

Die mit * gekennzeichneten Variablen wurden nach $(x^{\lambda} - 1) / \lambda$ transformiert, wobei λ aufgrund empirischer Approximation als $\lambda = -.25$ bestimmt wurde.

Tabelle 2.4: Übersicht über die Phasen im Kreislauf-Labor bei den Teilstudien

Studie 47A				Studie 47B	
	DAUF s	BD Messg.		DAUF s	BD Messg.
<u>Orthostase-Versuch 1</u>			<u>Orthostase-Versuch^{b)}</u>		
OR1 Ruhe 1	240	4x	identischer Ablauf		
Kippvorgang	4				
OS1 Stehen 1	420	7x			
<u>Orthostase-Versuch 2^{a)}</u>			<u>Rechnen^{c)}</u>		
OR2 Ruhe 2	240	4x	RR Ruhe 2	120	2x
Kippvorgang	4		RE Rechnen	300	5x
OS2 Stehen 2	420	7x	RERH Ruhe 3	180	1x
(Ruhe) (180s)	-	-			
<u>Ergometer-Versuch^{a)}</u>			<u>Ergometer-Versuch^{c)}</u>		
E 50 Belastung 50W	240	2x	identischer Ablauf		
E100 Belastung 100W	240	2x			
EE Erholung	300	5x			
Datenaufnahme 35 Minuten			Datenaufnahme 34 Minuten		

Blutdruckmessungen minütlich, während E50 in der 3. und 4. Minute, während E100 in der 3. und 4. Minute.

a) Registrierung der Atmung mit Maske (AV, AMV) und Gürtel

b) mit Gürtel

c) mit Maske (AV, AMV)

Außerdem EKG und Kippsignal

Tabelle 2.5: Variablenliste Kreislaulabor

Nr	Abkürzung	Variable	Dimension
1	AF-VFr	Atemfrequenz, Gürtel, Vorzugsfrequenz	Züge/Min
2	AF-EW	Atemfrequenz, Gürtel, Erwartungswert	Züge/Min
3	AA	Atemaktivität, Gürtel, Gesamtpower	Einheiten
4	AFO	Atemform, Gürtel, rel. Power Restspektrum	%
5	AF-MA	Atemfrequenz, Maske	Züge/Min
6	AZV	Atemzugvolumen, Maske	ml
7	AMV	Atem-Minuten-Volumen, Maske	l
8	VO2	O2-Volumen	ml/Min
9	VCO2	CO2-Volumen	ml/Min
10	EO2	Atemäquivalent	ml/ml
11	RQ	Respiratorischer Quotient	ml/ml
12	RSA	Range über je 10 Sekunden	ms
13	RR	IBI	ms
14	HF	Herzfrequenz	Schl/Min
15	HF-Std	Herzfrequenz, Standardabweichung	Schl/Min
16	HF-MQSD	Herzfrequenz, SQRT(Mittl. Qu. Sukz. Diff.)	Schl/Min
17	HF-MVW	Herzfrequenz, Mittl. Vorz. Wechsel / Minute	Anz./Min
18	HF-BT	Herzfrequenz, Band "Thermisch"	(Schl/Min) ²
19	HF-BB	Herzfrequenz, Band "Blutdruck"	(Schl/Min) ²
20	HF-BA	Herzfrequenz, Band "Atmung"	(Schl/Min) ²
21	EPAmpl	EKG, P-Amplitude	μV
22	EPAmpls	EKG, P-Amplitude, standardisiert	μV
23	ERAmpl	EKG, R-Amplitude	μV
24	ETAmpl	EKG, T-Amplitude	μV
25	ETAmpls	EKG, T-Amplitude, standardisiert	μV
26	EJ80Amp	EKG, Amplitude J+80ms	μV
27	EJ80Amps	EKG, Amplitude, J+80ms, standardisiert	μV
28	EPQI	EKG, Zeit P-Anfang bis Q-Anfang	ms
29	EPQS	EKG, Zeit P-Ende bis Q-Anfang	ms
30	EPI	EKG, Zeit P-Anfang bis P-Ende	ms
31	EQR	EKG, Zeit Q-Anfang bis R	ms
32	EQS	EKG, Zeit Q-Anfang bis S-Ende	ms
33	EQT	EKG, Zeit Q-Anfang bis T-Ende	ms
34	ETI	EKG, Zeit T-Anfang bis T-Ende	ms
35	EQTc	EKG, Zeit Q-Anfang bis T-Ende / SQRT(RR)	√ms
36	PS	Systolischer Blutdruck	mmHg
37	PD4	Diastolischer Blutdruck, Phase 4	mmHg
38	PD5	Diastolischer Blutdruck, Phase 5	mmHg
39	PM5	Mittlerer Blutdruck, Phase 5	mmHg
40	PAMP5	Blutdruck-Amplitude, Phase 5	mmHg
41	HMV Ind	Herz-Minuten-Volumen-Index = PAMP*HF	Einheiten
42	PAQ	Quotient = HF/AF-EW	Einheiten
43	Vp-Nr	Vp-Nummer	Jahre
44	Ph-Nr	Phasen-Nummer	mmHg
45	Minute	Minuten-/Zehnstundenstück-Zähler	°C
46	Alter	Alter	Jahre
47	Druck	Luftdruck	mm Hg
48	Temperat	Temperatur	°C
49	Feuchte	Feuchte	Prozent

Das psychophysiologische 24-Stunden-Monitoring wurde mit derselben Konfiguration, die aus dem 4-Kanal-Physioport-Meßwertspeicher (Par-Elektronik GmbH, Berlin), dem Casio PB 1000 Taschencomputer zur Eingabe des standardisierten Protokolls der Selbsteinstufungen und dem kleinen Diktiergerät (Sony WM 202) für zusätzliche freie Kommentare besteht, durchgeführt. Da diesmal zwei Physioport-Systeme eingesetzt werden konnten, war es möglich von fast allen Probanden geeignete Records zu erhalten. Die Methodik der Registrierung und der nachträglichen Exploration blieben mit einer Ausnahme unverändert: der piezoelektrische Bewegungsaufnehmer wurde statt am Oberarm an der Außenseite des Oberschenkels etwa 10 cm oberhalb des Kniegelenks befestigt.

Insgesamt können die Ergänzungen und Änderungen der Untersuchungsmethodik - eventuell mit Ausnahme der Registrierung des IKG und des Fingerpuls - als geringfügig angesehen werden. Die Versuchsleiter im Polygraph-Labor (U.E. und A.S.) und für das Monitoring (R.H.) waren identisch, während im Kreislauf-Labor nach entsprechender Einarbeitung ein neuer Versuchsleiter (G.B.) tätig war. Die Untersuchung der 55 Probanden in dieser zweiten Teilstudie kann methodisch als eine nahezu identische Replikation der ersten Teilstudie angesehen werden.

2.3 Reliabilität, Stabilität und Konsistenz der Blutdruckmessung

Alle Blutdruckmessungen wurden in dieser Studie nach dem Prinzip von Riva Rocci vorgenommen, d.h. mit Armmanschette, einem kalibrierten Manometer und einer Methode zur Erkennung der Korotkovgeräusche, wobei es aber technisch nicht möglich war, dieselbe Methode zu verwenden. Bei der Messung der Ruhewerte in der Vor- und Hauptuntersuchung und im Kreislauf-Labor wurde der Blutdruck auskultatorisch mit Stethoskop und Quecksilber-Manometer (Erkamed), im Polygraph-Labor (Kabine) mit dem Tensiomat FIB 4/6 (Boucke) und anschließender rechnergestützter Auswertung, beim ambulanten Monitoring mit dem Physioport (Meßbereich PS 230-70 und PD 220-30 mmHg) bestimmt (siehe die ausführliche Darstellung in Fahrenberg et al., 1991b).

Die Untersucher, die auskultatorische Messungen vornahmen, waren zuvor mittels Doppelstethoskop gründlich trainiert worden. Die Messungen mit dem Physioport können im allgemeinen als befriedigend angesehen werden (siehe Langewitz, Dähnert & Rüdell, 1987; Heger, 1990), doch kommen auch Fehlmessungen vor, so daß über die automatische Artefakterkennung hinaus Begrenzungen (systolische Werte zwischen 230 und 70 mmHg, diastolische Werte zwischen 220 und 30 mmHg) und Ausreißerkontrollen - speziell hinsichtlich der diastolischen Werte - erforderlich sind.

Bei der Messung mit der Boucke-Methode wurden die Lokalisation des Mikrophons und die Schwelleneinstellung am Tensiomat individuell durch Vergleich mit auskultatorisch gemessenen Werten optimiert. Die interaktive Auswertung der Signale, d.h. der synchronen Registrie-

zung von geeichtem Manschettendruck und Amplitude der Korotkovgeräusche, hat hier noch einige Schwierigkeiten bei der Abgrenzung von Phase 4 und 5 (Fahrenberg & Foerster, 1988).

Es wurden Korrelationskoeffizienten der Blutdruckwerte innerhalb und zwischen den Meßmethoden berechnet. Solche Konsistenzkoeffizienten geben konservative Schätzungen der wahren instrumentellen Zuverlässigkeit, da diese Koeffizienten auch die zeitliche (In-)Stabilität der Blutdruckwerte widerspiegeln. Damit auch die Beziehungen zwischen Labor- und Feldmessungen in den Vergleich einbezogen werden können, werden hier die Korrelationskoeffizienten für die 98 Probanden berichtet.

Die Blutdruckwerte, die mit Meßintervallen von ungefähr einer Minute unter Ruhebedingungen mit derselben Methode gemessen wurden, korrelieren hoch: Bei der auskultatorischen Methode liegen die Koeffizienten zwischen .96 und .97 für PS ($df = 96$ $p < .01$) und zwischen .86 und .95 für PD5; bei der Boucke-Methode .92 für PS und .86 für PD5. Stabilitätskoeffizienten innerhalb derselben Methode zwischen zwei Ruhebedingungen sind: auskultatorisch .61 für PS und .56 für PD5 (Intervall ca 120 Minuten), Boucke-Methode .73 für PS und .62 für PD5 (Intervall ca 90 Minuten). Der Konsistenzkoeffizient zwischen auskultatorischer Methode und Boucke-Methode liegt in derselben Größenordnung, d.h. .71 für PS und .63 für PD5 (Intervall ca 30 Minuten), aber zwischen Methoden und Bedingungen sind die Koeffizienten, wie zu erwarten, geringer: Physioport (Mittelwert der Nacht) mit auskultatorischen Ruhewerten im Labor zwischen .54 und .57 für PS und zwischen .31 und .45 für PD5; Physioport (Mittelwert der Nacht) und Boucke-Methode während Ruhebedingungen im Labor zwischen .32 und .39 für PS und zwischen .33 und .34 für PD5.

Die in den Übersichtstabellen dieses Arbeitsberichts zusammengestellten Blutdruck-Mittelwerte scheinen dafür zu sprechen, daß die mit der Boucke-Methode gemessenen Werte etwas niedriger liegen als die auskultatorischen Werte. Dies war bei Kontrollmessungen im Einzelfall unter konstanten Bedingungen nicht der Fall, so daß die Ursachen in den relevanten Bedingungenunterschieden, u.a. Körperlage (Sitzen-Liegen), Dauer der Gewöhnung an die Untersuchungssituation und in der Tageszeit, zu suchen sind.

Trotz der befriedigenden Reliabilitätskoeffizienten der Boucke-Methode wurden hier für die Gruppierung der Probanden nach Ruhewerten nur die auskultatorisch gemessenen Werte der Voruntersuchung und der Hauptuntersuchung und zwei auskultatorisch gemessene Ruhewerte aus der Ruhe des Orthostase-Versuchs (jeweils zwei Messungen im Liegen nach 5 Minuten Ruhe) verwendet.

2.4 Gruppierungen

Die Probanden wurden unter verschiedenen Gesichtspunkten gruppiert, wobei dieselben Kriterien wie in der ersten Teilstudie verwendet wurden (siehe Fahrenberg et al., 1991a, S. 76ff).

2.4.1 Gruppierung nach Ruhewerten

Diese Gruppierung beruht auf sechs auskultatorisch und mit geeichtem Quecksilber-Manometer (Erkamed) durchgeführten Messungen im Liegen nach 5 Minuten Ruhe: zwei Messungen im Vorraum des Polygraph-Labors am Tag der Voruntersuchung, zwei entsprechende Messungen zu Beginn der Hauptuntersuchung, d.h. an einem anderen Tag, in der Regel wenige Tage nach der Voruntersuchung, sowie zwei Messungen zu Beginn der Ruhephase auf der Kippliege vor dem Orthostaseversuch im Kreislauf-Labor.

Von den 55 Probanden haben 24 mindestens einmal unter den sechs Ruhewerten einen systolischen Wert > 140 mmHg und/oder einen diastolischen Wert (PD5) > 90 mmHg (Gruppierung GWHT1). Bei 19 Personen ist nur PS, bei 5 Personen sind PS und PD erhöht. Wird die Gruppierung nach den Mittelwerten aller sechs Ruhewerte durchgeführt, so haben 12 Personen einen Mittelwert PS > 140 und/oder PD5 > 90 mmHg (Gruppierung GWHT6), davon 9 nur PS und 3 PS und PD.

Die Tabelle 2.6 gibt eine Übersicht über die Probanden beider Teilstudien hinsichtlich der Gruppierung nach Ruhewerten. In der zweiten Teilstudie sind relativ weniger Probanden mit stärker erhöhtem, labil/hypertonen Blutdruck und mehr Normotone. Offensichtlich haben auch die noch weiter verstärkten Bemühungen beim Screening nicht zu einer relativ größeren Anzahl "grenzwertiger" Personen geführt. Es könnte sein, daß das "Reservoir" der in diesem Zeitraum im Universitätszentrum erreichbaren potentiellen Untersuchungsteilnehmer mit erhöhtem Blutdruck weitgehend ausgeschöpft ist. Die Mittelwerte der 30 Blutdruckmessungen im Polygraph-Labor unterscheiden sich kaum: erste Teilstudie systolisch 134 (SD = 19) und diastolisch 72 (SD = 15), zweite Teilstudie 127 (SD = 24)/ 74 (SD = 19) mmHg; der Mittelwertunterschied im PS ist nicht signifikant ($p = .07$).

Beim Vergleich der aus beiden Teilstudien (N= 136) kombinierten drei Blutdruckgruppen hinsichtlich Alter, Körperbaumaßen und ausgewählten Variablen des Anamnesefragebogens LGW ergaben sich einige signifikante Mittelwertunterschiede: Alter ($F = 3.1$, $df 2/133$, $p = .05$), Gewicht ($F = 3.1$, $p = .05$), Umfang des Oberarms in Höhe der Blutdruckmanschette ($F = 3.2$, $p = .04$). Die labil-hypertonen Probanden GWHT6 sind durchschnittlich ein Jahr älter, 4 kg schwerer und haben einen um 0,7 cm größeren Oberarmumfang als die Normotensiven.

Es wurde deshalb eine Parallelisierung hinsichtlich Alter und Gewicht vorgenommen, wobei jedoch nicht nur einige labil-hypertensive Probanden mit relativ hohem Alter und Gewicht, sondern alle Probanden mit nur leicht erhöhtem Blutdruck (GWHT1) ausgeklammert wurden. Die beiden resultierenden Gruppen mit je 42 Probanden unterscheiden sich nicht signifikant ($p > .05$) hinsichtlich Alter, Gewicht, Umfang des Oberarms, berichtetem Konsum von Alkohol,

Tabelle 2.6: Übersicht zur Gruppierung der Probanden nach Ruhewerten in den Teilstudien

Kriterium GWHT1 : einer von sechs Ruhewerten
 (aus 3 Sit. an insgesamt 2 Tagen)
 GWHT6 : Mittelwert der sechs Ruhewerte
 (aus 3 Sit. an insgesamt 2 Tagen)
 PS > 140 und/oder PD > 90 mmHg

Labor

Gruppierung	S t u d i e		zusammen
	47 A	47 B	
Normotone	26 (32%)	31 (56%)	57 (42%)
Grenzwertige	55 (68%)	24 (44%)	79 (58%)
davon GWHT1	19 (24%)	12 (22%)	31 (23%)
GWHT6	36 (44%)	12 (22%)	48 (35%)
Gesamt	81	55	136

Labor und Feld

Gruppierung	S t u d i e		zusammen
	47 A	47 B	
Normotone	15 (29%)	26 (57%)	41 (42%)
Grenzwertige	37 (71%)	20 (43%)	57 (58%)
davon GWHT1	8 (15%)	9 (19%)	17 (17%)
GWHT6	29 (56%)	11 (24%)	40 (41%)
Gesamt	52	46	98

Anmerkung:

Die (binomialen) Häufigkeitsverteilungen der beiden Studien unterscheiden sich alle signifikant ($p < .01$) mit Ausnahme der Gruppe GWHT1.

Kaffee, Zigaretten, berichteter Häufigkeit ärztlicher Behandlungen während der letzten zwei Jahre oder hinsichtlich eines Index des körperlichen Trainingszustands aufgrund der angegebenen sportlichen Freizeit-Aktivitäten.

Je nach Fragestellung wird eine dieser Gruppierungen nach Ruhewerten herangezogen: die Probanden der zweiten Teilstudie N= 55 (Gruppierung 12 labil-hypertensive GWHT6, 12 mit leicht erhöhtem Blutdruck GWHT1, 31 normotone), die kombinierte Gruppe N= 136 (Gruppierung 48/31/57), die kombinierte Gruppe der Probanden mit ambulantem Monitoring N= 98 (Gruppierung 40/17/41) oder die parallelisierten Gruppen, die aus der kombinierten Gruppe von N= 136 ausgewählt wurden N= 84 (Gruppierung 42/42).

2.4.2 Gruppierungen aufgrund des Orthostase-Versuchs und des Ergometer-Versuchs

Die Probanden wurden aufgrund der Kreislauffunktions-Prüfungen nach denselben Kriterien und Statistiken wie in der ersten Teilstudie gruppiert.

Die Gruppierung nach Thulesius THU verwendet die Differenzwerte des systolischen Blutdrucks DPS und der Herzfrequenz DHF zwischen Liegen (4 Minuten) und Stehen (7 Minuten) und charakterisiert die Gruppen: (1) hyperten, (2) normoton, (3) sympathikoton, (4) leicht asympathikoton, (5) Kollaps. Hier sind nur die Gruppen (1) bis (3) hinreichend besetzt.

Die Gruppierung nach Myrtek MYR bezieht sich auf die Veränderung des systolischen DPS und des diastolischen PD4 Blutdrucks sowie auf die Veränderung der Blutdruckamplitude DPAMP und des mittleren Blutdrucks DPM4, wobei PD4 statt PD5 verwendet wird:

(1) hyperten, (2) normoton, (3) hypoton, (4) hypodynam, (5) Kollaps. Hier sind vor allem die Gruppen (1) und (2) besetzt, geringer die Gruppen (3) und (4).

Die modifizierte Gruppierung MYRTE verwendet nur die Veränderung von DPM4 und DPAMP4: (1) hyperten, (2) normoton, (3) hypoton, (4) hypodynam, (5) vagovasale Reaktion. Auch bei dieser Gruppierung sind vor allem die Gruppen (1) bis (3) besetzt. Die Gruppierung nach Weckenmann WECK geht von der Blutdruckamplitude und der Herzfrequenz im Stehen aus, um einen Orthostasequotienten zu definieren $OQ = (PAMP5 + 52.5)/HF$, der seinerseits zur Gruppierung dient: (1) tachykard Labile, (2) Stabile, (3) bradykard Labile.

Die Gruppierung aufgrund des Ergometer-Versuchs wurde nach Franz (1986), jedoch mit einigen notwendig erscheinenden Modifikationen vorgenommen (siehe Fahrenberg et al., 1991): (1) belastungspositive Reaktion, (2) belastungsnegativ. Bei Differenzierung der Kriterien ergibt sich die Einteilung: (1) Hauptkriterium belastungspositiv $PS > 200$ und $PD4 > 100$ erfüllt, (2) zwei der drei ergänzenden Kriterien, (3) eins der drei ergänzenden Kriterien

erfüllt, (4) belastungsnegativ. Von den 48 grenzwertig hypertonen Probanden sind 10 belastungspositiv, von den Personen mit leicht erhöhtem Ruheblutdruck 2, und von den 57 normotonen ist einer belastungspositiv.

Die Häufigkeitsverteilungen zu diesen Gruppierungen sind für beide Teilstudien und die Gesamtstudie in Tabelle 2.7 dargestellt. Diese Tabelle enthält auch die Gruppierungen nach Ruhewerten und nach den Quartilen von PS und PD5 über die sechs ausgewählten Ruhewerte.

2.5 Datenanalysekonzepte

Die Teilnehmer an beiden Teilstudien, so kann behauptet werden, stammen aus derselben Grundgesamtheit, und die Methodik ist bis auf wenige Abweichungen unverändert. Die zweite Teilstudie ist also eine weitgehend identische Replikation der ersten.

Für die Strategie der statistischen Hypothesenprüfung könnte dies zu der Überlegung führen, das α -Niveau zu adjustieren. Für jene gerichteten Hypothesen, die aufgrund der ersten Teilstudie beibehalten wurden, und für die Hypothesen, welche sich aus der ungerichteten, explorativen Prüfung von Beziehungen ergaben, könnte jetzt im Hinblick auf unerwünschte β -Fehler ein $\alpha = .10$ als angemessen gelten. Deshalb werden bei den wichtigsten Hypothesenprüfungen außer den konventionellen Schranken auch die genauen p-Werte mitgeteilt, um auf solche Überlegungen zur Akzeptanz hinzuweisen.

Die Datenanalyse folgt sonst den in der ersten Teilstudie angewendeten Verfahren: u.a. t-Tests, ANOVA, MANOVA, Korrelation und multiple Regression sowie Spezifitätsanalyse (siehe Foerster, Schneider & Walschburger, 1983).

Missing Data

Unvollständige Daten gab es wegen Registrierartefakten und wegen technischer Mängel bei einigen der Registrierungen im Polygraph-Labor und im Kreislauf-Labor. Im Anhang sind genaue Missing-Data-Statistiken, getrennt für die Phasen der Untersuchung im Polygraph-Labor, für die Variablen und die Probanden aufgeführt. Der Vergleich mit entsprechenden Statistiken der ersten Teilstudie zeigt, daß dort bei fast allen der 63 Variablen mehr Daten fehlen. Die zweite Studie hat in dieser Hinsicht Vorzüge. Die größte Anzahl missing data ist wieder bei den beiden Atemmanövern, dem Atemanhalten und dem Atempreßversuch, sowie - deutlich geringer - beim Kaltwasserversuch festzustellen (siehe Anhang A bis E).

Wegen der vorgesehenen multivariaten Verfahren wurden fehlende Daten durch Schätzungen ersetzt, wobei nicht nur der Stichproben-Mittelwert, sondern auch der Mittelwert des Individuums über die Phasen und der Mittelwert der betreffenden Phase berücksichtigt werden:

$$x'_{ij} = x_{..} + (x_{i.} - x_{..}) + (x_{.j} - x_{..}) .$$

Tabelle 2.7: Gruppierungen der Probanden der ersten Teilstudie (A), der zweiten Teilstudie (B) und der zusammengefaßten Studien (G) nach Ruhewerten und nach Ergebnissen der Kreislauffunktions-Prüfung.

		G r u p p e				
		1	2	3	4	5
Ruhewerte (NT, GWH1, GWHT2)	A	26	19	36		
	B	31	12	12		
	G	57	31	48		
Ruhewerte Quartile PS	A	20	20	20	21	
	B	14	13	14	14	
	G	34	33	34	35	
Ruhewerte Quartile PD5	A	21	19	21	20	
	B	14	13	14	14	
	G	35	32	35	34	
Orthostase THU	A	9	21	48	2	1
	B	12	11	32	0	0
	G	21	32	80	2	1
Orthostase MYR	A	17	50	6	7	1
	B	17	34	2	2	0
	G	34	84	8	9	1
Orthostase MYRTE	A	32	14	30	4	1
	B	34	10	11	0	0
	G	66	24	41	4	1
Orthostase WECK ^{a)}	A	11	41	28		
	B	9	40	6		
	G	20	81	34		
Ergometer FRANZ 1 ^{b)}	A	20	59			
	B	19	36			
	G	39	95			
Ergometer FRANZ 2 ^{b)}	A	6	14	21	38	
	B	7	12	19	17	
	G	13	26	40	55	

a) In der ersten Teilstudie nur N= 80 statt N= 81

b) N= 79

3. Ergebnisse der zweiten Teilstudie

3.1 Übersicht

Im Ergebnisteil dieses Berichts werden vor allem die Resultate der als Replikationsversuch interessanten Hypothesenprüfungen dargestellt. Dies sind die Gruppenunterschiede in den haemodynamischen Profilen und in den psychologischen Variablen, die in der ersten Teilstudie ein verhältnismäßig konsistentes Bild zu ergeben schienen.

Am zusammengefaßten Datensatz können einige Fragestellungen besser untersucht werden als es in der ersten Teilstudie möglich war. Dazu gehören die Häufigkeit individualspezifischer Reaktionsmuster, die Beziehungen zwischen verschiedenen Gruppierungen nach kardiovaskulären Parametern und die Labor-Feld-Vorhersagen. Darüberhinaus werden auch die Probleme der Reaktionsskalierung im Zusammenhang mit dem Ausgangswert-Problem und andere Methodenprobleme verfolgt.

In einem deskriptiven Abschnitt werden zunächst die Ergebnisse der physiologischen Registrierungen verglichen. Da die Untersuchungsmethodik - mit den geschilderten Ausnahmen (siehe Abschnitt 2.2) - identisch ist, sollten keine bedeutsamen Mittelwertunterschiede auftreten.

3.2 Deskriptive Ergebnisse

3.2.1 Physiologische Variablen Polygraph-Labor

Die beschreibenden Statistiken für die 63 ausgewählten physiologischen Variablen sind in Tabelle F des Anhangs enthalten, und dort befinden sich weitere Tabellen mit Mittelwert-Vergleichen der beiden Teilstudien hinsichtlich der Phasen Anfängliche Ruhe ARU und Rechnen RE (Tabellen G und H). Die Ergebnisse einer Varianzanalyse mit den Teilstudien als Gruppen und den 30 Phasen als Trials zeigt die Tabelle 3.1.

In den wichtigen Blutdruck-Variablen, in der Herzfrequenz sowie abgeleiteten Indizes, in den meisten Parametern der Pulsregistrierung und Atmung, der elektrodermalen Aktivität und der Bewegungsaktivität bestehen keine auffälligen Mittelwertunterschiede zwischen beiden Teilstudien. Dagegen sind bei IKG-Variablen, Fingerpuls (PWG und Amplitude), Atemaktivität, Lidschlag-Variablen und Temperaturen solche Unterschiede zu verzeichnen, dies gilt auch für die Varianzen von mehreren dieser Variablen. Für die meisten dieser Mittelwertunterschiede gibt es naheliegende Erklärungen.

Das IKG wurde mit einem anderen Gerät registriert; eine Absoluteichung zum Vergleich der Amplituden mit dem bisher verwendeten Gerät ist nicht ohne weiteres möglich. Die Geräte

Tabelle 3.1: Ergebnisse der ANOVAR mit den Teilstudien als Gruppen (N=81, 55) und 19 ausgewählten Phasen als Trials: Gruppenmittelwerte mit F-Werten, Standardabweichungen der Personenmittelwerte innerhalb der Gruppen mit Chi-Quadraten (Bartlett-Test) und den F-Werten der Wechselwirkungen Gruppen*Trials.

	ANOVA Gruppen			Bartlett-Test		ANOVA G*T		
	df=	Mittelwerte	F 1/134	Standardabw.	Chi ² 1	F 18/2412		
1 PS		133.77	133.25	.0	18.01	15.53	3.2	.9
2 PD4		90.59	89.55	.4	12.85	10.21	7.6**	1.5
3 PD5		72.39	70.71	.8	14.17	13.81	.1	1.9*
4 PM4		104.90	104.06	.2	13.43	10.76	7.1**	.9
5 PM5		92.81	91.51	.5	13.34	11.80	2.2	1.4
6 PAMP4		43.01	43.59	.1	12.32	11.95	.1	2.1**
7 PAMP5		61.20	62.39	.3	16.73	17.23	.1	1.8*
8 TPR4		1420.45	1319.67	3.9*	352.81	328.33	.8	1.6*
9 TPR5		1121.47	1161.06	1.0	279.73	292.18	.3	1.4
10 HF		69.00	71.46	1.7	13.70	14.59	.6	.9
11 RR		901.90	871.88	1.6	168.32	164.02	.1	.7
12 HF-MQSD		1.07	1.03	.6	.36	.30	5.4*	1.0
13 HF-BT		2.76	2.81	.3	1.05	1.02	.1	1.0
14 HF-BB		2.52	2.54	.0	1.03	1.02	.0	1.2
15 HF-BA		2.45	2.38	.3	1.06	.94	2.3	.9
16 RSA1		4.38	4.27	1.8	.67	.59	2.1	.8
17 RSA2		6.73	6.72	.0	.57	.55	.1	.6
18 EPAmpl		106.87	126.71	1.4	30.19	192.05	414.6**	2.8**
19 ERAmpl		817.60	860.69	.5	275.36	556.14	74.7**	2.9**
20 EJ80Ampl		63.33	75.15	2.6	29.23	70.73	115.5**	3.3**
21 ETAmpl		266.68	346.43	4.0*	88.27	465.99	350.5**	3.2**
22 EPQI		160.18	153.92	3.3	19.39	21.80	2.1	1.0
23 EPQS		48.29	32.50	28.9**	17.90	17.14	.3	1.6
24 EQT		379.58	382.98	.6	26.35	31.67	5.1*	.4
25 EQTc		12.71	12.95	8.0**	.72	.83	2.9	1.6
26 HT1Ampl		1537.00	1885.70	9.7**	787.83	799.18	.0	.8
27 IA Ampl		-440.12	-540.49	28.1**	115.25	170.57	23.6**	3.0**
28 IE Ampl		2017.37	2391.87	26.4**	452.98	442.60	.1	2.1**
29 IX Ampl		-704.63	-867.05	22.3**	199.78	263.24	11.7**	1.6
30 PEP		65.42	82.85	38.9**	18.73	15.58	4.9*	.9

Anmerkung: * p < .05, ** p < .01

Fortsetzung Tabelle 3.1

	ANOVA Gruppen			Bartlett-Test		ANOVA G*T	
	Mittelwerte	F		Standardabw.	Chi ²	F	
df=		1/134			1	18/2412	
31 LVET	292.84	282.67	7.2**	25.47	22.59	2.1	1.2
32 PELV	22.62	29.53	46.7**	6.68	5.71	3.6	1.1
33 R-Z-Zeit	117.70	131.17	30.8**	16.75	15.81	.5	.3
34 IHeather	16.66	13.13	24.1**	5.30	3.78	16.0**	.7
35 IAWG	39.22	36.39	2.3	13.45	9.25	19.7**	.5
36 SV1 Ind	109.81	110.50	.0	26.65	24.51	1.0	1.1
37 SV2 Ind	103.51	95.14	4.4*	26.72	23.38	2.6	1.5
38 H MV1 Ind	3.81	3.99	1.9	.85	.95	2.1	1.8*
39 H MV2 Ind	3.61	3.42	1.9	.90	.92	.1	1.9*
40 PWG CAR	3.00	2.91	1.4	.54	.51	.4	.4
41 PWG OHR	1.92	2.02	4.8*	.29	.29	.0	.6
42 PWG RAD	5.09	5.07	.0	.53	.96	54.4**	1.3
43 PWG FIN	4.47	5.74	276.5**	.45	.65	20.5**	3.6**
44 CAR Ampl	436.05	482.56	2.4	191.40	215.89	2.2	3.7**
45 OHR Ampl	564.86	450.07	4.9*	363.82	257.93	16.7**	1.3
46 RAD Ampl	424.01	477.33	1.9	255.68	241.48	.5	.6
47 FIN Ampl	2.70	3.07	181.3**	.22	.17	10.0**	1.7*
48 AF	17.21	17.44	.4	3.24	3.62	1.9	1.6*
49 AA	172.16	112.61	45.3**	70.69	47.66	21.6**	1.9*
50 AFO	11.27	11.84	1.2	5.20	5.60	.9	1.0
51 SCL	1.95	2.00	.2	.65	.66	.0	.7
52 ACS	.16	.21	.1	1.24	.78	29.3**	2.5**
53 SC Freq	5.89	5.91	.0	4.71	4.42	.6	1.1
54 SC Ampl	.28	.22	2.3	.38	.25	24.3**	1.7*
55 LID Ton	34.51	63.82	69.9**	12.50	47.15	240.8**	31.5**
56 LID Phas	70.18	95.14	16.3**	34.73	72.93	82.8**	12.5**
57 LID Freq	18.22	6.98	71.8**	14.67	5.64	108.8**	10.9**
58 LID Ampl	843.91	311.62	132.8**	405.49	259.60	27.4**	6.0**
59 EMG	1.62	1.62	.0	.55	.28	60.6**	12.0**
60 BEW	23.44	23.26	.0	8.14	8.17	.0	.7
61 T-FING	27.78	33.34	112.1**	3.03	3.32	1.3	11.3**
62 T-RAUM	25.29	26.52	131.0**	.23	.95	272.3**	7.5**
63 T-FmR	2.22	6.81	75.0**	2.91	3.55	6.1*	9.6**

Anmerkung: * p < .05, ** p < .01

haben unterschiedliche Glättungsfilter (Tiefpaß mit Grenzfrequenzen A: 88.4 Hz und B: 6.57 Hz). Um die Auswirkungen dieser Filter beurteilen zu können, wurden die möglichen Zeitverzögerungen geschätzt, indem einfache Exponential-Filter angenommen wurden. Es ergibt sich $\Delta t = (P/2\pi)(\arctg(-1/Pf_0))$, wobei P die Periode des jeweiligen Frequenzanteils und f_0 die Grenzfrequenz des Filters bezeichnet. Die Perioden der einzelnen IKG-Wellen werden hier zur - zumindest groben - Schätzung der möglichen Verzögerungen herangezogen: IKG-Welle E Periode 250 ms, geschätzte Verzögerung B vs A 20.0 ms, gemessener Unterschied RZ-Zeit 11.1 ms; entsprechend für den Notch 50 ms, 8.2 ms und PEP gemessen 17.4 ms sowie X-Welle 90 ms, 13.1 und 6,5 ms. Aus diesen Schätzungen ergibt sich, daß die beobachteten Unterschiede beider Teilstudien in den wichtigen Parametern PEP, LVET, R-Z und den abgeleiteten Größen Heather-Index und SV2 tatsächlich auf Geräte-Konstanten zurückgeführt werden können.

Auch der Unterschied in der Amplitude des Fingerpuls ist auf die Verwendung eines anderen Aufnehmers zurückzuführen. Wenn dies auch die Messung der Laufzeit (PWG Finger) betrifft, d.h. den Fußpunkt, so ist dieser Sachverhalt nur durch Unterschiede der Pulskontur bzw. davon abhängige systematische Unterschiede in der Erkennung zu erklären und müßte in einer Methodenstudie geprüft werden. Die Unterschiede im Index der Atemaktivität AA (bei gleicher Atemfrequenz AF) sowie die Unterschiede in den Parametern der Lidschlag-Registrierung sind ebenfalls auf die fehlende Möglichkeit einer Absoluteichung zurückzuführen. Noch unverständlich ist die kürzere PQ-Strecke (Beginn P bis Beginn Q) im EKG (bei fast unverändertem PQ-Intervall (Ende P bis Anfang Q) und bei sehr ähnlicher Varianz von PQS); das Ende der P-Welle wurde durchschnittlich später identifiziert.

Die Raumtemperatur in der Kabine war um ca 1 Grad Celsius höher gestellt worden, um der Anregung einiger Untersuchungsteilnehmer in der ersten Teilstudie zu entsprechen, daß es bei höherer Temperatur behaglicher sein würde. Weshalb die gemessene mittlere Fingertemperatur aber um 4 Grad Anstieg (A: 29.8 °C, B: 33.9 °C in ARU), konnte zunächst nicht erklärt werden, da ein technischer Grund nicht zu finden war. Explorativ wurden Kontrollvariablen herangezogen: Außentemperatur, Kabinentemperatur und Kabinenfeuchte (relativ). Zwischen den Teilstudien A und B bestehen bemerkenswerte Mittelwertunterschiede: Außentemperatur 16.9 bzw. 18.2 Grad, $F = 2.8$ $p = .095$; Kabinentemperatur 24.2 bzw. 25.8 Grad, $F = 275.8$ $p < .0001$; Kabinenfeuchte % 56.7 bzw. 50.3, $F = 143.3$ $p < .0001$. Aus diesen drei Kontrollvariablen kann die Fingertemperatur geschätzt werden (multiple Korrelation $R = .49$); die Residuen unterscheiden sich nicht mehr signifikant ($p = .14$). Wahrscheinlich haben die gewünschte Anhebung der Kabinentemperatur, die offensichtlich von der Klimaanlage nicht richtig kompensiert, sondern abgesunkene relative Feuchte in der Kabine und vielleicht auch eine im Mittel etwas höhere Außentemperatur zu unterschiedlichen Akklimatisationsvorgängen mit dem Ergebnis einer um ca 4 Grad höheren Fingertemperatur geführt.

Auffällig sind schließlich die Unterschiede in den wichtigen Parametern PEP, LVET, R-Z, wobei mittlere Differenzen von 17 ms, 10 ms und 14 ms auftreten, und die - von der Amplitude des IKG abhängigen - Unterschiede im Heather-Index und im Index SV2 (bezogen auf den Notch des IKG-Signals im Unterschied zu SV1 mit dem Fußpunkt). Eine Klärung ist auch hier nur von speziellen Methodenstudien zu erwarten.

Die Anzahl und der Betrag von Mittelwertunterschieden zwischen beiden Teilstudien ist unerwartet. Zwar sind die zentralen Variablen des Blutdrucks, der Herzfrequenz, RSA, T-Amplitude, drei der vier PWG nicht betroffen, doch bleiben die Diskrepanzen in anderen Variablen ein Problem. Dieser Sachverhalt erinnert daran, daß einige der Meßkonzepte zwar zu quantitativ abgestuften Meßgrößen führen, jedoch keine Absoluteichung des Primärsignals, sondern nur eine "elektrische" Eichung des Verstärkersignals möglich war. Der unproblematisch erscheinende Einsatz von zwei anderen Geräten (Impedanzkardiograph, Pulsaufnehmer) hat unerwartet große Effekte, bei denen auch zusätzliche Parametrisierungsprobleme aufgrund etwas veränderter Signalform anzunehmen sind. Auf der anderen Seite ist auch zu bedenken, daß mehrere der in Tabelle 3.1 erkennbaren Mittelwertunterschiede in bestimmten Phasen nicht auftreten (siehe Tabellen G und H im Anhang), sondern nur im Globaltest (19 Phasen, N=136). Früher berichtete Vergleiche unter ähnlichen Studien aus dem Freiburger Labor (Fahrenberg et al., 1991a, Tabelle E bis G) ließen erkennen, daß selbst zwischen sehr ähnlichen Studien auffällige Mittelwertunterschiede auftreten können, ohne daß einfache stichproben-, meß- oder auswertungs-technische Erklärungen zu finden sind.

Im Hinblick auf die weitere Auswertung kann hier grundsätzlich angenommen werden, daß es sich eher um konstante als um korrelierte Fehler handelt, und daß die hämodynamischen Analysen aufgrund von intraindividuellen Veränderungen deshalb nicht systematisch verzerrt sind. Bei interindividuellen Vergleichen, die sich auf Ausgangs- oder Verlaufs(Belastungs-)werte in der zusammengefaßten Studie (N=136) beziehen, sind jedoch die Mittelwertunterschiede in einigen Variablen statistisch zu kontrollieren. Mit Begründung, daß die zentralen Variablen Blutdruck und Herzfrequenz in beiden Teilstudien praktisch übereinstimmende Mittelwerte aufweisen, wird eine Adjustierung der Daten von Studie 47B vorgenommen, indem die sich aus den Mittelwertunterschieden ergebenden Konstanten bei den individuellen Meßwerten additiv bzw. subtraktiv berücksichtigt wurden. Dieser Datensatz wird als "adjustierter Datensatz N=136" bezeichnet.

3.2.2 Physiologische Variablen Kreislauf-Labor

Die beschreibenden Statistiken für die 42 physiologischen Variablen sind in Tabelle I (Anhang) enthalten. Neben der Auswertung auf Phasenebene liegt auch eine Auswertung auf Minutenebene und - nur für die Minuten vor und nach dem Kippvorgang des Orthostaseversuchs - auch auf Sekundenebene vor.

Die Tabelle 3.2 enthält die Ergebnisse des Vergleichs zwischen den Teilstudien. Auch hier zeigen sich in mehreren Variablen signifikante Unterschiede, wenn 20 ausgewählte Minuten (11 Minuten Orthostase-Versuch 1 und 9 Minuten Ergometer-Versuch) verglichen werden: in EKG-Parametern, auch in PD5 und abgeleiteten Größen sowie in Klimavariablen. Keine Unterschiede bestehen jedoch hinsichtlich Herzfrequenz, systolischem Blutdruck, diastolischem Blutdruck PD4, RSA.

Vergleiche zwischen den Ruhe- und Belastungsphasen im Kreislauf-Labor (Mittelwerte, Standardabweichungen mit t-Tests, Bartlett-Tests, Prüfung des AWG) mit Vergleichen zwischen den Teilstudien und Wechselwirkungen Teilstudie x (Ruhe, Belastung) sind in der Tabelle I des Anhangs dokumentiert. Die zahlreichen Effekte werden an dieser Stelle nicht im einzelnen besprochen.

3.2.3 Beziehungen zwischen den Gruppierungen nach Ruhewerten, Orthostase- und Ergometer-Versuch

Die Beziehungen zwischen den Gruppierungen, die durch Berechnung von Kontingenzkoeffizienten für die zusammengefaßte Studie dargestellt werden, sind in der Tabelle 3.3 festgehalten. Die engsten Zusammenhänge bestehen innerhalb der drei Arten von Gruppierungskriterien: die Gruppierung nach Ruhewerten (NT, GWHT1, GWHT6) mit jener nach systolischen Ruhewerten allein; die Gruppierung der Orthostase-Reaktion nach Thulesius und nach Myrtek; die beiden sehr ähnlichen Einstufungen der einfachen und der ergänzten Gruppierung nach Franz. Übergreifende Beziehungen zwischen Gruppierung nach Ruhewerten und Orthostase-Versuch oder zwischen Orthostase-Versuch und Ergometer-Versuch bestehen nicht. Nur zwischen Ruhewerten und Gruppierung nach Franz (am deutlichsten bei der mehrstufigen Gruppierung FRANZ 2) bestehen signifikante Zusammenhänge: am deutlichsten für den diastolischen Blutdruck (PD5), obwohl bei der Gruppierung nach Franz generell diastolische Werte PD4 verwendet werden.

Die Ergebnisse der ersten Teilstudie werden hiermit bestätigt. Die Ruhewerte des Blutdrucks und die Ergebnisse jeder der beiden auch diagnostisch genutzten Funktionsprüfungen zur Erfassung hypertoner Regulationsstörungen betreffen verschiedene Aspekte der Blutdruckregulation. Von den 39 Grenzwert-Hypertonikern nach Franz, welche hier bei 100 Watt Belastung am Fahrradergometer Blutdruckwerte PS > 200 mmHg und PD4 > 100 zeigen, haben nur 25 auch hypertone Ruhewerte PS > 140/ PD5 > 90 mmHg und nur 10 eine hypertone Blutdruckregulation in der hier 7 Minuten dauernden Orthostase. Nur 3 Personen können aufgrund von Ruhewerten, Orthostase-Versuch und Ergometer-Versuch nach den genannten Kriterien übereinstimmend als (grenzwertig) hyperten bezeichnet werden!

Tabelle 3.2: Ergebnisse der ANOVAR mit den Teilstudien als Gruppen (N=80, 55) und 20 ausgewählten Minuten als Trials: Gruppenmittelwerte mit F-Werten, Standardabweichungen der Personenmittelwerte innerhalb der Gruppen mit Chi-Quadraten (Bartlett-Test) und den F-Werten der Wechselwirkungen Gruppen*Trials.

	ANOVA Gruppen			Bartlett-Test		ANOVA G*T	
	Mittelwerte	F		Standardabw.	Chi ²	F	
df=		1/133			1	19/2527	
1 AF-VFr ¹							
2 AF-EW ¹							
3 AA ¹							
4 AFO ¹							
5 AF-Maske ²	18.25	16.42	8.4**	4.77	4.72	.0	.9
6 AZV ²	139.74	141.06	.0	69.77	55.91	6.9**	.4
7 AMV ²	2440.56	2259.73	4.2*	1127.96	1024.11	1.3	1.0
8 VO ₂ ²	7897.68	8721.05	14.4**	3767.22	5003.61	11.6**	40.3**
9 VCO ₂ ²	5825.25	7187.03	42.3**	2343.85	3866.82	35.8**	92.1**
10 EO ₂ ²	277.47	289.34	1.9	76.42	76.06	.0	13.0**
11 RQ ²	77.38	86.72	15.2**	27.72	14.45	53.6**	94.0**
12 RSA	135.58	129.42	.5	90.09	75.06	4.8*	1.5
13 RR	803.31	780.05	1.4	199.93	189.65	.4	2.0**
14 HF	79.34	81.44	1.2	19.11	19.41	.0	1.3
15 HF-Std	5.34	5.34	.0	3.08	2.85	.9	1.2
16 HF-MQSD	3.36	3.15	1.0	2.41	1.59	24.0**	2.3**
17 HF-MVW	28.21	26.75	4.6*	8.78	8.56	.1	2.0**
18 HF-BT	7.74	5.94	43.0**	7.36	3.87	54.0**	8.5**
19 HF-BB	5.75	4.40	31.5**	5.12	2.56	62.0**	11.2**
20 HF-BA	5.79	3.67	100.5**	5.12	2.09	97.6**	15.8**
21 EPAmpl	431.30	462.35	.9	208.87	247.01	4.3*	1.3
22 EPAmpls	11.09	9.31	4.2*	7.19	4.66	25.9**	1.8*
23 ERAmpl	4215.38	5568.75	14.8**	1328.91	2772.49	80.8**	4.6**
24 ETAmpl	1091.72	1419.89	10.6**	496.65	799.29	34.5**	5.1**
25 ETAmpls	32.17	27.79	1.9	72.22	14.21	255.3**	.9
26 EJ80Amp	281.07	388.34	7.1**	209.93	282.42	13.1**	.7
27 EJ80Amps	7.66	7.99	.1	7.36	6.54	2.0	.6
28 EPQI	142.08	149.68	.8	60.73	23.36	108.6**	2.2**
29 EPQS	44.77	32.31	11.0**	26.45	17.03	26.2**	.7
30 EPI	103.61	118.27	40.5**	16.77	15.36	1.1	2.3**

Anmerkung: * p < .05, ** p < .01

Fortsetzung Tabelle 3.2

	ANOVA Gruppen			Bartlett-Test		ANOVA G*T	
	df=	Mittelwerte	F	Standardabw.	Chi ²	F	
			1/133		1	19/2527	
31 EQR	52.36	47.18	6.2*	15.96	6.19	107.2**	2.4**
32 EQS	99.98	95.99	2.1	19.41	12.35	27.2**	2.3**
33 EQT	367.95	361.19	1.3	49.99	39.86	7.4**	.9
34 ETI	171.01	194.96	29.8**	36.04	30.02	4.8*	.6
35 EQTc	13.15	13.05	.4	1.59	.77	66.7**	3.2**
36 PS	144.13	141.66	1.3	21.32	20.45	.3	3.8**
37 PD4	95.06	94.07	.4	13.58	9.96	13.6**	5.0**
38 PD5	89.26	82.34	15.9**	15.16	12.24	6.6*	6.1**
39 PM5	107.49	102.12	11.2**	13.14	10.15	9.5**	5.1**
40 PAMP5	54.78	59.24	4.7*	24.18	24.46	.0	5.4**
41 HMV Ind	4459.31	4988.77	6.4*	2686.94	2957.42	1.4	4.3**
42 PAQ ¹							
43 Vp-Nr ³	68.91	228.98		39.41	16.09		
44 Ph-Nr ³	1.90	2.35		1.00	1.49		
45 Minute ³	7.15	7.13		3.44	3.43		
46 Alter ⁴	24.00	23.73	.4	2.36	2.70	2.8	
47 Druck ⁴	738.60	736.43	4.1*	7.31	3.56	65.8**	
48 Temperat ⁴	22.42	21.40	14.7**	1.60	1.35	4.0*	
49 Feuchte ⁴	55.65	51.79	16.8**	5.63	4.90	2.9	

Anmerkung: * p < .05, ** p < .01

- 1 Für Gürtelatmung existieren keine identischen Situationen.
- 2 Für Maskenatmung nur Ergometrie identisch (9 Minuten mit Blutdruck, Freiheitsgrade G*T sind 8/1064).
- 3 Ordnungsvariable ohne Tests.
- 4 Kontrollvariable ohne G*T.

Tabelle 3.3: Beziehungen zwischen den Gruppierungen nach Ruhewerten, Orthostase- und Ergometer-Versuch: korrigierte Kontingenzkoeffizienten C, Anzahl der gruppierten Personen (N).

	Anzahl Gruppen	G r u p p i e r u n g e n						
		1	2	3	4	5	6	7
<u>Ruhewerte</u>								
1. Ruhewerte NT, GWHT1, 6	3	-						
2. Ruhewerte Quartile PS	4	.67** (136)	-					
3. Ruhewerte Quartile PD5	4	.47** (136)	.51** (136)	-				
<u>Orthostase-Versuch</u>								
4. Orthostase THULESIUS 76	4	.20 (135)	.25 (135)	.23 (135)	-			
5. Orthostase MYRTEK	4	.29 (135)	.32 (135)	.26 (135)	.62** (135)	-		
6. Orthostase WECKENMANN	3	.17 (135)	.21 (135)	.25 (135)	.31* (135)	.27 (135)	-	
<u>Ergometer-Versuch</u>								
7. Ergometer FRANZ 1	2	.33** (134)	.34** (134)	.46** (134)	.18 (133)	.04 (133)	.12 (133)	-
8. Ergometer FRANZ 2	4	.43** (134)	.49** (134)	.63** (134)	.31 (133)	.22 (133)	.24 (133)	.71** (134)

Anmerkung: Wegen zu geringer Besetzung wurde die Gruppe 5 der Gruppierungen THU76 und MYR nicht berücksichtigt.

* $p \leq .05$ ** $p \leq .01$

3.2.4 Psychologische Variablen und andere Variablen

Auf die psychologischen Variablen wird hier nicht weiter eingegangen. Die Methodik ist im ersten Bericht ausführlich beschrieben worden. Die Statistiken sind in den Tabellen des Anhangs enthalten. Dies gilt auch für anthropometrische Variablen, Catecholaminwerte, Leistungstest-Werte und Kontroll-Variablen wie die meteorologischen Messungen.

3.2.5 Psychophysiologisches 24-Stunden-Monitoring

An dem psychophysiologischen 24-Stunden-Monitoring konnten 46 der 55 Probanden, in der Regel gleich im Anschluß an die Laboruntersuchung, teilnehmen. Im Mittel liegen von jedem Probanden 1302 Minuten (minimal 1047, maximal 1400) Feldregistrierung vor. Nach den Artefaktkontrollen blieben noch 68 Blutdruckmessungen übrig (48 bis 96), die 65 systolische und 60 diastolische Blutdruckwerte brachten. Die Probanden gaben im Mittel 14 (8 bis 22) Befindenseinstufungen; sie waren ca 13 3/4 Stunden wach und aktiv, verbrachten ca 1 Stunde ruhend/liegend und ca 7 Stunden schlafend (siehe Tabellen J und K im Anhang und Wilmers, 1992).

3.3 Hypothesenprüfungen (Replikationsversuche)

Unter dem Gesichtspunkt der Replizierbarkeit werden zwei Ausschnitte der zweiten Teilstudie dargestellt, in denen Befunde der ersten Teilstudie zu überprüfen waren: die Ergebnisse über Gruppenunterschiede in bestimmten psychologischen Variablen und die Ergebnisse über Gruppenunterschiede in physiologischen Variablen der Untersuchung im Polygraph-Labor. Andere Fragestellungen werden zweckmäßiger am zusammengefaßten Datensatz behandelt (siehe Kapitel 3.4).

3.3.1 Psychologische Variablen

Die erste Teilstudie hatte zu einigen signifikanten Mittelwertunterschieden in psychologischen Variablen aus der Anamnese (LGW), in habituellen körperlichen Beschwerden und aktueller emotionaler Anspannung während der Untersuchung geführt. Diese Mittelwertunterschiede sind aus Tabelle 3.4 zu ersehen; die Variablen sind hier in vier Blöcke gegliedert: Allgemeine Risikomerkmale (einschließlich Catecholaminwerte im Urin), Psychovegetatives Syndrom A (habituelle Merkmale), Psychovegetatives Syndrom B (aktuelle Merkmale) sowie der Konstruktbereich Erregbarkeit, Ärger, Aggressivität und Hemmung.

Bereits in der Studie A war bemerkt worden, daß nur wenige Mittelwertunterschiede signifikant waren. Nur zwei dieser Befunde waren robust gegenüber einer Verschiebung der Gruppeneinteilung wie es durch den Übergang von der Gruppierung NT/GWHT1 zu der Gruppierung NT/GWHT6, bezogen auf die Mittelwerte des Ruheblutdrucks, geschieht (siehe Tab.

3.4). Dennoch wurden diese Befunde als ein in Richtung und psychologischer Bedeutung verhältnismäßig konsistentes Muster interpretiert.

Die Tabelle 3.4 enthält außerdem die Ergebnisse des Replikationsversuchs in der zweiten Teilstudie (N=55). Offensichtlich sind weder die psychologisch interessanten Gruppenunterschiede noch die Unterschiede in den Adrenalin-Werten hinreichend repliziert worden. Diese Schlußfolgerung ergibt sich angesichts der p-Werte und der unerwarteten Richtung der Mittelwertunterschiede. Von den in Teilstudie A festgestellten 9 Effekten ist in Teilstudie B kein Effekt gleichgerichtet bestätigt worden - auch nicht bei Annahme eines $\alpha = .10$

Zu abweichenden Schlußfolgerungen führen jedoch die Ergebnisse der Gesamtstudie in der Gegenüberstellung (1) von 48 labil-hypertonen (GWHT6) und 88 normotonen Probanden und (2) von je 42 Probanden, die hinsichtlich Alter, Gewicht und Oberarmumfang parallelisiert wurden. Hier zeigen sich einige signifikante und sehr signifikante Übereinstimmungen mit der Teilstudie A, welche allerdings 60 Prozent der Daten beiträgt. Erneut sind aber die Inkonsistenzen bemerkenswert. Kein einziger Mittelwertunterschied ist über alle Vergleiche reproduzierbar. Hervorzuheben sind als Tendenzen: die Irritation durch die Untersuchung (Versuchserleben), Tendenz zu mehr körperlichen Beschwerden (FPI-R KOER, FBL3), Tendenz zur Selbstbeurteilung "Gehemmtheit" (FPI-R GEH), Tendenz zu erhöhter emotionaler Anspannung während der anfänglichen Ruhe im Labor und eventuell Präferenz für salzige Lebensmittel.

Erwähnenswert sind die wenigen Mittelwertunterschiede, die sich bei explorativen Analysen anderer Variablen aus den Fragebogen (LGW, FBL, FPI-R, SVF, ZLU, AERGA, STPI, IMP) ergaben. Labil-hypertone Probanden haben demnach:

- subjektiv eine schlechtere Gesundheit als andere ($p = .002$),
- früher mehr Krankheiten ($p = .03$),
- pessimistischere Zukunftserwartung hinsichtlich ihrer Gesundheit ($p = .07$),
- niedrigere Werte in den SVF-Skalen Reaktivität ($p = .01$) und positive Gedanken ($p = .05$).

Bei konservativer Betrachtung muß das Scheitern des Replikationsversuchs festgestellt werden. Dagegen könnten bei heuristisch orientierter Bewertung der gesamten Untersuchung die Hinweise auf ein Syndrom unterstrichen werden: Es ist eine Tendenz, sich gesundheitlich beeinträchtigt zu fühlen, zu körperlichen Beschwerden neigend, mit pessimistischer Einschätzung der eigenen Gesundheit und mit deutlicher Irritation durch eine Untersuchung dieser Art. Offensichtlich handelt es sich aber unter den hier gegebenen Untersuchungsbedingungen um wenig robuste und praktisch geringfügige Unterschiede.

Tabelle 3.4: Gruppenunterschiede in Anamnese-Daten und psychologischen Variablen sowie Catecholamin-Werten zwischen Blutdruck-Gruppierungen nach GWHT1 und GWHT6 in den Teilstudien A und B, in G und zwischen den parallelisierten Gruppen NT und GWHT6 der Gesamtstudie.

	Teilstudie A		Teilstudie B		Gesamtstudie	
	NT	NT	NT	NT	NT	NT
	GWHT1	GWHT6	GWHT1	GWHT6	GWHT6	GWHT6
	26	45	31	43	88	42
	55	36	24	12	48	42
<u>Allgemeine Risikomerkmale</u>						
Familiäre Blutdruck Bel.						
Familiäre Herz-Kreisl. Bel.						
Alkohol						
Nikotin						
Stress-Raucher						
Salz-Aufnahme						
Salzige Lebensmittel	.04		.83	-.87		.05
Sport						
FPI-R Leistungsorient.						
ZLU1 Arbeitsdruck						
ZLU2 Ungeduld						
Belastung Studium						
Belastung Jobs						
Adrenalin	.05		.14	.12		
Noradrenalin						
<u>Psychovegetatives Syndrom A</u>						
Schlafstörungen						
FBL1 Allgemein-Befinden						
FBL2 Emot. Reaktivität						.09
FBL3 Herz-Kreislauf						.04
FPI-R Beanspruchung						
FPI-R Körperl. Beschw.	.01		-.47	.41		.01
FPI-R Gesundheitssorgen						
FPI-R Emotionalität						
<u>Psychovegetatives Syndrom B</u>						
Erwartungsspannung						
ARU körperlich angespannt						
ARU nervös	.04	.04	-.52	-.04		
RE körperlich angespannt						
RE nervös						
KON überfordert		.02	-.56	-.11		
ANG Aggregat 4 Phasen						
VERS 1 Versuchserleben		.01	-.37	-.90	.00	.03
<u>Erregbarkeit, Ärger, Aggressivität u. Hemmung</u>						
FPI-R Gehemtheit		.01	.48	-.76	.07	.08
FPI-R Erregbarkeit						
FPI-R Aggressivität						
SVF18 Aggression						
AERGA I Ärger n. Innen						
AERGA A Ärger n. Aussen						
STPI Ärger						
ARU emotional angespannt	.01	.03	.67	.87		.10
ARU ärgerlich						
ARU belästigt		.01	-.27	-.02		
KRI emotional angespannt						
KI anhaltend Ärger						
KI Ärger-Richtung						
KRI Ärger manifest						
KRI Ärger latent						
KRI negative Punkte						

Anmerkungen: In Teilstudie B sind nur die p-Werte zu signifikanten Unterschieden in Teilstudie A, für die Gesamtstudie jedoch alle $p \leq .10$ eingetragen (negatives Vorzeichen: Unterschied in nicht erwarteter Richtung).

3.3.2 Physiologische Variablen

Die zentrale Hypothese dieser Untersuchung besagt, daß labil/hypertone Personen generell eine höhere physiologische Aktivierung in kardiovaskulären und vegetativen Parametern aufweisen, also nicht allein im Blutdruck reaktiver als normotone Personen sind. Zur Prüfung dieser Hypothese können physiologische Meßwerte verschiedener Funktionssysteme aus den Ruhe-, Belastungs- und Erholungsphasen der Untersuchung im Polygraph-Labor herangezogen werden. Erwartet werden höhere Ruhewerte (Aktiviertheit), höhere Reaktionswerte (Aktivierung, "Reaktivität") und höhere Belastungs-(Verlaufs-)Werte unter mentalen, emotionalen und körperlichen Belastungen.

Die zufallskritische Prüfung dieser einfach erscheinenden Hypothese führt in mehrere Methodenprobleme, welche in der bisherigen Literatur kaum - oder jedenfalls nicht systematisch - beachtet wurden:

(1) Die gemessenen Blutdruckwerte korrelieren mit habituellen Merkmalen, insbesondere Alter, Größe, Gewicht und Oberarmumfang. Diese Korrelationen können signifikant werden, selbst wenn durch eine geplante Restriktion des Bereichs - wie in der vorliegenden Untersuchung - eine relative Homogenität der Probanden erreicht ist. Auch für andere physiologische Parameter sind solche konstitutionellen Zusammenhänge anzunehmen. Folglich sollten diese vier habituellen Merkmale als Kovariable berücksichtigt werden.

(2) Wenn sich die Personen mit labil/hypertonen Blutdruckwerten von den normotonen - wie es auch in dieser Untersuchung gilt - durch höhere Herzfrequenzen in Ruhe unterscheiden, dann muß dies bei der Prüfung aller Parameter, die rechnerisch und/oder systemisch mit der Herzfrequenz zusammenhängen, bedacht werden. Deshalb ist auch die Herzfrequenz eine sinnvolle Kovariable, deren inkrementeller Effekt wissenswert ist.

(3) Die Aktivierungsprozesse, die in einer multisituationalen Untersuchung registriert werden, legen unterschiedliche Perspektiven bzw. Auswertungen nahe, welche sich auf Niveau (Level), Streuung (Scatter) und Gestalt der Verläufe (Profile) beziehen. Erstens ist ein globaler Test zweckmäßig, um zu prüfen, ob in dem Datensatz überhaupt Gruppenunterschiede (Overall-Test kombiniert aus Level, Scatter und Shape) existieren. Daran anschließen können sich Tests auf Gruppenunterschiede im Level, auf Phasenunterschiede (Flatness) und auf Wechselwirkungen (Parallelism, Gruppen x Phasen). Auf der nächsten Stufe wäre differenzierter zu fragen: Gibt es Gruppenunterschiede im Niveau der Anfangsruhe (initialer Level bzw. "Aktiviertheit"). Gibt es Gruppenunterschiede in der mittleren Differenz der verschiedenen Belastungs- und Erholungsphasen zur Anfangsruhe, d.h. in der Streuung (im Scatter bzw. "Aktivierung")? Gibt es Gruppenunterschiede im Verlauf, nachdem die individuellen Unterschiede in Niveau und Streuung eliminiert sind, d.h. in der Gestalt (im Shape bzw. im Ablauf der systemischen Regulation)? Schließlich interessieren auf einer dritten Stufe auch die einzel-

nen Effekte der wichtigsten Belastungsphasen mit ihren Vorzeichen, um die inhaltliche Interpretation der statistischen Ergebnisse zu ermöglichen.

(4) Bei der Interpretation von Reaktionswerten ist generell das Ausgangswert-Problem zu bedenken. Positive Ausgangswert-Beziehungen, d.h. relativ größere "Reaktivität" bei höheren Ausgangswerten wurden hier bei mehreren Parametern der Aktivierungsprozesse und bei den Orthostase- und Ergometer-Versuchen festgestellt (siehe Kapitel 3.4.1).

(5) Die Zuverlässigkeit von eventuell beobachteten Unterschieden zwischen labil/hypertonen und normotonen Personen hängt u.a. von der Zuverlässigkeit dieser Gruppierung ab. In der vorliegenden Untersuchung wurden dafür insgesamt sechs Messungen aus drei verschiedenen Ruhesituationen (je zwei zu Beginn der Voruntersuchung, zu Beginn der Hauptuntersuchung und im Kreislauf-Labor) vorgenommen. Es wurde jedoch zunächst das weniger konservative Kriterium GWHT1, für das ein grenzwertiger Blutdruckwert hinreicht, verwendet.

Für die Prüfung der Unterschiedshypothesen wurden 19 der 30 Phasen der Untersuchung ausgewählt, darunter die wichtigen Phasen RE (3), KON3 (13), HG(20), KRI Vorb. (23) und KW1 (27). Weder die Phasen, die zur Anleitung dienten (2, 18, 19, 22, 26), noch die bewegungsintensiven Phasen der Atemmanöver (5-7 und 15-17) wurden berücksichtigt; in den Anleitungs-Phasen gibt es keine Blutdruckmessungen und bei den Atemmanövern keine RSA-Werte. In die Analysen einbezogen wurden alle vorhandenen 63 zuzüglich der nicht-transformierten 8 physiologischen Variablen, darunter auch die Blutdruckmessungen, welche sich jedoch auch hinsichtlich Meßmethodik und Körperlage von den zur Gruppierung dienenden Messungen unterscheiden.

Die Tests auf generelle Gruppen- und Phasenunterschiede wurden in einer multivariaten Varianzanalyse durchgeführt. Zur getrennten Prüfung auf Level- und Scatter-Unterschiede wurden Varianzanalysen gerechnet. Die Hypothese über Shape-Unterschiede wurde in einer multivariaten Kovarianzanalyse anhand der 19 Phasen mit den Kovariablen Anfangsruhe (Level) und mittlere Differenz (Scatter) geprüft.

Hervorzuheben sind die zusätzlich gerechneten Kovarianzanalysen, in denen die folgenden Kovariablen berücksichtigt wurden:

- (a) habituelle Unterschiede in den Merkmalen Alter, Größe, Gewicht und Oberarmumfang; sowie im schrittweisen Vorgehen;
- (b) die Herzfrequenz, um deren Auswirkungen auf die zahlreichen herzfrequenzabhängigen Parameter zu erfassen (Wert der OHFR1, d.h. eine relativ unabhängige HF, nicht aus ARU);
- (c) der systolische Blutdruck PS und
- (d) der diastolische Blutdruck PD5 (Mittelwerte der sechs Ruhewerte), einerseits um Ausgangswert-Unterschiede zu berücksichtigen, andererseits weil die üblichen Kriterien der

Grenzwert-Hypertonie GWHT1 bzw. GWHT6 "gemischte" Kriterien sind, d.h. nicht erkennen lassen, ob PS oder PD5 maßgeblich waren;

- (e) Herzfrequenz und PS;
- (f) Herzfrequenz und PD5.

Die Hypothese über Shape-Unterschiede wurde in einer multivariaten Kovarianzanalyse anhand der 19 Phasen mit den zusätzlichen Kovariablen Anfangsruhe (Level) und mittlere Differenz (Scatter) geprüft.

Die genannten statistischen Analysen wurden hier auch für die Teilstichprobe B (N=55), außerdem für die zusammengefaßte Studie am adjustierten Datensatz (N=136), d.h. mit der Unterscheidung NT/GWHT1, und für die parallelisierten Gruppen des adjustierten Datensatzes (N=42/42), d.h. mit der Unterscheidung NT/GWHT 6, gerechnet. In jeder Analyse liegen eine MANOVA-Tabelle (mit Overall-Test, Gruppenunterschieden, Phasenunterschieden, Wechselwirkung Gruppen x Phasen) vor und drei Tabellen (Level der ARU, Scatter und Shape der 19 Phasen) mit den Ergebnissen der ANOVA bzw. ANCOVA, jeweils mit schrittweiser Erweiterung der Anzahl der Kovariablen zur statistischen Kontrolle der blutdruckrelevanten habituellen Merkmale, der haemodynamisch relevanten Herzfrequenz und den maßgeblichen Klassifikationskriterien PS und PD5. Diese Tabellen befinden sich im Anhang (siehe Tabelle L1 bis L12); außerdem Übersichten, in die nur solche Variablen aufgenommen wurden, welche in mindestens einer der Teilstudien bedeutsame ($p < .10$) Effekte im Gesamttest, in Ausgangswerten ARU, in Scatter und Shape aufweisen (M1 bis M4).

Eine Zusammenfassung dieser verschiedenen Prüfungen auf Gruppenunterschiede im Level (über 19 Phasen bzw. in der Anfangsruhe), durch den Vergleich der Teilstudien mit der zusammengefaßten Studie und durch den Vergleich der parallelisierten Gruppen enthält die Tabelle 3.5, welche auf den Ergebnistabellen im Anhang beruht.

Die beiden Teilstudien stimmen nur darin überein, daß Level-Unterschiede (19 Phasen) der RZ-Zeit des IKG und der Pulswellengeschwindigkeit des Carotis-Puls und des Finger-Puls bestehen. Dagegen zeigen sowohl die Gesamtstudie als auch die Analyse der parallelisierten Gruppen wesentlich mehr Gruppenunterschiede im Level an, außerdem zahlreiche Unterschiede in der Anfangsruhe, von denen die meisten - wie in Tabelle 3.5 dargestellt - auch bei kovarianzanalytischer Kontrolle von Alter, Größe, Gewicht, Oberarmumfang, und nicht wenige sogar bei zusätzlicher Kontrolle der Herzfrequenz bestehen bleiben.

Die von konstitutionellen Personenmerkmalen unabhängigen Befunde lassen sich zusammenfassen:

- frequenzabhängige kardiovaskuläre Maße:
HF, QT-Zeit, PEP, LVET, PELV, RZ-Zeit, Heather-Index, IAWG, HMV-Index,

Tabelle 3.5: Zusammenfassung der Gruppenunterschiede im Level (19 Phasen bzw. ARU) aufgrund der MANOVA (Level), ANOVA (ARU) und ANCOVA (4 Kovariablen, 4 Kovariablen +HF) mit Vergleich der beiden Teilstudien und der Gesamtstudie (N= 136 mit Kriterium GWHT1) und der parallelisierten Gruppen (N= 42/42 mit Kriterium GWHT6).

	Studie A N=81		Studie B N=55		Gesamtstudie N=136			Parallelisiert N=42/42			Richtung GWHT	
	Level	ARU mit 4 Kovar	Level	ARU mit 4 Kovar	Level	ARU mit 4 Kovar	ARU +HF	Level	ARU mit 4 Kovar	ARU +HF	ARU 19 Ph	
PS	XX	XX		XX	XX	XX	XX				+	+
PD4	XX	XX		XX	XX	XX	XX				+	+
PD5	X				XX						+	+
PM5	XX	X		XX	XX	XX	XX				+	+
PAMP5	XX	XX		X	XX	XX	XX				+	+
TPR5								XX		XX	?	(+)
HF	XX	XX			XX	XX		XX	XX		+	+
HF-MQSD	XX				X			X			-	-
HF-BB											+	?
RSA1	XX	X			XX			XX			-	-
ET Ampl	XX	X									+	+
EJ80 Ampl	XX										+	+
EQT		X			X	XX		XX	XX		-	-
IA Ampl			X	X							(-)	(-)
PEP			X	XX	XX	XX		XX	XX	X	-	-
LVET		X						X	X		-	-
PELV					XX	X		XX	XX		-	-
RZ-Zeit	X	XX	X		XX	XX	XX	XX	XX	XX	-	-
I Heather				XX		XX	XX	X	XX	XX	+	+
I AWG				X		X	XX		X	XX	+	+
SV1 Index							X				?	?
HMV1 Index		X			X	X			X		+	+
HMV2 Index									X		+	+
PWG Car	XX	X	XX		XX	XX	X	XX	XX		+	+
PWG Ohr	XX	XX			XX	X		XX	XX		+	+
PWG Rad	X								X		+	?
PWG Fin	XX	XX	X								+	+
OHR Ampl	XX	XX			XX	X	X	XX	XX	XX	+	+
FIN Ampl	XX	XX			XX	XX	XX	XX	XX	XX	-	-
AA	XX	X									-	-
AFO				X		X					-	-
SCL			XX	X	X	X	XX	X	X	XX	+	+
ACS									X		+	-
SC Frequenz		XX				XX	XX	X	XX	XX	+	+
SC Ampl				X		X	X		XX	XX	+	+
LID ton											?	?
LID phas			X	X			X				?	?
LID Freq							X			X	+	+
LID Ampl			X		XX	XX	XX	XX	XX	XX	+	+
EMG								X			-	?
BEW	X	XX			XX	X		XX	XX	XX	+	+
T-Finger											-	-
T-Raum					XX	XX	XX	X	XX	X	?	?

Anmerkungen: Die Richtung der Mittelwertunterschiede ist aus dem Vergleich der drei Mittelwerte NT, GWHT1 und GWHT6 in ARU und gemittelt über 19 Phasen abgeleitet (siehe Tabelle L13):
+ bedeutet höhere Maßwerte in Gruppe GWHT1 und GWHT6, ? bedeutet Inkonsistenz.

* p < .05 ** p < .01

- von denen in der ANCOVA mit Einschluß der Herzfrequenz noch die Gruppenunterschiede in PEP, RZ-Zeit, Heather-Index und IAWG bestehen bleiben, wenn die parallelisierten Gruppen mit GWHT6-Kriterium betrachtet werden;
- von der Auswurfleistung und dem Gefäßtonus abhängige Maße:
SV1 Index, HMV1 Index, Pulswellengeschwindigkeiten Carotis-, Ohr- und Radialispuls, Amplitude von Ohr- und Fingerpuls, von denen nur die beiden Amplitudenmaße der peripheren Pulse herzfrequenzunabhängig zu diskriminieren scheinen;
 - der Index der respiratorischen Arrhythmie, der jedoch in den ANCOVA nicht mehr signifikant zwischen den Gruppen trennt;
 - elektrodermale Aktivität:
SCL sowie Frequenz und Amplitude der SCR, die relativ unabhängig von der Herzfrequenz sind;
 - verschiedene Indizes der neuromuskulären Aktivität bzw. Bewegungsaktivität:
Lidschlagfrequenz, phasische Komponente und Amplitudenmaß, Bewegungsaktivität.

In den mittleren Differenzen zur Anfangsruhe (Profilstreuung bzw. Scatter) und in der Profilstalt (Shape) bestehen nur wenige Gruppenunterschiede, wenn die parallelisierten Gruppen herangezogen und nur die herzfrequenzunabhängigen Effekte betrachtet werden (siehe Tabelle 3.6): Scatter-Unterschied in SCL und SCR-Amplitude, Shape-Unterschiede in PAMP4, TPR5, HF, PEP, PELV, A-Wellen Amplitude des IKG, SV1 Index, T Finger (auch in T Raum und T Finger minus Raum).

Die Hypothesenprüfung hinsichtlich Gruppenunterschieden in kardiovaskulären und anderen physiologischen Variablen ergibt einen ähnlichen Sachverhalt wie bei den psychologischen Variablen. Die zweite Teilstudie erbrachte so wenig signifikante Effekte, daß von einer Replikation der - ohnehin nicht zahlreichen - Gruppenunterschiede in der ersten Teilstudie kaum gesprochen werden kann. Es sind nur drei Variablen: RZ-Zeit und zwei Pulswellengeschwindigkeiten.

Im Unterschied zur psychologischen Seite zeigen sich jedoch für die physiologischen Variablen sowohl in der zusammengefaßten Studie als auch zwischen den parallelisierten Gruppen zahlreiche signifikante Ergebnisse. Dies könnte sowohl an der größeren Anzahl von Personen (N=136) als auch an der größeren Varianz der Blutdruckwerte (Kriterium GWHT6) liegen.

Zwischen den Untersuchungsgruppen bestehen deutliche Unterschiede der mittleren Herzfrequenz. Folglich war bei allen herzfrequenzabhängigen kardiovaskulären Parametern zu prüfen, ob sie überhaupt eine inkrementelle Validität haben. Tatsächlich scheinen nur einige dieser zunächst diskriminierenden Variablen einen eigenständigen Beitrag zu leisten: vor allem RZ-Zeit, aber kaum PEP und nicht LVET oder QT-Zeit. Entsprechendes gilt für die Diskriminationsleistung des Heather-Index im Gegensatz zu HMV- und SV-Index. Gruppenunterschiede scheinen in den Amplituden des Ohr- und Finger-Pulses zu bestehen,

Tabelle 3.6: Zusammenfassung der Gruppenunterschiede in Scatter und Shape über 19 Phasen aufgrund der MANOVA bzw. ANCOVA mit Vergleich der Gesamtstudie (Kriterium GWHT1) und der parallelisierten Gruppen (N= 42/42 mit Kriterium GWHT6).

	Scatter Profilstreuung				Shape Profilgestalt			
	N= 136		N=84		N= 136		N= 84	
	mit 4 Kovar	mit +HF	mit 4 Kovar	mit +HF	mit 4 Kovar	mit +HF	mit 4 Kovar	mit +HF
PAMP4						x		x
TPR5							x	xx
HF							x	x
HF-MQSD			x					
HF-BB			x		x	xx		
RSA1	x				x			
RSA2					x			
EJ80					x			
PEP								x
PELV								x
IA Ampl.					x	x	x	x
SV1 Index								x
SV2 Index	x	x						
PWG Car	x							
PWG Ohr	x							
PWG Rad					x			
SCL			x	x				
ACS			x					
SC Ampl.			x	x				
Lid ton					x			
T-Finger	x	x					xx	xx
T-Raum								x
TF-R	x	x					x	xx

Anmerkung: * p < .05 ** p < .01

während die Effekte in den Pulswellengeschwindigkeiten - zumindest in der Anfangsruhe - vor allem durch die Herzfrequenz zu erklären sind. Auch der Index der respiratorischen Arrhythmie hält hier den kovarianzanalytischen Kontrollen nicht stand.

Die Analysen sprechen in konvergenter Weise für Gruppenunterschiede in der elektrodermalen Aktivität (Leitfähigkeit, Frequenz und Amplitude der Reaktionen) sowie für Gruppenunterschiede in der Lidschlagaktivität und motorischen Unruhe.

Bei der Interpretation dieser Gruppenunterschiede sind nicht nur die sehr geringe Übereinstimmung der beiden Teilstudien, sondern auch das Fehlen von Absoluteichungen bei der Mehrzahl dieser nicht-invasiven Messungen zu bedenken. Dies trifft vor allem auf die SV- und HMV-Indices, die Pulsamplituden, die Lidschlagaktivität und Bewegungsregistrierung zu, doch sind Vorbehalte auch bei der elektrodermalen Aktivität und der Impedanzkardiographie (siehe auch Kapitel 3.2.1) notwendig.

Unter den genannten Vorbehalten und unter Berücksichtigung der Richtung der festgestellten Level-Unterschiede (siehe Tabelle 3.5 sowie L13 im Anhang) sind die folgenden Gruppenunterschiede festzustellen:

1. Labil/hypertone Personen haben natürlich in der Anfangsruhe und im Mittelwert über 19 Phasen höhere Blutdruckwerte: im systolischen Blutdruck, im diastolischen Blutdruck (hier - eventuell aufgrund der Meßmethodik - deutlicher in PD4 als in PD5), im mittleren Blutdruck und in der Blutdruckamplitude, nicht jedoch in dem abgeleiteten Schätzwert des TPR. Zwischen den parallelisierten Gruppen (N= 42/42) beträgt der Unterschied z.B. im mittleren Blutdruck der Anfangsruhe DPD5 11 mmHg und über 19 Phasen im Mittelwert 13 mmHg.

2. Labil/hypertone haben höhere Herzfrequenzen, d.h. bei den parallelisierten Gruppen HF(ARU) 61 bzw. 70 Schl./Minute und HF (19 Phasen) 66 bzw. 75, d.h. 9 Schl./Minute.

Dieser positiv chronotrope Effekt erscheint auch in der Verkürzung der QT-Zeit des EKG (Dauer der Kammersystole) in der Verkürzung der Systolenzeiten, d.h. der Präejektionszeit PEP und der linksventrikulären Austreibungszeit LVET, außerdem im Quotienten $PELV = PEP/LVET$ sowie in der Verkürzung der RZ-Zeit des IKG. Von diesen Parametern scheinen, wie die kovarianzanalytischen Kontrollen zeigen, nur die RZ-Zeit und vielleicht PEP einen inkrementellen Beitrag - im Vergleich zur Herzfrequenz - für die Gruppendiskrimination zu haben.

3. Labil/hypertensive haben eine verringerte respiratorische Arrhythmie (RSA1, siehe auch HF-MQSD), die jedoch nur in der Studie A auch bei kovarianzanalytischer Kontrolle von Alter und Körperbau festzustellen ist. Die RSA wird u.a. von Grossman, Karemaker und Wieling (1991) unter einschränkenden Vorbehalten hinsichtlich der notwendigen Kontrolle der Atmung (AF, AA, AFO zeigen hier keine systematischen Gruppenunterschiede an, siehe An-

hang) als Indikator des vagalen Einflusses am Herzen interpretiert. Demnach ist hier eine Tendenz zum "vagalen Rückzug" anzunehmen, die zu den Aussagen über die positiv chronotropen Effekte paßt.

4. Labil/hypertensive haben einen höheren Heather-Index und einen größeren IAWG-Wert, d.h. bei der hier verwendeten Definition für IAWG einen schnelleren Anstieg des dz/dt-Signals des IKG. Der Heather-Index wird als ein Index der Kontraktionskraft des linken Ventrikels angesehen (Literaturhinweise bei Fahrenberg & Foerster, 1989), die Interpretation dieses nicht-invasiven Index hängt jedoch u.a. von der relativen Konstanz oder Veränderung der Vor- und Nachbelastung des Herzens ab. Ein positiv inotroper Effekt kann hier also nur unter mehreren Vorbehalten angenommen werden. Die Verkürzung von PEP stützt diese Interpretation, andererseits ist der Index für das Schlagvolumen nicht deutlich verändert.

5. Labil/hypertensive haben höhere Pulswellengeschwindigkeiten, zumindest wenn die Carotis- und die Ohr-Pulskurven ausgewertet werden, aber nur die vom Carotis-Puls abgeleitete PWG scheint einen inkrementellen Beitrag - im Vergleich zur Herzfrequenz - für die Gruppendiskrimination zu leisten. Die erhöhte Pulswellengeschwindigkeit könnte u.U. einen positiv inotropen Effekt anzeigen, weil sie von der Auswurfleistung abhängt, doch wird sie auch vom arteriellen Blutdruck und Gefäßtonus bestimmt. Die PWG Carotis korreliert inter- und intraindividuell mit dem Blutdruck und mit der Herzfrequenz (siehe Fahrenberg et al., 1991a) und ist als multipel determinierter Parameter anzusehen.

6. Labil-hypertensive haben eine geringe Pulsvolumenamplitude am Finger, doch verlangt diese Aussage wegen der fehlenden Absoluteichung besondere Vorbehalte. Ein konvergenter Effekt in der Fingertemperatur besteht nicht, obwohl beide Parameter (und auch Finger- minus Raumtemperatur) interindividuell etwa ,60 und intraindividuell etwa ,25 korrelieren. In der Anfangsruhe unterscheiden sich die drei Gruppen allerdings (NT: MW 32.03 Grad STD 3.50; GWHT 1: MW 31.69 STD 3.73; GWHT 6: MW 30.73 STD 3.80). Beide Gruppen scheinen sich außerdem in der Profilstreuung und in der Profilstalt der Fingertemperatur zu unterscheiden (Tabelle 3.6). Bemerkenswert ist die beim Parameter Ohrpuls-Amplitude umgekehrte Richtung des Gruppenunterschiedes, der hier als Hinweis auf geringere Vasoconstriction bzw. Vasodilatation zu verstehen ist, jedoch gleichfalls nicht absolut geeicht werden kann. Die Amplitude des Ohrpuls hängt deshalb interindividuell nicht signifikant mit der Fingerpuls-Amplitude zusammen, doch korrelieren die Veränderungen intraindividuell etwa ,40 (siehe Fahrenberg et al., 1991a).

Hinsichtlich der peripheren Durchblutung ergeben sich also Hinweise auf eine relativ stärkere Vasoconstriction am Finger und relativ geringere Vasoconstriction am Ohr.

7. Labil-hypertensive haben eine höhere elektrodermale Aktivität, die sich im erhöhten Hautleitwert an der Handfläche (SCL), größerer Häufigkeit von Reaktionen mit einer Mindestam-

plitude von 0.1 MikroSiemens/cm² (SCR) und größerer Amplitude der SCR zeigt. Dieser konvergente Befund kann als Indiz für erhöhte Aktivität des sympathischen Nervensystems (bei cholinergem Übertragung in der Peripherie) gewertet werden (siehe Boucsein, 1988).

8. Labil/hypertensive haben schließlich eine - in der Amplitude des Lidschlagsignals, eventuell auch in der Frequenz - erhöhte Lidschlagaktivität und eine - allerdings nicht absolut zu eichende - erhöhte Bewegungsaktivität, die durch einen am Untersuchungsstuhl befestigten Bewegungsaufnehmer erfaßt wurde. Auch hier ist eine zurückhaltende Interpretation angemessen: Es könnte eine Tendenz zu vermehrter neuromuskulärer Aktivität und Bewegungsunruhe angenommen werden.

Die Kontroll-Variable Raumtemperatur weist einen Gruppenunterschied auf, doch ist dieser zwischen beiden Teilstudien bestehende Unterschied innerhalb der Teilstudie nicht vorhanden und in der zusammengefaßten Studie hinsichtlich der Vorzeichen inkonsistent.

Als Ergebnis dieser Analysen läßt sich ein Befund formulieren, der wegen der relativ großen Zahl untersuchter Personen und wegen der gewählten methodischen und statistischen Absicherungen zumindest als empirisch gut gestützte Hypothese angesehen werden kann.

Labil-hypertensive Personen unterscheiden sich nicht nur im Blutdruck, sondern auch in anderen physiologischen Parametern. Im kardiovaskulären Bereich sind ein positiv chronotroper und ein positiv inotroper Effekt wahrscheinlich, eventuell auch ein verminderter vagaler Einfluß am Herzen. Weiterhin gibt es mit dem Befund über die erhöhte elektrodermale Aktivität und mit der Tendenz zu erhöhter Pulswellengeschwindigkeit (und peripherer Vasoconstriction am Finger) Hinweise auf einen gesteigerten sympathischen Einfluß, der auch über kardiovaskuläre Funktionen hinaus peripher wirksam ist. Schließlich gibt es Hinweise auf eine eventuell gesteigerte neuromuskuläre und motorische Aktivität.

Es ergeben sich also mehrere konvergierende Befunde, welche in beta-adrenerg und alpha-adrenerg (EDA auch cholinerg) vermittelten Wirkungen des sympathischen Systems sowie eventuell auch reduzierten vagalen Einflüssen und erhöhter neuromuskulärer Aktiviertheit ein relativ breites Spektrum der Aktiviertheit charakterisieren.

Bei dieser Bilanz sind aber auch jene Parameter, die keine oder nur sehr inkonsistente Gruppenunterschiede anzeigen, hervorzuheben: die T-Amplitude und die PQ- (AV-Überleitungszeit) des EKG, der aus dem IKG abgeleiteten Index für Schlagvolumen SV und Parameter der Atmung, die allerdings nur am Pneumogramm bestimmt werden konnten. Unergiebig waren die Analysen hinsichtlich Scatter und Shape (siehe Tabelle 3.6), da es keinen Effekt gibt, der über die Analysen N= 136 und N= 84 reproduzierbar ist.

3.3.3 Psychophysiologisches 24-Stunden-Monitoring

In der ersten Teilstudie hatten sich zwischen den Blutdruckgruppen während des 24-Stunden-Monitorings kaum Unterschiede gezeigt, wenn von den Niveauunterschieden des Blutdrucks (PS, PD, PM) abgesehen wird. Entgegen der Erwartung hatten die labil-hypertonen Probanden ihr Befinden tendenziell sogar als durchschnittlich weniger mißmutig und mit größerem körperlichen Wohlbefinden eingestuft.

In der zweiten Teilstudie bestehen zwischen den labil-hypertensiven Probanden (Kriterium GWHT1) nur im systolischen und mittleren, aber nicht im diastolischen Blutdruck während der Tagesaktivität und während der Nachtruhe signifikante Unterschiede ($p < .01$ bzw. $p < .05$). Weder die Blutdruckunterschiede in den speziellen Segmenten, d.h. in dem 2-Stunden-Aufwachzeitraum und in der Stunde mit minimaler Herzfrequenz, noch die Herzfrequenzunterschiede in allen Segmenten erreichen die Signifikanzgrenze. Der Gruppenunterschied in der Atemfrequenz während der Nachtruhe muß wegen der Artefaktanfälligkeit dieser Messungen - gerade während der Nacht - mit Vorbehalten berichtet werden (siehe Tabelle J im Anhang).

Gruppenunterschiede in den 19 Items der Selbsteinstufungen zeigen sich in der zweiten Teilstudie nur in zwei retrospektiven Einstufungen: (1) des Ärgers (Mittelwerte 1.7 und 2.0 $p = .05$) und (2) der Langweile (Mittelwerte 1.7 und 2.1 $p = .02$), d.h. die Probanden mit labil-hypertoniem und leicht erhöhtem Blutdruck haben sich relativ weniger geärgert und gelangweilt. Die Mittelwert-Vergleiche der Blutdruckgruppen können sich hier nur auf eine geringere Anzahl von Probanden (GWHT1 = 20, NT = 26) als bei den Labordaten stützen. Deshalb sollen an dieser Stelle auch die Ergebnisse aufgrund der zusammengefaßten Studie (N = 98, davon 40 labil-hypertensiv nach GWHT 6, 17 mit leicht erhöhten Blutdruckwerten nach GWHT 1, 41 normoton) berichtet werden. Blutdruck und Herzfrequenz werden unter dem Gesichtspunkt des Labor-Feld-Vergleichs außerdem im Kapitel 3.4.3 behandelt.

In der zusammengefaßten Studie zeigen sich die folgenden Unterschiede zwischen den drei Blutdruckgruppen: körperlich angespannt 2.1, 2.3 und 2.5 ($p = .05$), d.h. labil-hypertone Probanden stufen sich im Tagesmittel als weniger körperlich angespannt ein; retrospektive Einstufung der Langweile 1.8, 1.6 und 2.1 ($p = .03$), d.h. labil hypertone Probanden fühlen sich relativ weniger gelangweilt. Dieser in Teilstudie B beobachtete Effekt ist also auch in der zusammengefaßten Studie erhalten geblieben. Erneut sind weder im Range noch in der Standardabweichung dieser Selbsteinstufungen anhand von 19 Items systematische Gruppenunterschiede zu erkennen.

3.3.4 Zusammenfassung der Replikationsversuche

Die zweite Teilstudie, die in der Organisation und Methodik als nahezu identische Replikation anzusehen ist, konnte die Befunde über psychologische Gruppenunterschiede nicht befriedi-

gend bestätigen. Zwar handelt es sich auch in der ersten Teilstudie nur um eine geringe Zahl signifikanter Gruppenunterschiede, doch muß hier der negative Ausgang des Replikationsversuchs in den zentralen Hypothesen und generell der Mangel psychologischer Gruppenunterschiede in Persönlichkeitsskalen und Selbsteinstufungen im Labor und im Feld besonders unterstrichen werden. Selbst wenn die nicht befriedigende Gesamtvarianz der Blutdruckwerte zwischen Personen bzw. Gruppen als kritischer Einwand berücksichtigt wird, ergibt sich doch die Schlußfolgerung, daß hier keine systematischen und robusten Gruppenunterschiede der erwarteten Art festzustellen waren. Dagegen existieren auf physiologischer Ebene offensichtlich nicht nur deutliche Gruppenunterschiede in den Blutdruckvariablen, sondern auch in anderen kardiovaskulären, vegetativen und neuromuskulären Parametern. Zwar ist auch hier der direkte Replikationsversuch in der zweiten Teilstudie unbefriedigend, doch sind die Ergebnisse aufgrund einer größeren Anzahl von Personen und einer Variation des Trennkriteriums (unter Ausklammerung der Personen mit nur leicht erhöhtem Ruheblutdruck) so konsistent, daß systematische Effekte behauptet werden können.

3.4 Weitere Fragestellungen

3.4.1 Zur Reaktivität und zum Ausgangswert-Problem

Die psychophysiologische Beschreibung der labil-hypertensiven Blutdruckregulation verlangt, daß nicht nur habituelle (tonische) Unterschiede im Blutdruckniveau, sondern auch belastungs-(stimulus-)abhängige, aktuelle (phasische) Blutdruckveränderungen adäquat erfaßt werden. Die Absicht, eine befriedigende biometrische Definition von Reaktion und Reaktivität zu erhalten, hat einen schwierigen Sachverhalt deutlich werden lassen. Unvermeidlich muß der Untersucher bestimmte Annahmen über die Gültigkeit der Ausgangswerte als adäquate "Ruhewerte" machen, außerdem müssen Reaktionswerte unter impliziter oder expliziter Berücksichtigung dieser Ausgangswerte und hypothetischer "Wachstums-Modelle" der Veränderungsmessung definiert werden. Offensichtlich existiert keine allgemeingültige, richtige Lösung des Skalierungsproblems, so daß wenigstens die jeweiligen Annahmen und Konsequenzen des Meßmodells möglichst genau spezifiziert werden müssen. Eine Problemübersicht und eine ausführliche Auseinandersetzung mit dem sog. Ausgangswert-Gesetz (Law of Initial Value) von Wilder ist in vorausgegangenen Freiburger Arbeiten enthalten (siehe Myrtek & Foerster, 1986; Stemmler & Fahrenberg, 1989).

Am vorliegenden Datensatz, der hinsichtlich der Anzahl der Personen und der Anzahl verschiedener Belastungen besonders geeignet ist, sollen bestimmte Aspekte dieser Veränderungsmessung geprüft werden. Es sind fundamentale Fragen - nicht nur der psychophysiologischen Methodik - und die biometrischen Definitionen sind u.U. Vorentscheidungen über die Forschungshypothesen. Gerade bei dem hier beabsichtigten Vergleich von Gruppen, die sich im Ruheblutdruck unterscheiden, d.h. so ausgewählt sind und nicht randomisiert werden kön-

nen ("nicht-äquivalente Kontrollgruppe"), ist nach der internen Validität dieses Untersuchungsplans und nach einer unverzerrten (unbiased) Messung der belastungsabhängigen Blutdruckreaktion zu fragen.

Aus diesen Überlegungen ergab sich die folgende Methodenstudie zum Vergleich verschiedener Aspekte von kardiovaskulärer Reaktivität:

Differenzwerte $D_{ij} = y_{ij} - x_{ij}$

Residualisierte Veränderungswerte $ALS_{ij} = y_{ij} - b_{yxj}x_{ij}$
(standardisierter Mittelwert = 50, S.D. = 10),

Verlaufswerte (Belastungswerte),

Erholungswerte (Recovery).

Als Kriterium für die empirische Bedeutung dieser Maße - untereinander und im Vergleich zu den Ausgangswerten - wird die Diskriminationsleistung zwischen den labil-hypertonen (N=42) und den normotonen (N=42) Probanden verwendet: der quadrierte punkt-biseriale Koeffizient r^2 wird als Index für den Anteil der Kriterienvarianz, d.h. der Klassifikation HT/NT, welcher durch das betreffende Maß erklärt wird, verwendet. Da in der psychophysiologischen Literatur zur Grenzwerthypertonie häufiger auf die Bedeutung einer verlangsamten Erholung nach Belastung hingewiesen wird, sollen hier die Erholungswerte von Blutdruck und Herzfrequenz in den Vergleich einbezogen werden. Der quadrierte multiple Korrelationskoeffizient R^2 (fixes Modell), der auf (1) dem Ausgangswert, (2) ALS (für die von (1) unabhängige Reaktion) und (3) dem Erholungswert beruht, ermöglicht die Beurteilung des inkrementellen Effektes des Erholungswertes zur Diskrimination der Gruppen im Vergleich zum Ausgangswert oder ALS-Reaktionswert.

In der Tabelle 3.7 sind die Ergebnisse dieser Methodenstudie zur Beurteilung der Reaktivität zusammengefaßt. Die Gruppenunterschiede sind am deutlichsten in den Maßen, die primär zur Klassifikation dienen, zu erkennen, d.h. für den Mittelwert der sechs Ruhewerte (erste Zeile der Tabelle). Der Gruppenunterschied im systolischen und diastolischen Blutdruck und in der Herzfrequenz bleibt als genereller Niveauunterschied über alle Ruhe-, Belastungs- und Erholungs-Phasen der Untersuchung erhalten. In der anfänglichen Ruhephase haben die labil-hypertonen Probanden einen um 23 mmHg höheren systolischen und einen um 6 mmHg höheren diastolischen Blutdruck und eine um 10 Schläge/Min. höhere Herzfrequenz. Dieser "habituelle" Unterschied persistiert, obwohl die mittlere Reaktionsamplitude, d.h. die Differenz zwischen Belastungswert und Ausgangswert zwischen den Anforderungen stark variiert, z.B. Abnahme von PS während der Orthostase und relativ große Anstiege von PS und HF während der Ergometerarbeit.

Im Kontrast zu diesen Befunden über durchgängige Niveauunterschiede zeigt sich, daß keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich der konventionellen Reaktions-

Tabelle 3.7: Reaktionen von PS, PD und Herzfrequenz bei labil-hypertonen (HT) und normotonen (NT) Probanden in Verlaufswerten (Niveau), zwei Reaktionswerten (D, ALS) und Erholungswert (ER).

Parameter	Systolischer Blutdruck				Diastolischer Blutdruck				Herzfrequenz			
	mmHg HT	mmHg NT	t	r ²	mmHg HT	mmHg NT	t	r ²	Schl./Min. HT	Schl./Min. NT	t	r ²
R u h e ^a												
Niveau	147.0	120.7	22.41***		82.5	72.6	5.86***		-	-		
Anfängliche Ruhe												
Niveau	133.9	111.3	10.55***	.58 ^b	69.1	63.3	2.49*	.07	69.9	60.4	4.48***	.19
Rechnen												
Niveau	150.3	126.4	7.13***	.38	74.0	67.6	2.43*	.07	90.4	77.3	4.07***	.17
D	16.5	15.0	.55	.00	4.9	4.3	.32	.00	20.5	16.9	1.52	.03
ALS	49.8	49.7	.00	.00	50.7	49.3	.63	.00	50.1	48.9	.55	.00
ER	145.5	119.5	8.61***	.48	71.5	63.9	2.93**	.10	71.6	60.9	4.45***	.19
MR ^c	-	-	-	.58 ^c	-	-	-	.10	-	-	-	.21
Konzentrations-Versuch												
Niveau	147.5	123.6	6.93***	.37	77.6	69.5	3.15**	.11	76.9	67.5	3.74***	.14
D	13.7	12.3	.55	.00	8.5	6.2	1.22	.02	7.0	7.0	.00	.00
ALS	51.0	49.8	.55	.00	51.9	48.4	1.64	.03	50.0	50.6	.32	.00
ER	141.5	117.6	8.23***	.45	71.8	65.4	2.35*	.06	69.1	61.1	3.58***	.14
MR	-	-	-	.60	-	-	-	.11	-	-	-	.21
Freie Rede												
Niveau	150.4	124.0	7.52***	.41	75.6	67.2	2.81**	.09	82.0	69.3	4.18***	.18
D	16.5	12.7	1.34	.02	6.8	3.9	1.10	.01	12.1	8.9	1.41	.02
ALS	50.9	48.2	1.26	.02	52.6	49.0	1.64	.03	50.9	48.2	1.26	.02
ER	148.0	122.9	7.14***	.38	74.8	64.5	3.44***	.12	69.2	59.1	4.43***	.19
MR	-	-	-	.58	-	-	-	.13	-	-	-	.22
Kaltwasser-Versuch 1. Minute												
Niveau	147.1	121.4	7.34***	.40	82.5	73.9	2.53*	.07	72.7	64.6	3.26**	.12
D	13.2	10.1	1.10	.01	13.4	10.6	.84	.01	2.8	4.2	.63	.01
ALS	51.4	48.3	1.34	.02	51.8	48.2	1.52	.03	51.1	50.3	.32	.00
ER												
MR	-	-	-	.58	-	-	-	.10	-	-	-	.21
Kaltwasser-Versuch 2. Minute												
Niveau	153.5	129.3	6.91***	.37	87.6	78.4	2.61*	.08	72.8	65.0	3.33**	.12
D	19.6	18.0	.55	.00	18.5	15.1	1.00	.01	2.9	4.6	.89	-.01
ALS	51.3	47.4	1.73	.04	52.0	48.1	1.61	.03	50.5	49.6	.32	.00
ER	147.1	125.1	6.47***	.34	79.5	72.4	2.41*	.07	66.0	57.0	4.35***	.18
MR	-	-	-	.59	-	-	-	.10	-	-	-	.20
Endruhe Polygraph-Labor												
Niveau	139.6	118.7	7.78***	.42	72.0	66.3	2.32*	.06	67.3	58.5	4.18***	.18
Ruhe vor Orthostase												
Niveau	149.0	121.7	15.29***	.74	86.3	75.2	5.03***	.24	66.7	56.0	4.96***	.23

Fortsetzung der Tabelle 3.7:

Parameter	Systolischer Blutdruck				Diastolischer Blutdruck				Herzfrequenz			
	mmHg HT	mmHg NT	t	r ²	mmHg HT	mmHg NT	t	r ²	Schl./Min. HT	Schl./Min. NT	t	r ²
Orthostase Stehen												
Niveau	141.2	119.7	10.37***	.56	100.8	88.8	6.07***	.31	89.8	78.2	4.35***	.18
D	-7.8	-2.0	3.70***	-.14	14.5	13.6	.63	-.00	23.1	22.3	.55	.00
ALS	50.5	48.8	.77	.01	52.4	46.3	2.77**	.09	49.4	48.6	.32	.00
ER	143.6	122.3	9.77***	.53	84.7	77.6	3.49***	.13	66.3	57.3	4.10***	.17
MR	-	-	-	.75	-	-	-	.32	-	-	-	.26
Ergometer 100 Watt												
Niveau	192.9	167.5	8.09***	.45	88.7	78.2	2.93**	.10	114.5	109.3	2.37*	.06
D	49.3	45.2	1.48	.02	3.7	.6	1.05	.01	48.1	52.1	2.28*	-.06
ALS	53.2	48.2	2.49*	.07	51.3	48.7	1.18	.02	48.7	50.1	.77	-.01
ER	153.4	133.1	9.43***	.52	83.5	74.9	3.33**	.12	72.9	64.1	3.48***	.13
MR	-	-	-	.59	-	-	-	.15	-	-	-	.17

Anmerkungen. N=42 in jeder Gruppe. D= Differenz Belastungs-(Verlaufs-)wert - Ausgangswert. ALS = Autonomic Lability Score. ER= Erholungswert nach der Belastung. MR= Multiple Regression. Die Standardisierung der ALS wurde für die zusammengefaßten Studien mit N= 136 berechnet.

- a Mittelwert von 6 Ruhewerten, welche zur Klassifikation der HT und NT dienten. Ausgangswerte im Polygraph-Labor wurden hierfür nicht verwendet.
- b Der quadrierte punkt-biseriale Koeffizient r² wird als Index für den Anteil der Kriterienvarianz, d.h. der Klassifikation HT/NT, welcher durch ein Maß erklärt wird, verwendet.
- c Der quadrierte multiple Korrelationskoeffizient R² (fixes Modell), der auf (1) Ausgangswert, (2) ALS und (3) Erholungswert beruht, ermöglicht die Bewertung des inkrementellen Effekts des Erholungswertes im Vergleich zu Ausgangswert und ALS.

* p < .05 ** p < .01

maße D und ALS bestehen. Die Erholungswerte (Meßwerte der Phasen 4, 7, 25, 29 siehe Tabelle 3.7 und Ruhephase nach Orthostase- und nach Ergometer-Versuch) scheinen gut zwischen den Gruppen zu diskriminieren, doch ist aus den multiplen R^2 zu erkennen, daß es kein inkrementeller Beitrag ist. Beim Rechen-Versuch erklärt z.B. der Verlaufswert des PS .38 der Kriterienvarianz und der PS aus der Erholungsphase .48 der Varianz. Die drei Prädiktoren Ausgangswert, ALS und Erholungswert erklären zwar .58 der Kriterienvarianz, doch ergibt sich aus dem Vergleich, daß der Ausgangswert bereits .58 erreichte, so daß der Erholungswert allein keinen relevanten zusätzlichen Beitrag liefert.

Die Befunde haben für die gesamte Breite der psychologischen Aufgaben und körperlichen Anforderungen ein sehr ähnliches Muster. Ausnahmen bilden die Ruhephase vor der Orthostase, da hier wegen der Konfundierung der Blutdruckwerte (zwei Messungen wurden zur Klassifikation herangezogen) ein höheres $r^2 = .74$ erreicht wird, sowie die beiden körperlichen Belastungen, wo vereinzelt einer der Reaktionswerte D oder ALS eine Signifikanz erreicht.

Die höchste Diskriminationsleistung zwischen der labil-hypertonen und der normotonen Gruppe zeigen für den systolischen Blutdruck: Orthostase, Ergometer, Freie Rede; für den diastolischen Blutdruck: Orthostase und Ergometer bei nur geringfügigen Effekten anderer Belastungen; für die Herzfrequenz: Freie Rede, Orthostase u.a. mit geringen, aber durchweg signifikanten Effekten. Auf diese Weise ist ein Vergleich der Diskriminationsleistung bzw. diagnostischen Valenz einzelner Aufgaben und Anforderungen möglich - im Hinblick auf die zugrundeliegende Klassifikation nach Ruhewerten des Blutdrucks im Sinne der WHO-Definition.

Als Hauptbefund ergibt sich, daß die mit den konventionellen Reaktionswerten D und ALS sowie mit den Erholungswerten erfaßten Aspekte der Blutdruckregulation im Vergleich zu den Niveauwerten unter Ruhe- und Belastungsbedingungen vernachlässigt werden können. Diese Reaktionswerte könnten in einem anderen Zusammenhang wesentlich sein, hier tragen sie jedenfalls nicht zur weiteren Diskrimination der Blutdruckgruppen bei.

Die Ausgangswert-Beziehungen bei Blutdruck und Herzfrequenz sind in Tabelle 3.8 für die Gesamtstudie (N=136) und eine Auswahl von sechs Belastungen dargestellt. Eine negative Korrelation r_{dx} zwischen Reaktionswert D und dem Ausgangswert im Sinne von Wilders LIV ist beim Blutdruck für Rechnen, Konzentrations-Versuch und Ergometer-Versuch nicht vorhanden, jedoch für Kaltwasser-Versuch und Orthostase und nur hinsichtlich PD5 auch für die Freie Rede. Hinsichtlich der Herzfrequenz gibt es bei zwei der sechs Belastungen ebenfalls ein negatives r_{dx} , beim Rechnen dagegen ein positives r_{dx} . Diese Befunde geben jedoch kein zutreffendes Bild der Ausgangswert-Beziehungen, da weder der a(a-b)-Effekt aufgrund der Berechnung von Differenzen noch die unvollkommene Reliabilität von Ausgangswert und Verlaufswert (Regression zum Mittelwert) berücksichtigt sind. Weiterführende Aussagen sind nur möglich, wenn ein bestimmtes Meßmodell spezifiziert wird (Myrtek & Foerster, 1986; Jin,

Tabelle 3.8: Ausgangswert-Beziehungen bei Blutdruck und Herzfrequenz von 136 Probanden mit Angaben, ob eine positive (LIV+) oder negative (LIV-) Ausgangswert-Abhängigkeit vorliegt.

Variable	Mittelwerte		S. D.		Korrelationen			Steigungen		LIV
	x	y	s _x	s _y	r _{xy}	r _{dx}	r _{dy}	b _{yx}	β	
Rechnen										
PS	121.7	137.6	13.9	18.7	.78**	.06	.67**	1.06	1.47**	+
PD5	65.6	70.3	10.5	12.9	.72**	-.13	.58**	.88	1.32**	+
HF	64.5	83.6	10.3	16.9	.75**	.22**	.80**	1.24	1.89**	+
Konzentrations-Versuch										
PS	121.7	134.2	13.9	18.1	.76**	.00	.64**	1.00	1.41**	+
PD5	65.6	72.9	10.5	12.7	.73**	-.14	.56**	.88	1.28**	+
HF	64.5	71.3	10.3	12.3	.87**	.06	.54**	1.04	1.22**	+
Freie Rede										
PS	133.3	136.9	17.6	19.2	.89**	-.04	.41**	.98	1.11*	+
PD5	72.5	70.1	13.8	14.1	.74**	-.32**	.38**	.77	1.04	
HF	62.7	75.4	10.4	14.9	.75**	.08	.71**	1.08	1.60**	+
Kaltwasser-Versuch										
PS	121.7	141.5	13.9	18.1	.63**	-.16*	.65**	.83	1.51**	+
PD5	65.6	82.5	10.5	15.3	.47**	-.23**	.74**	.69	2.10**	+
HF	64.5	68.3	10.3	10.9	.71**	-.31**	.44**	.75	1.09	
Orthostase Stehen										
PS	134.7	130.1	14.1	12.6	.83**	-.45**	.10	.75	.87*	-
PD5	80.6	95.1	11.7	10.8	.81**	-.42**	.16	.75	.90	
HF	60.5	83.8	10.5	13.0	.82**	.03	.59**	1.02	1.30	+
Ergometer 100 Watt										
PS	133.1	179.4	12.7	17.6	.63**	-.11	.69**	.87	1.65**	+
PD5	81.9	84.0	9.7	16.3	.55**	-.04	.80**	.93	2.39**	+
HF	61.1	111.9	10.7	11.3	.65**	-.35**	.47**	.70	1.10	

Anmerkungen: Außer den Mittelwerten und Standardabweichungen der Ausgangswerte (x) und Belastung (y) sind die Korrelationskoeffizienten zwischen x und y sowie der Differenz Belastungs-Ausgangswert d angegeben. b_{yx} bezeichnet die Steigung der Regressionsgerade und β ist die Steigung der ersten Hauptkomponente in der Faktorenanalyse der Kovarianzmatrix. β wird für den Test der Ausgangswert-Abhängigkeit mit Kontrolle des a(a-b) Effektes verwendet. Eine signifikante Abweichung von 1 bedeutet entweder ein positives (β > 1.0) oder ein negatives (β < 1.0) LIV.

* p < .05, ** p < .01

1992). Der einfachste Fall, wenn keine anderen Informationen vorliegen, wäre die Annahme, daß die beiden Fehlervarianzen (der Ausgangswerte und der Verlaufswerte) gleich sind. Fehlervarianz beinhaltet hier mehrere hypothetische Komponenten (1) Meßfehler im engeren Sinn, (2) eingeschränkte Reproduzierbarkeit der Meßwerte aufgrund funktioneller Fluktuation physiologischer Systeme, und u.U. (3) Varianz zwischen Personen (und Gruppen), z.B. hinsichtlich der Fähigkeit, steady state Bedingungen zu erreichen und hinsichtlich psychologischer Reaktivitäts-Phänomene aufgrund unzureichender Gewöhnung an die Laborbedingungen.

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

Im Unterschied zur Betrachtung der Koeffizienten r_{dx} ergeben diese Tests aufgrund der angenommenen Strukturbeziehungen ein positives LIV für den systolischen und diastolischen Blutdruck in fünf der sechs Belastungen und ein positives LIV für die Herzfrequenz in drei Belastungen: ein höherer Ausgangswert ist mit einer größeren Reaktion des Blutdrucks bzw. der Herzfrequenz assoziiert. Eine Ausnahme bildet nur der Orthostase-Versuch, denn hier zeigt sich für PS ein negatives LIV und für PD5 keine signifikante Abweichung. Beim Vergleich der beobachteten Mittelwerte und Standardabweichungen zeigt sich, daß nur hier und für den PD während der freien Rede entweder der Mittelwert oder die Varianz der Verlaufswerte kleiner als die der Ausgangswerte sind. Die systemischen Zusammenhänge sind für die Herzfrequenz unter den Bedingungen des Kaltwasser-Versuchs und des Ergometer-Versuchs anders als bei den übrigen Belastungen. Während beider körperlicher Anforderungen steigt die Herzfrequenz bei gleichbleibender Varianz an, d.h. es werden ungefähr gleiche Effekte addiert.

Die weitgehend übereinstimmenden Ergebnisse widersprechen Wilders Annahmen, konvergieren aber mit den Befunden von Myrtek und Foerster (1986). Für den hier untersuchten Bereich der Blutdruckveränderungen und Aufgaben besteht also eine positive Abhängigkeit zwischen Ausgangsniveau und Veränderung. Dieser Befund paßt viel besser als die Annahme eines negativen LIV in heutige Konzepte, welche eine beeinträchtigte Funktion des Baroreflexmechanismus in der Anfangsphase der primären Hypertonie annehmen. Die positiven Ausgangswert-Beziehungen der Herzfrequenz während einiger dieser Belastungen korrespondieren hiermit: ein relativ höherer Anstieg bei höheren Ausgangswerten läßt ein erhöhtes Druck x Frequenz Produkt erwarten und eventuell ein erhöhtes Herzminutenvolumen. Dieser Sachverhalt entspricht der Annahme einer erhöhten kardiovaskulären "Reaktivität" in der Ätiologie der primären Hypertonie.

3.4.2 Reaktionsspezifität

An dem Datensatz der ersten Teilstudie wurde eine vollständige Spezifitätsanalyse (Foerster, Schneider & Walschburger, 1983; Foerster, 1985) vorgenommen. Vor allem interessierten jedoch die individualspezifischen Reaktionsmuster, insbesondere im kardiovaskulären Bereich. Die Hypothese war, daß Personen mit labil-hypertonelem Blutdruck häufiger ein ISR-Verhalten in kardiovaskulären als in anderen vegetativen und neuromuskulären Variablen, speziell im Blutdruck, erkennen lassen.

Trotz des relativ großen Umfangs der ersten Teilstudie reichte die Anzahl der überhaupt beobachteten signifikanten ISR für eine statistische Prüfung der hypothetischen Gruppenunterschiede nicht aus. Deshalb wird hier kein Replikationsversuch an der zweiten Teilstudie durchgeführt, sondern nur die Spezifitätsanalyse an dem zusammengefaßten Datensatz mitgeteilt. Eine Übersicht über die vollständige Analyse von individual-, stimulus- und motivationspezifischen Reaktionsmustern ist den Tabellen N1 bis N6 im Anhang zu entnehmen. Weitere, hier nicht umfassend wiedergegebene, Analysen haben bestätigt, daß die Auswahl der Variablen einen wichtigen Einfluß auf die Anzahl der signifikanten ISR-Muster hat. Unter Berücksichtigung der systemischen Bedeutung und Reliabilität wurde eine Vorauswahl von Variablen festgelegt, so daß verschiedene Funktionsbereiche repräsentiert und die Interkorrelation (innerhalb-Personen-Korrelation aufgrund der Kovarianzzerlegung, siehe Fahrenberg et al., 1991a) möglichst niedrig ist.

Drei Methoden dienten zur Identifikation signifikanter ISR: (1) Die Anzahl von Maximalreaktionen in derselben Variable wurde über die gewählten Aufgaben gezählt. Die Wahrscheinlichkeit p einer bestimmten Variable x mal oder häufiger mit Maximalreaktion aufzutreten, wird nach der Binominalverteilung geprüft: $p = B(1/NV, n; x)$ (NV = Anzahl der Variablen, n = Anzahl der Aufgaben) und nach Bonferroni adjustiert $p^* = p \cdot NV$. (2) Kendalls Konkordanzkoeffizient W wurde verwendet, um die Ähnlichkeit von Rangfolgen der Variablen im Reaktionsprofil zu beschreiben. Die Signifikanz von W wird mittels Chi-Quadrat Test mit $df = NV - 1$ geprüft. (3) Ein mittlerer Korrelationskoeffizient (O-Technik zwischen je zwei Aufgaben) wird für jede Person berechnet. Die F-Statistik, die aus einer zweifaktoriellen ANOVA mit fixem Modell (Variablen, Aufgaben) gewonnen wird, dient mit $df_1 = NV - 1$ und $df_2 = NV \times n$ als Test für das Bestehen eines ISR. Da sich die Prüfung von Reaktionsspezifitäten offensichtlich auf Veränderungswerte bezieht, werden hier ALS als Reaktionswerte herangezogen. ALS werden den D vorgezogen, weil sie durch einen kleineren Anteil von Zwischen-Personen-Varianz und durch rechnerische Auspartialisierung der Ausgangswerte (Residualisierung) einen konservativen Test der ISR-Hypothese ermöglichen.

Tabelle 3.9: Häufigkeit individualspezifischer Reaktionsmuster in vier physiologischen Variablen und vier Belastungen: Rechnen, Konzentrations-Versuch, Freie Rede, Kaltwasser-Versuch.

Anzahl der Personen	Grenz-	Leicht	Normotoner	Grenz-	Normotoner
	wertiger	erhöhter		wertiger	
	BD	BD	BD	BD	BD
Gesamt	48	31	57	42	42
PS Reagierer ^a	8	6	2	7	2
TWA Reagierer	9	2	5	7	5
PVA Reagierer	4	3	6	4	3
ACS Reagierer	2	5	13	2	9

$\chi^2=15.26$ $CC_{adj}=.53^b$ $df=6$ $p = .02$	$\chi^2=7.69$ $CC_{adj}=.41^c$ $df=3$ $p = .05$
---	--

Anmerkungen: PS = Systolischer Blutdruck, TWA = T-Wellen Amplitude, PVA = Pulsvolumen-Amplitude (Finger), ACS = Variabilität der EDA.

- a Ein Proband wurde als Reagierer hinsichtlich einer bestimmten Variable klassifiziert, wenn mindestens 3 von 4 maximalen Reaktionen in dieser Variable auftraten und wenn der Koeffizient der Konkordanz und/oder der Korrelationskoeffizient in O-Technik, d.h. die Ähnlichkeit der Reaktionsprofile zwischen Belastungen signifikant $p < .05$ waren.
- b Wenn die Anzahl der Non-Responder berücksichtigt wird, beträgt der adjustierte $CC_{adj} = .39$, $p = .05$.
- c Unter Berücksichtigung der Non-Responder $CC_{adj} = .41$, $p = .10$.

Eine Person wurde als ISR-Reagierer, z.B. systolischer Blutdruck-Reagierer, bezeichnet, wenn zwei Anforderungen erfüllt waren: (1) die maximale Reaktion erscheint unter wenigsten drei von vier Aufgaben in der betreffenden Variable, und (2) einer der Korrelationskoeffizienten, d.h. der Koeffizient W oder der Profilähnlichkeits-Koeffizient (O-Technik), ist signifikant. Diese Entscheidungsregel verbindet zwei wichtige Aspekte der multiprozeduralen Spezifitätsanalyse (Foerster, 1985). Chi-Quadrat-Statistiken und adjustierte Kontingenzkoeffizienten werden berechnet, um die Hypothese auf unterschiedliche Häufigkeit des ISR-Verhaltens in den Blutdruckgruppen zu prüfen.

Die Tabelle 3.9 enthält das Ergebnis der ISR-Analyse der vier Variablen systolischer Blutdruck (PS), T-Wellen Amplitude des EKG (TWA), Pulsvolumen-Amplitude am Finger (PVA) und Variabilität der elektrodermalen Reaktionen (ACS) unter den vier Belastungen Rechnen, Konzentrations-Versuch, Freie Rede und Kaltwasser-Versuch. Es zeigen sich relativ mehr Personen, die mit dem systolischen Blutdruck reagieren, in der Gruppe der labil-hypertensiven und relativ mehr EDA-Reagierer in der Gruppe der normotonen Personen ($p = .02$).

Eine entsprechende ISR-Analyse wurde auch mit neun Variablen unternommen: PS, Heather-Index, TWA, RSA, Fingertemperatur, Amplitude des Ohrpulses, Atemfrequenz, Stirn-EMG, SCL. Eine ausgeprägtere Verteilung von ISR-Typen war aber nicht festzustellen.

Vorbehalte sind notwendig, weil die Auswahl von Variablen und Aufgaben nicht vollständig im voraus geplant war; außerdem sind mögliche Reihenfolge-Effekte nicht kontrolliert. Während die größere Anzahl der PS-Reagierer unter den grenzwertigen Personen der Erwartung entspricht, wäre es verfrüht von der geringeren Häufigkeit der EDA-Reagierer auf eine Beeinträchtigung peripherer cholinergischer Mechanismen zu schließen.

Die Ergebnisse der ISR-Analyse lassen beim Blutdruck zumindest eine Tendenz in der erwarteten Richtung erkennen, bedürfen aber der Bestätigung in ähnlichen Studien. Wegen der erforderlichen Größenordnung werden solche Untersuchungen selten sein, doch bleibt die Annahme kardiovaskulärer ISR-Verhaltensweisen ein wichtiger Baustein der psychophysiologischen Forschung zur Ätiologie der primären Hypertonie.

Der hypothetisch anzunehmende Zusammenhang zwischen dem Typ des ISR-Verhaltens und individuellen körperlichen Beschwerden wurde durch einfache ANOVA der 78 Items der FBL geprüft. Es besteht kein signifikanter ($p < .05$) Unterschied zwischen den fünf Gruppen (16 PS-Reagierer, 16 TWA-Reagierer, 13 PVA-Reagierer, 20 ACS-Reagierer, 70 Vpn ohne ISR).

3.4.3 Labor-Feld-Vergleich

Korrelationen und multiple Regressionen

Seit der Entwicklung des automatischen Blutdruck-Monitoring im Alltag existiert eine - durch simultane Protokollierung psychologischer Daten sinnvoll zu erweiternde - Methodik, das Blutdruckverhalten mit hoher externer (ökologischer) Validität zu erfassen. Damit werden jedoch auch kritische Fragen nach der externen Validität von Blutdruckmessungen, die in der ärztlichen Praxis oder im Forschungslabor vorgenommen werden, nahegelegt. Welche prädiktive Validität und welchen praktischen Entscheidungsnutzen solche Blutdruckmessungen haben können, ist in Labor-Feld-Vergleichsstudien festzustellen.

Wie eine Untersuchung an 1039 normotonen Personen ergab, bestand eine Korrelation von .73 (PS) und .71 (PD) zwischen den Blutdruckmessungen im Sprechzimmer (Mittelwert von zwei Messungen an zwei verschiedenen Tagen) und dem Mittelwert der Messungen am Tag bzw. von .59 (PS) und .57 (PD) für den Mittelwert der nächtlichen Messungen (Baumgart, Walger, Jürgens & Rahn, 1990).

In welcher Höhe werden vergleichsweise die Korrelationskoeffizienten liegen, wenn außer Ruhewerten auch die Blutdruckmessungen während standardisierter Aufgaben, die speziell zur Provokation von kardiovaskulären Reaktionen im Labor entwickelt wurden, berücksichtigt werden? Neben bestimmten psychologischen Aufgaben sollten zum Vergleich auch körperliche Anforderungen wie der Orthostase- und der Ergometer-Versuch herangezogen werden. Da bei serieller Messung im Labor mit einer Abnahme des Blutdrucks zu rechnen ist, werden zur Festlegung der Ruhewerte am besten mehrere Messungen verwendet; auch für die Laboraufgaben wäre aus diesen Gründen eine Wiederholung wünschenswert, allerdings wegen des Aufwandes in der Regel nicht zu erreichen.

Die Beziehungen zwischen Messungen im Labor und im Feld können in komprimierter Form durch eine Regressionsanalyse mit dem Mittelwert der während der Tageszeit vorgenommenen Messungen als Kriterium beschrieben werden (siehe Fahrenberg et al., 1991).

Die Tabelle 3.10 gibt eine Übersicht über die Blutdruckwerte und die Herzfrequenzen des psychophysiologischen 24-Stunden-Monitorings, an dem 98 Personen teilnehmen konnten. Im Vergleich zu den psychologischen Aufgaben provozieren die körperlichen Anforderungen erwartungsgemäß sehr viel größere Veränderungen in den Mittelwerten und Standardabweichungen der kardiovaskulären Variablen. Die Ergebnisse der Regressionsanalysen sind in Tabelle 3.11 zusammengefaßt, wobei drei Kombinationen von Prädiktoren geprüft wurden.

Modell I bezieht sich auf die prädiktive Validität von fünf Laboraufgaben: anfängliche Ruhe im Polygraph-Labor ARU, Rechnen, Konzentrationsversuch, Freie Rede und Orthostase. Der Kaltwasser-Versuch und der Ergometer-Versuch wurden hier nicht berücksichtigt, weil deren prädiktive Validität in derselben Größenordnung oder sogar niedriger liegt. Die Werte der multiplen Korrelation R^2 zeigen, daß zwischen einem Drittel und der Hälfte der Kriterienvarianz durch diese Prädiktorkombination erklärt werden kann. Die Blutdruckmessungen während der Orthostase sind hier die wichtigsten Prädiktoren der Tagesmittelwerte von PS, PD und PM im Feld; entsprechendes gilt für den Konzentrations-Versuch und ARU hinsichtlich der Herzfrequenz. Das negative Vorzeichen einiger β -Koeffizienten ist wahrscheinlich auf einen Suppressoreffekt zurückzuführen.

Für die Vorhersage des Blutdrucks tragen die Ruhewerte ARU kaum etwas bei, doch leisten Messungen aus anderen Phasen eine solche Vorhersage. Um Vergleichsmaßstäbe zu gewinnen, werden zwei andere Prädiktorkombinationen gebildet.

Tabelle 3.10: Mittelwerte und Standardabweichungen von Blutdruck und Herzfrequenz während Ruhe und Belastungen im Labor und während des 24-Stunden Monitorings (N=98).

Phase/Aufgabe	Systolischer Blutdruck mmHg		Diastolischer Blutdruck mmHg		Herzfrequenz Schl./Min.	
	Mittelwert	S.D.	Mittelwert	S.D.	Mittelwert	S.D.
Screening ^a	154.0	17.4	79.3	14.9	-	-
Ruhe (Mittelwert)	134.3	12.3	77.8	8.6	-	-
Ruhe vor Interview	125.9	14.5	65.3	10.0	65.7	13.0
Interview Frage 4	138.4	16.4	76.8	13.6	75.9	13.1
Ruhe Polygraph-Labor	124.1	13.4	65.8	10.3	66.2	10.5
Kopfrechnen	138.9	18.3	70.7	13.1	85.8	17.2
Konzentrations-Versuch	135.0	17.4	72.4	12.0	72.7	12.5
Handgriff-Versuch	137.5	17.9	81.7	16.1	86.5	16.3
Freie Rede	139.2	18.8	70.1	15.2	77.5	14.8
Kaltwasser-Versuch (2.Min.)	143.9	16.9	84.2	15.9	69.7	11.3
Endruhe	129.9	14.4	68.1	11.5	63.3	10.2
Ruhe Kreislauf-Labor	135.9	14.3	80.0	11.4	61.4	10.7
Orthostase Stehen	131.3	13.1	94.8	9.9	84.4	13.6
Ergometer 100 Watt	181.5	17.4	84.1	15.7	112.5	11.8
Treppensteigen	163.9	24.2	82.9	13.1	107.3	22.0
Tag (Mittelwert)	136.7	12.6	83.6	9.4	84.8	10.6
Nacht (Mittelwert)	119.2	12.2	69.7	7.9	58.8	8.7
Nacht (Minimum)	104.7	11.6	-	-	54.1	8.5

- a) Blutdruckmessungen von 85 Probanden; Herzfrequenzen wurden nicht gemessen.
 b) Blutdruckmessungen von 81 Probanden.

Tabelle 3.11: Labor-Feld-Vorhersage des Blutdrucks und der Herzfrequenz (Mittelwerte des Tages ohne Nachtwerte) aufgrund von drei regressionsanalytischen Modellen: Beta-Gewicht, R^2 und adjustiertes R^2 (N=98).

Phase/Aufgabe	Systolischer Blutdruck β	Diastolischer Blutdruck β	Mittlerer Blutdruck β	Herz- frequenz β
Modell I: Fünf Prädiktoren der Laboruntersuchung (fix)				
Ruhe Polygraph-Labor	.03	.21	.19	.35*
Kopfrechnen	.02	.01	.19	-.21
Konzentrations-Versuch	.43*	.22	.14	.42*
Freie Rede	-.41*	.01	-.15	.08
Orthostase Stehen	.66**	.26*	.42**	.02
$R^2 / R^2_{adj.}$ ^a	.48/.45	.35/.32	.46/.43	.44/.41
Modell II: Zwei Prädiktoren des ambulanten Monitoring (fix)				
Nacht (Mittelwert)	.32**	.41**	.39**	.29**
Treppensteigen	.47**	.59**	.53**	.63**
$R^2 / R^2_{adj.}$.46/.45	.70/.69	.62/.62	.59/.58
Modell III: Kombination der sieben Prädiktoren (schrittweise)				
Nacht (Mittelwert)	.24** (2) ^b	.37** (1)	.31** (1)	.19** (1)
Treppensteigen	.28** (3)	.57** (2)	.40** (2)	.52** (3)
Ruhewert Polygraph-Labor Rechnen	-	-	-	-
Konzentrations-Versuch	-	-	.18** (3)	.29** (2)
Freie Rede	-	.19** (3)	-	-
Orthostase Stehen	.40** (1)	-	.16* (4)	-
$R^2 / R^2_{adj.}$.56/.53 ^c	.73/.71	.68/.66	.64/.61

Anmerkungen:

- a Alle R^2 und R^2_{adj} Werte sind hochsignifikant ($p < .01$); für die Beta-Gewichte gilt * $p < .05$, ** $p < .01$.
- b Die Reihenfolge, in welcher die Prädiktoren in die Gleichung aufgenommen wurde, ist in Klammern angegeben.
- c Zur konservativen Prüfung des R^2_{adj} im Modell III wurde durchweg die Anzahl von sieben Prädiktoren verwendet.

Modell II soll zu klären helfen, wieviel Kriterienvarianz durch zwei andere, aufgrund des ambulanten Monitoring leicht verfügbare, Meßwerte vorhergesagt werden kann, d.h. aus dem Mittelwert der nächtlichen Messungen und aus der Messung während des Treppensteigens, das die Probanden zu Beginn des Monitorings noch im Laborgebäude absolvierten. Offensichtlich leisten diese beiden Prädiktoren ebensoviel (PS) wie oder sogar deutlich mehr (PD, PM, HF) als die fünf Prädiktoren im Modell I.

Modell III betrifft den Vergleich zwischen beiden Prädiktorkombinationen und ist deshalb als schrittweise Regression angelegt. Kommt den Meßwerten aus den standardisierten psychologischen und körperlichen Anforderungen im Labor überhaupt eine inkrementelle Validität im Vergleich zu den beiden feldgestützten Prädiktoren zu? Es zeigt sich, daß Nacht (Mittelwert) und Treppensteigen (sowie Orthostase für PS) die substantiellen Prädiktoren sind. Eine nennenswerte inkrementelle Validität haben nur der Konzentrations-Versuch für die Herzfrequenz (und - geringer - für PD) sowie Freie Rede für PD. Wenn die R^2 -Werte über die drei Modelle verglichen werden, ist zu erkennen, daß das Modell III einen zwar signifikanten, aber relativ geringen Anstieg aufgeklärter Varianz mit sich bringt: 8% für PS ($p < .01$).

Zur Bewertung dieser Befunde sind einige weitere Korrelationskoeffizienten interessant. Der systolische Blutdruck (Mittelwert des Tages) korreliert mit PS Orthostase Stehen .66 ($df = 96$), Ruhewert Voruntersuchung .54, Treppensteigen .53, anfängliche Ruhe ARU .44, Ergometer-Versuch .43, Konzentrations-Versuch .40, Kaltwasser-Versuch .37, Freie Rede .35, Rechnen .34. Die entsprechenden Koeffizienten für die Herzfrequenz lauten: ARU .63, Konzentrations-Versuch .63, Kaltwasser-Versuch .55, Orthostase .53, Freie Rede .52, Rechnen .48, Treppensteigen .48, Ergometer-Versuch .42. Die Zusammenhänge zwischen Mittelwert (Tag) und Orthostase sowie Treppensteigen sind höher als der Zusammenhang zwischen Mittelwert (Tag) und dem standardisierten Ergometer-Versuch.

Weitere Korrelationskoeffizienten dienen dem Vergleich mit den erwähnten Befunden von Baumgart et al. (1990). Korreliert wurden Labormessungen (nach 5 Minuten Liegen, Mittelwert von zwei Messungen an verschiedenen Tagen) und Feldmessungen: Labor und Mittelwert (Tag) .60 ($df = 96$) für PS, .57 für PD und .68 für PM; Labor und Mittelwert (Nacht) .49 für PS, .48 für PD und .60 für PM. Diese Koeffizienten liegen unter denen von Baumgart et al. (1990). Schließlich liegen noch Stabilitätskoeffizienten aus der Studie von Käßler, Becker & Fahrenberg (1993) vor, an welcher 24 der 98 Probanden teilnahmen. Im Abstand von 18 Monaten betragen die Stabilitätskoeffizienten .77 ($df = 22$) für den Mittelwert PS (Tag), .69 für den Mittelwert PS (Nacht), .70 für den Mittelwert HF (Tag) und .72 für den Mittelwert HF (Nacht). Dagegen sind die Stabilitätskoeffizienten für PD nicht signifikant. Eine Erklärung für diesen Befund ist zur Zeit nicht vorhanden. Die Rangreihe der Personen scheint verhältnismäßig stabil geblieben zu sein und der mittlere Blutdruck praktisch unverändert: PM 98.7 mmHg, S.D. = 6.8, nach 18 Monaten PM 96.5 mmHg, S.D. = 5.2, $df = 23$, $p = .10$.

Mit diesen Konsistenzkoeffizienten und Stabilitätskoeffizienten liegen weitere Vergleichsmaßstäbe zur Bewertung der Labor-Feld-Beziehungen vor.

Zusammenfassend ergibt sich, daß einige der im Labor vorgenommenen Messungen zur substantiellen Vorhersage der während des Tages durch ambulante Monitorings erhobenen Mittelwerte des Blutdrucks und der Herzfrequenz geeignet sind. Die inkrementelle Validität der psychologischen Aufgaben ist jedoch bemerkenswert gering und erreicht - im Vergleich zur Vorhersage durch den Mittelwert der Nacht und die Messungen während des Treppensteigens - beim systolischen Blutdruck keine Signifikanz. Das systolische Blutdruckniveau während des Orthostase-Versuchs klärt mehr Kriterienvarianz auf als andere Maße. Die Regressionsanalyse zeigt, daß dieser Aspekt der Blutdruckreaktivität (in Gegenregulation des orthostatischen Blutdruckabfalls) durch die anderen Aufgaben nicht adäquat erfaßt wird. Eventuell tragen orthostatisch-regulative Prozesse tagsüber aufgrund der Lageänderung substantiell zum registrierten systolischen Mittelwert bei. Eine genauere Analyse müßte jedoch auch hier die Regulationstypen, z.B. im Sinne von Thulesius (1976), berücksichtigen. In der vorliegenden Untersuchung liefert der Orthostase-Versuch jedenfalls einen besseren Prädiktor des Mittelwertes (Tag) als der für diagnostische Funktionsprüfungen auch verwendete Ergometer-Versuch (z.B. Franz, 1986).

Die vorliegende Untersuchung trägt insofern auch zur Evaluation extensiver und aufwendiger Laboruntersuchungen wie der Ergometerbelastung sowie bestimmter psychologischer Aufgaben im Vergleich zum ambulanten Monitoring bei. Der Befund, daß psychologische Aufgaben hier relativ wenig prädiktive Validität haben, könnte auch so interpretiert werden, daß Tätigkeiten wie Rechnen, Konzentration, Vorbereitung einer freien Rede, wenig zur Kriterienvarianz im Feld beitragen. Oder es könnte sein, daß an jenem Tag solche und ähnliche Belastungen kaum vorkamen. Erst eine Segmentierung des Tageslaufs könnte hier mehr Aufschluß geben.

Die geschilderten Ergebnisse des Labor-Vergleichs sind mit einigen Vorbehalten verbunden. Die kardiovaskulären Veränderungen sind mit der Bewegungsaktivität im Alltag konfundiert, so daß für genauere Aussagen eine Segmentierung aufgrund des Aktivitätssignals notwendig ist (Käppler et al., 1993). Bei den Mittelwerten aus dem ambulanten Monitoring handelt es sich um ein Aggregat über verschiedene Bedingungen, während im Labor für jede Belastung nur eine oder zwei Messungen vorgenommen wurden - ausgenommen der Orthostase-Versuch. Die erreichbare Höhe prädiktiver Validität wird durch die Reliabilität der Blutdruckmessung begrenzt; die berichteten Stabilitätskoeffizienten lassen allerdings für PS und HF ein hohes Maß an Reproduzierbarkeit annehmen. Weitere Methodenstudien sind hier erforderlich.

Gruppenunterschiede

An dem vollständigen Datensatz der Labor- und Felduntersuchung (N= 98) wurde geprüft, ob Mittelwertunterschiede zwischen den Gruppen mit labil-hypertone (GWHT6), leicht erhöhte (nur GWHT1) und normotone Ruheblutdruck bestehen. Diese multivariate Analyse wurde für die folgenden 12 Phasen durchgeführt: (A) Voruntersuchung: Ruhe, Interview-Frage 4, (B) Polygraph-Labor: anfängliche Ruhe, Rechnen, Konzentrations-Versuch, Freie Rede, Kaltwasser-Versuch, (C) Kreislauf-Labor: Orthostase Stehen, Ergometer 100 Watt, (4) ambulantes Monitoring: Treppensteigen, Tag (Mittelwert) und Nacht (Mittelwert).

Die Ergebnisse der MANOVA sind in Tabelle 3.12 zusammengefaßt. Die Gruppenunterschiede im systolischen Blutdruck sind im Overall-Test und in separaten ANOVAs aller vier Subsets von Phasen sehr signifikant. Dagegen ist der Overall-Test für den diastolischen Blutdruck nicht signifikant, ebensowenig die ANOVA für die Meßwerte aus dem Polygraph-Labor.

Bemerkenswert sind die Ergebnisse hinsichtlich der Gruppenunterschiede in der Herzfrequenz. Labil-hypertone Personen weisen am Tag der Voruntersuchung, im Polygraph-Labor und im Kreislauf-Labor höhere Herzfrequenzen auf, nicht jedoch während des ambulanten Monitoring (siehe Tabelle 3.12 und Tabelle J im Anhang). Während die ANOVAs für einzelne Laboraufgaben alle zu signifikanten F-Werten führen, sind die drei F-Werte für die Herzfrequenzen im Feld alle insignifikant ($p > .05$).

Während sich die drei nach Ruhewerten gebildeten Blutdruckgruppen im habituellen Blutdruckniveau über die gesamte Untersuchung - sehr deutlich zumindest in den systolischen Werten - unterscheiden, gilt dies für die Herzfrequenz nur in der Laboruntersuchung; die Gruppenunterschiede sind im ambulanten Monitoring nicht mehr vorhanden. Offensichtlich bedeuten die psychologischen und körperlichen Laboraufgaben, trotz expliziter Eingewöhnung während der Voruntersuchung, für die labil-hypertensiven Personen eine besondere Anforderung. Dieser differentielle Effekt war bereits in der ersten Teilstudie festgestellt worden und wird hier in der Gesamtstudie bestätigt.

Nächtlicher Erholungsverlauf

Der nächtliche Erholungsverlauf des Blutdrucks im Falle hypertoner Tageswerte bzw. individuelle Unterschiede in diesen Restitutionsprozessen sind ein wichtiger Aspekt der Blutdruckregulation, denn die Gesamtbelastung des Gefäßsystems hängt vom Druck x Zeit-Produkt ab. Solche Erholungsverläufe (recovery function) sind zwar von einigen Autoren (u.a. Pickering, Devereux, Gerin, James, Pieper, Schlussek & Schnall, 1990) erwähnt, aber noch kaum untersucht worden.

Tab. 3.12: Ergebnisse der MANOVA für PS, PD und Herzfrequenz zwischen den Blutdruck-Gruppen: F-Statistik (Pillai's Trace) des Gesamttests auf Gruppenunterschiede und Tests der Gruppeneffekte in vier Sets von Phasen.

	Systolischer Blutdruck	Diastolischer Blutdruck	Herz- frequenz
Gesamttest 12 Phasen	3.96****	1.06	1.27
Voruntersuchung Ruhe Interview	9.61****	4.68***	3.31**
Polygraph-Labor Ruhe Rechnen Konzentrations-Versuch Freie Rede Kaltwasser-Versuch	4.73****	.75	2.40**
Kreislauf-Labor Orthostase Stehen Ergometer 100 Watt	14.85****	6.59****	4.33**
Monitoring Treppensteigen Tag (Mittelwert) Nacht (Mittelwert)	8.05****	2.75**	1.01

Anmerkung: Gruppengrößen: 40 Probanden mit labil-hypertone, 17 mit leicht erhöhtem und 41 mit normotone Blutdruck; wegen missing data sind die Freiheitsgrade zwischen 24/138 für Herzfrequenz, 24/122 für PS und 24/100 für PD.

**** p < .0001 *** p < .001 ** p < .01

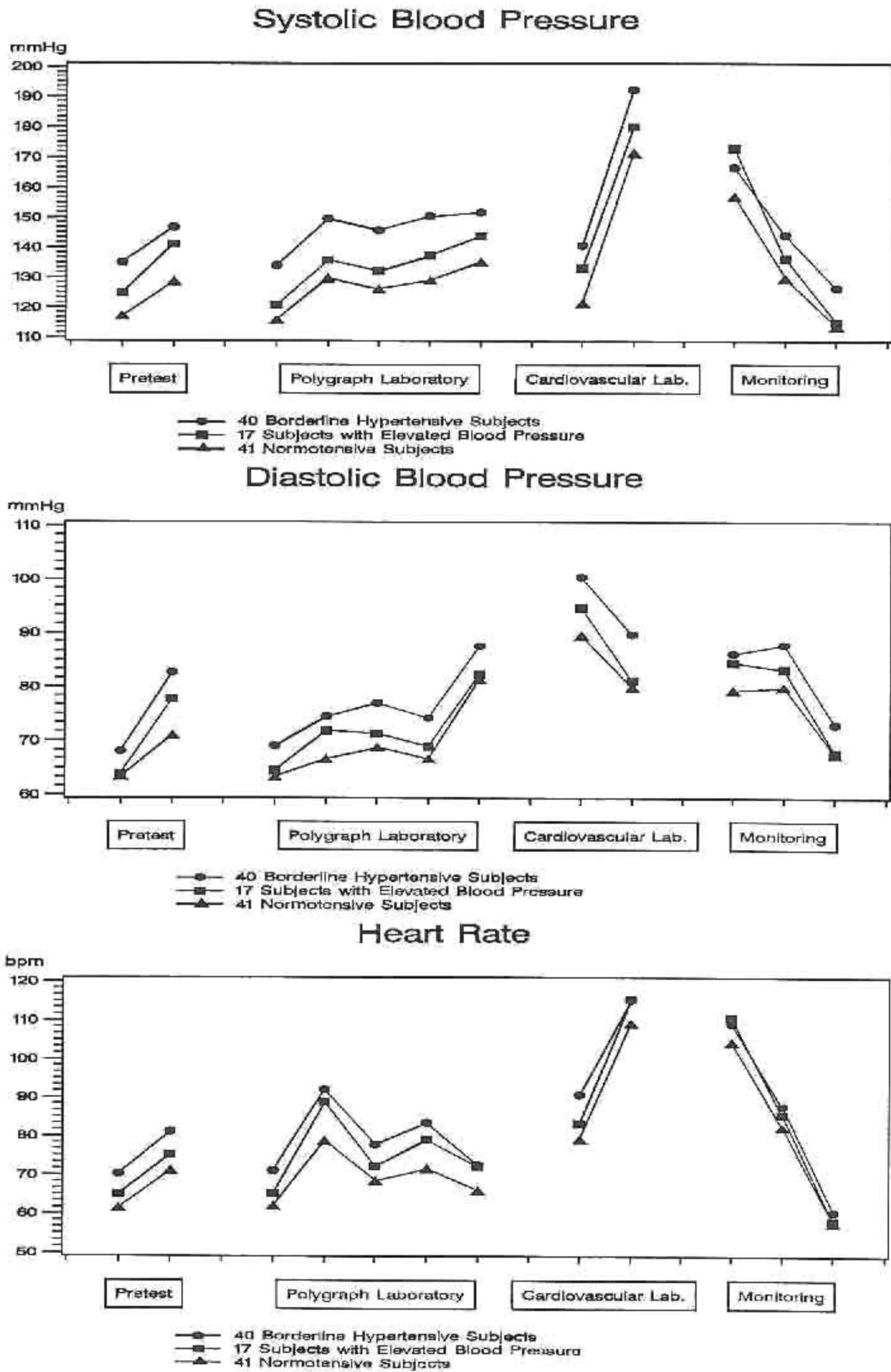


Abbildung 1: Blutdruck und Herzfrequenz der drei Blutdruck-Gruppen im Labor und während des ambulanten Monitorings.

In explorativer Absicht wurde hier ein Recovery-Index für den Blutdruck und die Herzfrequenz nach dem Einschlafen bestimmt. Der Zeitpunkt des Einschlafens ist aus den vorhandenen Informationen über den Verlauf von Herzfrequenz und Bewegungsaktivität, aus Protokolldaten und dem retrospektiven Interview in der Regel hinreichend genau bekannt. Die Vor-Schlaf Ausgangswerte werden als die Minima von PS, PD, PM und HF in dem Zeitraum von zwei Stunden vor dem Einschlafen definiert. Anhand der nächtlichen Messungen (Intervall 60 Minuten) wurde die Gestalt der Recoveryfunktion definiert: (1) durch die mittlere sukzessive Differenz der Meßwerte y_{D1} (Steigung), (2) die mittlere sukzessive Differenz der Differenzen y_{D2} (Krümmung) und (3) als Verhältnis $y_{D1}/y_{D2} = \alpha$ (exponentielle Abnahme). Intraindividuell beruhen diese Indizes durchschnittlich auf sieben Werten.

Zwischen den drei Blutdruckgruppen bestehen jedoch, wie die ANOVA ergaben, keine signifikanten Unterschiede in diesen drei Indizes. Der größte F-Wert beträgt $F = 1.6$ $df = 2/89$ $p > .05$ für den Index α der Herzfrequenz.

3.4.4 Hämodynamische Reaktionstypen

Über die verschiedenen Versuche, hämodynamische Reaktionstypen und damit vielleicht homogenere Untergruppen zu bilden, war bei der ersten Teilstudie berichtet worden (Fahrenberg et al., 1991a). Es wurde eine Gruppierung durch visuelle Inspektion von graphisch dargestellten Reaktionsprofilen, durch Prüfung der Regression von TPR auf HMV, durch zweidimensionale Gruppierungen und durch Konfigurationsanalysen an dreidimensionalen Tabellen angestrebt. Die gesuchte Minitypologie wurde jedoch auf diesem Wege nicht in befriedigender Weise erreicht. Das Konzept einer generellen "Labilität" der Blutdruckregulation hatte sich als zu einfach bzw. auch als zu vage herausgestellt und die individuellen hämodynamischen Reaktionsmuster sind kaum auf die einfache Gruppierung nach HMV-, TPR- oder HF-Reagierern zu reduzieren.

Gruppierung nach Ruhewerten und Funktionsprüfungen

Die explorativen Analysen sollen an der zusammengefaßten Studie wiederaufgenommen werden. Die ursprüngliche Absicht, aus der Gruppierung nach Ruhewerten des Blutdrucks und aus den Ergebnissen der nicht selten auch diagnostisch genutzten Funktionsprüfungen mittels Orthostase-Versuch und Ergometer-Belastung eine gültige Klassifikation hinsichtlich der Grenzwert-Hypertonie abzuleiten, konnte hier wegen der zu geringen Konvergenz dieser Einteilungen nicht befriedigend verwirklicht werden. Übereinstimmungen zeigen sich höchstens dann, wenn Niveauwerte des Blutdrucks (Ausgangswerte und Verlaufswerte) wie bei der Gruppierung nach Ruhewerten und nach Ergometer-Versuch verwendet werden, während die Gruppierung nach den Reaktionswerten der Orthostase einen anderen Aspekt erfaßt.

Trotz dieser Einwände wurde erneut eine kombinierte Gruppierung aufgrund der Ruhewerte, des Orthostase-Versuchs und des Ergometer-Versuchs vorgenommen. Bei 14 der 136 Probanden konvergieren die Kriterien mittlerer Ruhe-Blutdruck PS > 140 und/oder PD5 > 90 mmHg (Kriterium GWHT6) und hypertone Orthostase-Reaktion (Kriterium THU76 und/oder MYR = 1) und Blutdruck bei 100 Watt Belastung > 200/100 mmHg (Kriterium FRANZ1), bei 10 Probanden konvergieren GWHT6 und FRANZ1, bei 5 Probanden GWHT1, THU76/MYR1 und FRANZ1. Diese 29 Probanden werden als labil/hyperton definiert (Gruppe LH). Weitere 21 Probanden weisen keines der drei Kriterien auf und gelten deswegen hier als normoton (Gruppe NT).

Diese Gruppierung, die auf einem offensichtlich heterogenen und in sich wenig konsistenten Aggregat beruht, wurde zu explorativen Analysen herangezogen, welche vor allem den zuvor verwendeten Datensatz von Variablen aus Anamnese, Fragebogen, Selbsteinstufungen des Befindens und Versuchserleben umfassen. Bemerkenswerte psychophysiologische Zusammenhänge wurden nicht festgestellt.

Indizes der Blutdruck- und Herzfrequenz-Variabilität

Die dominierende Bedeutung des habituellen Blutdruckniveaus wurde auch in den Analysen der Reaktionsskalierungen D und ALS sowie der Erholungswerte aufgezeigt. Deswegen ist es sinnvoll, einmal nach einer Gruppierung zu suchen, welche nicht auf den Ausgangswerten oder auf den ausgangswertabhängigen Reaktionswerten beruht, sondern auf der ausgangswertunabhängigen Variabilität.

Am Datensatz der zusammengefaßten Studien wurden die folgenden Variabilitätsindices berechnet:

- Standardabweichung der sechs Ruhewerte des Blutdrucks: PS ST6 und PD5 ST6;
- Mittelwert der ALS-Reaktionswerte aus sechs Phasen der Untersuchung im Polygraph-Labor (RE, KON3, AP, HG, KRIV, KW2): PS MWA, PD5 MWA, PM MWA und HF MWA;
- Mittelwert der ALS-Reaktionswerte aus den beiden Kreislauffunktions-Prüfungen Orthostase-Versuch und Ergometer-Versuch: PS MWAA, PD5 MWAK und HF MWAK.

Die Standardabweichungen PS ST6 und PD5 ST6 korrelieren weder untereinander ($r = .19$) noch mit den zugehörigen Mittelwerten der sechs Ruhewerte (PS 6W, PD5 6W), und nur PS ST6 korreliert mit der Gruppierung nach Ruhewerten (GW 123) zu .32 sowie mit der Gruppierung GWHT1 zu .45 (siehe Tabelle 3.13). Im übrigen bestehen weder mit den Gruppierungen aufgrund der Kreislauffunktions-Prüfungen noch mit den aggregierten ALS-Werten Beziehungen.

Tabelle 3.13: Korrelationsmatrix von Indices der Blutdruck- und Herzfrequenz-Variabilität und Kontrollvariablen

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1 PS MWA	100																								
2 PD5MWA	35	100																							
3 PMSMWA	66	91	100																						
4 HF MWA	43	20	33	100																					
5 PS MWAK	14	-4	2	1	100																				
6 PD MWAK	22	10	15	8	30	100																			
7 HF MWAK	13	9	10	36	6	13	100																		
8 PS ST6	-3	-7	-7	10	0	13	6	100																	
9 PD5ST6	1	-19	-15	0	0	2	0	19	100																
10 PS 6W	11	4	5	9	18	14	-7	22	10	100															
11 PD5 6W	17	22	17	3	6	19	0	11	1	48	100														
12 PM5 6W	17	17	14	6	12	19	-3	18	5	79	92	100													
13 GW 123	7	12	10	9	12	19	-3	32	17	86	51	75	100												
14 GWHT 1	8	10	9	12	11	16	2	45	23	76	47	67	91	100											
15 GWHT 6	5	11	9	4	11	18	-7	13	8	79	45	68	90	63	100										
16 GO THU76	4	-1	0	3	-50	-10	2	18	17	10	8	10	13	14	9	100									
17 GO MYR	-3	0	-3	-1	-52	-18	7	12	12	20	21	24	25	22	23	57	100								
18 GEFRANZ1	-29	-17	-23	-10	-32	-20	8	-10	10	-40	-45	-50	-35	-28	-34	14	2	100							
19 GEFRANZ2	-22	-15	-19	-13	-47	-28	4	-16	6	-49	-46	-54	-45	-39	-42	18	9	87	100						
20 GO WECK	4	9	10	-8	-10	8	-17	4	14	-13	7	-1	-10	-7	-10	-2	-6	-3	1	100					
21 Alter	3	27	19	1	1	-8	2	-3	-19	17	30	28	20	16	21	-5	3	-15	-16	-5	100				
22 Gewicht	-3	-1	-3	-10	-13	9	-31	18	-1	33	14	25	21	20	18	14	5	-18	-18	11	-13	100			
23 Groesse	-3	2	1	6	-22	-12	-20	0	-11	26	2	13	13	8	16	24	9	-13	-7	-9	3	64	100		
24 FBL3 HKR	0	2	0	10	-3	-10	0	6	7	20	-1	8	13	13	10	4	2	4	2	13	-1	10	9	100	
25 FPI-KOER	5	4	5	18	2	-12	14	0	23	18	-5	5	15	16	11	4	1	7	4	1	2	-16	-1	51	100

Die Aggregate PS und PD5 korrelieren im Polygraph-Labor zu .35 und im Kreislauf-Labor zu .30, jedoch weder zwischen diesen Laboratorien noch zu den Ruhewerten (PS 6W, PD 6W, GW 123). Das Aggregat der Herzfrequenz HF MWA korreliert dagegen zwischen den Laboratorien zu .36, außerdem mit PS MWA zu .43 und PD5 MWA .33. Beziehungen zu den Gruppierungen aufgrund der Kreislauffunktions-Prüfungen zeigt nur PS MWA (-.29 mit GE FRANZ1) und PS MWAK mit THU76, MYR, FRANZ1 und 2).

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Standardabweichungen der Ruhewerte und die für zwei verschiedene Gruppen von Belastungen gebildeten, statistisch vom Ausgangswert unabhängigen Aggregate der Reaktionswerte zusammen kein konsistentes Merkmal der Blutdruckvariabilität oder der Herzfrequenz-Variabilität bilden. Die ALS-Aggregate der Herzfrequenz korrelieren wenigstens zwischen den Laboratorien und hängen im Polygraph-Labor enger mit dem ALS-Aggregat des PS zusammen als dieses mit dem ALS-Aggregat des PD5.

Psychophysiologischen Beziehungen zwischen den Variabilitätsindizes und psychologischen Variablen wurde in explorativen Analysen nachgegangen. In einem Screening der einzelnen ALS-Variablen der sechs Laborphasen hatte sich gezeigt, daß am ehesten Beziehungen zwischen den Reaktionswerten des PM und der HF und der verwendeten Auswahl von 232 Variablen aus Anamnese, Fragebogenskalen, Selbsteinstufungen während der Untersuchungsphasen sowie Versuchserleben bestehen. Das weitere Screening ergab aber nur wenige und inkonsistente Korrelationskoeffizienten zwischen Variabilitätsindizes und psychologischen Variablen.

Gruppierung nach aggregierten Reaktionswerten

Schließlich wurde eine Gruppierung nach ausgangswert-unabhängigen ALS-Reaktionswerten in ausgewählten hämodynamischen Parametern und Phasen vorgenommen. Es handelt sich um PM5, HMV, HF, PS, PD5, TP5, SV2, PEP, Heather-Index, TWA, RSA1, PWG Ohr, PWG Rad, Fingerpuls-Amplitude und Finger-Temperatur und um die Phasen RE, KON, KRIV, KW2. Für jede der 15 Variablen wurde aufgrund der vier Phasen ein mittlerer ALS-Wert unter Berücksichtigung der Aktivierungsrichtung, z.B. Anstieg der Herzfrequenz oder Abnahme der Fingertemperatur, gebildet, außerdem noch ein abgeleiteter Index PDU in dem die beiden Indikatoren peripherer Vasoconstriction, Fingerpulsamplitude und Fingertemperatur, kombiniert sind. Anhand der Aggregate wurden - unter Ausklammerung des mittleren Bereichs $M \pm 0.67 s$ - Extrem-Gruppen gebildet, welche entweder Probanden mit einem mittleren ALS-Wert ≤ 42 oder einem mittleren ALS-Wert ≥ 58 umfassen. Wegen bestehender Unterschiede in den Verteilungen und wegen imperfekter Reliabilitäten entsprechen die entstehenden Gruppenbesetzungen nicht den angestrebten äußeren Quartilen der Verteilungen (25% = 34 Probanden):

PM5	25	niedrig	21	hoch	reagierend
HMV-Index	10	"	16	:	
HF	19	"	21	:	
Heather-Index	10	"	14	:	
RSA1	25	"	26	:	
PDU-Index	20	"	18	:	

Die individuellen Profile der 136 Probanden wurden inspiziert, ob in den Mustern der mittleren ALS-Werte der 15 kardiovaskulären Parameter oder in den Mustern der mittleren ALS-Werte (in den Kontrastgruppen ohne den Mittelbereich der Verteilungen der ALS-Mittelwerte) der 6 ausgewählten kardiovaskulären Parameter bemerkenswerte Sachverhalte zu erkennen sind.

Deutliche Kovariationen bestehen in den Variablenblöcken, d.h. PS, PD und PM; HMV, SV, HI, PEP, TP; FIA und TF. Relativ unabhängig scheinen bei dieser Betrachtungsweise RSA und TWA zu variieren, und zwischen den Variablen-Blöcken gibt es keine systematische Kovariation, die zu ins Auge fallenden Mustern führt.

Die grundsätzlichen meßtechnischen und biometrischen Schwierigkeiten dürfen nicht übersehen werden. Zwischen HF und HMV (= HF x SV) besteht eine einfache rechnerische Beziehung, ebenso zwischen HMV und dem totalen peripheren Widerstand, welcher hier nur mittels der Formel $TPR = (80 \times PM)/HMV$ geschätzt werden kann. Folglich bestehen hohe intraindividuelle Korrelationen: HF/HMV .58, HMV/TPR -.68 und HF/TPR -.30 (Fahrenberg et al., 1991a, Seite 283). Die Absicht, eine Unterscheidung zwischen HMV- und TPR-Reagierern vorzunehmen, kann deshalb nicht ohne weiteres verwirklicht werden. Diese in der Literatur oft genannte Typisierung ist auf diese Weise mit nicht-invasiver Methodik nicht zu stützen. Deshalb wurde explorativ der Index peripherer Durchblutung PDU aus der kombinierten Einstufung der mittleren ALS-Werte von Fingeramplitude (nur intraindividuell vergleichbar mangels Absoluteichung) und Fingertemperatur (trotz der beschriebenen Akklimatisationsunterschiede intraindividuell als valide anzusehen) gebildet. Die intraindividuellen Korrelationen in der ersten Teilstudie (N= 81) betragen: Fin Ampl./ T Finger .26; Fin Ampl./TPR5 -.03; T Finger/TPR5 -.16, es handelt sich also nicht um konvergente Messungen peripherer Durchblutung.

Von den 16 HMV-Index-Reagierern haben 11 Probanden keine extremen PDU-Aggregate, 3 Probanden niedrige und 2 hohe Ausprägungen der ALS-Mittelwerte über vier Phasen. Auch zwischen HF, HMV und Heather-Index treten keine besonders häufigen Kombinationen auf.

Die Inspektion der Profile in der Gesamtstudie und in den beiden Extremgruppen bestätigt im Grunde das aus den P-Technik-Korrelationen und das aus der Aktivierungsforschung insgesamt bekannte Bild: markante Zusammenhänge gibt es nur zwischen funktionell und/oder rechne-

risch eng verknüpften Parametern. Selbst innerhalb der kardiovaskulären Funktionen sind die verschiedenen Parameter gering korreliert, so daß eine einfache Typologie - zumindest auf diesem Wege - nicht zu gewinnen ist.

Die auch zu diesem Ansatz explorativ durchgeführten Analysen ergaben - wie in den vorausgegangenen Screenings - zwar einzelne signifikante Gruppenunterschiede in den psychologischen und anderen Variablen, aber in der Regel keine inhaltlich konvergenten Hinweise innerhalb einer Gruppe ähnlicher Merkmale, z.B. der Fragebogen-Testwerte oder der wiederholten Selbsteinstufungen während der Untersuchungsphasen im Polygraph-Labor. Eine Ausnahme unter den herausgestellten sechs hämodynamischen Parametern ist der Index der respiratorischen Arrhythmie RSA1 und tendenziell die Herzfrequenz HF, weil hier im Screening deutlich mehr signifikante Beziehungen zu psychologischen Variablen zu sehen sind als für PM5, HMV, Heather-Index oder PDU.

Probanden mit relativ starker belastungsabhängiger Abnahme der RSA1 ($T \leq 42$), d.h. einer wahrscheinlich stärker abnehmenden vagalen Kontrolle am Herzen, unterscheiden sich sehr signifikant ($p < .01$) von der anderen Extremgruppe durch:

Gruppenzugehörigkeit GWHT, höheren Ruheblutdruck PS, PD5, Gruppenzugehörigkeit FRANZ1 (d.h. eher belastungspositiv), Gesundheit im Vergleich zu anderen schlechter; höhere Werte im FBL3 Herz-Kreislauf und FBL Summe; FPI Körperliche Beschwerden; weniger Stunden Schlaf vor der Untersuchung; emotional angespannt, nervös, Herzklopfen, Hände kalt zu Beginn der Untersuchung; subjektiv relativ schnellere Atmung und mehr körperliche Reaktionen beim Rechen-Versuch; mehr körperliche Reaktionen wahrgenommen während Freier Rede; körperlich weniger angespannt beim Kaltwasser-Versuch; stärkere Abnahme der geistigen und emotionalen Anspannung sowie des Herzklopfens in der Endruhe; subjektiv stärker verunsichert durch den gesamten Versuch; mehr körperliche Wahrnehmungen/Beschwerden während der Orthostase (Gefühl durchatmen zu müssen, Herzklopfen, schnellerer Herzschlag). Diese Mittelwertunterschiede ergeben sich beim Vergleich der relativ kleinen Extremgruppen von 25 und 26 Probanden, die aufgrund ausgeprägter bzw. geringer Abnahme der respiratorischen Arrhythmie gebildet wurden.

Diese Befunde werden hier mitgeteilt, weil ihre inhaltliche Tendenz z.T. durch eine Anzahl von Mittelwertunterschieden ($p < .05$) unterstützt wird: höhere Werte FBL6 Anspannung, FBL Motorik; geringere Werte FPI Extraversion; größere Erwartungsspannung vor dem Versuch; mehr körperlich und geistig angespannt, mehr belästigt, Hände feucht in der Anfangsruhe; mehr körperlich angespannt, ärgerlich beim Rechenversuch; mehr Leistungszuversicht, mehr körperlich angespannt, mehr belästigt beim Konzentrations-Versuch; stärkere Abnahme gutgelaunt, mehr Herzklopfen bei freier Rede; weniger Herzklopfen und Pulsunregelmäßigkeit oder Blutandrang zum Kopf, weniger körperliche Wahrnehmungen beim Kaltwasser-Versuch. Außerdem bestehen im Alter (24.6/23.1 $p = .03$) und in der Körpergröße (184/180 $p =$

.03), aber nicht im Gewicht Gruppenunterschiede. Die Gruppierung nach RSA-Reaktionen liefert in diesem psychologischen Variablenbereich 19 Effekte $p \leq .01$, die Gruppierung nach PM 4 Effekte, nach HVM 3 Effekte, nach HF 9 Effekte, nach Heather-Index 3 Effekte, nach Index PDU 6 Effekte - und zum Vergleich der zusammenfassende Index aufgrund Ruheblutdruck - Orthostase - und Ergometer-Gruppierungen 9 Effekte. Bei diesem hoch aggregierten Index sind in der oberen Gruppe, d.h. den Probanden mit auffälligem Blutdruckverhalten subjektiv schlechtere Gesundheit im Vergleich zu anderen ($p = .01$), mehr Adrenalin ($p = .03$) und mehr Noradrenalin ($p = .03$) im Urin, Kaltwasser-Test weniger schmerzhaft ($p = .002$), Handgriff-Versuch ($p = .007$) und Kaltwasser-Versuch ($p = .002$) weniger unangenehm, Versuchserleben weniger irritiert ($p = .006$) festzustellen, allerdings auch höheres Alter (24.9/23.4 $p = .04$), Gewicht (73/78 $p = .03$) und Größe (185/180 $p = .02$).

Insgesamt ragt die Extremgruppen-Bildung nach RSA-Reaktion hervor, doch ist beim Vergleich mit den anderen Gruppierungen deren z.T. geringer Umfang zu bedenken und generell die sehr große Anzahl psychologischer Variablen, die in das Screening einbezogen wurden: Anamnese 29 Variablen, Fragebogen-Skalen 53 Variablen, wiederholte Einstufungen des Befindens in den Untersuchungsphasen 133 Variablen und Versuchserleben 17 Variablen. Die zur RSA-Gruppierung berichteten Effekte können also, trotz ihrer hohen inhaltlichen Konsistenz nur als vorläufige Hinweise angesehen werden. Dies zeigt sich in den anschließenden Korrelationsrechnungen, die an der Gesamtstudie ($N = 136$), d.h. ohne Restriktion des Bereichs auf die Extremgruppen durchgeführt wurden. Zwischen RSA-Index und psychologischen Variablen bestehen zwar einige signifikante ($p < .05$) Korrelationen, doch überlappen diese kaum mit den zuvor genannten Effekten beim Mittelwertvergleich, sondern betreffen mit vier Ausnahmen andere Variablen.

4. Diskussion der Ergebnisse

In der ausführlichen Literaturübersicht zum Thema Grenzwert-Hypertonie, die im ersten Arbeitsbericht (Fahrenberg et al., 1991a) enthalten ist, wurde herausgearbeitet, wie inkonsistent der gegenwärtige Stand der Forschung ist. Zu den wiederkehrenden Behauptungen über Zusammenhänge zwischen erhöhtem Blutdruckniveau oder erhöhter Blutdruckreaktivität und bestimmten Persönlichkeitsmerkmalen oder bestimmten Emotionen gibt es sehr widersprüchliche Befunde. Nicht einmal die Frage, ob Menschen mit grenzwertig erhöhten Ruhewerten des Blutdrucks unter Belastung "reaktiver" sind als andere, und die Frage, ob sie höhere Herzfrequenzen haben, sind bisher befriedigend zu beantworten. So sprechen die Ergebnisse der von Fredrikson und Matthews (1990) durchgeführten Metaanalyse zwar aufgrund einer relativen Mehrheit der Arbeiten für den positiven Zusammenhang von Ruhe-Blutdruck und "Reaktivität", doch blieben hier wesentliche konzeptuelle und methodische Schwierigkeiten der Definition von Reaktivität ausgeklammert. Eine höhere Herzfrequenz der Grenzwert-Hypertoniker konnte in dieser Metaanalyse nicht gesichert werden.

Der Forschungsansatz - Absichten und Rückblick

Aus Kenntnis dieser Inkonsistenzen und Methodenprobleme wurde die vorliegende Untersuchung in einem breiten empirischen Ansatz mit zusätzlichen, z.T. unüblichen Kontrollstrategien und Auswertungsverfahren entwickelt. Diese Prinzipien sollen hier noch einmal genannt werden, weil sie für die Bewertung der internen und der externen Validität der Ergebnisse wichtig sind.

1. Nach der ersten Teilstudie (N= 81) wurde eine zweite Teilstudie (N= 55) mit weitgehend identischer Methodik durchgeführt, um die Replizierbarkeit der Ergebnisse zumindest im eigenen Labor zu prüfen.
2. Es wurden nur männliche Studenten (ohne Studenten der Psychologie) mit Beschränkung des Altersbereichs und des Körpergewichts untersucht, um eine - von Blutdruckwerten abgesehen - möglichst homogene Personengruppe zu erhalten. Durch ein sehr umfangreiches Screening und durch Ausklammerung von medikamentös behandelten Grenzwert-Hypertonikern sollte das Risiko einer spezifischen Präselektion nach u.U. differentiell wirkenden Einstellungen und Kausalattributionen - als Folge eines beginnenden Labeling als "Hypertoniker" - reduziert werden.
3. Eine Voruntersuchung im Labor und eine Demonstration mit kurzer Übung bestimmter Aufgaben, u.a. Atemmanöver, Kopfrechnen und Orthostase-Versuch, fand statt, um durch diese Eingewöhnung die differentiellen Effekte der psychologischen Reaktivität auf Laborbedingungen und u. U. begleitende Aktivierungsunterschiede (im Sinne der "office hypertension") zu verringern.

4. Der Untersuchungsplan war multimodal angelegt. Das umfangreiche Assessment im Labor wurde durch ein ambulantes 24-Stunden-Monitoring, das für dieses Projekt als psychophysiologische Methodik eigens entwickelt wurde, ergänzt. Im Labor wurden außer mental und emotional beanspruchenden Aufgaben (u.a. Kopfrechnen unter Lärmbedingungen, überfordernder Konzentrations-Versuch, eine freie Rede halten) auch körperlich beanspruchende Kreislauffunktions-Prüfungen (u.a. Atempreß-Versuch, Orthostase-Versuch und Arbeit am Ergometer) durchgeführt.

5. Als Untersuchungsmethoden herangezogen wurden, teils hypothesenbezogen und teils explorativ, alle jene Verfahren, welche in der auf psychophysiologische Herz-Kreislauf-Forschung orientierten Tradition dieses Labors möglich waren (siehe auch Fahrenberg, 1993). Auf psychologischer Ebene waren dies außer Fragebogenskalen und Selbsteinstufungen von Befinden und Körperwahrnehmungen (während des Versuchs und im Alltag während des ambulanten Monitorings) auch die formale und inhaltliche Analyse eines Kurzinterviews sowie Leistungswerte aus bestimmten Aufgaben. Auf physiologischer Ebene sind die polygraphischen Registrierungen von kardiovaskulären und anderen vegetativen und neuromuskulären Parametern zum multimethodalen Assessment von Aktivierungsprozessen zu nennen, außerdem die Bestimmung der Adrenalin- und Noradrenalin-Ausscheidung im 2-Stunden-Urin und das ambulante Monitoring von Blutdruck, Herzfrequenz, Atemfrequenz und Bewegungsaktivität.

6. Die Registriermethodik und die Biosignalanalyse mit dem neuen Programmsystem BIO14 waren in einer Vorstudie erprobt und dann in der Monographie "Nicht-invasive Methodik für die kardiovaskuläre Psychophysiologie" separat veröffentlicht worden (Fahrenberg & Foerster, 1989).

7. Die statistische Auswertung folgte univariaten und multivariaten Verfahren und zufallskritischen Strategien, die sich in vorausgegangenen Untersuchungen bewährt hatten. Berücksichtigt wurden u.a. eine Parameterselektion aufgrund von Kovarianzzerlegungen u.a. Kriterien, statistische Kontrollen von wichtigen Kovariablen des Blutdrucks, die zentrale Bedeutung der Herzfrequenz bei der Bewertung der Diskriminationsleistung vieler anderer kardiovaskulärer Parameter, Analysen des Ausgangswert-Problems, Analysen von Reaktionsmustern, Versuche zur Gruppierung nach hämodynamischen Mustern.

8. Durch den Labor-Feld-Vergleich sollte ein Beitrag zur Frage der Generalisierbarkeit bzw. externen Validität der Laborbefunde ermöglicht werden.

Rückblickend können jetzt diese Absichten und Erwartungen kommentiert und einige methodologische Schlußfolgerungen für künftige Studien gezogen werden.

Die zweite Teilstudie konnte methodisch und organisatorisch weitgehend identisch durchgeführt werden. Bemerkenswerte Unterschiede gibt es einerseits durch die geringere Anzahl feh-

lender Daten in der zweiten Teilstudie und durch Mittelwertunterschiede in einigen Variablen, die teils auf Gerätekonstanten zweier Meßsysteme (Impedanzkardiograph, Fingerpuls-Aufnehmer) und teils auf veränderte Akklimatisationsbedingungen in der zweiten Teilstudie zurückzuführen sind. Aber hinsichtlich der wichtigsten Kreislaufvariablen Blutdruck und Herzfrequenz und hinsichtlich der psychologischen Testwerte aus den Fragebogen stammen die Teilnehmer beider Teilstudien offensichtlich aus derselben Grundgesamtheit. Dennoch konnten wichtige Gruppenunterschiede in der zweiten Teilstudie nicht repliziert werden - wie weiter unten noch zu diskutieren ist.

Trotz der intensiven und umfangreichen Bemühungen um das Screening ist es nicht gelungen, mehr "grenzwertige" Probanden zu gewinnen. In der Population der Freiburger Studenten scheinen sog. "Grenzwert-Hypertoniker" seltener zu sein als aufgrund der Berichte einiger anderer Autoren über zu erwartende Häufigkeiten angenommen werden konnte. Trotz der Beschränkung der Bereiche von Alter und Gewicht der Probanden bestehen noch Korrelationen von Alter, Gewicht, Größe und Oberarmumfang zum Ruheblutdruck, so daß diese Kovariablen kontrolliert werden müssen. Dies ist wohl in vielen anderen Studien nicht hinreichend geschehen. Die Frage nach differentieller psychologischer Reaktivität im Labor, die mit der interessierenden psychophysischen kardiovaskulären Reaktivität konfundiert sein könnte, ist ein wichtiges Thema der späteren Diskussion. Die Befunde sprechen dafür, daß die Eingewöhnung noch verlängert und speziell kontrolliert werden sollte.

Der multimodale Untersuchungsplan konnte im Labor im wesentlichen und mit zumutbarer Belastung der Probanden eingehalten werden. Das neu entwickelte psychophysiologische Monitoring ließ erst nach Anfangsschwierigkeiten und nach Anschaffung einer zweiten Gerätekonfiguration die gewünschten, an die Laboruntersuchung anschließenden Registrierungen im Alltag in ausreichender Zahl zu, so daß insgesamt 98 der 136 Probanden in diesem Untersuchungsabschnitt erfaßt sind.

Die Registriermethodik und die Biosignalanalyse mit dem System BIO14 haben sich im wesentlichen bewährt, doch wurde der zeitliche Aufwand für die gründliche Auswertung dieser umfangreichen und z.T. nur interaktiv bearbeitbaren Records unterschätzt. Dieser Datensatz eignet sich für eine Anzahl von Methodenstudien zu bestimmten Aspekten der kardiovaskulären Untersuchungsmethodik, so daß weitere Analysen geplant sind.

Hervorzuheben ist hier die Konsistenzprüfung der Blutdruckmessungen. Der Untersuchungsplan brachte es mit sich, daß verschiedene Meßsysteme verwendet werden mußten: auskultatorisch mit Stethoskop, automatisch mit dem Tensiomat FIB 4/6 (Boucke) im Labor und mit dem Meßwertspeicher (Par-Natic) im Feld. Da diese Abfolge z.T. mit der Zeitachse und mit der Körperlage (liegend, sitzend bzw. uneingeschränkt bewegungsfähig) konfundiert ist, kann für die gegenwärtige Untersuchung nicht befriedigend geklärt werden, ob die im Polygraph-Labor beobachteten, etwas niedrigeren Ruhewerte des Blutdrucks primär vom Meßsystem oder

von Gewöhnung und Körperposition abhängen. Die automatische Registrierung mit dem Tensiomat und die z.T. interaktive Auswertung mit dem Programm BIO19 sind - vor allem hinsichtlich Phase 5 - noch nicht völlig befriedigend (siehe Fahrenberg & Foerster, 1989; Fahrenberg et al., 1991a Kapitel 2.4.1 und in diesem Bericht Kapitel 2.3).

Es wäre zweckmäßig, den Blutdruck bereits im Labor mit dem Meßsystem, das für das ambulante Monitoring verwendet wird, zu erfassen. Ob die neueren Geräte dafür geeignet sind oder ob zumindest die Blutdruckwerte während der Ergometerarbeit weiterhin auskultatorisch bestimmt werden müssen, bleibt zu klären.

Die Datenerhebung, die Primäranalyse der Records und die statistische Sekundäranalyse waren sehr zeitintensiv, und ohne die arbeitsteilige und bewährte Zusammenarbeit aller im Titel dieses Berichts genannten Personen wäre ein solches Projekt völlig ausgeschlossen. Ob dieser Aufwand durch höhere Prägnanz der Untersuchungsergebnisse gerechtfertigt wird, ist eine auch hier nicht leicht beantwortbare Frage.

Die Beschäftigung mit Parameterselektion, mit biometrischen Problemen, mit kovarianzanalytischen Kontrollversuchen, mit dem Vergleich verschiedener Gruppierungen von Probanden und Teilmengen von Variablen hat wohl manche Aspekte, die sonst oft unzureichend berücksichtigt sind, deutlicher hervorheben und zumindest etwas klären können. Andererseits sind auch einige der grundsätzlichen konzeptuellen und methodischen Schwierigkeiten dieser Forschung und einige der unvermeidlichen Vorentscheidungen noch deutlicher geworden.

Schließlich hat der Labor-Feld-Vergleich zunehmende Zweifel an der externen Validität des psychophysiologischen Assessment im Labor entstehen lassen. So ist jetzt genauer zu fragen, inwieweit die Suche nach speziellen Gesetzmäßigkeiten oder die Kriterienvorhersage als Zielsetzung gelten sollen. Es gibt überzeugende Argumente dafür, daß das Blutdruckverhalten im Alltag (als Gefäßbelastung) mit den maßgeblichen Bedingungen der Blutdruckänderung, körperlichen und psychologischen Aspekten der Regulation, das relevante Kriterium in diesem Forschungsbereich ist. Insofern ist methodenkritisch zu fragen, was das psychophysiologische Assessment im Labor zur Aufklärung über Bedingungsbeziehungen, über situative und habituelle Merkmale als Prädiktoren der Blutdruckänderungen und auch der nächtlichen Erholungsverläufe beitragen kann. Die vorliegende Untersuchung sollte einige Schritte auf dem neuen Weg zu einer komplementären Forschungsstrategie, welche Labor und Feld, also die Prinzipien der internen und der externen Validität berücksichtigt, leisten.

Das Problem adäquater Klassifikation des Blutdruckverhaltens

Von den 136 Untersuchungsteilnehmern wurden in Anlehnung an die Definitionsvorschläge der WHO aufgrund von sechs Messungen (je zwei Messungen in drei verschiedenen Ruhesi-

tuationen, liegend nach 5 Minuten Ruhe, an insgesamt zwei verschiedenen Tagen) wie folgt gruppiert:

48 Probanden mit einem Mittelwert PS > 140 und/oder PD5 > 90 mmHg (GWHT6);

31 Probanden mit mindestens einem Meßwert PS > 140 und/oder PD5 > 90 mmHg (GWHT1), welche auch die Probanden mit dem Kriterium GWHT6 einschließen, falls nur zwei Gruppen (GWHT/NT) verwendet werden;

57 Probanden mit Meßwerten unter diesen Grenzwerten (NT). Für diese Gruppierungen ist bei der weit überwiegenden Anzahl der Probanden der systolische Blutdruck maßgeblich, da der diastolische Blutdruck nur selten erhöht ist und eine relativ geringe interindividuelle Varianz zeigt. Von den 48 Personen mit einem über sechs Werte gemittelten Ruheblutdruck PS > 140 und/oder PD5 > 90 mmHg haben 35 einen nur systolisch, 4 einen nur diastolisch und 9 einen sowohl systolisch als auch diastolisch über diesem Grenzwert liegenden Blutdruck.

Die drei Gruppen werden als Probanden mit grenzwertig erhöhtem Blutdruck, mit leicht erhöhtem und mit normotonom Blutdruck bezeichnet. Die Bezeichnung der beiden Gruppen GWHT1 und GWHT6 als labil/hypertensiv soll jedoch ausdrücken, weshalb der Begriff "Grenzwert-Hypertonie" als inadäquat angesehen wird. Erstens gibt es keinen rational begründbaren Grenzwert, zweitens sind einzelne Blutdruckmessungen (auch unter standardisierten Ruhebedingungen) nicht hinreichend objektiv, reliabel und reproduzierbar, um solche Festlegungen zu gestatten, und drittens berücksichtigt die Konzeption eines grenzwertigen Ruheblutdrucks nicht die Variabilität und Reaktivität des Blutdrucks. Deshalb sollen auch die medizinischen Interventionsstrategien wesentlich von dem Verlauf der Blutdruckmessungen in einem längeren Beobachtungsintervall bestimmt werden (siehe z.B. die Empfehlungen der Deutschen Hochdruckliga e.V.)

Die vorliegende Untersuchung ergab weitere Argumente gegen solche Klassifikationen. Verschiedene Indizes der labil/hypertensiven Blutdruckregulation konvergieren so wenig, daß die Orientierung allein an Ruhewerten als unzureichend gelten muß. Eine mangelnde Übereinstimmung zwischen Ruhewerten und Ergebnissen von Kreislauf-Funktionsprüfungen ist in der Literatur gelegentlich - insbesondere im hypertonen Bereich - beschrieben worden, doch fehlten bisher breitere Ansätze, welche auch die biometrischen Probleme (Ruhewerte, Reaktionswerte, Belastungswerte) berücksichtigen. Die Gruppierungen nach Ruhewerten, nach Ergebnissen des Orthostase-Versuchs und des Ergometer-Versuchs überlappen für die 136 Probanden so wenig, daß eine zusammenfassende Einstufung hier nur mit großen Vorbehalten vorgenommen wurde. Der Mittelwert der Ruhewerte und deren Standardabweichung, d.h. Niveau und Variabilität als zwei Aspekte des Blutdruckverhaltens, korrelieren nicht. Andererseits bestehen zwischen den Ausgangswerten des Blutdrucks und den als Reaktionswerten üblichen Differenzwerten systematische Beziehungen im Sinne einer positiven Ausgangswert-Abhängigkeit, bei welcher statistische und funktionelle Aspekte differenziert werden müssen: bei höheren Ruhe-Ausgangswerten sind unter verschiedenen mentalen und emotionalen sowie körperli-

chen Belastungen im allgemeinen höhere Reaktionswerte zu erwarten. Probanden mit höheren Ruhewerten sind also reaktiver. Insgesamt dominiert jedoch der habituelle Niveauunterschied im Blutdruck während des gesamten Untersuchungsablaufs. Reaktionswerte (ALS) und Recovery-Werte scheinen kaum zur Diskrimination NT/GWHT beizutragen, wobei diese Gruppen allerdings aufgrund von Niveauunterschieden gebildet waren. Diese verschiedenen Aspekte sind in Kapitel 3.4.1 ausführlich behandelt.

Als Schlußfolgerung ergibt sich, daß die Ruhewerte einen hervorragenden Anteil der individuellen Unterschiede des Blutdruckverhaltens beschreiben.

Die so elementar erscheinenden Fragen nach dem Zusammenhang von Niveau und Reaktion und nach den wesentlichen Parametern zur Deskription des Blutdruckverhaltens sind noch nicht befriedigend geklärt. Vielleicht kann dies auch nur im Hinblick auf definierte Kriterien, z.B. Morbiditäts-Kriterien in follow-up-Studien, geschehen. Aus den Ergebnissen des Labor-teils dieser Untersuchung folgt jedoch, daß auch andere Aspekte der Blutdruckregulation parametrisiert und ggf. als Prädiktoren verwendet werden sollten, statt sich nur auf die Gruppierung nach Ruhewerten zu stützen. Diese Versuche zur Differenzierung zwischen Parameterklassen finden sich auch in der Forschung zum ambulanten Blutdruck-Monitoring.

Eine zweite Schlußfolgerung ergibt sich für die zu verwendenden Blutdruckwerte, wenn die simplifizierende Klassifikation in Grenzwert-Hypertoniker vermieden werden soll. Vorzuziehen ist die Verwendung des systolischen, des diastolischen und des mittleren Blutdrucks als dimensionale Größen, jedoch nach einer Standardisierung. Das Alter, das Körpergewicht und die Größe sowie der Oberarmumfang sind - sogar im eingeschränkten Variationsbereich der vorliegenden Studie - signifikante Kovariablen des Ruheblutdrucks. Für die alltäglichen Entscheidungen in der Praxis wird diese Korrelation wahrscheinlich von geringer Bedeutung sein; in der Forschung, auch in der Forschung über die Wirkung von Antihypertensiva, sollten diese Kovariablen dagegen nicht vernachlässigt werden. In der ersten Teilstudie wurde hierfür ein standardisierter Blutdruckwert, d.h. ein Residualwert nach statistischer Kontrolle der vier Kovariablen, vorgeschlagen. Bei der Prüfung auf Gruppenunterschiede in physiologischen Variablen haben sich diese Kovariablen erneut als wichtig erwiesen, so daß rückblickend eine solche Standardisierung für die betreffenden Bezugs- oder Vergleichsgruppen noch deutlicher unterstrichen werden muß. Künftige Studien sollten demonstrieren können, daß beobachtete Effekte nicht nur für die primären Blutdruckwerte, sondern auch für solche standardisierten Blutdruckwerte gelten.

Die am vorliegenden Datensatz möglichen Analysen über die Konvergenz und die diskriminante Validität verschiedener Parametrisierungen der Blutdruckregulation einschließlich der beiden Funktionsprüfungen durch Orthostase und Ergometerarbeit sind noch nicht abgeschlossen und sollen später fortgesetzt werden. Die folgende Darstellung bezieht sich schwerpunktartig auf die Gruppierungen nach Ruheblutdruck, verwendet dabei aber mehrere Kriterien, um

den erwähnten Vorbehalten Rechnung zu tragen; außerdem wurden andere Gruppierungen und Parametrisierungen vorgenommen, exploriert und teilweise auch in die gegenwärtige Darstellung einbezogen.

Prüfung von Hypothesen über Gruppenunterschiede (mit Replikation)

Dieses Forschungsvorhaben ging von der Erwartung und von der allgemeinen Fragestellung aus, daß sich Personen mit erhöhtem, aber medizinisch noch unbehandeltem, labil/hypertensivem Blutdruck von normotonen Kontrollpersonen derselben Population in einigen psychologischen und physiologischen Merkmalen unterscheiden.

Auf der psychologischen Seite handelt es sich um Merkmale, die als allgemeine Risikomerkmale, als Psychovegetatives Syndrom A und B und als Konstruktbereich Erregbarkeit, Ärger, Aggressivität und Hemmung zusammengefaßt wurden (siehe Tabelle 3.4). Auf physiologischer Seite wurden Gruppenunterschiede erwartet: in Reaktionswerten des Blutdrucks; in der Herzfrequenz; in anderen kardiovaskulären Parametern, insbesondere den Indizes eines erhöhten beta-adrenergen und alpha-adrenergen Erregungsniveaus; in verminderter respiratorischer Arrhythmie als Index verringerter vagaler Einflüsse auf das Herz, erhöhten Catecholaminwerten im Urin, sowie anderen vegetativen Parametern, die als Indikatoren erhöhter Aktiviertheit bzw. Aktivierung anzusehen sind (siehe Übersicht auf Seite 7).

Die erste Teilstudie bestätigte einige dieser Hypothesen. Trotz der relativ großen Anzahl von statistischen Tests, die allerdings im hypothesenprüfenden Teil des Vorhabens mit einseitiger Fragestellung geplant und vom explorativen Teil getrennt waren, wurde auf eine Adjustierung des α -Niveaus verzichtet. Da von vornherein ein Replikationsversuch vorgesehen war, sollte dieser die überzeugenderen Antworten zu den Hypothesenprüfungen geben.

Die Replikationsversuche der wenigen signifikanten Effekte der ersten Teilstudie müssen auf psychologischer Seite als gescheitert und auf physiologischer Seite als weitgehend gescheitert angesehen werden. Es gibt hier keine verhältnismäßig robusten Effekte, die in beiden Teilstudien auftreten und deshalb eine Generalisierung zulassen würden. Weitgehend nicht replizierbar sind auch einige Gruppenunterschiede in psychologischen Variablen, welche in explorativen Analysen festgestellt und wegen plausibel erscheinender Zusammenhänge zur Interpretation herangezogen wurden (siehe Zusammenfassung der ersten Teilstudie Seite 8).

Unerwartet nach diesem übereinstimmenden Scheitern des Replikationsversuchs waren die Ergebnisse aus der Prüfung derselben Hypothesen an der zusammengefaßten Studie. Auf der psychologischen Seite gibt es weiterhin nur vereinzelte Effekte (siehe S. 39). Labil/hypertensive haben eine Tendenz, sich gesundheitlich beeinträchtigt zu fühlen, körperliche Beschwerden zu berichten und durch die Untersuchung irritiert zu sein, doch zeigen sich auf der physiologischen Seite zahlreiche Effekte, die auch der kovarianzanalytischen Kontrolle der

Kovariablen bzw. der Kontrolle an einer parallelisierten Gruppierung (mit dem Kriterium GWHT6) stand halten.

Eine Erklärung dieses Sachverhalts ist in der Anzahl der in jeder Teilstudie untersuchten Personen zu sehen: in der Teilstudie A erfüllten 36 (= 44%) und in der Teilstudie B nur 12 (= 22%) Personen das Kriterium GWHT6. Bei geringen Effektgrößen ist die Anzahl der Freiheitsgrade in den Varianzanalysen besonders kritisch. Unter dem Gesichtspunkt einer Power-Analyse könnte gefragt werden, wieviele Personen in der zweiten Studie erforderlich wären, um den beobachteten Gruppenunterschied z.B. in der FPI-Skala "Gehemmtheit" und in Parametern wie HF, RSA, SCR-Anzahl replizieren zu können (siehe Tabelle O im Anhang). Die zweite Teilstudie hätte angesichts der geringen Mittelwert-Unterschiede zwischen den Blutdruck-Gruppen erheblich umfangreicher sein sollen. Solche vorausgehenden Power-Analysen waren aber nicht vorgenommen worden, da mit dem intensivierten Screening zur zweiten Teilstudie eine deutlich höhere Anzahl "grenzwertiger" Probanden erwartet worden war. Tatsächlich ist dies jedoch nicht gelungen. Empirisch sind die notwendigen Gruppengrößen kaum zu erreichen.

Dieser unerwartete Verlauf von Teilnehmeranwerbung und Replikationsstrategie führt in ein Dilemma. Bei konservativer Haltung muß der Replikationsversuch auf beiden Ebenen als gescheitert angesehen werden. Bei liberaler Einstellung sind dagegen die Gruppenunterschiede in kardiovaskulären und andern physiologischen Parametern hervorzuheben und heuristisch auch die tendenziell vorhandenen psychologischen Hinweise.

Im Kapitel (3.3.2) wurde beschrieben, daß die Gesamtstudie Gruppenunterschiede in physiologischen Funktionen, d.h. also nicht nur in kardiovaskulären Parametern erkennen läßt. Labil/hypertensive Personen zeigen außer höheren Blutdruckwerten:

- höhere Herzfrequenz und kürzere Systolenzeiten (positiv chronotroper Effekt),
- höheren Heather-Index, der als Hinweis auf höhere Kontraktionskraft gedeutet wird (positiv inotroper Effekt),
- höhere Pulswellengeschwindigkeit (Carotis) und Hinweise auf stärkere periphere Vasoconstriction (Finger im Ggs. zum Ohr),
- Hinweise auf verminderte vagale Einflüsse (RSA),
- gesteigerte elektrodermale Aktivität (erhöhter sympathischer Einfluß),
- Hinweise auf erhöhte neuromuskuläre/motorische Aktiviertheit.

Dieses unerwartet breite Spektrum physiologischer Unterschiede ist auf diese Weise in der Literatur noch nicht beschrieben worden. Es läßt sich als ein Zustand erhöhter sympathischer Aktivität mit kardialen, vasoconstrictiven und elektrodermalen Wirkungen und eventuell verminderten vagalen Einflüssen am Herzen sowie begleitenden neuromuskulären Effekten interpretieren. Die Breite dieses Spektrums kann fast dazu veranlassen, den fragwürdigen Begriff

einer generalisierten Aktivierung heranzuziehen, um diese physiologische "Bereitstellung" im Vergleich zu den normotonen Probanden zu charakterisieren.

Die beschriebenen Effekte können jedoch, nach dem Verlauf der Replikationsversuche und der methodenkritischen Kontrollen nicht als robust angesehen werden. Nur eine neue und notwendigerweise große Replikationsstudie könnte diese Hypothesen erhärten.

Weitere Ergebnisse

Der zwiespaltige Ausgang des Replikationsversuchs darf nicht vergessen lassen, daß die Untersuchung andere Ergebnisse liefert, welche als weiterführend, sogar als neu und überprüfenswert gelten können.

Eine für die Ätiologie der primären Hypertonie wichtige Frage bezieht sich auf die Reaktionsspezifität. Haben Personen mit erhöhtem Blutdruck unabhängig vom Blutdruckniveau mehr individualspezifische Reaktionsmuster in kardiovaskulären Parametern, insbesondere in Blutdruckvariablen, als Kontrollpersonen? Diese Hypothese war in der ersten Teilstudie wegen der zu geringen Personenzahl mit signifikantem ISR-Verhalten kaum entscheidbar. An der zusammengefaßten Studie ist diese Hypothese (siehe Kapitel 3.4.2) bestätigt worden.

Dieses Ergebnis muß jedoch mit Vorbehalten versehen werden. Die Prüfung dieser ISR-Verteilungen zwischen den Gruppen ist wegen der immer noch relativ geringen Zellenbesetzungen und wegen der nicht befriedigenden Reproduzierbarkeit solcher ISR-Typen über eine unterschiedliche Auswahl von Phasen und Variablen problematisch. Wegen der für eine breitere Generalisierung erforderlichen Größenordnung wird es jedoch kaum Replikationsversuche geben können. Zusammenfassend kann also nur behauptet werden, daß die theoretisch relevante ISR-Hypothese hier nicht zurückgewiesen werden konnte: Bei Personen mit erhöhtem Blutdruck, die nicht medizinisch behandelt werden, sind mehr Personen mit individualspezifischem Reaktionsverhalten des systolischen Blutdrucks zu finden als in der Kontrollgruppe.

Personen mit erhöhtem Blutdruck zeigen in verschiedenen Ruhe- und Belastungs-Situationen auch eine höhere Herzfrequenz als die Kontrollgruppe. Dieser sehr signifikante und substantielle Gruppenunterschied scheint aber primär unter Laborbedingungen aufzutreten und ist während des ambulanten Monitorings in den Mittelwerten des Tages und der Nacht nur minimal vorhanden bzw. fehlend. Dieser Befund entspricht dem als office-hypertension bekannten Sachverhalt, daß viele normotone und hypertone Personen im Arztzimmer bzw. unter Klinik- und Labor-Bedingungen erhöhte Blutdruckwerte im Vergleich zu ihren habituellen Werten unter Alltagsbedingungen aufweisen. Hier bleiben allerdings die Gruppenunterschiede im Niveau des Blutdrucks im Labor und Feld im Prinzip erhalten, während sich die Herzfrequenz differentiell verhält, d.h. primär im Labor erhöht ist und sich dann im Feld angleicht.

könnten in Untersuchungen, die in dieser Hinsicht weniger Vorbereitung geben, noch größer sein. Dies könnte den widersprüchlichen und zusammengekommen eher negativen Stand der Literatur zur Frage einer erhöhten Herzfrequenz bei Grenzwert-Hypertonikern (siehe Fredrikson & Matthews, 1990) erklären.

Wenn die Herzfrequenzzunahme hier als verhältnismäßig valider und sehr reliabler Indikator der psychophysischen Aktiviertheit bzw. auch des verringerten vagalen Einflusses auf das Herz gesehen wird, dann stellt sich die Frage, ob hier differentielle Effekte bestehen könnten, welche jede Prüfung auf Gruppenunterschiede zwischen labil/hypertensiven und normotonen Personen bzw. überhaupt psychophysiologische Untersuchungen dieser Art betreffen. Unter Laborbedingungen zeigen die labil/hypertensiven Personen (oder eine Teilgruppe) mit der (disproportional zur Aktiviertheit von normotonen Probanden) erhöhten Herzfrequenz ein interessantes Verhalten, das genauer analysiert werden muß.

Welche Auswirkung hat die situativ-reaktiv erhöhte Herzfrequenz auf die interne und externe Validität psychophysiologisch-hämodynamischer Untersuchungen? Die Herzfrequenz ist ein herausragender Parameter der Hämodynamik, weil die Herzfrequenz im Verbund mit vasoconstrictiven Effekten als schnelles Kontrollsystem geregelt wird, um über das Herzzeitvolumen und die regionale Umverteilung des Blutflusses eine adäquate Versorgung der Organsysteme zu sichern. Die Herzfrequenz ist nicht nur in funktioneller Hinsicht, sondern auch in auswertungstechnischer und deskriptiver Hinsicht ein dominierender Parameter. Eine große Anzahl der nicht-invasiv faßbaren kardiovaskulären Parameter hängt unter chronotropem Aspekt mit der Herzfrequenz zusammen. Durch Kovarianzzerlegungen lassen sich diese bei manchen Variablen intraindividuell sehr hohen, fast redundanten Beziehungen in P-Technik zeigen (siehe Fahrenberg et al., 1991a, Fahrenberg & Foerster, 1991). Dieser Sachverhalt führt zu der Frage nach dem inkrementellen Beitrag bestimmter kardiovaskulärer Parameter, wenn es um die Diskrimination von Blutdruckgruppen geht. Die schrittweisen Kovarianzanalysen haben hier erkennen lassen, daß solche statistischen Kontrollen möglich und sogar notwendig sind, um die Diskriminationsleistung einzelner Parameter beurteilen zu können. Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse sind geeignet, diesen Überlegungen und den notwendigen Kontrollen mehr Aufmerksamkeit zu verschaffen.

Ein wichtiges Ergebnis ist aufgrund der speziellen Analysen zum Thema Ausgangswert-Abhängigkeit und Reaktivität hervorzuheben: höhere Ruhe- bzw. Ausgangswerte des Blutdrucks sind mit höheren Reaktionswerten des Blutdrucks assoziiert. Höhere Ruhewerte und Reaktionswerte des Blutdrucks, hier vor allem des systolischen Blutdrucks, und eine höhere Herzfrequenz im Labor kennzeichnen die Gruppe der labil-hypertonen Probanden. Diese Befunde lassen sich mit der Vorstellung eines im Anfangsstadium der primären Hypertonie beeinträchtigten Baroreceptorreflex-Mechanismus gut vereinbaren.

Die Versuche zur Typisierung der kardiovaskulären Reaktionen auf die Belastungen im Polygraph-Labor im Sinne einer Minitypologie hämodynamischer Regulationsformen haben erneut zu kritischen Schlußfolgerungen geführt. Die in der Literatur verbreitete Unterscheidung von Untergruppen, welche primär mit der Veränderung der Herzfrequenz, des Herzminutenvolumens oder des peripheren Widerstandes reagieren, konnte für den vorhandenen Datensatz nicht fruchtbar gemacht werden. Entweder sind andere Größenordnungen der Reaktionsvarianz erforderlich oder die Probanden müßten sich in fortgeschritteneren Stadien der vermuteten Entwicklung zur primären Hypertonie befinden - oder diese Typisierung ist eine zu große Vereinfachung der empirisch vorkommenden hämodynamischen Reaktionsweisen und individuellen Differenzen.

Es gibt von der oft unzureichenden Zellenbesetzung abgesehen auch grundsätzliche meßmethodische und biometrische Schwierigkeiten, auf die schon im vorausgegangenen Bericht eingegangen wurde. HMV-Index und TPR-Index sind rechnerisch abhängig, so daß die hohe intraindividuelle Korrelation Differenzierungen sehr erschwert. Aber der aus einer Kombination von relativer Änderung der Fingerpuls-Amplitude und relativer Änderung der Fingertemperatur gebildete Index peripherer Durchblutung führte kaum weiter. Vierfelder-Gruppierungen unter je zwei dieser ausgewählten, von Ausgangswerten unabhängigen Veränderungsindices (ALS-Aggregaten über vier Phasen) waren wegen der zu geringen Anzahl kontrastorisch reagierender Probanden bzw. wegen der zu geringen Kovariation zwischen diesen ausgewählten Parametern nicht durchführbar. So bestätigt sich hier erneut der Eindruck nach der ersten Teilstudie, daß eine empirisch befriedigend gestützte Minitypologie in diesem Bereich und bei dieser Datenbasis nicht vorzuweisen ist.

Ausblick

Für die Planung weiterführender Untersuchungen waren die Erfahrungen und die Ergebnisse des psychophysiologischen ambulanten Monitorings sehr anregend. Psychologische Gruppenunterschiede konnten in den wiederholten Selbsteinstufungen unter Alltagsbedingungen allerdings kaum festgestellt werden. Die Labil-hypertensiven scheinen im Tages-Mittelwert körperlich weniger angespannt und weniger gelangweilt zu sein, haben sich tendentiell auch weniger geärgert. Das follow-up an einer Teilgruppe ergab, daß die mittleren Blutdruck- und Herzfrequenz-Werte des Tages und der Nacht sowie einige der aggregierten Befindensmerkmale habituelle Personenunterschiede mit bemerkenswert hohen Stabilitätskoeffizienten repräsentieren. Der Labor-Feld-Vergleich mit den multiplen Regressionen zur Prüfung der inkrementellen prädiktiven Validität von Meßwerten des Blutdrucks und der Herzfrequenz aus bestimmten Laboraufgaben ergaben interessante Zusammenhänge, z.B. zwischen orthostatischer Reaktion und mittlerem Blutdruck des Tages. Es zeigte sich aber auch, daß das Verhalten unter Alltagsbedingungen im Vergleich zum Labor ein relativ autonomes "Feld" darstellt, wobei die Geschehenstypen von Labor und Feld einander kaum zuzuordnen sind.

Auch im Feld zeigen sich, von u.U. eindrucksvollen Einzelfällen abgesehen, kaum psychophysiologische Zusammenhänge systematischer Art, jedenfalls keine robusten Effekte.

Eine wichtige Aufgabe, die auch in ihrer methodologischen Perspektive über dieses Forschungsgebiet hinausragt, ist die Weiterentwicklung der hier vorgestellten multimodalen Methodik. Es geht nicht allein um die simultane Registrierung von kardiovaskulären Veränderungen und Befindensänderungen, sondern auch um die Kombination von standardisierten Laboraufgaben und wenig strukturierten Alltagsabläufen. Für die Anschlußstudie zur Psychophysiologie der Blutdruckregulation wurde ein strategischer Kompromiß gewählt. Patienten mit chronischer primärer Hypertonie werden während ihres vier bis sechs Wochen dauernden Aufenthalts in einer psychosomatisch orientierten Rehabilitationsklinik drei mal untersucht. An jedem der drei Tage wird ein 24-Stunden-Monitoring (mit Meßwertspeicher und PC zur Protokollierung des Befindens) durchgeführt, jedoch zu Beginn jedes Untersuchungstages auch eine Registrierung unter Standardbedingungen in der Klinik (mit Kaltwasser-Test, aktiver Entspannung, Reaktionszeit-Versuch, Treppensteigen) vorgenommen. Dieses Untersuchungskonzept ermöglicht, bei insgesamt stärkerer Bedingungskontrolle als in der vorliegenden Studie, eine weiterführende Untersuchung wichtiger Aspekte im Bereich erhöhter Blutdruckwerte bzw. primärer Hypertonie.

Die möglichen und teilweise schon begonnenen Analysen an dem ungewöhnlich umfangreichen Datensatz der 136 Probanden betreffen verschiedene Fragestellungen, von denen hier die folgenden hervorgehoben werden:

- weitere Versuche zur Parametrisierung von Reaktionsverläufen aufgrund der vorliegenden Schlag-zu-Schlag-Analyse mit spezieller Auswertung einzelner Manöver und Belastungen;
- kritische Analysen über Beziehungen zwischen RSA, CARSPAN-Analysen der Herzfrequenzvariabilität und Indizes des Valsalva-Manövers;
- Darstellung der Kovarianzzerlegungen am gesamten Datensatz;
- weitere Suche nach Korrespondenzen zwischen der Kreislaufanpassung während Orthostase, während Muskelarbeit und während anderer Laboraufgaben - auf dem Wege zu einer vielleicht befriedigenderen Definition von "labil/hypertensiver Blutdruckregulation";
- Reanalysen der Reaktionsverläufe und der Gruppierungen im Hinblick auf mögliche Untergruppen hämodynamischer Einstellung und Reaktion.

Im Rückblick soll die zentrale und kritische Frage nicht vermieden werden: Unterscheiden sich die nach Ruhewerten des Blutdrucks gebildeten Gruppen überhaupt in anderen Eigenschaften als in eben diesen Blutdruckvariablen? Für den psychologischen Bereich muß die Null-Hypothese beibehalten werden. Für den physiologischen Bereich kann die Alternativhypothese wegen des zwiespältigen Ausgangs des Replikationsversuchs nicht ohne große Vorbehalte angenommen werden. Die empirischen Ergebnisse dieser vielfältig kontrollierten Untersuchungen sprechen jedoch für Gruppenunterschiede, die sich nicht auf den Blutdruck oder auf von die-

sem direkt abhängige Parameter beschränken, sondern die Herzfrequenz und in einem breiteren Spektrum auch andere kardiovaskuläre und vegetative Parameter umfassen. In der Gruppe der Probanden mit labil/hypertensivem bzw. leicht erhöhtem Blutdruck finden sich Anzeichen eines höheren vegetativen Aktivierungsniveaus. Dieses ist nicht einfach als sympathisch-adrenerges Muster zu beschreiben, sondern scheint mehrere Komponenten zu haben. Neben Hinweisen auf beta-adrenerge, alpha-adrenerge und sympathisch-cholinerge Effekte gibt es auch Hinweise auf vagal-inhibitorische Einflüsse und vielleicht auch neuromuskuläre Begleiterscheinungen.

Es ist aber festzuhalten, daß der psychologische und der psychophysiologische Ansatz nach vielfältigen Kontrollen und Absicherungsbemühungen schließlich in erster Linie physiologische Gruppenunterschiede aufgezeigt hat - zwar auch unter psychologisch beschreibbaren Bedingungen, aber nicht in einem plausiblen Zusammenhang mit primär psychologischen Konstrukten. Der psychophysiologischen Perspektive am nächsten kommen hier wohl die Befunde zum Eingewöhnungseffekt.

5. Zusammenfassung

In diesem Forschungsvorhaben zur Psychophysiologie der labil/hypertensiven Blutdruckregulation wurden in zwei methodisch weitgehend identischen Teilstudien insgesamt 136 männliche Studenten untersucht: 48 mit grenzwertigem hypertonen Blutdruck (WHO-Kriterium; Mittelwert von 6 Ruhemessungen > 140 systolisch oder > 90 mmHg diastolisch), 31 mit leicht erhöhtem Blutdruck (mindestens eine Messung über dem Grenzwert) und 57 mit normotonomem Blutdruck. Die zweite Teilstudie war als Replikationsversuch geplant.

Eine Voruntersuchung diente zur Eingewöhnung und zur Erhebung von Fragebogendaten. In der Hauptuntersuchung wurden Mehrkanal-Registrierungen von kardiovaskulären und anderen physiologischen Funktionen sowie wiederholte Selbsteinstufungen von Befinden und Körperwahrnehmungen während mentaler und emotionaler Belastungen (Rechnen, Konzentrationsversuch mit Überforderung, Freie Rede) und während körperlicher Belastungen (Atemmanöver, Handgriff-Versuch, Kaltwasser-Versuch) durchgeführt, außerdem ein Orthostase-Versuch und Arbeit am Fahrradergometer bei 100 Watt. Anschließend nahmen 98 Probanden an einem psychophysiologischen ambulanten 24-Stunden-Monitoring teil, um Blutdruck, Herz- und Atemfrequenz, Bewegungsaktivität sowie begleitend auch Selbsteinstufungen unter Alltagsbedingungen zu erfassen.

Die Gruppierungen nach den Ruhewerten des Blutdrucks, nach der orthostatischen Reaktion und nach der Blutdruckregulation während körperlicher Arbeit konvergieren nicht befriedigend. Generell besteht eine positive Ausgangswert-Beziehung zwischen dem Blutdruck und den Reaktionswerten (Differenzen): Probanden mit höheren Ruhewerten sind auch reaktiver. Sie haben außerdem im Labor eine höhere Herzfrequenz, aber nicht während des Monitorings.

Einige signifikante Gruppenunterschiede in psychologischen Merkmalen konnten nicht repliziert werden. Es gibt aber Hinweise, daß Personen mit grenzwertigem Blutdruck mehr körperliche Beschwerden nennen und sich durch die Untersuchung stärker beeinträchtigt fühlen. Auch unter Alltagsbedingungen unterscheiden sich hier die drei aufgrund der Ruhewerte gebildeten Gruppen psychologisch nicht wesentlich. Dagegen gibt es signifikante Effekte u.a. in der Herzfrequenz, im Heather-Index des Impedanzkardiogramms, in der Pulswellengeschwindigkeit (Carotis), in der elektrodermalen Aktivität. Die labil/hypertensive Gruppe weist demnach ein höheres Niveau kardiovaskulärer und elektrodermalen Aktivität auf. Die Ergebnisse werden als Hinweis auf positiv chronotrope, positiv inotrope Effekte, erhöhte sympathische (vasoconstrictive und elektrodermale) Wirkungen und verminderte vagale Einflüsse am Herzen interpretiert.

Verzeichnis der Tabellen

Der vorliegende Bericht ist als zusammenfassender Arbeitsbericht über einen relativ abgeschlossenen Teil des gesamten Projektes gedacht. In diesem Bericht ist außerdem eine Dokumentation, welche für weiterführende Analysen wichtig ist, enthalten, so daß hier ein relativ umfangreicher Tabellen-Teil angelegt wurde.

Tabellen im Text

- 2.1 Ausgewählte Variablen für den Vergleich
- 2.2 Untersuchungsphasen im Polygraph-Labor
- 2.3 Variablenliste
- 2.4 Untersuchungsphasen im Kreislauf-Labor
- 2.5 Variablenliste
- 2.6 Übersicht über die Gruppierung der Probanden
- 2.7 Übersicht über die Gruppierung aufgrund Orthostase-Versuch und Ergometer-Versuch

- 3.1 Mittelwertvergleich der Teilstudien 19 Phasen
- 3.2 Mittelwertvergleich der Teilstudien im Kreislauf-Labor
- 3.3 Beziehungen zwischen Blutdruck-Gruppierungen
- 3.4 Replikationsversuch psychologische Variablen
- 3.5 Übersicht zu physiologischen Gruppenunterschieden (Level)
- 3.6 Übersicht zu physiologischen Gruppenunterschieden (Scatter, Shape)
- 3.7 Reaktionen von Blutdruck und Herzfrequenz (Skalierungen)
- 3.8 Ausgangswert-Beziehungen
- 3.9 Übersicht über ISR-Analysen
- 3.10 Labor-Feld-Statistik von Blutdruck und Herzfrequenz
- 3.11 Labor-Feld-Vorhersage von Blutdruck und Herzfrequenz
- 3.12 Labor-Feld-Vergleich von Blutdruck und Herzfrequenz
- 3.13 Korrelationsmatrix von Indizes der Blutdruck- und Herzfrequenz-Variabilität

Tabellen im Anhang

- A Missing-Data-Statistik für Phasen
- B Missing-Data-Statistik für Variablen
- C Missing-Data-Statistik für Personen
- D Missing-Data-Statistik für Phasen/Variablen
- E Missing-Data-Statistik für Phasen/Variablen
- F Ausgewählte Statistiken der 63 physiologischen Variablen
- G Mittelwertvergleich der Teilstudien Phase Anfangsruhe ARU
- H Mittelwertvergleiche der Teilstudien Phase Rechnen RE
- I Physiologische Variablen des Kreislauf-Labors (Teilstudien, Phasen)
- J Übersicht zur Feldregistrierung
- K Selbsteinstufungen im Feld
- L1 bis L12 Varianz- und Kovarianz-Analysen
- L13 Mittelwertunterschiede NT/GWHT ARU und 19 Phasen
- M1 bis M4 Vergleich der Teilstudien
- N1 bis N6 Spezifitätsanalysen
- O Ergebnisse der Power-Analyse (erste Teilstudie)

Tabelle A: Missing-Data-Statistik für Phasen. Prozentuale Häufigkeit fehlender Daten bezogen auf alle Personen (Studie 47A: N=81; Studie 47B: N=55) multipliziert mit (1) allen 63 Variablen und (2) 54 Variable (ohne Blutdruck).

Phase	Studie 47 A		Studie 47 B	
	(1)	(2)	(1)	(2)
1 ARU	4.64	4.89	3.35	2.90
2 RE	19.03	5.53	15.87	1.85
3	6.21	6.68	3.15	3.20
4	5.00	5.42	1.85	1.99
5 AA	39.21	29.08	33.88	22.86
6	32.77	33.38	23.61	23.13
7	29.16	29.38	23.09	23.00
8 KON	6.80	7.16	1.82	1.99
9	7.64	8.09	3.55	4.01
10	6.82	7.18	2.89	2.90
11	7.45	7.86	3.20	3.40
12	7.31	7.59	2.45	2.53
13	8.72	9.24	3.03	3.40
14	9.25	9.69	2.40	2.59
15 AP	25.10	12.62	21.56	8.48
16	25.46	23.05	16.91	11.78
17	13.25	14.22	12.29	12.46
18 HG	20.42	7.16	16.59	2.69
19	19.79	6.42	15.61	1.55
20	10.19	8.07	7.88	3.13
21	7.29	8.12	3.32	3.00
22 KRI	19.07	5.58	16.39	2.46
23	6.04	6.36	2.40	2.05
24	8.72	9.01	8.28	6.90
25	7.62	8.00	3.75	3.40
26 KW	20.97	7.80	16.94	3.10
27	6.74	6.31	4.68	2.83
28	14.91	13.72	10.33	8.15
29	13.87	13.10	8.92	7.91
30 ERU	6.86	7.41	3.26	3.06

Anmerkung: In den Phasen 2, 5, 15, 18, 19, 22 und 26 fanden keine Blutdruckmessungen statt, sodaß hier in den Spalten (1) 9 von 63 Variablen = 14.3 % der Daten a priori fehlen müssen.

Tabelle C: Missing-Data-Statistik für Personen. Prozentuale Häufigkeit der fehlenden Daten bezogen auf (1) 30 Phasen x 63 Variable, (2) 30 Phasen x 54 Variable (ohne Blutdruck), und (3) auf 23 Phasen (Phasen mit Blutdruckmessung) x 63 Variable.

VpNr.	Studie 47 A			VpNr.	Studie 47 B		
	(1)	(2)	(3)		(1)	(2)	(3)
1	16.14	13.15	11.66	1	7.83	4.75	4.62
2	12.86	9.75	9.04	2	5.08	1.60	1.93
3	24.50	23.02	19.88	3	7.09	4.01	4.07
4	12.22	9.75	8.07	4	7.94	2.78	5.45
5	34.97	31.67	39.27	5	7.51	3.89	4.97
6	11.96	8.77	9.25	6	8.68	1.85	6.69
7	9.58	5.80	7.11	7	12.17	8.64	9.73
8	38.41	37.65	35.96	8	6.67	1.67	4.00
9	20.48	18.21	16.91	9	7.25	3.58	4.69
10	18.94	15.74	15.18	10	5.29	.99	2.28
11	11.59	8.70	8.49	11	21.06	18.46	18.98
12	33.33	29.81	36.37	12	4.23	1.05	1.04
13	12.01	7.84	9.32	13	4.55	.49	1.59
14	38.68	36.17	36.44	14	7.30	3.83	4.69
15	18.15	15.99	13.94	15	17.94	15.19	13.94
16	11.64	9.26	8.35	16	17.09	14.26	12.91
17	30.16	28.02	27.61	17	15.24	10.56	11.80
18	14.07	11.91	11.32	18	7.57	4.01	4.69
19	17.04	14.20	13.25	19	4.71	.12	1.73
20	19.15	17.28	15.60	20	9.89	6.23	6.56
21	10.42	7.96	7.32	21	15.29	12.28	11.46
22	13.70	10.80	12.28	22	5.29	1.36	2.28
23	14.34	11.23	10.63	23	14.39	10.74	10.70
24	17.09	14.57	13.11	24	16.14	11.91	12.35
25	5.19	1.98	1.66	25	14.87	12.10	10.97
26	14.02	11.17	11.39	26	5.40	1.17	2.62
27	13.12	10.12	10.28	27	5.71	1.98	2.69
28	5.71	2.59	2.55	28	5.24	.86	2.35
29	11.01	7.65	8.56	29	4.18	.43	1.10
30	8.99	5.80	5.94	30	4.66	1.05	1.17
31	5.93	2.22	2.97	31	6.67	3.77	3.52
32	5.50	2.47	2.21	32	12.54	8.40	11.59
33	20.53	17.84	18.36	33	4.71	.62	1.79
34	8.47	5.37	5.18	34	5.34	.62	2.35
35	10.05	6.17	6.83	35	6.77	2.78	4.00
36	7.30	4.51	4.35	36	4.60	1.48	1.24
37	15.98	13.58	11.66	37	5.71	2.53	2.42
38	9.63	7.04	6.97	38	5.29	1.67	2.55
39	14.50	11.11	12.22	39	17.30	13.02	13.60
40	8.84	5.74	5.38	40	7.57	4.69	4.49
41	9.52	5.25	6.56	41	6.83	3.02	4.28
42	24.34	22.22	22.64	42	8.47	5.49	6.35
43	8.31	4.75	5.24	43	17.94	15.80	14.63
44	10.48	6.85	7.45	44	15.82	12.96	12.49
45	10.05	7.10	7.32	45	6.61	2.65	4.00

Tabelle B: Missing-Data-Statistik für Variablen. Prozentuale Häufigkeit fehlender Daten bezogen auf alle Personen (Studie 47A: N=81; Studie 47B: N=55) multipliziert mit (1) allen 30 Phasen und (2) 23 Phasen mit Blutdruckmessung.

Variable		Studie 47 A		Studie 47 B	
Nr.	Bezeichng.	(1)	(2)	(1)	(2)
1	PS	28.52	6.76	28.79	7.11
2	PD4	29.30	7.78	29.21	7.67
3	PD5	29.55	8.11	29.39	7.91
4	PM4	29.67	8.27	30.30	9.09
5	PM5	29.79	8.43	30.61	9.49
6	PAMP4	29.67	8.27	30.30	9.09
7	PAMP5	29.84	8.48	30.61	9.49
8	TPR4	33.05	12.67	38.67	20.00
9	TPR5	44.28	27.32	39.09	20.55
10	HF	4.49	4.51	3.27	3.00
11	RR	4.69	4.78	3.33	3.08
12	HF-MQSD	4.53	4.56	3.27	3.00
13	HF-BT	5.43	5.37	3.64	3.32
14	HF-BB	5.43	5.37	3.64	3.32
15	HF-BA	10.99	12.61	3.64	3.32
16	RSA1	11.11	12.83	3.94	3.72
17	RSA2	11.07	12.72	3.94	3.72
18	EP Ampl	12.06	11.27	7.58	7.35
19	ER Ampl	4.53	4.56	4.42	4.19
20	EJ80 Amp	12.47	11.38	10.55	10.04
21	ET Ampl	6.63	6.60	7.45	7.91
22	EPQI	14.28	13.47	8.91	9.17
23	EPQS	15.19	14.39	9.09	9.25
24	EQT	13.91	13.31	7.70	7.98
25	EQTc	13.91	13.31	7.70	7.98
26	HT1 Ampl	15.84	16.10	14.42	14.55
27	IA Ampl	14.81	15.24	6.55	6.88
28	IE Ampl	8.31	8.43	4.12	4.03
29	IX Ampl	8.31	8.37	4.24	4.27
30	PEP	8.77	8.75	4.12	4.11
31	LVET	9.30	9.23	4.61	4.66
32	PELV	9.26	9.29	4.61	4.66
33	R-Z-Zeit	8.19	8.27	4.12	4.11
34	IHeather	8.85	8.80	4.85	4.98
35	IAWG	8.85	8.80	4.85	4.98
36	SV1 Ind	15.93	16.37	8.18	8.70
37	SV2 Ind	9.42	9.45	5.52	5.77
38	HMV1 Ind	15.93	16.37	9.94	10.43
39	HMV2 Ind	9.38	9.39	7.27	7.51
40	PWG CAR	14.36	14.28	11.45	12.09
41	PWG OHR	7.24	8.05	4.42	4.43
42	PWG RAD	13.95	14.22	7.94	8.38
43	PWG FIN	24.49	25.44	7.15	6.96
44	CAR Ampl	16.75	16.37	14.00	14.70
45	OHR Ampl	7.24	8.05	4.18	4.11

Fortsetzung Tabelle B

Variable		Studie 47 A		Studie 47 B	
Nr.	Bezeichng.	(1)	(2)	(1)	(2)
46	RAD Ampl	15.68	15.89	11.76	12.02
47	FIN Ampl	26.30	27.21	7.76	7.59
48	AF	5.76	6.07	5.76	5.77
49	AA	5.84	6.17	5.70	5.69
50	AFO	5.76	6.07	5.70	5.69
51	SCL	18.60	17.12	20.85	20.95
52	ACS	5.93	6.01	3.27	3.00
53	SC Freq	7.12	7.19	3.27	3.00
54	SC Ampl	6.13	6.12	3.27	3.00
55	LID Ton	8.15	8.21	4.06	3.79
56	LID Phas	7.98	8.00	4.06	3.79
57	LID Freq	8.27	8.37	4.06	3.79
58	LID Ampl	8.31	8.37	3.64	3.24
59	EMG	13.25	13.26	3.27	3.00
60	BEW	4.65	4.56	3.27	3.00
61	T-FING	15.51	15.62	3.52	3.32
62	T-RAUM	18.35	18.36	3.52	3.32
63	T-FmR	23.09	23.19	3.52	3.32

Anmerkung: Die in Spalten (1) enthaltenen 7 Phasen ohne Blutdruckmessungen erhöhen den Anteil fehlender Daten der Variablen 1 bis 9 a priori um $7 \text{ von } 30 = 23.3 \%$.

Bei der Bildung der Datenfiles wurde ein Algorithmus angewendet, welcher eine Variable in einer Phase als fehlend setzt, falls die folgenden Kriterien nicht erfüllt sind: mindestens ein Wert in jedem 10s-Segment und mindestens 75% der möglichen Werte vorhanden (ausgenommen Variable 18 bis 47 mit mindestens 25% der möglichen Werte; Variable 52 bis 54 ohne Prozentkriterium).

Fortsetzung Tabelle C

VpNr.	Studie 47 A			VpNr.	Studie 47 B		
	(1)	(2)	(3)		(1)	(2)	(3)
46	19.21	16.17	15.73	46	6.88	3.27	4.07
47	22.12	19.38	19.94	47	9.58	6.17	7.11
48	13.81	11.23	11.11	48	26.03	22.53	21.67
49	7.09	3.77	4.14	49	5.82	2.04	3.11
50	12.43	10.06	9.39	50	8.36	4.69	6.35
51	11.01	7.84	8.42	51	7.30	3.27	4.62
52	6.98	4.20	3.86	52	22.54	19.38	20.63
53	6.56	1.79	3.93	53	14.50	11.67	10.42
54	6.03	2.47	3.04	54	13.60	8.89	12.15
55	27.67	25.74	23.12	55	14.60	11.67	10.49
56	7.30	3.70	4.97				
57	7.67	4.44	4.62				
58	23.76	21.36	21.74				
59	5.13	2.04	2.07				
60	6.14	2.84	2.90				
61	6.98	3.33	4.21				
62	6.30	3.33	3.38				
63	15.45	12.53	11.25				
64	14.76	10.93	11.11				
65	6.83	4.07	3.45				
66	6.72	3.27	3.59				
67	5.24	2.16	1.93				
68	21.85	20.12	17.87				
69	13.97	11.23	12.70				
70	17.72	14.51	16.36				
71	26.88	25.00	24.29				
72	19.58	15.86	17.05				
73	5.66	2.28	2.42				
74	4.29	.93	1.24				
75	7.83	4.44	4.97				
76	7.20	4.44	4.00				
77	6.46	2.90	3.59				
78	18.41	16.36	17.05				
79	15.66	13.27	11.25				
80	17.51	14.88	13.53				
81	6.93	4.14	3.73				

Fortsetzung Tabelle D

s i t Var\	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0													
51	19	13	71	44	02	72	61	81	01	11	21	31	42	02	31	11	22	0	8	9	81	6	8	81	11	3	71	51	82	1	452		
52	2	1	1	2	2	2	2	2	3	3	4	4	4	6	5	5	5	5	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	7	7	2	144	
53	3	2	2	3	2	3	2	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	8	8	3	173	
54	2	1	1	2	2	2	2	2	3	4	4	5	4	6	5	6	5	5	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	7	7	2	149	
55	4	4	3	4	2	2	2	2	4	5	5	5	5	5	7	6	6	8	2	2	2	2	5	5	4	5	4	5	1	0	10	5	198
56	4	4	3	4	2	2	2	2	4	4	5	4	4	5	7	6	6	8	2	2	2	2	5	5	4	5	4	4	1	0	10	5	194
57	3	3	2	2	2	2	2	2	5	6	6	5	5	6	8	7	12	9	3	3	3	3	4	4	3	4	3	3	9	9	5	201	
58	4	4	4	3	2	2	2	2	5	5	6	5	5	6	8	7	9	8	3	3	3	3	4	4	3	5	3	3	9	9	5	202	
59	9	8	9	10	28	28	28	9	9	9	9	9	10	11	11	11	11	7	7	7	7	7	8	7	8	7	7	12	12	7	322		
60	0	0	0	12	12	12	1	2	2	2	2	2	3	4	5	5	4	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	6	6	1	113		
61	8	10	8	9	2	7	2	7	12	12	12	12	12	13	13	12	12	13	9	10	9	9	9	10	10	10	9	9	15	18	11	377	
62	12	13	12	12	28	28	28	13	13	13	13	13	14	15	14	14	15	12	13	12	12	12	13	13	13	12	12	18	21	13	446		
63	14	16	15	15	30	30	30	18	18	18	18	18	19	19	18	18	19	16	17	16	16	16	17	17	17	16	16	22	25	17	561		
Sum=	377	117	55	172	884	790	488	073	457	281	997	642	102	072	73	845	897	044	61	850											21801		
+100*	2	9	3	22	016	14	3	3	3	3	3	4	4	12	12	61	010	5	3	9	3	4	31	0	3	7	7	3					

Tabelle F: Ausgewählte Statistiken zur Beschreibung der 63 physiologischen Variablen: prozentuale Varianzkomponenten der zweifaktoriellen ANOVA für 19 ausgewählte Phasen, Stabilitätskoeffizienten der Ruhephasen ARU/MRU (Phase 1/18) und ARU/ERU (Phase 1/30), p-Werte des t-Tests ARU/ERU, Trendkorrelation zwischen Phasenmittelwerten von 7 Ruhe- und Erholungsphasen (1, 4, 8, 14, 21, 25, 30) und Experimentalzeit (* p < .05, ** p < .01), Ergebnis der Prüfung der Ausgangswert-Beziehungen ARU/Rechenversuch und ARU/Handgriffversuch (positives oder negatives "AWG", p < .05), Verteilungen der Meßwerte in den Phasen ARU und Rechenversuch (*p < .01). Doppelzeile mit Statistiken für Studie 47A: N=81 und Studie B: N=55.

	Varianz-Komponenten 19 Phasen			Stabil. Koeff.		t-Test	Trend über	AWG		Verteilungen			
	Pers %	Phas %	Res. %	ARU MRU	ARU ERU	ARU ERU	7 Phas.	ARU RE	ERU HG	Schiefe	Wölbung	ARU	RE
				r	r	p		+-	+-	x10	x10	x10	x10
1 PS	77.9	6.9	15.2	-	79	+ .00	61	+	+	2	5	26	33
	68.5	8.4	23.1	-	71	+ .00	53	+	+	3	3	30	25
2 PD4	71.8	10.2	18.0	-	75	+ .00	81*		+	0	2	36	25
	46.1	30.9	23.0	-	75	+ .00	71			-1	5	24	30
3 PD5	66.2	8.9	24.9	-	68	+ .00	76*		+	4	6	38	39
	52.8	18.0	29.2	-	59	+ .06	38	+	+	6	9*	37	40
4 PM4	77.1	9.5	13.4	-	81	+ .00	73	+	+	-1	3	29	27
	59.0	22.2	18.8	-	78	+ .00	66	+		-2	4	24	27
5 PM5	73.8	9.4	16.8	-	78	+ .00	74*	+	+	2	5	31	31
	57.7	17.0	25.3	-	68	+ .00	53	+	+	-0	8*	32	41
6 PAMP4	61.7	3.5	34.8	-	59	.13	22			2	6	33	33
	57.2	7.9	34.9	-	64	-.91	16	+	+	6	1	49*	24
7 PAMP5	65.2	3.7	31.1	-	58	.03	28	+	+	1	0	28	27
	63.4	8.4	28.2	-	63	+ .12	41	+	+	6	9*	35	33
8 TPR4	80.7	4.8	14.5	-	89	+ .00	97**			9*	10*	46*	44*
	79.1	8.3	12.6	-	90	+ .00	84*			11*	9*	47*	39
9 TPR5	82.7	6.5	10.8	-	91	+ .00	89**			7	10*	34	43*
	73.8	10.7	15.5	-	85	+ .00	75			9*	7	42	33
10 HF	57.1	24.6	18.3	91	92	- .00	-71	+	+	4	10*	28	44*
	59.7	25.0	15.3	91	91	- .00	-49	+	+	6	8*	27	31
11 RR	64.1	22.3	13.6	91	91	+ .00	74*			5	2	33	30
	63.7	23.3	13.0	91	91	+ .00	51			2	-0	27	26
12 HF-MQSD	71.4	4.4	24.2	74	88	.02	07			0	-2	27	31
	39.7	9.9	50.4	78	83	- .00	-2		+	1	-5	30	31
13 HF-BT	18.7	29.7	51.6	30	38	.76	20			0	-3	26	33
	14.0	34.2	51.8	20	72	+ .32	25			-0	3	39	30
14 HF-BB	47.1	8.0	44.9	45	61	.03	08	-	-	3	-5	37	42*
	37.5	8.7	53.8	66	86	- .02	11	-	-	-4	-3	42	33

Fortsetzung 1 Tabelle F

	Varianz-Komponenten 19 Phasen			Stabil. Koeff.		t-Test ARU ERU p	Trend über 7 Phas.	AWG		Verteilungen			
	Pers %	Phas %	Res. %	ARU MRU r	ARU ERU r			ARU ERU RE HG +-	ERU HG +-	Schiefe ARU RE x10 x10	Wölbung ARU RE x10 x10		
15 HF-BA	64.2 38.5	5.3 7.9	30.5 53.6	68 69	84 89	-.01 -.00	05 8	-		2 -0	0 -0	30 33	32 28
16 RSA1	58.8 32.5	17.4 28.1	23.8 39.4	77 74	84 87	.22 -.01	17 11	+	+	4 2	0 -7	26 26	32 30
17 RSA2	64.9 52.8	5.5 5.6	29.6 41.6	69 78	79 91	-.00 -.00	-16 -13	-	-	0 -4	-3 1	31 34	33 19
18 EP Ampl	71.7 91.4	11.9 .5	16.4 8.1	89 99	88 99	-.00 -.15	-13 30	+	+	0 48*	2 48*	33 245*	31 248*
19 ER Ampl	99.3 99.9	0.1 0.0	0.6 .1	99 99	99 99	-.00 -.01	-61 0	-	-	2 44*	2 44*	33 217*	33 219*
20 EJ80 Ampl	90.8 82.3	0.7 .7	8.5 17.0	87 86	93 90	.03 +.50	-10 -22	+	+	9* 22*	1 9*	55* 93*	38 95*
21 ET Ampl	90.3 98.1	2.9 .1	6.8 1.8	95 99	96 99	.22 +.19	15 42	-	+	6 45*	3 47*	38 225*	27 240*
22 EPQT	94.6 95.1	0.9 .8	4.5 4.1	96 98	97 97	.27 -.22	12 -32	-	-	3 6	2 5	26 38	28 32
23 EPQS	94.4 94.6	1.3 .9	4.3 4.5	96 97	97 97	.73 -.17	07 14	-	-	2 10*	2 12	27 41	28 48*
24 EQT	88.4 82.7	4.1 3.0	7.5 14.3	94 87	96 72	+.00 +.01	45 45			5 2	4 6	30 23	27 33
25 EQTc	45.9 61.9	32.7 16.6	21.4 21.5	80 58	87 49	-.01 +.41	-37 5	+	+	1 2	48* 37*	28 26	365* 224*
26 HT1 Ampl	72.7 72.5	5.9 9.0	21.4 18.5	86 91	84 92	.63 -.70	-09 -1	+	+	11* 3	12* 12*	46* 21	42 40
27 IA Ampl	61.0 65.1	13.5 13.9	25.5 21.0	84 86	80 91	-.01 +.01	18 29	+	+	1 -11*	-11* -10*	24 51*	54* 52*
28 IE Ampl	88.8 82.1	4.7 8.8	6.5 9.1	95 91	95 92	-.00 -.00	-49 -51	+	+	4 10*	4 13*	33 53*	33 66*
29 IX Ampl	73.3 75.1	11.6 11.0	15.1 13.9	89 89	88 90	-.00 +.00	76* 74		+	-3 -3	-4 -4	24 30	28 25
30 PEP	87.6 74.9	3.7 8.7	8.7 16.4	94 87	94 93	.02 +.00	12 19		+	-10* -8*	-4 -3	32 51*	21 22
31 LVET	81.1 75.5	7.9 9.3	11.0 15.2	91 90	94 91	+.00 +.02	71 29	+		9* -3	-2 -8	38 28	33 37

Fortsetzung 2 Tab. F

	Varianz-Komponenten 19 Phasen			Stabil. Koeff.		t-Test ARU ERU p	Trend über 7 Phas.	AWG		Verteilungen			
	Pers %	Phas %	Res. %	ARU MRU r	ARU ERU r			ARU ERU RE HG +-	ERU HG +-	Schiefe ARU x10	Wölbung RE x10	ARU x10	RE x10
32 PELV	89.4	1.8	8.8	92	93	.88	-03			-11*	-5	33	22
	77.8	5.1	17.1	84	91	+0.01	15			-9*	-3	55*	26
33 R-Z-Zeit	73.9	11.1	15.0	89	87	+0.00	12	+	+	3	0	28	23
	69.7	12.5	17.8	87	89	+0.00	13	+		4	1	28	26
34 I Heather	72.2	4.8	23.0	87	90	-0.00	-15	+	+	3	8*	26	38
	69.0	9.2	21.8	81	89	-0.00	-31	+		11*	11*	52*	37
35 I AWG	84.7	3.4	11.9	93	95	-0.00	-32	+		7	5	37	33
	75.7	7.5	16.8	92	92	-0.00	-46	+		8*	8	56*	33
36 SV1 Index	87.8	4.8	7.4	94	94	-0.00	-33			5	2	25	25
	85.8	6.7	7.5	92	92	-0.00	-45			4	4	34	33
37 SV2 Index	85.2	3.7	11.1	88	93	.10	-33			11*	7	42	35
	76.6	6.2	17.2	88	91	-0.01	-46		-	5	4	35	28
38 HVM1 Ind.	76.6	9.6	13.8	90	87	-0.00	-64	+		6	4	29	24
	77.6	11.2	11.2	91	89	-0.00	-57	+	+	2	5	26	31
39 HVM2 Ind.	76.6	6.6	16.8	86	90	-0.00	-65	+		11*	5	54*	34
	71.8	8.8	19.4	86	93	-0.00	-56	+		10*	7	59*	30
40 PWG Car	72.2	11.5	16.3	91	86	.16	01	+	+	4	6	30	31
	71.9	13.2	14.9	92	91	-0.03	-5	+	+	2	2	41	31
41 PWG Ohr	84.6	6.7	8.7	96	94	-0.00	-39	+	+	-2	2	25	30
	82.3	8.1	9.6	94	93	-0.00	-35	+	+	2	1	29	28
42 PWG Rad	73.0	12.1	14.9	85	80	.09	22	+	+	0	3	28	27
	67.0	.4	32.6	46	21	+0.33	69	+	+	-8*	24*	44*	157*
43 PWG Fin	79.1	7.8	13.1	88	89	+0.00	29		+	8*	3	46*	30
	63.6	6.6	29.8	44	50	-0.37	-28	-	-	58*	-4	404*	25
44 Car Ampl	77.2	0.7	22.1	73	77	.14	-47			13*	8*	54*	31
	83.1	2.0	14.9	78	84	-0.00	-96**	+		11*	20*	44*	86*
45 Ohr Ampl	86.1	4.4	9.5	85	84	.04	64	-		6	9*	30	38
	84.1	5.5	10.4	83	80	+0.12	57			7	7	34	29
46 Rad Ampl.	85.4	0.4	14.2	65	61	.87	37	+	+	11*	12*	43*	46*
	77.6	.7	21.7	79	71	-0.00	-59			9*	6	32	27
47 Fin Ampl.	78.2	8.8	13.0	75	75	-0.00	-22			0	5	38	48*
	65.9	17.1	17.0	65	62	-0.27	44	+	+	-3	-1	28	24
48 AF	41.4	25.5	33.1	55	72	.02	09			1	7	33	32
	42.0	25.4	32.6	62	79	+0.01	12			-4	3	24	33

Fortsetzung 3 Tabelle F

	Varianz-Komponenten 19 Phasen			Stabil. Koeff.		t-Test ARU ERU p	Trend über 7 Phas.	AWG		Verteilungen			
	Pers %	Phas %	Res. %	ARU MRU r	ARU ERU r			ARU RE +-	ERU HG +-	Schiefe ARU x10	Wölbung RE x10	ARU x10	RE x10
49 AA	70.4	5.1	24.5	76	85	-.00	-21		+	3	3	26	27
	55.8	5.7	38.5	68	72	-.00	-27		+	17*	9*	83*	48*
50 AFO	35.6	16.9	47.5	49	75	+.00	60		+	15*	7	66*	32
	25.7	19.9	54.4	33	61	+.00	56	+		9*	10*	43	31
51 SCL	96.4	1.7	1.9	95	95	.53	04		-	0	0	29	27
	96.9	1.0	2.1	95	95	-.76	14			18*	18*	74*	77*
52 ACS	62.8	15.3	21.9	59	60	-.00	-41		-	-17*	-1	80*	31
	53.2	23.6	23.2	58	64	-.00	-28		-	-3	-5	25	29
53 SC Freq	41.3	32.1	26.6	63	73	-.00	-49	+	+	12*	-4	43*	26
	28.4	45.3	26.3	51	57	-.00	-24		+	9*	-5	30	33
54 SC Ampl	58.1	10.3	31.6	60	67	-.00	-80*	+	+	18*	19*	54*	74*
	49.7	14.1	36.2	54	29	-.01	-66	+	+	11*	22*	31	105*
55 LID ton	53.1	16.7	30.2	65	67	.04	51		+	6	6	31	32
	37.1	24.6	38.3	69	69	+.00	54		+	10*	14*	40	49*
56 LID phas	37.9	26.9	35.2	62	72	.06	37	+	+	16*	8*	80*	33
	44.8	24.3	30.9	73	71	+.00	46	+	+	11*	17*	47*	59*
57 LID Freq	41.9	20.4	37.7	59	61	+.01	49	+	+	11*	6	44*	25
	32.2	21.9	45.9	46	55	+.00	52	+	+	19*	19*	83*	76*
58 LID Ampl	56.3	11.7	32.0	69	59	-.00	-02			-5	-11*	21	32
	52.4	12.7	34.9	66	69	+.09	30	+	+	6	7	19	26
59 EMG	48.2	18.5	33.3	67	77	.15	33			8*	-6	31	25
	69.3	12.7	18.0	93	95	-.20	39		+	13*	7	30	22
60 BEW	49.8	17.9	32.3	73	80	.03	06	+	+	5	6	29	33
	45.4	21.1	33.5	50	81	-.00	1	+	+	9*	11*	38	43
61 T-Fing.	90.1	3.0	6.9	77	76	-.00	-80*			-6	-2	24	21
	93.1	1.4	5.5	90	88	-.49	27			-9*	-6	28	23
62 T-Raum	82.8	9.3	7.9	71	66	+.00	91**		-	1	1	24	24
	96.4	1.8	1.8	92	91	+.00	94**	-	-	-11*	-13*	30	34
63 T-FmR	89.6	3.6	6.8	77	76	-.00	-83*			-5	-1	23	22
	93.9	1.2	4.9	90	89	-.01	-18			-5	-2	24	21

Tabelle G: Mittelwert-Vergleiche der Studien 47 A (N=81) und 47 B (N=55) für 71 Variablen in der Phase Anfangsruhe (Freiheitsgrad 1 = 1, Freiheitsgrad 2 = Fg2).

Variable Nr	Name	Studie 47 A Mittelw.	N	Studie 47 B Mittelw.	N	Fg2	F	p
1	PS	122.034	80	123.251	55	133	.3	.6050
2	PD4	82.566	79	80.746	52	129	1.4	.2373
3	PD5	65.885	80	64.623	52	130	.5	.5065
4	PM4	95.680	79	94.773	52	129	.3	.5813
5	PM5	84.601	80	84.024	52	130	.1	.7252
6	PAMP4	39.342	79	42.081	52	129	2.1	.1489
7	PAMP5	56.149	80	58.204	52	130	.7	.4037
8	TPR4	1297.858	76	1258.460	49	123	.4	.5223
9	TPR5	1028.135	73	1117.397	49	120	2.8	.0911
10	HF	64.709	81	65.975	55	134	.5	.4967
11	RR	950.373	80	934.407	55	133	.4	.5517
12	HF-MQSD	1.071	81	1.061	55	134	.0	.8351
13	HF-BT	2.166	79	2.025	54	131	1.2	.2686
14	HF-BB	2.282	79	2.199	54	131	.2	.6869
15	HF-BA	2.369	79	2.349	54	131	.0	.8806
16	RSA1	4.576	79	4.550	54	131	.1	.7857
17	RSA2	6.761	79	6.788	54	131	.1	.7852
18	EPAmpl	97.529	78	125.194	54	130	1.4	.2289
19	ERAmpl	842.378	80	865.931	53	131	.1	.7192
20	EJ80Ampl	68.382	77	78.796	53	128	1.8	.1757
21	ETAmpl	281.304	80	394.367	55	133	3.6	.0560
22	EPQI	161.986	76	156.834	52	126	1.7	.1959
23	EPQS	51.393	76	34.792	53	127	23.4	.0000
24	EQT	382.739	77	385.274	55	130	.2	.6295
25	EQTc	12.495	77	12.690	55	130	3.9	.0467
26	HT1Ampl	1310.066	66	1604.661	44	108	6.2	.0136
27	IA Ampl	-401.421	74	-489.093	52	124	17.5	.0002
28	IE Ampl	2094.332	78	2473.166	55	131	26.0	.0000
29	IX Ampl	-704.245	78	-859.811	55	131	17.4	.0002
30	PEP	70.012	78	88.217	55	131	36.2	.0000
31	LVET	292.195	78	284.516	55	131	4.0	.0461
32	PELV	24.300	78	31.207	55	131	38.2	.0000
33	R-Z-Zeit	123.138	78	136.515	55	131	25.9	.0000
34	IHeather	16.454	78	12.882	54	130	29.7	.0000
35	IAWG	40.086	78	37.167	54	130	2.3	.1263
36	SV1 Ind	114.050	75	113.684	53	126	.0	.9010
37	SV2 Ind	107.859	78	98.826	54	130	3.6	.0553
38	HMV1 Ind	3.763	75	3.818	52	125	.1	.7232
39	HMV2 Ind	3.553	78	3.294	53	129	2.8	.0927
40	PWG CAR	2.735	78	2.672	55	131	.8	.3900
41	PWG OHR	1.880	80	1.966	55	133	3.9	.0465
42	PWG RAD	4.727	78	4.718	54	130	.0	.8617
43	PWG FIN	4.193	75	5.533	54	127	59.3	.0000
44	CAR Ampl	464.734	78	506.192	55	131	1.1	.2905
45	OHR Ampl	555.756	80	448.449	55	133	5.7	.0174

Fortsetzung Tabelle G

Variable Nr	Name	Studie 47 A Mittelw.	N	Studie 47 B Mittelw.	N	Fg2	F	p
46	RAD Ampl	380.673	79	480.607	54	131	6.3	.0127
47	FIN Ampl	2.834	72	3.136	52	122	82.3	.0000
48	AF	15.633	81	15.294	53	132	.4	.5583
49	AA	175.196	81	122.839	53	132	26.4	.0000
50	AFO	9.172	81	8.347	53	132	1.5	.2181
51	SCL	1.869	62	1.934	35	95	.2	.6874
52	ACS	-.100	79	-.018	55	132	.1	.7278
53	SC Freq	3.642	78	2.991	55	131	1.3	.2632
54	SC Ampl	.246	79	.150	55	132	4.1	.0430
55	LID Ton	30.404	77	52.889	51	126	33.7	.0000
56	LID Phas	59.408	77	74.157	51	126	5.1	.0235
57	LID Freq	12.281	78	3.249	51	127	43.2	.0000
58	LID Ampl	830.391	77	165.393	52	127	127.3	.0000
59	EMG	1.313	72	1.542	55	125	9.1	.0035
60	BEW	19.837	81	19.628	55	134	.0	.8150
61	T-FING	29.835	73	33.916	55	126	51.2	.0000
62	T-RAUM	25.033	69	26.137	55	122	64.3	.0000
63	T-FmR	4.528	67	7.779	55	120	29.0	.0000
64	HF-MQ	4.104	81	3.758	55	134	.9	.3398
65	HF-BT	10.792	79	10.410	54	131	.1	.7877
66	HF-BB	19.700	79	17.591	54	131	.1	.7242
67	HF-BA	20.364	79	17.688	54	131	.3	.5859
68	FIN A	188.127	72	560.447	52	122	75.6	.0000
69	SCL	8.650	62	9.075	35	95	.1	.7817
70	ACS	4.990	79	1.412	55	132	2.3	.1273
71	EMG	8.060	72	7.045	55	125	.3	.6174

Tabelle H: Mittelwert-Vergleiche der Studien 47 A (N=81) und 47 B (N=55) für 71 Variable in der Phase Rechnen (Freiheitsgrad 1 = 1, Freiheitsgrad 2 = Fg2).

Variable Nr	Name	Studie 47 A Mittelw.	N	Studie 47 B Mittelw.	N	Fg2	F	p
1	PS	137.574	81	137.470	55	134	-.0	1.0000
2	PD4	91.293	81	91.038	54	133	.0	.8617
3	PD5	70.291	81	69.838	54	133	.0	.8328
4	PM4	106.720	81	106.455	54	133	.0	.8502
5	PM5	92.719	81	92.322	54	133	.0	.8448
6	PAMP4	46.281	81	46.252	54	133	-.0	1.0000
7	PAMP5	67.283	81	67.452	54	133	.0	.9034
8	TPR4	1234.641	73	1129.148	51	122	2.7	.0960
9	TPR5	918.324	64	975.210	51	113	1.0	.3314
10	HF	83.367	81	86.349	55	134	1.0	.3221
11	RR	747.514	81	720.089	55	134	1.3	.2589
12	HF-MQSD	.949	81	.916	55	134	.3	.5814
13	HF-BT	2.294	81	2.454	55	134	1.8	.1793
14	HF-BB	2.342	81	2.544	55	134	2.4	.1210
15	HF-BA	2.205	81	2.266	55	134	.1	.7012
16	RSA1	3.877	80	3.764	55	133	.9	.3363
17	RSA2	6.733	81	6.754	55	134	.0	.8105
18	EPAmpl	122.177	76	168.004	53	127	2.1	.1465
19	ERAmpl	806.221	81	824.259	53	132	.1	.7700
20	EJ80Ampl	63.263	76	73.432	52	126	1.6	.2000
21	ETAmpl	240.373	73	258.320	45	116	1.3	.2515
22	EPQI	155.568	72	151.101	50	120	1.6	.2028
23	EPQS	43.801	72	30.164	50	120	19.0	.0001
24	EQT	366.190	66	367.657	46	110	.1	.7748
25	EQTc	13.301	66	13.421	46	110	.5	.4883
26	HT1Ampl	2055.737	76	2534.874	51	125	4.7	.0293
27	IA Ampl	-545.807	70	-687.064	52	120	17.3	.0002
28	IE Ampl	2085.629	79	2499.861	55	132	23.6	.0000
29	IX Ampl	-886.128	79	-1103.945	55	132	22.1	.0001
30	PEP	55.826	75	71.086	55	128	20.5	.0001
31	LVET	278.411	74	268.499	55	127	5.1	.0244
32	PELV	20.155	74	26.477	55	127	28.4	.0000
33	R-Z-Zeit	104.030	79	117.959	55	132	18.9	.0001
34	IHeather	19.548	74	15.817	55	127	10.8	.0017
35	IAWG	43.015	74	40.029	55	127	1.6	.2050
36	SV1 Ind	111.459	69	109.878	53	120	.1	.7476
37	SV2 Ind	101.867	73	95.633	55	126	1.8	.1810
38	HMV1 Ind	4.605	69	4.862	52	119	1.4	.2427
39	HMV2 Ind	4.275	73	4.253	54	125	.0	.8855
40	PWG CAR	3.463	76	3.379	52	126	.5	.5099
41	PWG OHR	2.111	80	2.240	55	133	4.3	.0382
42	PWG RAD	5.492	75	5.548	51	124	.1	.7499
43	PWG FIN	4.749	63	6.156	53	114	124.4	.0000
44	CAR Ampl	438.125	74	527.055	50	122	4.6	.0326
45	OHR Ampl	415.713	80	346.451	55	133	3.2	.0734

Fortsetzung Tabelle H

Variable		Studie 47 A		Studie 47 B		Fg2	F	p
Nr	Name	Mittelw.	N	Mittelw.	N			
46	RAD Ampl	412.455	75	466.475	52	125	1.4	.2424
47	FIN Ampl	2.626	63	2.969	53	114	83.3	.0000
48	AF	20.249	81	20.231	54	133	.0	.9037
49	AA	175.285	81	117.038	54	133	32.8	.0000
50	AFO	12.012	81	13.007	54	133	1.4	.2341
51	SCL	2.070	74	2.035	43	115	.1	.7820
52	ACS	.680	80	.661	55	133	.0	.8512
53	SC Freq	11.108	79	11.164	55	132	.0	.8913
54	SC Ampl	.452	80	.370	55	133	1.5	.2183
55	LID Ton	33.546	78	49.937	54	130	13.4	.0006
56	LID Phas	77.511	78	90.162	54	130	1.5	.2158
57	LID Freq	20.106	79	6.800	54	131	38.1	.0000
58	LID Ampl	1078.834	77	405.090	55	130	91.2	.0000
59	EMG	1.884	72	1.667	55	125	7.3	.0076
60	BEW	27.328	81	28.388	55	134	.4	.5255
61	T-FING	28.616	73	33.307	55	126	73.6	.0000
62	T-RAUM	25.187	69	26.336	55	122	79.9	.0000
63	T-FmR	3.224	66	6.971	55	119	41.3	.0000
64	HF-MQ	3.365	81	3.113	55	134	.9	.3466
65	HF-BT	12.719	81	14.118	55	134	.7	.4184
66	HF-BB	13.902	81	15.518	55	134	.7	.3946
67	HF-BA	14.522	81	12.903	55	134	.4	.5313
68	FIN A	164.312	63	296.984	53	114	2.1	.1463
69	SCL	10.178	74	9.585	43	115	.2	.6968
70	ACS	6.243	80	2.552	55	133	1.9	.1680
71	EMG	22.245	72	9.079	55	125	16.0	.0003

Tabelle I: Vergleiche der Daten des Kreislauf-Labors zwischen den Teilstudien (N=80, 55; Zeilen) und Ruhe und Belastung (Spalten): Vergleiche der Mittelwerte (t-Test für unabhängige und abhängige Stichproben), Standardabweichungen (Bartlett-Test und Prüfung des Ausgangswert-Gesetzes), sowie der Wechselwirkungen Teilstudie*(Ruhe, Belastung).

Variable	Situation	Mittelwerte		t ² 133	Standardabweichungen		ANOVA Chi ² 1	G*T F 1/133
		A	B		A	B		
1 AF-VFr	Ol Liegen		15.31			3.65		
	Stehen		12.84			2.81		
				**			AWG-	
	RE Ruhe							
	Bel.							
	Ergo 100W	20.17			4.71			
	Erh.	15.02			4.69			
		**						
2 AF-EW	Ol Liegen		16.84			3.11		
	Stehen		14.95			2.40		
				**			AWG-	
	RE Ruhe							
	Bel.							
	Ergo 100W	21.34			4.38			
	Erh.	15.85			4.10			
		**						
3 AA	Ol Liegen		95.95			26.98		
	Stehen		141.33			51.43		
				**			AWG+	
	RE Ruhe							
	Bel.							
	Ergo 100W	292.53			107.91			
	Erh.	135.99			68.69			
		**			AWG-			
4 AFO	Ol Liegen		9.46			3.70		
	Stehen		11.08			3.08		
				**				
	RE Ruhe							
	Bel.							
	Ergo 100W	10.23			4.76			
	Erh.	5.73			2.39			
		**						
5 AF-Maske	Ol Liegen							
	Stehen							
	RE Ruhe		13.44			4.08		
	Bel.		16.70			3.55		
			**					
	Ergo 100W	21.06	19.41	3.5	4.74	5.49	3.2	.4
	Erh.	15.87	13.74	8.5**	4.52	3.70	5.6*	
		**	**			AWG-		
6 AZV	Ol Liegen							
	Stehen							
	RE Ruhe		74.49			34.23		
	Bel.		64.77			19.16		
			**			AWG-		
	Ergo 100W	198.08	198.64	.0	73.35	46.15	28.7**	
	Erh.	91.92	95.47	.3	39.98	34.86	2.7	.1
		**	**		AWG-	AWG-		
7 AMV	Ol Liegen							
	Stehen							
	RE Ruhe		922.06			305.90		
	Bel.		1022.87			287.46		
			*					
	Ergo 100W	3816.71	3639.26	3.5	475.58	647.39	13.8**	
	Erh.	1346.95	1222.71	3.1	470.88	325.75	18.4**	1.5
		**	**		AWG-	AWG-		

Fortsetzung Tabelle I

Variable	Situation	Mittelwerte		t ² 133	Standardabweichungen		ANOVA Chi ² 1	G*T F 1/133
		A	B		A	B		
8 VO2	O1 Liegen							
	Stehen							
	RE Ruhe		2592.02			966.32		
	Bel.		3044.75			1036.94		
9 VCO2	O1 Liegen							
	Stehen							
	RE Ruhe		2053.91			780.48		
	Bel.		2387.70			814.61		
10 EO2	O1 Liegen							
	Stehen							
	RE Ruhe		363.80			71.77		
	Bel.		348.16			73.32		
11 RQ	O1 Liegen							
	Stehen							
	RE Ruhe		79.57			10.22		
	Bel.		79.01			8.03		
12 RSA	O1 Liegen							
	Stehen							
	RE Ruhe		187.37			88.88		
	Bel.		145.72			65.98		
13 RR	O1 Liegen							
	Stehen							
	RE Ruhe		964.30			161.10		
	Bel.		852.20			143.31		
14 HF	O1 Liegen							
	Stehen							
	RE Ruhe		64.23			11.88		
	Bel.		72.78			13.69		

Fortsetzung Tabelle I

Variable	Situation	Mittelwerte		t ² 133	Standardabweichungen		ANOVA Chi ² 1	G*T F 1/133
		A df=	B		A	B		
15 HF-Std	O1 Liegen Stehen	4.17	4.01	.2	2.57	1.75	20.2**	1.0
		6.33	6.54	.5	2.09	2.30	1.4	
	RE Ruhe Bel.	**	**		AWG-	1.98 1.65		
16 HF-MQSD	O1 Liegen Stehen	2.65	2.77	.4	1.07	1.33	7.1**	.3
		4.78	4.67	.1	2.30	1.81	8.0**	
	RE Ruhe Bel.	**	**		AWG+	AWG+		
17 HF-MVW	O1 Liegen Stehen	4.05	3.45	2.3	2.92	1.41	68.2**	5.2*
		2.66	2.91	2.5	.99	1.18	4.6*	
	RE Ruhe Bel.	**	**		AWG-	AWG-		
18 HF-BT	O1 Liegen Stehen	1.78	1.66	.5	1.17	.88	11.9**	.5
		4.09	3.72	.9	2.57	1.48	39.9**	
	RE Ruhe Bel.	**	**		AWG+			
19 HF-BB	O1 Liegen Stehen	29.17	28.12	1.6	5.41	5.58	.1	.7
		22.01	21.80	.1	5.61	6.48	3.1	
	RE Ruhe Bel.	**	**			6.43 6.25		
20 HF-BA	O1 Liegen Stehen	41.16	38.06	3.8*	9.17	10.30	2.0	.1
		27.14	24.64	4.2*	7.61	6.55	3.2	
	RE Ruhe Bel.	**	**		AWG-	AWG-		
21 EPAmpl	O1 Liegen Stehen	5.17	4.00	5.3*	6.68	2.23	135.8**	.1
		9.26	8.04	5.6*	5.71	3.26	41.6**	
	RE Ruhe Bel.	**	**			1.71 1.55		
16 HF-MQSD	O1 Liegen Stehen	4.86	3.06	5.9*	6.75	1.86	177.3**	.1
		5.99	4.29	17.1**	4.06	1.89	72.7**	
	RE Ruhe Bel.	**	**		AWG-	AWG-		
17 HF-MVW	O1 Liegen Stehen	3.77	3.35	1.2	4.59	1.84	99.0**	12.0**
		7.46	5.56	24.9**	4.39	2.61	36.0**	
	RE Ruhe Bel.	**	**		AWG+	AWG+		
18 HF-BT	O1 Liegen Stehen	4.05	2.29	5.7*	6.06	1.58	189.3**	5.0*
		4.32	4.28	.0	3.43	2.24	24.5**	
	RE Ruhe Bel.	**	**		AWG+	AWG+		
19 HF-BB	O1 Liegen Stehen	3.73	3.39	1.3	3.06	1.71	44.6**	61.0**
		7.59	3.42	122.1**	4.90	1.59	142.1**	
	RE Ruhe Bel.	**	**			1.82 1.67		
20 HF-BA	O1 Liegen Stehen	4.26	2.26	7.6**	6.01	1.77	162.4**	7.4**
		4.02	4.16	.1	3.17	1.85	37.9**	
	RE Ruhe Bel.	**	**		AWG-	AWG-		
21 EPAmpl	O1 Liegen Stehen	307.84	331.92	.9	128.71	173.37	13.2**	.4
		505.43	544.89	1.0	204.26	264.18	9.9**	
	RE Ruhe Bel.	**	**		AWG+	AWG+		
21 EPAmpl	O1 Liegen Stehen	551.23	563.82	.1	198.13	241.85	5.8*	.0
		363.72	373.86	.1	151.79	206.37	13.7**	
	RE Ruhe Bel.	**	**		AWG-	AWG-		

Fortsetzung Tabelle I

Variable	Situation	Mittelwerte		t ² 133	Standardabweichungen		ANOVA Chi ² 1	G*T F 1/133
		A	B		A	B		
22 EPAmpls	O1 Liegen	7.62	6.44	3.5	4.13	3.38	5.7*	
		12.36	10.77	2.6	6.20	4.84	8.6**	
		**	**	AWG+	AWG+			
	RE Ruhe	6.44						
		7.41						
		**	**					
Ergo 100W	14.91	12.08	6.0*	7.74	4.38	42.3**		
	9.25	7.53	4.0*	5.63	3.96	16.7**		
	**	**		AWG-				
23 ERAmpl	O1 Liegen	4201.96	5799.65	18.8**	1323.34	2860.65	88.4**	
		4304.12	5663.52	13.4**	1348.00	2868.77	84.3**	
		**	**					
	RE Ruhe	5881.07				2883.23		
		5793.94				2904.71		
		**	**					
Ergo 100W	4045.96	5123.86	10.1**	1294.90	2516.44	63.8**		
	4272.35	5608.43	13.2**	1332.46	2745.56	74.3**		
	**	**		AWG+				
24 ETAmpl	O1 Liegen	1319.31	1774.57	14.3**	487.89	891.11	54.4**	
		891.14	1203.05	8.5**	485.06	731.02	24.4**	
		**	**					
	RE Ruhe	1776.59				893.86		
		1680.24				846.40		
		**	**		AWG-			
Ergo 100W	1051.67	1201.87	2.4	397.86	650.41	32.8**		
	1251.54	1553.88	7.0**	441.66	803.69	49.4**		
	**	**		AWG+				
25 ETAmpls	O1 Liegen	39.45	33.01	2.4	43.32	14.34	138.6**	
		24.85	23.40	.3	24.35	13.34	46.6**	
		**	**	AWG-				
	RE Ruhe	32.36				14.32		
		31.27				14.57		
		**	**					
Ergo 100W	27.16	26.15	.1	41.90	14.56	124.5**		
	31.52	29.63	.6	14.82	13.07	2.2		
	**	**		AWG-				
26 EJ80Amp	O1 Liegen	266.30	369.03	8.4**	155.35	247.19	31.6**	
		310.96	423.17	6.3*	222.74	289.01	9.9**	
		**	**	AWG+				
	RE Ruhe	378.38				253.88		
		408.25				275.85		
		**	**		AWG+			
Ergo 100W	311.59	414.27	4.5*	220.77	317.37	18.6**		
	201.54	289.75	6.1*	156.92	239.99	25.3**		
	**	**		AWG-				
27 EJ80Amps	O1 Liegen	6.75	7.31	.5	4.46	5.12	2.7	
		8.25	8.49	.0	7.15	6.86	.2	
		**	*					
	RE Ruhe	7.18				4.86		
		7.80				5.59		
		**	**		AWG+			
Ergo 100W	10.07	9.28	.2	11.23	7.56	20.5**		
	5.75	5.78	.0	6.18	5.66	1.1		
	**	**		AWG-				
28 EPQI	O1 Liegen	153.81	151.57	.2	32.03	27.40	3.5	
		143.53	145.96	.3	29.13	19.62	21.4**	
		**	**					
	RE Ruhe	151.47				25.80		
		154.33				24.71		
		*	*					
Ergo 100W	144.65	157.15	2.2	60.26	20.16	134.6**		
	148.73	148.52	.0	32.54	25.25	8.9**		
	**	**		AWG+				

Fortsetzung Tabelle I

Variable	Situation	Mittelwerte		t ² 133	Standardabweichungen		ANOVA Chi ² 1	G*T F 1/133	
		A	B		A	B			
29 EPQS	O1 Liegen	53.66	39.85	10.5**	27.02	18.96	17.1**	.7	
		41.24	31.44	6.4*	25.65	15.16	35.7**		
		**	**			AWG-			
	RE Ruhe	38.32				18.63			
		36.92				18.61			
		*							
Ergo 100W	35.21	23.10	14.0**	20.63	14.20	18.7**	.0		
	45.29	33.06	7.5**	29.03	17.46	33.4**			
	**	**		AWG+	AWG+				
30 EPI	O1 Liegen	100.10	112.88	17.8**	17.29	17.48		.0	.2
		101.46	115.42	36.7**	14.63	10.60		14.2**	
				AWG-	AWG-				
RE Ruhe	113.99				16.06				
	118.20				15.26				
	**								
Ergo 100W	115.85	134.72	41.5**	18.03	13.92	9.2**	8.2**		
	103.82	116.21	19.4**	16.08	15.44	.2			
	**	**		AWG-					
31 EQR	O1 Liegen	51.21	48.50	1.4	15.73	7.21		76.4**	4.9*
		51.73	45.67	6.7*	16.90	5.51		141.8**	
		**			AWG-				
RE Ruhe	48.54				6.88				
	48.49				6.61				
Ergo 100W	52.72	46.71	12.4**	11.96	5.08	88.6**	.6		
	53.38	48.30	4.0*	17.82	6.62	113.4**			
		**		AWG+	AWG+				
32 EQS	O1 Liegen	100.38	98.78	.3	19.24	13.64		16.0**	5.9*
		94.46	90.25	2.3	18.48	10.54		40.3**	
	**	**			AWG-				
RE Ruhe	98.59				13.36				
	98.60				13.11				
Ergo 100W	100.60	98.13	1.1	14.29	10.77	10.7**	.1		
	102.18	99.27	.8	21.95	12.01	45.0**			
		*		AWG+	AWG+				
33 EQT	O1 Liegen	395.34	394.85	.0	33.21	32.52		.1	.7
		363.43	355.42	.9	58.36	37.61		25.8**	
	**	**		AWG+					
RE Ruhe	392.78				32.74				
	381.08				32.00				
	**								
Ergo 100W	328.97	315.91	3.9*	44.31	23.31	51.0**	1.4		
	384.76	383.03	.1	36.41	30.21	4.7*			
	**	**			AWG+				
34 ETI	O1 Liegen	183.19	206.10	23.8**	27.90	25.02		1.7	.0
		167.40	192.90	13.3**	43.71	37.66		3.1	
	**	*		AWG+					
RE Ruhe	205.78				24.97				
	201.63				22.74				
	**				AWG-				
Ergo 100W	159.21	175.38	12.8**	30.95	14.08	74.3**	4.4*		
	182.09	207.56	26.7**	29.07	25.03	3.1			
	**	**			AWG+				
35 EQTc	O1 Liegen	12.38	12.57	2.5	.78	.60		8.8**	3.0
		13.40	13.15	.8	1.95	.83		87.1**	
	**	**		AWG+	AWG+				
RE Ruhe	12.71				.61				
	13.13				.61				
	**								
Ergo 100W	14.09	13.60	3.8	1.83	.53	161.4**	8.4**		
	12.80	13.05	3.6	.83	.60	13.6**			
	**	**		AWG-					

Fortsetzung Tabelle I

Variable	Situation	Mittelwerte		t ² 133	Standardabweichungen		ANOVA Chi ² 1	G*T F 1/133
		A	B		A	B		
36 PS	O1 Liegen Stehen	137.35	130.59	7.9**	14.69	12.66	3.2	17.6**
		130.94	129.27	.6	14.65	11.51	8.3**	
			**			AWG-		
	RE Ruhe Bel.	135.40				12.72		
		143.77				13.19		
			**					
Ergo 100W Erh.	179.59	178.75	.1	18.81	16.57	2.3		
	143.78	142.07	.6	13.10	11.01	4.3*	.2	
		**			AWG-			
37 PD4	O1 Liegen Stehen	89.43	86.85	2.3	11.26	8.29	13.2**	.1
		103.37	100.18	3.6	11.92	7.75	25.2**	
			**			AWG-		
	RE Ruhe Bel.	91.13				7.61		
		98.35				8.31		
			**					
Ergo 100W Erh.	94.87	95.15	.0	13.43	9.87	13.2**		
	87.23	90.04	2.6	11.15	8.71	8.7**	2.5	
		**			AWG-			
38 PD5	O1 Liegen Stehen	84.07	75.51	19.6**	12.58	9.67	9.9**	2.3
		97.98	91.06	14.5**	12.85	8.15	28.1**	
			**			AWG-		
	RE Ruhe Bel.	81.77				8.71		
		88.35				9.06		
			**					
Ergo 100W Erh.	89.86	77.16	23.4**	14.95	15.63	.3		
	80.35	78.18	1.1	12.92	10.56	5.7*	28.6**	
		**			AWG-			
39 PM5	O1 Liegen Stehen	101.83	93.87	19.2**	11.67	8.74	11.9**	9.7**
		108.98	103.79	8.9**	11.99	7.62	27.9**	
			**			AWG-		
	RE Ruhe Bel.	99.65				7.86		
		106.82				8.76		
			**					
Ergo 100W Erh.	119.34	111.03	14.2**	13.25	11.92	1.6		
	101.49	99.48	1.3	10.95	8.70	7.4**	18.7**	
		**			AWG-			
40 PAMP5	O1 Liegen Stehen	53.28	55.08	.6	13.61	13.30	.1	5.1*
		33.00	38.21	7.3**	13.14	11.70	1.9	
			**			AWG-		
	RE Ruhe Bel.	53.63				13.88		
		55.43				12.73		
			*					
Ergo 100W Erh.	88.77	100.83	11.9**	20.18	20.52	.0		
	63.43	63.89	.0	14.89	13.25	1.9	17.0**	
		**			AWG-			
41 HMV Ind	O1 Liegen Stehen	3220.12	3432.28	1.3	1132.11	1087.59	.2	6.6*
		2738.53	3252.68	8.3**	1151.27	1179.07	.1	
			**					
	RE Ruhe Bel.	3492.06				1225.12		
		4089.18				1422.55		
			**			AWG+		
Ergo 100W Erh.	9909.47	11280.87	8.4**	2661.34	2754.94	.2		
	4312.45	4546.42	1.1	1251.14	1325.43	.5	8.0**	
		**			AWG-			
42 PAQ	O1 Liegen Stehen		4.01			1.26		.2
			6.18			1.43		
			**					
	RE Ruhe Bel.	5.25				1.72		
		4.87				1.40		
			**					
Ergo 100W Erh.	5.71	6.34	4.0*	1.73	1.97	2.4		
	4.86	5.62	4.6*	2.08	1.86	1.9	.2	
		**			AWG+			

Anmerkung: * p < .05, ** p < .01

Tabelle J: Übersicht über die Feldregistrierung und Mittelwert-Vergleich (t-Test) der physiologischen Messwerte in den hauptsächlichsten Segmenten der 24-Stunden Registrierung zwischen 26 Probanden mit normotonem (NT) und 20 Probanden mit labil-hypertonem (HT) Blutdruck (Kriterium GWHT1)

Segment		Minuten im Mittel	Herz- frequenz		Atem- frequenz		Aktivität	
			M	SD	M	SD	M	SD
Tagesaktivität	NT	833	81.0	10.9	19.3	1.89	11.0	6.22
	HT	783	85.7	12.7	20.2	2.80	9.8	8.60
	Ges.	824	83.0	11.8	19.7	2.35	10.5	7.29
Nachtruhe (Schlaf)	NT	417	58.1	9.4	14.6	1.52	0.2	0.20
	HT	412	60.7	10.0	15.8*	2.49	0.1*	0.14
	Ges.	416	59.3	9.7	15.1	2.06	0.2	0.18
2-Stunden- Aufw. Zeitr.	NT	120	57.0	8.9	14.2	1.46	0.2	0.25
	HT	120	59.1	10.0	15.2*	2.57	0.1	0.18
	Ges.	120	57.9	9.4	14.7	2.06	0.2	0.22
Stunde minimaler Herzfrequenz	NT	60	54.2	8.9	14.5	2.21	0.1	0.20
	HT	60	56.2	9.6	14.8	3.06	0.1	0.23
	Ges.	60	55.1	9.1	14.7	2.58	0.1	0.21
		BD-Messg. im Mittel	Systolischer Blutdruck		Diastolischer Blutdruck		Mittlerer Blutdruck	
Tagesaktivität	NT	59	132.0	9.6	83.2	6.9	99.5	6.6
	HT	57	145.4**	13.1	87.3	9.8	106.7**	8.9
	Ges.	58	137.8	13.0	85.0	8.5	102.6	8.4
Nachtruhe (Schlaf)	NT	7	113.3	11.4	70.1	6.6	84.2	6.6
	HT	9	119.8*	14.5	71.4	5.7	87.7*	7.5
	Ges.	8	116.1	13.1	70.7	6.2	85.8	7.1
2-Stunden- Aufw. Zeitr.	NT	2	112.6	11.1	70.2	8.5	84.5	6.9
	HT	2	118.2	12.2	70.6	6.7	86.5	8.0
	Ges.	2	115.1	11.8	70.4	7.6	85.5	7.4
Stunde minimaler Herzfrequenz	NT	1	114.5	17.0	69.8	9.4	84.3	10.0
	HT	1	117.3	16.3	69.2	6.7	86.2	7.8
	Ges.	1	115.7	16.7	69.5	8.2	85.2	8.9

Anmerkung: Zwischen den Gruppen NT und HT wurden t-Tests berechnet.

* p < .05 ** p < .01

Tabelle K: Beschreibende Statistiken der Selbsteinstufungen während des Monitorings; Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimum und Maximum über die Tagesmittelwerte der 46 Probanden.

	Skalen- stufen	Mittel- wert	S.D.	Min.	Max.
1 Arbeit - Freizeit	2	1.70	.16	1	2
2 Umgeb.gew. - ungewohnt	2	1.17	.12	1	2
3 allein - nicht allein	2	1.59	.22	1	2
4 körperlich angespannt	7	2.34	.69	1	4
5 geistig angespannt	7	2.69	.79	1	4
6 emotional angespannt	7	2.79	.91	1	5
7 vergnügt, locker	7	4.06	.73	2	6
8 mißmutig, verstimmt	7	2.11	.70	1	4
9 abgespannt, erschöpft	7	2.79	.89	1	5
10 Herzklopfen	7	1.62	.59	1	3
11 körperliche Müdigkeit	7	2.75	.98	1	5
12 körperlich wohl	7	4.81	1.02	3	7
13 R körperlich bewegt	7	2.67	.49	2	4
14 R Ärger	7	1.90	.61	1	3
15 R Freude	7	3.02	.79	1	5
16 R Langeweile	7	1.92	.69	1	4
17 R Stress	7	2.52	.90	1	4
18 R unangen. Kontakte	7	1.56	.48	1	3
19 R angen. Kontakte	7	3.44	1.10	1	6
Anzahl Einstufungen		13.93	2.68	8	22

Tabelle L1: Ergebnisse der MANOVA (F-Werte) mit der Gruppierung in normotone und labil/hypertone Probanden (GWHT1) mit 19 Phasen als Variablen.

	Overall-Test (level+scatter+ shape) df=19/35	Level (Gruppen) df=1/53	Flatness (Situationen) df=18/36	Parallelism (Gruppen* Situationen) df=18/36
1 PS	2.7969 **	16.0000 **	13.2409 **	1.5729
2 PD4	1.1781	12.0100 **	38.3246 **	0.7330
3 PD5	0.7687	3.4700	41.0287 **	0.5729
4 PM4	1.5146	16.0900 **	33.7666 **	0.8195
5 PM5	1.4623	10.5100 **	30.6611 **	0.8031
6 PAMP4	2.1135 *	6.9000 *	8.9166 **	1.2013
7 PAMP5	1.4071	3.9300	9.4390 **	1.2100
8 TPR4	1.3038	0.2300	12.6834 **	1.4070
9 TPR5	1.2130	0.2300	16.3684 **	1.2231
10 HF	1.1213	3.0300	32.5573 **	0.7703
11 RR	0.9143	2.9200	25.7294 **	0.7656
12 HF-MQSD	1.6565	0.0100	14.5522 **	1.7333
13 HF-BT	1.4146	0.7900	54.2051 **	1.5320
14 HF-BB	1.3104	0.1900	10.4964 **	1.3674
15 HF-BA	0.8426	0.5000	17.4476 **	0.9097
16 RSA1	1.9556 *	1.1900	14.5148 **	1.5417
17 RSA2	1.4122	0.7700	15.6835 **	1.4147
18 EP Ampl	1.1735	2.8500	10.1509 **	1.2740
19 ER Ampl	0.8216	3.9300	9.1554 **	0.8624
20 EJ80 Ampl	2.0968 *	1.4900	6.1157 **	2.1925 *
21 ET Ampl	1.1307	2.4100	5.7644 **	1.2233
22 EPQI	1.5801	0.0700	4.8739 **	1.6461
23 EPQS	0.7955	0.2300	5.2771 **	0.8478
24 EQT	1.4487	0.4700	24.9664 **	1.4753
25 EQTc	0.7537	1.2800	34.4628 **	0.6794
26 HT1 Ampl	1.5308	0.3600	7.2784 **	1.6619
27 IA Ampl	0.9665	4.4600 *	15.3884 **	0.6475
28 IE Ampl	1.3725	1.0000	25.2100 **	0.8986
29 IX Ampl	0.7092	0.7400	13.2111 **	0.7696
30 PEP	1.3019	5.0500 *	13.9747 **	0.9600
31 LVET	0.5035	0.1200	18.8832 **	0.5445
32 PELV	0.9805	3.6600	7.8608 **	0.7336
33 R-Z-Zeit	0.8782	5.8900 *	14.6233 **	0.4370
34 I Heather	0.9113	1.1600	17.4703 **	0.9628
35 I AWG	1.1779	0.6600	16.9578 **	0.9782
36 SV1 Index	0.3599	1.6000	15.1600 **	0.3003
37 SV2 Index	1.7065	0.1600	6.9710 **	1.8489
38 HMV1 Index	0.6283	3.2600	12.7944 **	0.6709
39 HMV2 Index	1.3571	0.9000	12.1304 **	1.4696
40 PWG Car	1.5942	9.4300 **	23.6640 **	1.3339
41 PWG Ohr	0.9648	3.7700	17.8203 **	0.9320
42 PWG Rad	1.6497	0.3300	17.7050 **	1.7039
43 PWG Fin	1.3521	6.0800 *	18.6093 **	1.1015
44 CAR Ampl	0.9089	0.1000	4.6108 **	0.9369
45 OHR Ampl	2.5032 **	1.5900	8.3093 **	2.2108 *
46 RAD Ampl	0.9575	0.0500	2.3838 **	0.9910
47 FIN Ampl	0.7540	1.6300	22.5070 **	0.7721
48 AF	0.9765	0.0700	19.9215 **	1.0327
49 AA	1.3922	0.9200	8.1069 **	1.4941
50 AFO	1.1037	1.0400	19.0774 **	1.1972
51 SCL	2.2867 *	10.0100 **	17.2566 **	1.6907
52 ACS	0.9175	0.4100	20.0511 **	0.9935
53 SC Freq	1.3766	2.6900	41.1175 **	1.2416
54 SC Ampl	1.2395	3.3500	8.6227 **	1.3304
55 LID ton	1.5924	2.5800	8.3417 **	1.7177
56 LID phas	1.9971 *	5.1900 *	9.0228 **	2.0098 *
57 LID Freq	0.9061	0.8500	25.8196 **	0.8997
58 LID Ampl	1.1890	5.9600 *	13.5962 **	1.1970
59 EMG	0.8912	0.0200	12.8300 **	0.9672
60 BEW	1.0482	1.4500	26.5470 **	0.8471
61 T-Finger	0.7480	1.2100	8.3967 **	0.7747
62 T-Raum	1.2385	3.0200	5.1980 **	1.3442
63 T-FmR	0.8546	2.2500	10.0540 **	0.7331
64 HF-MQ ^c	1.9940 *	0.2600	13.5538 **	1.8235
65 HF-BT ^c	1.6308	1.5000	15.9957 **	1.7207
66 HF-BB ^c	1.6628	0.7200	11.6081 **	1.7984
67 HF-BA ^c	1.1570	0.1300	6.2389 **	1.0528
68 FIN Amp ^c	0.4001	1.3400	9.7701 **	0.4293
69 SCL ^c	1.9618 *	4.6700 *	17.4998 **	1.6735
70 ACS ^c	1.1857	2.8900	16.2149 **	1.2814
71 EMG ^c	0.6700	0.1700	4.7078 **	0.7031

Anmerkungen: * p < .05 ** p < .01
^c Meßwerte vor Transformation wegen extremer Verteilungen.

Tabelle L2: F-Werte der Varianz- und Kovarianzanalysen mit der Gruppierung in normotone und labil/hypertone Probanden (GWHT1) für 71 physiologische Variablen (N=55) in Anfangsruhe (Level-Unterschiede).

	ohne Kov. 4 Kovariable (Alter, Größe, Gewicht, Oberarmumfang)						
	df 1/53	df 1/49	+HF df 1/48	+PS df 1/48	+PD5 df 1/48	+HF+PS df 1/47	+HF+PD5 df 1/47
1 PS	21.84**	17.36**	9.42**	0.39	12.66**	0.82	8.46**
2 PD4	7.83**	7.66**	2.11	0.43	3.10	1.30	1.20
3 PD5	6.68*	3.99	1.42	1.15	0.83	0.72	0.62
4 PM4	15.44**	13.83**	6.00*	0.73	8.36**	1.77	4.85*
5 PM5	17.99**	12.93**	6.23*	0.29	7.45**	0.06	5.15*
6 PAMP4	9.28**	7.71**	6.41*	0.15	9.29**	0.09	7.40**
7 PAMP5	3.62	4.67*	2.96	2.32	5.86*	2.23	3.79
8 TPR4	0.00	0.01	0.05	0.42	0.04	0.25	0.01
9 TPR5	0.05	0.02	0.09	0.12	0.07	0.03	0.03
10 HF	1.12	2.64	2.80	0.10	0.56	0.91	3.45
11 RR	1.11	2.33	2.93	0.03	0.52	1.33	3.23
12 HF-MQSD	0.29	0.43	0.47	1.09	1.03	1.07	0.75
13 HF-BT	0.01	0.01	0.25	0.74	0.07	0.40	0.10
14 HF-BB	0.67	0.59	0.09	0.77	0.30	0.29	0.06
15 HF-BA	0.93	1.39	0.11	0.67	1.26	0.31	0.20
16 RSA1	0.24	0.18	1.35	1.42	1.18	2.10	1.96
17 RSA2	1.26	2.38	0.02	1.08	1.70	0.41	0.07
18 EP Ampl	2.66	1.35	0.98	0.00	0.81	0.00	0.78
19 ER Ampl	4.00	2.74	2.55	0.04	1.79	0.07	2.09
20 EJ80 Ampl	2.23	0.93	1.09	0.51	0.49	0.36	0.81
21 ET Ampl	2.40	1.23	1.48	0.00	0.93	0.01	1.26
22 EPQI	0.19	0.01	0.26	0.17	0.00	0.06	0.17
23 EPQS	0.11	0.04	0.09	1.00	0.06	0.64	0.04
24 EQT	1.01	2.23	0.52	0.01	0.52	0.97	0.72
25 EQTc	0.11	0.18	0.52	0.30	0.04	0.03	0.43
26 HT1 Ampl	0.04	0.79	1.13	0.47	1.64	0.57	1.53
27 IA Ampl	3.56	6.53*	1.45	3.90	4.11*	2.84	1.30
28 IE Ampl	0.86	3.70	6.49*	3.36	8.18**	4.38*	8.88**
29 IX Ampl	0.05	0.09	0.88	0.02	0.01	0.09	0.72
30 PEP	3.63	4.44*	0.84	0.33	2.55	0.05	0.69
31 LVET	0.06	0.03	3.85	1.48	0.18	4.93*	3.92
32 PELV	3.13	3.33	2.12	0.85	2.68	0.70	1.99
33 R-Z-Zeit	2.62	4.01	1.46	0.14	3.28	0.32	1.54
34 I Heather	2.38	7.56**	6.87*	4.02	9.12**	4.00	7.75**
35 I AWG	1.21	5.46*	7.85**	1.27	8.86**	1.88	9.44**
36 SV1 Index	0.92	0.34	2.28	0.00	1.83	0.11	3.19
37 SV2 Index	0.97	0.74	2.57	1.25	1.46	1.95	2.76
38 HMV1 Inde	1.06	2.19	0.28	0.06	2.29	0.28	0.52
39 HMV2 Inde	1.50	3.38	0.78	0.91	2.42	0.46	0.80
40 PWG Car	5.12*	3.69	2.46	1.11	4.93*	0.95	3.22
41 PWG Ohr	1.76	1.21	0.00	0.13	0.53	0.00	0.00
42 PWG Rad	0.13	0.05	0.64	1.50	0.04	2.50	0.74
43 PWG Fin	3.14	2.75	0.83	1.24	1.32	0.80	0.58
44 CAR Ampl	0.58	0.40	0.93	0.00	0.22	0.02	0.69
45 OHR Ampl	1.31	0.84	0.46	0.68	1.52	0.56	0.78
46 RAD Ampl	0.46	0.60	0.47	0.54	0.16	0.48	0.26
47 FIN Ampl	0.79	0.25	0.17	0.01	0.66	0.01	0.35
48 AF	1.34	1.58	0.37	0.16	1.56	0.05	0.51
49 AA	0.03	0.01	0.04	0.02	0.01	0.00	0.02
50 AFO	4.38*	5.47*	3.00	2.10	4.43*	1.66	2.90
51 SCL	8.33**	5.70*	8.27**	1.12	6.46*	1.73	8.19**
52 ACS	1.32	2.40	3.01	0.68	2.94	0.87	3.17
53 SC Freq	2.10	2.52	2.16	0.05	1.85	0.06	1.87
54 SC Ampl	4.52*	6.27*	5.63*	3.12	6.52*	3.10	5.79*
55 LID ton	1.41	2.70	6.50*	1.32	2.97	2.34	5.99*
56 LID phas	2.77	4.73*	9.16**	2.33	4.66*	3.64	8.37**
57 LID Freq	0.33	1.53	2.15	1.59	1.62	1.81	2.08
58 LID Ampl	1.17	2.61	4.33*	2.11	2.29	2.70	3.83
59 EMG	0.17	0.98	1.12	1.79	0.49	1.43	0.82
60 BEW	0.80	1.83	0.05	0.05	0.65	0.34	0.01
61 T-Finger	1.16	1.04	1.53	0.03	0.47	0.09	1.09
62 T-Raum	2.77	2.56	1.50	0.14	3.87	0.10	2.24
63 T-FmR	2.38	2.32	2.58	0.09	1.70	0.16	2.19
64 HF-MQC	0.04	0.08	0.23	0.54	0.35	0.61	0.36
65 HF-BTC	0.35	0.37	0.66	0.00	0.32	0.02	0.57
66 HF-BBC	0.00	0.10	0.47	0.25	0.15	0.11	0.44
67 HF-BAC	0.06	0.03	0.03	0.23	0.03	0.11	0.02
68 FIN Amp ^c	0.09	0.00	0.01	0.11	0.09	0.12	0.06
69 SCL ^c	4.54*	2.68	2.73	0.20	2.16	0.26	2.43
70 ACS ^c	2.77	4.40*	5.11*	3.06	5.10*	3.35	5.32*
71 EMG ^c	0.12	0.67	0.97	1.63	0.28	1.25	0.66

Anmerkungen: * p < .05 ** p < .01
^c Meßwerte vor Transformation wegen extremer Verteilungen.

Tabelle L3: F-Werte der Varianz- und Kovarianzanalysen mit der Gruppierung in normotone und labil/hypertone Probanden (GWHT1) für 71 physiologische Variablen (N=55) für mittlere Differenzen zur Anfangsruhe (18 Phasen, Scatter-Unterschiede).

	ohne Kov. 4 Kovariable (Alter, Größe, Gewicht, Oberarmumfang)						
	df 1/53	df 1/49	+HF df 1/48	+PS df 1/48	+PD5 df 1/48	+HF+PS df 1/47	+HF+PD5 df 1/47
1 PS	0.01	0.00	0.19	0.03	0.18	0.00	0.31
2 PD4	0.55	0.19	0.08	3.25	0.13	2.85	0.08
3 PD5	0.22	0.02	0.45	0.03	0.06	0.00	0.41
4 PM4	0.16	0.03	0.06	1.67	0.01	1.23	0.09
5 PM5	0.15	0.03	0.66	0.12	0.19	0.01	0.70
6 PAMP4	0.14	0.12	0.67	0.24	0.49	0.43	0.85
7 PAMP5	0.19	0.00	0.00	0.07	0.04	0.05	0.02
8 TPR4	0.75	0.97	0.32	0.52	0.61	0.35	0.28
9 TPR5	0.20	0.55	0.02	0.05	0.23	0.00	0.01
10 HF	2.77	2.10	1.62	2.40	2.91	2.20	2.06
11 RR	1.24	0.48	2.18	2.29	1.65	3.22	2.77
12 HF-MQSD	1.47	1.61	0.52	0.45	2.33	0.26	0.92
13 HF-BT	0.26	0.35	0.35	0.40	0.12	0.32	0.22
14 HF-BB	0.92	0.93	0.10	0.55	0.95	0.28	0.18
15 HF-BA	0.82	0.92	0.08	0.06	0.99	0.00	0.18
16 RSA1	4.88*	5.79*	3.01	3.09	7.22**	2.48	4.16*
17 RSA2	1.23	1.99	0.35	0.22	1.81	0.05	0.49
18 EP Ampl	3.15	1.74	1.67	0.05	1.20	0.08	1.39
19 ER Ampl	0.27	0.03	0.28	0.01	0.09	0.00	0.28
20 EJ80 Ampl	0.16	0.01	0.17	0.30	0.00	0.12	0.14
21 ET Ampl	2.11	0.93	0.95	0.01	0.62	0.02	0.77
22 EPQI	1.49	1.32	0.96	0.10	1.38	0.09	1.03
23 EPQS	0.22	0.14	0.00	0.01	0.22	0.04	0.02
24 EQT	0.25	0.40	0.03	0.14	0.00	0.05	0.01
25 EQTc	1.39	1.12	0.92	1.71	0.59	1.59	0.68
26 HT1 Ampl	0.92	1.46	0.19	3.46	1.45	2.61	0.32
27 IA Ampl	0.24	0.09	0.03	0.41	0.00	0.34	0.00
28 IE Ampl	0.06	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00
29 IX Ampl	8.07**	7.30**	8.69**	4.76*	9.18**	5.34*	9.43**
30 PEP	0.21	0.06	0.31	0.01	0.20	0.00	0.37
31 LVET	1.81	2.45	0.65	1.84	2.53	1.27	0.91
32 PELV	0.01	0.04	0.08	0.29	0.02	0.13	0.05
33 R-Z-Zeit	1.16	0.66	1.62	0.78	1.47	1.11	1.96
34 I Heather	0.27	0.34	0.38	0.37	0.31	0.39	0.36
35 I AWG	0.46	0.43	0.36	0.03	0.30	0.02	0.30
36 SV1 Index	0.51	0.15	0.53	0.04	0.02	0.12	0.31
37 SV2 Index	2.15	2.44	2.23	2.75	2.51	2.65	2.27
38 H MV1 Inde	3.31	1.88	3.55	1.46	2.30	2.00	3.48
39 H MV2 Inde	0.53	0.85	0.50	0.31	0.56	0.25	0.42
40 PWG Car	4.33*	3.80	4.17*	2.04	3.70	2.23	4.02
41 PWG Ohr	3.43	3.31	2.13	1.29	3.47	1.09	2.36
42 PWG Rad	0.50	0.41	0.73	0.51	0.74	0.32	0.87
43 PWG Fin	0.73	0.80	0.23	0.73	0.20	0.51	0.10
44 CAR Ampl	1.11	0.81	1.29	0.31	0.69	0.43	1.11
45 OHR Ampl	0.37	0.10	0.73	0.39	0.29	0.66	0.77
46 RAD Ampl	0.74	0.40	0.77	0.00	0.16	0.00	0.53
47 FIN Ampl	0.60	0.19	0.37	0.18	0.16	0.24	0.31
48 AF	4.14*	4.47*	1.75	0.72	4.38*	0.40	2.12
49 AA	3.05	2.71	0.19	0.97	1.85	0.40	0.24
50 AFO	1.58	1.66	0.05	1.05	1.54	0.50	0.15
51 SCL	0.12	0.29	0.03	1.25	0.04	0.94	0.00
52 ACS	0.73	0.59	0.32	1.25	0.74	1.19	0.41
53 SC Freq	0.00	0.01	0.20	0.58	0.13	0.74	0.28
54 SC Ampl	0.01	0.00	0.05	2.14	0.00	2.19	0.04
55 LID ton	0.38	0.15	0.22	2.25	0.66	2.17	0.46
56 LID phas	1.87	1.18	1.35	5.77*	2.30	5.59*	1.90
57 LID Freq	0.38	0.19	1.40	0.01	0.13	0.03	1.06
58 LID Ampl	9.95**	9.34**	9.08**	4.98*	9.15**	5.12*	8.92**
59 EMG	0.86	0.57	1.00	0.70	0.42	0.85	0.82
60 BEW	0.30	0.09	0.18	1.38	0.33	1.37	0.29
61 T-Finger	0.00	0.01	0.00	0.42	0.01	0.41	0.00
62 T-Raum	0.25	0.85	0.17	0.07	0.62	0.01	0.18
63 T-FmR	0.01	0.02	0.01	0.47	0.09	0.40	0.03
64 HF-MQ ^c	1.04	0.94	0.49	0.49	1.69	0.38	0.85
65 HF-BT ^c	2.70	2.65	0.78	0.14	2.15	0.03	0.85
66 HF-BB ^c	0.72	0.37	0.57	0.35	1.11	0.41	0.92
67 HF-BA ^c	0.41	0.25	0.08	0.05	0.46	0.02	0.17
68 FIN Amp ^c	0.68	0.29	0.14	0.37	0.09	0.30	0.08
69 SCL ^c	0.01	0.00	0.00	5.29*	0.30	4.80*	0.09
70 ACS ^c	0.08	0.12	0.40	3.98	0.20	4.08*	0.40
71 EMG ^c	0.11	0.64	0.22	2.62	0.60	2.63	0.25

Anmerkungen: * p < .05 ** p < .01
^c Meßwerte vor Transformation wegen extremer Verteilungen.

Tabelle L4: F-Werte der multivariaten Kovarianzanalysen mit der Gruppierung in normotone und labil/hypertone Probanden (GWHT1) für 71 physiologische Variable (N=55) in 19 Phasen (Shape-Unterschiede).

2 Kovariable: Anfangsruhe (Level), mittlere Differenz (Scatter)
+4 Kovariable (Alter, Größe, Gewicht, Oberarmumfang)

	df17/35	df17/31	+HF df17/30	+PS df17/30	+PD5 df17/30	+HF+PS df17/29	+HF+PD5 df17/29
1 PS	1.56	1.40	1.25	1.11	1.32	0.99	1.20
2 PD4	0.69	0.66	0.55	0.49	0.65	0.46	0.54
3 PD5	0.53	0.54	0.80	1.83	0.52	2.01*	0.79
4 PM4	0.76	0.63	0.55	0.74	0.62	0.66	0.54
5 PM5	0.70	0.66	0.61	1.47	0.64	1.51	0.59
6 PAMP4	1.67	1.71	1.50	0.82	1.44	0.79	1.37
7 PAMP5	1.30	1.57	1.31	0.95	1.19	0.89	1.17
8 TPR4	1.40	1.30	1.45	1.07	1.13	1.49	1.35
9 TPR5	1.33	1.04	1.47	1.05	0.88	1.86	1.37
10 HF	0.98	0.82	0.90	1.22	0.80	1.18	0.84
11 RR	0.75	0.73	0.82	1.63	0.73	1.54	0.76
12 HF-MQSD	1.73	2.15*	3.28**	1.16	3.34**	1.47	3.91**
13 HF-BT	1.49	1.16	1.02	1.58	1.14	1.69	1.04
14 HF-BB	1.40	1.34	1.67	0.89	1.47	0.90	1.78
15 HF-BA	0.89	0.82	1.04	1.94	1.30	1.89	1.24
16 RSA1	1.67	1.56	1.53	0.86	1.76	0.80	1.62
17 RSA2	1.49	1.08	1.23	1.68	1.17	1.66	1.21
18 EP Ampl	1.10	0.95	1.21	0.83	0.99	0.95	1.25
19 ER Ampl	0.68	0.69	0.66	0.71	0.69	0.83	0.65
20 EJ80 Ampl	2.15*	1.88	1.55	1.47	1.74	1.44	1.53
21 ET Ampl	1.12	1.16	0.71	0.44	0.92	0.38	0.66
22 EPQI	1.65	1.40	2.13*	0.56	1.13	0.72	2.01*
23 EPQS	0.85	0.76	0.84	0.38	0.67	0.41	0.80
24 EQT	1.54	1.78	2.05*	1.61	1.63	1.45	1.90
25 EQTc	0.76	0.61	1.16	1.34	0.50	1.51	1.14
26 HT1 Ampl	1.65	1.47	1.72	1.07	2.33*	1.12	2.23*
27 IA Ampl	0.84	0.89	1.23	0.86	1.06	0.89	1.22
28 IE Ampl	1.47	1.31	1.07	1.21	1.34	1.17	1.03
29 IX Ampl	0.38	0.35	0.43	0.84	0.40	0.91	0.43
30 PEP	1.15	1.24	1.29	1.06	1.05	1.11	1.25
31 LVET	0.48	0.69	0.55	0.80	0.60	0.79	0.53
32 PELV	0.89	1.02	1.07	1.08	0.85	1.20	1.01
33 R-Z-Zeit	0.62	0.75	0.81	0.64	0.68	0.82	0.77
34 I Heather	0.88	0.86	0.87	1.65	0.79	1.60	0.77
35 I AWG	1.23	1.15	0.72	0.81	0.99	0.70	0.70
36 SV1 Index	0.30	0.29	0.60	0.65	0.51	0.61	0.59
37 SV2 Index	1.75	1.84	1.34	0.62	1.46	0.54	1.25
38 HMV1 Index	0.40	0.39	0.68	0.56	0.66	0.77	0.76
39 HMV2 Index	1.41	1.31	1.18	0.37	1.06	0.41	1.14
40 PWG Car	1.12	1.11	1.43	1.03	1.16	1.30	1.41
41 PWG Ohr	0.79	0.72	1.07	1.02	0.72	1.29	1.01
42 PWG Rad	1.80	2.36*	2.15*	1.50	2.25*	1.61	2.13*
43 PWG Fin	1.14	0.89	1.32	0.57	0.93	0.84	1.29
44 CAR Ampl	0.94	0.80	0.89	0.55	0.82	0.60	0.86
45 OHR Ampl	2.66**	2.72**	2.38*	1.79	2.34*	1.69	2.24*
46 RAD Ampl	1.02	0.96	0.82	0.87	0.88	0.83	0.83
47 FIN Ampl	0.76	0.70	0.62	0.81	0.46	0.74	0.59
48 AF	0.86	0.81	0.83	1.32	0.72	1.26	0.75
49 AA	1.28	0.98	0.92	1.02	0.96	0.98	0.89
50 AFO	0.97	0.61	0.63	0.88	0.55	0.84	0.58
51 SCL	1.94*	1.80	1.50	1.24	1.77	1.17	1.52
52 ACS	0.95	0.78	0.57	0.68	0.53	0.67	0.50
53 SC Freq	1.34	1.12	1.69	0.69	0.89	1.00	1.58
54 SC Ampl	1.06	0.78	0.73	0.72	0.66	1.05	0.74
55 LID ton	1.60	1.33	1.23	1.41	1.36	1.37	1.25
56 LID phas	1.84	1.47	1.26	1.89	1.52	1.84	1.31
57 LID Freq	0.96	0.83	1.14	0.81	1.29	0.87	1.25
58 LID Ampl	0.78	0.63	0.63	1.01	0.63	1.03	0.72
59 EMG	0.95	0.81	0.62	0.55	0.68	0.50	0.58
60 BEW	1.08	0.86	0.99	1.53	1.05	1.78	1.06
61 T-Finger	0.73	0.73	0.70	1.18	0.83	1.08	0.74
62 T-Raum	1.20	1.37	1.33	1.41	1.33	1.35	1.30
63 T-FmR	0.82	0.90	0.85	1.28	0.99	1.18	0.88
64 HF-MQ ^c	2.05*	2.58*	3.81**	1.87	4.11**	2.17*	4.65**
65 HF-BT ^c	1.63	1.29	1.45	1.43	1.28	1.56	1.39
66 HF-BB ^c	1.71	1.42	1.29	0.93	1.29	0.85	1.17
67 HF-BA ^c	1.24	1.52	1.67	1.65	2.11*	1.58	1.98
68 FIN Amp ^c	0.37	0.47	0.48	0.61	0.36	0.60	0.44
69 SCL ^c	1.83	1.60	2.23*	1.43	2.03*	2.31*	2.33*
70 ACS ^c	1.09	0.99	0.91	0.59	0.78	0.76	0.83
71 EMG ^c	0.74	0.92	0.75	0.61	0.79	0.56	0.69

Anmerkungen: * p < .05 ** p < .01
^c Meßwerte vor Transformation wegen extremer Verteilungen.

Tabelle L5: Ergebnisse der MANOVA (F-Werte) mit der Gruppierung in normotone und labil/hypertone Probanden (GWHT1) mit 19 Phasen als Variablen.

	Overall-Test (level+scatter+ shape) df=19/116	Level (Gruppen) df=1/134	Flatness (Situationen) df=18/117	Parallelism (Gruppen* Situationen) df=18/117
1 PS	3.5317 **	33.8800 **	27.6331 **	1.5887
2 PD4	2.2126 **	26.7400 **	45.9864 **	1.1849
3 PD5	1.1428	9.2600 **	30.0325 **	0.7052
4 PM4	2.8579 **	34.0200 **	48.2581 **	1.1803
5 PM5	2.5677 **	22.9100 **	39.4262 **	1.2937
6 PAMP4	1.9270 *	11.1600 **	12.2910 **	1.4358
7 PAMP5	1.3490	11.3800 **	14.4626 **	0.4042
8 TPR4	1.3048	3.0800	32.6408 **	1.1829
9 TPR5	1.5036	0.5100	35.9080 **	1.4979
10 HF	1.7409 *	14.7300 **	60.8352 **	0.8597
11 RR	2.0485 *	17.0800 **	62.4449 **	1.1625
12 HF-MQSD	1.8830 *	5.6700 *	17.6606 **	1.0852
13 HF-BT	1.3747	0.7200	87.2833 **	1.3796
14 HF-BB	1.9975 *	0.0100	19.4513 **	1.9838*
15 HF-BA	1.1646	0.7600	19.0003 **	0.9844
16 RSA1	2.5119 **	12.5500 **	32.0157 **	1.4867
17 RSA2	1.8865 *	0.0300	27.5172 **	1.7354*
18 EP Ampl	0.7480	1.7700	25.1196 **	0.7478
19 ER Ampl	0.8756	2.2900	11.7090 **	0.9193
20 EJ80 Ampl	1.7078 *	0.0300	11.1428 **	1.7658*
21 ET Ampl	1.2314	0.4500	15.8774 **	1.1353
22 EPQI	0.7586	0.0200	10.6319 **	0.8063
23 EPQS	1.0849	0.0300	12.2281 **	1.0972
24 EQT	1.2375	4.7700 *	47.4681 **	0.7742
25 EQTc	0.8211	3.4700	61.7166 **	0.6961
26 HT1 Ampl	1.1197	0.0400	12.9783 **	1.1372
27 IA Ampl	1.9119 *	0.0300	20.8520 **	2.0193*
28 IE Ampl	0.8398	1.7600	40.7822 **	0.8461
29 IX Ampl	0.8902	0.0000	40.2005 **	0.9089
30 PEP	1.5184	12.9800 **	20.7271 **	1.1600
31 LVET	0.9824	2.1300	47.8885 **	0.9839
32 PELV	1.5702	8.1200 **	16.7031 **	1.4586
33 R-Z-Zeit	1.3517	19.2900 **	33.8913 **	0.5888
34 I Heather	1.0394	2.0600	26.7288 **	1.0950
35 I AWG	0.9057	0.3200	31.4430 **	0.9461
36 SV1 Index	0.9456	0.2400	35.1294 **	1.0024
37 SV2 Index	1.2465	0.0600	17.3571 **	1.2589
38 H MV1 Index	0.9224	4.4700 *	28.5682 **	0.8548
39 H MV2 Index	1.0863	2.2800	20.6286 **	1.1283
40 PWG Car	1.3070	18.1900 **	44.2090 **	0.9446
41 PWG Ohr	0.9499	11.2000 **	30.7379 **	0.7116
42 PWG Rad	1.6016	0.1000	42.7389 **	1.4797
43 PWG Fin	1.3066	0.0300	40.7263 **	1.3720
44 CAR Ampl	0.6976	0.3000	6.7382 **	0.7365
45 OHR Ampl	1.4382	9.5400 **	19.0518 **	0.9317
46 RAD Ampl	0.9619	0.2700	5.4001 **	0.9948
47 FIN Ampl	2.3449 **	21.1400 **	65.5308 **	1.2247
48 AF	0.8948	1.0000	46.1379 **	0.8437
49 AA	0.8961	1.2700	22.2401 **	0.9496
50 AFO	0.4821	2.3000	32.8195 **	0.4687
51 SCL	1.3420	4.5400 *	55.6578 **	1.2386
52 ACS	1.2183	0.0200	27.1596 **	1.2069
53 SC Freq	1.1185	2.0600	49.1732 **	0.8753
54 SC Ampl	1.1785	0.2000	13.0522 **	1.2524
55 LID ton	1.7040 *	0.0200	9.6238 **	1.6920
56 LID phas	1.3628	0.5800	20.5494 **	1.4158
57 LID Freq	0.8584	0.6900	18.2301 **	0.8881
58 LID Ampl	1.5818	15.1800 **	18.2779 **	0.9882
59 EMG	0.8503	2.1900	22.4295 **	0.8184
60 BEW	1.3044	7.1100 **	37.2519 **	1.1425
61 T-Finger	1.1635	2.7900	23.1753 **	1.1538
62 T-Raum	1.8539 *	9.2000 **	19.1044 **	1.7545*
63 T-FmR	1.0123	0.9700	29.3776 **	1.0524
64 HF-MQc	1.7720 *	3.7500	15.2510 **	0.9938
65 HF-BTc	1.3051	1.5300	28.8375 **	1.3057
66 HF-BBc	1.3083	0.0000	12.8318 **	1.3929
67 HF-BAc	0.7730	0.0000	13.5561 **	0.8213
68 FIN Ampc	1.6036	7.1300 **	16.7935 **	1.6469
69 SCLc	1.6366	2.9500	24.6871 **	1.4494
70 ACSc	1.1163	0.2300	17.4694 **	1.0223
71 EMGc	0.8745	0.0400	8.8290 **	0.9196

Anmerkungen: * p < .05 ** p < .01

° Meßwerte vor Transformation wegen extremer Verteilungen.

Tabelle L6: F-Werte der Varianz- und Kovarianzanalysen mit der Gruppierung in normotone und labil/hypertone Probanden (GWHT1) für 71 physiologische Variablen (N=136) in Anfangsruhe (Level-Unterschiede).

	ohne Kov. 4 Kovariable (Alter, Größe, Gewicht, Oberarmumfang)						
			+HF	+PS	+PD5	+HF+PS	+HF+PD5
	df 1/134	df 1/130	df 1/129	df 1/129	df 1/129	df 1/128	df 1/128
1 PS	40.36**	36.00**	20.86**	2.85	21.49**	3.56	13.69**
2 PD4	19.48**	15.96**	7.58**	1.31	1.72	1.72	0.37
3 PD5	7.10**	3.33	0.81	0.41	0.84	0.62	1.76
4 PM4	35.04**	29.72**	16.12**	2.56	10.21**	3.29	5.26*
5 PM5	22.99**	15.88**	7.18**	1.37	2.40	1.86	0.59
6 PAMP4	13.33**	13.94**	9.00**	0.56	20.86**	0.59	15.22**
7 PAMP5	12.59**	16.09**	11.14**	0.59	24.33**	0.59	18.50**
8 TPR4	0.64	0.92	2.40	0.88	0.02	0.58	0.25
9 TPR5	0.03	0.13	0.00	2.72	2.34	2.35	1.07
10 HF	12.98**	14.00**	0.00	0.82	7.19**	0.08	0.07
11 RR	14.37**	15.01**	0.14	1.13	8.25**	0.35	0.05
12 HF-MQSD	1.49	0.39	0.15	0.22	0.00	0.18	0.01
13 HF-BT	0.26	0.34	0.05	0.17	0.57	0.06	0.01
14 HF-BB	1.29	1.15	0.06	0.48	0.33	0.19	0.15
15 HF-BA	0.07	0.06	0.26	0.01	0.17	0.06	0.04
16 RSA1	3.27	1.86	0.05	0.03	0.30	0.15	0.06
17 RSA2	0.79	1.94	0.03	0.51	1.95	0.17	0.03
18 EP Ampl	1.75	0.77	0.41	0.00	0.63	0.00	0.39
19 ER Ampl	2.36	1.80	1.44	0.02	1.88	0.02	1.58
20 EJ80 Ampl	0.00	0.04	0.00	0.51	0.06	0.44	0.01
21 ET Ampl	0.32	0.08	0.23	0.03	0.15	0.02	0.28
22 EPQI	0.02	0.41	0.03	0.51	0.71	0.37	0.19
23 EPQS	0.00	0.00	0.67	0.00	0.15	0.04	0.08
24 EQT	6.59*	7.72**	0.11	0.10	3.41	0.15	0.31
25 EQTc	3.14	2.71	0.12	0.59	1.77	0.28	0.13
26 HT1 Ampl	0.05	0.05	0.00	0.03	0.78	0.06	0.32
27 IA Ampl	0.14	1.46	1.13	0.21	1.05	0.00	0.52
28 IE Ampl	1.81	0.02	0.03	0.74	2.03	0.60	2.07
29 IX Ampl	0.16	0.01	3.16	2.31	0.07	4.05*	1.47
30 PEP	11.84**	8.65**	3.59	0.56	6.88**	0.34	3.47
31 LVET	1.37	2.98	0.25	0.38	2.44	1.38	0.02
32 PELV	7.71**	4.72*	3.48	0.49	4.14*	0.46	3.31
33 R-Z-Zeit	15.20**	16.31**	10.58**	0.14	20.93**	0.10	15.29**
34 I Heather	4.58*	9.79**	8.48**	0.94	13.65**	0.99	11.88**
35 I AWG	0.79	6.77*	10.76**	0.46	14.17**	0.83	17.31**
36 SV1 Index	0.41	0.11	4.52*	0.35	4.08*	1.06	11.30**
37 SV2 Index	0.35	0.09	2.58	2.40	0.90	3.45	3.63
38 HMV1 Inde	3.78	5.12*	2.31	0.32	11.48**	0.21	7.10**
39 HMV2 Inde	5.28*	6.67	2.44	3.26	6.67*	2.68	3.24
40 PWG Car	14.67**	8.87**	4.20*	0.01	12.65**	0.00	7.70**
41 PWG Ohr	9.32**	6.77*	1.16	0.00	9.25**	0.06	3.43
42 PWG Rad	2.19	0.89	0.24	2.77	0.22	3.93*	0.36
43 PWG Fin	0.51	0.15	0.80	0.53	0.03	1.01	0.63
44 CAR Ampl	0.53	0.48	0.48	1.43	0.12	1.29	0.16
45 OHR Ampl	7.71**	5.55*	5.19*	3.22	3.08	2.84	3.21
46 RAD Ampl	0.96	0.72	0.51	2.30	0.14	2.16	0.12
47 FIN Ampl	21.12**	18.58**	15.08**	1.14	12.28**	1.17	10.89**
48 AF	0.30	0.12	0.05	0.72	0.14	0.51	0.01
49 AA	0.04	0.01	0.02	2.50	0.18	2.49	0.04
50 AFO	3.43	3.94*	0.61	3.53	2.75	2.83	0.59
51 SCL	6.80*	5.56*	8.65**	1.09	7.62**	1.52	10.06**
52 ACS	1.97	1.71	1.45	0.07	1.86	0.07	1.62
53 SC Freq	7.59**	8.39**	8.98**	3.31	6.56*	3.54	7.29**
54 SC Ampl	3.77	5.12*	6.33*	2.41	5.59*	2.68	6.52*
55 LID ton	0.09	0.30	0.96	0.67	1.48	0.82	2.13
56 LID phas	0.18	1.99	4.30*	1.49	2.41	1.93	4.25*
57 LID Freq	0.78	2.14	5.85*	2.48	1.08	3.31	3.50
58 LID Ampl	6.91**	7.67**	13.05**	1.90	3.40	2.70	7.21**
59 EMG	2.50	1.37	1.00	1.08	0.52	1.01	0.44
60 BEW	7.31**	6.30*	2.63	0.43	2.96	0.58	1.30
61 T-Finger	2.12	1.45	1.30	0.01	0.40	0.01	0.45
62 T-Raum	9.08**	8.96**	9.78**	4.09*	8.43**	4.36*	9.18**
63 T-FmR	0.46	0.25	0.23	0.04	0.00	0.04	0.01
64 HF-MQc	1.30	0.25	0.00	0.08	0.02	0.03	0.16
65 HF-BTc	0.05	0.05	0.46	0.51	0.03	0.65	0.28
66 HF-BBc	0.50	0.31	0.03	1.12	0.13	0.92	0.01
67 HF-BAc	0.07	0.00	0.06	0.07	0.08	0.04	0.00
68 FIN Ampc	6.89**	5.60*	4.18*	0.11	2.42	0.10	2.05
69 SCLc	3.45	2.30	2.64	0.35	2.55	0.42	2.80
70 ACSc	0.44	0.74	0.76	0.03	0.45	0.04	0.51
71 EMGc	0.72	0.18	0.05	1.95	0.01	1.90	0.02

Anmerkungen: * p < .05 ** p < .01
 c Meßwerte vor Transformation wegen extremer Verteilungen.

Tabelle L7: F-Werte der Varianz- und Kovarianzanalysen mit der Gruppierung in normotone und labil/hypertone Probanden (GWHT1) für 71 physiologische Variablen (N=136) für mittlere Differenzen zur Anfangsruhe (18 Phasen, Scatter-Unterschiede).

	ohne Kov. 4 Kovariablen (Alter, Größe, Gewicht, Oberarmumfang)						
	df 1/134	df 1/130	+HF df 1/129	+PS df 1/129	+PD5 df 1/129	+HF+PS df 1/128	+HF+PD5 df 1/128
1 PS	0.49	0.35	0.29	0.02	0.00	0.01	0.00
2 PD4	4.13*	1.93	1.17	3.07	1.84	2.81	1.26
3 PD5	0.64	0.18	0.14	2.39	0.08	2.24	0.07
4 PM4	2.98	1.43	0.85	1.23	0.79	1.11	0.53
5 PM5	0.89	0.31	0.23	1.33	0.04	1.25	0.04
6 PAMP4	0.50	0.20	0.10	1.96	1.03	1.80	0.68
7 PAMP5	0.00	0.01	0.00	1.79	0.07	1.69	0.05
8 TPR4	4.51*	3.22	1.66	2.36	2.45	2.07	1.46
9 TPR5	3.54	2.57	1.33	2.70	1.45	2.40	0.83
10 HF	0.99	2.24	1.04	2.27	1.62	1.98	0.88
11 RR	0.01	0.00	0.64	1.27	0.07	1.61	0.67
12 HF-MQSD	2.53	2.73	0.34	0.10	2.73	0.02	0.68
13 HF-BT	0.00	0.11	0.22	0.03	0.02	0.04	0.00
14 HF-BB	3.18	2.20	0.28	0.86	0.99	0.56	0.10
15 HF-BA	0.48	0.51	0.04	0.00	0.42	0.03	0.00
16 RSA1	3.90	4.82*	1.58	4.52*	4.40*	3.86	1.93
17 RSA2	2.41	2.35	0.23	1.05	2.20	0.69	0.46
18 EP Ampl	1.71	1.09	1.10	0.11	0.97	0.13	1.00
19 ER Ampl	0.00	0.01	0.00	0.01	0.08	0.00	0.14
20 EJ80 Ampl	0.16	0.62	0.01	0.35	0.21	0.17	0.04
21 ET Ampl	0.85	0.33	0.67	0.10	0.40	0.14	0.67
22 EPQI	0.00	0.43	0.47	0.01	0.15	0.02	0.21
23 EPQS	1.20	0.59	0.36	0.56	0.16	0.50	0.11
24 EQT	0.62	0.17	0.02	0.03	0.00	0.00	0.13
25 EQTc	0.52	0.34	0.17	1.22	0.10	1.11	0.05
26 HT1 Ampl	0.00	0.10	0.14	0.18	0.00	0.07	0.27
27 IA Ampl	0.23	0.26	0.59	0.59	0.96	0.67	1.24
28 IE Ampl	0.00	0.00	0.02	0.65	0.00	0.67	0.01
29 IX Ampl	0.95	1.98	3.78	3.62	4.05*	4.07*	5.53*
30 PEP	0.00	0.05	0.31	0.08	0.01	0.04	0.13
31 LVET	0.84	2.64	0.03	1.39	2.26	0.86	0.16
32 PELV	0.02	0.02	0.29	0.34	0.12	0.18	0.04
33 R-Z-Zeit	0.60	0.85	1.34	0.24	0.43	0.31	0.78
34 I Heather	0.76	0.26	0.56	2.67	0.26	2.72	0.49
35 I AWG	0.62	0.36	0.72	1.67	0.26	1.76	0.53
36 SV1 Index	0.40	0.76	0.23	2.30	1.55	2.01	0.78
37 SV2 Index	5.26*	5.40*	4.66*	7.70**	4.64*	7.43**	4.22*
38 HVM1 Inde	0.06	0.10	0.82	0.04	0.11	0.00	0.63
39 HVM2 Inde	4.26*	3.58	2.46	2.97	2.87	2.75	2.17
40 PWG Car	3.62	4.04*	3.36	0.41	1.78	0.42	1.70
41 PWG Ohr	2.51	4.95*	2.00	1.63	3.72	1.30	1.81
42 PWG Rad	0.74	0.96	1.72	0.00	2.02	0.00	2.62
43 PWG Fin	0.89	0.78	0.23	0.69	0.18	0.56	0.03
44 CAR Ampl	0.23	0.00	0.08	0.01	0.04	0.00	0.01
45 OHR Ampl	2.66	1.93	1.43	0.76	0.71	0.72	0.60
46 RAD Ampl	0.37	0.00	0.25	0.22	0.02	0.33	0.09
47 FIN Ampl	0.30	0.44	1.88	4.08*	0.54	4.64*	1.65
48 AF	3.39	2.77	0.81	2.81	2.04	2.34	0.75
49 AA	3.74	2.99	1.11	1.74	1.83	1.42	0.78
50 AFO	0.81	0.73	0.11	1.21	0.92	0.76	0.00
51 SCL	4.38*	2.96	3.27	0.15	4.25*	0.20	4.33*
52 ACS	4.74*	1.92	0.75	0.46	2.24	0.54	1.15
53 SC Freq	4.84*	3.73	2.40	0.24	2.43	0.20	1.74
54 SC Ampl	4.54*	3.86	3.20	0.23	4.60*	0.24	3.93*
55 LID ton	0.09	0.07	0.09	0.08	0.05	0.07	0.02
56 LID phas	0.44	0.02	0.07	1.93	0.51	1.89	0.52
57 LID Freq	0.00	0.18	0.00	2.82	0.00	2.96	0.08
58 LID Ampl	1.13	1.31	0.87	1.60	1.47	1.47	1.07
59 EMG	0.43	0.51	1.20	0.45	0.22	0.30	0.66
60 BEW	0.03	0.07	0.08	0.03	0.02	0.03	0.03
61 T-Finger	0.84	1.77	4.38*	5.79*	1.23	6.60*	3.06
62 T-Raum	0.12	0.42	0.10	0.32	0.21	0.57	0.07
63 T-FmR	0.80	1.86	3.94*	4.37*	1.49	4.94*	3.02
64 HF-MQc	1.28	1.60	0.36	0.03	2.47	0.00	1.01
65 HF-BTc	2.11	4.80*	2.09	3.28	2.51	2.81	1.20
66 HF-BBc	1.50	1.00	0.99	1.86	1.01	1.82	1.01
67 HF-BAc	0.20	0.10	0.54	0.24	0.00	0.34	0.12
68 FIN Ampc	0.01	0.02	0.03	0.56	0.05	0.51	0.05
69 SCLc	1.74	1.21	1.09	0.11	0.42	0.12	0.45
70 ACSc	0.67	0.55	0.67	0.32	0.48	0.34	0.58
71 EMGc	0.27	0.36	1.35	6.87**	0.24	7.25**	0.91

Anmerkungen: * p < .05 ** p < .01
 c Meßwerte vor Transformation wegen extremer Verteilungen.

Tabelle L8: F-Werte der multivariaten Kovarianzanalysen mit der Gruppierung in normotone und labil/hypertone Probanden (GWHT1) für 71 physiologische Variable (N=136) in 19 Phasen (Shape-Unterschiede).

2 Kovariable: Anfangsruhe (Level), mittlere Differenz (Scatter)
+4 Kovariable (Alter, Größe, Gewicht, Oberarmumfang)

		+HF	+PS	+PD5	+HF+PS	+HF+PD5
	df17/116	df17/112	df17/111	df17/111	df17/111	df17/110
1 PS	1.37	1.12	1.16	0.98	1.23	0.97
2 PD4	0.91	1.04	1.11	0.86	1.11	0.93
3 PD5	0.73	0.71	0.81	0.77	0.81	0.76
4 PM4	1.00	0.90	0.91	0.75	1.03	0.82
5 PM5	1.31	1.21	1.19	1.03	1.38	1.02
6 PAMP4	1.27	1.25	1.76*	0.89	1.22	1.03
7 PAMP5	0.73	0.64	0.62	0.80	0.53	0.77
8 TPR4	1.07	0.98	1.18	0.78	0.73	0.81
9 TPR5	1.45	1.30	1.62	0.94	1.14	0.96
10 HF	1.07	1.40	1.45	0.75	1.06	0.73
11 RR	1.25	1.71	1.67	0.97	1.32	0.96
12 HF-MQSD	1.46	1.53	1.69	1.40	1.78*	1.44
13 HF-BT	1.49	1.18	1.11	1.50	1.22	1.51
14 HF-BB	2.00*	2.04*	2.22**	2.00*	1.88*	2.13**
15 HF-BA	1.19	1.25	1.19	1.28	1.14	1.33
16 RSA1	1.64	1.78*	1.55	0.98	1.75*	1.00
17 RSA2	1.93*	1.90*	1.45	1.27	1.74*	1.24
18 EP Ampl	0.73	0.74	0.51	0.54	0.70	0.55
19 ER Ampl	0.81	0.92	0.96	1.13	1.07	1.16
20 EJ80 Ampl	1.89*	1.79*	1.40	0.86	1.60	0.88
21 ET Ampl	1.30	1.46	1.09	1.17	1.24	1.20
22 EPQI	0.84	0.95	0.82	0.80	0.60	0.79
23 EPQS	1.13	1.14	0.99	0.71	0.99	0.71
24 EQT	0.98	0.95	0.96	0.73	0.67	0.69
25 EQTc	0.70	0.59	0.90	0.76	0.38	0.80
26 HT1 Ampl	1.24	1.25	1.24	1.33	1.32	1.33
27 IA Ampl	2.11*	1.73*	1.95*	1.33	1.92*	1.36
28 IE Ampl	0.83	0.83	1.02	0.56	0.77	0.58
29 IX Ampl	0.93	0.69	0.62	0.61	0.52	0.60
30 PEP	0.94	1.30	1.46	0.57	0.87	0.67
31 LVET	0.95	1.03	1.34	0.59	0.99	0.63
32 PELV	1.26	1.54	1.54	0.54	1.12	0.61
33 R-Z-Zeit	0.46	0.46	0.60	0.47	0.38	0.58
34 I Heather	0.84	0.69	0.98	0.46	0.70	0.46
35 I AWG	0.93	0.70	0.43	0.63	0.71	0.56
36 SV1 Index	1.02	0.94	0.97	0.70	0.63	0.66
37 SV2 Index	1.06	1.02	1.41	0.63	0.96	0.62
38 HMV1 Inde	0.77	0.59	0.90	0.54	0.99	0.63
39 HMV2 Inde	0.80	0.82	0.93	0.43	0.73	0.42
40 PWG Car	0.46	0.57	0.52	0.67	0.53	0.80
41 PWG Ohr	0.45	0.49	0.48	0.49	0.46	0.57
42 PWG Rad	1.59	1.92*	1.64	1.02	1.57	1.15
43 PWG Fin	1.40	1.37	1.67	0.74	1.33	0.95
44 CAR Ampl	0.74	1.18	1.31	1.02	0.79	1.02
45 OHR Ampl	1.04	1.09	1.08	1.05	1.03	1.04
46 RAD Ampl	1.01	0.84	0.90	1.08	0.84	1.09
47 FIN Ampl	1.27	1.12	1.04	0.68	0.91	0.65
48 AF	0.74	0.61	0.64	1.07	0.77	1.07
49 AA	0.74	0.97	1.03	0.79	0.91	0.85
50 AFO	0.35	0.34	0.30	0.32	0.41	0.31
51 SCL	0.98	1.25	1.01	0.76	1.33	0.74
52 ACS	1.07	0.81	0.84	0.40	0.83	0.41
53 SC Freq	0.76	0.57	0.56	0.37	0.69	0.41
54 SC Ampl	0.97	0.95	0.91	0.82	1.28	1.00
55 LID ton	1.89*	1.57	1.78*	2.30**	1.74*	2.43**
56 LID phas	1.47	1.12	1.26	1.55	1.05	1.69
57 LID Freq	0.91	0.54	0.67	0.61	0.32	0.66
58 LID Ampl	0.69	0.62	0.95	2.09*	1.03	2.14**
59 EMG	0.79	0.71	0.67	1.33	0.60	1.29
60 BEW	0.99	0.73	0.74	0.46	0.62	0.47
61 T-Finger	1.13	1.31	1.20	1.08	1.33	1.02
62 T-Raum	1.49	1.49	1.66	1.13	1.22	1.15
63 T-FmR	1.05	1.24	1.12	1.37	1.42	1.34
64 HF-MQc	1.56	1.56	1.41	1.32	1.75*	1.28
65 HF-BTc	1.32	1.02	0.90	1.17	1.01	1.19
66 HF-BBc	1.33	1.39	1.37	0.76	1.19	0.78
67 HF-BAc	0.85	1.06	1.12	0.66	1.18	0.69
68 FIN Ampc	1.35	1.66	1.59	0.94	1.19	0.99
69 SCLc	1.51	1.79*	2.10*	1.40	2.41**	1.48
70 ACSc	1.14	1.11	1.22	1.30	1.89*	1.37
71 EMGc	0.92	0.78	0.68	1.28	0.51	1.22

Anmerkungen: * p < .05 ** p < .01
c Meßwerte vor Transformation wegen extremer Verteilungen.

Tabelle L9: Ergebnisse der MANOVA (F-Werte) mit der Gruppierung in normotone und labil/hypertone Probanden (GWHT6) mit 19 Phasen als Variablen.

	Overall-Test (level+scatter+ shape) df=19/64	Level (Gruppen) df=1/83	Flatness (Situationen) df=18/65	Parallelism (Gruppen* Situationen) df=18/65
1 PS	6.6752 **	74.9500 **	18.0622 **	1.3235
2 PD4	2.9992 **	33.1600 **	25.6964 **	1.2417
3 PD5	1.2116	9.8900 **	18.8047 **	0.9013
4 PM4	5.9565 **	56.7800 **	25.7948 **	1.2907
5 PM5	3.6864 **	36.5700 **	24.0138 **	1.2526
6 PAMP4	2.8786 **	33.4500 **	8.6425 **	1.2929
7 PAMP5	2.6606 **	27.9100 **	8.9601 **	0.4691
8 TPR4	1.4777	7.7600 **	16.6123 **	1.3009
9 TPR5	2.1665 *	2.8800	21.1069 **	2.1787 *
10 HF	2.7190 **	16.9500 **	48.2581 **	1.0705
11 RR	2.9849 **	17.5900 **	40.2412 **	2.0572 *
12 HF-MQSD	1.0446	4.9000 *	9.5800 **	0.7384
13 HF-BT	0.7537	0.5000	58.4017 **	0.7751
14 HF-BB	1.5354	0.0000	12.7689 **	1.5856
15 HF-BA	1.1538	0.4100	10.5343 **	1.1084
16 RSA1	2.1565 *	11.3600 **	21.0715 **	1.5154
17 RSA2	1.7078	0.4500	15.9829 **	1.6316
18 EP Ampl	0.7703	1.3900	14.8264 **	0.7548
19 ER Ampl	1.2648	2.2800	8.8306 **	1.3149
20 EJ80 Ampl	1.4671	0.0900	8.6258 **	1.5681
21 ET Ampl	0.7695	0.4000	11.6397 **	0.7316
22 EPQI	1.0196	0.5300	6.9512 **	1.0621
23 EPQS	1.6411	0.0400	7.6490 **	1.7275
24 EQT	1.6022	8.7400 **	33.3118 **	1.1818
25 EQTc	0.8935	2.5800	40.1577 **	0.8080
26 HT1 Ampl	0.9884	0.0600	7.4407 **	1.0594
27 IA Ampl	1.7864 *	0.0400	11.9757 **	1.8949 *
28 IE Ampl	1.4062	1.2300	22.6608 **	1.4287
29 IX Ampl	1.6289	0.4400	23.0802 **	1.7157
30 PEP	1.8605 *	14.6600 **	11.4475 **	1.4364
31 LVET	1.4302	6.8200 *	29.8189 **	1.3562
32 PELV	1.9490 *	8.0700 **	11.0747 **	1.8603 *
33 R-Z-Zeit	2.7409 **	24.2500 **	23.7001 **	1.5293
34 I Heather	1.4373	4.6400 *	14.3223 **	1.5335
35 I AWG	1.4664	1.2700	22.3324 **	1.5695
36 SV1 Index	1.5065	0.0200	22.8642 **	1.6048
37 SV2 Index	1.1102	1.3500	11.8016 **	1.1360
38 HMV1 Index	1.6181	3.7400	17.9955 **	1.6291
39 HMV2 Index	1.3491	1.7200	13.5890 **	1.4325
40 PWG Car	1.4101	15.4500 **	31.9232 **	1.3220
41 PWG Ohr	1.3454	11.7400 **	17.3530 **	1.1463
42 PWG Rad	1.7857 *	0.0400	25.1302 **	1.0449
43 PWG Fin	1.2033	0.0100	20.7271 **	1.1694
44 CAR Ampl	0.7046	0.6900	5.5585 **	0.6540
45 OHR Ampl	2.2825 **	20.3400 **	11.9652 **	1.1169
46 RAD Ampl	0.9708	1.1800	3.2300 **	0.9042
47 FIN Ampl	2.4291 **	24.3200 **	35.2856 **	1.2380
48 AF	0.9485	0.7700	32.5188 **	0.9970
49 AA	0.9745	2.9100	14.3316 **	1.0447
50 AFO	0.4275	0.3000	19.6318 **	0.4407
51 SCL	1.0452	4.6900 *	30.7420 **	1.0018
52 ACS	2.0120 *	0.6100	16.3429 **	2.1569 *
53 SC Freq	1.8669 *	5.6200 *	26.3658 **	1.0861
54 SC Ampl	1.4241	1.9700	8.9356 **	1.4668
55 LID ton	0.9142	1.3000	8.7426 **	0.9246
56 LID phas	0.6297	0.1200	16.7671 **	0.6739
57 LID Freq	1.1431	0.0300	14.4631 **	1.1674
58 LID Ampl	1.7344	12.1400 **	11.4521 **	1.3881
59 EMG	0.9221	4.3800 *	18.7038 **	0.8280
60 BEW	1.5069	10.6500 **	29.7588 **	1.0643
61 T-Finger	1.7435	2.5800	16.0044 **	1.3621
62 T-Raum	2.1340 *	6.6000 *	10.8050 **	1.9872 *
63 T-FmR	1.5874	1.0200	20.9924 **	1.4001
64 HF-MQc	1.1305	3.7400	8.5009 **	0.8994
65 HF-BTc	1.1189	0.6300	15.6624 **	1.1597
66 HF-BBc	0.8954	0.4600	9.7112 **	0.9537
67 HF-BAc	0.7891	0.4800	7.5823 **	0.8152
68 FIN Ampc	2.3837 **	12.9600 **	9.6364 **	2.1712 *
69 SCLc	1.7719 *	2.3200	17.5679 **	1.5037
70 ACSc	1.6042	1.1200	11.7598 **	1.5215
71 EMGc	0.8908	2.4000	7.2022 **	0.8292

Anmerkungen: * p < .05 ** p < .01
 C Meßwerte vor Transformation wegen extremer Verteilungen.

Tabelle L10: F-Werte der Varianz- und Kovarianzanalysen mit der Gruppierung in normotone und labil/hypertone Probanden (GWHT6) für 71 physiologische Variablen (N=84) in Anfangsruhe (Level-Unterschiede).

	ohne Kov. 4 Kovariable (Alter, Größe, Gewicht, Oberarmumfang)						
	df 1/82	df 1/78	+HF df 1/77	+PS df 1/77	+PD5 df 1/77	+HF+PS df 1/76	+HF+PD5 df 1/76
1 PS	103.60**	91.47**	63.54**	0.71	62.41**	0.48	47.01**
2 PD4	30.64**	28.70**	17.87**	0.22	7.74**	0.10	4.66*
3 PD5	6.72*	4.17*	1.55	0.58	0.55	0.34	1.27
4 PM4	74.01**	63.98**	42.41**	0.50	31.39**	0.28	22.06**
5 PM5	34.64**	26.13**	15.24**	0.84	6.97**	0.52	3.69
6 PAMP4	28.52**	27.31**	20.51**	0.18	42.18**	0.17	33.65**
7 PAMP5	30.94**	34.23**	27.62**	0.00	59.43**	0.00	49.68**
8 TPR4	3.00	3.13	8.16**	0.32	0.04	0.89	1.84
9 TPR5	0.44	0.11	1.20	0.01	2.09	0.10	0.31
10 HF	17.49**	15.28**	0.00	1.18	9.23**	0.01	0.06
11 RR	17.07**	14.83**	0.00	0.93	9.36**	0.01	0.00
12 HF-MQSD	0.67	0.11	0.01	0.10	0.43	0.18	0.82
13 HF-BT	0.45	0.51	0.01	1.71	1.35	1.18	0.20
14 HF-BB	1.88	1.31	0.15	1.55	0.80	0.74	0.12
15 HF-BA	0.09	0.37	0.08	0.25	0.86	0.06	0.02
16 RSA1	4.28*	2.77	0.12	0.00	0.65	0.09	0.04
17 RSA2	2.02	2.56	0.07	0.56	2.98	0.07	0.03
18 EP Ampl	1.47	0.29	0.14	0.02	0.36	0.03	0.21
19 ER Ampl	2.32	1.16	1.20	0.07	1.12	0.05	1.18
20 EJ80 Ampl	0.20	0.01	0.01	0.02	0.01	0.04	0.07
21 ET Ampl	0.29	0.00	0.12	0.20	0.00	0.11	0.11
22 EPQI	0.40	0.08	0.71	1.29	0.39	1.68	1.12
23 EPQS	0.08	0.27	1.85	1.33	0.30	2.02	1.57
24 EQT	9.23**	8.19**	0.19	0.01	4.31*	1.03	0.43
25 EQTc	3.31	2.61	0.20	3.03	2.55	2.11	0.41
26 HT1 Ampl	0.01	0.01	0.14	2.11	0.09	2.43	0.01
27 IA Ampl	0.07	0.52	3.76	0.01	0.18	0.82	3.22
28 IE Ampl	1.27	0.17	0.00	4.61*	0.43	3.94	0.83
29 IX Ampl	0.54	0.73	0.74	0.16	0.94	0.85	0.21
30 PEP	13.95**	11.61**	4.09*	2.23	11.59**	1.43	5.25*
31 LVET	5.41*	4.71*	0.04	0.60	5.17*	1.99	0.44
32 PELV	8.05**	6.97**	3.49	2.14	7.20**	1.70	4.22*
33 R-Z-Zeit	22.85**	21.57**	12.84**	0.10	31.37**	0.03	21.55**
34 I Heather	6.95**	9.79**	7.55**	0.34	15.46**	0.33	12.52**
35 I AWG	1.61	4.73*	9.25**	0.20	9.48**	0.02	14.24**
36 SV1 Index	0.01	0.01	3.56	0.11	3.01	0.03	10.63**
37 SV2 Index	0.27	0.10	1.11	0.48	0.63	1.24	3.53
38 HMV1 Inde	3.77	5.00*	2.60	0.09	12.96**	0.16	8.51**
39 HMV2 Inde	3.92	6.13*	1.81	1.43	9.40**	0.88	4.31*
40 PWG Car	15.03**	9.99**	3.24	0.18	14.12**	0.56	6.73*
41 PWG Ohr	11.50**	7.66**	0.38	0.00	9.81**	0.42	1.95
42 PWG Rad	8.89**	5.69*	0.42	0.04	4.17*	0.08	0.43
43 PWG Fin	0.13	0.09	3.62	9.90**	0.00	14.63**	1.99
44 CAR Ampl	0.32	0.16	0.42	3.04	0.02	2.62	0.02
45 OHR Ampl	18.01**	15.79**	15.92**	0.04	10.77**	0.00	11.70**
46 RAD Ampl	1.71	1.05	1.61	8.21**	0.83	7.27**	1.30
47 FIN Ampl	22.49**	22.79**	17.93**	2.91	20.30**	2.85	17.04**
48 AF	0.10	0.00	0.74	0.11	0.03	0.00	0.86
49 AA	0.75	0.33	0.25	3.83	0.48	3.65	0.38
50 AFO	0.73	1.19	0.00	0.46	0.63	0.15	0.01
51 SCL	6.76*	6.62*	7.60**	0.62	5.98*	0.85	6.97**
52 ACS	5.27*	5.50*	3.32	1.40	6.04*	1.19	4.10*
53 SC Freq	9.60**	12.34**	11.02**	1.17	8.88**	1.28	8.51**
54 SC Ampl	9.20**	11.40**	9.92**	5.47*	9.57**	5.50*	8.82**
55 LID ton	0.68	0.03	0.14	0.93	0.01	0.63	0.29
56 LID phas	0.00	0.88	3.23	0.11	0.79	0.39	2.66
57 LID Freq	0.45	1.68	5.78*	4.64*	1.11	6.55*	4.11*
58 LID Ampl	6.38*	7.90**	15.28**	5.71*	5.11*	8.11**	10.78**
59 EMG	5.00*	3.35	2.74	1.16	2.49	1.14	2.19
60 BEW	14.83**	14.60**	7.11**	0.63	11.09**	0.33	6.05*
61 T-Finger	3.19	2.43	2.11	0.41	2.35	0.43	2.14
62 T-Raum	7.68**	8.02**	6.28*	5.62*	6.77*	5.40*	5.67*
63 T-FmR	0.99	0.61	0.60	0.07	0.90	0.08	0.86
64 HF-MQc	0.57	0.04	0.12	0.01	0.23	0.01	0.73
65 HF-BTc	0.00	0.01	0.36	0.48	0.31	0.27	0.00
66 HF-BBc	0.26	0.67	2.45	0.00	1.35	0.05	3.11
67 HF-BAc	0.13	0.02	0.49	0.03	0.02	0.11	0.38
68 FIN Ampc	9.27**	8.56**	10.27**	7.94**	7.61**	8.80**	9.26**
69 SCLc	2.72	1.35	1.81	0.11	1.25	0.18	1.66
70 ACSc	1.64	2.32	1.63	0.50	2.08	0.46	1.59
71 EMGc	1.35	0.58	0.30	0.20	0.02	0.22	0.00

Anmerkungen: * p < .05 ** p < .01
 c Meßwerte vor Transformation wegen extremer Verteilungen.

Tabelle L11: F-Werte der Varianz- und Kovarianzanalysen mit der Gruppierung in normotone und labil/hypertone Probanden (GWHT6) für 71 physiologische Variablen (N=84) für mittlere Differenzen zur Anfangsruhe (18 Phasen, Scatter-Unterschiede).

	ohne Kov. 4 Kovariable (Alter, Größe, Gewicht, Oberarmumfang)						
	df 1/82	df 1/78	+HF df 1/77	+PS df 1/77	+PD5 df 1/77	+HF+PS df 1/76	+HF+PD5 df 1/76
1 PS	1.37	0.67	0.58	0.85	0.34	0.84	0.33
2 PD4	2.02	0.80	0.30	4.36*	1.77	3.89	0.97
3 PD5	0.79	0.58	0.53	8.39**	0.67	8.11**	0.63
4 PM4	2.26	0.97	0.51	3.59	1.42	3.26	0.89
5 PM5	1.30	0.81	0.76	7.04**	0.73	6.83*	0.71
6 PAMP4	0.00	0.01	0.13	0.65	0.27	0.50	0.05
7 PAMP5	0.06	0.00	0.00	2.71	0.04	2.59	0.03
8 TPR4	3.55	2.30	0.81	2.29	1.93	1.84	0.81
9 TPR5	3.12	2.57	1.30	4.83*	1.52	4.30*	0.82
10 HF	0.01	0.23	0.01	0.03	0.54	0.01	0.16
11 RR	0.86	0.47	0.00	0.07	0.05	0.01	0.10
12 HF-MQSD	4.60*	5.48*	1.11	0.05	6.80*	0.01	2.34
13 HF-BT	0.07	0.05	0.00	0.43	0.40	0.31	0.11
14 HF-BB	5.44*	4.18*	0.56	2.02	2.97	1.24	0.49
15 HF-BA	1.95	2.27	0.10	0.02	2.14	0.03	0.24
16 RSA1	2.80	3.83	0.32	0.15	4.05*	0.00	0.75
17 RSA2	3.60	3.67	0.15	0.08	3.07	0.01	0.27
18 EP Ampl	1.18	0.31	0.47	0.01	0.28	0.00	0.42
19 ER Ampl	0.03	0.00	0.03	0.40	0.01	0.43	0.00
20 EJ80 Ampl	0.04	0.32	0.12	0.03	0.15	0.01	0.12
21 ET Ampl	0.66	0.08	0.36	0.07	0.05	0.13	0.24
22 EPQI	0.13	0.82	0.53	0.04	0.03	0.03	0.02
23 EPQS	0.22	0.05	0.01	0.06	0.16	0.04	0.07
24 EQT	0.34	0.08	0.07	0.41	0.01	0.60	0.11
25 EQTc	0.66	0.49	0.31	1.36	0.03	1.26	0.01
26 HT1 Ampl	0.38	0.40	2.44	0.75	0.41	1.36	2.04
27 IA Ampl	0.02	0.11	0.15	0.03	0.65	0.05	0.64
28 IE Ampl	0.00	0.00	0.04	1.71	0.03	1.82	0.00
29 IX Ampl	0.11	0.00	0.31	0.04	0.78	0.00	1.55
30 PEP	0.10	0.04	0.01	0.93	0.00	0.74	0.04
31 LVET	0.74	2.04	0.00	0.55	2.40	0.15	0.16
32 PELV	0.19	0.23	0.01	1.18	0.22	0.84	0.00
33 R-Z-Zeit	0.10	0.35	0.71	0.08	0.38	0.03	0.69
34 I Heather	0.03	0.00	0.08	1.80	0.00	1.94	0.03
35 I AWG	0.04	0.00	0.04	0.77	0.08	0.86	0.00
36 SV1 Index	0.58	0.93	0.37	3.20	2.46	2.83	1.44
37 SV2 Index	1.44	2.19	1.98	2.90	2.55	2.88	2.35
38 HMV1 Inde	0.05	0.01	0.24	1.17	0.00	0.80	0.29
39 HMV2 Inde	2.33	2.44	1.80	1.83	1.97	1.73	1.57
40 PWG Car	1.37	1.64	1.43	0.12	0.86	0.10	0.83
41 PWG Ohr	1.33	2.12	0.52	0.05	2.47	0.00	0.92
42 PWG Rad	0.81	1.17	2.14	0.11	2.38	0.03	3.32
43 PWG Fin	0.45	0.63	0.81	0.01	0.41	0.00	0.57
44 CAR Ampl	0.06	0.17	0.02	0.10	0.71	0.03	0.12
45 OHR Ampl	3.36	2.54	1.99	5.70*	0.28	5.45*	0.27
46 RAD Ampl	0.02	0.19	0.64	7.65**	0.36	8.06**	0.79
47 FIN Ampl	0.16	0.20	0.70	6.71*	0.10	7.16**	0.45
48 AF	2.69	2.42	0.08	0.39	1.20	0.09	0.01
49 AA	3.80	3.55	1.13	2.15	0.99	1.61	0.18
50 AFO	0.37	0.50	0.16	0.96	1.53	0.46	0.06
51 SCL	5.71*	5.64*	6.76*	2.88	7.15**	2.28	8.14**
52 ACS	8.31**	6.06*	2.75	0.01	8.55**	0.00	4.90*
53 SC Freq	2.33	2.57	1.81	0.79	1.97	0.78	1.51
54 SC Ampl	5.93*	6.15*	5.47*	0.00	7.26**	0.00	6.61*
55 LID ton	0.24	0.87	0.63	1.17	0.26	1.10	0.20
56 LID phas	0.45	1.42	0.98	0.83	0.58	0.77	0.44
57 LID Freq	0.53	1.01	0.03	2.50	0.18	3.19	0.04
58 LID Ampl	0.39	0.31	0.39	0.40	0.01	0.33	0.00
59 EMG	0.96	0.66	1.09	0.39	1.12	0.26	1.51
60 BEW	0.24	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
61 T-Finger	0.00	0.14	1.32	5.63*	0.15	6.81*	1.08
62 T-Raum	1.02	1.12	0.05	0.02	0.42	0.23	0.14
63 T-FmR	0.05	0.43	1.39	5.17*	0.50	5.87	1.31
64 HF-MQc	3.32	3.57	1.02	0.32	5.05*	0.57	2.20
65 HF-BTc	0.65	1.39	0.29	0.58	0.41	0.36	0.03
66 HF-BBc	0.00	0.11	0.12	0.01	0.10	0.01	0.11
67 HF-BAc	0.05	0.03	0.15	0.28	0.06	0.47	0.06
68 FIN Ampc	0.01	0.09	0.43	0.79	0.20	0.57	0.54
69 SCLc	0.69	0.38	0.74	0.33	0.12	0.22	0.35
70 ACSc	0.26	0.14	0.29	0.25	0.42	0.18	0.56
71 EMGc	0.14	0.12	0.00	0.33	0.06	0.22	0.00

Anmerkungen: * p < .05 ** p < .01
 c Meßwerte vor Transformation wegen extremer Verteilungen.

Tabelle L12: F-Werte der multivariaten Kovarianzanalysen mit der Gruppierung in normotone und labil/hypertone Probanden (GWHT6) für 71 physiologische Variable (N=84) in 19 Phasen (Shape-Unterschiede).

2 Kovariable: Anfangsruhe (Level), mittlere Differenz (Scatter)
 +4 Kovariable (Alter, Größe, Gewicht, Oberarmumfang)

	df17/64	df17/60	+HF df17/59	+PS df17/59	+PD5 df17/59	+HF+PS df17/58	+HF+PD5 df17/58
1 PS	1.14	0.99	0.95	1.57	1.40	1.47	1.35
2 PD4	1.15	1.27	1.19	0.69	1.57	0.70	1.51
3 PD5	0.79	0.72	0.89	0.86	0.88	0.86	0.93
4 PM4	1.64	1.45	1.24	1.17	1.95*	1.09	1.73
5 PM5	1.48	1.43	1.57	1.21	1.53	1.25	1.64
6 PAMP4	1.08	1.08	1.89*	1.09	1.59	1.00	2.16*
7 PAMP5	1.01	0.86	0.67	0.90	0.86	0.81	0.69
8 TPR4	1.07	1.05	1.28	0.53	1.04	0.51	1.18
9 TPR5	2.06*	2.01*	2.29**	0.91	1.65	0.96	1.97*
10 HF	1.80*	1.99*	1.80*	0.94	1.66	0.91	1.49
11 RR	2.05*	2.39**	2.16*	1.07	1.80*	1.05	1.65
12 HF-MQSD	0.61	0.56	0.67	0.99	0.94	0.96	0.98
13 HF-BT	0.80	0.69	0.45	0.69	0.75	0.76	0.66
14 HF-BB	1.34	1.41	1.33	1.14	1.23	1.11	1.25
15 HF-BA	1.11	1.11	0.80	0.95	1.38	0.94	1.01
16 RSA1	1.50	1.57	1.29	0.95	1.60	0.93	1.42
17 RSA2	1.66	1.84*	1.21	1.23	1.87*	1.17	1.41
18 EP Ampl	0.77	0.65	0.42	0.76	0.56	0.81	0.41
19 ER Ampl	1.26	1.08	0.74	1.05	1.37	1.11	1.04
20 EJ80 Ampl	1.62	1.37	1.13	0.72	1.07	0.83	0.90
21 ET Ampl	0.82	1.03	0.65	1.39	0.97	1.36	0.66
22 EPQI	1.09	1.35	1.34	1.23	1.05	1.20	1.12
23 EPQS	1.81*	1.64	1.24	1.09	1.74	1.07	1.31
24 EQT	1.22	1.21	1.11	1.42	0.97	1.32	0.83
25 EQTc	0.81	0.95	1.20	0.88	0.62	0.87	0.73
26 HT1 Ampl	1.08	1.18	1.22	0.97	1.38	0.94	1.48
27 IA Ampl	1.99*	1.97*	1.99*	1.15	2.49**	1.13	2.25*
28 IE Ampl	1.48	1.56	1.32	1.04	1.29	0.97	1.05
29 IX Ampl	1.78	1.60	1.11	1.39	1.14	1.27	0.90
30 PEP	1.18	1.71	1.91*	0.78	1.46	0.82	1.59
31 LVET	1.18	1.34	1.45	0.87	1.08	0.80	1.10
32 PELV	1.63	2.20*	2.00*	0.92	1.82*	0.90	1.65
33 R-Z-Zeit	1.46	1.39	1.00	1.26	0.87	1.17	0.69
34 I Heather	1.18	1.08	1.29	0.79	1.36	0.74	1.20
35 I AWG	1.53	1.29	0.87	1.25	1.40	1.15	0.90
36 SV1 Index	1.64	1.63	2.26*	1.74	1.18	1.86*	1.91*
37 SV2 Index	1.06	1.01	1.66	0.63	1.16	0.61	1.59
38 HMV1 Inde	1.55	1.39	1.50	1.09	1.71	1.08	1.85*
39 HMV2 Inde	1.23	1.23	1.27	0.65	1.19	0.64	1.24
40 PWG Car	0.68	0.95	0.79	0.83	0.89	0.80	0.78
41 PWG Ohr	0.82	1.50	1.28	0.44	1.41	0.44	1.44
42 PWG Rad	1.35	1.42	1.13	1.94*	1.26	2.05*	1.00
43 PWG Fin	1.29	1.56	1.61	1.53	1.80*	1.66	1.79
44 CAR Ampl	0.74	1.10	1.22	0.69	0.59	0.66	0.72
45 OHR Ampl	1.28	1.19	1.35	1.51	1.18	1.75	1.32
46 RAD Ampl	0.98	0.95	1.10	0.75	0.70	0.77	0.80
47 FIN Ampl	1.20	1.05	1.27	0.83	0.78	1.04	1.05
48 AF	0.84	0.92	1.14	1.53	1.02	1.51	1.08
49 AA	0.78	1.19	1.26	1.68	1.26	1.88*	1.37
50 AFO	0.43	0.35	0.42	0.66	0.63	0.69	0.68
51 SCL	0.65	0.82	0.51	1.59	1.17	1.53	0.75
52 ACS	1.69	1.70	1.68	0.91	2.15*	0.92	1.79
53 SC Freq	1.47	1.09	0.96	2.01*	1.23	1.97*	1.04
54 SC Ampl	0.94	0.69	0.57	0.53	1.24	0.57	1.08
55 LID ton	0.94	1.06	1.15	2.01*	1.18	2.01*	1.39
56 LID phas	0.67	0.54	0.62	1.74	0.56	1.91*	0.63
57 LID Freq	1.22	0.88	0.82	0.51	0.67	0.67	0.65
58 LID Ampl	1.10	0.85	0.73	1.02	1.18	1.08	1.00
59 EMG	0.73	0.56	0.92	0.65	0.36	0.69	0.54
60 BEW	0.82	0.70	0.73	0.71	0.65	0.78	0.66
61 T-Finger	1.73	2.33**	2.72**	0.87	2.12*	1.03	2.66**
62 T-Raum	1.85*	1.69	2.03*	1.06	1.53	1.03	1.76
63 T-FmR	1.70	2.24*	2.53**	0.85	2.08*	1.04	2.58**
64 HF-MQc	0.76	0.73	1.01	1.14	1.07	1.11	1.28
65 HF-BTc	1.20	1.10	0.53	0.42	1.26	0.39	0.76
66 HF-BBc	0.97	1.00	1.25	1.15	0.93	1.14	1.14
67 HF-BAc	0.84	1.15	1.41	0.93	1.53	1.06	1.57
68 FIN Ampc	1.77	2.39**	1.90*	1.06	1.80*	0.97	1.60
69 SCLc	1.74	1.93*	1.98*	0.98	3.26**	1.06	2.99**
70 ACSc	1.31	1.33	1.15	0.83	2.05*	0.87	1.76
71 EMGc	0.86	0.68	1.14	1.64	0.52	1.57	0.95

Anmerkungen: * p < .05 ** p < .01
 c Meßwerte vor Transformation wegen extremer Verteilungen.

Tabelle L13: Mittelwerte der physiologischen Variablen für die Gruppierung in normotone und labil/hypertone Probanden (jeweils N=42): Anfangsruhe und Mittelwerte über 19 ausgewählte Phasen.

	Anfangsruhe			Mittelwert über 19 Phasen		
	Normo. N=42	GWHT 6 N=42	t ² df=82	Normo. N=42	GWHT 6 N=42	t ² df=82
1 PS	112.85	133.87	103.6**	123.20	146.26	74.9**
2 PD4	77.198	86.852	30.6**	85.175	96.772	33.1**
3 PD5	62.839	68.961	6.7*	68.589	76.256	9.8**
4 PM4	89.08	102.52	74.0**	97.83	113.23	56.7**
5 PM5	79.514	90.599	34.6**	86.786	99.562	36.5**
6 PAMP4	35.658	47.023	28.5**	38.001	49.386	33.4**
7 PAMP5	50.022	64.914	30.9**	54.550	69.935	27.9**
8 TPR4	1219.3	1337.3	3.0	1275.2	1457.5	7.7**
9 TPR5	1042.3	1082.3	0.4	1079.7	1176.5	2.8
10 HF	61.312	70.362	17.4**	65.843	75.018	16.9**
11 RR	998.91	871.80	17.0**	942.80	827.08	17.5**
12 HF-MQSD	1.0794	1.0271	0.6	1.1060	0.9876	4.9*
13 HF-BT	2.0912	2.1888	0.4	2.7552	2.8200	0.5
14 HF-BB	2.0490	2.3440	1.8	2.5587	2.5547	0.0
15 HF-BA	2.2878	2.3514	0.0	2.4677	2.3713	0.4
16 RSA1	4.6279	4.4037	4.2*	4.4873	4.1711	11.3**
17 RSA2	6.6600	6.8332	2.0	6.7090	6.7689	0.4
18 EP Ampl	91.81	122.52	1.4	100.68	147.41	1.3
19 ER Ampl	788.1	1113.2	2.3	764.3	1090.7	2.2
20 EJ80 Ampl	73.937	78.255	0.2	69.851	73.229	0.0
21 ET Ampl	311.15	348.45	0.2	292.84	348.38	0.4
22 EPQI	159.99	163.02	0.4	157.35	160.73	0.5
23 EPQS	45.307	46.587	0.0	42.462	43.298	0.0
24 EQT	393.04	375.21	9.2**	388.65	371.75	8.7**
25 EQTc	12.517	12.738	3.3	12.778	12.958	2.5
26 HT1 Ampl	1277.9	1288.3	0.0	1578.0	1537.6	0.0
27 IA Ampl	-429.98	-436.94	0.0	-478.10	-483.47	0.0
28 IE Ampl	2291.9	2187.5	1.2	2219.8	2115.0	1.2
29 IX Ampl	-775.41	-812.36	0.5	-772.10	-802.58	0.4
30 PEP	83.664	68.143	13.9**	78.432	63.329	14.6**
31 LVET	294.12	283.34	5.4*	294.98	282.57	6.8*
32 PELV	28.795	24.359	8.0**	26.911	22.694	8.0**
33 R-Z-Zeit	135.48	119.76	22.8**	130.08	113.87	24.2**
34 I Heather	14.068	16.347	6.9**	14.554	16.743	4.6*
35 I AWG	37.362	40.487	1.6	37.034	39.964	1.2
36 SV1 Index	113.16	113.69	0.0	110.36	109.62	0.0
37 SV2 Index	105.09	102.22	0.2	103.17	97.53	1.3
38 HMV1 Index	3.6298	3.9947	3.7	3.7334	4.0801	3.7
39 HMV2 Index	3.2799	3.6243	3.9	3.4461	3.6537	1.7
40 PWG Car	2.5655	2.9063	15.0**	2.7884	3.1915	15.4**

Anmerkung: * p < .05, ** p < .01

Fortsetzung Tabelle L13

	Anfangsruhe			Mittelwert über 19 Phasen		
	Normo. N=42	GWHT 6 N=42	t ² df=82	Normo. N=42	GWHT 6 N=42	t ² df=82
41 PWG Ohr	1.8093	1.9842	11.5**	1.8381	2.0374	11.7**
42 PWG Rad	4.6559	4.9377	8.8**	5.3657	5.2866	0.0
43 PWG Fin	4.6736	4.7300	0.1	4.9771	4.9975	0.0
44 CAR Ampl	461.14	491.46	0.3	429.04	466.38	0.6
45 OHR Ampl	431.80	673.04	18.0**	405.40	700.04	20.3**
46 RAD Ampl	371.98	437.64	1.7	401.64	461.53	1.1
47 FIN Ampl	3.0673	2.8294	22.4**	2.9860	2.7386	24.3**
48 AF	15.636	15.427	0.1	16.901	17.346	0.7
49 AA	157.65	146.38	0.7	161.63	139.20	2.9
50 AFO	9.0465	8.3357	0.7	11.592	11.201	0.3
51 SCL	1.5958	2.0479	6.7*	1.7826	2.1424	4.6*
52 ACS	-0.4101	0.2553	5.2*	0.0395	0.1905	0.6
53 SC Freq	2.4815	4.6319	9.6**	5.1219	6.5583	5.6*
54 SC Ampl	0.1275	0.3042	9.2**	0.2102	0.2905	1.9
55 LID ton	40.275	36.160	0.6	46.195	40.818	1.3
56 LID phas	64.376	64.685	0.0	76.711	74.294	0.1
57 LID Freq	8.692	10.037	0.4	14.095	14.502	0.0
58 LID Ampl	467.95	727.37	6.3*	512.06	800.02	12.1**
59 EMG	1.4891	1.2770	5.0*	1.6684	1.5173	4.3*
60 BEW	17.960	21.990	14.8**	22.050	25.683	10.6**
61 T-Finger	32.087	30.710	3.1	30.743	29.386	2.5
62 T-Raum	25.828	25.305	7.6**	26.081	25.614	6.6*
63 T-FmR	6.0944	5.3785	0.9	4.5268	3.7389	1.0
64 HF-MQc	3.9093	3.6296	0.5	4.0768	3.5018	3.7
65 HF-BTc	10.521	10.523	0.0	26.520	28.998	0.6
66 HF-BBc	16.166	13.886	0.2	21.418	19.052	0.4
67 HF-BAc	17.048	15.426	0.1	18.565	16.405	0.4
68 FIN Ampc	451.23	247.19	9.2**	382.21	182.17	12.9**
69 SCLc	5.375	14.820	2.7	7.178	16.012	2.3
70 ACSc	1.3283	5.4674	1.6	1.9227	5.7920	1.1
71 EMGc	9.2737	6.1240	1.3	13.772	9.963	2.4

Anmerkung: * p < .05, ** p < .01

Tabelle M1: Ergebnisse der MANOVA (F-Werte) mit der Gruppierung in normotone und labil/hypertone Probanden (GWHT1) mit 19 Phasen als Variablen.

	Overall-Test (level+scatter+ shape) df=19/61 df=19/35	Level (Gruppen) df=1/79 df=1/53	Parallelism (Gruppen* Situationen) df=18/62 df=18/36
1 PS	2.5578 *** 2.7969 ***	19.9999 *** 16.0000 ***	1.5639 * 1.5729
2 PD4	1.8771 ** 1.1781	16.3908 *** 12.0100 ***	1.4507 0.7330
3 PD5	0.9826 0.7687	5.1081 ** 3.4700 *	0.7705 0.5729
4 PM4	1.9755 ** 1.5146	20.3501 *** 16.0900 ***	1.2057 0.8195
5 PM5	1.6392 * 1.4623	12.5846 *** 10.5100 ***	1.0214 0.8031
6 PAMP4	1.3960 2.1135 **	5.6557 ** 6.9000 **	1.2376 1.2013
7 PAMP5	1.2560 1.4071	8.9930 *** 3.9300 *	0.5621 1.2100
10 HF	2.1841 ** 1.1213	19.8487 *** 3.0300 *	0.6960 0.7703
11 RR	2.4564 *** 0.9143	23.5241 *** 2.9200 *	1.1991 0.7656
12 HF-MQSD	1.9408 ** 1.6565 *	9.5636 *** 0.0100	1.4483 1.7333 *
16 RSA1	2.2934 *** 1.9556 **	18.0161 *** 1.1900	1.7883 ** 1.5417
20 EJ80 Ampl	2.3923 *** 2.0968 **	7.7798 *** 1.4900	2.5426 *** 2.1925 **
33 R-Z-Zeit	0.9251 0.8782	6.0857 ** 5.8900 **	0.7404 0.4370
40 PWG Car	0.9629 1.5942	7.7547 *** 9.4300 ***	0.9143 1.3339
41 PWG Ohr	1.4237 0.9648	14.6586 *** 3.7700 *	0.9021 0.9320
43 PWG Fin	2.0056 ** 1.3521	8.8526 *** 6.0800 **	1.4740 1.1015
51 SCL	1.8648 ** 2.2867 **	0.0665 10.0100 ***	1.9992 ** 1.6907 *

Anmerkungen: * p < .10 ** p < .05 *** p < .01

Tabelle M2: F-Werte der Varianz- und Kovarianzanalysen mit der Gruppierung in normotone und labil/hypertone Probanden (GWHT6) für 71 physiologische Variablen (N=81/55) in Anfangsruhe (Level-Unterschiede).

	ohne Kov. 4 Kovariable (Alter, Größe, Gewicht, Oberarmumf.)							
	df=	1/79	1/75	+HF 1/74	+PS 1/74	+PD5 1/74	+HF+PS 1/73	+HF+PD5 1/73
		1/53	1/49	1/48	1/48	1/48	1/47	1/47
1 PS		25.90*	22.08*	11.40*	1.56	12.09*	2.01	6.10*
		21.84*	17.36*	9.42*	0.39	12.66*	0.82	8.46*
2 PD4		10.81*	7.08*	3.17*	1.53	0.21	1.71	0.01
		7.83*	7.66*	2.11	0.43	3.10*	1.30	1.20
3 PD5		2.16	0.44	0.04	2.90*	2.94*	3.49*	5.37*
		6.68*	3.99*	1.42	1.15	0.83	0.72	0.62
4 PM4		20.81*	15.15*	7.36*	2.11	4.07*	2.49	1.30
		15.44*	13.83*	6.00*	0.73	8.36*	1.77	4.85*
5 PM5		10.09*	5.54*	1.40	3.42*	0.09	4.21*	0.38
		17.99*	12.93*	6.23*	0.29	7.45*	0.06	5.15*
6 PAMP4		8.85*	9.86*	5.21*	0.01	13.93*	0.04	8.59*
		9.28*	7.71*	6.41*	0.15	9.29*	0.09	7.40*
7 PAMP5		11.96*	15.59*	11.13*	0.38	23.05*	0.40	17.47*
		3.62*	4.67*	2.96*	2.32	5.86*	2.23	3.79*
10 HF		21.88*	17.22*	1.38	3.16*	13.47*	2.26	1.74
		1.12	2.64	2.80*	0.10	0.56	0.91	3.45*
11 RR		22.98*	18.61*	2.37	4.23*	14.55*	3.80*	2.62
		1.11	2.33	2.93*	0.03	0.52	1.33	3.23*
33 R-Z-Zeit		6.32*	7.81*	3.41*	0.02	18.43*	0.09	10.91*
		2.62	4.01*	1.46	0.14	3.28*	0.32	1.54
34 I Heather		0.09	0.70	0.04	1.32	3.06*	1.55	1.16
		2.38	7.56*	6.87*	4.02*	9.12*	4.00*	7.75*
35 I AWG		0.00	1.76	3.37*	0.04	5.26*	0.00	7.01*
		1.21	5.46*	7.85*	1.27	8.86*	1.88	9.44*
36 SVI Index		0.01	0.14	6.11*	0.86	3.13*	2.91*	14.26*
		0.92	0.34	2.28	0.00	1.83	0.11	3.19*
40 PWG Car		8.43*	6.27*	1.35	0.21	9.08*	0.60	3.34*
		5.12*	3.69*	2.46	1.11	4.93*	0.95	3.22*
43 PWG Fin		10.77*	8.41*	2.49	0.05	5.14*	0.26	1.44
		3.14*	2.75*	0.83	1.24	1.32	0.80	0.58
51 SCL		1.45	1.49	2.60	0.06	2.09	0.20	3.12*
		8.33*	5.70*	8.27*	1.12	6.46*	1.73	8.19*
55 LID ton		0.00	0.67	2.40	4.00*	1.28	4.82*	3.02*
		1.41	2.70	6.50*	1.32	2.97*	2.34	5.99*

Anmerkungen: * p < .10

Tabelle M3: F-Werte der Varianz- und Kovarianzanalysen mit der Gruppierung in normotone und labil/hypertone Probanden (GWHT1) für 71 physiologische Variablen (N=81/55) für mittlere Differenzen zur Anfangsruhe (18 Phasen, Scatter-Unterschiede).

		ohne Kov. 4 Kovariable (Alter, Größe, Gewicht, Oberarmumf.)						
df=		1/79	1/75	+HF 1/74	+PS 1/74	+PD5 1/74	+HF+PS 1/73	+HF+PD5 1/73
		1/53	1/49	1/48	1/48	1/48	1/47	1/47
1	PS	0.29 0.01	0.08 0.00	0.17 0.19	0.43 0.03	0.00 0.18	0.31 0.00	0.01 0.31
2	PD4	4.42* 0.55	1.67 0.19	0.95 0.08	1.86 3.25*	1.49 0.13	1.59 2.85*	0.92 0.08
3	PD5	1.44 0.22	0.19 0.02	0.84 0.45	3.30* 0.03	0.13 0.06	3.60* 0.00	0.62 0.41
4	PM4	3.16* 0.16	1.17 0.03	0.84 0.06	0.42 1.67	0.78 0.01	0.39 1.23	0.59 0.09
5	PM5	1.49 0.15	0.24 0.03	0.87 0.66	1.28 0.12	0.08 0.19	1.55 0.01	0.49 0.70
6	PAMP4	1.23 0.14	0.49 0.12	0.10 0.67	3.16* 0.24	0.95 0.49	2.55 0.43	0.37 0.85
7	PAMP5	0.26 0.19	0.01 0.00	0.12 0.00	4.07* 0.07	0.11 0.04	3.91* 0.05	0.25 0.02
10	HF	0.10 2.77*	1.02 2.10	0.02 1.62	0.41 2.40	0.03 2.91*	0.15 2.20	0.24 2.06
11	RR	0.48 1.24	0.02 0.48	0.01 2.18	0.07 2.29	0.58 1.65	0.11 3.22*	0.20 2.77*
37	SV2 Index	3.31* 2.15	2.37 2.44	1.58 2.23	4.36* 2.75*	1.39 2.51	3.87* 2.65	0.97 2.27
49	AA	3.18* 3.05*	1.57 2.71	2.00 0.19	1.23 0.97	0.96 1.85	1.38 0.40	1.35 0.24

Anmerkung: * p < .10

Tabelle M4: F-Werte der multivariaten Kovarianzanalysen mit der Gruppierung in normotone und labil/hypertone Probanden (GWHT1) für 71 physiologische Variable (N=81/55) in 19 Phasen (Shape-Unterschiede).

2 Kovariable: Anfangsruhe (Level), mittlere Differenz (Scatter)							
+4 Kovariable (Alter, Größe, Gewicht, Oberarmumfang)							
			+HF	+PS	+PD5	+HF+PS	+HF+PD5
df=	17/61	17/57	17/56	17/56	17/56	17/55	17/55
	17/35	17/31	17/30	17/30	17/30	17/29	17/29
1 PS	1.26 1.56	1.21 1.40	1.30 1.25	.55 1.11	1.15 1.32	.67 0.99	1.30 1.20
2 PD4	1.12 0.69	.67 0.66	.77 0.55	.45 0.49	.93 0.65	.51 0.46	1.10 0.54
3 PD5	.80 0.53	.67 0.54	1.05 0.80	.96 1.83*	.78 0.52	1.21 2.01*	1.22 0.79
4 PM4	.94 0.76	.66 0.63	.72 0.55	.39 0.74	.79 0.62	.52 0.66	.87 0.54
5 PM5	1.08 0.70	.84 0.66	1.25 0.61	.90 1.47	.93 0.64	1.15 1.51	1.36 0.59
6 PAMP4	1.03 1.67*	1.16 1.71	1.46 1.50	.91 0.82	1.23 1.44	1.11 0.79	1.67* 1.37
7 PAMP5	.72 1.30	.69 1.57	.74 1.31	.79 0.95	.65 1.19	.88 0.89	.82 1.17
10 HF	1.12 0.98	1.10 0.82	1.08 0.90	.69 1.22	.75 0.80	.70 1.18	.73 0.84
11 RR	1.27 0.75	1.37 0.73	1.37 0.82	.80 1.63	.98 0.73	.77 1.54	.98 0.76
20 EJ80 Ampl	1.86* 2.15*	1.66* 1.88*	1.74* 1.55	1.17 1.47	1.48 1.74*	1.35 1.44	1.66* 1.53

Anmerkung: * p < .10

Tabelle N1: Übersicht über ISR-Häufigkeiten und Reaktions-Typen (bei 4 Situationen) in den Gruppen: 1 = normotone Probanden (N=57), 2 = labil/hypertone Probanden nur nach GWHT1 (N=31), 3 = labil/hypertone Probanden nach GWHT6 (N=48).

Variablen -Auswahl	Gruppe	Anzahl der Probanden mit I S R			
		Auszählung		Konkordanz	O-Korrel.
		Max. p<.10	Min. p<.10	Koeffizient p<.05	Koeffizient p<.05
1	1	21	10	33	36
	2	13	6	18	24
	3	14	11	33	35
	Summe	48	27	84	95
2	1	23	14	29	35
	2	9	8	19	22
	3	23	19	27	33
	Summe	55	41	41	90
3	1	29	12	35	42
	2	14	10	20	24
	3	28	17	32	37
	Summe	71	39	87	103
4	1	33	32	24	28
	2	19	16	18	20
	3	29	33	22	30
	Summe	81	81	64	78

Verteilung der Reaktionstypen

	Auswahl 1			Auswahl 2			Auswahl 3			Auswahl 4					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
HF	0	0	0	RSA	1	0	0	PS	1	2	3	PS	2	6	8
PS	3	2	3	ETA	1	0	5	TFI	6	5	2	ETA	5	2	9
SV2	0	1	0	HI	2	0	2	AF	2	3	3	FIA	6	3	4
FIA	3	1	1	PWR	1	1	1	SCL	7	2	3	ACS	13	5	2
TFI	3	4	4	OHA	3	3	7	RSA	0	1	0				
AF	1	3	1	AFO	2	0	1	ETA	2	0	4				
SCL	5	2	4	ACS	10	4	3	HI	4	0	3				
LIF	3	0	0	LIT	1	2	2	OHA	4	0	6				
EMG	1	0	0	BEW	0	0	0	LIT	1	1	2				

Anmerkung:

Ein Proband wurde dem Reaktionstyp bzw. der Variablen zugeordnet, wenn seine Maximalreaktion in mindestens 3 der 4 Situationen in der betreffenden Variablen erfolgte und mindestens einer der Korrelationskoeffizienten signifikant p<.05 ist. Die jeweils größte Zahl (der entsprechenden Gruppe) ist fett, falls sie mindestens 3 beträgt.

Abkürzungen der Variablen und Situationen siehe Tabellen bis .

Tabelle N2: Varianzkomponenten der dreifaktoriellen Varianzanalysen (Personen¹), Phasen²), Variable³) mit Bartlett-Tests der Gruppierung in Normotone und labil/hypertone Probanden nach den Kriterien GWHT1 und GWHT6.

	Varianzkomponenten				p-Werte d. Bartlett-Tests			
	alle	NT	GWHT1	GWHT6	alle	NT	NT	GWHT1
						GWHT1	GWHT6	GWHT6
Auswahl 1:								
Probanden	.053	.058	.052	.039	.354	.735	.149	.371
Situationen	.035	.035	.053	.025	.826	.726	.786	.555
Variable	.011	.011	.018	.004	.149	.559	.162	.050
Pbn * Sit	.025	.025	.023	.024	.919	.717	.777	.870
ISR	.336	.316	.396	.322	.103	.043	.827	.074
SSR	.110	.105	.124	.109	.909	.691	.880	.761
MSR und Fehler	.317	.313	.331	.307	.517	.384	.732	.256
Total	.887	.863	.997	.830	.003	.006	.413	.002
Auswahl 2:								
Probanden	.054	.056	.040	.060	.483	.301	.823	.241
Situationen	.010	.002	.014	.022	.216	.139	.082	.744
Variable	.005	.013	.000	.020	.001	.001	.592	.001
Pbn * Sit	.043	.043	.025	.053	.002	.005	.200	.001
ISR	.302	.247	.351	.316	.004	.003	.012	.382
SSR	.099	.114	.082	.098	.733	.432	.715	.670
MSR und Fehler	.287	.297	.261	.284	.145	.048	.429	.218
Total	.800	.772	.773	.853	.067	.928	.032	.072
Auswahl 3:								
Probanden	.060	.068	.054	.053	.635	.486	.391	.921
Situationen	.016	.012	.018	.022	.874	.744	.619	.830
Variable	.004	.009	.004	.009	.380	.211	.924	.199
Pbn * Sit	.025	.026	.012	.029	.001	.001	.486	.001
ISR	.392	.321	.484	.405	.002	.001	.019	.123
SSR	.131	.133	.139	.124	.952	.880	.843	.775
MSR und Fehler	.272	.234	.299	.297	.001	.001	.001	.885
Total	.900	.803	1.010	.939	.001	.001	.002	.190
Auswahl 4:								
Probanden	.116	.104	.119	.128	.762	.691	.467	.800
Situationen	.030	.029	.030	.029	.993	.926	.930	.944
Variable	.000	.000	.000	.030	.001	1.000	.001	.001
Pbn * Sit	.032	.035	.006	.049	.001	.001	.042	.001
ISR	.434	.317	.549	.470	.006	.003	.015	.421
SSR	.097	.103	.091	.097	.973	.837	.895	.887
MSR und Fehler	.263	.240	.239	.298	.039	.913	.021	.047
Total	.972	.828	1.034	1.101	.001	.005	.001	.442

Anmerkungen:

1) Faktor random, N=136, 57, 31 oder 48.

2) Faktor fix, N=4 (Rechnen, Konzentration 3, Kritik-Vorbereitung, Kalt-Wasser-Test 1).

3) Faktor fix, Auswahl 1 (N=9): Herzfrequenz, systolischer Blutdruck, Schlagvolumen (mit Notch), Pulsvolumen-Amplitude Finger, Finger-Temperatur, Atemfrequenz, Hautleitwert (Level), Lidschlag-Frequenz, Elektromyogramm; Auswahl 2 (N=9): respiratorische Sinusarrhythmie, T-Amplitude (EKG), Heather-Index, Pulswellengeschwindigkeit Radialis, Pulsvolumenamplitude Ohr, Atemform-Parameter, Hautleitwert-Reaktion, Lidschlag (tonischer Anteil), Bewegung; Auswahl 3 (N=9): systolischer Blutdruck, Finger-Temperatur, Atemfrequenz, Hautleitwert (Level), respiratorische Sinusarrhythmie, T-Amplitude (EKG), Heather-Index, Pulsvolumenamplitude Ohr, Lidschlag (tonischer Anteil); Auswahl 4 (N=4): systolischer Blutdruck, Pulsvolumen-Amplitude Finger, T-Amplitude (EKG), Hautleitwert-Reaktion.

Tabelle N3: Ergebnisse der Varianzanalysen mit Gruppen¹⁾, Phasen²⁾ und Variablen³⁾.

Quelle	Freiheitsgrade		F-Wert	p-Wert
<u>Auswahl 1:</u>				
Gruppe	2	133	4.13	0.0182
Phase	3	399	81.31	0.0001
Variable	8	1044	4.53	0.0001
Gruppe*Phase	6	399	1.87	0.0841
Gruppe*Variable	16	1044	0.96	0.5047
Phase*Variable	24	3132	48.29	0.0001
Gruppe*Phase*Variable	48	3132	1.28	0.0918
<u>Auswahl 2:</u>				
Gruppe	2	133	0.25	0.7830
Phase	3	399	17.93	0.0001
Variable	7	928	3.09	0.0032
Gruppe*Phase	6	399	2.22	0.0409
Gruppe*Variable	14	928	2.20	0.0066
Phase*Variable	21	2784	51.23	0.0001
Gruppe*Phase*Variable	42	2784	1.63	0.0067
<u>Auswahl 3:</u>				
Gruppe	2	133	1.55	0.2153
Phase	3	399	41.71	0.0001
Variable	8	1050	2.14	0.0295
Gruppe*Phase	6	399	1.71	0.1166
Gruppe*Variable	16	1050	1.67	0.0467
Phase*Variable	24	3150	66.91	0.0001
Gruppe*Phase*Variable	48	3150	1.17	0.2008
<u>Auswahl 4:</u>				
Gruppe	2	133	0.67	0.5135
Phase	3	399	41.96	0.0001
Variable	3	399	0.92	0.4288
Gruppe*Phase	6	399	0.60	0.7279
Gruppe*Variable	6	399	2.13	0.0492
Phase*Variable	9	1197	51.61	0.0001
Gruppe*Phase*Variable	18	1197	1.39	0.1256

Anmerkungen:

- 1) Normotoniker (N=57), Labil/Hypertone nach GWHT1 (N=31), Labil/-Hypertone nach GWHT6 (N=48).
- 2) N=4: Rechnen, Konzentration 3, Kritik-Vorbereitung, Kalt-Wasser-Test 1.
- 3) Auswahl 1 (N=9): Herzfrequenz, systolischer Blutdruck, Schlagvolumen (mit Notch), Pulsvolumen-Amplitude Finger, Finger-Temperatur, Atemfrequenz, Hautleitwert (Level), Lidschlag-Frequenz, Elektromyogramm; Auswahl 2 (N=9): respiratorische Sinusarrhythmie, T-Amplitude (EKG), Heather-Index, Pulswellengeschwindigkeit Radialis, Pulsvolumenamplitude Ohr, Atemform-Parameter, Hautleitwert-Reaktion, Lidschlag (tonischer Anteil), Bewegung; Auswahl 3 (N=9): systolischer Blutdruck, Finger-Temperatur, Atemfrequenz, Hautleitwert (Level), respiratorische Sinusarrhythmie, T-Amplitude (EKG), Heather-Index, Pulsvolumenamplitude Ohr, Lidschlag (tonischer Anteil); Auswahl 4 (N=4): systolischer Blutdruck, Pulsvolumen-Amplitude Finger, T-Amplitude (EKG), Hautleitwert-Reaktion.

Tabelle N4: Übersicht über ISR-Häufigkeiten und Reaktions-Typen (bei 5 Situationen) in den Gruppen: 1 = normotone Probanden (N=57), 2 = labil/hypertone Probanden nur nach GWHT1 (N=31), 3 = labil/hypertone Probanden nach GWHT6 (N=48).

Variablen -Auswahl	Gruppe	Anzahl der Probanden mit I S R			
		Auszählung		Konkordanz	O-Korrel.
		Max. p<.10	Min. p<.10	Koeffizient p<.05	Koeffizient p<.05
1	1	30	26	42	43
	2	15	17	23	25
	3	23	20	37	37
	Summe	68	63	102	105
2	1	36	21	40	42
	2	13	12	23	21
	3	31	20	34	39
	Summe	80	53	97	102
3	1	38	21	43	43
	2	16	16	22	25
	3	38	25	43	41
	Summe	92	62	108	109
4	1	27	22	32	37
	2	17	11	16	19
	3	23	26	31	35
	Summe	67	59	79	91

Verteilung der Reaktionstypen

	Auswahl 1			Auswahl 2			Auswahl 3			Auswahl 4					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
HF	0	0	2	RSA	3	2	0	PS	1	2	6	PS	4	6	7
PS	3	2	5	ETA	2	0	6	TFI	6	5	4	ETA	4	1	8
SV2	1	1	0	HI	2	0	2	AF	2	2	3	FIA	6	3	4
FIA	3	2	1	PWR	2	2	2	SCL	9	3	3	ACS	11	5	3
TFI	3	5	5	OHA	6	3	10	RSA	0	2	0				
AF	4	2	3	AFO	2	0	2	ETA	2	0	4				
SCL	8	2	4	ACS	13	4	3	HI	3	0	4				
LIF	4	0	1	LIT	1	2	2	OHA	7	0	8				
EMG	3	0	0	BEW	1	0	0	LIT	1	1	3				

Anmerkung:

Ein Proband wurde dem Reaktionstyp bzw. der Variablen zugeordnet, wenn seine Maximalreaktion in mindestens 3 der 5 Situationen (Auswahl 1 bis 3) bzw. 4 der 5 Situationen (Auswahl 4) in der betreffenden Variablen erfolgte und mindestens einer der Korrelationskoeffizienten signifikant $p < .05$ ist.

Die jeweils größte Zahl (der entsprechenden Gruppe) ist **fett**, falls sie mindestens 3 beträgt.

Abkürzungen der Variablen und Situationen siehe Tabellen bis .

Tabelle N5: Varianzkomponenten der dreifaktoriellen Varianzanalysen (Personen¹⁾, Phasen²⁾, Variable³⁾) mit Bartlett-Tests der Gruppierung in Normotone und labil/hypertone Probanden nach den Kriterien GWHT1 und GWHT6.

	Varianzkomponenten				p-Werte d. Bartlett-Tests			
	alle	NT	GWHT1	GWHT6	alle	NT	NT	GWHT1
						GWHT1	GWHT6	GWHT6
Auswahl 1:								
Probanden	.061	.072	.063	.042	.155	.692	.054	.206
Situationen	.067	.071	.071	.063	.980	.948	.875	.874
Variable	.000	.000	.000	.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Pbn * Sit	.030	.025	.035	.031	.070	.026	.120	.424
ISR	.354	.344	.404	.334	.234	.158	.748	.102
SSR	.150	.143	.162	.154	.934	.733	.817	.866
MSR und Fehler	.336	.335	.362	.313	.046	.166	.177	.013
Total	.998	.990	1.097	.937	.006	.029	.180	.002
Auswahl 2:								
Probanden	.058	.068	.034	.060	.112	.037	.666	.091
Situationen	.038	.026	.029	.064	.634	.889	.410	.463
Variable	.000	.007	.001	.006	.056	.021	.844	.030
Pbn * Sit	.049	.045	.032	.058	.003	.030	.073	.001
ISR	.335	.287	.358	.357	.045	.047	.026	.932
SSR	.114	.126	.101	.113	.820	.536	.751	.744
MSR und Fehler	.336	.330	.323	.349	.346	.711	.252	.183
Total	.930	.889	.878	1.007	.003	.774	.003	.005
Auswahl 3:								
Probanden	.066	.080	.062	.051	.276	.449	.109	.553
Situationen	.024	.020	.016	.038	.689	.816	.555	.427
Variable	.000	.002	.005	.000	.001	.312	.001	.001
Pbn * Sit	.025	.027	.019	.024	.143	.047	.480	.185
ISR	.421	.360	.471	.449	.024	.016	.025	.685
SSR	.136	.136	.145	.133	.960	.832	.918	.806
MSR und Fehler	.307	.259	.357	.333	.001	.001	.001	.249
Total	.979	.884	1.075	1.028	.001	.001	.001	.377
Auswahl 4:								
Probanden	.121	.116	.112	.134	.824	.880	.612	.599
Situationen	.032	.032	.029	.033	.981	.880	.939	.873
Variable	.000	.006	.000	.018	.003	.004	.365	.002
Pbn * Sit	.031	.031	.017	.044	.001	.001	.008	.001
ISR	.458	.361	.544	.487	.051	.024	.061	.571
SSR	.090	.099	.080	.088	.928	.719	.823	.848
MSR und Fehler	.264	.242	.253	.294	.043	.642	.015	.109
Total	.996	.887	1.035	1.098	.003	.027	.001	.418

Anmerkungen:

1) Faktor random, N=136, 57, 31 oder 48.

2) Faktor fix, N=5 (Rechnen, Konzentation 3, Handgrip, Kritik-Vorbereitung, Kalt-Wasser-Test 1).

3) Faktor fix, Auswahl 1 (N=9): Herzfrequenz, systolischer Blutdruck, Schlagvolumen (mit Notch), Pulsvolumen-Amplitude Finger, Finger-Temperatur, Atemfrequenz, Hautleitwert (Level), Lidschlag-Frequenz, Elektromyogramm; Auswahl 2 (N=9): respiratorische Sinusarrhythmie, T-Amplitude (EKG), Heather-Index, Pulswellengeschwindigkeit Radialis, Pulsvolumenamplitude Ohr, Atemform-Parameter, Hautleitwert-Reaktion, Lidschlag (tonischer Anteil), Bewegung; Auswahl 3 (N=9): systolischer Blutdruck, Finger-Temperatur, Atemfrequenz, Hautleitwert (Level), respiratorische Sinusarrhythmie, T-Amplitude (EKG), Heather-Index, Pulsvolumenamplitude Ohr, Lidschlag (tonischer Anteil); Auswahl 4 (N=4): systolischer Blutdruck, Pulsvolumen-Amplitude Finger, T-Amplitude (EKG), Hautleitwert-Reaktion.

Tabelle N6: Ergebnisse der Varianzanalysen mit Gruppen¹⁾, Phasen²⁾ und Variablen³⁾.

Quelle	Freiheitsgrade		F-Wert	p-Wert
<u>Auswahl 1:</u>				
Gruppe	2	133	2.94	0.0565
Phase	4	532	139.11	0.0001
Variable	8	1044	0.00	1.0000
Gruppe*Phase	8	532	1.44	0.1782
Gruppe*Variable	16	1044	1.00	0.4580
Phase*Variable	32	4176	62.15	0.0001
Gruppe*Phase*Variable	64	4176	1.31	0.0500
<u>Auswahl 2:</u>				
Gruppe	2	133	0.97	0.3834
Phase	4	532	58.53	0.0001
Variable	7	928	0.00	1.0000
Gruppe*Phase	8	532	2.47	0.0123
Gruppe*Variable	14	928	2.38	0.0029
Phase*Variable	28	3712	50.02	0.0001
Gruppe*Phase*Variable	56	3712	1.25	0.1041
<u>Auswahl 3:</u>				
Gruppe	2	133	1.20	0.3044
Phase	4	532	56.83	0.0001
Variable	8	1050	0.00	1.0000
Gruppe*Phase	8	532	2.48	0.0119
Gruppe*Variable	16	1050	1.73	0.0365
Phase*Variable	32	4200	61.52	0.0001
Gruppe*Phase*Variable	64	4200	1.11	0.2615
<u>Auswahl 4:</u>				
Gruppe	2	133	0.57	0.5659
Phase	4	532	45.89	0.0001
Variable	3	399	0.00	1.0000
Gruppe*Phase	8	532	0.50	0.8582
Gruppe*Variable	6	399	2.42	0.0259
Phase*Variable	12	1596	47.37	0.0001
Gruppe*Phase*Variable	24	1596	1.28	0.1617

Anmerkungen:

1) Normotoniker (N=57), Labil/Hypertone nach GWHT1 (N=31), Labil/-Hypertone nach GWHT6 (N=48).

2) N=5: Rechnen, Konzentration 3, Handgrip, Kritik-Vorbereitung, Kalt-Wasser-Test 1.

3) Auswahl 1 (N=9): Herzfrequenz, systolischer Blutdruck, Schlagvolumen (mit Notch), Pulsvolumen-Amplitude Finger, Finger-Temperatur, Atemfrequenz, Hautleitwert (Level), Lidschlag-Frequenz, Elektromyogramm; Auswahl 2 (N=9): respiratorische Sinusarrhythmie, T-Amplitude (EKG), Heather-Index, Pulswellengeschwindigkeit Radialis, Pulsvolumenamplitude Ohr, Atemform-Parameter, Hautleitwert-Reaktion, Lidschlag (tonischer Anteil), Bewegung; Auswahl 3 (N=9): systolischer Blutdruck, Finger-Temperatur, Atemfrequenz, Hautleitwert (Level), respiratorische Sinusarrhythmie, T-Amplitude (EKG), Heather-Index, Pulsvolumenamplitude Ohr, Lidschlag (tonischer Anteil); Auswahl 4 (N=4): systolischer Blutdruck, Pulsvolumen-Amplitude Finger, T-Amplitude (EKG), Hautleitwert-Reaktion.

Tabelle O: Ergebnisse der Power-Analyse aufgrund ausgewählter Effekte der ersten Teilstudie zur Schätzung der erforderlichen Personenzahl zum Zweck der Replikation (Kriterium der Klassifikation GWHT6).

Variable	Erste Teilstudie t-Test					Geschätzte Reliabilität ca r_{tt}	benötigtes N je Gruppe ($\alpha=.05, \beta=.10$)
	36 GWHT6		45 NT		df 79		
	M	s	M	s	p		
FPI Gehehmtheit	6.7	3.3	4.9	3.1	.01	.85	54
FPI Körperl.Beschw.	3.4	2.5	2.9	2.4	.32	.85	410
ARU belästigt	2.4	1.2	1.8	0.8	.01	.75	47
ARU nervös	2.7	1.2	2.2	1.1	.04	.75	90
Versuchserleben	21.8	5.4	18.4	5.5	.01	.85	44
ARU P5	133.0	10.4	112.7	9.2	.00	.90	4
ARU HF	69.5	10.0	60.9	8.1	.00	.95	19
ARU RSA1	4.4	0.5	4.7	0.6	.02	.90	59
ARU PWG Car	2.9	0.4	2.6	0.3	.00	.80	23
ARU SCR Frequenz	4.5	3.7	3.0	3.3	.06	.85	92