

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

Nr. 151

**24-stündige Tremor-Untersuchungen
an Parkinson-Patienten**

**Friedrich Foerster¹, Tanja Thielgen¹,
Gerd Fuchs², Anemone Hornig²,
und Jochen Fahrenberg¹**

¹Forschungsgruppe Psychophysiologie
Psychologisches Institut der Universität Freiburg
Belfortstraße 20
D-79085 Freiburg i.Br.

²Parkinson-Klinik
D-77709 Wolfach

2001

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Tabellen.....	4
Verzeichnis der Abbildungen.....	5
Zusammenfassung.....	7
Abstract.....	8
Einleitung.....	10
Beschreibung der Stichprobe.....	12
Technische Ausrüstung.....	18
Versuchsablauf.....	21
Auswertung der Daten.....	24
Primärauswertung mit TREMOR.....	24
Missing-Data-Korrektur mit SEEADA.....	26
Hierarchische Klassifikation von Körperlage und Bewegung.....	26
Grafische Darstellung (Programm KAMPF3).....	27
Ergebnisse.....	28
Übersicht.....	28
Untersuchung der Labor-Phasen.....	28
Untersuchung von speziellen Segmenten aus Labor und Feld.....	38
Stabilität und Rehabilitationseffekt.....	42
Labor-Feld-Vorhersagen.....	60
Interkorrelationen der Tremor-Variablen.....	68
Verlaufs-Kovariationen.....	71
Tremor-Episoden.....	75
Kasuistik.....	77
Patient 14.....	79
Patient 7.....	82
Patient 24.....	85
Patient 27.....	88
Zusammenfassung und Ausblick.....	91
Literatur.....	93
Anhang 1: Fragebogen „24-Stunden Monitoring des Tremors“	94
Anhang 2: Programmbeschreibung SEEADA.....	96
Anhang 3: SAS-Macro GRUND.....	98
Anhang 4: SAS-Macro POMO.....	102
Anhang 5: Programmbeschreibung von KAMPF3.....	109
Anhang 6: Erläuterung zum 24-Stunden-Protokoll von KAMPF3 für die Patienten.....	111

Verzeichnis der Tabellen

<i>Tabelle 1:</i>	Intervalle des Klinikaufenthaltes.	12
<i>Tabelle 2:</i>	Patienten-Daten.	13
<i>Tabelle 3:</i>	Statistiken der wichtigsten Patienten-Daten für die Gesamt-Stichprobe (N=30) und die Unter-Stichprobe mit Wiederholungs-Messung (N=21).	14
<i>Tabelle 4a:</i>	Grundstatistiken der Patientendaten (allgemeines und Krankheitsschichte).	15
<i>Tabelle 4b:</i>	Grundstatistiken der Patientendaten (subjektive Einschätzungen des Tremors).	16
<i>Tabelle 4c:</i>	Grundstatistiken der Patientendaten (Behinderungen durch die Krankheit).	16
<i>Tabelle 4d:</i>	Grundstatistiken der Patientendaten (Tremor-Ratings).	17
<i>Tabelle 4e:</i>	Grundstatistiken der Patientendaten (Krankheits-Schwere).	17
<i>Tabelle 4f:</i>	Grundstatistiken der Patientendaten (Verschiedenes).	17
<i>Tabelle 5:</i>	Technische Ausrüstung mit Bezugsquellen.	18
<i>Tabelle 6a:</i>	Definitionsdatei für Vitaport Nr. 83.	19
<i>Tabelle 6b:</i>	Definitionsdatei für Vitaport Nr. 03.	19
<i>Tabelle 7:</i>	Zusammenfassung des Untersuchungs-Ablaufs.	23
<i>Tabelle 8:</i>	Theoretische DC-Sensorwerte bei ausgewählten Körperlagen.	26
<i>Tabelle 9:</i>	Tremor-Werte der Laborphasen: gemessene und eingestufte Daten.	29
<i>Tabelle 10:</i>	Varianzanalysen von Tremor-Einstufungen und Behinderungen.	32
<i>Tabelle 11:</i>	Korrelationen von Anamnesedaten (Selbsteinstufung des Tremors und Ratings der Untersucherin) und gemessenen Tremordaten.	33
<i>Tabelle 12:</i>	Korrelationen von Anamnesedaten (ohne Selbsteinstufung des Tremors und Ratings der Untersucherin) und gemessenen Tremordaten.	34
<i>Tabelle 13:</i>	Vergleich der Laborphasen.	37
<i>Tabelle 14:</i>	Spezielle Segmente.	39
<i>Tabelle 15:</i>	Grundstatistiken in 12 speziellen Segmenten.	39
<i>Tabelle 16:</i>	Varianzkomponenten-Schätzungen an 10 speziellen Segmenten.	42
<i>Tabelle 17:</i>	Rehabilitationseffekt.	44
<i>Tabelle 18:</i>	T-Korrelationen zwischen speziellen Segmenten.	61
<i>Tabelle 19:</i>	Multiple Regressionen zur Labor-Feld-Vorhersage.	63
<i>Tabelle 20:</i>	Labor-Feld-Vergleich der Körperlagen und Bewegung.	65
<i>Tabelle 21:</i>	R- und P-Korrelationen in speziellen Segmenten.	68
<i>Tabelle 22:</i>	Korrelationen von emotionaler und mentaler Beanspruchung, Handhaltung, Herzfrequenz und Körperposition mit Tremorvariablen.	73
<i>Tabelle 23:</i>	Einflußgrößen des Tremors.	74
<i>Tabelle 24:</i>	Längen und Amplituden der Tremor-Episoden.	76

Verzeichnis der Abbildungen

<i>Abbildung 1:</i>	Steuerrechner, Datenaufnahme-System VITAPORT-2, Accelerator-sensor.	18
<i>Abbildung 2:</i>	Komponenten der Datenverarbeitung.	20
<i>Abbildung 3:</i>	Plazierung der Elektroden und Sensoren.	21
<i>Abbildung 4:</i>	Labor-Phasen.	21
<i>Abbildung 5:</i>	Ziel-Tremor.	22
<i>Abbildung 6:</i>	Standard-Protokoll.	22
<i>Abbildung 7:</i>	Tages-Protokoll (Beispiel).	27
<i>Abbildung 8:</i>	Patienten-Plots in speziellen Segmenten.	49
<i>Abbildung 9a:</i>	Mittelwert-Plots in speziellen Segmenten (N=21)	52
<i>Abbildung 9b:</i>	Mittelwert-Plots in speziellen Segmenten (N=14)	53
<i>Abbildung 10:</i>	Patienten-Plots im Feld (Stunden-Plots).	54
<i>Abbildung 11a:</i>	Mittelwert-Plots im Feld (Stunden-Plots; N=21).	57
<i>Abbildung 11b:</i>	Mittelwert-Plots im Feld (Stunden-Plots; N=14).	58
<i>Abbildung 12:</i>	Labor-Feld-Vergleich mit Segmenten von Körperlage und Bewegung.	67
<i>Abbildung 13:</i>	Histogramme der Länge und Amplitude der Tremor-Episoden.	76
<i>Abbildung 14:</i>	Programm SEE_ADA, Dialog-Box zum Auswählen der Variablen.	96
<i>Abbildung 15:</i>	Programm SEE_ADA, Bedienungs-Menü.	96

Zusammenfassung

Monitoring-Systeme ermöglichen die Langzeituntersuchung des Tremors bei Patienten mit M. Parkinson. Diese Methodik kann u. a. zur Objektivierung des Tremors im Verlauf einer Behandlung und zur Untersuchung der auslösenden und verstärkenden bzw. der abschwächenden Einflüsse auf diese Symptomatik unter Alltagsbedingungen dienen. Die hier verwendete Accelerometrie weist im Vergleich zur Langzeitregistrierung des EMG praktische Vorzüge auf. Außerdem ermöglicht sie nicht allein die Messung der Häufigkeit (Prozent der Zeit) und der Frequenz (Hz), sondern auch Aussagen über die Amplitude des Tremors (g bzw. cm). Die Datenaufnahme mit dem Vitaport 2 und die kombinierte Frequenz- und Amplituden-Auswertung mittels Short Time Fourier Transform wurden in den vorausgegangenen Arbeiten beschrieben. Diese Methodik wurde jetzt durch die automatische Detektion der Körperposition und bestimmter Bewegungsmuster mittels kalibrierter 4-Kanal-Accelerometrie ergänzt, um eine basale Verhaltensanalyse zu ermöglichen. Diesem Zweck diene auch die fortlaufende Messung der Herzfrequenz als Indikator körperlicher bzw. emotional/mentaler Belastung.

An der Untersuchung nahmen 30 Patienten (17 M, 13 F) mit M. Parkinson teil. Das mittlere Alter betrug 64.8 Jahre ($s = 8.9$). Der Index nach Hoehn und Yahr lag zwischen 1 und 3 ($m = 2.3$, $s = 0.7$) und die UPDRS-Gesamtwerte zwischen 10 und 74 ($m = 42.9$, $s = 18.1$). Aus klinischer Sicht wiesen alle Patienten einen mehr oder minder deutlich ausgeprägten Tremor auf. Von 21 Patienten konnte nach durchschnittlich 18 Tagen ($s = 2.8$) eine zweite 24-Stunden-Untersuchung während des stationären Rehabilitationsverfahrens durchgeführt werden. Die Untersuchung umfaßte (1) eine Kurz-Anamnese, (2) die Messung des Tremors unter standardisierten Bedingungen als Ruhe- und Haltetremor ohne/mit Ablenkung durch lautes Zählen (und Einstufung des Tremors aufgrund der Beobachtung), (3) ein Standardprotokoll zur Kalibrierung der Lage- und Bewegungsmessung sowie (4) das 24-

Stunden-Monitoring unter den Alltagsbedingungen der Klinik.

Bei 20 Patienten wurde ein deutlicher Ruhe- oder Haltetremor festgestellt, d. h. in mindestens einer der vier Standardbedingungen eine Häufigkeit $> 65\%$ und eine Amplitude $> 0.07\text{ g}$ (entspricht etwa 1.5 mm Weg am Handrücken). Die Variabilität des Tremors wurde unter verschiedenen Aspekten statistisch beschrieben: Häufigkeitsverteilung der Tremorparameter (Prozent, g, Hz, jeweils mit den Quartilen der Verteilungen), der Dauer von Tremor-Episoden, relative Varianzanteile, Stabilitätskoeffizienten, Korrelationen zwischen den drei Tremorparametern, zwischen tremor-dominanter/nicht-dominanter Hand, zwischen Meßwerten und Einstufungen, zwischen Ruhe- und Haltetremor und Meßwerten aus dem Monitoring, zwischen Herzfrequenz und Tremorparametern im Quer- und Längsschnitt.

Die jeweils nur zwei Minuten dauernden Messungen des Ruhe- und Haltetremors korrelierten mit den nach hauptsächlichen Tätigkeiten/Körperpositionen segmentiertem Monitoringbefunden durchschnittlich .50 für die Tremorhäufigkeit und .35 für die Amplitude. Die höchste Vorhersage der Tagsegmente leistete die Phase des Haltetremors mit Ablenkung (.56 bis .69 für die Häufigkeit; .40 bis .52 für die Amplitude), das Nachtsegment wird am besten durch das Standardprotokoll vorhergesagt (.48 und .73 für Häufigkeit und Amplitude).

Veränderungen zwischen der Erst- und Zweituntersuchung ergaben sich hinsichtlich der Tremor-Häufigkeit, signifikant jedoch nur multivariat und eher bei Feldsegmenten als bei Laborphasen. Bezogen auf die 14 Patienten mit deutlichem Ruhe- oder Haltetremor in der Erstuntersuchung war die Verringerung von Tremor-Häufigkeit und Amplitude deutlicher. Die Abnahme des Tremors kann als globaler Hinweis auf die Wirksamkeit der Behandlung interpretiert werden.

Bemerkenswert sind die für einige Patienten auch kasuistisch dargestellten, differentiellen Verläufe (hinsichtlich Ruhe-Haltetremor und Monitoringbefunden, aber auch hinsichtlich der Divergenz von Häufigkeit und Amplitude). In Einzelfällen wurde eine Zunahme des Tremors festgestellt.

Geringe Beziehungen bestanden zwischen Tremorparametern und Körperlage sowie Haltung der Hand. Über Patienten und Segmente gepoolt zeigte sich eine deutliche Kovariation ($r = 0.25$) zwischen Herzfrequenz und Tremor im Tagesverlauf, d.h., da bei der Analyse nur Segmente ohne Bewegung benutzt wurden, erhöhte Tremoraktivität bei mental/emotionalen Belastungen. Psychophysiologische Episoden im engeren Sinn mit verstärktem Tremor aufgrund emotionaler Belastung waren selten; die Erhebungsmethodik erlaubt hier noch keine befriedigende Abgrenzung solcher — in der Regel auch recht seltener — Ereignisse. Dagegen war die Wirkung der Einnahme von Medikamenten in Einzelfällen zu erkennen.

Die accelerometrische Methodik zur Messung der Tremorparameter unter Labor- und Alltagsbedingungen (Monitoring) kann als befriedigend ausgereift angesehen werden. Mögliche praktische Anwendungen werden diskutiert.

Abstract¹

Monitoring systems enable the long-term registration of tremor in patients with Parkinson's disease. This method can serve, among others, to measure the tremor objectively during the course of the treatment and to analyse as the symptoms of tremor as well as the aggravating and attenuating influences under real life conditions. Accelerometry appears to have some practical advantages compared to long-term EMG recordings. Moreover, it enables not only the measuring of tremor occurrence (i.e., percent of time) and tremor frequency (Hz) but also provides evidence about the amplitude of tremor (g or cm). Data recording with Vitaport 2 and combined analysis of frequency and amplitude by means of Short Time Fourier Transform were described in previous investigations. This most recent methodology was completed by the automatic detection of body position and certain movement patterns with calibrated 4-channel accelerometry in order to enable a basic analysis of beha-

viour. This purpose is also served by the of continuous measuring of the heart rate as an indicator of metabolic and emotional/mental strain.

This methodology was used in connection with 30 patients (17 male, 13 female) with Parkinson's disease. The mean age was 64.8 years ($s=8.9$). The Hoehn-Yahr index ranged from 1 to 3 ($m=2.3$, $s=0.7$) and the UPDRS total scale between 10 and 74 ($m=42.9$, $s=18.1$). From the clinical point of view, all patients showed a more or less marked tremor. For 21 patients a second 24-h monitoring was recorded on average 18 days ($s=2.8$) after the first monitoring, during the stationary rehabilitation treatment. The data recording comprised (1) a short anamnesis, (2) the measurement of tremor under standardized conditions of rest and postural tremor test with and without distraction by counting out loud (and rating of the tremor by observation), (3) a standard protocol for calibration of the measurement of body position and movement, and (4) the 24-h monitoring of real-life conditions in the hospital.

20 patients showed considerable tremor activity during rest and postural tremor test, that is, in at least one of the four standard conditions an occurrence of $>65\%$ and an amplitude of >0.07 g (resp. about 1.5 mm movement at the dorsum). The variability of the tremor is statistically described under various aspects: Distribution of the tremor variables (percent, g, Hz, with quartiles each), the length of tremor episodes, relative components of variance, coefficients of stability, correlations between the three tremor variables, between the tremor dominant and not-dominant hand, between measured tremor data and ratings, between rest and postural tremor test data and segments of the monitoring, and between heart rate and tremor variables for single conditions (R-technique) and within patients (P-technique).

Phases of rest and postural tremor test which lasted only about two minutes each, showed a correlation with the real-life segments of the main activities and/or body positions of about .50 for the tremor occurrence and .35 for the amplitude. The best prediction of the day-time segments was made by the postural tremor test with distraction (.56 to .69 for occurrence, .40 to .52 for amplitude), whereas the night seg-

¹ We thank Marcus Cheetham for improving the English abstract.

ment was best predicted by the standard protocol (.48 and .73 for occurrence and amplitude, respectively).

The changes between first and second recording were evident for the tremor occurrence but significant only with multivariate tests and more so during the 24-h monitoring than during the laboratory phases. In the case of the 14 patients with considerable tremor activity during the rest and postural tremor test in the initial recording, the decrease in the tremor occurrence and the amplitude was more significant. This decrease in tremor can be interpreted as a global indication of treatment effects.

Some patient outcomes were described in detailed casuistics. Of particular interest is that different courses (with respect to the rest and postural tremor tests and monitoring outcome, as well as to the divergency of tremor occurrence and amplitude) were evident. In some cases, an increase of

tremor between the first and the second recording was demonstrated.

There was only a small relation between tremor variables and body and hand position, whereas the pooled within patients correlation between heart rate and tremor occurrence was remarkable ($r=0.25$), that is, because only monitoring segments without movement were used, high tremor activity is related to mental/emotional strain. Psychophysiological episodes in a restricted sense were seldom accompanied by high tremor activity resulting from emotional stress; the methodology of recording does not yet allow a sufficient differentiation of such — normally rather seldom — events.

The accelerometrical methodology for the measurement of tremor activity under laboratory and real-life conditions (monitoring) can be considered as to be sufficiently developed. Possible practical applications are discussed.

Einleitung

In der Forschungsgruppe Psychophysiologie wird seit einer Reihe von Jahren die Erfassung von Aktivität und Körperlage mit miniaturisierten Systemen erprobt (Fahrenberg, Müller, Foerster und Smeja, 1996). Es lag daher nahe, diese Methodik auch im medizinischen Bereich anzuwenden, z.B. bei der Analyse von Tremor.

Eine erste Untersuchung an Parkinson-Patienten wurde von Dipl.Psych. Manfred Smeja in den Jahren 1996 und 1997 im Rahmen seiner Diplomarbeit durchgeführt (Smeja, 1998; Fahrenberg, Foerster und Smeja, 1998; Fahrenberg und Foerster, 2000). Hierbei wurde zunächst die Ausrüstung und deren Handhabung getestet, d.h. der Datenrecorder VITAPORT-2 und die piezoresistiven Accelerosensoren, die auch eine kalibrierte Messung der Tremor-Amplitude erlauben (Beschleunigung in Einheiten der Gravitations-Konstanten g oder Weg-Amplituden in mm). Außerdem wurde eine Software entwickelt, die die Tremor-Signale in instantane Frequenzen und Amplituden transformiert (Short-Time Frequency Transform, STFT; s. Qian und Chen, 1996; Foerster und Smeja, 1999). Die Signale wurden auf ihre Artefakt-Anfälligkeit und Validität geprüft, wobei Tag-Nacht-Segmente und drei post-hoc gebildete Körperpositionen (Liegen, Sitzen, Stehen) verglichen wurden (Smeja, Foerster, Fuchs, Emmans, Hornig und Fahrenberg, 1999).

Im deskriptiven Teil der Untersuchung wurden die Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelationen der drei Tremorvariablen (Häufigkeit, Amplitude, Frequenz) der rechten und linken Hand während der Registrierung des Ruhe- und Haltetremors ohne und mit Ablenkung referiert und außerdem Mittelwertunterschiede zwischen bestimmten Feld-Segmenten der Registrierung geprüft.

Ruhe- und Haltetremor unterschieden sich nicht konsistent, sondern auf der linken Seite nur in der Häufigkeit ($p=.022$) und auf der rechten Seite nur in der Frequenz ($p=.008$). Für beide Hände galt, daß Häufigkeit und Amplitude sehr signifikant und substantiell in der Größenordnung von $r=.50$ korrelierten, während die Frequenz

von den beiden anderen Variablen unabhängig war (Foerster und Smeja, 1999).

Zwischen den Tremorvariablen des Ruhe- und Haltetremors ohne und mit Ablenkung bestanden jeweils sehr signifikante Zusammenhänge (r zwischen $.39$ und $.83$). Distraction durch lautes Zählen ließ Häufigkeit und Amplitude bei beiden Händen sehr signifikant ansteigen, z.T. auf den doppelten bis dreifachen Betrag. Eine MANOVA ergab hochsignifikante Mittelwertunterschiede zwischen den Segmenten „Sitzen“ (mit den höchsten Werten), „Liegen“ und „Andere“ während des 24-Stunden-Monitorings, doch sind diese Effekte nur sehr zurückhaltend zu interpretieren, weil Körperposition und spezielle Tätigkeit (typisches Verhalten) konfundiert sind. Markante Unterschiede der Tremoraktivität ergaben sich wie erwartet zwischen dem Tag- und Nachtsegment. Bei 20 Patienten war die Tremorhäufigkeit über mehrere Stunden Null oder kleiner als 5%, bei vier Patienten trat Tremor während 10 bis 30% der Dauer des Nachtsegments auf, bei einem Patienten sogar mit ausgeprägten Amplituden von 50 bis 60 milli- g (Smeja et al., 1999).

Generell zeigte sich in dieser Studie eine große Variabilität der Häufigkeit und Amplitude des Tremors während der standardisierten Aufgaben und während des anschließenden 24-Stunden-Monitorings – sowohl zwischen den Personen als auch innerhalb der Personen (differentielle Verläufe).

Bemerkenswert waren vereinzelte kasuistische Befunde über psychophysiologisch interessante Episoden, welche eine Zunahme des Tremors während emotional/mental belastender Situationen, u.a. bei einem Gespräch oder einer Fernsehsendung erkennen ließen. So erbrachte eine an einem Patienten vorgenommene Wiederholungsmessung am Ende des Klinik-Aufenthaltes ein interessantes Ergebnis im Zusammenhang mit der Fernseh-Übertragung eines Fußballspiels. Während durchgehend eine Verringerung des Tremors von Anfangs- zu Endtermin vorlag, stiegen die Werte bei diesem Ereignis weit über die des Anfangstermins an. Zusammen mit der bei Ablenkung deutlich erhöhten Tremoraktivität legten diese Befunde eine weitere Untersuchung solcher auslösenden

oder verstärkenden Bedingungen nahe. In einer Anschlußstudie wäre jedoch vor allem zu prüfen, inwieweit durch die accelerometrische Erfassung von Ruhe- und Haltetremor und durch das 24-Stunden-Monitoring eine Objektivierung von Verläufen während der stationären Behandlung möglich ist. Inwieweit sind aus den Messungen von Ruhe- und Haltetremor ohne und mit Ablenkung die Befunde des Monitorings und die Veränderungen zwischen Untersuchungsterminen vorhersagbar?

Die nun hier vorgestellte Folge-Studie knüpft an diese Ergebnisse an. Nach dem Nachweis der Praktikabilität der Methodik und der Validität der Tremor-Kennwerte (Häufigkeit, Amplitude, Frequenz) stellt sich die Frage nach der Stabilität der Kennwerte, deren klinischer Relevanz (z.B. Veränderungen zwischen Anfang und Ende des Klinik-Aufenthalts), nach Zusammen-

hängen mit behavioralen und Umgebungseinflüssen (z.B. Körperlage, körperliche, emotionale und mentale Beanspruchungen), sowie nach der Vorhersagbarkeit des Tremors im täglichen Leben durch anamnestiche Labor-Untersuchungen. Es wurden daher zwei Neuerungen eingeführt: zum einen sollten möglichst viele Patienten zweimal, d.h. zu Anfang und Ende des Klinikaufenthalts, registriert werden, um einen Anhalt zur Stabilität von Tremor-Variablen und zum Rehabilitationsverlauf zu erhalten; zum zweiten wurde zur Bestimmung von Körperlage und Bewegung die in der Forschungsgruppe entwickelten hierarchische Klassifikation eingeführt, was die Registrierung eines sogenannten Standard-Protokolls von bestimmten Körperlagen und Bewegungen im „Labor“ erfordert (Fahrenberg, Foerster, Smeja und Müller, 1997; Foerster, Smeja und Fahrenberg, 1999).

Beschreibung der Stichprobe

Die Datenerhebung fand wie die der Vorgänger-Studie in der Parkinson-Klinik Wolfach statt, einem Fachkrankenhaus zur Spezialbehandlung der Parkinson-Krankheit. Die Patienten kommen zur diagnostischen Abklärung und zur therapeutischen Behandlung bei bekannter Diagnose in die Klinik. Die Einweisung erfolgt über den behandelnden Arzt.

Es konnten insgesamt 31 Patienten für die Mitarbeit an der Studie gewonnen werden, eine Registrierung wurde versehentlich gelöscht, technische Probleme, die zu To-

tal-Ausfällen geführt hätten, wurden nicht festgestellt. Für die Untersuchung wurden Patienten ausgewählt, die aufgrund der klinischen Eingangsuntersuchung eine deutliche Tremorsymptomatik aufwiesen (die allerdings durch die Medikation am Tag der Untersuchung u.U. bereits modifiziert sein kann). Von den 30 zu Beginn des Klinik-Aufenthaltes registrierten Patienten konnten 21 ein zweites Mal untersucht werden. Die Erst-Untersuchung fand vor der medikamentösen (Neu-) Einstellung durch die Klinik statt. Der Intervalle des Klinikaufenthalts sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Intervalle des Klinikaufenthaltes.

Aufnahme in der Klinik: N=30									
1999					2000				
Aug	4	Sep	9	Mai	5	Jun	3		
Okt	4	Nov	1	Jul	3				
Dez	1								

↓

Intervall zwischen Aufnahme und erster Registrierung (N=30):									
Tage:	1	2	3	4	5	7	m	s	
Anzahl:	1	8	8	7	4	2	3.4	1.5	

↓

Intervall zwischen erster und zweiter Registrierung (N=21):											
Tage:	11	14	16	17	18	19	20	21	25	m	s
Anzahl:	1	1	3	4	4	2	4	1	1	18.0	2.8

↓

Intervall zwischen zweiter Registrierung und Entlassung (N=21):									
Tage:	2	3	4	5	7	15	m	s	
Anzahl:	2	7	5	5	1	1	4.3	2.8	

Die Untersuchung stützt sich auf die folgenden Daten:

- Krankenakte mit den Patientendaten einschließlich der Angaben zu Erkrankungsdauer, Einstufung des Schweregrads nach Hoehn und Yahr, Einstufung hinsichtlich Tremor/Rigor (d.h. Äquivalenztyp oder Tremordominanz-Typ) sowie den Daten der Unified Parkinson Disease Rating Scale UPDRS aufgrund der ärztlichen Untersuchung.
- Kurzanamnese und ergänzende Einstufung von Beschwerden und Aspek-

ten des Tremors durch die Untersucherin Tanja Thielgen (Protokollblatt siehe Anhang 1).

- Tremormessungen mit accelerometrischer Methodik, ergänzt durch die Detektion von Körperlage und Bewegungsmustern.

Tabelle 2 zeigt die wichtigsten Patienten-Daten einzeln und Tabelle 3 die dazugehörigen Statistiken (Häufigkeits-Auszählungen, Mittelwerte, Standardabweichungen): Geschlecht (männlich/weiblich), Alter (Jah-

re), Berufstätigkeit (B=berufstätig, R=in Rente), Erkrankungsdauer (Jahre), die Krankheits-Schwere nach Hoehn/Yahr und nach dem Gesamt-Score der UPDRS, der eingestufte Typ der Erkrankung (Äquiva-

lenz, Tremordominanz, Rigor), die tremor-dominante Hand (rechts/links), sowie die Markierung der Patienten mit Wiederholungs-Messung.

Tabelle 2: Patienten-Daten (Typ: Äquivalenz, Tremordominanz oder Rigor).

Pat Nr	Geschl.	Alter (Jahre)	Berufst. Rentner	Erkrank.-Dauer (Jahre)	Hoehn/Yahr	UPDRS Gesamtscore	Typ	Tremor-Domin.	Wiederholungs-Registr.
1	weibl.	66	R	7	3.0	65	Aequi	links	ja
2	männl.	65	R	5	3.0	61	Aequi	links	ja
3	weibl.	66	R	10	3.0	72	Aequi	links	ja
4	männl.	59	R	2	1.0	23	Aequi	links	ja
5	männl.	69	R	13	2.0	56	Aequi	rechts	nein
6	weibl.	55	B	6	2.0	34	Aequi	rechts	ja
7	männl.	65	R	8	3.0	74	Aequi	rechts	ja
8	weibl.	56	B	5	3.0	49	Aequi	rechts	ja
9	männl.	73	R	3	3.0	46	Aequi	links	ja
10	weibl.	69	R	10	2.0	52	Tredo	rechts	ja
11	männl.	64	R	5	2.0	23	Aequi	rechts	nein
12	männl.	72	R	5	2.5	48	Aequi	links	ja
13	männl.	60	R	15	3.0	58	Aequi	rechts	ja
14	weibl.	69	R	2	2.5	71	Tredo	links	ja
15	weibl.	56	B	6	2.0	37	Tredo	rechts	ja
16	weibl.	61	R	1	2.0	40	Aequi	links	ja
17	männl.	85	R	5	2.0	20	Aequi	links	ja
18	männl.	65	R	6	3.0	73	Aequi	rechts	ja
19	weibl.	61	R	5	1.0	37	Aequi	rechts	nein
21	weibl.	64	R	7	.	40	Aequi	links	ja
22	weibl.	66	R	16	3.0	39	Aequi	links	ja
23	männl.	73	R	5	1.0	10	Tredo	rechts	nein
24	weibl.	74	R	5	2.0	20	Aequi	rechts	ja
25	weibl.	70	R	1	2.0	22	Tredo	rechts	ja
26	weibl.	44	B	4	.	42	Aequi	links	nein
27	männl.	72	R	9	3.0	40	Aequi	rechts	ja
28	weibl.	41	B	7	2.0	20	Tredo	links	nein
29	weibl.	62	R	3	.	37	Tredo	rechts	nein
30	weibl.	64	R	2	2.5	53	Rigor	rechts	nein
31	männl.	77	R	3	.	24	Tredo	rechts	nein

Tabelle 3: Statistiken der wichtigsten Patienten-Daten (vgl. Tabelle 2): Häufigkeiten, Mittelwerte (m) und Standardabweichungen (s), jeweils für die Gesamt-Stichprobe (N=30) und die Unter-Stichprobe mit Wiederholungs-Messung (N=21).

Geschlecht

	N=30	N=21
Frauen	17	12
Männer	13	9

Alter (N=30):

Jahre:	41-44	55-59	60-69	70-77	85	m	s
Anzahl:	2	4	16	7	1	64.8	8.9

Alter (N=21):

Jahre:	41-44	55-59	60-69	70-74	85	m	s
Anzahl:		4	11	5	1	66.1	7.1

Berufstätigkeit:

N=30		N=21	
berufstätig	Rentner	berufstätig	Rentner
5	25	3	18

Erkrankungsdauer (N=30):

Jahre:	1-3	4-5	6-7	8-10	13-16	m	s
Anzahl:	8	9	6	4	3	6.0	3.8

Erkrankungsdauer (N=21):

Jahre:	1-3	5	6-7	8-10	15-16	m	s
Anzahl:	5	5	5	4	2	6.4	4.0

Krankheits-Schwere (Hoehn/Yahr) (N=30):

	1	2	2.5	3	m.d.	m	s
Anzahl:	3	10	3	10	4	2.3	0.7

Krankheits-Schwere (Hoehn/Yahr) (N=21):

	1	2	2.5	3	m.d.	m	s
Anzahl:	1	7	2	10	1	2.5	0.6

Krankheits-Schwere und –Symptomatik (UPDRS):

	N=30					N=21				
	N	m	s	min	max	N	m	s	min	max
Beginn des Klinikaufenthaltes										
gesamt	30	42.9	18.1	10	74	21	46.9	17.9	20	74
Verhalten	29	1.8	1.8	0	6	20	2.0	1.7	0	5
Alltag	29	12.8	4.6	4	22	20	13.5	4.4	7	22
Motorik	29	26.3	13.4	4	50	20	29.0	13.6	10	50
Komplikationen	29	1.8	4.5	0	21	20	2.4	5.4	0	21

Noch: Krankheits-Schwere und –Symptomatik (UPDRS):

Ende des Klinikaufenthaltes										
gesamt	19	29.0	14.6	6	61	13	31.8	15.6	14	61
Verhalten	17	1.0	1.5	0	6	11	0.7	0.9	0	2
Alltag	17	9.4	3.4	3	16	11	10.1	3.6	5	16
Motorik	17	16.2	9.4	2	42	11	17.7	10.2	8	42
Komplikationen	17	0.8	2.1	0	8	11	1.2	2.6	0	8

Typ:

	N=30			N=21		
	Äquivalenz	Tremor-do- minant	Rigor	Äquivalenz	Tremor-do- minant	Rigor
Anzahl:	21	8	1	17	4	0

Tremor-Dominanz:

	N=30		N=21	
	rechts	links	rechts	links
Anzahl:	17	13	10	11

In Tabelle 4 sind die Grund-Statistiken von allen Patienten-Daten des Fragebogens „24-Stunden Monitoring des Tremors“ (s. Anhang 1) zusammengefaßt. Zunächst werden unspezifische Angaben erfragt wie Geschlecht, Alter, Berufstätigkeit. Es folgen Fragen zur Krankheits-Geschichte, d.s. die

Dauer der Erkrankung, ob ein Umstand oder ein Ereignis bekannt ist, das die Erkrankung ausgelöst haben könnte sowie zwei Fragen zur Medikation (werden zur Zeit Medikamente eingenommen und wurde die Medikation in den letzten zwei Wochen geändert; Tabelle 4a).

Tabelle 4a: Grundstatistiken der Patientendaten (Teil 1: allgemeines und Krankheitsgeschichte): N=valide Daten, m=Mittelwert, s=Standardabweichung, min=Minimum, max=Maximum.

	N	m	s	min	max
Geschlecht (männlich=1 ,weiblich=2)	30	1.57	0.50	1	2
Alter (Jahre)	30	64.8	8.9	41	85
Berufstätig (ja=1, nein=2, Rentner=3)	30	2.67	0.76	1	3
Erkrankungsdauer (Jahre)	30	6.03	3.78	1	16
Auslöser (ja=1, nein=0)	30	0.43	0.50	0	1
Medikation, Termin 1 (ja=1, nein=0)	29	0.97	0.19	0	1
Medikation geändert, Termin 1 (ja=1, nein=0)	23	0.83	0.39	0	1

Die nächsten zehn Fragen Tabelle 4b) beziehen sich auf die Tremor-Wahrnehmung des Patienten, d.h. ob, wo (Hand/Bein,

rechts/links) und wann (Streß, Schlaf, Episoden) der Patient (vorzugsweise) Tremor verspürt.

Tabelle 4b: Grundstatistiken der Patientendaten (Teil 2: subjektive Einschätzungen des Tremors): N=valide Daten, m=Mittelwert, s=Standardabweichung, min=Minimum, max=Maximum.

	N	m	s	min	max
Händigkeit (rechts=1, links=0)	30	0.83	0.38	0	1
Tremor, Hand rechts (ja=1, nein=0)	30	0.83	0.38	0	1
Tremor, Hand links (ja=1, nein=0)	30	0.80	0.41	0	1
Tremor, Bein rechts (ja=1, nein=0)	30	0.60	0.50	0	1
Tremor, Bein links (ja=1, nein=0)	30	0.53	0.51	0	1
Tremor-Dominanz, Hand (rechts=1, links=0)	30	0.57	0.50	0	1
Tremor-Dominanz, Bein (rechts=1, links=0)	18	0.50	0.51	0	1
Tremor-Episoden (ja=1, nein=0)	29	0.90	0.31	0	1
Tremor bei Stress (ja=1, nein=0)	29	0.90	0.31	0	1
Tremor beim Schlaf (ja=1, nein=0)	29	0.38	0.49	0	1

Tabelle 4c bezieht sich auf individuell empfundene Behinderungen: Auf Skalen von 0 bis 4 werden Aspekte der „Behinderung durch die Krankheit im täglichen Leben“ erfragt (Fragebogen in Anhang 1, 2. Seite), einmal allgemein, d.h. bezogen auf alle Symptome der Krankheit, und einmal speziell bezogen auf die Behinderung durch den Tremor. Bei den überlappenden Fragen (Handschrift, Essen und Tremor gesamt) wird also einmal gefragt nach „Be-

hinderung durch die *Krankheit...*“ und einmal nach „Behinderung durch den *Tremor...*“. Die Antworten zeigen kaum Mittelwertunterschiede (Handschrift: N=30, m=2.23 vs. 2.17, p=.787; Essen: N=28, m=1.61 vs. 1.61, p=1.000; Tremor: N=29, m=2.14 vs. 1.83, p=.017), ohne jedoch perfekt zu korrelieren (Handschrift: r=.43, p=.017; Essen: r=.58, p=.001; Tremor: r=.79, p<.001), sind also unterschiedlich zu bewerten.

Tabelle 4c: Grundstatistiken der Patientendaten (Teil 3: Behinderungen durch die Krankheit): N=valide Daten, m=Mittelwert, s=Standardabweichung, min=Minimum, max=Maximum.

	N	m	s	min	max
Behinderung, Sprache (0-4)	30	1.07	0.87	0	3
Behinderung, Speichelfluss (0-4)	29	0.90	1.01	0	3
Behinderung, Schlucken (0-4)	30	0.70	0.92	0	3
Behinderung, Handschrift (0-4)	30	2.23	0.94	1	4
Behinderung, Essbesteck (0-4)	30	1.57	0.82	0	3
Behinderung, An-/Auskleiden (0-4)	30	1.50	0.90	0	3
Behinderung, Körperpflege (0-4)	30	1.10	0.80	0	3
Behinderung, Umdrehen im Bett (0-4)	30	1.20	0.96	0	4
Behinderung, Stürze (0-4)	30	0.43	0.82	0	4
Behinderung, plötzliches Erstarren (0-4)	30	0.63	1.03	0	4
Behinderung, Gehen (0-4)	30	1.30	0.65	0	3
Behinderung, Tremor (0-4)	30	2.17	0.95	1	4
Behinderung Tremor, sensorische Beschw. (0-4)	30	0.87	0.82	0	2
Behinderung Tremor, Handschrift (0-4)	30	2.17	1.44	0	4
Behinderung Tremor, Essbesteck (0-4)	28	1.61	1.20	0	4
Behinderung Tremor, soziale Beeinträchtigung (0-4)	30	1.67	0.96	0	4
Behinderung Tremor, gesamt (0-4)	29	1.83	1.07	0	4

Der letzte Teil des Fragebogens in Anhang 1 enthält (außer der Frage nach dem Lebensverhältnis) Einstufungen (Skala von 0 bis 4) des Tremors durch die Untersucherin in den sechs anamnestischen Untersu-

chungs-Phasen (Ruhetremor und Halte-tremor ohne und mit Ablenkung, Zieltremor rechts und links; vgl. Abschnitt „Versuchsa-blauf“). Die Grundstatistiken hierzu sind in Tabelle 4d enthalten.

Tabelle 4d: Grundstatistiken der Patientendaten (Teil 4: Tremor-Ratings): N=valide Daten, m=Mittelwert, s=Standardabweichung, min=Minimum, max=Maximum.

	N	m	s	min	max
Lebensverh. (1=allein,2=Partner,3=Fam.,4=Heim)	29	2.07	0.59	1	3
Tremor Labor Ruhe ohne Ablenkung, rechts (0-4)	29	1.14	1.25	0	4
Tremor Labor Ruhe ohne Ablenkung, links (0-4)	30	0.93	1.20	0	4
Tremor Labor Ruhe mit Ablenkung, rechts (0-4)	30	1.70	1.39	0	4
Tremor Labor Ruhe mit Ablenkung, links (0-4)	29	1.62	1.32	0	4
Tremor Labor Halte ohne Ablenkung, rechts (0-4)	29	1.34	1.29	0	4
Tremor Labor Halte ohne Ablenkung, links (0-4)	30	1.03	1.16	0	4
Tremor Labor Halte mit Ablenkung, rechts (0-4)	30	1.80	1.42	0	4
Tremor Labor Halte mit Ablenkung, links (0-4)	30	1.57	1.45	0	4
Tremor Labor Zielbewegung, rechte Hand (0-4)	24	0.54	0.78	0	3
Tremor Labor Zielbewegung, linke Hand (0-4)	24	0.63	1.06	0	4

Schließlich enthält Tabelle 4e die Grundstatistiken für die Einstufungen der Krankheit nach Hoehn und Yahr und der

UPDRSn, letztere, soweit vorhanden, zu beiden Untersuchungs-Terminen.

Tabelle 4e: Grundstatistiken der Patientendaten (Teil 5: Krankheits-Schwere): N=valide Daten, m=Mittelwert, s=Standardabweichung, min=Minimum, max=Maximum.

	N	m	s	min	max
Krankheits-Schwere (Hoehn & Yahr)	26	2.33	0.66	1	3
UPDRS, Gesamt-Skala, Termin 1	30	42.87	18.05	10	74
UPDRS, Verhalten, Termin 1	29	1.79	1.78	0	6
UPDRS, Alltag, Termin 1	29	12.83	4.58	4	22
UPDRS, Motorik, Termin 1	29	26.31	13.35	4	50
UPDRS, Komplikationen, Termin 1	29	1.76	4.54	0	21
UPDRS, Gesamt-Skala, Termin 2	19	29.00	14.59	6	61
UPDRS, Verhalten, Termin 2	17	1.00	1.54	0	6
UPDRS, Alltag, Termin 2	17	9.41	3.39	3	16
UPDRS, Motorik, Termin 2	17	16.18	9.44	2	42
UPDRS, Komplikationen, Termin 2	17	0.76	2.11	0	8

Der letzte Teil der Tabelle (Tabelle 4f) zeigt Angaben über die Länge des Monitorings, das Vorliegen eines Bewegungsbogens (leider nur bei 13% der Patienten vorhanden), Fragen nach der Medikation zum

Schluß-Termin, die denen in Tabelle 4a entsprechen, sowie der Versuch, die Patienten anhand ihrer Zugehörigkeit in Gymnastikgruppen drei Leistungsgruppen zuzuordnen.

Tabelle 4f: Grundstatistiken der Patientendaten (Teil 6): N=valide Daten, m=Mittelwert, s=Standardabweichung, min=Minimum, max=Maximum.

	N	m	s	min	max
Länge, Monitoring, T1 (Stunden)	30	21.72	1.05	19.5	24.2
Länge, Monitoring, T2 (Stunden)	30	14.75	10.20	0	23.6
Bewegungsbogen (ja=1, nein=0)	30	0.13	0.35	0	1
Medikation, Termin 2 (ja=1, nein=0)	22	1.00	0.00	1	1
Medikation geändert, Termin 2 (ja=1, nein=0)	22	0.36	0.49	0	1
Leistungsgruppe (Gymnastik 1-3)	20	1.90	0.91	1	3

Technische Ausrüstung

Die Daten-Speicherung erfolgte auf einem Daten-Recorder VITAPORT-2, der mithilfe

eines tragbaren Macintosh-Rechner initialisiert wird. Außerdem werden EKG-Elektroden und Accelerosensoren benötigt (Abbildung 1 und Tabelle 5).



Abbildung 1: Steuerrechner, Datenaufnahme-System VITAPORT-2, Accelerosensor

Tabelle 5: Technische Ausrüstung mit Bezugsquellen

VITAPORT-2-Datenrecorder	
Größe:	15x9x4 cm
Gewicht:	700 g
Mikroprozessor:	32 Bit, 16 MHz
A/D-Wandler:	12 Bit, 16 kHz, 8 Kanäle
Speicher:	16 KB RAM, Flash-Disk mindestens 90 MB
Bezug:	Becker Meditec Karl-Seckingerstr. 48, 76229 Karlsruhe
VITAGRAPH-Software zur Datenaufnahme, -kontrolle und -verarbeitung	
Level:	4.54
Bezug:	Becker Meditec Karl-Seckingerstr. 48, 76229 Karlsruhe
Macintosh-Rechner (z.B. Powerbook)	
EKG-Elektroden	
Bauart:	Ag/AgCl Einmal-Elektroden „Red Dot Monitoring-Elektroden®“
Bezug:	3M Health Care
IC-Sensor, Modell 3031	
Bauart:	piezoresistiv, DC
Range:	±2 g
Schwankung:	±0.2 g
Größe (ca.):	20x20x2 mm
Gewicht (ca.):	4 g
Bezug:	Treumann Elektronik, Simmendorfer Feld 124, D-50259 Pulheim
Accelerosensor MedNatic	
Bauart:	piezoresistiv, DC
Range:	5-100 g
Nichtlinearität:	<1%
Bezug:	medNatic GmbH Harthausen Straße 21 D-81545 München

Wichtig bei der Benutzung des VITAPORT-2 Datenrecorders ist die Kanaluweisung in der sogenannten Definitions-Datei. In der vorliegenden Studie wurden zwei Daten-Recorder (Nr. 83 und 03) mit zwei ge-

trennten Sätzen von Acceler-Sensoren verwendet. In Tabellen 6a und 6b sind die Eintragungen der beiden Definitions-Dateien zusammengefasst.

Tabelle 6a: Definitionsdatei für Vitaport Nr. 83 (alle nicht aufgeführten Kanäle haben im Feld „Datengrösse“ den Eintrag „Kanal aus“).

Globale Scanrate: 512 Hz

Spalte 1:									
Kanalnummer	1	9	2	3	4	5	6	7	65
K.Name	EKG	HF	STv	STI	STs	HAr	HAi	OS	Marker
Kanalunit	mV	pm	g	g	g	g	g	g	mrk
Preprocessing	no	HR ¹	no	no	no	no	no	no	marker
Datengroesse	word	byte	word	word	word	word	word	word	byte
Blink	-	off	-	-	-	-	-	-	-
DC	-	-	nrm	nrm	nrm	nrm	nrm	nrm	-
Uni/Spec	uni	uni	uni	uni	uni	uni	uni	uni	spec
Powermodus	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod
Ext.Power	off	off	on	on	on	on	on	on	off
HW-Verst.F.	250		250	250	250	250	250	250	-
Spalte 2:									
Scanrate	512	512	32	32	32	32	32	32	4
Speicherrate	256	4	32	32	32	32	32	32	4
Einstellungen ⁴	-	64 ²	-	-	-	-	-	-	50 ³
Offset	2047	0	2150	2163	2160	2003	2034	2114	0
Mul-Faktor	73	1	20	20	20	20	20	20	1
Div-Faktor	30000	1	3388	3934	7943	8480	9525	4056	1
HW-Hochpass ⁴	0.33		DC	DC	DC	DC	DC	DC	-
HW-Tiefpass ⁵	100		20	20	20	20	20	20	-
Spalte 3:									
Zeile 1 ⁷	-	-	-	-	-	-	-	-	2 s
Zeile 2 ⁷	-	\$0514	-	-	-	-	-	-	0 s
Amp/Bit ⁷	0.001	1	.006	.005	.003	.002	.002	.005	1
Ges.Zeit ⁷									
VP-Version ⁷									
Memory	no	no	no	no	no	no	no	no	no
DyRange ⁸	2.0	180	3	3	3	3	3	3	50
DyOffs ⁸	0	30	0	0	0	0	0	0	0

Anmerkungen: ¹HR=„Heart Rate“; ²Filter 64 Hz; ³Markerlänge 50 ms; ⁴Zeitkonstante in Sekunden; ⁵Grenzfrequenz in Hz; ⁷diese Werte werden von Vitagraph bestimmt; ⁸Skalierung für Darstellung auf dem Bildschirm.

Tabelle 6b: Definitionsdatei für Vitaport Nr. 03 (alle nicht aufgeführten Kanäle haben im Feld „Datengrösse“ den Eintrag „Kanal aus“).

Globale Scanrate: 512 Hz

Spalte 1:									
Kanalnummer	1	9	2	3	4	5	6	7	65
K.Name	EKG	HF	STv	STI	STs	HAr	HAi	OS	Marker
Kanalunit	mV	pm	g	g	g	g	g	g	mrk
Preprocessing	no	HR ¹	no	no	no	no	no	no	marker
Datengroesse	word	byte	word	word	word	word	word	word	byte
Blink	-	off	-	-	-	-	-	-	-

DC	-	-	nrm	nrm	nrm	nrm	nrm	nrm	-
Uni/Spec	uni	uni	uni	uni	uni	uni	uni	uni	spec
Powermodus	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod	mod
Ext.Power	off	off	on	on	on	on	on	on	off
HW-Verst.F.	250		100	250	100	250	250	250	-
Spalte 2:									
Scanrate	512	512	32	32	32	32	32	32	4
Speicherrate	256	4	32	32	32	32	32	32	4
Einstellungen ⁴	-	64 ²	-	-	-	-	-	-	50 ³
Offset	2047	0	2047	2076	2047	2028	2031	2214	0
Mul-Faktor	73	1	20	20	20	20	20	20	1
Div-Faktor	30000	1	11996	4061	11194	4099	4031	9070	1
HW-Hochpass ⁴	0.33		DC	DC	DC	DC	DC	DC	-
HW-Tiefpass ⁵	100		20	20	20	20	20	20	-
Spalte 3:									
Zeile 1 ⁷	-	-	-	-	-	-	-	-	2 s
Zeile 2 ⁷	-	\$0514	-	-	-	-	-	-	0 s
Amp/Bit ⁷	0.001	1	.002	.005	.002	.005	.005	.002	1
Ges.Zeit ⁷									
VP-Version ⁷									
Memory	no	no	no	no	no	no	no	no	no
DyRange ⁸	2.0	180	3	3	3	3	3	3	50
DyOffs ⁸	0	30	0	0	0	0	0	0	0

Anmerkungen: ¹HR=„Heart Rate“; ²Filter 64 Hz; ³Markerlänge 50 ms; ⁴Zeitkonstante in Sekunden; ⁵Grenzfrequenz in Hz; ⁷diese Werte werden von Vitagraph bestimmt; ⁸Skalierung für Darstellung auf dem Bildschirm.

Kanalnamen (K.Name) und Kanalunits sind frei wählbar. Sie beziehen sich hier (in der Reihenfolge von links nach rechts) auf EKG, Herzfrequenz (HF), Accelerosensoren am Sternum (vertikal: STv; lateral: STl; sagittal: STs), den Händen (rechts: HAR; links: HAL) und dem Oberschenkel (OS), sowie auf den Marker. Die anderen Abkürzungen (nrm, uni, mod, usw.) werden vom System-Programm VITAGRAPH vorgegeben.

Zur Steuerung des Daten-Recorders, zum Segmentieren des „Standard-Protokolls“ und zum Auslesen der Daten wird außerdem das Software-Paket VITAGRAPH benötigt (s.o.). Die weitere Signal-Verarbeitung wurde dann an einem PC (unter WINDOWS-95) durchgeführt werden. Dazu standen das Programm TREMOR und das Statistik-Paket SAS[®] zur Verfügung (Abbildung 2).

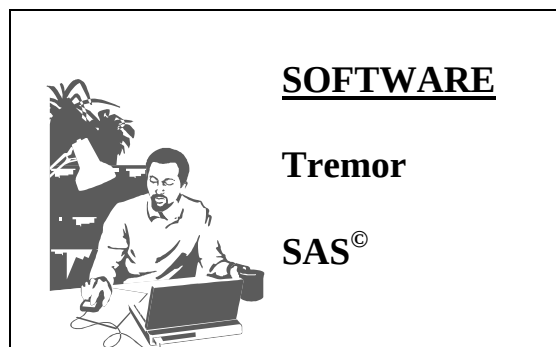


Abbildung 2: Komponenten der Datenverarbeitung

PC unter WINDOWS-95	
Softwarepaket Tremor zur Biosignalanalyse	
Autor:	Foerster
Bezug:	Forschungsgruppe Psychophysiologie
SAS®	
Version:	6.12
Bezug:	SAS Institute Inc., Cary, NC, USA

Versuchsablauf

Unterrichtung und Befragung der Patienten, Anlegen der Elektroden, Starten der Registrierung, „Labor-Teil“, „Standard-Protokoll“ und Abkabeln mit End-Befragung fanden in einem Arztzimmer statt, das von der Klinikleitung zur Verfügung gestellt wurde.

- Die Unterrichtung der Patienten über das Untersuchungs-Ziel, den Ablauf der Registrierung, die Handhabung der Geräte (insbesondere bei der Körperpflege und während der Nacht) und des Protokoll-Bogens und die Befragung mithilfe des Fragebogens „24-Stunden Monitoring des Tremors“ (s. Anhang 1) nahm etwa 30 Minuten in Anspruch.
- Die Platzierung der Elektroden, Accelero-Sensoren und des Daten-Rekorders ist in Abbildung 3 schematisch dargestellt. Für das EKG wurde die für die Bestimmung der Herzfrequenz optimierte Ableitung (positive Elektrode: linke Medioklavikularlinie auf der 6. Rippe unterhalb der Brustwarze; entspricht etwa der Herzspitze bzw. der V4 Brustwandableitung nach Wilson; negative Elektrode: Brustbein). Auf dem Sternum wurde bei Ausrüstung Nr.83 ein Gehäuse mit drei Accelero-Sensoren, bei Ausrüstung Nr.03 getrennt ein zweiachsiger und ein einachsiger Sensor geklebt. Der Sensor am rechten Oberschenkel befand sich ca. 3 cm oberhalb der Patella. Die Hand-Sensoren wurden auf die Mitte des Handrükens plaziert. Die Sensoren wurden mit medizinischem Klebband (Fixomull Stretch®, Beierstdorf) befestigt. Der Daten-Rekorder wird in einer Tasche mit einem Gürtel am Bauch befestigt. Das Anlegen der gesamten Ausrüstung dauerte etwa 30 Minuten.

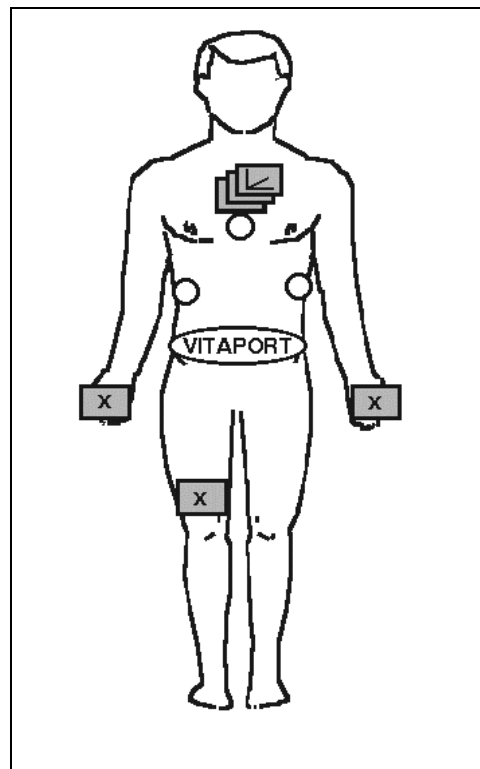


Abbildung 3: Platzierung der Elektroden und Sensoren

- Nachdem die Signale am Bildschirm des Rechners kontrolliert wurden, kann der Daten-Rekorder von diesem abgehängt und mit dem Labor-Teil der Registrierung begonnen werden. Dieser bestand aus 6 Phasen, die Abbildung 4 zu entnehmen sind. Beim Ruhetremor (er-

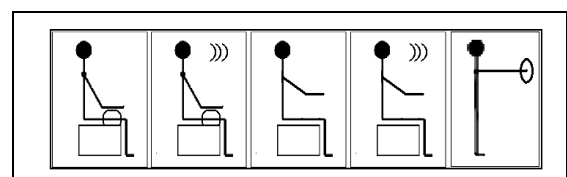


Abbildung 4: Labor-Phasen (schematisch)

ste zwei Bilder von links) sind beide Arme auf den Stuhl-Lehnen aufgelegt,

wobei die Hände frei nach unten hängen. Beim Haltetremor werden bei sonst gleicher Haltung die Fingerspitzen waagerecht ausgestreckt (3. und 4. Bild). Ruhe- und Halte-Tremor wurden ohne und mit Ablenkung durch Rückwärts-Zählen (lautes Zählen: „100, 99, 98, ...“) gemessen. Diese Abschnitte dauerten jede mindestens 2 Minuten. Das letzte Bild deutet die Messung des Zieltremors an. Dabei sollte der Patient mit einem Filzstift am ausgestreckten Arm einen ca. 5 cm großen Ring treffen (s. Abbildung 5), und zwar zunächst mit der rechten und dann mit der linken Hand.

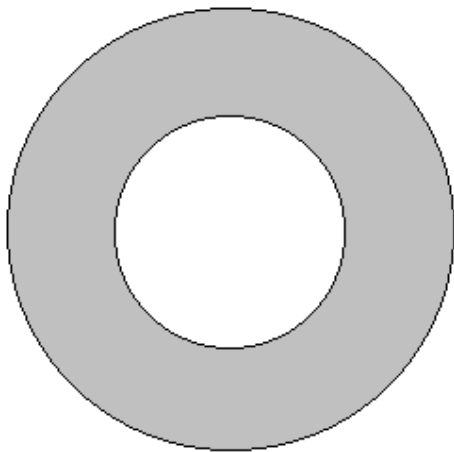


Abbildung 5: Zieltremor

- Als Vergleichs-Situationen für die Klassifikation der Körperlagen und der Bewegung wurde bei den Parkinson-Pati-

enten ein Standard-Protokoll mit je drei Positionen im Liegen und im Sitzen registriert, dazu Stehen und Gehen. Um die bei den Patienten häufigen Ruhe- und Liege-Phasen optimal abzubilden, wurden darüber hinaus für diese Körperlagen individuelle (für die Patienten bequemste, üblichste) Positionen aufgenommen. Die Strichmännchen in Abbildung 6 fassen den Ablauf des Standard-Protokolls zusammen. Die einzelnen Abschnitte dauerten etwa 30 bis 50 Sekunden.

- Aus Sicherheits-Gründen wurde der Monitoring-Teil der Registrierung auf einen gesonderten File gespeichert, d.h. nach Abschluß von Labor-Aufgaben und Standard-Protokoll wurde die Registrierung neu gestartet. Nach dem Auslesen wurde dann der Labor-Teil segmentiert, d.h. die Phasen der einzelnen Aufgaben und Positionen wurden mit Anfang und Ende markiert. Dies übernimmt ein Modul des Software-Pakets VITAGRAPH. Als hilfreich hat sich erwiesen, die Phasen bereits bei der Daten-Aufnahme mit dem Hand-Marker grob zu kennzeichnen (z.B. einfacher Marker-Impuls zu Beginn, doppelter Impuls am Ende einer Phase).

In der nachfolgenden Tabelle 7 ist der gesamte Ablauf der Untersuchung zusammengefasst.

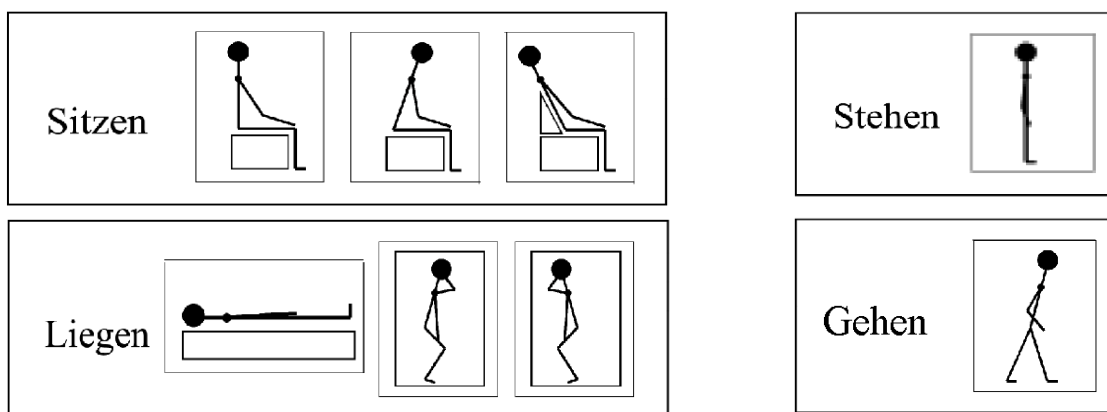


Abbildung 6: Standard-Protokoll mit Sitzen aufrecht, vorgebeugt und zurückgelehnt, Stehen, Liegen auf dem Rücken, der linken und der rechten Seite, Gehen. Vor dem Gehen wurden die individuelle Ruhe-Position und die individuelle Schlaf-Lage registriert.

Tabelle 7: Zusammenfassung des Untersuchungs-Ablaufs

Ablauf der Untersuchung		
	Dauer	Datenaufnahme
Kurze Anamnese	ca. 30 Minuten	Protokollblatt
Anlegen von Sensoren und EKG-Elektroden	ca. 12 Minuten	
Tremormessung unter standardisierten Bedingungen	insgesamt ca.10 Min.	Vitaport-Datenfile 1
Ruhe- und Haltetremor ohne und mit Ablenkung durch Zählen	4 × 2 Minuten	
Zieltremor rechts und links	2 × 0.5 Minuten	
Standardprotokoll zur Kalibrierung von Körperlage und Bewegungsmustern	ca. 8 Minuten	Vitaport-Datenfile 1
24-Stunden-Monitoring	Mittlere Rekordlänge T1: 22 Stunden T2: 17 Stunden	Vitaport-Datenfile 2
Abnahme des Systems	ca. 20 Minuten	Protokollblatt
Kurzes Interview		

Der Versuchsablauf bestand aus einem Labor- und einem Feld-Teil. Im Labor-Teil wurden Messungen des Ruhe- und Haltetremors unter standardisierten Bedingungen ohne und mit Ablenkung sowie Zieltremor durchgeführt und ein Standard-Protokoll registriert, das die Klassifizierung von Körperlagen und Bewegungen im Feld zwecks ansatzweiser Verhaltensbeobachtung erlaubt. Der Labor-Teil dauerte mit Vorgespräch und Anlegen der Geräte etwa 90 Minuten, das 24-Stunden-Monitoring mit Abkabelung im Durchschnitt knapp 23 Stunden.

Auswertung der Daten

Primärauswertung mit TREMOR

Die primäre Daten-Analyse wurde mit dem Programm TREMOR durchgeführt. Das Programm ist zunächst zur Darstellung und Analyse von Bewegungsdaten entstanden, wobei durch Trennung von langsamen und schnellen Veränderungen (DC-AC-Dekomposition) Variable für Körperlage (Posture) und Bewegung (Motion) gewonnen. In der Folge wurden die (eichbaren) piezoresistiven Bewegungsaufnehmer bei Parkinson-Patienten zur Tremor-Analyse angewandt, wodurch Frequenzanalysen notwendig wurden. Dabei sind (auch) schnelle Veränderungen der Tremor-Frequenzen und -Amplituden von Interesse, die mithilfe einer Variante der „Joint Time-Frequency Analysis (JTFA)“, der sogenannten „Short Time Fourier Transform (STFT)“, beschrieben werden können (Qian & Chen, 1996). Erweitert wurde das Programm durch den Einbau von Signaltransformationen, die u.a. die Analyse des EKG zuläßt (Herzfrequenz, Amplituden, Variabilität). TREMOR ist ein Stand-Alone-Programm für PC unter WINDOWS-95/98, das direkt auf die Daten des tragbaren Erfassungs-Systems VITA-PORT-2 zugreift und die Ergebnisse auf einen allgemein zugänglichen ASCII-File ablegt. Eine ausführliche Programm-Beschreibung findet sich in Fahrenberg, Foerster und Smeja (1998), eine Darstellung der Tremor-Analyse mit STFT liefert Smeja (1998).

Die in dieser Studie verwendeten Tremor-Auswerte-Module umfassen:

- Die unverarbeiten (Auswerte-Typ 4) Bewegungs-Signale (Kanal 2-7) zur Bildung von Gesamt-Mittelwerten. In den Tremor-Plots werden die Signale in Milli-g dargestellt (Option 3 = Faktor 10^{**3}).

```
St_v_g ,2,4,3,0.
0.,0.,0.
1
St_q_g ,3,4,3,0.
0.,0.,0.
1
St_h_g ,4,4,3,0.
0.,0.,0.
```

```
1
Ha_r_g ,5,4,3,0.
0.,0.,0.
1
Ha_l_g ,6,4,3,0.
0.,0.,0.
1
Ob_r_g ,7,4,3,0.
0.,0.,0.
1
```

- Die Dekomponierung (Auswerte-Typ 2) der Bewegungs-Signale (Kanal 2-7) in einen DC-Anteil (Level) und einen (gleichgerichteten) AC-Anteil (Bewegung). Die Grenzfrequenz beträgt 0.5 Hz.

```
St_v ,2,2,3,0.
0.50
000
St_q ,3,2,3,0.
0.50
000
St_h ,4,2,3,0.
0.50
000
Ha_r ,5,2,3,0.
0.50
000
Ha_l ,6,2,3,0.
0.50
000
Ob_r ,7,2,3,0.
0.50
000
```

- Die Frequenz-Analyse (Auswerte-Typ 3) der Bewegungs-Signale (Kanal 2-7) mit STFT zur Berechnung von Häufigkeit, Amplitude und Frequenz des Tremors. Der Tremor wird im Frequenz-Band 3-7 Hz erwartet, die Spektren haben 0.5 Hz Auflösung, zur Beschleunigung der Auswertung wird nur jeder zweite Datenpunkt analysiert (Option 2, die dazwischenliegenden Werte werden interpoliert), das Frequenzband muß mindestens 50% der Gesamtpower enthalten (500 Promill), die Frequenz wird durch das gewichtete Mittel („Erwartungswert“) geschätzt, die Amplituden werden in g ausgegeben und ein Hanning-Fenster wird verwendet (Wort 101), die Mindest-Amplitude wurde im

Vergleich zur früheren Studie auf 10 Milli-g heraufgesetzt, die Länge der Tremor-Spindeln muß größer als 1.0 Sekunden betragen und die Peak-Schärfe (Power-Anteil der Tremor-Frequenz an der Band-Power) muß mindestens 5% sein (50 Promill).

```
St_V ,2,3,3,0.0
3.0,7.0,0.5,2,500,101,10,1.0,50
0000
St_Q ,3,3,3,0.0
3.0,7.0,0.5,2,500,101,10,1.0,50
0000
St_H ,4,3,3,0.0
3.0,7.0,0.5,2,500,101,10,1.0,50
0000
Ha_r ,5,3,3,0.0
3.0,7.0,0.5,2,500,101,10,1.0,50
0000
Ha_l ,6,3,3,0.0
3.0,7.0,0.5,2,500,101,10,1.0,50
0000
Ob_r ,7,3,3,0.0
3.0,7.0,0.5,2,500,101,10,1.0,50
0000
```

- Die Schätzung von Schritt-Frequenz und Schritt-Amplitude aus zwei Sternum-Bewegungs-Signalen (vertikal und sagittal; alt: horizontal). Im Frequenzband 0.5-4 Hz wird die Schritt-Frequenz ohne jegliche Schwellen-Kriterien (alle Cut-Offs auf -1 bzw. 0 gesetzt) aufgesucht.

```
St_vF ,2,3,3,0.
0.5,4.0,0.5,2,-1,101,-1,0.0,-1
0000
St_hF ,4,3,3,0.
0.5,4.0,0.5,2,-1,101,-1,0.0,-1
0000
```

- Die Analyse des EKG unter Zuhilfenahme eines speziellen Filters („kanonischer Filter“, der die individuelle Form des QRS-Komplexes zu Vergleichszwecken benutzt) zur Bestimmung der Herzfrequenz und der quadratischen sukzessiven Schlag-zu-Schlag-Veränderung (Bildung des MQSD). Die Steuerung findet hier in den Transformations-Zeilen (unterer Teil) statt. Das Original-EKG wird kopiert in Kanal 11, mit 5-40 Hz bandpaß- und anschließend „kanonisch“ gefiltert (can1 sucht das individuelle Vergleichs-EKG auf mit

Länge 1000 ms, 500 μ V Mindest-Amplitude der R-Zacke, wobei die mindestens 10 RR-Abstände zur Mittelung mindestens 300 ms auseinanderliegen müssen; can2 führt den „kanonischen“ Filter mit Default-Einstellung aus). Negative Werte werden auf null gesetzt. Die Herzfrequenz (Kanal 12) wird aus diesem gefilterten EKG (Kanal 11) bestimmt, wobei die R-Zacken mindestens ein Drittel der mittleren R-Zacken-Amplitude erreichen müssen (Wert 300) und die Breite der R-Zacke nicht mehr als 20 ms betragen darf. In den Kanal 13 wird die absolute sukzessive Differenz der RR-Abstände gespeichert und anschließend quadriert (Bildung des MQSD).

```
EKG ,1,4,3,0.
0.,0.,0.
1
EGK_f ,11,4,3,0.
0.,0.,0.
1
HR_ff ,12,4,0,0.
450.,1800.,650.
1
MQSD ,13,4,0,0.
0.,0.,0.
1
#11,copy,1
#11,high, 5.0
#11,low, 40.0
#11,can1,1000,500,300,10
#11,can2,0
#11,wins,0,32767
#12,hfrq,11,300,20,2
#13,asd,11,300,20
#13,arit,3,2
```

- Die Mittelung der automatischen Herzfrequenz (Vary-Algorithmus):

```
HF ,8,1,0,0.
45.,180.
1
```

Die Labor- und Standard-Protokoll-Phasen wurden vollständig am Bildschirm kontrolliert. Beim Monitoring-Teil wurde der Beginn der Registrierung interaktiv beobachtet (mit Augenmerk auf die EKG-Auswertung). Wenn alle Signale zufriedenstellend waren, wurde auf automatische Analyse umgestellt (wait-plots-remove all). Die Auswertung des 24-stündigen Feld-

Teils dauert etwa eine Stunde. Das Programm erzeugt einen ASCII-File (Name des VITAPORT-Daten-Files mit Extension .ada), der mit den Einlese-Angaben von SAS versehen ist, also direkt in SAS eingelesen werden kann.

Missing-Data-Korrektur mit SEEADA

Der ADA-File des Feld-Teils (ASCII von TREMOR) wurde mit einem Zusatz-Programm SEEADA (s. Programmbeschreibung in Anhang 2) korrigiert. Dieses Programm stellt bis zu zehn Kennwerte des ADA-Files untereinander dar. An einem ausgewählten Verlauf können nun nach Augenschein Teile Missing-Data gesetzt werden. Insbesondere bei der Herzfrequenz ist dieses Verfahren sehr effizient, da hier zwei unterschiedlich berechnete jedoch theoretisch identische Variablen-Verläufe vorliegen. Die gesetzten Missing-Data wurden in Zweifelsfällen durch Drucken festgehalten.

Hierarchische Klassifikation von Körperlage und Bewegung mit SAS-Macros

Nach Einlesen der beiden ADA-Datensätze von Labor und Feld in SAS wurden diese zunächst mit dem Macro GRUND (s. Anhang 3) zusammengefügt, mit Labels versehen, in einen neuen SAS-Datenfile gespeichert und gedruckt. In einem gesonderten Output-File (Extension .grd) werden für Labor und Feld getrennt Basis-Statistiken (valide N, Mittelwert, Standard-Abweichung, Minimum, Maximum), sowie Labor-Einzel-Werte für die Körper-Positionen (DC-Werte), Bewegung (AC-Werte), Schritt-Analyse, Herzfrequenz und Tremor abgelegt. Insbesondere anhand der DC-Werte können Fehler wie vertauschte Sensoren, schlechte Kalibrierung, falsche Phasen-Abfolge u.ä. entdeckt werden. Als Anhalt für die Körperlagen gelten die theoretischen Werte in Tabelle 8. Dabei können sich bei Drehung der Sensoren um 180 Grad die Vorzeichen umkehren (immer alle Vorzeichen eines Sensors, d.h. innerhalb einer Spalte).

Tabelle 8: Theoretische DC-Sensorwerte (in g) bei ausgewählten Körperlagen

Lage	Sternum vertikal	Sternum lateral	Sternum sagittal	Oberschenkel sagittal
Kanal	3	4	5	6
Sitzen	+1	0	0	-1
Liegen, flach	0	0	-1	-1
Liegen, rechts	0	+1	0	0
Liegen, links	0	-1	0	0
Stehen	+1	0	0	0

Mit dem Macro POMO (s. Anhang 4) wurde dann die hierarchische Klassifikation der Körperlage und der Bewegung durchgeführt. Die Definitionen der Ähnlichkeit zu den Standard-Protokoll-Phasen und der Standardisierung der Variablen, sowie die Algorithmen der Klassifikation sind ausreichend beschrieben (Foerster et al., 1999; Foerster und Fahrenberg, 2000). Im Aufruf des Macros wurden die individuelle Schlaf- und Ruhestellungen (gemäß Patienten-Auskunft) den ihnen ähnlichsten Standard-Protokoll-Phasen zugeordnet. Außerdem

wurden die Monitoring-Segmente auf fünf Minuten verdichtet, um die Darstellung der 24-Stunden-Protokolle optimal zu gestalten (s. Programm KAMPF im folgenden Abschnitt). Das Macro erzeugt die hierarchischen Kategorien der Monitoring-Segmente, druckt die Klassifikations-Ergebnisse in einen File und speichert die Daten einmal in einen ASCII-File (für KAMPF3, s. nächsten Abschnitt) und einmal in einen SAS-Datenfile zur weiteren statistischen Analysen.

Grafische Darstellung (Programm KAMPF3)

Die wichtigsten Ergebnisse der Tremor-Analyse und der hierarchischen Klassifikation von Körper-Position und Bewegung wurden mit dem Programm KAMPF3 grafisch dargestellt und zur Rückmeldung an die Patienten (farbig) gedruckt (Aushändigung mit Erklärungsblatt, s. Anhang 6). Das Tages-Protokoll enthält die Labor-Phasen, das Standard-Protokoll und den Feld-Teil mit Uhrzeit. Außer den Klassen der Körperlage und Bewegung können bis

zu zehn analoge Signale dargestellt werden. Eine detaillierte Programm-Beschreibung mit dem aktuellen Parameter-File findet sich in Anhang 5.

Für die vorliegende Studie wurden außer dem Winkel von Sternum vertikal zur senkrechten Achse (zur Überprüfung der Körperlage) und der Herzfrequenz (zur Beurteilung der metabolischen Aktivität) natürlich für die beiden Hände jeweils Tremor-Häufigkeit und Tremor-Amplitude ausgewählt (s. Parameterfile in Anhang 5 und Abbildung 7).

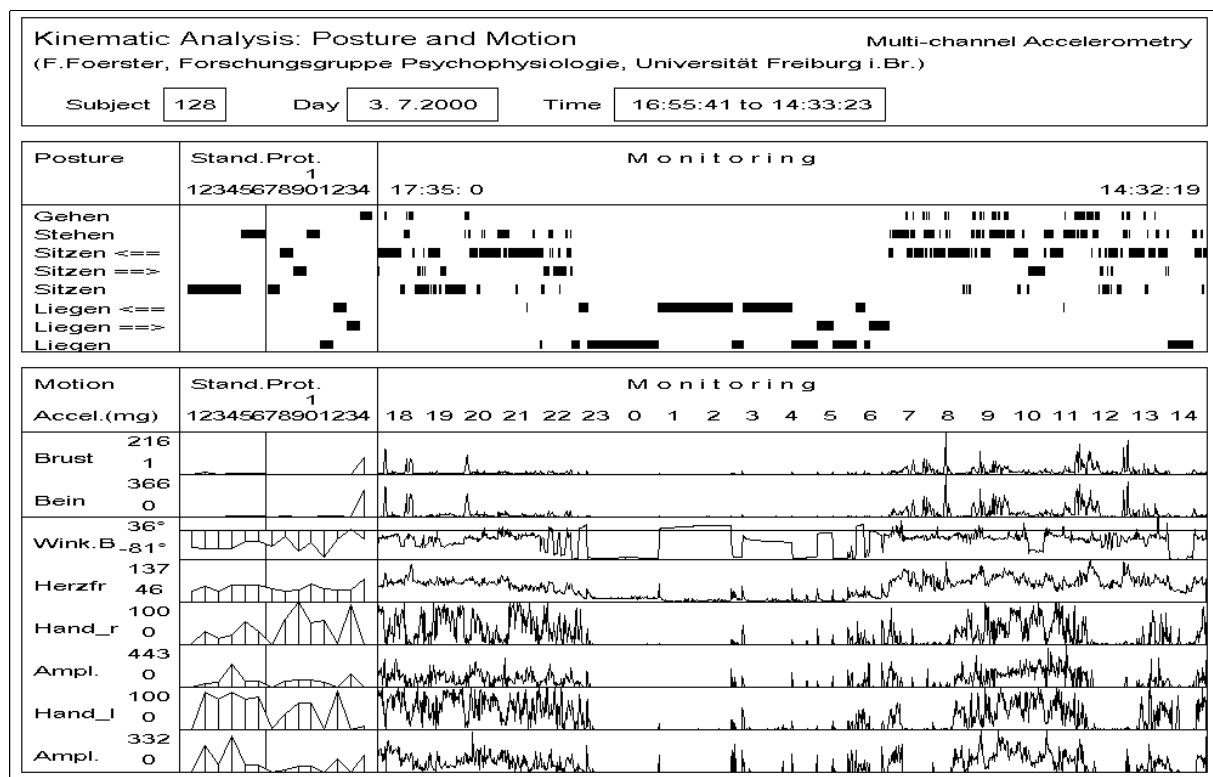


Abbildung 7: Tages-Protokoll von Programm KAMPF3 (vgl. Erläuterungsblatt in Anhang 6): Links die 4 Labor-Phasen und die 8 Phasen des Standard-Protokolls, rechts der Feld-Teil mit Uhrzeit (18 bis 14 Uhr). Oben Klassen von Körperlage und Bewegung, darunter zwei AC-Signale (in Milli-g) und sechs Zusatz-Signale: Der Winkel von Sternum vertikal zur senkrechten Achse, die Herzfrequenz (bpm) und für die beiden Hände jeweils Tremor-Häufigkeit (%) und Tremor-Amplitude (Milli-g). Bei der hier gezeigten Patientin 28, Termin 1 ist deutlich die Nachtabsenkung von Herzfrequenz und Tremoraktivität zu sehen.

Die Daten-Analyse umfasste vier Stufen, die Primärauswertung getrennt für Labor- und Feld-Teil, eine Missing-Data-Korrektur des Feld-Teils, die hierarchische Klassifikation von Körperlagen und Bewegungen und die grafische Darstellung in einem 24-Stunden-Protokoll.

Ergebnisse

Übersicht

Im Ergebnisteil werden die Daten der Studie in Tabellen, Abbildungen und Kasuistiken ausführlich dargestellt, um dem Leser eigene Interpretationen zu ermöglichen. Im einzelnen werden folgende Themenbereiche behandelt:

- Untersuchung der Labor-Phasen.
Zentrale Tabelle ist hier eine Einzeldarstellung der Patienten, die die Tremor-Werte der Labor-Phasen an Termin 1, d.h. die gemessenen Daten (Häufigkeit, Amplitude, Frequenz) mit den durch die Untersucherin Tanja Thielgen eingestufteten Tremor-Daten (aus Fragebogen „24-Stunden-Monitoring des Tremors“, s. Tabelle 4d und Anhang 1) zusammenbringt. Korrelative Zusammenhänge zwischen diesen gemessenen und gerateten Daten sowie zu den übrigen Anamnese-Daten sind in zwei weiteren Tabellen festgehalten. Unterschiede der Mittelwerte und Standardabweichungen der Labor-Phasen Ruhetremor und Halttremor ohne und mit Ablenkung wurden für die Tremor-Variablen der dominanten und nicht-dominanten Hand getestet.
- Untersuchung spezieller Segmente aus Labor und Feld.
Zu den Labor- und Standard-Protokoll-Phasen wurden fünf Feld-Segmente gebildet. Neben einer Tabelle mit Grundstatistiken innerhalb der Phasen und Segmente für die Tremor-variablen der dominanten und nicht-dominanten Hand (Mittelwerte, Standardabweichungen, Quartilgrenzen) wurden Varianzkomponenten der Faktoren "Patienten", „Phasen/Segment“, Wechselwirkung und Fehler geschätzt.
- Stabilität und Rehabilitations-Effekt.
Stabilität und Veränderungen während des Klinikaufenthalts sind konfundiert. In diesem Abschnitt werden zunächst Mittelwerts- und Standardabweichungs-Unterschiede sowie Korrelationskoeffizienten der beiden Termine zu Anfang und Ende des Klinikaufenthalts getestet. Einzel- und Gruppenplots sollen

die große Variabilität der Patienten bezüglich Verlauf und Veränderung von Tremor-Häufigkeit und Amplitude zeigen.

- Labor-Feld-Vorhersagen.
In T-Korrelations-Matrizen und multiplen Regressionen wird die Vorhersageleistung der Labor-Phasen für die Feldsegmente untersucht.
- Interkorrelationen der Tremor-Variablen.
Zur weiteren Beschreibung der Stichprobe werden Querschnitts-Korrelationen (R-Technik) innerhalb der einzelnen Phasen und Segmenten und Verlaufs-Korrelationen (P-Technik) mitgeteilt.
- Verlaufs-Kovariationen.
Es werden Kovariationen gesucht zwischen den Tremor-Variablen und möglichen Einflußgrößen der emotionalen und mentalen Belastung, der Hand- und Körperhaltung und der Herzfrequenz.
- Tremor-Episoden.
In diesem Abschnitt wird die Länge der Tremor-Episoden im Feld und die dazugehörige Amplitude untersucht. Es werden Histogramme und Einzelergebnisse mitgeteilt.
- Kasuistik.
Kasuistische Darstellungen sollen die Methodik und die Ergebnisse der Untersuchung veranschaulichen

Untersuchung der Labor-Phasen

Für die neurologische Diagnostik besonders wichtig sind die Labor-Phasen Ruhetremor und Halttremor. Psycho(physio)logen vermuten darüberhinaus vermehrten und stärkeren Tremor, wenn die Patienten abgelenkt werden (mentale Belastungen). Tabelle 9 beschreibt daher die vier Labor-Phasen beider Hände mit gemessenen und von der Untersucherin Tanja Thielgen aufgrund ihrer Beobachtungen während der Labor-Phasen eingestufteten Tremor-Werten. Mit diesen Daten wurde der Versuch gemacht, Patienten mit „bedeutsamem“ Tremor von solchen ohne oder mit unbedeutendem Tremor zu unterscheiden. Als Kriterien für „bedeutsamen Tremor“ wurden Grenzwerte für den ge-

messenen Tremor gesetzt: 0.07 g Amplitude bedeuten etwa ± 0.7 mm Wegamplitude am Handrücken, also einen Tremor-Weg von ca. eineinhalb mm (bei einer Frequenz von 5 Hz; zur Beschleunigungs-Weg-Transformation s. Programmbeschreibung Tremor in Fahrenberg et al., 1998). Solche Amplituden sind gut zu beobachten

und für den Patienten bereits durchaus belastend. „Bedeutsamer Tremor“ wurde dann bei Patienten angenommen, die in mindestens einer der vier Laborphasen die Tremorhäufigkeit mindestens 65% und die Amplitude mindestens 0.07 g (70 Milli-g) betragen.

Tabelle 9: Tremor-Werte der Laborphasen an Termin 1: gemessene Daten (Häufigkeit, Amplitude, Frequenz) und eingestufte Daten (s. Tabelle 4d und Fragebogen „24-Stunden-Monitoring des Tremors“ in Anhang 1). Die letzte Spalte enthält ein ♣, wenn Tremor angenommen werden kann (in mindestens einer Phase Häufigkeit > 65% und Amplitude > 0.07 g).

Nr	Aufgabe	Hand rechts				Hand links				Tr
		Häuf (%)	Ampl (g)	Freq (Hz)	Ratg (0-4)	Häuf (%)	Ampl (g)	Freq (Hz)	Ratg (0-4)	
1	Ruhe	0.0	0.000	.	.	15.1	0.004	4.26	2	♣
1	Ruhe mit Ablenkung	32.1	0.005	4.52	1	76.2	0.366	4.29	4	
1	Halte	0.0	0.000	.	.	33.6	0.011	4.85	2	
1	Halte mit Ablenkung	33.6	0.009	5.22	1	94.6	0.390	4.89	4	
2	Ruhe	0.0	0.000	.	0	2.2	0.000	4.96	1	
2	Ruhe mit Ablenkung	0.0	0.000	.	0	44.0	0.027	4.70	2	
2	Halte	0.9	0.000	6.24	0	40.9	0.029	5.15	2	
2	Halte mit Ablenkung	3.4	0.000	5.56	2	51.8	0.051	5.10	0	
3	Ruhe	38.0	0.032	4.93	4	82.5	0.149	5.67	4	♣
3	Ruhe mit Ablenkung	76.2	0.130	5.72	4	13.7	0.023	5.48	4	
3	Halte	39.4	0.009	5.85	3	86.9	0.103	5.78	2	
3	Halte mit Ablenkung	87.4	0.082	5.68	3	85.6	0.149	5.54	4	
4	Ruhe	0.0	0.000	.	0	0.0	0.000	.	2	♣
4	Ruhe mit Ablenkung	38.1	0.005	5.27	0	98.7	0.136	5.69	3	
4	Halte	69.7	0.010	5.52	0	100.0	0.088	5.58	2	
4	Halte mit Ablenkung	88.7	0.021	5.77	0	100.0	0.175	5.73	3	
5	Ruhe	65.9	0.168	4.27	3	56.0	0.012	4.61	0	♣
5	Ruhe mit Ablenkung	77.6	0.160	4.92	4	91.2	0.112	5.09	2	
5	Halte	90.2	0.396	4.67	3	96.7	0.055	4.75	1	
5	Halte mit Ablenkung	93.4	0.678	4.63	4	97.8	0.243	4.99	3	
6	Ruhe	3.3	0.002	4.87	1	0.0	0.000	.	0	
6	Ruhe mit Ablenkung	10.3	0.003	5.80	2	2.0	0.001	4.54	.	
6	Halte	0.0	0.000	.	0	0.0	0.000	.	0	
6	Halte mit Ablenkung	6.7	0.001	5.93	1	0.0	0.000	.	0	
7	Ruhe	2.4	0.000	5.17	0	0.0	0.000	.	1	♣
7	Ruhe mit Ablenkung	24.4	0.005	5.79	1	55.2	0.015	5.66	2	
7	Halte	100.0	0.135	4.94	3	23.0	0.004	5.66	1	
7	Halte mit Ablenkung	100.0	0.272	4.99	4	92.3	0.062	5.36	2	
8	Ruhe	99.6	0.083	5.16	1	0.0	0.000	.	0	♣
8	Ruhe mit Ablenkung	85.7	0.087	5.25	0	17.4	0.002	5.68	1	
8	Halte	93.1	0.219	5.78	2	52.9	0.009	5.99	0	
8	Halte mit Ablenkung	94.9	0.345	5.94	3	81.7	0.021	6.02	0	
9	Ruhe	0.0	0.000	.	0	0.0	0.000	.	0	
9	Ruhe mit Ablenkung	0.0	0.000	.	0	92.2	0.022	4.62	1	
9	Halte	2.6	0.001	5.70	0	6.0	0.001	5.03	0	
9	Halte mit Ablenkung	1.4	0.000	5.25	0	44.5	0.008	4.84	1	

Tabelle 9: (Fortsetzung)

Nr	Aufgabe	Hand rechts				Hand links				Tr
		Häuf (%)	Ampl (g)	Freq (Hz)	Ratg (0-4)	Häuf (%)	Ampl (g)	Freq (Hz)	Ratg (0-4)	
10	Ruhe	70.2	0.045	5.11	2	98.1	0.157	4.74	2	♣
10	Ruhe mit Ablenkung	74.7	0.107	5.29	3	100.0	0.372	4.94	3	
10	Halte	57.7	0.022	6.07	1	23.1	0.004	6.25	1	
10	Halte mit Ablenkung	73.0	0.203	5.88	4	71.8	0.058	5.48	4	
11	Ruhe	2.2	0.000	6.29	0	1.8	0.000	6.47	0	
11	Ruhe mit Ablenkung	0.0	0.000	.	0	0.0	0.000	.	0	
11	Halte	64.3	0.027	5.68	1	2.2	0.000	5.67	0	
11	Halte mit Ablenkung	4.9	0.001	6.26	0	0.0	0.000	.	0	
12	Ruhe	0.0	0.000	.	0	0.0	0.000	.	0	
12	Ruhe mit Ablenkung	0.0	0.000	.	0	0.0	0.000	.	1	
12	Halte	0.0	0.000	.	0	0.0	0.000	.	0	
12	Halte mit Ablenkung	0.0	0.000	.	0	3.7	0.001	5.17	1	
13	Ruhe	0.0	0.000	.	0	0.0	0.000	.	0	♣
13	Ruhe mit Ablenkung	67.7	0.477	5.42	4	68.2	0.033	5.46	0	
13	Halte	0.0	0.000	.	0	3.7	0.001	6.06	0	
13	Halte mit Ablenkung	11.1	0.002	6.19	0	68.0	0.011	6.06	0	
14	Ruhe	55.5	0.028	3.96	3	67.8	0.042	3.83	3	♣
14	Ruhe mit Ablenkung	22.7	0.018	4.24	3	87.4	0.095	3.61	3	
14	Halte	97.2	0.053	4.04	3	99.8	0.073	4.01	3	
14	Halte mit Ablenkung	42.1	0.016	4.18	3	92.8	0.138	4.02	3	
15	Ruhe	4.0	0.001	4.73	1	0.0	0.000	.	0	♣
15	Ruhe mit Ablenkung	80.5	0.044	5.55	2	0.9	0.000	6.38	0	
15	Halte	54.6	0.012	5.76	1	0.0	0.000	.	0	
15	Halte mit Ablenkung	97.6	0.078	5.69	2	0.0	0.000	.	0	
16	Ruhe	0.0	0.000	.	0	81.5	0.016	5.57	1	
16	Ruhe mit Ablenkung	2.5	0.000	5.84	1	94.9	0.033	5.35	1	
16	Halte	0.0	0.000	.	0	78.9	0.014	5.51	1	
16	Halte mit Ablenkung	1.1	0.000	5.99	0	97.3	0.025	5.26	1	
17	Ruhe	0.0	0.000	.	0	0.9	0.000	6.05	0	
17	Ruhe mit Ablenkung	0.0	0.000	.	1	0.8	0.000	6.08	1	
17	Halte	66.7	0.013	5.80	1	86.3	0.029	5.03	1	
17	Halte mit Ablenkung	84.3	0.023	5.52	1	98.2	0.056	4.54	2	
18	Ruhe	81.2	0.050	4.59	3	29.5	0.006	4.64	2	♣
18	Ruhe mit Ablenkung	44.6	0.050	4.65	4	56.4	0.028	4.94	3	
18	Halte	94.2	0.443	4.76	4	90.1	0.069	4.77	2	
18	Halte mit Ablenkung	92.2	0.481	5.08	4	95.2	0.096	5.14	2	
19	Ruhe	97.6	0.144	5.55	3	53.8	0.020	5.19	2	♣
19	Ruhe mit Ablenkung	99.8	0.264	5.64	3	67.3	0.042	5.46	2	
19	Halte	97.2	0.118	5.77	3	16.4	0.012	5.53	3	
19	Halte mit Ablenkung	89.6	0.157	5.78	3	42.5	0.033	5.41	2	
21	Ruhe	25.5	0.012	5.06	2	72.9	0.223	4.76	3	♣
21	Ruhe mit Ablenkung	57.5	0.140	5.34	3	73.0	0.539	4.81	4	
21	Halte	76.9	0.019	5.13	1	98.1	0.426	5.00	3	
21	Halte mit Ablenkung	85.3	0.050	5.07	0	98.2	0.714	5.13	4	
22	Ruhe	97.6	0.036	4.75	1	100.0	0.606	4.68	3	♣
22	Ruhe mit Ablenkung	43.1	0.024	4.62	2	87.3	0.210	4.87	3	
22	Halte	98.7	0.124	4.94	1	100.0	0.905	4.78	4	
22	Halte mit Ablenkung	100.0	0.243	5.04	2	100.0	0.822	4.85	4	

Tabelle 9: (Fortsetzung)

Nr	Aufgabe	Hand rechts				Hand links				Tr
		Häuf (%)	Ampl (g)	Freq (Hz)	Ratg (0-4)	Häuf (%)	Ampl (g)	Freq (Hz)	Ratg (0-4)	
23	Ruhe	95.2	0.057	5.39	1	79.9	0.017	6.40	0	♣
23	Ruhe mit Ablenkung	98.4	0.196	5.27	2	45.8	0.042	5.71	1	
23	Halte	94.6	0.104	5.74	1	58.1	0.020	6.32	1	
23	Halte mit Ablenkung	93.1	0.183	5.53	3	85.4	0.053	5.83	1	
24	Ruhe	47.8	0.048	4.25	2	0.0	0.000	.	0	♣
24	Ruhe mit Ablenkung	55.6	0.028	4.62	1	13.2	0.002	5.05	1	
24	Halte	76.4	0.026	5.61	1	20.5	0.003	5.97	0	
24	Halte mit Ablenkung	95.2	0.479	4.87	3	64.9	0.019	5.09	0	
25	Ruhe	44.4	0.013	5.01	1	0.0	0.000	.	0	
25	Ruhe mit Ablenkung	52.9	0.013	4.86	2	0.0	0.000	.	0	
25	Halte	76.1	0.015	5.96	1	0.0	0.000	.	0	
25	Halte mit Ablenkung	96.7	0.032	5.07	2	65.8	0.011	5.20	1	
26	Ruhe	0.0	0.000	.	0	14.4	0.005	5.22	0	♣
26	Ruhe mit Ablenkung	0.0	0.000	.	0	97.7	0.090	5.19	2	
26	Halte	0.0	0.000	.	0	0.0	0.000	.	0	
26	Halte mit Ablenkung	0.0	0.000	.	0	60.2	0.014	5.28	1	
27	Ruhe	57.8	0.147	5.65	3	0.0	0.000	.	0	♣
27	Ruhe mit Ablenkung	35.1	0.082	5.88	3	0.9	0.000	4.94	0	
27	Halte	96.8	0.536	6.05	4	46.7	0.010	6.05	0	
27	Halte mit Ablenkung	100.0	0.420	5.97	3	80.3	0.019	5.92	0	
28	Ruhe	4.4	0.000	5.92	0	1.2	0.000	5.20	1	♣
28	Ruhe mit Ablenkung	32.5	0.012	4.76	2	88.4	0.184	4.46	2	
28	Halte	15.1	0.008	5.51	2	72.3	0.041	5.32	1	
28	Halte mit Ablenkung	23.5	0.057	5.54	2	87.6	0.253	5.25	2	
29	Ruhe	0.0	0.000	.	1	0.0	0.000	.	0	
29	Ruhe mit Ablenkung	97.6	0.048	5.61	1	0.0	0.000	.	0	
29	Halte	8.9	0.001	6.25	1	0.0	0.000	.	0	
29	Halte mit Ablenkung	84.5	0.014	5.89	1	4.3	0.000	6.72	1	
30	Ruhe	0.0	0.000	.	0	0.0	0.000	.	0	
30	Ruhe mit Ablenkung	0.0	0.000	.	0	0.0	0.000	.	0	
30	Halte	0.0	0.000	.	0	0.0	0.000	.	0	
30	Halte mit Ablenkung	0.0	0.000	.	1	0.0	0.000	.	0	
31	Ruhe	100.0	0.028	5.61	1	0.0	0.000	.	1	♣
31	Ruhe mit Ablenkung	100.0	0.041	5.85	2	5.7	0.001	5.64	1	
31	Halte	100.0	0.030	5.53	2	9.7	0.001	5.96	1	
31	Halte mit Ablenkung	97.9	0.071	5.80	2	84.4	0.019	4.89	1	

Alle für diese Untersuchung ausgewählten Patienten wurden als durch Tremor behinderte Patienten diagnostiziert. Daher sollten in die statistischen Analysen alle Patienten eingehen. Allerdings hat bei der Untersuchung des Rehabilitations-Effekts mangelnder Tremor erhebliche Auswirkungen – ein nicht vorhandener Tremor läßt sich schließlich nicht verbessern. In dem Abschnitt, in dem der Reha-Effekt untersucht wird, wurden daher sowohl die Gesamtstichprobe aller Patienten mit Wiederholungstermin als auch die Unterstichprobe

der Patienten mit Tremor bei Termin 1 verwendet.

Nach den angesetzten Kriterien der gemessenen Tremor-Stärken haben 10 der 30 Patienten keinen oder nur schwachen Tremor. Dieser Befund wird durch die Ratings bestätigt, sie korrelieren mit den Häufigkeiten .61 bzw. .63 (rechts, links) und mit den Amplituden jeweils .66 (Totalkorrelationen über Patienten und Phasen). In der nächsten Tabelle 10 wird diese Einteilung nach Tremor ja/nein im Hinblick auf die berichteten Behinderungen durch den

Tremor (s. Tabelle 4c und Fragebogen „24-Stunden-Monitoring des Tremors“ in Anhang 1) getestet. Die Tabelle 10 zeigt, daß alle Behinderungen für die Tremor-ja-Gruppe stärker auftreten (außer sensorische Beschwerden), signifikant jedoch nur bei den Tremor-spezifischen Behinderungen beim Schreiben und Essen. Weitere signifikanten Erhöhungen der Tremor-ja-Gruppe zeigen sich nur noch bei der Erkrankungs-Dauer und beim Auftreten von Tremor im Schlaf, nicht signifikant sind Krankheits-Schwere (Hoehn & Yahr, UPDRS) und der Zusammenhang mit der Typ-Einschätzung (Äquivalenz/Tremordominant). Der Befund, daß 10 der 30 Patienten nur geringen Tremor zeigen, hat Auswirkungen auf die Beurteilung der Stabilität bzw. des Rehabilitations-Effekts: Während die Stabilität durch diese Patienten erhöht wird, dürfte sich der Effekt des Klinikaufenthaltes auf den Tremor vermindern (zum Rehabilitationseffekt vgl. später in Tabelle 17).

Der Zusammenhang zwischen gemessenen Tremor-Variablen und den eingestuftem Tremor-Werten (Selbsteinstufungen und Ratings der Untersucherin) ist in Tabelle 11 dargestellt. Während sich die Selbsteinstufungen der Patienten auf den erlebten Tremor im Alltag beziehen und nur mäßig mit den gemessenen Werten zusammenhängen (vorzugsweise Häufigkeit; etwas höhere Korrelationen zu den Tagesmittelwerten), unterliegen den Ratings der Untersucherin Beobachtungen während der einzelnen Laborphasen und korrelieren daher erwartungsgemäß deutlich höher mit den zugehörigen gemessenen Tremor-Werten (.52 bis .84). Auffallend sind die sehr hohen Korrelationen bei den Zieltremor-Phasen, die offenbar am besten zu beobachten sind. Insgesamt sind die Amplituden etwas höher korreliert als die Häufigkeiten, d.h. große Amplituden sind leichter zu erkennen und fließen daher stärker in die Einstufungen der Untersucherin ein.

Tabelle 10: Varianzanalysen der Tremor-Einstufungen (Kriterium; eingestuft nach Tabelle 9) und den Items der subjektiven Behinderung (Prädiktoren; s. Fragebogen „24-Stunden-Monitoring des Tremors“). Alle Items haben Stufen 0 bis 4.

Behinderungen	ohne Tremor		mit Tremor		Freih.Gr.		F	p
	N	MW	N	MW	Z	N		
Fragen zur Erkrankung allgemein								
Sprache	10	0.900	20	1.150	1	28	0.5	0.467
Speichelfluß	9	0.889	20	0.900	1	27	0.0	0.979
Schlucken	10	0.600	20	0.750	1	28	0.2	0.680
Handschrift	10	2.100	20	2.300	1	28	0.3	0.590
Umgang mit Eßbesteck	10	1.400	20	1.650	1	28	0.6	0.439
An- und Auskleiden	10	1.400	20	1.550	1	28	0.2	0.675
Körperpflege	10	0.900	20	1.200	1	28	0.9	0.344
Umdrehen im Bett	10	0.800	20	1.400	1	28	2.8	0.108
Stürze	10	0.300	20	0.500	1	28	0.4	0.537
plötzliches Erstarren	10	0.500	20	0.700	1	28	0.2	0.626
Gehen	10	1.400	20	1.250	1	28	0.3	0.561
Tremor	10	1.300	20	2.600	1	28	21.2	0.001
sensorische Beschwerden	10	1.100	20	0.750	1	28	1.2	0.278
Fragen bei Tremor								
Handschrift	10	1.200	20	2.650	1	28	8.5	0.007
Umgang mit Eßbesteck	10	0.800	18	2.056	1	26	9.2	0.005
soziale Beeinträchtigung	10	1.600	20	1.700	1	28	0.1	0.793
Tremor gesamt	10	1.200	19	2.158	1	27	6.2	0.019
Sonstige signifikante Ergebnisse im Fragebogen								
Erkrankungs-Dauer	10	3.60	20	7.25	1	28	7.6	0.010
Tremor im Schlaf	10	0.10	19	0.53	1	27	5.7	0.024

Tabelle 11: Korrelationen von zusammengehörenden Anamnesedaten (Selbsteinstufung des Tremors und Ratings der Untersucherin; vgl. Tabelle 4) mit drei Tremorvariablen zum Termin 1 (Häufigkeit, Amplitude, Frequenz, jeweils für die korrespondierende Hand) in sechs Laborphasen (Ruhe- und Haltetremor mit und ohne Ablenkung, Zieltremor rechts und links). Bei subjektiven Daten zusätzlich gemessene Tagesmittelwerte.

Variable (Anamnese)	Phase (Labor)	Häufigkeit		Amplitude		Frequenz	
		r	p	r	p	r	p
Tremor Hand rechts (subjektiv)	Ruhetremor	.33	.078	.26	.161	.00	.988
	Ruhetremor mit Ablenk.	.31	.092	.16	.407	-.04	.863
	Haltetremor	.25	.190	.23	.220	-.10	.658
	Haltetremor mit Ablenk.	.26	.170	.29	.119	.07	.736
	Zieltremor, rechts	.25	.181	.22	.252	.03	.907
	Zieltremor, links	.38	.039	.26	.159	.04	.877
	Tagesmittelwert	.38	.038	.30	.106	.07	.726
Tremor Hand links (subjektiv)	Ruhetremor	.16	.385	.17	.380	-.68	.004
	Ruhetremor mit Ablenk.	.34	.068	.26	.174	-.28	.182
	Haltetremor	.40	.029	.17	.363	-.39	.066
	Haltetremor mit Ablenk.	.54	.002	.26	.159	-.62	.001
	Zieltremor, rechts	.34	.069	.15	.424	-.50	.037
	Zieltremor, links	.21	.274	.14	.447	-.43	.144
	Tagesmittelwert	.43	.017	.28	.128	-.12	.517
Tremor Hand rechts (Rating)	Ruhetremor	.61	.001	.69	.001	-.47	.042
	Ruhetremor mit Ablenk.	.52	.003	.61	.001	-.04	.839
	Haltetremor	.69	.001	.74	.001	-.42	.045
	Haltetremor mit Ablenk.	.63	.001	.74	.001	-.38	.049
	Zieltremor, rechts	.77	.001	.84	.001	.10	.704
	Zieltremor, links	.25	.248	.16	.447	.15	.575
Tremor Hand links (Rating)	Ruhetremor	.66	.001	.58	.001	-.51	.042
	Ruhetremor mit Ablenk.	.59	.001	.69	.001	-.47	.022
	Haltetremor	.69	.001	.66	.001	-.58	.004
	Haltetremor mit Ablenk.	.59	.001	.70	.001	-.34	.085
	Zieltremor, rechts	.49	.015	.54	.007	.07	.806
	Zieltremor, links	.73	.001	.86	.001	.18	.624

Anmerkung: Korrelationen mit $p < .001$ sind grau unterlegt.

Weitere Zusammenhänge zwischen gemessenen Tremorvariablen Häufigkeit, Amplitude und Frequenz der tremordominanten und nicht-dominanten Hand sowie der Herzfrequenz in den Laborphasen Ruhetremor und Haltetremor ohne und mit Ablenkung und den Anamnesedaten von Tabelle 4 (s.a. Fragebogen in Anhang 1) sind in Tabelle 12 zusammengetragen. Es werden nur signifikante Ergebnisse ($p < .10$) mitgeteilt, bei denen mindestens 20 Datenpaare vorlagen. Die bereits in Tabelle 11 dargestellten Anamnese-Variablen sind weggelassen. Ebenso die Kategorialvariablen „Berufstätig“ und „Lebensverhältnis“. Neben einigen hier weniger interessierenden oder inkonsistenten Befunden (abnehmende Herzfrequenz bei zunehmendem Alter, Korrelationen mit der Tremorfrequenz aufgrund der negativen Bezie-

hung von Frequenz und Amplitude, die meisten Korrelationen zu Behinderungen) sind folgende Korrelationen erwähnenswert:

- Konsistent mittlere bis hohe Korrelationen zur Erkrankungsdauer, d.h. Neuerkrankte haben eher weniger Tremor. Dies könnte auf eine verbesserte oder geänderte Diagnostik zurückzuführen sein.
- Änderungen der Medikation (beide Termine) korrelieren negativ mit Tremorvariablen, was auf Änderungen hin zu tremorlytischen Medikamenten hindeutet.
- Patienten, die auch im Schlaf Tremor haben, zeigen in den Laborphasen häufiger Tremor mit höheren Amplituden.

- Patienten, die über Behinderung beim Gehen klagen, haben eher weniger Tremor (Typ-spezifisch).
- Patienten mit ausgeprägtem Tremor fühlen sich vermehrt durch diesen behindert. Dieser Befund relativiert die nur mittleren Korrelationen der Tremor-Selbsteinschätzung mit den gemessenen Werten: offenbar lässt sich die Behinderung durch den Tremor leichter einschätzen als der Tremor selbst.
- Positive Korrelationen der Tremorvariablen mit der UPDRS „Komplikationen“. Diese Korrelation resultiert aus Patient 10, der in dieser Skala den Wert 21 aufweist (Mittelwert=1.76, s. Tabellen 4) und vergleichsweise hohe Tremorwerte hat (Amplituden bis 372 Milli-g, Häufigkeiten nahe 100%; s. Tabelle 9).

Tabelle 12: Korrelationen von Anamnesedaten (ohne Tremor-Ratings und Kategorialvariable; vgl. Tabelle 4) mit drei Tremorvariablen zum Termin 1 (Häufigkeit, Amplitude, Frequenz, jeweils für dominante und nicht-dominante Hand) und Herzfrequenz in vier Labor-Phasen (Ruhe- und Haltetremor mit und ohne Ablenkung). Nur signifikante Korrelationen ($p < .10$, zweiseitig) mit $N \geq 20$ Patienten (maximal 10 fehlende Daten).

Variable (Anamnese)	Variable (physiologisch)	Situation (Labor)	Hand dom/ndom	Korr. r	p
Alter	Häufigkeit Frequenz Herzfrequenz	Haltetremor mit Ablenk.	ndom	.38	.040
		Haltetremor mit Ablenk.	dom	-.31	.098
		Ruhetremor		-.47	.009
		Ruhetremor mit Ablenk.		-.50	.005
		Haltetremor		-.46	.010
		Haltetremor mit Ablenk.		-.60	.001
Erkrankungs- dauer	Amplitude	Ruhetremor	dom	.60	.001
			ndom	.33	.080
		Ruhetremor mit Ablenk.	dom	.46	.011
			ndom	.40	.027
		Haltetremor	dom	.57	.001
	Häufigkeit		ndom	.47	.008
		Haltetremor mit Ablenk.	dom	.55	.002
			ndom	.69	.001
		Ruhetremor	ndom	.46	.011
		Ruhetremor mit Ablenk.	ndom	.63	.001
Medikation geändert (ja=1, nein=0)	Amplitude Häufigkeit	Ruhetremor	dom	-.42	.048
		Ruhetremor	dom	-.39	.065
Händigkeit (1=r, 0=l)	Amplitude Frequenz	Haltetremor	ndom	-.40	.030
		Haltetremor	dom	.53	.007
		Haltetremor mit Ablenk.	dom	.52	.004
Tremor-Epis. (ja=1, nein=0)	Frequenz	Haltetremor	ndom	-.40	.080
Tremor bei Stress (ja=1, nein=0)	Frequenz	Haltetremor mit Ablenk.	ndom	-.49	.017

Tabelle 12: (Fortsetzung)

Variable (Anamnese)	Variable (physiologisch)	Situation (Labor)	Hand dom/ndom	Korr. r	p
Tremor beim Schlaf (ja=1, nein=0)	Amplitude	Ruhetremor	dom	.34	.073
			ndom	.38	.044
		Ruhetremor mit Ablenk.	dom	.38	.041
	Häufigkeit		ndom	.44	.016
		Haltetremor mit Ablenk.	ndom	.36	.055
		Ruhetremor	ndom	.38	.041
		Ruhetremor mit Ablenk.	ndom	.46	.013
		Haltetremor	ndom	.35	.066
		Haltetremor mit Ablenk.	ndom	.32	.093
	Frequenz Herzfrequenz	Haltetremor mit Ablenk.	ndom	-.36	.095
		Haltetremor		.34	.075
Behinderung bei Sprache	Häufigkeit	Ruhetremor mit Ablenk.	ndom	.37	.042
	Frequenz	Haltetremor	dom	-.43	.033
Behinderung durch Speichelfluss	Amplitude Frequenz	Haltetremor mit Ablenk.	dom	.32	.086
		Ruhetremor mit Ablenk.	ndom	-.50	.022
		Haltetremor	dom	-.45	.026
		Haltetremor mit Ablenk.	dom	-.43	.022
Behinderung beim Schlucken	Amplitude	Haltetremor	dom	.31	.097
	Herzfrequenz	Haltetremor mit Ablenk.	dom	.33	.079
		Ruhetremor mit Ablenk.		-.40	.030
Behinderung bei Körperpfl.	Frequenz	Haltetremor	dom	-.48	.015
Behinderung bei Handschr.	Häufigkeit	Ruhetremor	ndom	-.31	.091
Behinderung Umdrehen im Bett	Häufigkeit Frequenz	Ruhetremor mit Ablenk.	ndom	.36	.051
		Ruhetremor mit Ablenk.	ndom	-.46	.038
		Haltetremor	dom	-.47	.018
Behinderung durch Stürze	Frequenz	Haltetremor mit Ablenk.	dom	-.35	.063
Behinderung durch plötzl. Erstarren	Amplitude	Ruhetremor mit Ablenk.	dom	.32	.083
	Häufigkeit	Haltetremor mit Ablenk.	dom	-.37	.044
	Herzfrequenz	Ruhetremor		.40	.027
		Ruhetremor mit Ablenk.		.35	.056
Behinderung beim Gehen	Amplitude	Haltetremor	dom	-.33	.078
	Häufigkeit	Haltetremor mit Ablenk.	dom	-.35	.059
		Ruhetremor	dom	-.38	.037
		Haltetremor	dom	-.47	.010
			ndom	-.32	.084
		Haltetremor mit Ablenk.	dom	-.45	.012
Behinderung Sens. Bereich	Häufigkeit	Ruhetremor mit Ablenk.	ndom	-.37	.045
	Frequenz	Ruhetremor mit Ablenk.	ndom	-.50	.022
Behinderung beim Essen (Besteck)	Amplitude	Ruhetremor mit Ablenk.	ndom	-.35	.056
	Häufigkeit Frequenz	Haltetremor mit Ablenk.	dom	.37	.051
		Ruhetremor mit Ablenk.	dom	-.32	.088
		Ruhetremor	dom	-.54	.010
		Ruhetremor mit Ablenk.	dom	-.36	.078
		Haltetremor	ndom	-.41	.063
		Haltetremor mit Ablenk.	dom	-.33	.097
			ndom	-.43	.043

Tabelle 12: (Fortsetzung)

Variable (Anamnese)	Variable (physiologisch)	Situation (Labor)	Hand dom/ndom	Korr. r	p
Behinderung durch Tremor (gesamt)	Amplitude	Ruhetremor	dom	.33	.075
		Ruhetremor mit Ablenk.	dom	.45	.012
		Haltetremor	dom	.35	.059
			ndom	.33	.079
	Häufigkeit	Haltetremor mit Ablenk.	dom	.41	.025
		Ruhetremor	dom	.33	.075
		Ruhetremor mit Ablenk.	ndom	.43	.018
		Haltetremor	ndom	.34	.070
	Frequenz	Haltetremor mit Ablenk.	ndom	.44	.015
		Ruhetremor	dom	-.50	.014
		Haltetremor	dom	-.35	.089
		Haltetremor mit Ablenk.	ndom	-.41	.050
UPDRS gesamt	Häufigkeit	Ruhetremor mit Ablenk.	ndom	.37	.044
	Frequenz	Ruhetremor	dom	-.41	.049
		Haltetremor	dom	-.47	.018
UPDRS Verhalten	Frequenz	Ruhetremor	dom	-.52	.012
		Haltetremor	dom	-.54	.006
		Haltetremor mit Ablenk.	dom	-.36	.056
UPDRS Alltag	Frequenz	Haltetremor	dom	-.53	.008
			ndom	-.42	.064
		Haltetremor mit Ablenk.	dom	-.36	.058
UPDRS Motorik	Frequenz	Ruhetremor	dom	-.42	.048
		Haltetremor	dom	-.51	.011
			ndom	-.43	.059
		Haltetremor mit Ablenk.	dom	-.33	.084
UPDRS Komplikation	Amplitude	Ruhetremor	ndom	.81	.001
		Ruhetremor mit Ablenk.	ndom	.79	.001
	Häufigkeit	Ruhetremor	ndom	.46	.013
		Ruhetremor mit Ablenk.	ndom	.62	.001
	Frequenz	Haltetremor mit Ablenk.	dom	.36	.062
		Herzfrequenz	Haltetremor		.33
Medikation geändert T1 => T2 (ja=1, nein=0)	Amplitude	Ruhetremor	dom	-.38	.084
		Haltetremor	dom	-.45	.038
		Haltetremor mit Ablenk.	dom	-.47	.028
			ndom	-.39	.071
	Häufigkeit	Ruhetremor	dom	-.70	.001
		Ruhetremor mit Ablenk.	ndom	-.37	.093
		Haltetremor	dom	-.59	.004
		Haltetremor mit Ablenk.	dom	-.64	.001
Leistungsggr.	Amplitude	Haltetremor mit Ablenk.	ndom	.40	.079

Ein wesentlicher Befund der Vorgängerstudie von Smeja (1998; s.a. Foerster und Smeja, 1999) waren die durch Ablenkung ausgelöste signifikante Anstiege der Tremorhäufigkeit und Tremoramplitude. Auch waren Häufigkeit und Amplitude beim Haltetremor größer als beim Ruhetremor. Diese Effekte waren bezogen auf rechte und linke Hand. Bei Bezug auf die tremor-

dominante und nicht-dominante Hand ist eine höhere Effektstärke zu erwarten. Tabelle 13 zeigt den paarweisen Vergleich der vier Laborphasen für die drei Tremorvariablen jeweils der dominanten und nicht-dominanten Hand sowie der Herzfrequenz. Da bei den Mittelwerten Anstiege der Häufigkeit und Amplitude von Ruhetremor zu Haltetremor und von Phasen ohne zu Pha-

sen mit Ablenkung erwartet werden, kann einseitig getestet werden ($p < .10$ entspricht einseitig $p < .05$). Von Ruhetremor zu Haltetremor steigen die Tremorvariablen Häufigkeit und Amplitude signifikant an, außer der Amplitude der nicht-dominanten Hand. Das

gleiche gilt für den Vergleich von Ruhetremor mit Ablenkung zu Haltetremor mit Ablenkung. Ablenkung bewirkt signifikante Anstiege bei beiden Tremorvariablen sowohl für den Ruhetremor als auch für den Haltetremor.

Tabelle 13: Vergleich der Laborphasen für sechs Tremorvariable und Herzfrequenz: Mittelwerte und Standardabweichungen mit p-Werten (Tests für verbundene Stichproben), Pearson-Korrelation zwischen den Phasen. Termin 1.

	N	Mittelwerte			Standardabw.			Korr
		(1)	(2)	p	(1)	(2)	p	r_{12}
1=Ruhetremor und 2=Ruhetremor mit Ablenkung								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	40.3	62.0	.010	40.3	35.7	.494	.38
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.06	0.11	.087	0.12	0.14	.397	.33
Frequenz (Hz), dominante Hand	23	5.0	5.1	.165	0.6	0.6	.522	.79
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	18.0	27.6	.049	31.0	31.3	.944	.67
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.01	0.03	.021	0.03	0.07	.001	.91
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	10	5.0	5.1	.749	0.7	0.5	.234	.57
Herzfrequenz (bpm)	301	69.7	74.7	.001	11.8	12.6	.472	.90
1=Ruhetremor und 2=Haltetremor								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	40.3	63.6	.001	40.3	38.6	.771	.67
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.06	0.13	.006	0.12	0.21	.001	.88
Frequenz (Hz), dominante Hand	22	5.1	5.4	.029	0.6	0.5	.432	.59
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	18.0	30.3	.041	31.0	35.4	.406	.57
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.01	0.01	.606	0.03	0.03	.656	.18
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	11	5.2	5.3	.347	0.8	0.7	.600	.67
Herzfrequenz (bpm)	30	69.7	70.8	.020	11.8	11.3	.265	.98
1=Ruhetremor und 2=Haltetremor mit Ablenkung								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	40.3	74.8	.001	40.3	34.6	.349	.53
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.06	0.21	.001	0.12	0.23	.001	.74
Frequenz (Hz), dominante Hand	24	5.1	5.3	.043	0.6	0.5	.563	.60
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	18.0	49.5	.001	31.0	39.2	.173	.44
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.01	0.04	.020	0.03	0.06	.001	.27
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	10	5.0	5.2	.167	0.7	0.5	.099	.79
Herzfrequenz (bpm)	30	69.7	75.5	.001	11.8	11.7	.897	.90
1=Ruhetremor mit Ablenkung und 2=Haltetremor								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	62.0	63.6	.856	35.7	38.6	.670	.21
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.11	0.13	.697	0.14	0.21	.028	.28
Frequenz (Hz), dominante Hand	248	5.1	5.4	.035	0.6	0.6	.599	.60
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	27.6	30.3	.678	31.3	35.4	.476	.46
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.03	0.01	.204	0.07	0.03	.001	.09
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	17	5.2	5.6	.012	0.4	0.6	.077	.64
Herzfrequenz (bpm)	30	74.7	70.8	.001	12.6	11.3	.178	.92
1=Ruhetremor mit Ablenkung und 2=Haltetremor mit Ablenkung								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	62.0	74.8	.053	35.7	34.6	.849	.52
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.11	0.21	.021	0.14	0.23	.003	.44
Frequenz (Hz), dominante Hand	278	5.2	5.3	.112	0.6	0.5	.548	.64
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	27.6	49.5	.001	31.3	39.2	.139	.61
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.03	0.04	.717	0.07	0.06	.291	.32
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	19	5.2	5.4	.064	0.5	0.5	.845	.59
Herzfrequenz (bpm)	30	74.7	75.5	.240	12.6	11.7	.199	.96

Tabelle 13: (Fortsetzung)

	N	Mittelwerte			Standardabw.			Korr
		(1)	(2)	p	(1)	(2)	p	r ₁₂
1=Haltetremor und 2=Haltetremor mit Ablenkung								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	63.6	74.8	.022	38.6	34.6	.366	.77
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.13	0.21	.002	0.21	0.23	.295	.84
Frequenz (Hz), dominante Hand	25	5.4	5.3	.213	0.5	0.5	.978	.83
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	30.3	49.5	.001	35.4	39.2	.432	.72
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.01	0.04	.004	0.03	0.06	.001	.82
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	20	5.6	5.4	.032	0.7	0.5	.088	.74
Herzfrequenz (bpm)	30	70.8	75.5	.001	11.3	11.7	.636	.94

10 der 30 Patienten haben keinen oder nur geringen Tremor, 7 davon sind Patienten mit Wiederholungs-Termin. Dieser Befund muß bei der Beurteilung von Stabilität bzw. Reha-Effekten berücksichtigt werden.

Mangelnder Tremor weist nicht auf geringere Krankheits-Schwere (Einstufungen nach Hoehn & Yahr und UPDRS) hin, wirkt sich aber auf die individuell erlebte Tremor-Symptomatik aus (Behinderungen durch den Tremor).

Tremor in den Laborphasen konnte durch die Untersucherin beobachtet werden (Korrelationen .52 bis .86). Die Selbsteinschätzung des Tremors durch die Patienten korrelierte jedoch eher schwach.

Patienten mit stärkerer Tremoraktivität waren bereits länger erkrankt, hatten länger unveränderte Medikation, berichteten öfter von Tremor im Schlaf und klagten mehr über Behinderungen durch den Tremor.

Während der Laborphasen „Haltetremor“ konnte höhere Tremoraktivität beobachtet werden als bei den „Ruhetremor“-Phasen, gleichzeitige Ablenkung steigerte den Tremor deutlich.

Untersuchung von speziellen Segmenten aus Labor und Feld

Zur besseren Beschreibung von Laborphasen, Standard-Protokoll und Monitoring und deren Vergleiche untereinander und zwischen den Terminen wurden mithilfe der Klassifikation der Körperlagen zwölf Aggregate (Segmente) gebildet (Tabelle 14). Die Laborphasen wurden übernommen, dazu kommen die jeweiligen Mittelwerte von Ruhe- und Haltetremor ohne Ablenkung (als Anhaltspunkt für die neurologisch-medizinische Beurteilung) und mit Ablenkung (für die Beurteilung bei mentaler Belastung). Als globales jedoch noch im „Labor“ gemessenes Segment wurde der Mittelwert aller zehn Standard-Protokoll-Phasen (s. Abbildung 6) gebildet. Die Segmente 8 bis 12 sollen das 24-Stunden-Monitoring abbilden. Die Mahlzeiten sind möglicherweise wegen der sozialen Situation interessant (emotionale Belastung); die Essens-Zeiten waren fest bei 8, 12 und 18 Uhr; es wurde jeweils die erste halbe Stun-

de mit Klassifikation „Sitzen“ verwendet. Von den klassifizierten Körperlagen wurden Sitzen (Klasse 1, 2, 3; ohne Mahlzeiten in den angegebenen Zeiten) und Stehen (Klasse 4) zu Segmenten zusammengefasst. Für das Nacht-Segment wurden alle Klassen Liegen (5, 6, 7) während der Nachtzeit 22 bis 7 Uhr gemittelt. Schließlich wurde ein Segment gebildet, das die Tremor-Episoden des 24-Stunden-Monitorings enthalten soll; da Tremor nicht permanent auftritt, sich die Behinderung durch den Tremor jedoch in erster Linie auf die Tremor-Episoden mit der größten Amplitude beziehen, wurden in dieses Segment diejenigen Minuten aufgenommen, deren Amplituden der tremor-dominanten Hand im obersten Quartil der individuellen Verteilung lagen².

² Für jeden Patient wurde die Verteilung für die Tremoramplitude der tremor-dominanten Hand mit den Quartilgrenzen bestimmt. In das Segment 12 wurden nun alle Minutenwerte gemittelt, deren Amplitude der tremor-dominanten Hand über der unteren Grenze des 4. Quartils lagen.

Tabelle 14: Spezielle Segmente

	Segment	Erzeugung	Länge (Min.)
1	Ruhetremor	Laborphase	2
2	Ruhetremor mit Ablenk.	Laborphase	1-3
3	Haltetremor	Laborphase	2
4	Haltetremor mit Ablenk.	Laborphase	1-3
5	„medizinische“ Diagn.	Mittelwert Ruhetremor und Haltetremor	3-4
6	„psychologische“ Diagn.	Mittelw. Ruhe und Halte, jeweils mit Ablenkung	2-5
7	Standard-Protokoll	Mittelwert aller Standard-Protokoll-Phasen	7-10
8	Mahlzeiten	nach festen Zeiten (8,12,18 Uhr)	42-145
9	Sitzen im Feld	Klassifikationen Sitzen ohne Mahlzeiten	30-690
10	Stehen im Feld	Klassifikationen Stehen	121-765
11	Nacht	Klassifikationen Liegen zwischen 22 und 7 Uhr	335-695
12	viertes Quartil im Feld	4. Quartil Tremoramplitude, Feld	56-523

Tabelle 15: Grundstatistiken von drei Tremor-Variablen, jeweils für tremor-dominante und nicht-dominante Hand, sowie Herzfrequenz in 12 speziellen Segmenten bei Termin 1.

	N	m	s	Quartile				
				1	2	3	4	
Ruhetremor								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	40.3	40.3	0	1.2	29.8	81.2	100
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.06	0.12	0	0	0.01	0.06	0.61
Frequenz (Hz), dominante Hand	24	5.1	0.6	3.8	4.7	5.1	5.6	6.3
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	18.0	31.0	0	0	0	29.5	98.1
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.01	0.03	0	0	0	0.01	0.16
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	11	5.2	0.8	4.0	4.6	4.9	5.9	6.5
Herzfrequenz (bpm)	30	69.7	11.8	53.8	61.1	66.1	80.4	99.7
Ruhetremor mit Ablenkung								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	62.0	35.7	0	35.1	75.5	92.2	100
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.11	0.14	0	0.02	0.05	0.16	0.54
Frequenz (Hz), dominante Hand	27	5.2	0.6	3.6	4.7	5.3	5.6	6.1
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	27.6	31.3	0	0	15.3	55.2	100
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.03	0.07	0	0	0	0.03	0.37
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	21	5.2	0.5	4.2	4.9	5.3	5.7	6.4
Herzfrequenz (bpm)	30	74.7	12.5	52.1	65.5	72.8	85.1	101.8
Haltetremor								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	63.6	38.6	0	33.6	77.7	96.8	100
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.13	0.21	0	0.01	0.03	0.12	0.91
Frequenz (Hz), dominante Hand	25	5.4	0.5	4.0	5.0	5.5	5.8	6.2
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	30.3	35.4	0	0	15.8	58.1	98.7
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.01	0.03	0	0	0	0.01	0.12
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	21	5.6	0.6	4.0	5.5	5.7	6.0	6.3
Herzfrequenz (bpm)	30	70.8	11.3	53.2	62.4	68.2	81.9	96.1

Tabelle 15: (Fortsetzung)

	N	m	s	Quartile				
				1	2	3	4	
Haltetremor mit Ablenkung								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	74.8	34.6	0	60.2	93.0	97.6	100
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.21	0.23	0	0.01	0.14	0.34	0.82
Frequenz (Hz), dominante Hand	29	5.4	0.5	4.0	5.0	5.3	5.8	6.3
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	49.5	39.2	0	1.4	65.4	85.3	100
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.04	0.06	0	0	0.02	0.05	0.24
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	24	5.5	0.5	4.2	5.1	5.4	5.8	6.7
Herzfrequenz (bpm)	30	75.5	11.7	55.5	67.6	73.9	84.9	99.7
Mittelwert von Ruhe- und Haltetremor								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	52.0	36.0	0	21.6	55.7	84.7	100
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.09	0.16	0	0.01	0.02	0.13	0.76
Frequenz (Hz), dominante Hand	27	5.2	0.5	3.9	4.9	5.3	5.6	6.2
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	24.2	29.4	0	0	10.0	38.7	98.2
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.01	0.02	0	0	0	0.02	0.08
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	21	5.6	0.6	4.0	5.4	5.7	6.0	6.4
Herzfrequenz (bpm)	30	70.3	11.5	54.1	61.4	67.4	81.2	98.1
Mittelwert von Ruhe- und Haltetremor mit Ablenkung								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	68.4	30.6	0	49.7	77.2	90.3	99.4
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.16	0.16	0	0.03	0.13	0.24	0.63
Frequenz (Hz), dominante Hand	29	5.3	0.5	3.8	4.9	5.3	5.7	6.3
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	38.6	31.7	0	1.7	39.8	68.1	94.5
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.04	0.06	0	0	0.01	0.04	0.21
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	26	5.4	0.5	4.2	5.1	5.3	5.7	6.7
Herzfrequenz (bpm)	30	75.1	12.0	54.8	66.7	73.2	85.0	100.7
Mittelwert des Standard-Protokolls								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	32.3	24.2	0	10.1	33.1	52.6	77.5
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.04	0.04	0	0	0.02	0.06	0.19
Frequenz (Hz), dominante Hand	29	5.1	0.5	4.3	4.7	5.2	5.4	6.0
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	19.0	18.8	0	0.8	14.2	36.8	57.7
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0.05
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	27	5.0	0.5	3.9	4.6	4.9	5.4	6.1
Herzfrequenz (bpm)	30	72.0	10.8	57.7	64.2	68.1	82.8	96.5
Mahlzeiten								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	20.9	16.5	0	6.1	17.7	31.7	59.1
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.03	0.03	0	0	0.01	0.04	0.13
Frequenz (Hz), dominante Hand	30	5.0	0.4	4.2	4.7	5.1	5.3	5.8
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	10.4	9.8	0	2.0	6.8	14.6	39.3
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0.03
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	30	4.9	0.4	4.0	4.6	5.0	5.3	5.6
Herzfrequenz (bpm)	30	78.3	11.3	57.3	68.8	76.4	88.8	97.6
Sitzen im Feld (ohne Mahlzeiten)								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	24.3	18.9	0	7.6	22.1	44.2	65.5
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.03	0.03	0	0	0.02	0.04	0.13
Frequenz (Hz), dominante Hand	30	5.0	0.4	4.3	4.7	5.0	5.2	5.9
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	12.8	11.5	0	3.9	10.5	19.8	39.0
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0.05
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	30	5.0	0.4	4.3	4.7	5.0	5.3	5.8
Herzfrequenz (bpm)	30	74.9	10.8	59.2	67.3	71.7	83.1	99.5

Tabelle 15: (Fortsetzung)

	N	m	s	Quartile				
				1	2	3	4	
Stehen im Feld								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	19.0	15.5	0	7.6	14.3	26.6	58.1
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.03	0.03	0	0.01	0.01	0.04	0.11
Frequenz (Hz), dominante Hand	30	5.0	0.4	4.1	4.8	4.9	5.3	5.7
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	9.8	9.5	0	3.3	7.3	13.3	43.7
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.01	0.01	0	0	0.01	0.01	0.03
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	30	4.9	0.4	4.1	4.8	4.9	5.2	5.8
Herzfrequenz (bpm)	30	79.5	11.9	60.4	70.6	78.6	90.1	99.7
Nacht								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	4.3	4.4	0	0.8	3.0	5.9	15.9
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.00	0.01	0	0	0	0	0.03
Frequenz (Hz), dominante Hand	30	4.8	0.4	4.2	4.6	4.8	5.0	5.6
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	1.6	2.2	0	0.3	0.9	2.2	9.6
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.00	0.00	0	0	0	0	0
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	30	4.8	0.3	4.2	4.5	4.8	5.0	5.3
Herzfrequenz (bpm)	30	62.7	8.1	49.3	55.7	61.6	66.6	84.2
Viertes Quartil der Tremoramplitude im Feld								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	35.7	20.0	0	18.1	37.6	53.6	69.8
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.05	0.05	0	0.01	0.03	0.08	0.19
Frequenz (Hz), dominante Hand	30	5.0	0.4	4.2	4.8	5.1	5.3	5.7
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	16.9	13.7	0	3.6	13.3	23.6	44.5
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.01	0.02	0	0	0.01	0.02	0.06
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	30	5.0	0.4	4.2	4.7	5.0	5.2	5.7
Herzfrequenz (bpm)	30	77.9	11.1	60.9	71.3	76.9	84.8	104.5

Für die Segmente aus Tabelle 14 wurden Grundstatistiken gerechnet. In Tabelle 15 sind jeweils für die tremor-dominante und die nicht-dominante Hand die drei Tremor-Variablen Häufigkeit, Amplitude und Frequenz, sowie zu Vergleichszwecken die Herzfrequenz eingetragen. Außer validen N, Mittelwert (m) und Standardabweichung (s) sind zur groben Abschätzung der Verteilung die Grenzen der vier Quartile dargestellt. Dies ist nützlich bei der Beurteilung von einzelnen Daten wie sie Tabelle 9 enthält. Bei linkssteilen (rechtsschiefen) Verteilungen ($\text{Skewness} > 0$) verschieben sich die Grenzen nach links, die Quartil-Intervalle (obere minus untere Grenze) steigen an (deutlich z.B. bei Amplitude der dominanten Hand bei Ruhetremor: $\text{Skewness} = 3.5$); bei rechtssteilen (linksschiefen) Verteilungen ($\text{Skewness} < 0$) verschieben sich die Grenzen nach rechts, die Quartil-Intervalle fallen ab (z.B. Häufigkeit der dominanten Hand bei Ruhe+Haltetremor mit Ablenkung: $\text{Skewness} = -1.2$). Schmalgipflige Verteilungen ($\text{Kurtosis} > 0$) zeigen sich durch einzelne kleine Quartil-Intervalle, die bei nicht-

schiefen Verteilungen in der Mitte liegen (z.B. Frequenz der nicht-dominanten Hand bei Haltetremor mit Ablenkung), breitgipflige Verteilungen ($\text{Kurtosis} < 0$) entsprechend durch eher gleichgroße Quartil-Intervalle (z.B. Herzfrequenz bei Stehen im Feld). Während Herzfrequenz und Tremorfrequenz weitgehend normalverteilt sind (gemessen an Skewness und Kurtosis), hat die Häufigkeit der dominanten Hand in den Laborphasen rechtsteile breitgipflige Verteilungen, die Häufigkeit der nicht-dominanten Hand in den Feld-Segmenten sowie die Tremoramplituden in fast allen Phasen/Segmenten eher linkssteile schmalgipflige Verteilungen. Insgesamt sind die Verteilungen eher unauffällig, die größten Abweichungen von der Normalverteilung zeigt die Amplitude der nicht-dominanten Hand beim Ruhetremor ($\text{Skewness} = 4$, $\text{Kurtosis} = 22$).

Die Beurteilung der Tremorvariablen hinsichtlich ihrer Meßbarkeit und Differenzierungsfähigkeit von Personen und Segmenten ist aus Tabelle 16 zu ersehen. Es wurden anhand eines ANOVA-Modells (Kreuzklassifikation mit Random-Effekt

Personen und festem Effekt Segmente) Varianzkomponenten-Schätzungen durchgeführt. Im Vergleich zur Herzfrequenz liegen die Fehler-Anteile drei- bis fünfmal so groß, den geringsten Fehler weist die Tremor-Häufigkeit der tremor-dominanten Hand auf. Diese Variable hat auch die größte Varianz über die Segmente hinweg (situative Varianz), wohingegen die Tre-

mor-Frequenz am höchsten die Personen differenziert. Insgesamt liegen die Tremor-Variablen, vergleicht man sie mit früheren Arbeiten der Forschungsgruppe zur Aktivierungsforschung (z.B. Foerster, Schneider und Walschburger, 1983, S.60), mit ihren Varianz-Anteilen im Bereich von Myogramm- und Atmungs-Variablen.

Tabelle 16: Varianzkomponenten-Schätzungen (in %) an 10 speziellen Segmenten (4 Laborphasen, gemittelt Standard-Protokoll, Mahlzeiten, Sitzen, Stehen im Feld, Nacht, oberes Feld-Quartil).

	N=30 (Termin 1)			N=21 (Termin 1 und 2)			
	Pat.	Seg.	Err.	Pat.	Seg.	Ww.	Err.
Häufigkeit (%), dominante Hand	26.1	40.1	33.8	16.2	31.0	20.7	32.1
Amplitude (g), dominante Hand	22.0	20.2	57.8	19.7	20.5	0.0	59.8
Frequenz (Hz), dominante Hand	45.5	10.1	44.4	32.5	15.8	6.3	45.4
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	27.1	23.2	49.7	17.9	22.7	18.4	41.0
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	15.3	8.3	76.4	14.6	8.0	6.9	70.5
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	36.8	20.3	42.9	18.9	21.6	25.7	33.8
Herzfrequenz (bpm)	70.9	16.4	12.7	54.3	11.8	18.1	15.8

Zur Beschreibung der dreifachen Stichprobe (Patienten, Zeitpunkte, Variable) wurden zwölf Phasen bzw. spezielle Segmente aus Labor und Feld für die Variablen Tremor-Häufigkeit, Amplitude und Frequenz jeweils für die tremor-dominante und nicht-dominante Hand gebildet. Zusätzlich wurde die Herzfrequenz aufgenommen. Die Grundstatistiken und Verteilungshinweise wurden ergänzt durch Varianzkomponenten-Schätzungen.

Stabilität und Rehabilitations-Effekt

Eine der wichtigsten Fragen der Untersuchung war die Veränderung der Tremorvariablen während des Klinikaufenthaltes: Konnte die Symptomatik des Tremors, d.h. Auftretshäufigkeit und Amplitude während des Klinikaufenthaltes verbessert werden? Für 21 Patienten konnte eine zweite Registrierung gegen Ende des Klinik-Aufenthaltes durchgeführt werden. Somit war es möglich, für diese Unterstichprobe Veränderungen („Reha-Effekte“) der Tremorvariablen zu untersuchen. Gleichzeitig ließ sich hierbei auch der Prä-Post-Korrelationskoeffizient bestimmen, der einen Anhaltspunkt für die Stabilität der Tremorvariablen über einen Zeitraum von einigen Wochen lieferte. Allerdings hängen Reha-Effekt und Stabilität eng zusammen: Ver-

ändert der Reha-Effekt die Rangreihen der Patienten bei einer Variablen, so sinkt die Stabilität. Dagegen ändern Mittelwertunterschiede den Stabilitätskoeffizienten nicht. Patienten ohne Tremor verschlechtern die Testergebnisse auf Mittelwertunterschiede, erhöhen jedoch die Stabilität. Um diese Effekte beurteilen zu können, wurden deshalb alle Tests auch für die um 7 Patienten reduzierte Stichprobe (Patienten ohne oder mit geringem Tremor, vgl. Tabelle 9 im Abschnitt „Untersuchung der Laborphasen“) durchgeführt.

Tabelle 17 zeigt Mittelwerte und Standardabweichungen mit p-Werten für den Test auf deren Gleichheit (abhängige Stichproben), sowie den Pearson-Korrelationskoeffizient von Termin 1 mit 2 als Maß für die Stabilität. Die Mittelwerte von Tremorhäufigkeit und Amplitude sollten während des Klinikaufenthaltes sinken, die Tests

wurden einseitig interpretiert ($p < .10$ für das 5%-Niveau). Für Mittelwertunterschiede der Tremorfrequenz lag keine hypothetische Richtung vor, sodaß zweiseitig getestet werden muß. Wegen des explorativen Ansatzes der Untersuchung wurde auf Alpha-Adjustierungen verzichtet.

Stabilität:

- Als Maß für die Stabilität mag die *Herzfrequenz* dienen. Sie zeigte in den Laborphasen durchweg hohe Stabilität um .80, in den Feldsegmenten etwas geringer um .70³.
- Die *Tremorfrequenz* der tremor-dominanten Hand war erwartungsgemäß weitgehend stabil mit Koeffizienten von .70 bis .80, gleichgültig, ob die Gesamtstichprobe (N=21) oder die um „Non-Tremor-Patienten“ reduzierte Stichprobe (N=14) betrachtet wird. Ausnahmen waren der Ruhetremor, der als erste Phase der Untersuchung vielleicht eine Sonderrolle spielt, das Segment der Mahlzeiten, bei dem die soziale Interaktion wichtig ist (die möglicherweise im Laufe des Klinikaufenthaltes abflacht), und „Stehen im Feld“, alle mit Koeffizienten zwischen .50 und .60. Bei der nicht-dominanten Hand waren die Stabilitäten im Feld ähnlich hoch, für beide Unterstichproben um .70 (wieder außer im Segment „Mahlzeiten“), in den Laborphasen aufgrund geringer Datenbasis unterschiedlich (nicht alle Patienten hatten Tremor an der nicht-dominanten Hand; vgl. Tabelle 9). Insgesamt sprechen die gefundenen Stabilitäten der Tremorfrequenz für eine verlässliche Meßmethodik.
- Die Stabilität der *Tremorhäufigkeit* lag für beide Hände im unteren bis mittleren Bereich (.30 bis .50), beim Haltetremor höher als beim Ruhetremor, in den Segmenten „Mahlzeiten“ und „Viertes Quartil“ höher als in den übrigen Feldsegmenten. Die Reduzierung

der Stichprobe auf N=14 Patienten mit Tremor im Labor (Tabelle 9) wirkte sich bei der Tremorhäufigkeit durch nur leichte Erhöhung oder Verminderung des Stabilitätskoeffizienten aus.

- *Tremoramplituden* der tremor-dominanten Hand waren ausreichend stabil in den Laborphasen (.53 bis .74), weniger im Feld (.05 bis .34), wobei hier die Beschränkung der Stichprobe auf N=14 Patienten mit Tremor die Stabilitätskoeffizienten erhöhte (.29 bis .56). Bei der nicht-dominanten Hand waren die Koeffizienten unterschiedlich, für die reduzierte Stichprobe meist höher.

Mittelwertunterschiede:

- Die *Tremorfrequenz* zeigte nur selten signifikante Veränderungen, dann aber (wie bei fast allen nichtsignifikanten Tests) abnehmend von Anfangs- zu Endtermin. Die Veränderungen lagen in allen Phasen/Segmenten bei höchstens 0.2 Hz.
- Die *Häufigkeit des Tremors* nahm, wie erwartet, von Termin 1 zu Termin 2 durchweg ab. Die Phase „Ruhetremor mit Ablenkung“ bildete hier eine Ausnahme, was auf einige Patienten zurückzuführen war, die in dieser Phase starke Anstiege des Tremors (Häufigkeit und/oder Amplitude) zeigten (Patienten 3, 7, 22, 24; s. Abbildung 8; vgl. auch Abschnitt mit Kasuistiken). Signifikante Abnahme der Tremorhäufigkeit der tremor-dominanten Hand gab es beim Haltetremor ohne und mit Ablenkung, bei der gemittelten Laborphase ohne Ablenkung, beim Standardprotokoll, den Mahlzeiten, dem obersten Feldquartil und für die reduzierte Stichprobe (N=14) auch für „Stehen im Feld“ und während der Nacht. Die größte mittlere Abnahme betrug 20% beim Haltetremor (29% für die reduzierte Stichprobe). Die Häufigkeitsabnahmen der nicht-dominanten Hand bestätigten weitgehend die Ergebnisse der tremor-dominanten Hand. Die signifikantesten Abnahmen (beste Diskriminierung) gab es in dem Feldsegment „4. Quartil“ und dem Feld am nächsten liegenden Mittelwert des Standardprotokolls, unter den Laborphasen war die Abnahme des Haltetremors am signifikantesten.
- Bei der *Tremoramplitude* nahm „Ruhetremor mit Ablenkung“ wieder eine

³ Die Herzfrequenz zeigte außerdem einen deutlichen Anstieg in allen Segmenten, der zumindest in den Laborphasen signifikant war. Dies geht vermutlich auf die (bekannte) anticholinerge Wirkung einer Reihe von tremorlytischen Medikamenten zurück.

Ausnahmestellung ein, hier sogar mit signifikanten Zunahmen. In allen anderen Phasen/Segmenten nahmen die Amplituden beider Hände ab, ohne allerdings signifikant abgesichert zu sein. Signifikante Abnahme der Amplitude der tremor-dominanten Hand gab es

nur in den Feldsegmenten Stehen (beste Diskriminierung), Nacht und „Oberstes Quartil“ und nur für die Unterstichprobe der Patienten mit Tremor (N=14). Bei der nicht-dominanten Hand nahmen die Amplituden eher in den Laborphasen signifikant ab.

Tabelle 17: Veränderung von sechs Tremorvariablen und Herzfrequenz in 12 speziellen Segmenten von Termin 1 zu Termin 2: Mittelwerte und Standardabweichungen mit p-Werten (Tests für verbundene Stichproben), Pearson-Korrelation zwischen den Terminen. N=21 (die jeweils 2. Zeile bezieht sich auf die um Patienten ohne Tremor reduzierte Stichprobe N=14).

	N	Mittelwerte			Standardabw.			Korr
		T1	T2	p	T1	T2	p	r _{tt}
Ruhetremor								
Häufigkeit (%), dominante Hand	21	39.7	25.6	.191	38.5	33.0	.502	.15
	14	50.1	34.8	.333	38.1	36.6	.890	-.07
Amplitude (g), dominante Hand	21	0.07	0.05	.363	0.14	0.12	.328	.70
	14	0.10	0.07	.398	0.16	0.14	.508	.67
Frequenz (Hz), dominante Hand	13	5.0	4.9	.513	0.4	0.5	.686	.53
	9	5.0	4.8	.417	0.5	0.5	.968	.52
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	21	16.4	1.0	.035	31.3	1.9	.001	.37
	14	24.6	1.5	.034	35.9	2.1	.001	.26
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	21	0.01	0.00	.119	0.04	0.00	.001	.09
	14	0.02	0.00	.123	0.04	0.00	.001	-.01
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	3	4.8	5.2	.432	0.2	0.8	.008	1.0
	3	4.8	5.2	.432	0.2	0.8	.008	1.0
Herzfrequenz (bpm)	21	69.0	72.2	.036	11.4	11.3	.973	.85
	14	70.5	73.2	.198	12.2	12.2	.992	.83
Ruhetremor mit Ablenkung								
Häufigkeit (%), dominante Hand	21	57.1	60.3	.747	32.4	33.6	.876	.14
	14	64.6	74.9	.408	26.0	26.2	.978	-.38
Amplitude (g), dominante Hand	21	0.11	0.19	.057	0.16	0.26	.003	.74
	14	0.16	0.28	.066	0.17	0.28	.039	.67
Frequenz (Hz), dominante Hand	18	5.2	5.1	.253	0.5	0.6	.390	.71
	13	5.2	5.1	.530	0.5	0.6	.384	.66
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	21	27.9	28.6	.918	30.8	30.1	.901	.59
	14	41.6	34.2	.206	29.3	27.3	.717	.75
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	21	0.04	0.02	.390	0.09	0.03	.001	.36
	14	0.06	0.03	.358	0.10	0.04	.001	.29
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	12	5.2	5.3	.669	0.4	0.6	.299	.45
	12	5.2	5.3	.669	0.4	0.6	.299	.45
Herzfrequenz (bpm)	21	74.5	78.2	.031	12.1	11.3	.605	.79
	14	76.6	79.6	.198	12.3	11.6	.765	.77

Tabelle 17: (Fortsetzung)

	N	Mittelwerte			Standardabw.			Korr
		T1	T2	p	T1	T2	p	r _{tt}
Haltetremor								
Häufigkeit (%), dominante Hand	21	65.7	45.6	.036	37.3	39.6	.778	.46
	14	77.9	49.2	.021	30.7	37.2	.491	.33
Amplitude (g), dominante Hand	21	0.15	0.12	.602	0.24	0.24	.991	.57
	14	0.21	0.13	.190	0.27	0.25	.730	.68
Frequenz (Hz), dominante Hand	16	5.4	5.4	.860	0.5	0.5	.843	.70
	11	5.4	5.5	.683	0.5	0.5	.856	.69
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	21	33.9	21.3	.139	36.3	26.4	.147	.35
	14	45.9	22.0	.031	35.8	28.0	.368	.39
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	21	0.02	0.01	.060	0.03	0.01	.001	.86
	14	0.02	0.01	.042	0.04	0.01	.001	.89
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	14	5.7	5.6	.645	0.5	0.6	.323	.39
	11	5.7	5.8	.405	0.5	0.6	.572	.71
Herzfrequenz (bpm)	21	70.2	74.6	.009	11.2	10.8	.755	.81
	14	72.0	75.6	.091	11.8	11.1	.721	.80
Haltetremor mit Ablenkung								
Häufigkeit (%), dominante Hand	21	77.8	65.9	.068	33.3	39.8	.265	.73
	14	88.2	72.2	.082	23.4	34.2	.147	.48
Amplitude (g), dominante Hand	21	0.23	0.19	.438	0.24	0.23	.726	.56
	14	0.33	0.24	.177	0.24	0.24	.957	.53
Frequenz (Hz), dominante Hand	19	5.4	5.4	.827	0.5	0.6	.177	.67
	13	5.4	5.4	.428	0.5	0.6	.186	.81
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	21	54.6	44.2	.133	38.2	40.5	.721	.72
	14	70.8	51.2	.037	28.0	40.7	.103	.66
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	21	0.04	0.02	.158	0.06	0.03	.001	.64
	14	0.05	0.03	.130	0.06	0.03	.006	.59
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	17	5.5	5.4	.457	0.4	0.5	.120	.29
	12	5.5	5.4	.395	0.4	0.5	.411	.29
Herzfrequenz (bpm)	21	74.6	78.2	.025	12.0	11.0	.507	.79
	14	76.8	79.1	.219	12.1	11.5	.769	.85
Mittelwert von Ruhe- und Haltetremor								
Häufigkeit (%), dominante Hand	21	52.7	35.6	.065	34.0	31.9	.778	.23
	14	64.0	42.0	.088	29.9	35.0	.586	.12
Amplitude (g), dominante Hand	21	0.11	0.08	.488	0.18	0.17	.671	.64
	14	0.16	0.10	.235	0.21	0.19	.716	.69
Frequenz (Hz), dominante Hand	17	5.2	5.2	.821	0.4	0.5	.507	.69
	11	5.2	5.2	.972	0.5	0.5	.772	.69
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	21	25.2	11.2	.033	29.5	13.9	.001	.20
	14	11.7	3.1	.009	30.6	14.9	.011	.43
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	21	0.01	0.00	.034	0.02	0.01	.001	.15
	14	0.02	0.00	.027	0.03	0.01	.001	.58
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	14	5.6	5.6	.915	0.5	0.6	.404	.34
	11	5.5	5.7	.153	0.5	0.6	.539	.73
Herzfrequenz (bpm)	21	69.6	73.4	.016	11.2	10.9	.829	.79
	14	71.2	74.4	.131	11.9	11.5	.846	.82

Tabelle 17: (Fortsetzung)

	N	Mittelwerte			Standardabw.			Korr
		T1	T2	p	T1	T2	p	r _{tt}
Mittelwert von Ruhe- und Haltetremor mit Ablenkung								
Häufigkeit (%), dominante Hand	21	67.5	63.1	.537	26.9	33.6	.276	.49
	14	76.4	73.5	.757	17.5	26.6	.159	.75
Amplitude (g), dominante Hand	21	0.17	0.19	.559	0.17	0.20	.372	.66
	14	0.25	0.26	.814	0.16	0.21	.335	.53
Frequenz (Hz), dominante Hand	19	5.3	5.2	.478	0.4	0.6	.060	.77
	13	5.3	5.2	.426	0.5	0.6	.130	.80
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	21	41.3	36.4	.373	30.8	32.5	.748	.71
	14	56.2	42.7	.033	24.3	30.5	.262	.74
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	21	0.04	0.02	.102	0.06	0.03	.001	.57
	14	0.05	0.03	.074	0.06	0.03	.001	.76
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	19	5.4	5.5	.466	0.4	0.6	.202	.32
	13	5.4	5.4	.845	0.4	0.5	.424	.77
Herzfrequenz (bpm)	21	74.6	78.2	.025	12.0	11.1	.557	.80
	14	76.7	79.4	.201	12.1	11.5	.788	.82
Mittelwert des Standard-Protokolls								
Häufigkeit (%), dominante Hand	21	32.3	22.3	.091	24.9	23.9	.830	.46
	14	45.4	27.3	.009	19.6	22.3	.620	.48
Amplitude (g), dominante Hand	21	0.04	0.03	.480	0.05	0.04	.795	.34
	14	0.06	0.04	.116	0.05	0.04	.520	.40
Frequenz (Hz), dominante Hand	18	5.0	4.8	.071	0.5	0.5	.833	.75
	13	5.1	4.9	.033	0.4	0.4	.824	.79
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	21	19.2	11.0	.066	19.7	13.8	.097	.40
	14	27.8	13.3	.013	18.8	13.9	.265	.41
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	21	0.01	0.01	.289	0.01	0.01	.463	.20
	14	0.01	0.01	.178	0.01	0.01	.716	.14
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	15	4.9	4.8	.567	0.4	0.4	.587	.64
	12	4.9	4.8	.420	0.4	0.4	.886	.74
Herzfrequenz (bpm)	21	71.5	74.0	.066	10.2	9.6	.648	.80
	14	72.9	75.0	.204	10.7	10.7	.980	.85
Mahlzeiten								
Häufigkeit (%), dominante Hand	21	22.1	16.3	.101	16.8	17.0	.951	.59
	14	26.5	18.3	.066	16.2	17.5	.739	.61
Amplitude (g), dominante Hand	21	0.03	0.02	.539	0.03	0.03	.498	.33
	14	0.04	0.03	.327	0.04	0.03	.444	.30
Frequenz (Hz), dominante Hand	21	5.0	4.8	.030	0.4	0.4	.986	.53
	14	5.0	4.8	.165	0.4	0.4	.585	.44
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	21	11.2	9.5	.459	10.4	11.7	.535	.58
	14	12.6	10.8	.548	8.6	12.8	.113	.56
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	21	0.01	0.01	.385	0.01	0.01	.717	.51
	14	0.01	0.01	.352	0.01	0.01	.979	.43
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	21	4.9	4.7	.045	0.4	0.4	.958	.49
	14	4.9	4.8	.374	0.4	0.4	.715	.43
Herzfrequenz (bpm)	21	77.2	77.9	.767	11.8	10.6	.560	.62
	14	78.9	79.9	.705	11.8	10.5	.600	.66

Tabelle 17: (Fortsetzung)

	N	Mittelwerte			Standardabw.			Korr
		T1	T2	p	T1	T2	p	r _{tt}
Sitzen im Feld (ohne Mahlzeiten)								
Häufigkeit (%), dominante Hand	21	23.4	19.0	.303	18.3	16.8	.668	.45
	14	29.3	23.0	.274	17.4	17.8	.943	.37
Amplitude (g), dominante Hand	21	0.03	0.02	.457	0.04	0.03	.229	.33
	14	0.04	0.03	.302	0.04	0.03	.266	.29
Frequenz (Hz), dominante Hand	21	4.9	4.8	.087	0.3	0.3	.852	.68
	14	5.0	4.9	.135	0.4	0.4	.814	.74
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	21	12.0	10.4	.569	11.0	12.6	.515	.45
	14	14.1	12.4	.648	9.2	14.4	.101	.40
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	21	0.01	0.01	.723	0.01	0.01	.855	.43
	14	0.01	0.01	.721	0.01	0.01	.605	.35
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	21	5.0	4.8	.026	0.3	0.4	.377	.55
	14	5.0	4.8	.097	0.3	0.4	.075	.66
Herzfrequenz (bpm)	21	73.8	76.0	.199	10.7	10.0	.673	.75
	14	74.7	77.4	.172	10.9	10.1	.679	.80
Stehen im Feld								
Häufigkeit (%), dominante Hand	21	19.2	14.6	.213	14.9	13.2	.582	.36
	14	22.2	14.2	.040	13.9	10.0	.210	.48
Amplitude (g), dominante Hand	21	0.03	0.02	.742	0.03	0.04	.317	.05
	14	0.03	0.02	.080	0.03	0.02	.007	.44
Frequenz (Hz), dominante Hand	21	4.9	4.8	.088	0.3	0.3	.359	.56
	14	5.0	4.8	.054	0.3	0.3	.830	.55
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	21	10.3	7.8	.181	10.0	8.2	.290	.60
	14	11.3	7.3	.015	6.3	7.0	.602	.70
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	21	0.01	0.01	.120	0.01	0.01	.136	.68
	14	0.01	0.01	.109	0.01	0.01	.496	.80
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	21	4.9	4.7	.021	0.3	0.3	.995	.70
	14	4.9	4.8	.060	0.3	0.3	.933	.64
Herzfrequenz (bpm)	21	77.8	80.1	.276	11.8	10.0	.346	.63
	14	79.1	82.4	.174	12.4	9.9	.251	.75
Nacht								
Häufigkeit (%), dominante Hand	21	4.7	3.2	.208	4.8	4.1	.500	.34
	14	5.8	3.1	.024	5.0	2.6	.010	.62
Amplitude (g), dominante Hand	21	0.00	0.00	.872	0.01	0.01	.094	.10
	14	0.01	0.00	.092	0.01	0.00	.001	.55
Frequenz (Hz), dominante Hand	21	4.7	4.7	.492	0.3	0.3	.887	.77
	14	4.8	4.7	.361	0.3	0.3	.262	.75
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	21	1.9	1.6	.592	2.5	2.5	.996	.39
	14	2.5	1.4	.056	2.8	1.6	.002	.81
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	21	0.00	0.00	.706	0.00	0.00	.030	.30
	14	0.00	0.00	.114	0.00	0.00	.027	.90
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	21	4.7	4.7	.827	0.3	0.4	.149	.71
	14	4.8	4.7	.733	0.3	0.4	.151	.68
Herzfrequenz (bpm)	21	62.1	64.7	.035	8.3	8.2	.983	.76
	14	63.2	66.7	.038	8.7	8.7	.959	.81

Tabelle 17: (Fortsetzung)

	N	Mittelwerte			Standardabw.			Korr
		T1	T2	p	T1	T2	p	r _{tt}
Viertes Quartil der Tremoramplitude im Feld								
Häufigkeit (%), dominante Hand	21	35.8	27.3	.042	19.6	10.0	.863	.59
	14	42.8	29.8	.002	16.3	16.4	.967	.71
Amplitude (g), dominante Hand	21	0.05	0.04	.578	0.06	0.06	.693	.19
	14	0.07	0.04	.045	0.06	0.03	.014	.56
Frequenz (Hz), dominante Hand	21	5.0	4.8	.020	0.4	0.3	.383	.80
	14	5.0	4.8	.029	0.4	0.4	.651	.78
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	21	16.8	13.3	.165	13.6	11.7	.396	.65
	14	20.1	14.7	.031	11.9	11.2	.751	.76
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	21	0.01	0.01	.281	0.01	0.01	.134	.61
	14	0.02	0.01	.106	0.01	0.01	.205	.69
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	21	5.0	4.8	.007	0.3	0.3	.968	.78
	14	5.0	4.8	.020	0.3	0.3	.674	.70
Herzfrequenz (bpm)	21	76.5	77.6	.568	10.5	8.1	.153	.62
	14	78.1	79.6	.495	11.2	7.7	.063	.75

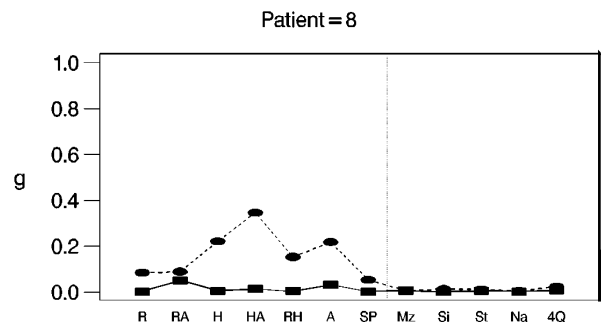
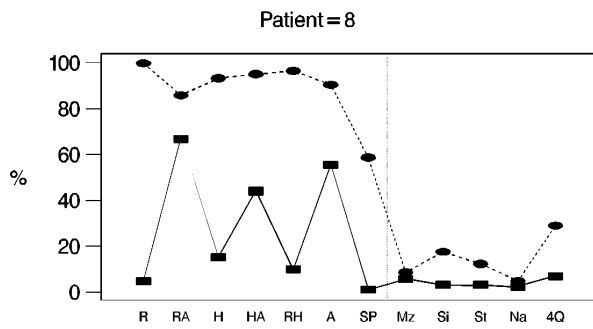
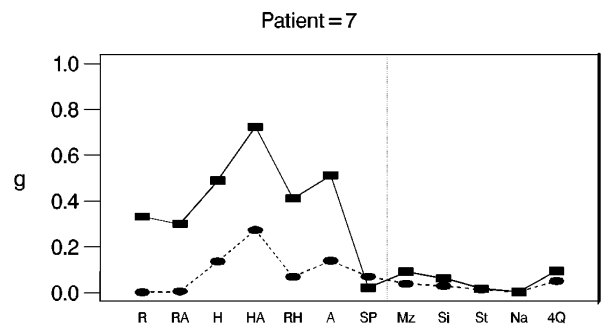
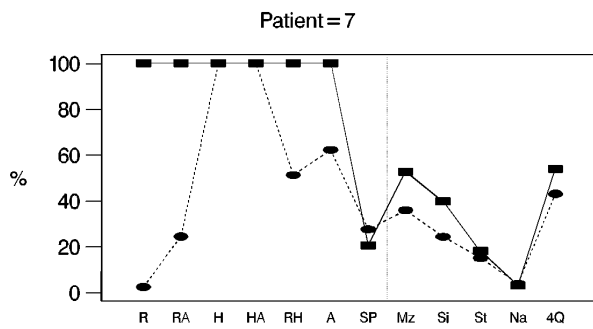
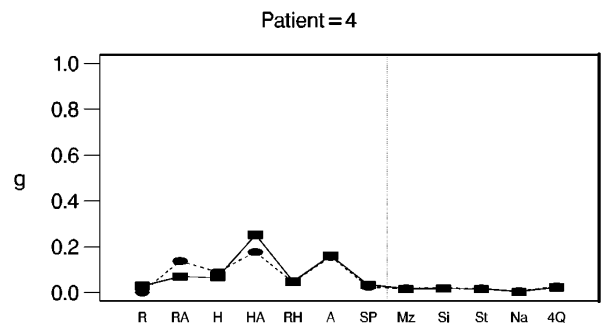
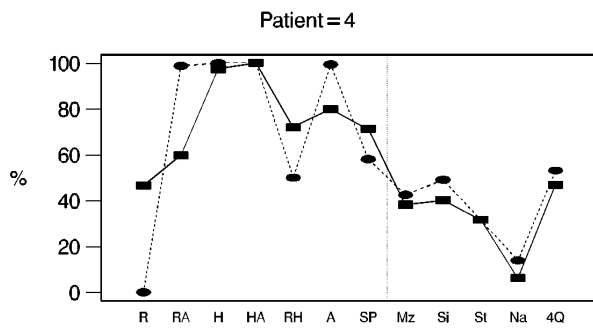
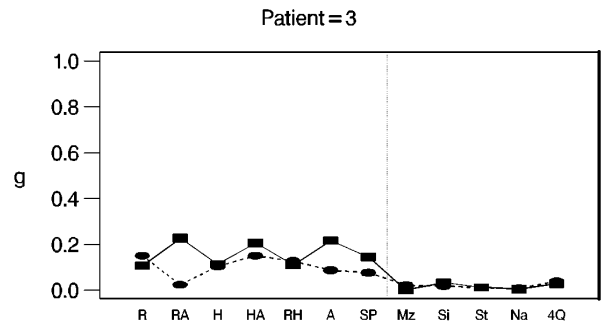
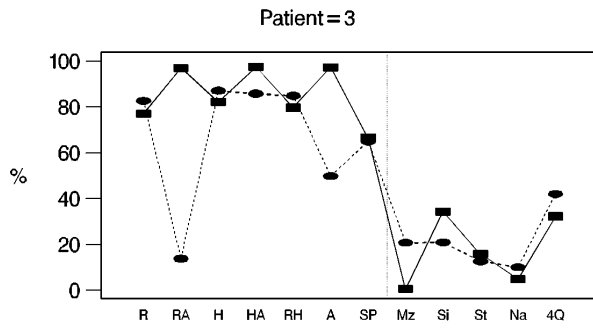
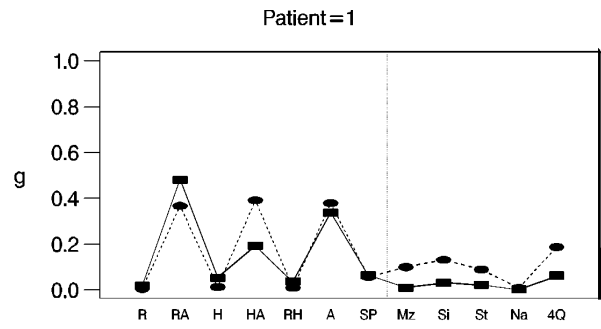
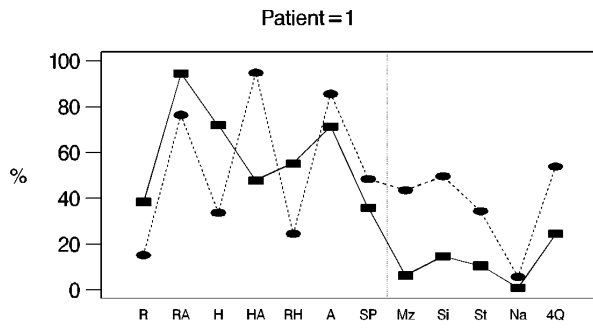
Der Effekt der Rehabilitation ist in Abbildung 8 für die einzelnen Patienten dargestellt. Die Veränderungen von Termin 1 zu Termin 2 sind dabei sehr unterschiedlich. Es gibt sieben Patienten mit abnehmendem Tremor (Patient 8, 10, 14, 18, 21, 24, 27), zwei mit eher zunehmendem Tremor (Patient 3, 7), einen mit abnehmendem Tremor im Feld und eher zunehmendem im Labor (Patient 1), einen mit unverändertem Tremor im Labor und zunehmendem Tremor im Feld (Patient 22), sowie drei ohne wesentliche Veränderung (Patient 4, 13, 15).

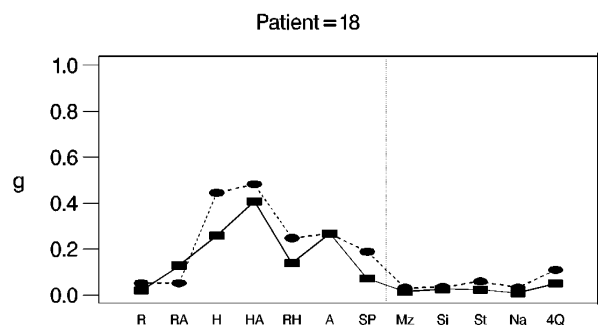
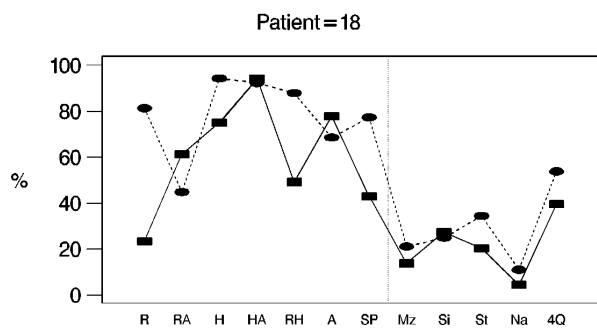
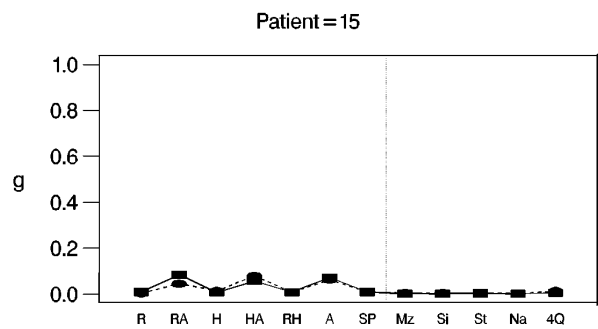
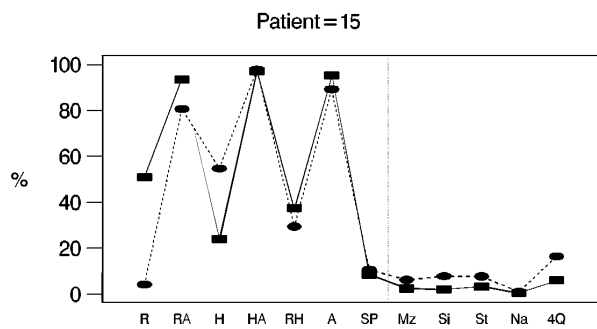
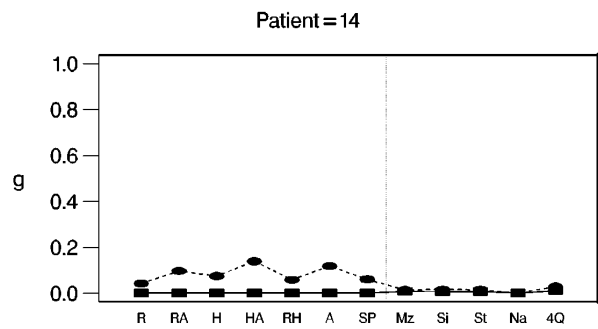
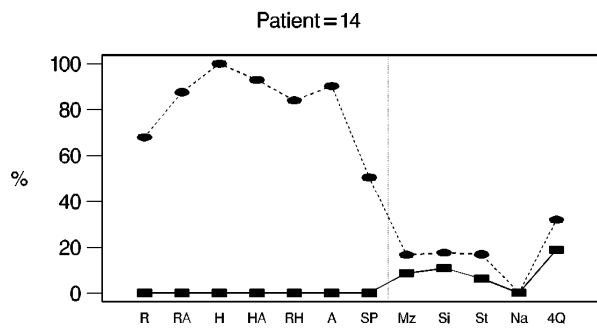
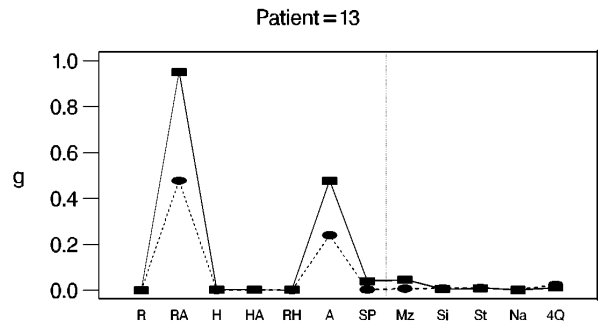
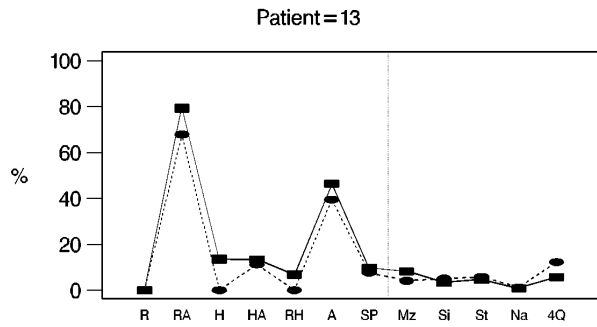
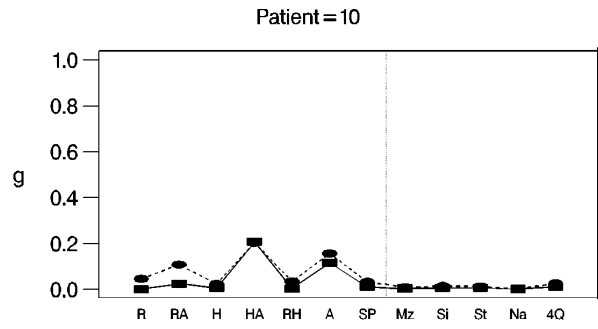
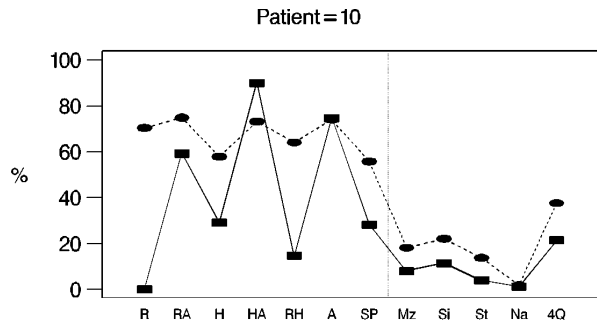
Die mittleren Verläufe und Reha-Effekte sind in Abbildungen 9 dargestellt. Die Effekte wurden mit einer ANOVA mit den zwei Repeated-Faktoren Termin und Segmente geprüft. Dabei zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt Termin nur in der Variablen Tremor-Häufigkeit, nicht aber bei der Tremor-Amplitude, und zwar sowohl für die Gesamtstichprobe (N=21) als auch für die reduzierte Stichprobe der Tremor-Patienten (N=14), d.h. multivariat kann der Reha-Effekt zumindest für die Tremorhäufigkeit als gesichert angesehen werden (bei einseitigem Testen halbieren sich die p-Werte). Werden Labor und Feld getrennt analysiert, so bleibt der Haupt-Effekt Termin bei der Häufigkeit für die Gesamtstichprobe (N=21)

in Labor und Feld für erhalten (Labor $p=.091$, Feld $p=.100$), wurde jedoch für die reduzierte Stichprobe (N=14) nur noch im Feld signifikant (Labor $p=.117$, Feld $p=.023$). Weitere Termin-Unterschiede fanden sich für die Tremor-Frequenz und die Herzfrequenz, wobei die Tremor-Frequenz im Labor von Termin 1 zu Termin 2 im Mittel eher (wenn auch nicht signifikant) zunahm, im Feld dagegen signifikant abnahm (N=21: $p=.024$; N=14: $p=.043$). Die Herzfrequenz nahm im Mittel in allen Phasen und Segmenten zu, signifikant jedoch nur im Labor (vgl. Fußnote 3).

Haupteffekte Segment waren bei allen untersuchten Variablen (meist hoch-) signifikant. Insbesondere die deutlich verminderte Tremor-Amplitude im Feld, selbst beim Mittelwert des oberen Amplituden-Quartils muß hierbei erwähnt werden. Der Mittelwert über das gesamte Standard-Protokoll ist in Bezug auf die Tremor-Amplitude eher dem Feld zuzuordnen. Labor-Feld-Unterschiede werden in einem späteren Abschnitt ausführlicher behandelt.

Die signifikante Wechselwirkung bei der Tremorhäufigkeit (nur bei reduzierter Stichprobe N=14) geht vor allem auf den mangelnden Terminunterschied im Nachtsegment zurück.





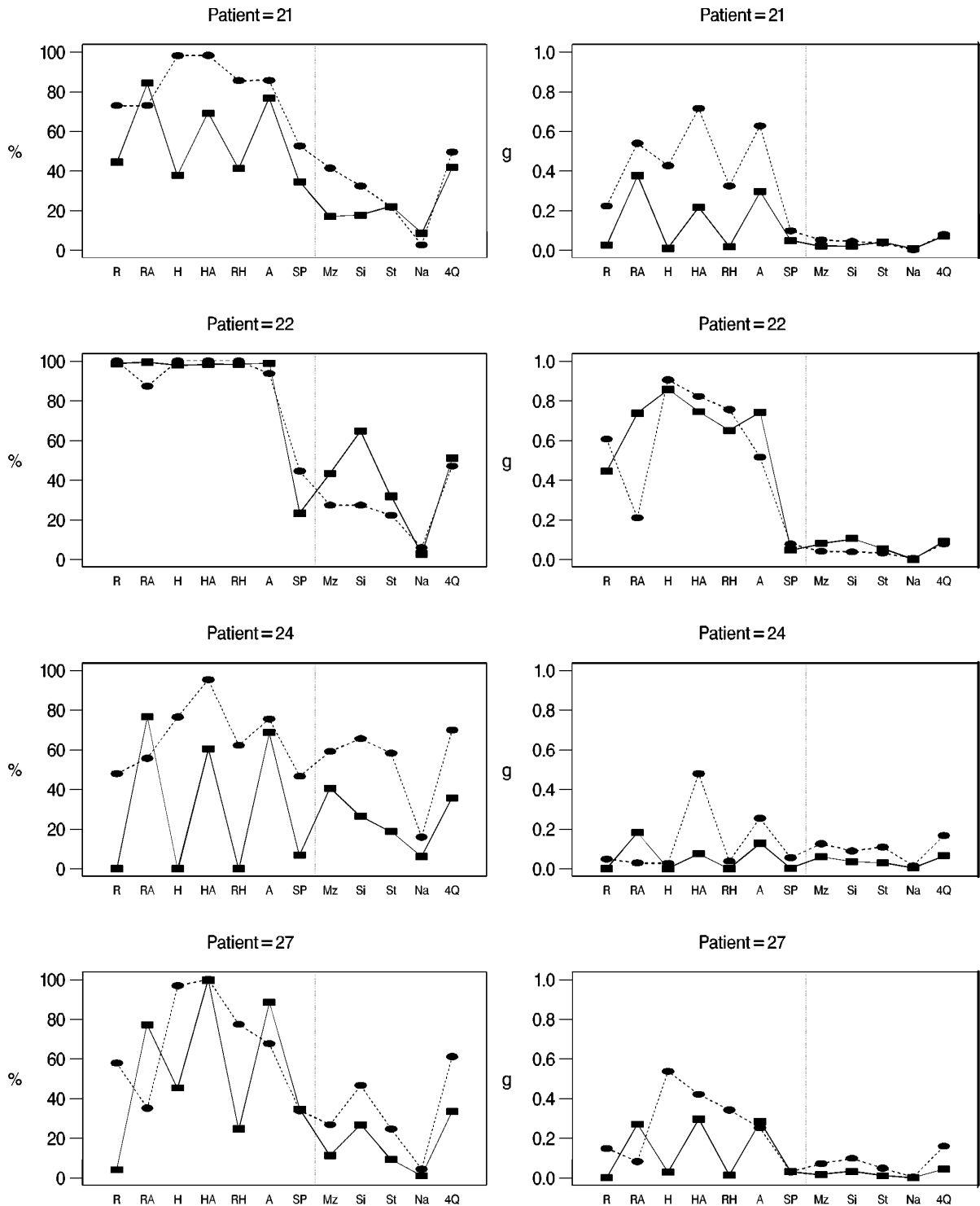


Abbildung 8: Patienten-Plots der tremor-dominanten Hand in den Laborphasen und speziellen Segmenten (Tabelle 14): links Tremor-Häufigkeit (%), rechts Tremor-Amplitude (g); gestrichelte Linien = Beginn des Klinikaufenthalts (Termin 1), durchgezogene Linien = Ende des Klinikaufenthalts (Termin 2). R=Ruhetremor, RA=Ruhetremor mit Ablenkung, H=Haltetremor, HA=Haltetremor mit Ablenkung, RH=Mittelwert Ruhe- und Haltetremor, A=Mittelwert der beiden Phasen mit Ablenkung, SP=Mittelwert des Standard-Protokolls, Mz=Mahlzeiten, Si=Sitzen im Feld ohne Mahlzeiten, St=Stehen im Feld, Na=Nacht, 4Q=viertes Quartil der Amplituden im Feld. Patienten ohne Tremor (nach Tabelle 9) wurden weggelassen.

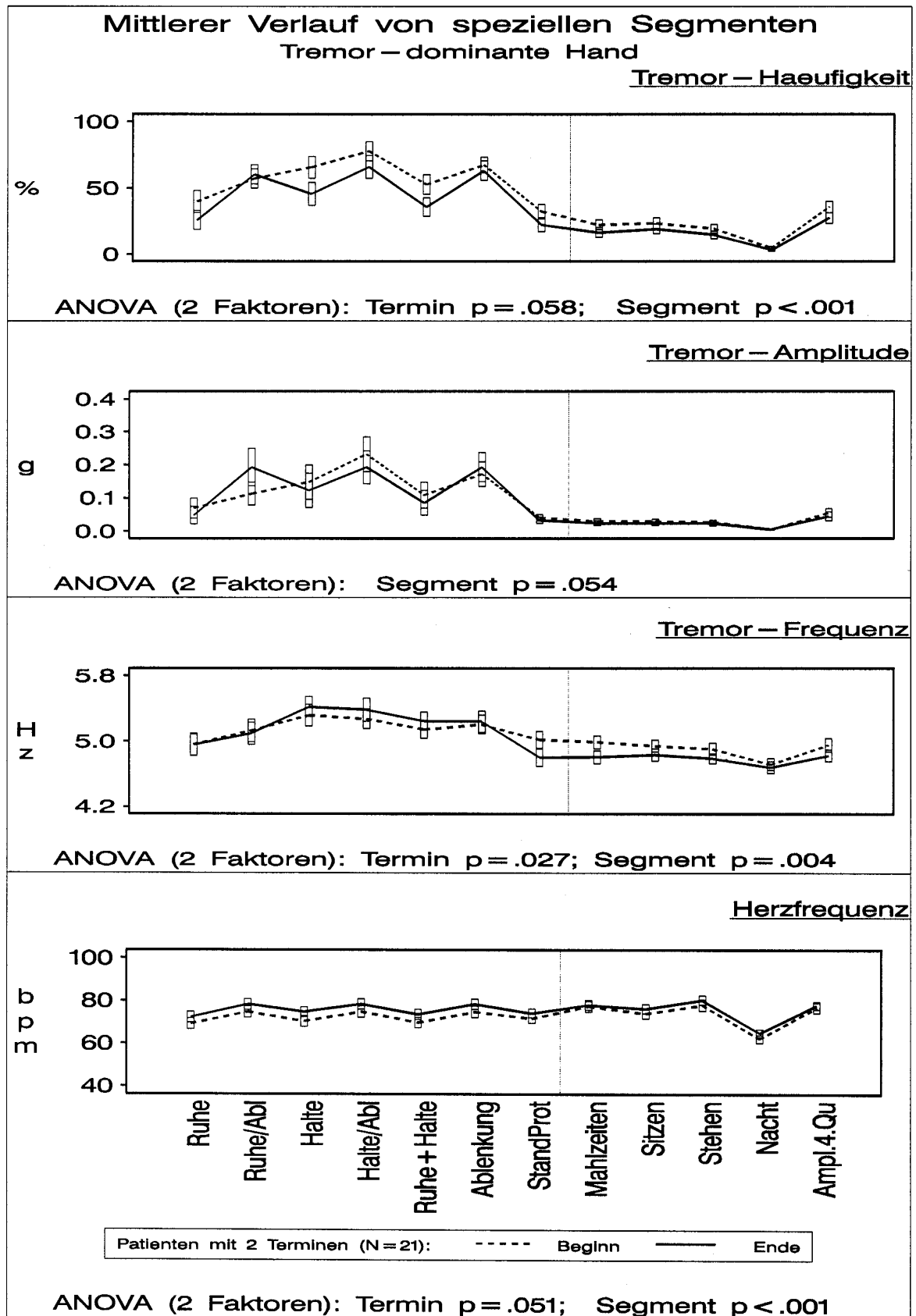


Abbildung 9a: Mittelwert-Plots mit Standardfehler der speziellen Segmente. ANOVA-Ergebnisse für die Faktoren Termin und Segmente. Stichprobe aller Patienten mit Wiederholungstermin (N=21).

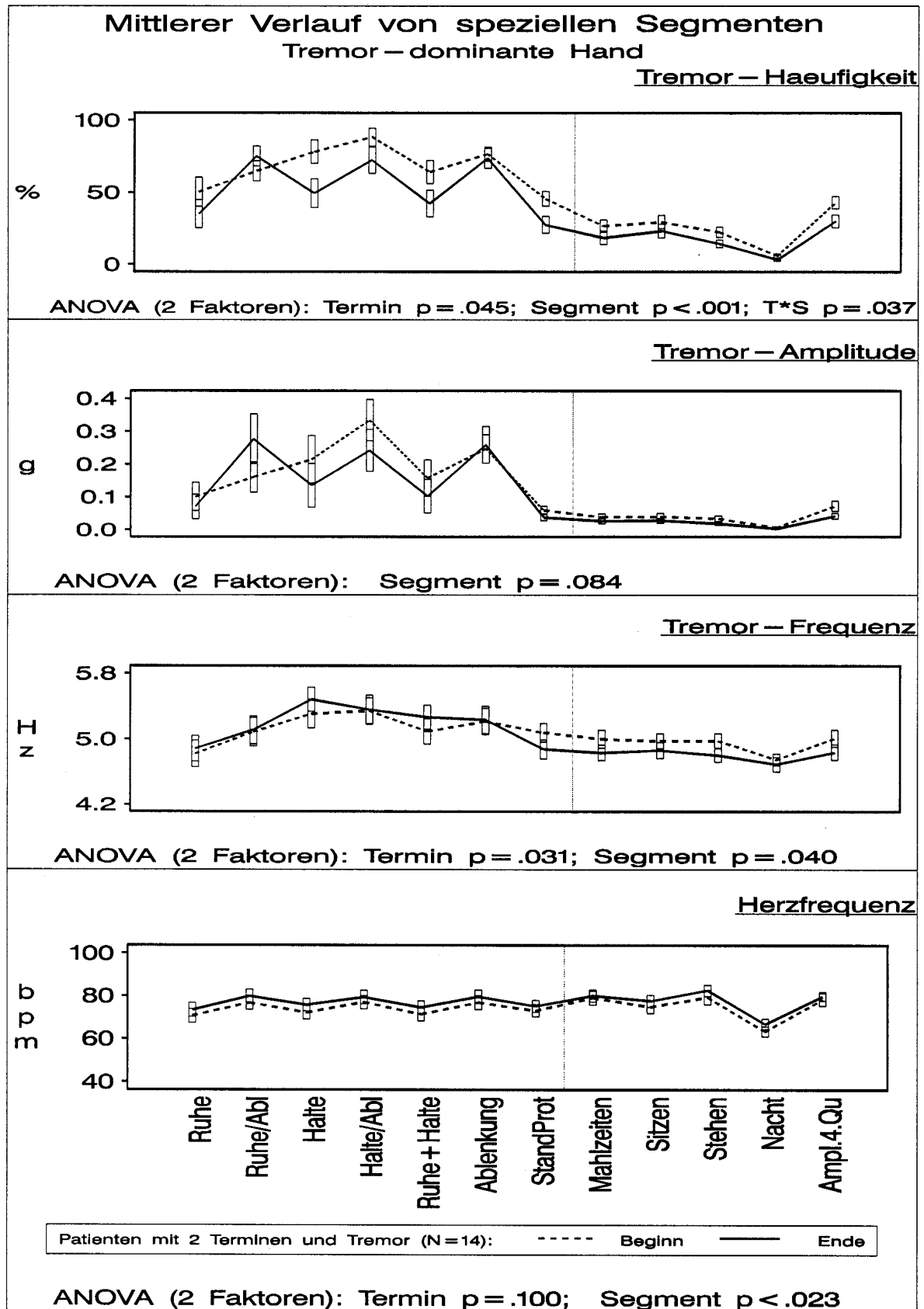
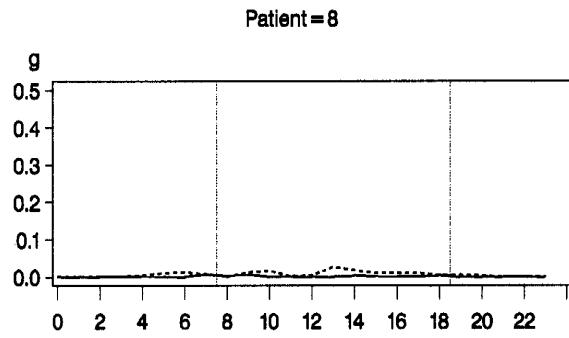
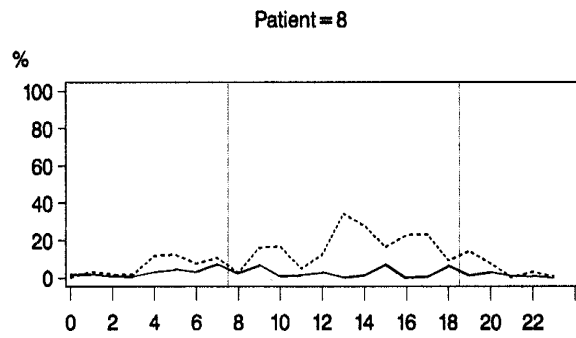
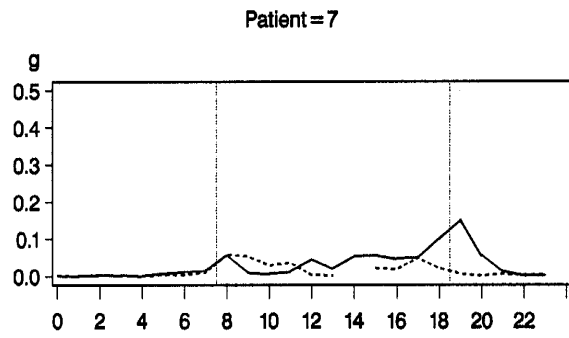
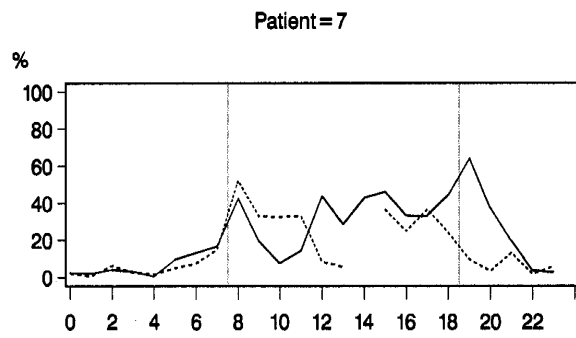
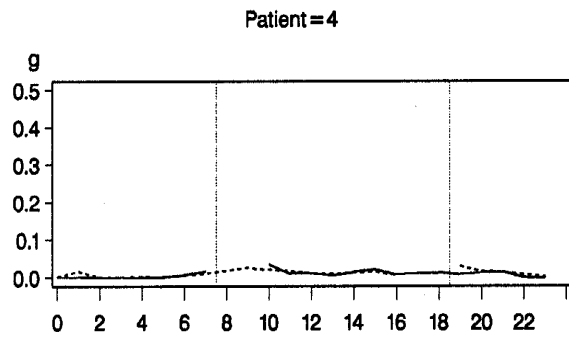
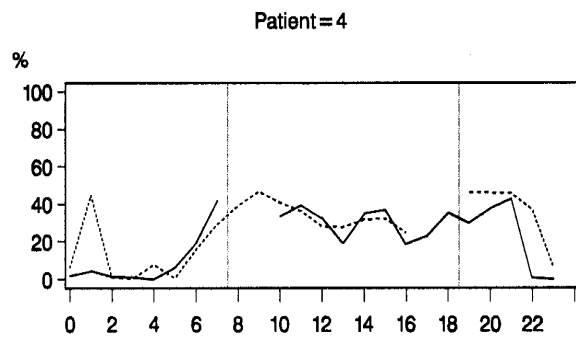
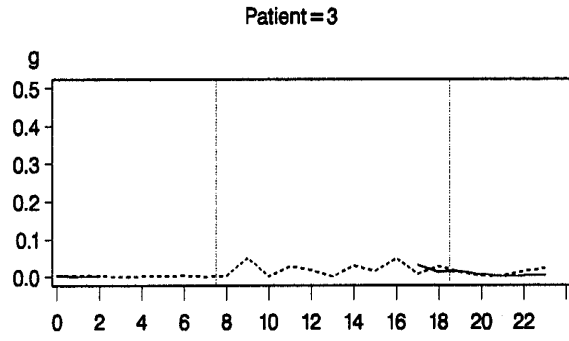
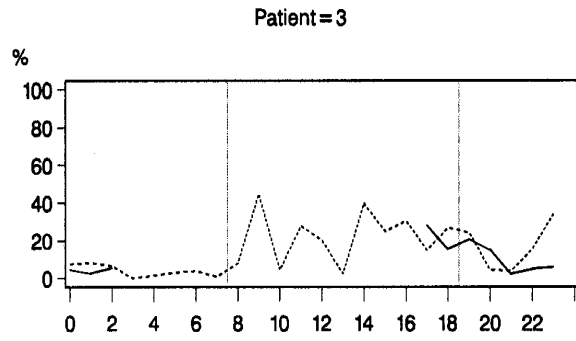
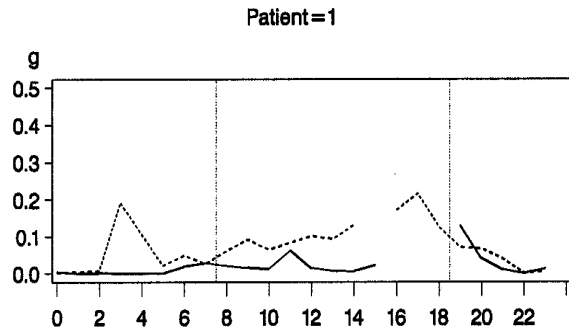
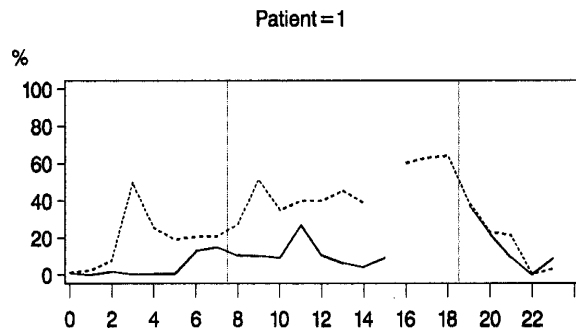
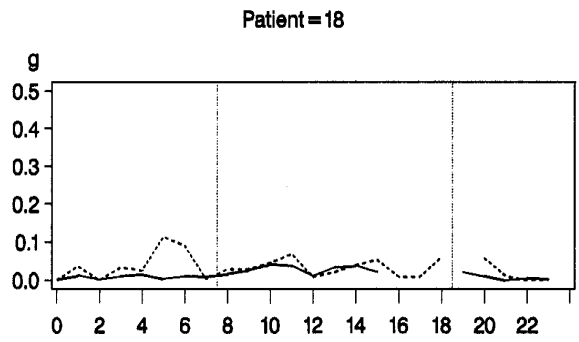
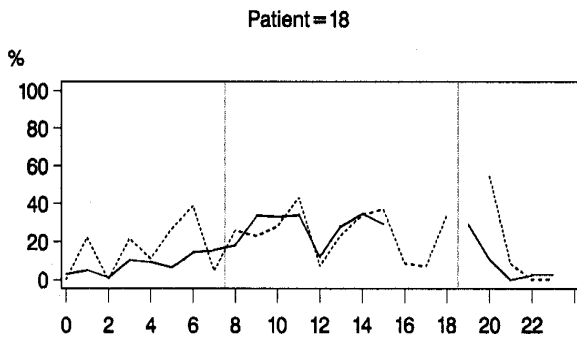
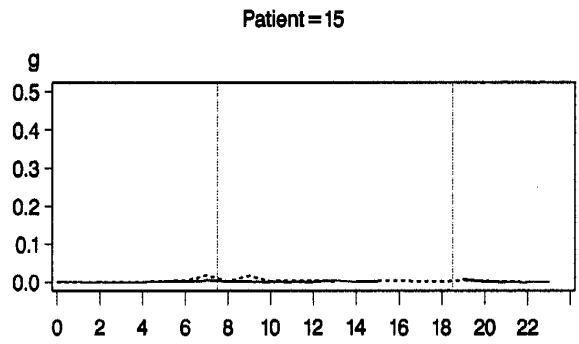
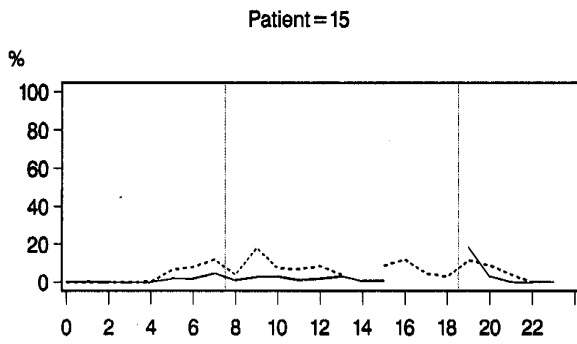
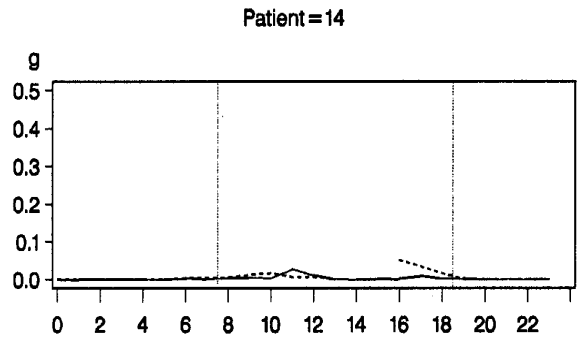
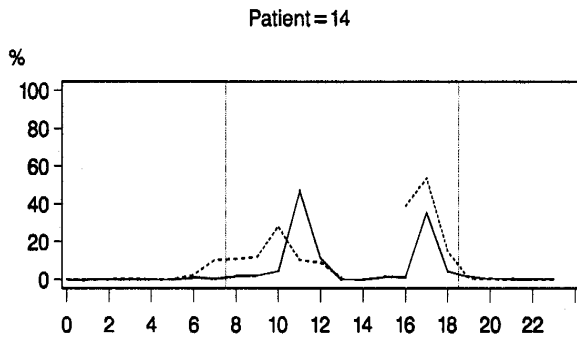
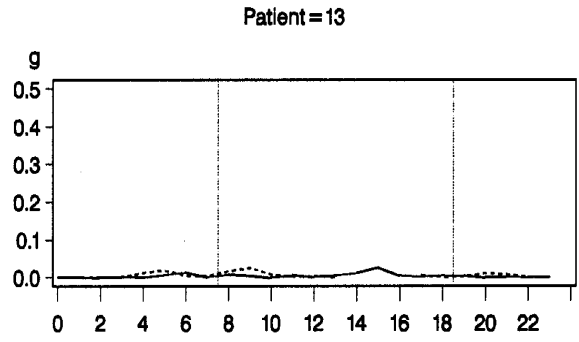
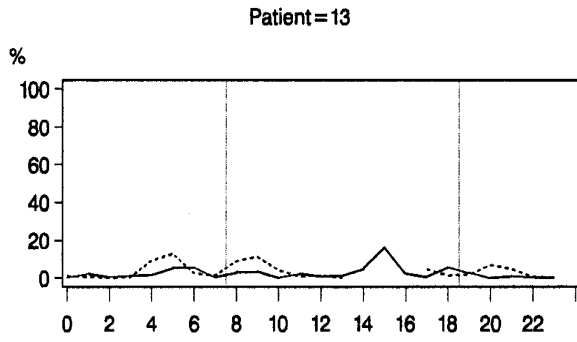
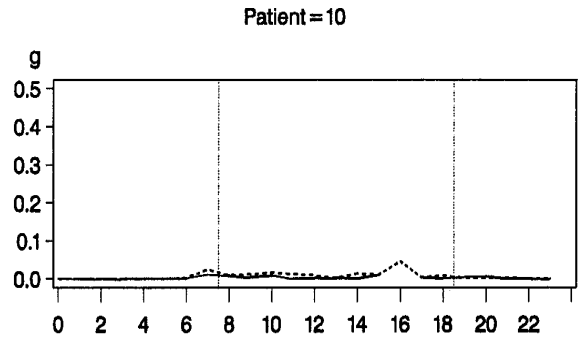
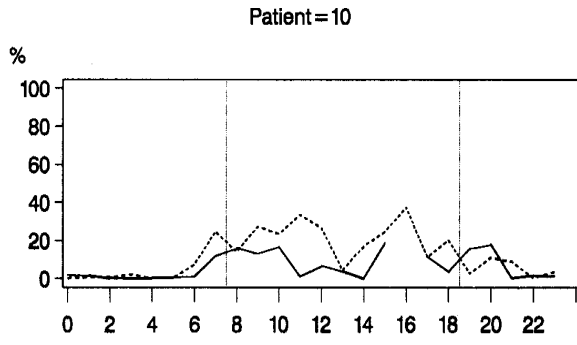


Abbildung 9b: Mittelwert-Plots mit Standardfehler der speziellen Segmente. ANOVA-Ergebnisse für die Faktoren Termin und Segmente. Stichprobe aller Patienten mit Wiederholungstermin und Tremor nach Tabelle 9 (N=14).





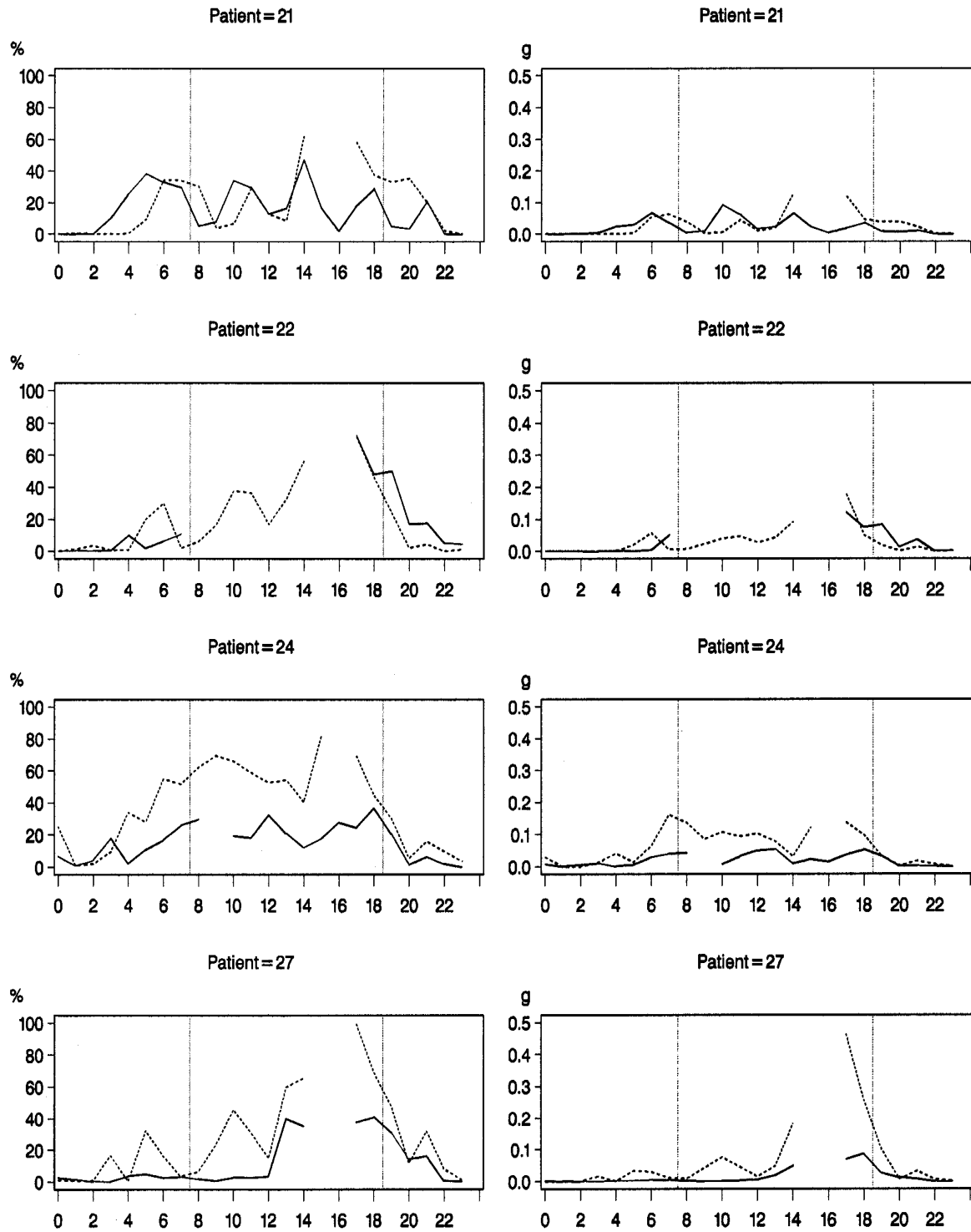


Abbildung 10: Patienten-Plots der tremor-dominanten Hand im Feld (Stunden-Plots): links Tremor-Häufigkeit (%), rechts Tremor-Amplitude (g); gestrichelte Linien = Beginn des Klinikaufenthalts (Termin 1), durchgezogene Linien = Ende des Klinikaufenthalts (Termin 2). Patienten ohne Tremor (nach Tabelle 9) wurden weggelassen.

Anmerkung: Die Skala der Tremoramplitude ist im Vergleich zu Abbildung 8 um den Faktor 2 gespreizt.

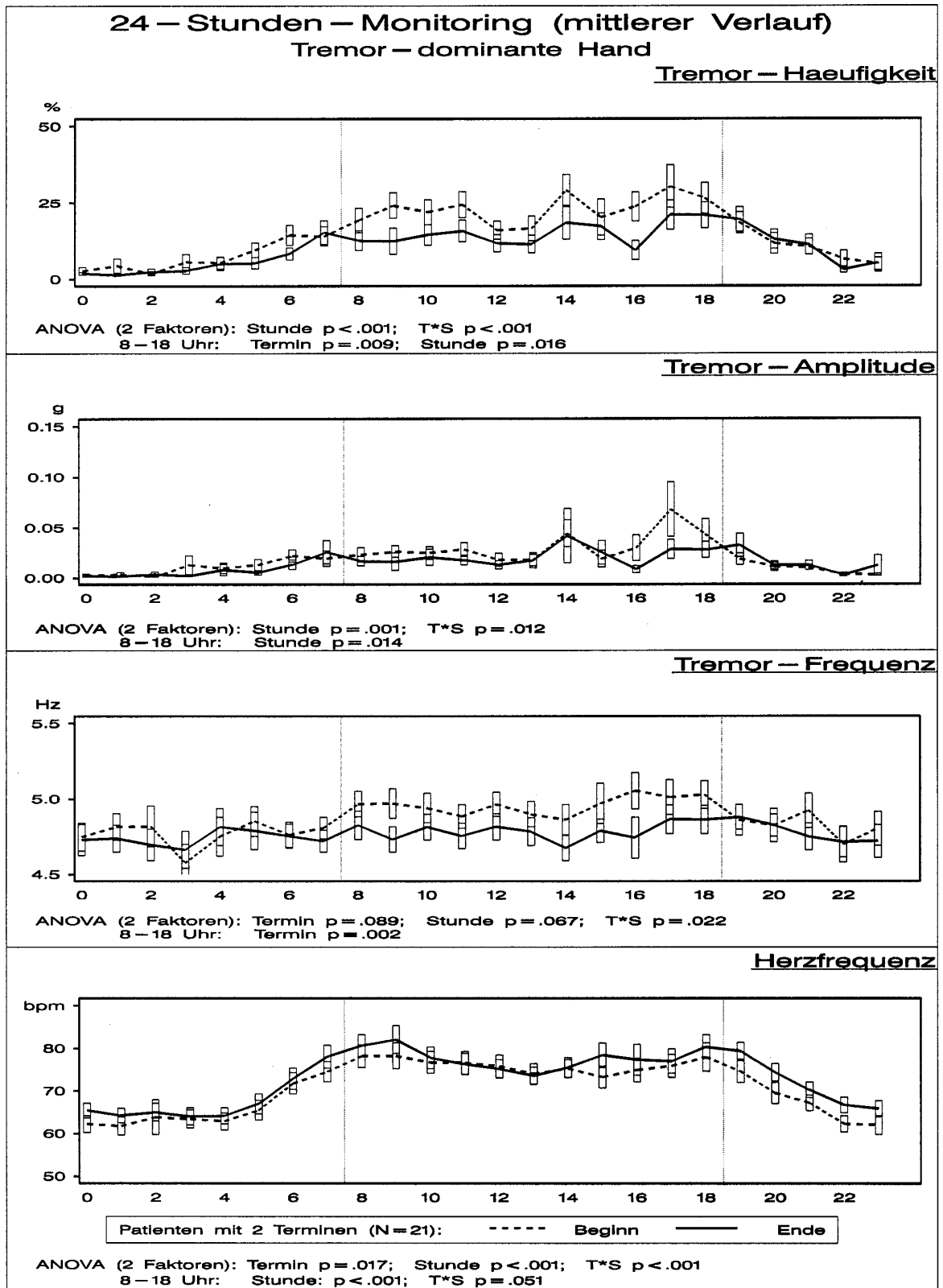


Abbildung 11a: Mittelwert-Plots mit Standardfehler des 24-Stunden-Monitorings. ANOVA-Ergebnisse für die Faktoren Termin und Stunden, einmal für den gesamten Verlauf und einmal für den Tag (8-18 Uhr). Stichprobe aller Patienten mit Wiederholungstermin (N=21).

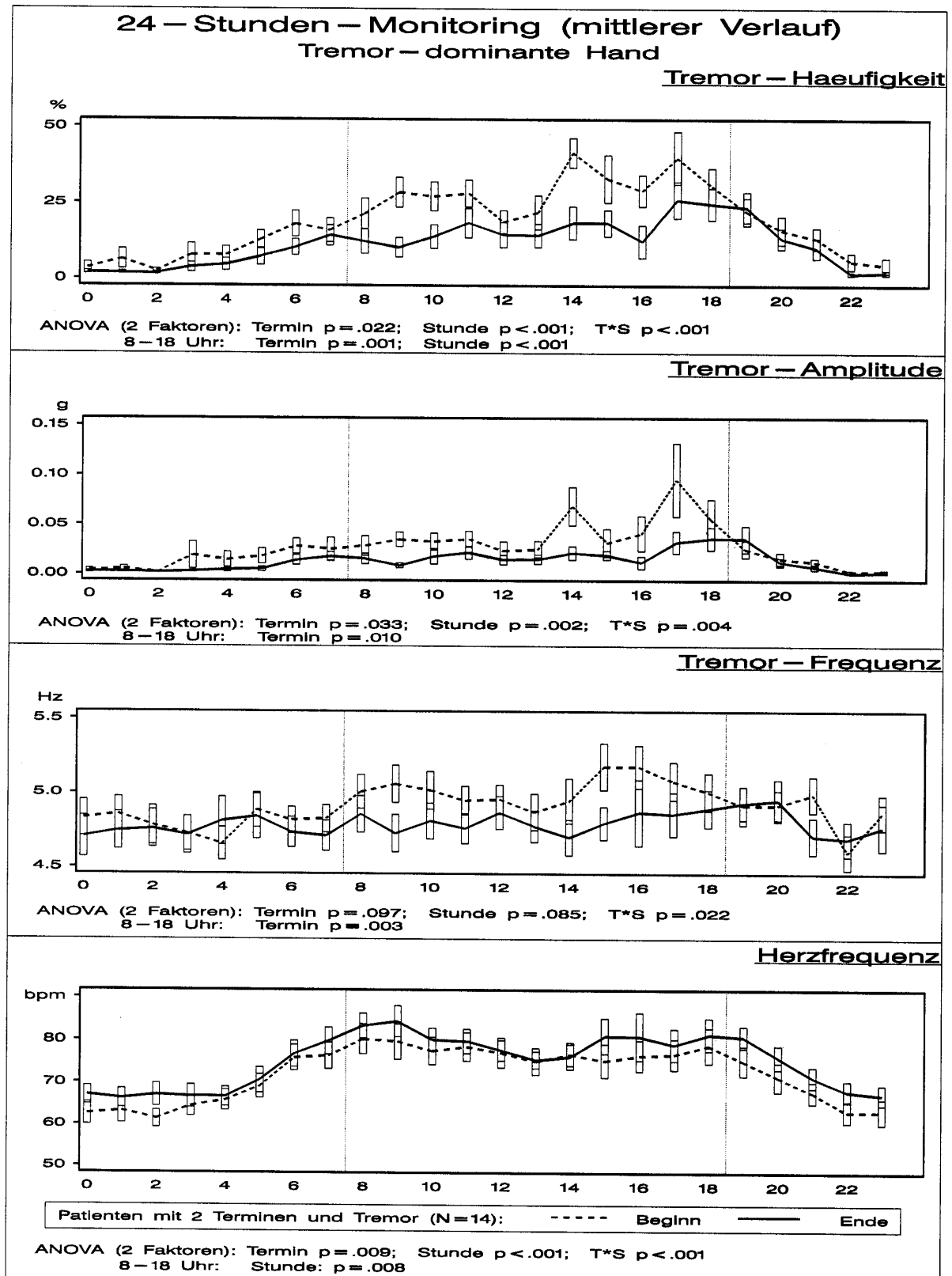


Abbildung 11b: Mittelwert-Plots mit Standardfehler des 24-Stunden-Monitorings. ANOVA-Ergebnisse für die Faktoren Termin und Stunden, einmal für den gesamten Verlauf und einmal für den Tag (8-18 Uhr). Stichprobe aller Patienten mit Wiederholungstermin und Tremor nach Tabelle 9 (N=14).

Die Abbildungen 10 enthalten, ähnlich wie Abbildung 8, Plots der einzelnen Patienten (mit Wiederholungstermin und Tremor gemäß Tabelle 9) mit Tremorhäufigkeit und Amplitude der tremor-dominanten Hand. Die „Löcher“ in den Plots rühren von verkürzten Monitoring-Zeiten (< 23 Stunden) und markieren meist den Beginn der Registrierung. Wie bereits anhand von Abbildung 8 festgestellt wurde, hatten die Patienten 1, 8, 10, 14, 18, 24 und 27 eine Reduzierung, Patient 7 einen Anstieg des Tremors von Termin 1 zu Termin 2. Die Patienten 4, 13 und 15 blieben unverändert. Einige Patienten hatten in einem der Termine zu viele fehlende Daten, sodaß eine Einstufung nicht mehr möglich war (Patient 3, 21 und 22).

Die Stundenplots des Monitoring liefern wertvolle Hinweise auf besondere Ereignisse im Tagesablauf (s.a. Abschnitt „Kasuistiken“). Besonders interessant an den Abbildungen 10 sind starke Diskrepanzen zwischen den beiden Terminen, die nicht auf den Neuigkeits-Effekt beim Beginn der Registrierung zurückzuführen werden können (Patient 1, 21, 22, 24, 27). Fünf Patienten hatten während der Nacht oder am frühen Morgen bei Termin 1 einen deutlichen Anstieg des Tremors (Patient 1, 4, 18, 22, 27). Bei allen diesen Fällen waren die Patienten aufgestanden. Beim Termin 2 schliefen diese Patienten offenbar besser oder länger, ohne zwischendurch aufzustehen. Bei vier weiteren Patienten fanden sich Anhaltspunkte für besondere Ereignisse: Patient 7 zeigte bei Termin 2 während der Essenszeiten deutliche Tremor-Anstiege. Da sich der Patient in den Labor-situationen verschlechterte (vgl. Abbildung 8), könnte man eine zunehmende Behinderung beim Essen vermuten. Patient 14 hatte bei Termin 2 in der Zeit von 10:30 bis 11 Uhr Gymnastik (bei Termin 1 10 bis 10:30 Gymnastik ohne längeres Stehen). Bei Termin 1 klagte derselbe Patient gegen 17 Uhr über vermehrtes „Zittern“. Patient 21 ging gegen 14 Uhr im Park spazieren.

Der Anstieg bei Patient 27 gegen 10 Uhr ist vermutlich auf die Gruppengymnastik zurückzuführen, von 13 bis 14 Uhr gab der Patient für beide Termine Gespräche mit Psychologen an.

In den Abbildungen 11 wurde der Tagesverlauf im Feld untersucht. Deutlich ist dabei die Absenkung der Tremor-Variablen Häufigkeit und Amplitude in den Nachtstunden und (etwas geringer) in den Stunden der Mittagsruhe (12-13 Uhr). Die Spitzen insbesondere der Tremor-Amplitude am späten Nachmittag sind auf den um diese Uhrzeit bevorzugten Beginn der Registrierung und damit auf einen Neuigkeits- und Interaktions-Effekt zurückzuführen. Mit einer ANOVA mit den zwei Repeated-Faktoren Termine und Stunden ließ sich eine signifikante Tremor-Reduzierung von Termin 1 zu 2 insbesondere während des Tags (8-18 Uhr) und insbesondere für die reduzierte Stichprobe der Tremor-Patienten ($N=14$; aus Tabelle 9) nachweisen.

Natürlich gibt es auch signifikante Effekte im Verlauf (Haupteffekt Stunde) und in der Wechselwirkung Termin*Stunde, ein Hinweis auf unterschiedliche Verläufe der Patienten.

Signifikante Termin-, Stunden- und Wechselwirkungs-Effekte gibt es ebenfalls bei der Tremor-Frequenz: insbesondere während des Tages sind die Frequenzen zum Ende des Reha-Aufenthalts geringer als zu Anfang, wenn auch in einem Bereich von weniger als 0.2 Hz. In Abbildung 9 zeigte sich außerdem (wenn auch nicht signifikant), daß diese Frequenz-Erniedrigung nur im Feld zu beobachten ist, während der Labor-Untersuchung waren die Frequenzen beim zweiten Termin eher erhöht.

Schließlich erkennt man aus den Abbildungen 9 und 10 für das 24-Stunden-Monitoring und für die speziellen Segmente die Verläufe der auch in diesem Zusammenhang wichtigen Herzfrequenz, die einen signifikanten Anstieg während des Klinikaufenthalts zeigte (insbesondere während der Nacht; vgl. auch Fußnote 3).

In Tabellen und in Verlaufs-Plots der einzelnen Patienten für die speziellen Segmente und das 24-Stunden-Monitoring konnte eine signifikante Reduktion des Tremors vom Beginn zum Ende des Klinikaufenthaltes nachgewiesen werden. Von den 14 Patienten mit Tremor und Wiederholungsmessung zeigten 7 deutliche Tremor-Abnahme, 2 Patienten eine Tremor-Zunahme. Dieser Reha-Effekt war am deutlichsten im Feldsegment der größten Amplituden

(Segment „4. Quartil“) und in den Laborphasen „Haltetremor“, für die Tremorhäufigkeit auch während des Standardprotokolls. Die Stundenplots des Monitorings bestätigten die Ergebnisse und liefern darüberhinaus wertvolle Hinweise auf besondere Ereignisse im Tagesverlauf. Multivariat ließ sich der Reha-Effekt eher für die Tremorhäufigkeit als für die Amplitude und eher für den Monitoringteil als für den Laborteil nachweisen. Die Herzfrequenz nahm vermutlich aufgrund anticholinerger Medikation signifikant zu. Die Stabilitäten der Tremor-Variablen sind, verglichen mit denen der Herzfrequenz, deutlich geringer.

Labor-Feld-Vorhersagen

Da in der Regel noch kein 24-Stunden-Monitoring der Tremoraktivität möglich sein wird, ist es eine praktisch wichtige Frage, inwieweit die Messungen des Ruhe- und Haltetremors unter standardisierten Bedingungen zur Vorhersage der Befunde im 24-Stunden-Monitoring ausreichen. Wie man aus Abbildungen 8 und 9 ersieht, weisen die Patienten in Labor und Feld eine deutlich unterschiedlich ausgeprägte Tremoraktivität auf. Im vorigen Abschnitt konnte außerdem gezeigt werden, daß die Verringerung des Tremors während des Klinikaufenthalts beim Monitoring signifikanter ausfiel als bei den Laborphasen.

Zur Beschreibung der Labor-Feld-Vorhersage eignen sich sogenannte T-Korrelationen (nach Cattell), das sind Korrelations-Koeffizienten zwischen Phasen/Segmenten, berechnet über die Patienten (Stichprobe) bei festgehaltener Variablen. Die Korrelationen zeigen an, wie weit sich die Rangreihen der Patienten (bezüglich einer bestimmten Variablen) in zwei Phasen/Segmenten gleichen, z.B. ob ein Patient, der in einer Laborphase mehr Tremor hat als ein anderer, dies auch in einem Feldsegment zeigt.

In den Tabellen 18 sind diese T-Korrelationen zusammengestellt. In jeder der Teilmatrizen sind im linken oberen Rechteck die Korrelationen innerhalb des Labors eingetragen (Konsistenz innerhalb der Laborphasen), im rechten unteren Rechteck befinden sich die Korrelationen innerhalb des Felds und rechts oben und links unten die eigentlich interessierenden Labor-Feld-Korrelationen.

Besonders wichtig sind natürlich die Ergebnisse von Tremor-Häufigkeit und Amplitude der tremor-dominanten Hand. Hier steigen die Korrelationen *innerhalb des Labors* bei den rechnerisch abhängigen

Phasen (Ruhetremor, Haltetremor mit und ohne Ablenkung vs. ihre Mittelwerte) auf über .90, liegen sonst eher im mittleren Bereich (.50 bis .70), am schwächsten sind die Korrelationen mit der Laborphase „Ruhetremor mit Ablenkung“. Sehr viel höher sind die Zusammenhänge *innerhalb der Feldsegmente* am Tag (.82 bis .97), nur das Nachtsegment zeigt eher geringe Korrelationen (.32 bis .56).

Labor-Feld-Vorhersagen gelingen bei den Tagsegmenten am besten durch die Laborphase „Haltetremor mit Ablenkung“, bei der Häufigkeit mit .56 bis .69, bei der Amplitude mit .40 bis .52. Weitere gute Prädiktoren für die Tagsegmente sind der Mittelwert der Ablenkungs-Phasen und das gemittelte Standard-Protokoll. Letzteres ist auch bester Prädiktor für das Nacht-Segment (.48 bei der Häufigkeit, .73 bei der Amplitude).

Für die multiplen Vorhersagen (Tabellen 19, linke Hälfte) wurde zuerst entweder die Phase „Mittelwert von Ruhe- und Haltetremor“ in die Analyse aufgenommen, die vermutlich am ehesten die Einschätzung des untersuchenden Arztes beeinflußt, oder die Phase „Mittelwert der beiden Phasen unter Ablenkung“, die vielleicht für das Urteil eines Psycho(physio)logen ausschlaggebend wäre. Im zweiten Schritt wurden dann beide Diagnose-Segmente als Prädiktor verwendet, wobei die Zunahme (Inkrement) getestet wurde. Die rechte Hälfte der Tabellen 19 enthalten die Ergebnisse der schrittweisen multiplen Regression mit allen verfügbaren Labor-Segmenten als mögliche Prädiktoren.

Bei den Tag-Segmenten war die Vorhersage durch die Laborphase „Mittelwert aus Ruhe- und Haltetremor“ eher unzureichend, alle Inkremente bei Hinzunahme des „Mittelwert der Ablenkungsphasen“ waren hoch-signifikant. Umgekehrt, wenn man zuerst die Ablenkungsphasen in die

Analyse einführte, waren alle Inkremente durch die Ruhe-Halte-Phase nicht signifikant. Die multiplen Korrelationen lagen für die Tagsegmente bei .58 bis .68 für die Häufigkeit und .48 bis .56 bei der Amplitude. Das Nachtsegment ist durch diese beiden Laborphasen nicht ausreichend vorhersagbar (.31, bzw. .29).

Bei der schrittweisen multiplen Regression ging bei den Tagsegmenten in die Vorhersage der Tremorhäufigkeit als erste Laborphase der Haltetremor unter Ablenkung ein, gefolgt vom gemittelten Standard-Protokoll, jedoch mit eher schwach signifikanten Inkrementen. Weitere Prädiktoren erbrachten keine bessere Vorhersage. Die multiplen Korrelationen stiegen auf .63 bis .76. Bei den Tremoramplituden wurden drei Tagsegmente (außer Mahlzeiten) durch den Mittelwert der beiden Ablenkungsphasen am besten vorhergesagt, andere Laborphasen erhöhten die Vorhersage nicht signifikant. Bei den Mahlzeiten spielt offenbar der Haltetremor mit und ohne Ablenkung die zentrale Rolle. Die (multiplen) Korrelationen reichten von .43 bis .63. Das Nachtsegment wurde am besten durch das gemittelte Standard-Protokoll vorhergesagt, das ja als einzige Laborphase Abschnitte der Ruhe im Liegen enthält. Bei der Tremoramplitude kamen noch die Laborphasen des Ruhetremors mit und ohne Ablenkung hinzu. Die (multiplen) Korrelationen lagen bei .48 und .80.

Die korrelativen Analysen wurden ergänzt durch Mittelwert-Vergleiche von Standard

protokoll-Phasen mit Feldsegmenten mit entsprechenden Körperlagen (gemäß hierarchischer Klassifikation). Abbildung 12 zeigt das Absinken des Tremors in den Liege-Segmenten, und starken Anstieg der Amplitude im Gehen (ANOVA-Haupteffekt Segmente alle signifikant). Insgesamt scheinen die Verläufe in Labor und Feld ähnlich zu sein (ANOVA Wechselwirkung Labor-Feld*Segmente nur bei Häufigkeit signifikant), wenn auch auf niedrigerem Niveau im Feld (ANOVA-Haupteffekt Labor-Feld z.T. hoch signifikant). Interessant auch das stärkere Absinken der Herzfrequenz während der Nacht verglichen mit den Liege-Segmenten im Labor.

Die Anschauung im Bild wird gestützt durch die Einzel-Tests in Tabelle 20. Hier sind für den Anfangs-Termin für jedes Segment der hierarchischen Klassifikation Mittelwerte und Standardabweichungen jeweils für das Labor- und das Feld-Segment eingetragen und auf Gleichheit getestet (Tests für verbundene Stichproben), sowie der Korrelationskoeffizient zur Beurteilung der Rangreihen-Stabilität. Signifikant niedrigeren Tremor gibt es im Stehen und in den Liegen-Segmenten, weniger im Sitzen und beim Gehen. Kaum Änderungen zeigt erwartungsgemäß die Tremor-Frequenz, die auch die höchsten Korrelationen aufweist. Insgesamt ist, verglichen mit der Herzfrequenz, die Vorhersage von Feldsegmenten aus den bezüglich der Körperlage vergleichbaren Laborsegmenten eher schwach und uneinheitlich.

Tabelle 18: T-Korrelationen zwischen speziellen Segmenten (Termin 1, N=30, einseitig: $p < .05$ $r = .31$, $p < .01$ $r = .42$) und Stabilität (N=20, einseitig: $p < .05$ $r = .38$, $p < .01$ $r = .52$).

		Tremorhäufigkeit (dominante Hand).												r_{tt}
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Ruhetremor	1	.38	.67	.53	.92	.52	.69	.35	.36	.42	.19	.46	.15
2	Ruhetremor mit Ablenkung	.38	1	.21	.52	.32	.88	.39	.33	.41	.38	.21	.44	.14
3	Haltetremor	.67	.21	1	.77	.91	.56	.66	.55	.51	.48	.25	.55	.46
4	Haltetremor mit Ablenkung	.53	.52	.77	1	.71	.87	.59	.62	.62	.56	.30	.69	.73
5	Ruhe- und Haltetremor	.92	.32	.91	.71	1	.59	.74	.49	.48	.49	.24	.55	.29
6	Ablenkungs-Phasen	.52	.88	.56	.87	.59	1	.56	.55	.59	.54	.29	.65	.49
7	Standardprotokoll	.69	.39	.66	.59	.74	.56	1	.58	.61	.55	.48	.67	.46
8	Mahlzeiten	.35	.33	.55	.62	.49	.55	.58	1	.90	.89	.51	.84	.59
9	Sitzen ohne Mahlzeiten	.36	.41	.51	.62	.48	.59	.61	.90	1	.91	.48	.93	.45
10	Stehen	.42	.38	.48	.56	.49	.54	.55	.89	.91	1	.47	.86	.36
11	Nacht	.19	.21	.25	.30	.24	.29	.48	.51	.48	.47	1	.56	.35
12	4.Quartil von Amplitude	.46	.44	.55	.69	.55	.65	.67	.84	.93	.86	.56	1	.59

Tremoramplitude (dominante Hand).

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	r _{tt}
1	Ruhetremor	1	.33	.88	.74	.95	.68	.44	.25	.19	.16	.10	.22	.70
2	Ruhetremor mit Ablenkung	.33	1	.28	.44	.30	.76	.29	.32	.39	.33	-.03	.34	.74
3	Haltetremor	.88	.28	1	.84	.98	.73	.59	.24	.25	.16	.31	.32	.57
4	Haltetremor mit Ablenkung	.74	.44	.84	1	.83	.92	.69	.52	.47	.40	.41	.51	.56
5	Ruhe- und Haltetremor	.95	.30	.98	.83	1	.73	.56	.25	.23	.17	.24	.29	.64
6	Ablenkungs-Phasen	.68	.76	.73	.92	.73	1	.63	.52	.52	.43	.28	.52	.66
7	Standardprotokoll	.44	.29	.59	.69	.56	.63	1	.41	.30	.43	.73	.42	.34
8	Mahlzeiten	.25	.32	.24	.52	.25	.52	.41	1	.82	.88	.41	.85	.33
9	Sitzen ohne Mahlzeiten	.19	.39	.25	.47	.23	.52	.30	.82	1	.85	.32	.97	.33
10	Stehen	.16	.33	.16	.40	.17	.43	.43	.88	.85	1	.49	.89	.05
11	Nacht	.10	-.03	.31	.41	.24	.28	.73	.41	.32	.49	1	.49	.09
12	4.Quartil von Amplitude	.22	.34	.32	.51	.29	.52	.42	.85	.97	.89	.49	1	.19

Tremorfrequenz (dominante Hand).

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	r _{tt}
1	Ruhetremor	1	.79	.59	.60	.90	.79	.48	.52	.37	.33	.19	.50	.53
2	Ruhetremor mit Ablenkung	.79	1	.60	.64	.72	.91	.56	.46	.43	.37	.12	.47	.71
3	Haltetremor	.59	.60	1	.83	.89	.77	.35	.70	.57	.70	.65	.69	.70
4	Haltetremor mit Ablenkung	.60	.64	.83	1	.76	.91	.30	.46	.36	.44	.36	.46	.67
5	Ruhe- und Haltetremor	.90	.72	.89	.76	1	.82	.51	.70	.59	.60	.53	.70	.68
6	Ablenkungs-Phasen	.79	.91	.77	.91	.82	1	.45	.52	.37	.41	.26	.48	.77
7	Standardprotokoll	.48	.56	.35	.30	.51	.45	1	.46	.72	.54	.44	.70	.75
8	Mahlzeiten	.52	.46	.70	.46	.70	.52	.46	1	.67	.83	.55	.68	.53
9	Sitzen ohne Mahlzeiten	.37	.43	.57	.36	.59	.37	.72	.67	1	.83	.68	.88	.68
10	Stehen	.33	.37	.70	.44	.60	.41	.54	.83	.83	1	.71	.87	.56
11	Nacht	.19	.12	.65	.36	.53	.26	.44	.55	.68	.71	1	.73	.77
12	4.Quartil von Amplitude	.50	.47	.69	.46	.70	.48	.70	.68	.88	.87	.73	1	.80

Tremorhäufigkeit (nicht-dominante Hand).

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	r _{tt}
1	Ruhetremor	1	.67	.57	.44	.87	.60	.66	.30	.29	.39	.40	.38	.37
2	Ruhetremor mit Ablenkung	.67	1	.46	.61	.63	.87	.65	.32	.19	.17	.30	.29	.59
3	Haltetremor	.57	.46	1	.72	.90	.67	.63	.25	.20	.31	.39	.39	.35
4	Haltetremor mit Ablenkung	.44	.61	.72	1	.66	.92	.52	.47	.39	.45	.32	.47	.72
5	Ruhe- und Haltetremor	.87	.63	.90	.66	1	.72	.73	.31	.27	.39	.44	.44	.38
6	Ablenkungs-Phasen	.60	.87	.67	.92	.72	1	.64	.45	.33	.37	.35	.43	.71
7	Standardprotokoll	.66	.65	.63	.52	.73	.64	1	.49	.50	.46	.47	.65	.40
8	Mahlzeiten	.30	.32	.25	.47	.31	.45	.49	1	.77	.80	.23	.75	.58
9	Sitzen ohne Mahlzeiten	.29	.19	.20	.39	.27	.33	.50	.77	1	.85	.25	.88	.45
10	Stehen	.39	.17	.31	.45	.39	.37	.46	.80	.85	1	.35	.84	.60
11	Nacht	.40	.30	.39	.32	.44	.35	.47	.23	.25	.35	1	.47	.39
12	4.Quartil von Amplitude	.38	.29	.39	.47	.44	.43	.65	.75	.88	.84	.47	1	.65

Tremoramplitude (nicht-dominante Hand).

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	r _{tt}
1	Ruhetremor	1	.91	.18	.27	.79	.76	.30	.06	.01	.10	.19	.05	.09
2	Ruhetremor mit Ablenkung	.91	1	.09	.32	.67	.85	.31	.06	.02	.13	.13	.08	.36
3	Haltetremor	.18	.09	1	.82	.74	.51	.42	.33	.08	.28	.65	.24	.86
4	Haltetremor mit Ablenkung	.27	.32	.82	1	.69	.77	.30	.32	.14	.24	.56	.24	.64
5	Ruhe- und Haltetremor	.79	.67	.74	.69	1	.83	.47	.25	.06	.24	.54	.19	.57
6	Ablenkungs-Phasen	.76	.85	.51	.77	.83	1	.38	.22	.09	.22	.40	.18	.79
7	Standardprotokoll	.30	.31	.42	.30	.47	.38	1	.51	.54	.48	.48	.58	.20
8	Mahlzeiten	.06	.06	.33	.32	.25	.22	.51	1	.72	.82	.41	.82	.51
9	Sitzen ohne Mahlzeiten	.01	.02	.08	.14	.06	.09	.54	.72	1	.76	.32	.90	.43
10	Stehen	.10	.13	.28	.24	.24	.22	.48	.82	.76	1	.47	.91	.68
11	Nacht	.19	.13	.65	.56	.54	.40	.48	.41	.32	.47	1	.48	.30
12	4.Quartil von Amplitude	.05	.08	.24	.24	.19	.18	.58	.82	.90	.91	.48	1	.61

Tremorfrequenz (nicht-dominante Hand).														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	r _{tt}
1	Ruhetremor	1	.57	.67	.79	.93	.72	.70	.69	.41	.58	.37	.49	1.0
2	Ruhetremor mit Ablenkung	.57	1	.64	.59	.63	.92	.62	.35	.47	.44	.52	.49	.45
3	Haltetremor	.67	.64	1	.74	.93	.80	.34	.60	.61	.59	.47	.63	.39
4	Haltetremor mit Ablenkung	.79	.59	.74	1	.73	.92	.45	.33	.57	.26	.28	.53	.29
5	Ruhe- und Haltetremor	.93	.63	.93	.73	1	.79	.36	.60	.51	.56	.44	.56	.34
6	Ablenkungs-Phasen	.72	.92	.80	.92	.79	1	.57	.43	.63	.38	.49	.58	.32
7	Standardprotokoll	.70	.62	.34	.45	.36	.57	1	.35	.53	.35	.24	.55	.64
8	Mahlzeiten	.69	.35	.60	.33	.60	.43	.35	1	.62	.83	.55	.70	.49
9	Sitzen ohne Mahlzeiten	.41	.47	.61	.57	.51	.63	.53	.62	1	.62	.50	.80	.55
10	Stehen	.58	.44	.59	.26	.56	.38	.35	.83	.62	1	.54	.81	.70
11	Nacht	.37	.52	.47	.28	.44	.49	.24	.55	.50	.54	1	.60	.71
12	4.Quartil von Amplitude	.49	.49	.63	.53	.56	.58	.55	.70	.80	.81	.60	1	.78

Herzfrequenz.														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	r _{tt}
1	Ruhetremor	1	.90	.98	.90	1	.91	.96	.75	.85	.76	.81	.82	.85
2	Ruhetremor mit Ablenkung	.90	1	.92	.96	.91	.99	.91	.79	.87	.82	.74	.87	.82
3	Haltetremor	.98	.92	1	.94	.99	.94	.97	.76	.86	.77	.83	.84	.81
4	Haltetremor mit Ablenkung	.90	.96	.94	1	.92	.99	.94	.83	.91	.85	.80	.90	.83
5	Ruhe- und Haltetremor	1	.91	.99	.92	1	.93	.97	.76	.86	.77	.82	.83	.83
6	Ablenkungs-Phasen	.91	.99	.94	.99	.93	1	.94	.82	.90	.84	.78	.90	.83
7	Standardprotokoll	.96	.91	.97	.94	.97	.94	1	.79	.88	.81	.77	.87	.83
8	Mahlzeiten	.75	.79	.76	.83	.76	.82	.79	1	.91	.95	.65	.91	.61
9	Sitzen ohne Mahlzeiten	.85	.87	.86	.91	.86	.90	.88	.91	1	.93	.79	.97	.76
10	Stehen	.76	.82	.77	.85	.77	.84	.81	.95	.93	1	.62	.95	.65
11	Nacht	.81	.74	.83	.80	.82	.78	.77	.65	.79	.62	1	.73	.80
12	4.Quartil von Amplitude	.82	.87	.84	.90	.83	.90	.87	.91	.97	.95	.73	1	.62

Tabelle 19: Multiple Regressionen von Laborphasen auf spezielle Feldsegmente: Feste Auswahl der Laborphasen „Mittelwert von Ruhe- und Haltetremor“ plus „Mittelwert von Ruhe- und Haltetremor mit Ablenkung“; beste Auswahl nach SAS[®] proc reg, Option stepwise (maximal drei Prädiktoren; slentry=slstay=0.15). Termin 1, N=30.

Tremorhäufigkeit (dominante Hand)						
Feld-Segment		feste Auswahl (Ruhe+Halte ohne/mit Ablenkung)			beste Auswahl (stepwise)	
Mahlzeiten		Ruhe+Halte	Ablenkung	Ruhe+Halte Ablenkung	Halte/Abl.	Halte/Abl. StandProt
	r/R	.49	.55	.59	.62	.67
	p	.0055	.0018	.0033	.0002	.0003
Sitzen ohne Mahlzeiten	p _{INKR}	.1777	.0415			.0833
	r/R	.48	.59	.61	.62	.69
	p	.0079	.0006	.0018	.0003	.0002
Stehen	p _{INKR}	.3200	.0191			.0365
	r/R	.49	.54	.58	.56	.63
	p	.0056	.0020	.0036	.0012	.0012
	p _{INKR}	.1854	.0552			.0610

Tabelle 19: (Fortsetzung)

Tremorhäufigkeit (dominante Hand)						
Feld-Segment		feste Auswahl (Ruhe+Halte ohne/mit Ablenkung)			beste Auswahl (stepwise)	
Nacht	r/R p p _{PINKR}	Ruhe+Halte	Ablenkung	Ruhe+Halte Ablenkung	StandProt	
		.24	.28	.31	.48	
		.1938	.1169	.2660	.0077	
		.4800	.2932			
4.Quartil von Amplitude	r/R p p _{PINKR}	Ruhe+Halte	Ablenkung	Ruhe+Halte Ablenkung	Halte/Abl.	Halte/Abl. StandProt
		.55	.65	.68	.69	.76
		.0016	<.0001	.0002	<.0001	<.0001
		.1652	.0085			.0161

Tremoramplitude (dominante Hand)						
Feld-Segment		feste Auswahl (Ruhe+Halte ohne/mit Ablenkung)			beste Auswahl (stepwise)	
Mahlzeiten	r/R p p _{PINKR}	Ruhe+Halte	Ablenkung	Ruhe+Halte Ablenkung	Halte/Abl.	Halte/Abl. Haltetremor
		.25	.52	.55	.52	.63
		.1806	.0033	.0071	.0032	.0011
		.2743	.0052			.0233
Sitzen ohne Mahlzeiten	r/R p p _{PINKR}	Ruhe+Halte	Ablenkung	Ruhe+Halte Ablenkung	Ablenkung	
		.23	.52	.56	.52	
		.2137	.0035	.0065	.0035	
		.2009	.0037			
Stehen	r/R p p _{PINKR}	Ruhe+Halte	Ablenkung	Ruhe+Halte Ablenkung	Ablenkung	
		.17	.43	.48	.43	
		.3801	.0172	.0264	.0172	
		.2151	.0125			
Nacht	r/R p p _{PINKR}	Ruhe+Halte	Ablenkung	Ruhe+Halte Ablenkung	StandProt	StandProt Ruhe/Abl.
		.24	.28	.29	.73	.77
		.1966	.1302	.3126	<.0001	<.0001
		.6868	.3884			.0535
4.Quartil von Amplitude	r/R p p _{PINKR}	Ruhe+Halte	Ablenkung	Ruhe+Halte Ablenkung	StandProt	StandProt Ruhe/Abl. Ruhetremor
		.29	.52	.54	.73	.80
		.1211	.0032	.0098	<.0001	<.0001
		.3802	.0089			.0733

Tremorfrequenz (dominante Hand)						
Feld-Segment		feste Auswahl (Ruhe+Halte ohne/mit Ablenkung)			beste Auswahl (stepwise)	
Mahlzeiten	r/R p p _{PINKR}	Ruhe+Halte	Ablenkung	Ruhe+Halte Ablenkung	Ruhe+Halte	.
		.69	.53	.70	.68	
		<.0001	.0047	.0003	.0007	
		.0046	.4320			
Sitzen ohne Mahlzeiten	r/R p p _{PINKR}	Ruhe+Halte	Ablenkung	Ruhe+Halte Ablenkung	Ablenkung	Ablenkung StandProt
		.59	.37	.62	.65	.74
		.0012	.0597	.0029	.0015	.0009
		.0050	.2445			.0367

Tabelle 19: (Fortsetzung)

Tremorfrequenz (dominante Hand)							
Feld-Segment		feste Auswahl (Ruhe+Halte ohne/mit Ablenkung)			beste Auswahl (stepwise)		
Stehen		Ruhe+Halte	Ablenkung	Ruhe+Halte Ablenkung	Halte/Abl.	Halte/Abl. StandProt	
	r/R	.60	.42	.61	.75	.81	
	p	.0010	.0283	.0040	<.0001	<.0001	
	p _{INKR}	.0112	.5096			.0380	
Nacht		Ruhe+Halte	Ablenkung	Ruhe+Halte Ablenkung	Halte/Abl.		
	r/R	.53	.33	.56	.60		
	p	.0043	.0943	.0102	.0039		
	p _{INKR}	.0127	.2959				
4.Quartil von Amplitude		Ruhe+Halte	Ablenkung	Ruhe+Halte Ablenkung	Ablenkung	Ablenkung StandProt	Ablenkung StandProt Haltetremor
	r/R	.70	.49	.71	.71	.77	.82
	p	<.0001	.0101	.0002	.0003	.0003	.0002
	p _{INKR}	.0018	.4220			.0603	.0556

Anmerkung: (R) r = (multipler) Korrelationskoeffizient; p_{INKR}=p-Wert für Zuwachs (bei fester Auswahl: Test bei Hinzunahme dieses Prädiktors zum 1. (=anderen) Prädiktor; bei stepwise Auswahl: Test zum vorigen Schritt). Wegen unterschiedlicher Anzahl fehlender Daten (feste Auswahl: N=27; stepwise Auswahl: N=21) ergeben sich unterschiedliche Korrelationen.

Tabelle 20: Labor-Feld-Vergleich der Körperlagen und Bewegung: Mittelwerte, Standardabweichungen und Korrelation von Phasen/Segmenten mit vergleichbarer Körperlage und Bewegung; Anfangs-Termin.

	N	Mittelwerte			Standardabweichg.			
		Labor	Feld	p	Labor	Feld	p	Korr r
Sitzen (109±72 Min) ^a								
Häufigkeit (%), dominante Hand	29	32.6	23.8	.235	39.2	19.8	.001	.29
Amplitude (g), dominante Hand	29	0.04	0.02	.248	0.10	0.02	.001	-.02
Frequenz (Hz), dominante Hand	18	5.0	5.0	.885	0.7	0.5	.041	.81
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	29	14.9	13.4	.819	30.5	13.1	.001	-.11
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	29	0.01	0.01	.785	0.02	0.01	.001	-.15
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	9	5.00	5.2	.374	0.7	0.6	.686	.51
Herzfrequenz (bpm)	29	70.2	73.5	.031	11.3	10.6	.605	.75
Sitzen, vorgebeugt (283±91 Min) ^a								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	36.6	22.9	.034	39.9	18.6	.001	.56
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.04	0.03	.757	0.07	0.04	.009	.09
Frequenz (Hz), dominante Hand	19	5.4	5.1	.111	0.7	0.5	.088	.39
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	23.0	11.0	.044	32.4	10.7	.001	.31
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.01	0.01	.789	0.01	0.01	.573	.37
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	13	5.1	5.1	.903	0.7	0.4	.075	.39
Herzfrequenz (bpm)	30	69.8	76.7	.001	11.2	11.1	.972	.81
Sitzen, zurückgelehnt (56±54 Min) ^a								
Häufigkeit (%), dominante Hand	22	37.1	27.8	.269	41.7	24.0	.008	.45
Amplitude (g), dominante Hand	22	0.05	0.02	.162	0.09	0.03	.001	.40
Frequenz (Hz), dominante Hand	13	4.9	5.0	.447	0.4	0.4	.951	.54
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	22	18.4	15.1	.635	35.4	17.1	.001	.47
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	22	0.01	0.01	.905	0.02	0.02	.170	.68
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	7	5.0	4.9	.559	0.5	0.4	.702	.49
Herzfrequenz (bpm)	22	67.9	71.7	.016	11.6	10.7	.495	.83

Tabelle 20: (Fortsetzung).

	N	Mittelwerte			Standardabweichg.			Korr r
		Labor	Feld	p	Labor	Feld	p	
Stehen (178±59 Min) ^a								
Häufigkeit (%), dominante Hand	30	56.2	19.0	.001	36.2	15.5	.001	.49
Amplitude (g), dominante Hand	30	0.06	0.03	.053	0.08	0.03	.001	.24
Frequenz (Hz), dominante Hand	27	5.0	5.0	.354	0.6	0.4	.006	.66
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	30	40.5	9.8	.001	36.9	9.5	.001	.62
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	30	0.02	0.01	.057	0.02	0.01	.001	.69
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	23	5.0	4.9	.690	0.6	0.4	.033	.29
Herzfrequenz (bpm)	30	74.8	79.5	.001	12.7	11.9	.502	.84
Liegen auf dem Rücken (219±195 Min) ^a								
Häufigkeit (%), dominante Hand	29	22.3	8.1	.022	33.5	9.8	.001	.37
Amplitude (g), dominante Hand	29	0.03	0.01	.060	0.06	0.01	.001	.41
Frequenz (Hz), dominante Hand	14	5.0	4.8	.090	0.7	0.3	.001	.82
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	29	10.3	2.7	.044	19.8	3.1	.001	.26
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	29	0.00	0.00	.096	0.01	0.00	.001	.22
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	9	4.7	4.6	.757	0.4	0.3	.334	.76
Herzfrequenz (bpm)	29	69.9	64.2	.001	9.8	8.7	.311	.80
Liegen auf der linken Seite (182±146 Min) ^a								
Häufigkeit (%), dominante Hand	28	26.8	7.0	.005	36.5	9.9	.001	.34
Amplitude (g), dominante Hand	28	0.03	0.01	.064	0.06	0.01	.001	.05
Frequenz (Hz), dominante Hand	14	5.0	4.9	.432	0.7	0.5	.077	.74
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	28	25.0	3.4	.003	36.2	5.4	.001	.24
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	28	0.01	0.00	.017	0.02	0.00	.001	.31
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	13	5.0	4.9	.604	0.5	0.4	.612	.36
Herzfrequenz (bpm)	28	70.3	62.9	.001	9.8	8.8	.408	.77
Liegen auf der rechten Seite (264±184 Min) ^a								
Häufigkeit (%), dominante Hand	29	26.7	4.9	.001	31.9	6.2	.001	.13
Amplitude (g), dominante Hand	29	0.02	0.01	.080	0.04	0.01	.001	.37
Frequenz (Hz), dominante Hand	15	5.2	4.9	.067	0.6	0.5	.278	.44
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	29	14.2	2.0	.026	28.1	2.9	.001	.27
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	29	0.01	0.00	.119	0.03	0.00	.001	.50
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	8	4.7	4.7	.877	0.5	0.6	.748	-.26
Herzfrequenz (bpm)	29	70.8	65.0	.001	9.9	10.0	.917	.79
Gehen (60±34 Min) ^a								
Häufigkeit (%), dominante Hand	28	17.8	13.6	.207	23.7	15.4	.004	.70
Amplitude (g), dominante Hand	28	0.04	0.03	.222	0.07	0.05	.008	.62
Frequenz (Hz), dominante Hand	18	4.8	4.7	.576	0.5	0.4	.377	.39
Häufigkeit (%), nicht-domin. Hand	28	3.5	4.9	.420	9.1	5.1	.003	.24
Amplitude (g), nicht-domin. Hand	28	0.00	0.01	.755	0.02	0.01	.001	.75
Frequenz (Hz), nicht-domin. Hand	9	4.7	4.8	.863	0.5	0.5	.997	.19
Herzfrequenz (bpm)	28	83.1	85.8	.158	12.1	13.9	.307	.73

Anmerkung: ^aLängen der Laborphasen im Standardprotokoll 30-50 Sekunden, Längen der Feldsegmente (Mittelwert±Standardabweichung) in Minuten.

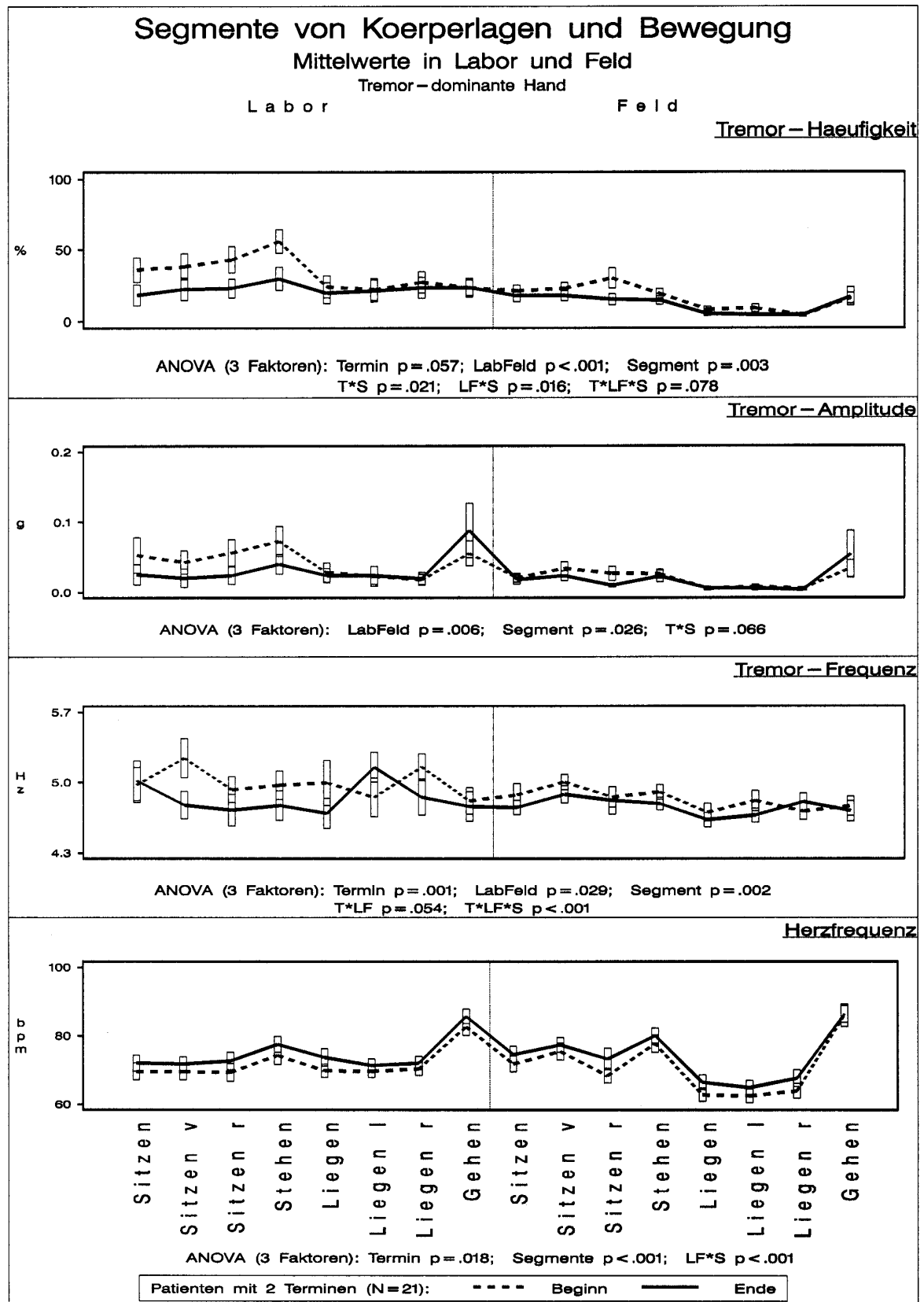


Abbildung 12: Die für die hierarchische Klassifikation von Körperlage und Bewegung benutzten Phasen/Segmente des Standard-Protokolls im Labor-Feld-Vergleich. ANOVA mit drei Repeated-Faktoren Termin, Labor-Feld und Segmente.

Die Vorhersage der Tremoraktivität im täglichen Leben aus den Tremormessungen unter standardisierten Bedingungen ist von großer praktischer Bedeutung. Als bester Prädiktor erwies sich der Haltetremor unter Ablenkung und der Mittelwert der Tremormessungen unter Ablenkung, d.h. ein „psychophysiologischer“ Wert im Vergleich zu den einfachen Messungen von Ruhe- und Haltetremor. Dies gilt für alle Tagessegmente und sowohl für die Tremorhäufigkeit als auch für die Tremoramplitude. Die Vorhersageleistung mit Korrelationen von .65 bis .75 ist mit 50% der Gesamtvarianz moderat, doch ist das sehr kurze Meßintervall des Prädiktors (2x2 Minuten) zu bedenken.

Interkorrelationen der Tremor-Variablen

Zu einer Beschreibung der Stichprobe und der verwendeten Variablen gehört die Untersuchung der inneren Struktur, d.h. der Zusammenhänge zwischen den Variablen in *R-Technik* (nach Cattell: Korrelationen zwischen Variablen, berechnet über die Patienten, d.h. „übliche“ Korrelationen mit festgehaltenen Phasen bzw. Segmenten), in *P-Technik* (Verlaufs-Ähnlichkeiten der Variablen, berechnet über die Zeitpunkte, gepoolt), sowie *systemische Korrelationen*, die methodisch-technische Ursachen haben (zur Kovarianz-Zerlegung vgl. z.B. Stemmler & Fahrenberg, 1989; Stemmler, 2001). Tabelle 21 enthält die R-Korrelations-Matrizen der zwölf speziellen Segmente (s. Tabelle 14) und die gepoolte P-Matrix. Die R-Korrelationen sind hoch zwi-

schen vergleichbaren Variablen der dominanten und nicht-dominanten Hand (Neben-Diagonale der Matrizen), mittel bis hoch zwischen Häufigkeit und Amplitude und schwach zwischen der Frequenz und den anderen Tremor-Variablen. Zur Herzfrequenz bestehen keine R-Korrelationen. Bei den Verlaufsähnlichkeiten sind die Korrelationen zwischen Häufigkeit und Amplitude etwas geringer (.67 und .65), dominante und nicht-dominante Hand korrelieren dagegen in ähnlicher Höhe wie in R-Technik. Auffällig sind die etwas höheren Korrelationen mit der Herzfrequenz, insbesondere der Tremor-Häufigkeit der tremor-dominanten Hand (bei Zeitpunkten: $r=.36$, bei konservativer Testung: $p<.05$). Die systemische Matrix zeigt eine leicht negative Korrelation zwischen Frequenz und Amplitude.

Tabelle 21: Korrelationen zwischen drei Tremor-Variablen (dominante und nicht-dominante Hand) und Herzfrequenz in den zwölf speziellen Segmenten (s. Tabelle 14); nur Termin 1, N=30, zweiseitig: $p<.05$ $r=.36$, $p<.01$ $r=.46$. Gepoolte P-Korrelationen (Verlaufs-Ähnlichkeiten) über alle Zeitpunkte des Monitorings (5-Minuten-Segmente) und über die speziellen Segmente (keine Signifikanz-Angabe). Interaktions-Matrix für systemische Korrelationen (mit speziellen Segmenten und zwei Terminen; N=21).

Ruhetremor							
	1	2	3	4	5	6	7
1 Häufigkeit (%), dominante Hand	1	.57	-.06	.62	.35	-.46	.02
2 Amplitude (g), dominante Hand	.57	1	-.16	.62	.23	-.30	.02
3 Frequenz (Hz), dominante Hand	-.06	-.16	1	-.21	-.06	.79	.12
4 Häufigkeit (%), nicht-dominante Hand	.62	.62	-.21	1	.73	-.36	.09
5 Amplitude (g), nicht-dominante Hand	.35	.23	-.06	.73	1	-.31	.10
6 Frequenz (Hz), nicht-dominante Hand	-.46	-.30	.79	-.36	-.31	1	-.03
7 Herzfrequenz (bpm)	.02	.02	.12	.09	.10	-.03	1

Tabelle 21: (Fortsetzung)

Ruhetremor mit Ablenkung							
	1	2	3	4	5	6	7
1 Häufigkeit (%), dominante Hand	1	.40	-.27	.19	.07	.13	.02
2 Amplitude (g), dominante Hand	.40	1	-.22	.51	.25	-.12	.28
3 Frequenz (Hz), dominante Hand	-.27	-.22	1	-.06	-.01	.59	.29
4 Häufigkeit (%), nicht-dominante Hand	.19	.51	-.06	1	.73	-.04	.14
5 Amplitude (g), nicht-dominante Hand	.07	.25	-.01	.73	1	-.05	.10
6 Frequenz (Hz), nicht-dominante Hand	.13	-.12	.59	-.04	-.05	1	.26
7 Herzfrequenz (bpm)	.02	.28	.29	.14	.10	.26	1
Haltetremor							
	1	2	3	4	5	6	7
1 Häufigkeit (%), dominante Hand	1	.50	-.19	.67	.44	-.36	-.15
2 Amplitude (g), dominante Hand	.50	1	-.29	.71	.82	-.42	.01
3 Frequenz (Hz), dominante Hand	-.19	-.29	1	-.54	-.57	.82	-.01
4 Häufigkeit (%), nicht-dominante Hand	.67	.71	-.54	1	.79	-.70	-.01
5 Amplitude (g), nicht-dominante Hand	.44	.82	-.57	.79	1	-.69	.01
6 Frequenz (Hz), nicht-dominante Hand	-.36	-.42	.82	-.70	-.69	1	-.14
7 Herzfrequenz (bpm)	-.15	.01	-.01	-.01	.01	-.14	1
Haltetremor mit Ablenkung							
	1	2	3	4	5	6	7
1 Häufigkeit (%), dominante Hand	1	.52	-.34	.59	.34	-.23	-.22
2 Amplitude (g), dominante Hand	.52	1	-.32	.63	.75	-.35	-.17
3 Frequenz (Hz), dominante Hand	-.34	-.32	1	-.12	-.31	.71	.41
4 Häufigkeit (%), nicht-dominante Hand	.59	.63	-.12	1	.59	-.23	-.19
5 Amplitude (g), nicht-dominante Hand	.34	.75	-.31	.59	1	-.30	-.09
6 Frequenz (Hz), nicht-dominante Hand	-.23	-.35	.71	-.23	-.30	1	.22
7 Herzfrequenz (bpm)	-.22	-.17	.41	-.19	-.09	.22	1
Mittelwert von Ruhe- und Haltetremor							
	1	2	3	4	5	6	7
1 Häufigkeit (%), dominante Hand	1	.57	-.07	.68	.49	-.38	-.08
2 Amplitude (g), dominante Hand	.57	1	-.25	.70	.62	-.43	.01
3 Frequenz (Hz), dominante Hand	-.07	-.25	1	-.38	-.30	.75	.00
4 Häufigkeit (%), nicht-dominante Hand	.68	.70	-.38	1	.85	-.70	.04
5 Amplitude (g), nicht-dominante Hand	.49	.62	-.30	.85	1	-.60	.07
6 Frequenz (Hz), nicht-dominante Hand	-.38	-.43	.75	-.70	-.60	1	-.22
7 Herzfrequenz (bpm)	-.08	.01	.00	.04	.07	-.22	1
Mittelwert von Ruhe- und Haltetremor mit Ablenkung							
	1	2	3	4	5	6	7
1 Häufigkeit (%), dominante Hand	1	.43	-.28	.37	.21	.17	-.10
2 Amplitude (g), dominante Hand	.43	1	-.31	.65	.55	-.31	-.01
3 Frequenz (Hz), dominante Hand	-.28	-.31	1	-.06	-.12	.59	.38
4 Häufigkeit (%), nicht-dominante Hand	.37	.65	-.06	1	.75	-.20	-.03
5 Amplitude (g), nicht-dominante Hand	.21	.55	-.12	.75	1	-.22	-.01
6 Frequenz (Hz), nicht-dominante Hand	.17	-.31	.59	-.20	-.22	1	.22
7 Herzfrequenz (bpm)	-.10	-.01	.38	-.03	-.01	.22	1
Mittelwert des Standard-Protokolls							
	1	2	3	4	5	6	7
1 Häufigkeit (%), dominante Hand	1	.81	-.08	.81	.59	-.04	.19
2 Amplitude (g), dominante Hand	.81	1	-.24	.76	.58	-.17	.22
3 Frequenz (Hz), dominante Hand	-.08	-.24	1	-.15	-.18	.79	.03
4 Häufigkeit (%), nicht-dominante Hand	.81	.76	-.15	1	.89	-.22	.20
5 Amplitude (g), nicht-dominante Hand	.59	.58	-.18	.89	1	-.28	.31
6 Frequenz (Hz), nicht-dominante Hand	-.04	-.17	.79	-.22	-.28	1	-.04
7 Herzfrequenz (bpm)	.19	.22	.03	.20	.31	-.04	1

Tabelle 21: (Fortsetzung)

Mahlzeiten							
	1	2	3	4	5	6	7
1 Häufigkeit (%), dominante Hand	1	.85	.24	.68	.57	.38	-.20
2 Amplitude (g), dominante Hand	.85	1	.13	.60	.64	.35	-.21
3 Frequenz (Hz), dominante Hand	.24	.13	1	.07	-.06	.85	-.18
4 Häufigkeit (%), nicht-dominante Hand	.68	.60	.07	1	.78	.17	-.27
5 Amplitude (g), nicht-dominante Hand	.57	.64	-.06	.78	1	.05	-.08
6 Frequenz (Hz), nicht-dominante Hand	.38	.35	.85	.17	.05	1	-.25
7 Herzfrequenz (bpm)	-.20	-.21	-.18	-.27	-.08	-.25	1
Sitzen im Feld (ohne Mahlzeiten)							
	1	2	3	4	5	6	7
1 Häufigkeit (%), dominante Hand	1	.79	.06	.80	.62	.15	-.21
2 Amplitude (g), dominante Hand	.70	1	-.11	.70	.64	.03	-.09
3 Frequenz (Hz), dominante Hand	.06	-.11	1	-.01	-.01	.86	-.01
4 Häufigkeit (%), nicht-dominante Hand	.80	.70	-.01	1	.85	.04	-.23
5 Amplitude (g), nicht-dominante Hand	.62	.64	-.01	.85	1	.01	.10
6 Frequenz (Hz), nicht-dominante Hand	.15	.03	.86	.04	.01	1	-.12
7 Herzfrequenz (bpm)	-.21	-.09	-.01	-.23	.10	-.12	1
Stehen im Feld							
	1	2	3	4	5	6	7
1 Häufigkeit (%), dominante Hand	1	.89	.24	.67	.46	.46	-.14
2 Amplitude (g), dominante Hand	.89	1	.10	.54	.46	.39	-.04
3 Frequenz (Hz), dominante Hand	.24	.10	1	-.06	-.25	.77	-.03
4 Häufigkeit (%), nicht-dominante Hand	.67	.54	-.06	1	.78	.12	-.21
5 Amplitude (g), nicht-dominante Hand	.46	.46	-.25	.78	1	-.06	.07
6 Frequenz (Hz), nicht-dominante Hand	.46	.39	.77	.12	-.06	1	-.09
7 Herzfrequenz (bpm)	-.14	-.04	-.03	-.21	.07	-.09	1
Nacht							
	1	2	3	4	5	6	7
1 Häufigkeit (%), dominante Hand	1	.66	-.12	.53	.47	.15	-.04
2 Amplitude (g), dominante Hand	.66	1	-.22	.67	.71	-.09	.06
3 Frequenz (Hz), dominante Hand	-.12	-.22	1	-.26	-.24	.67	-.23
4 Häufigkeit (%), nicht-dominante Hand	.53	.67	-.26	1	.96	-.34	.06
5 Amplitude (g), nicht-dominante Hand	.47	.71	-.24	.96	1	-.34	.06
6 Frequenz (Hz), nicht-dominante Hand	.15	-.09	.67	-.34	-.34	1	-.25
7 Herzfrequenz (bpm)	-.04	.06	-.23	.06	.06	-.25	1
Viertes Quartil der Tremoramplitude im Feld							
	1	2	3	4	5	6	7
1 Häufigkeit (%), dominante Hand	1	.80	.02	.75	.63	.25	-.07
2 Amplitude (g), dominante Hand	.80	1	-.13	.63	.60	.12	.01
3 Frequenz (Hz), dominante Hand	.02	-.13	1	-.11	-.11	.89	.17
4 Häufigkeit (%), nicht-dominante Hand	.75	.63	-.11	1	.87	.02	-.01
5 Amplitude (g), nicht-dominante Hand	.63	.60	-.11	.87	1	.02	.22
6 Frequenz (Hz), nicht-dominante Hand	.25	.12	.89	.02	.02	1	.12
7 Herzfrequenz (bpm)	-.07	.01	.17	-.01	.22	.12	1

Tabelle 21: (Fortsetzung)

Verlaufsähnlichkeit (gepoolte P-Korrelationen von Zeitpunkten)							
	1	2	3	4	5	6	7
1 Häufigkeit (%), dominante Hand	1	.67	.12	.68	.41	.13	.36
2 Amplitude (g), dominante Hand	.67	1	.11	.49	.44	.10	.29
3 Frequenz (Hz), dominante Hand	.12	.11	1	.12	.11	.40	.10
4 Häufigkeit (%), nicht-dominante Hand	.68	.49	.12	1	.65	.06	.25
5 Amplitude (g), nicht-dominante Hand	.41	.44	.11	.65	1	.07	.22
6 Frequenz (Hz), nicht-dominante Hand	.13	.10	.40	.06	.07	1	.11
7 Herzfrequenz (bpm)	.36	.29	.10	.25	.22	.11	1
Verlaufsähnlichkeit (gepoolte P-Korrelationen von speziellen Segmenten)							
	1	2	3	4	5	6	7
1 Häufigkeit (%), dominante Hand	1	.61	.26	.64	.33	.48	.15
2 Amplitude (g), dominante Hand	.61	1	.20	.68	.52	.26	.13
3 Frequenz (Hz), dominante Hand	.26	.20	1	.18	.06	.64	.10
4 Häufigkeit (%), nicht-dominante Hand	.64	.68	.18	1	.62	.26	.16
5 Amplitude (g), nicht-dominante Hand	.33	.52	.06	.62	1	.10	.17
6 Frequenz (Hz), nicht-dominante Hand	.48	.26	.64	.26	.10	1	.05
7 Herzfrequenz (bpm)	.15	.13	.10	.16	.17	.05	1
Systemische Korrelationen (spezielle Segemente, 2 Termine)							
	1	2	3	4	5	6	7
1 Häufigkeit (%), dominante Hand	1	.43	-.15	.41	.19	.03	.14
2 Amplitude (g), dominante Hand	.43	1	-.15	.53	.50	-.17	.10
3 Frequenz (Hz), dominante Hand	-.15	-.15	1	-.09	-.08	.65	.08
4 Häufigkeit (%), nicht-dominante Hand	.41	.53	-.09	1	.59	-.20	.07
5 Amplitude (g), nicht-dominante Hand	.19	.50	-.08	.59	1	-.14	.01
6 Frequenz (Hz), nicht-dominante Hand	.03	-.17	.65	-.20	-.14	1	.10
7 Herzfrequenz (bpm)	.14	.10	.08	.07	.01	.10	1

Die Tremor-Variablen Häufigkeit und Amplitude hängen sowohl im Querschnitt als auch im Längsschnitt hoch zusammen: Patienten mit häufigem Tremor haben meist auch starken Tremor, Tremor-Episoden mit großer Amplitude dauern meist auch länger. Der Tremor zwischen den beiden Händen ist moderat korreliert, da nicht alle Patienten Tremor an beiden Händen (tremor-dominante und nicht-dominante) haben (s. Tabellen 4 und 9). Amplitude und Frequenz hängen im Querschnitt und systemisch schwach negativ zusammen, was auch theoretisch plausibel ist, da bei gleicher Energie einer Welle Frequenz und Amplitude reziprok zueinander sind. Es liegt eine leichte Verlaufsähnlichkeit von Tremoraktivität und Herzfrequenz vor.

Verlaufs-Kovariationen

Für die Beurteilung des Tremors ist es wichtig, den Tagesverlauf auf Kovariate des Patienten und seiner Umgebung zu untersuchen. Hierzu wären z.B. Tagebuch-Eintragungen (evtl. mithilfe von Handheld-Computern) zur Verhaltensbeobachtung nötig. Leider liegen solche Aufzeichnungen nur sehr lückenhaft vor, viele Patienten haben Schreib-Probleme, einige lehnten es ab, ein Tagebuch zu führen. Die Suche nach verfügbaren Verlaufs-Kovariaten

führte zu drei Variablen-Bereichen, die bei allen oder der Mehrheit der Patienten mitregistriert wurden:

- Die Klassifizierung der Körperlage. Tremor-Unterschiede bei verschiedenen Körperlagen wurden schon in Tabelle 15 und Abbildungen 9 und 12 beobachtet. Da im Liegen Tremor sehr selten ist, beim Gehen die Tremor-Messung möglicherweise artefakt-behaftet ist (außerdem ist Gehen eher selten), wurden die Verlaufs-Analysen auf die Positionen Sitzen und Stehen

begrenzt. Es wurde eine Kategorial-Variable Sitzen eingeführt mit den Werten 1=sitzen und 0=stehen (= nicht sitzen).

- Die Lage der Hand, an der Tremor gemessen wurde.

Dies wurde aufgrund einer Reviewer-Nachfrage bei Foerster und Fahrenberg (2000) untersucht. Die DC-Werte der Hand-Sensoren liegen bei waagrechtem Handrücken (wie z.B. beim Halte-Tremor) etwa bei 1 g, bei herabhängender Hand bei 0 g.⁴

- Die Herzfrequenz mit abgeleiteten Größen.

Die Herzfrequenz als zentrale Größe bzw. Korrelat der körperlichen und geistigen Aktivierung wurde bereits in den Basis-Tabellen 15 bis 18 mit aufgeführt. Für die Verlaufs-Analysen wurden zwei weitere von der Herzfrequenz abgeleitete Variable verwendet, zum einen die „additional heart rate“, d.h. die nicht-metabolische Herzfrequenz-Erhöhung, die nach Myrtek et al. (1988) als Maß für die emotionale Beanspruchung angesehen werden kann, zum zweiten die Variation der Herzfrequenz von Schlag zu Schlag, gemessen als die Wurzel aus dem mittleren Quadrat sukzessiver Differenzen MQSD, die z.B. nach Rohmert & Rutenfranz (1975) mit der mentalen Beanspruchung zusammenhängt (mentale Beanspruchung führt zu abnehmender Variabilität der Herzfrequenz).⁵

Da der Algorithmus zur Bestimmung der „additional heart rate“ (EMO) von Minuten-Segmenten ausgeht, wurden die Verlaufs-Analysen (anders als alle bisherigen Analysen, die auf Fünf-Minuten-Segmenten basieren) an Minuten-Segmenten durchgeführt (kleine Unterschiede bei Korrelationen, z.B. Tabelle 21). Wegen der Abhängigkeit der Messungen bei Zeitreihenanalysen und der großen Anzahl der Daten-

punkte sind alle Signifikanz-Tests nur als Vergleichs-Zahlen, allenfalls als Anhaltspunkt für weitere Analysen, zu werten.

Zunächst wurden die fünf Prädiktoren emotionale Beanspruchung, mentale Beanspruchung, Handhaltung, Herzfrequenz und Körperlage für jeden Patienten getrennt mit den beiden Kriterien Tremor-Häufigkeit und Tremor-Amplitude korreliert. Beurteilt wurden die Korrelations-Koeffizienten nach ihrem Beitrag zur Varianz-Aufklärung bei der multiplen Regression.

Tabelle 22 zeigt zwar eine große Anzahl signifikanter Befunde, doch sind die verwendeten statistischen Tests fraglich, da die Beobachtungen (Minuten) nicht unabhängig sind. Auch sind die Ergebnisse sogar in der Richtung (Vorzeichen der Korrelationen) uneinheitlich. So „wirkt“ die „emotionale Beanspruchung“ in 8 Fällen (Patienten, Termine) abschwächend auf die Tremor-Häufigkeit, in 3 bzw. 4 Fällen verstärkend auf die Tremor-Häufigkeit, bzw. Amplitude. Ähnlich die „mentale Beanspruchung“, die 6 bzw. 3 mal negativ (im Sinne der Hypothese) und 1 bzw. 4 mal positiv (entgegen der Hypothese) mit Häufigkeit bzw. Amplitude korreliert. Die Handhaltung hat wohl keinen Einfluß auf die Amplitude (6 positive, 5 negative Korrelationen), vielleicht jedoch auf die Häufigkeit: in 10 Fällen war der Tremor häufiger, je waagrechter die Hand gehalten wird. Die Herzfrequenz korreliert meist positiv mit beiden Tremor-Variablen, mit der Amplitude sogar .25 in der gepoolten P-Matrix. Der Einfluß von Sitzen ist für Häufigkeit und Amplitude unterschiedlich: im Sitzen hatten die Patienten eher mehr Tremor, jedoch mit geringerer Amplitude. Dies geht vermutlich auf die bereits beschriebene Korrelation der Handhaltung zurück: beim Sitzen sind die Hände eher waagrecht, beim Stehen hängen sie eher herab. In diesem Zusammenhang muß allerdings auf die komplexen Wechselwirkungen und Konfundierungen der möglichen Einflußgrößen aus dem Bereich Tätigkeiten-Körperlage-Handhaltung hingewiesen werden.

Um den Einfluss der „emotionalen Beanspruchung“ auf die Tremoraktivität zu belegen, wurden außerdem Zeitverschiebungen (Lags) und Filter (gleitende Mittelwerte) versucht. Die Ergebnisse entsprachen denen der Tabelle 22, Erhöhung der Korrelationen wurden nicht gefunden.

⁴ Die DC-Werte der Hände in der Laborphase Ruhetremor betrug rechts=0.71, links=0.75; beim Halte-tremor rechts=0.90, links=0.90; beim Stehen rechts=0.20, links=0.27.

⁵ Bei der Verwendung des MQSD als Maß der mentalen Belastung muß allerdings auf die inkonsistente Befundlage hingewiesen werden (u.a. aufgrund nicht kontrollierter Atmung). Überhaupt sind die Konzepte „emotionale“ und „mentale“ Beanspruchung bzw. die Dekomposition der Varianzen heuristisch gemeint. Die Differenzierungen sind nur unter mehreren Vorbehalten möglich.

Tabelle 22: Korrelationen von „emotionaler Beanspruchung“, „mentaler Beanspruchung“, Handhaltung, Herzfrequenz und Sitzen/Stehen (Sitzen=1, Stehen=0) mit Häufigkeit und Amplitude der tremor-dominanten Hand. Multiple Korrelation unter Verwendung aller 5 Prädiktoren. Prädiktoren, die signifikant ($p < .05$) zur multiplen Vorhersage beitragen, sind grau markiert. Nur Patienten mit Tremor (s. Tabelle 9) und valider Herzfrequenz.

Pat.-Nr.	Termin	Kriterium	N	Korrelationskoeffizienten					Multiple Korrel.
				Emot. Beanspr	Mentale Beanspr	Handhaltung	Herzfrequ.	Sitzen (Stehen)	
1	1	Häufigkeit	806	-.07	-.02	.25	-.13	.34	.38
		Amplitude	765	.13	-.08	.13	.41	-.08	.44
	2	Häufigkeit	394	.16	-.00	-.13	.44	-.04	.52
		Amplitude	214	.26	.05	-.05	.50	-.26	.51
3	1	Häufigkeit	654	-.01	-.04	.05	.26	.11	.35
		Amplitude	309	.09	-.03	.05	.51	-.28	.52
	2	Häufigkeit	264	.05	-.03	.22	.07	.03	.23
		Amplitude	123	.14	.20	-.12	.38	-.30	.43
4	1	Häufigkeit	323	-.28	-.12	.18	-.10	.26	.36
		Amplitude	292	.23	.31	-.10	.48	-.40	.56
	2	Häufigkeit	363	-.25	-.06	-.00	-.20	.30	.38
		Amplitude	328	.05	.03	-.30	.31	-.46	.50
5	1	Häufigkeit	443	-.13	.25	.33	.20	.28	.57
		Amplitude	132	-.11	.18	-.09	.07	-.16	.24
7	1	Häufigkeit	412	.08	-.06	-.19	.35	-.16	.39
		Amplitude	239	-.08	.08	.26	.07	-.00	.33
8	1	Häufigkeit	521	-.15	-.17	.29	-.24	.25	.35
		Amplitude	265	.10	.24	.03	.41	-.37	.53
	2	Häufigkeit	549	-.03	-.00	.04	.04	.03	.11
		Amplitude	91	.24	.26	-.22	.49	-.54	.59
10	2	Häufigkeit	620	-.07	-.04	.02	-.16	.12	.18
		Amplitude	206	.14	.02	.19	.20	-.43	.50
13	1	Häufigkeit	597	.05	-.10	.06	.04	-.12	.18
		Amplitude	139	-.07	.02	-.06	.04	.04	.16
	2	Häufigkeit	280	.02	.00	.02	.14	-.14	.19
		Amplitude	62	.17	.22	-.16	-.16	-.26	.34
14	1	Häufigkeit	585	-.13	-.08	-.03	-.36	.16	.37
		Amplitude	269	.30	.03	.11	.28	-.27	.39
	2	Häufigkeit	752	-.10	-.07	.06	-.24	.24	.26
		Amplitude	167	.47	.28	-.18	.68	-.61	.70
15	1	Häufigkeit	710	.04	.06	-.05	.05	-.07	.11
		Amplitude	265	.11	.01	.08	.20	-.21	.25
	2	Häufigkeit	568	.12	.05	.02	.12	-.08	.15
		Amplitude	79	.06	-.01	-.03	.00	-.19	.24
18	1	Häufigkeit	761	.08	.01	.18	.20	-.15	.28
		Amplitude	424	.20	-.14	-.11	.15	-.17	.25
	2	Häufigkeit	592	.01	-.09	.14	.07	.12	.23
		Amplitude	399	.17	-.23	-.09	.24	-.09	.29
19	1	Häufigkeit	490	-.24	-.05	.00	-.15	.19	.28
		Amplitude	484	.23	.02	-.23	.60	-.41	.65

Tabelle 22: (Fortsetzung)

Pat.- Nr.	Ter- min	Kriterium	N	Korrelationskoeffizienten					Multiple Korrel.
				Emot. Beanspr	Mentale Beanspr	Hand- haltung	Herz- frequ.	Sitzen (Stehen)	
21	1	Häufigkeit	563	-.16	.08	.20	.07	.18	.29
		Amplitude	286	.13	-.18	-.17	-.14	-.42	.46
	2	Häufigkeit	750	-.04	.01	.12	-.21	.08	.25
		Amplitude	294	.14	-.07	-.21	.02	-.31	.35
22	1	Häufigkeit	611	-.10	-.10	.04	.14	.15	.28
		Amplitude	277	.19	-.01	-.23	.13	-.31	.37
	2	Häufigkeit	295	-.13	-.17	-.21	.14	.00	.37
		Amplitude	174	.28	-.01	-.16	.12	-.32	.42
23	1	Häufigkeit	509	-.15	-.08	-.06	-.18	.17	.29
		Amplitude	364	.06	.10	-.14	.23	-.12	.23
24	1	Häufigkeit	485	-.12	-.04	.06	-.14	.32	.33
		Amplitude	406	-.01	.12	-.22	.26	-.08	.33
	2	Häufigkeit	631	.07	-.09	.03	.05	.21	.30
		Amplitude	289	.02	-.04	-.14	.20	-.17	.24
26	1	Häufigkeit	503	.03	-.32	.07	.41	.12	.53
		Amplitude	152	.09	-.03	-.20	.38	-.19	.43
27	1	Häufigkeit	760	-.02	-.15	.25	-.19	.23	.30
		Amplitude	441	.04	-.18	.08	.04	-.03	.25
	2	Häufigkeit	751	-.05	-.06	.16	-.32	.32	.38
		Amplitude	356	.06	.10	.01	.27	-.09	.32
28	1	Häufigkeit	665	-.16	.04	.22	-.20	.21	.29
		Amplitude	522	.17	.01	-.16	.50	-.31	.52
31	1	Häufigkeit	689	-.02	.10	.11	.09	.20	.27
		Amplitude	448	.07	.18	.03	.23	-.06	.23
Gepoolte P-Korrel.		Häufigkeit	18551	-.06	-.04	.08	-.02	.14	.17
		Amplitude	9616	.11	.00	-.04	.25	-.17	.26

Tabelle 23: „Einfluß“ von „emotionaler Beanspruchung“ (geschätzt durch „additional heart rate“ > 10 = vorhanden) auf den Tremor (Tremor-Indikator: ja = Häufigkeit > 5% mit Amplitude > 0.1 g): Anzahlen von Minuten mit emotionaler Beanspruchung, in denen Tremor vorhanden oder nicht vorhanden war. Patienten mit mehr als 50% ja sind grau unterlegt.

Patient Nr.	Termin 1			Termin 2		
	nein	ja	Prozent ja	nein	ja	Prozent ja
1	9	51	85	11	33	75
3	43	11	20	20	4	17
4	37	3	8	31	1	3
5	1	0	0			
7	34	15	31	6	1	14
8	78	11	12	99	7	7
10				36	1	3
13	21	3	13	15	4	21
14	52	12	19	69	11	14
15	50	1	2	44	1	2
18	34	44	56	31	22	42
19	19	42	69			
21	17	2	11	23	6	21

Tabelle 23: (Fortsetzung)

Patient Nr.	Termin 1			Termin 2		
	nein	ja	Prozent ja	nein	ja	Prozent ja
22	24	1	4	6	2	25
23	118	18	13			
24	10	3	23	23	6	21
26	61	20	25			
27	78	43	36	103	13	11
28	78	64	45			
31	28	1	4			

Gegenseitige Beeinflussung bei Zeitreihen wird durch Korrelationen häufig nur unzureichend beschrieben. Dies soll am Beispiel der emotionalen Beanspruchung (additional heart rate) erläutert werden. Korreliert man die Zeitreihe Tremor mit der Zeitreihe EMO, so beschreibt man Ähnlichkeit über den gesamten Zeitbereich. Es ist jedoch so, daß Tremor *auch ohne* EMO auftritt. Die Frage ist aber doch, ob EMO Tremor *bewirkt*. Man müsste also EMO als Intervention auf die Zeitreihe Tremor auffassen. Vergleichsweise einfach ist der Sachverhalt an dichotomen Zeitreihen zu analysieren. Aus den Tremor-Zeitreihen Häufigkeit und Amplitude wurde zunächst

eine dichotome Zeitreihe mit Tremor=ja oder Tremor=nein gebildet (Tremor=ja, wenn Häufigkeit>5% und Amplitude>0.1 g). Die EMO-Zeitreihe wurde ebenfalls dichotomisiert mit EMO=ja und EMO=nein (EMO=ja, wenn die additional heart rate >10). In der Vierfelder-Tafel betrachtet man nun nur die Felder mit EMO=ja, d.h. man schaut auf die Anzahl der EMOs, die einen Tremor auslösten (falls diese Kausalität überhaupt anzunehmen ist). Tabelle 23 zeigt jedoch, daß eher das Gegenteil der Fall ist: EMOs gehen häufiger mit Tremor=nein zusammen. Ein Test erübrigt sich dadurch.

Einflüsse von emotionaler oder mentaler Beanspruchung auf den Tremor konnten nicht belegt werden. Dagegen korrelieren Hand- und Körperhaltung leicht: im Sitzen (bei waagrechtter Handhaltung) ist Tremor häufiger aber mit geringerer Amplitude. Aktivierung des Patienten (d.h. Herzfrequenz-Erhöhung) erhöht geringfügig die Tremoramplitude (gepoolte Korrelation .25).

Tremor-Episoden

Eine weitere wichtige Frage war die Länge von Tremor-Episoden. Tremor-Episoden sind zusammenhängende Zeitintervalle, in denen nach den im Abschnitt „Primärauswertung“ festgelegten Kriterien (Frequenz im Band 3-7 Hz, Amplitude mindestens 10 Milli-g, Mindestlänge 1 Sekunde) eine Tremoraktivität stattfindet. Abbildung 13 zeigt einen Überblick unter Verwendung aller vorhandenen Minuten-Werte des Monito-

ring-Teils. Dabei wurden vollständige Minuten zusammengefasst, das bedeutet, daß z.B. eine Abfolge von drei aufeinanderfolgenden Minuten mit den Häufigkeitswerten 30% - 100% - 40% zu *einer* Tremor-Episode von 1.7 Minuten addiert wurde. In den Histogrammen sind 27217 Tremor-Episoden enthalten. Am häufigsten sind kurze Episoden, die Anzahlen sinken mit zunehmender Länge. In Zahlen wird die Verteilung durch folgende Perzentile charakterisiert (Episoden-Länge in Sekunden):

Min	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	Max
1.9	2.2	2.4	5.0	16.2	45.7	78.1	95.3	535.7

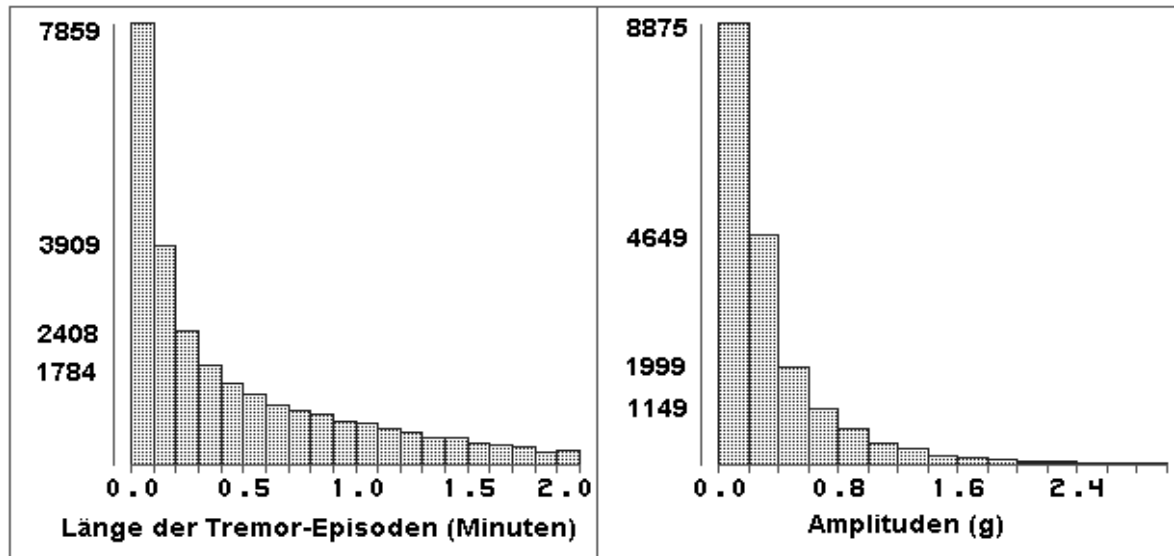


Abbildung 13: Histogramme der Länge und Amplitude der Tremor-Episoden. Auf der Ordinate sind die Frequenzen der größten vier Säulen angegeben. Die Abszissen sind gekürzt.

Man sieht, daß die Tremor-Episoden im Extremfall auch 536 Sekunden (fast 9 Minuten) anhalten können, die Hälfte sind immerhin mindestens 16 Sekunden (0.272 Minuten) lang. Die nachfolgende Tabelle 24 enthält die Grundstatistiken der Tremor-Episoden für jeden Patienten getrennt. Die bereits in Tabelle 9 markierten Patienten ohne nennenswerten Tremor haben meist nur wenige kurze Episoden (Patient 6, 11,

12, 13, 15, 16, 17, 25, 29, 30). Manche Patienten haben viele kurze Episoden (Patient 1, 2, 9, 27), andere viele und trotzdem lange (Patient 4, 7, 19, 28). Patient 7 hat auch die längste Episode überhaupt mit 7 bzw. 9 Minuten an den beiden Terminen. Die Amplituden sind hier nur über die Episoden gemittelt (also nicht =0 gesetzt, wenn Tremor fehlt).

Tabelle 24: Längen und Amplituden der Tremor-Episoden der dominanten Hand für jeden Patienten (Pat) und Termin (T) einzeln: Anzahl der Episoden (N), Mittelwerte (m), Standardabweichungen (s), Minima (min) und Maxima (max).

Pat	T	N	Länge (Sekunden)				Amplitude (g)			
			m	s	min	max	m	s	min	max
1	1	1041	46.1	27.4	1.9	119.8	0.664	0.549	0.055	3.857
1	2	641	21.4	18.7	2.0	117.0	1.024	0.946	0.046	7.933
2	1	572	16.5	18.9	2.0	107.2	0.560	0.626	0.057	6.115
2	2	879	65.0	34.5	2.0	291.6	0.442	0.459	0.016	4.121
3	1	679	34.2	33.0	2.0	179.9	0.307	0.338	0.033	3.563
3	2	276	27.5	28.0	2.0	118.7	0.312	0.288	0.027	1.642
4	1	851	47.7	32.1	2.0	177.6	0.159	0.226	0.017	2.610
4	2	777	41.7	31.1	1.9	238.2	0.197	0.325	0.020	3.148
5	1	527	27.8	32.8	2.0	118.7	0.556	0.841	0.023	6.728
6	1	260	4.7	4.4	1.9	46.3	1.627	3.149	0.039	16.569
6	2	214	4.3	4.6	2.0	45.1	1.981	1.532	0.282	8.223
7	1	490	45.5	47.5	2.0	437.2	0.335	0.439	0.017	3.482
7	2	606	49.8	55.3	2.0	535.7	0.474	0.754	0.015	6.323
8	1	678	25.4	25.9	1.9	151.6	0.371	0.583	0.029	5.800
8	2	346	12.3	15.8	1.9	101.5	1.076	2.171	0.032	11.337
9	1	744	22.6	28.6	2.0	179.6	0.335	0.392	0.020	2.791
9	2	677	16.5	22.0	2.0	115.7	0.448	0.577	0.021	5.348

Tabelle 24: (Fortsetzung)

Pat	T	N	Länge (Sekunden)				Amplitude (g)			
			m	s	min	max	m	s	min	max
10	1	655	34.5	28.7	1.9	118.1	0.303	0.695	0.026	11.795
10	2	436	22.5	25.6	2.0	177.4	0.339	0.756	0.023	9.898
11	1	138	5.9	7.3	1.9	42.4	1.657	1.836	0.286	7.109
12	1	207	5.4	6.5	2.0	45.5	0.389	0.333	0.050	1.483
12	2	221	3.8	3.1	1.9	26.9	0.571	0.472	0.129	2.096
13	1	383	13.9	19.0	2.0	112.9	1.093	1.525	0.061	10.785
13	2	379	9.1	11.1	2.0	64.7	1.373	1.895	0.036	15.102
14	1	461	30.1	33.6	2.0	179.1	0.528	1.107	0.023	12.733
14	2	345	24.0	33.0	2.0	118.1	0.941	2.189	0.017	15.448
15	1	546	16.6	19.7	2.0	114.4	0.440	1.021	0.017	11.871
15	2	261	8.7	10.6	1.9	72.5	0.828	2.105	0.037	15.072
16	1	487	25.8	29.3	2.0	115.6	0.214	0.248	0.025	1.728
16	2	436	18.9	21.3	2.0	152.0	0.226	0.321	0.021	3.791
17	1	438	13.8	18.6	2.0	100.7	0.751	1.525	0.019	12.730
17	2	498	8.5	13.0	1.9	104.4	1.290	1.633	0.028	11.026
18	1	675	45.7	38.1	2.0	179.8	0.404	0.481	0.040	6.396
18	2	606	37.3	32.1	1.9	168.8	0.361	0.426	0.021	5.171
19	1	734	54.6	30.4	2.0	236.0	0.286	0.312	0.023	3.892
21	1	458	25.9	23.8	1.9	112.3	0.534	0.636	0.053	5.986
21	2	615	19.8	19.6	1.9	103.0	0.530	0.706	0.032	7.942
22	1	501	24.3	25.0	1.9	116.8	0.481	0.847	0.032	10.604
22	2	309	27.3	28.3	2.0	116.9	0.379	0.637	0.031	6.969
23	1	575	31.4	29.7	2.0	167.1	0.467	0.821	0.024	5.971
24	1	687	39.9	31.6	2.0	179.3	0.371	0.502	0.020	6.682
24	2	563	18.3	20.2	1.9	110.5	0.692	1.237	0.022	9.920
25	1	594	33.1	28.2	2.0	177.1	0.304	0.503	0.020	5.648
25	2	540	16.6	17.6	1.9	142.7	0.356	0.525	0.032	4.629
26	1	505	25.4	30.7	1.9	174.4	0.600	1.395	0.027	17.532
27	1	671	28.9	31.3	2.0	119.5	0.567	0.822	0.027	9.372
27	2	638	24.4	29.2	1.9	169.4	0.698	1.300	0.033	9.868
28	1	693	54.2	34.7	2.0	167.5	0.337	0.465	0.014	3.369
29	1	529	17.2	18.7	2.0	108.5	0.214	0.332	0.017	4.291
30	1	414	6.6	6.2	1.9	48.6	0.877	4.870	0.035	59.102
31	1	761	29.9	31.0	2.0	238.8	0.195	0.289	0.017	3.181

Die mittlere Länge der Tremor-Episoden bei den Patienten mit Tremor und einer Schwelle von 10 Milli-g reicht von neun Sekunden bis zu fast einer Minute, einzelne Episoden waren bis zu neun Minuten lang. Die Hälfte der Episoden der Gesamtstichprobe waren kürzer als 16 Sekunden.

Kasuistik

Kasuistische Darstellungen sollen die Methodik und die Ergebnisse der Untersuchung veranschaulichen. Als typisch wurde hier je eine Kasuistik ausgewählt, welche eine Abnahme bzw. eine Zunahme der Tremorsymptomatik im Verlauf der statio-

nären Behandlung zeigt. Zwei weitere Kasuistiken wurden als Beispiele für den Einfluß von emotionaler/mentaler Belastung auf die Tremoraktivität ausgewählt. Die Heterogenität der Veränderungen zwischen erstem und zweiten Untersuchungstermin war in diesem Ausmaß unerwartet und die Objektivierung dieser differentiellen Ver-

läufe ist als eines der Hauptergebnisse der gesamten Untersuchung hervorzuheben. Für die Kasuistiken wurden Patientendaten, die wichtigsten Meßwerte, Besonderheiten und Beobachtungen zusammengestellt und in einer kurzen Befundbeurteilung evaluiert. Zur Übersicht wurden die Protokolle der gesamten 24-Stunden-Untersuchung⁶ wiedergegeben sowie Abbildungen der Veränderungen T1/T2 (Auszüge aus Abbildung 8 und 10). Dies waren auch die Informationen, welche während des Projektes an die Klinik als Rückmeldung und als Grundlage einer eventuellen Information der Patienten gegeben wurden. Die genaueren Vergleiche (Quartilwerte⁷) konnten allerdings erst nach Abschluß der statistischen Analysen vorgenommen werden.

Bei der Patientin 14 ist die Reduktion der Tremoraktivität hinsichtlich Häufigkeit und Amplitude zwischen erster und zweiter Untersuchung deutlich zu erkennen – am deutlichsten in den Tremormessungen unter standardisierten Bedingungen (Labor).

Grundverschieden sind die Befunde beim Patienten 7, denn hier zeigen die Messungen eine Zunahme der Tremorsymptomatik an, sowohl hinsichtlich der Häufigkeit als auch der Amplitude. Bemerkenswert ist die Aussage des Patienten, daß es mit dem Tremor besser geworden sei.

Mit den Patienten 24 und 27 sind zwei weitere Kasuistiken dokumentiert, die auf die Ablenkung beim Ruhe- und Haltetremor mit auffälligen Erhöhungen der Tremoraktivität reagierten. Für beide Patienten konnten während des 24-Stunden-Monitorings Stundenwerte gefunden werden, die die Vermutung stützen, daß bei diesen Patienten emotionale/mentale Einflüsse auf

den Tremor vorliegen. So waren beim Patient 24 die Mahlzeiten (mit sozialen Interaktionen) von erhöhter Tremoraktivität begleitet. Patient 27 hatte Spitzen der Tremorhäufigkeit und Amplitude an beiden Untersuchungstagen während Gesprächen mit einem Psychologen.

Übereinstimmungen bzw. Diskrepanzen zwischen klinischem Verlauf und objektivem Befinden wie bei Patientin 14 und solche Einflüsse von Verhalten und Umgebung der Patienten lohnen weitere Analysen und Hypothesenbildungen, um den praktischen Nutzen dieser Methodik zu präzisieren.

Nicht als Kasuistik aufgenommen jedoch erwähnenswert waren zwei weitere Patienten, die in bestimmten Situationen eher geringe Tremoraktivität aufweisen (vgl. Abbildung 10): Patient 4 zeigte auffällig niedrigen Tremor während seiner Spaziergänge beim zweiten Termin um 13, 16-17 und 19 Uhr, bei Patientin 10 korrelierten Stunden niedriger Tremoraktivität mit den Phasen, in denen sie strickte (insbesondere beim zweiten Termin). Bei beiden PatientInnen gehen also niedriger Tremor mit bestimmten Beschäftigungen einher, wobei offen bleibt, ob diese Tätigkeiten ausgeführt werden, um Tremor zu vermeiden, oder die Ursache für die Tremor-Reduktion sind (ist z.B. Tremor während des Strickens überhaupt möglich und messbar?).

Hingewiesen werden soll außerdem auf eine weitere Besonderheit der vorliegenden Studie: Die Datenerhebung erfolgte in zwei Abschnitten mit einer mehrmonatigen Pause (s. Tabelle 1), was auf studentische Belange der Untersucherin Tanja Thielgen zurückzuführen ist. Aus demselben Grund musste der zweite Teil der Datenerhebung (im Jahr 2000) etwas stringenter durchgeführt werden, woraus sich folgende PatientIn-Untersucherin-Interaktion ergab: Bei den Patienten 1 bis 17 wurde vor der Datenerhebung nach telefonischem Kontakt mindestens ein Einzelgespräch mit dem/der PatientIn durchgeführt. Darüber hinaus war Frau Thielgen länger und häufiger in der Klinik präsent, wodurch sich mehrmalige Begegnungen mit den PatientInnen im Haus ergaben. Für die PatientInnen 18 bis 31 war dagegen der Untersuchungstermin der erste Kontakt mit Frau Thielgen. Diese Vertrautheit/Unvertrautheit könnte ein Grund für die hohen Tremorak-

⁶ Das 24-Stunden-Protokoll gibt eine sehr komprimierte Darstellung der Tremormessungen in Labor und Alltag zuzüglich der Information über Körperlage und Bewegung sowie Herzfrequenz. Eine (farbige) Ausgabe des Protokollblatts wurde dem jeweiligen Patient ausgehändigt zusammen mit einem Erläuterungsblatt (vorformulierte Anleitung, s. Anhang 6).

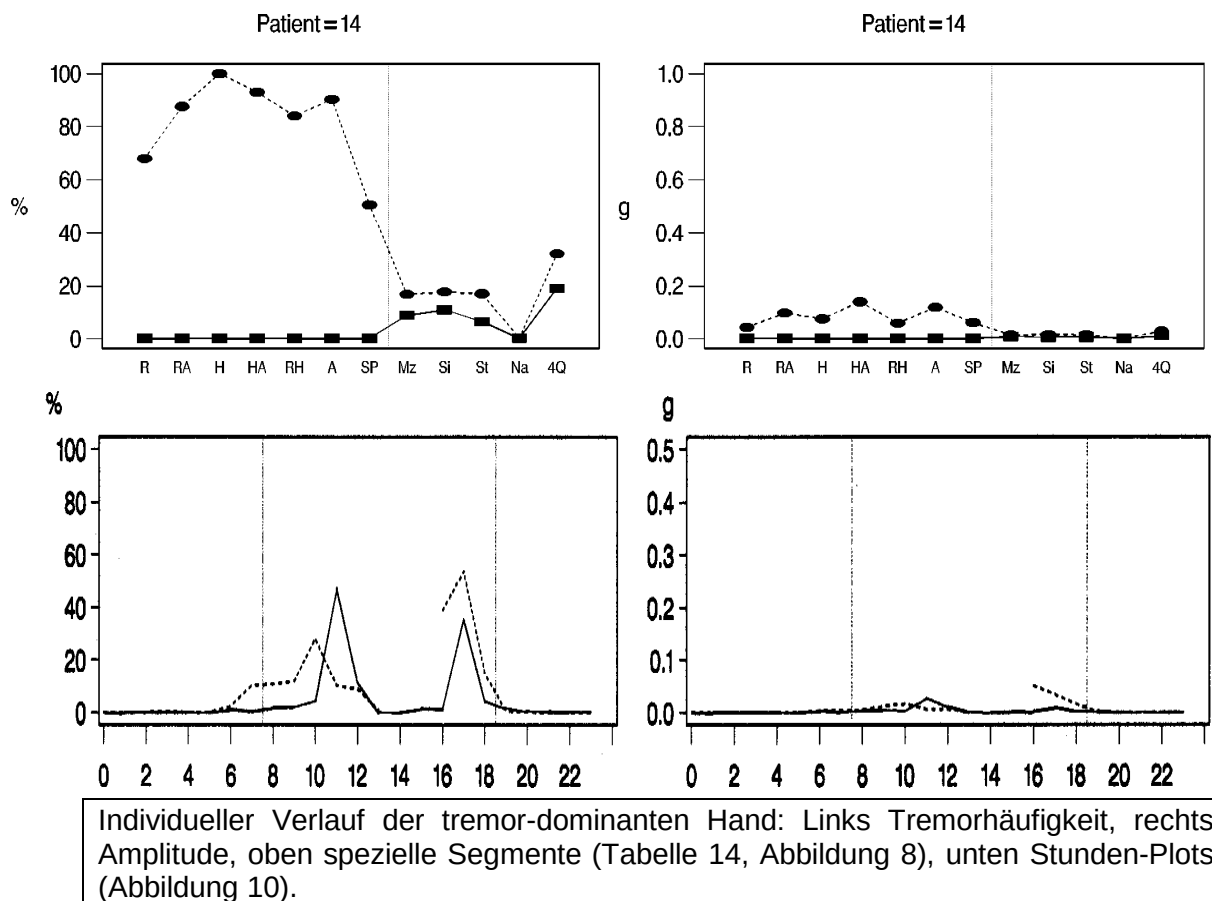
⁷ In den Kasuistiken sind – soweit möglich – die quantitativen Befunde hinsichtlich Häufigkeit und Amplitude der Tremoraktivität zusätzlich auch als Quartile der Verteilungen dieser Parameter bezogen auf die Gesamtverteilungen angegeben. Die Tabelle 15 ermöglicht solche interindividuellen Vergleiche auf genauere als bisher übliche Weise. Praktische Tabellen wie diese „Quartil-Normen“ würden allerdings noch eine umfangreichere Datenerhebung erfordern.

tivitäten in der jeweils ersten Stunde des 24-Stunden-Monitorings bei den PatientInnen 18 bis 31 im Vergleich mit den Patienten

1 bis 17 sein (vgl. Abbildung 10; die Lücken in den Kurven markieren den jeweiligen Beginn des Monitorings).

Patientin 14

Alter	69 Jahre
Diagnose	M.P., Tremordominanztyp, Stadium II-III nach Hoehn u. Yahr, UPDRS (gesamt) 71
Tremordominanz	links
Medikation	Madopar 125 (T1: 1,5 Tabletten / T2: 1 Tablette), Sifrol 0,18 (T1: 0 / T2: 1,5 Tabletten)
Subjektiver Auslöser	Schwangerschaft des 4. Kindes



Besonderheiten erste Messung:

Es zeigt sich eine höhere Häufigkeit des Tremors und der Amplitude im Labor als im Feld. Dies könnte auf eine Tremorverstärkung wegen emotionaler Beanspruchung hinweisen. Die Patientin selbst gibt Müdigkeit als Tremorursache während der La-

borsituation an. Im Monitoring zeigt sich ein Absinken der relativ hohen Tremorhäufigkeit nach der Medikamenteneinnahme gegen 18 Uhr – die Wirkung auf die Amplitude ist hingegen nicht so eindeutig. Die Patientin berichtet über keine besonderen

Tagesereignisse. Tremor-Spitze während der Gymnastik (10 Uhr).

Besonderheiten zweite Messung:

In der Laborsituation tritt kein Tremor auf, es zeigt sich jedoch ein leichter Tremor während der Monitoringmessung. Im Tagesverlauf treten Anstiege der Häufigkeit gegen 11.45 Uhr (Gymnastik) und 16.45 Uhr auf. In beiden Fällen kommt es nach der Medikamenteneinnahme zu einem Abfallen der Häufigkeit. Die Amplitude scheint von dem Zeitpunkt der Medikamenteneinnahme unbeeinflusst zu sein. Die Patientin berichtet erneut über keine besonderen Erlebnisse.

Vergleich Prä-Post:

Es ist eine Abnahme der Tremorhäufigkeit und Amplitude bei der Messwiederholung festzustellen. Dieser Effekt ist in der Labor-

situation deutlicher als während des Monitorings.

Subjektive Bewertung:

Tremor besser, weniger Schwindelgefühle, keine Verschlechterungen.

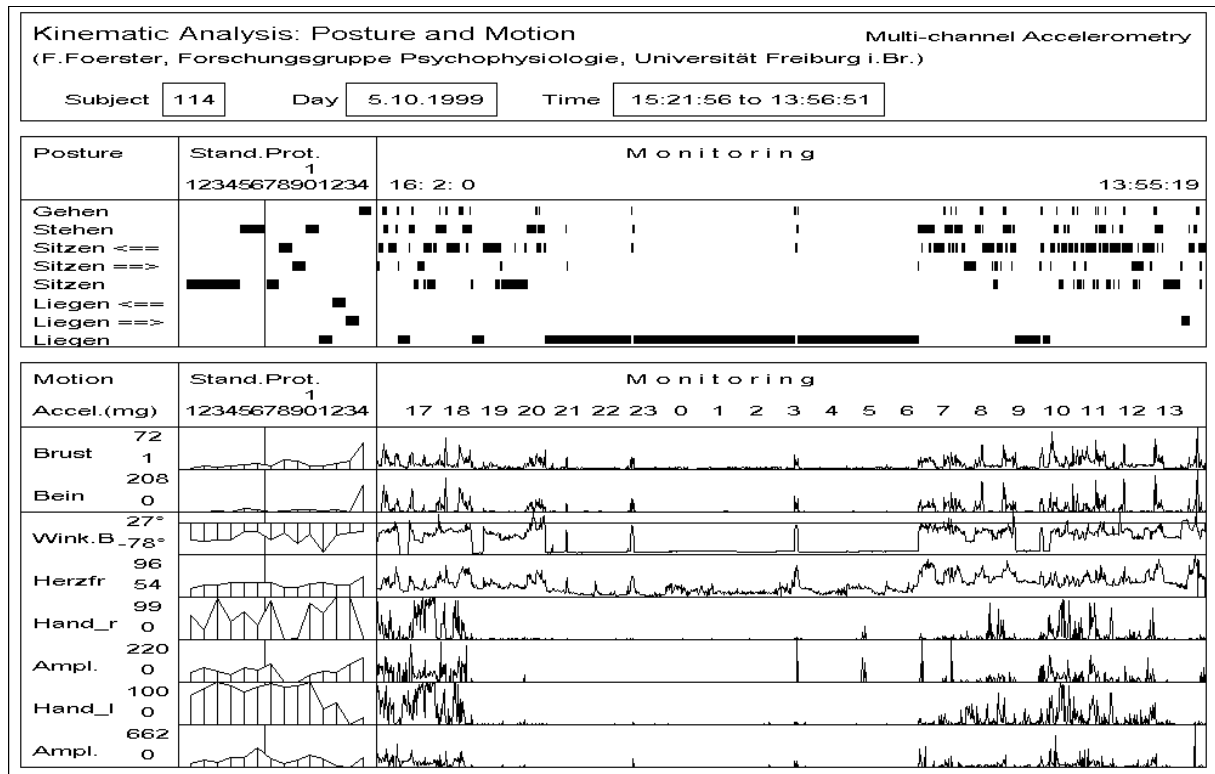
Bewertung der Befunde:

Bezüglich des Tremors zeigt sich eine deutliche Verringerung von Häufigkeit und Amplitude am Ende des Klinikaufenthaltes. Die Frequenz des Tremors bleibt relativ unverändert. Der Vergleich Labor (d.h. Untersuchungssituation) vs. Feld zeigt höhere Werte in der Untersuchungssituation, was auf eine Verstärkung der Tremorsymptomatik durch emotionale/kognitive Beanspruchung hinweist. Die Medikamentenwirkung ist deutlich sowohl in den Laborphasen als auch im Monitoring zu sehen.

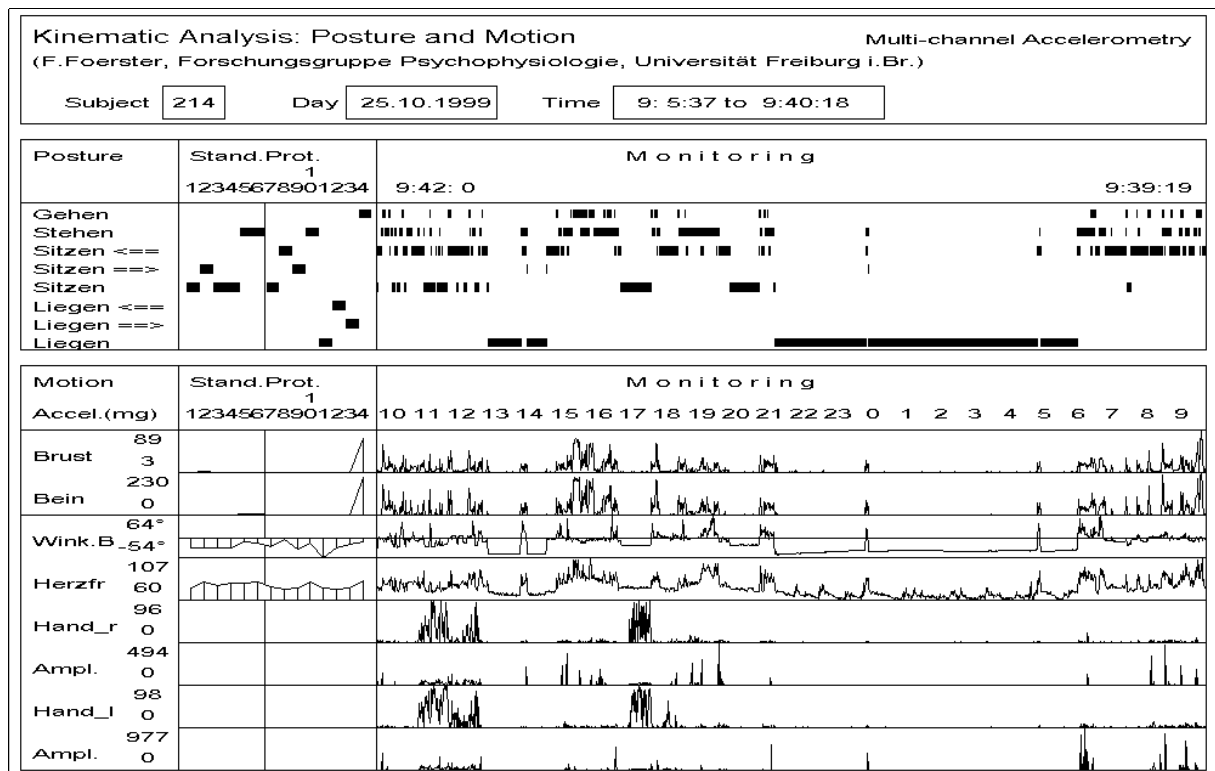
Einzelwerte Patientin 14

		Häufigkeit (%)				Amplitude (milli-g)				Frequenz (Hz)			
		T1		T2		T1		T2		T1		T2	
		R	Q	R	Q	R	Q	R	Q	R	Q	R	Q
Rechte Hand (nicht-dominant)	Ruhetremor	56	4	0	1	28	4	0	1	4.0	1	-	-
	Ruhetremor / Abl.	23	3	0	1	18	3	0	1	4.2	1	-	-
	Haltetremor	97	4	0	1	53	4	0	1	4.0	1	-	-
	Haltetremor / Abl.	42	2	0	1	16	2	0	1	4.2	1	-	-
	Feld	6	3	3	2	3	3	2	2	4.6	1	4.6	1
Linke Hand (dominant)	Ruhetremor	68	4	0	1	42	4	0	1	3.8	1	-	-
	Ruhetremor / Abl.	87	3	0	1	95	3	0	1	3.6	1	-	-
	Haltetremor	100	4	0	1	73	3	0	1	4.0	1	-	-
	Haltetremor / Abl.	93	2	0	1	138	2	0	1	4.0	1	-	-
	Feld	9	2	5	2	7	2	3	2	4.2	1	4.2	1

Anmerkung: R=Rohwert, Q=Quartil



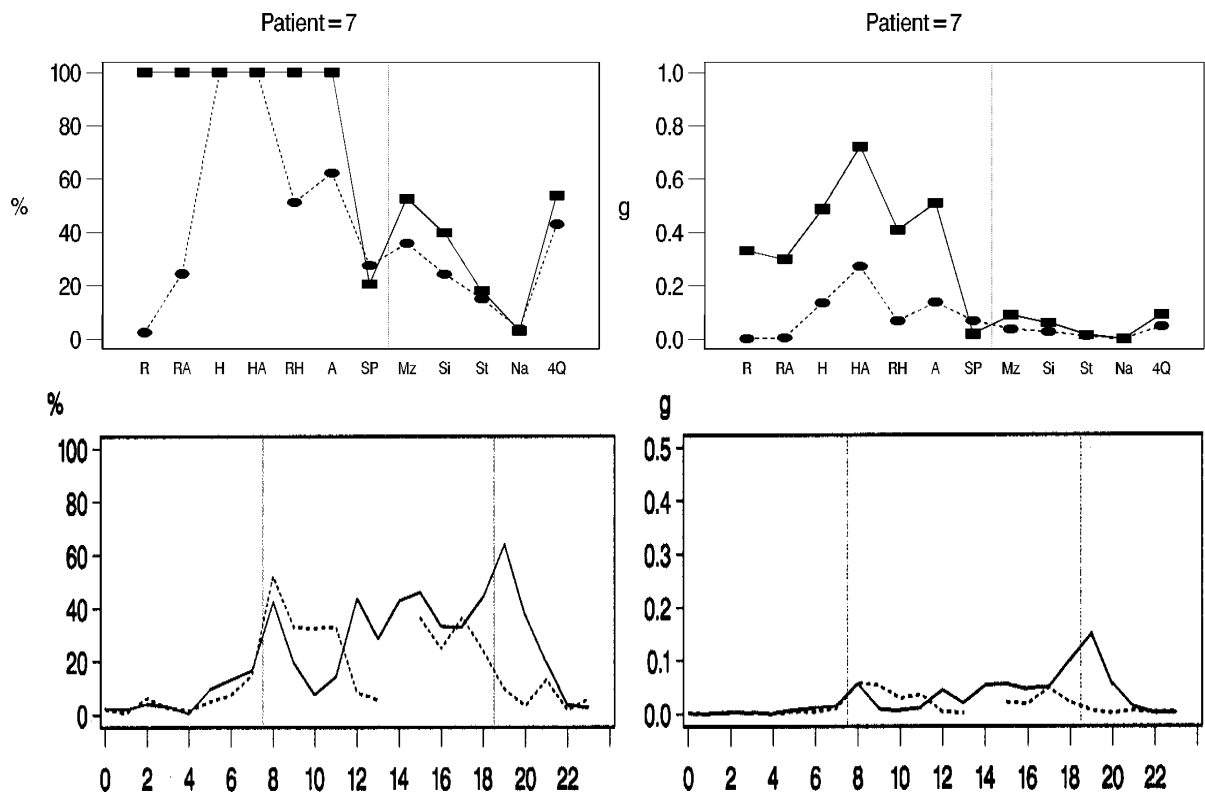
24-Stunden-Protokoll, Termin 1



24-Stunden-Protokoll, Termin 2

Patient 7

Alter	65 Jahre
Diagnose	M. P., Äquivalenztyp, Stadium III nach Hoehn u. Yahr, UPDRS (gesamt) 74
Tremordominanz	rechts
Medikation	Madopar 125 (T1: 2,25 Tabletten / T2: 3,25 Tabletten), Sifrol 0,18 (T1: 0,5 Tabl etten/ T2: 4 Tabletten)
Subjektiver Auslöser	Tod der Ehefrau



Individueller Verlauf der tremor-dominanten Hand: Links Tremorhäufigkeit, rechts Amplitude, oben spezielle Segmente (Tabelle 14, Abbildung 8), unten Stunden-Plots (Abbildung 10).

Besonderheiten erste und zweite Messung:
In den Laborsituationen werden höhere Werte bei Häufigkeit und Amplitude gemessen als im Feld. Hier kann eine Tremorverstärkung durch emotional/kognitive Beanspruchung vermutet werden. Die Rechtsdominanz des Tremors ist während der Laborbedingungen eindeutiger zu erkennen als im Feld (Monitoring). Der Patient berichtet keine besonderen Ereignisse.

Vergleich Prä-Post:
Der Patient zeigt bezüglich Häufigkeit und Amplitude überwiegend höhere Werte bei der Wiederholungsmessung als zu Behandlungsbeginn. Die Frequenz zeigt uneinheitliche Veränderungen.
Subjektive Bewertung:
Tremor besser (!), Laufen besser, keine Verschlechterungen.

Bewertung der Befunde:

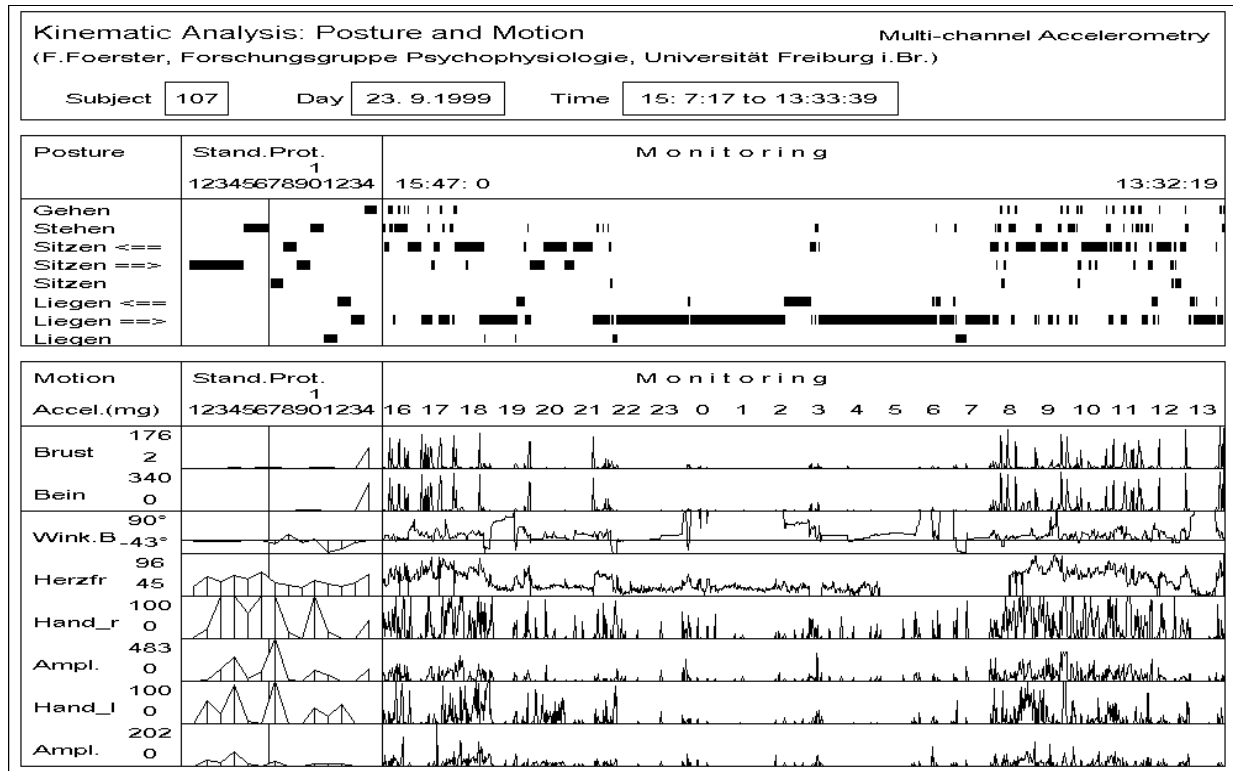
Bezüglich des Tremors zeigt sich eine deutliche Erhöhung von Häufigkeit, Amplitude und Frequenz am Ende des Klinikaufenthaltes – jedoch ohne einheitlichen Trend. Die größte Verschlechterung der Tremorsymptomatik zeigt sich in der Ruhebedingung der Laboruntersuchung. Der Vergleich Labor/Feld zeigt höhere Werte in

der Untersuchungssituation, was wiederum durch emotional/kognitive Beanspruchung erklärt werden könnte. Zusammenhänge zwischen emotional bedeutsamen Ereignissen und dem Tremorauftreten während des Monitorings lassen sich nicht erkennen. Der Patient hat über keine besonderen Erlebnisse berichtet; er war schwer zu explorieren.

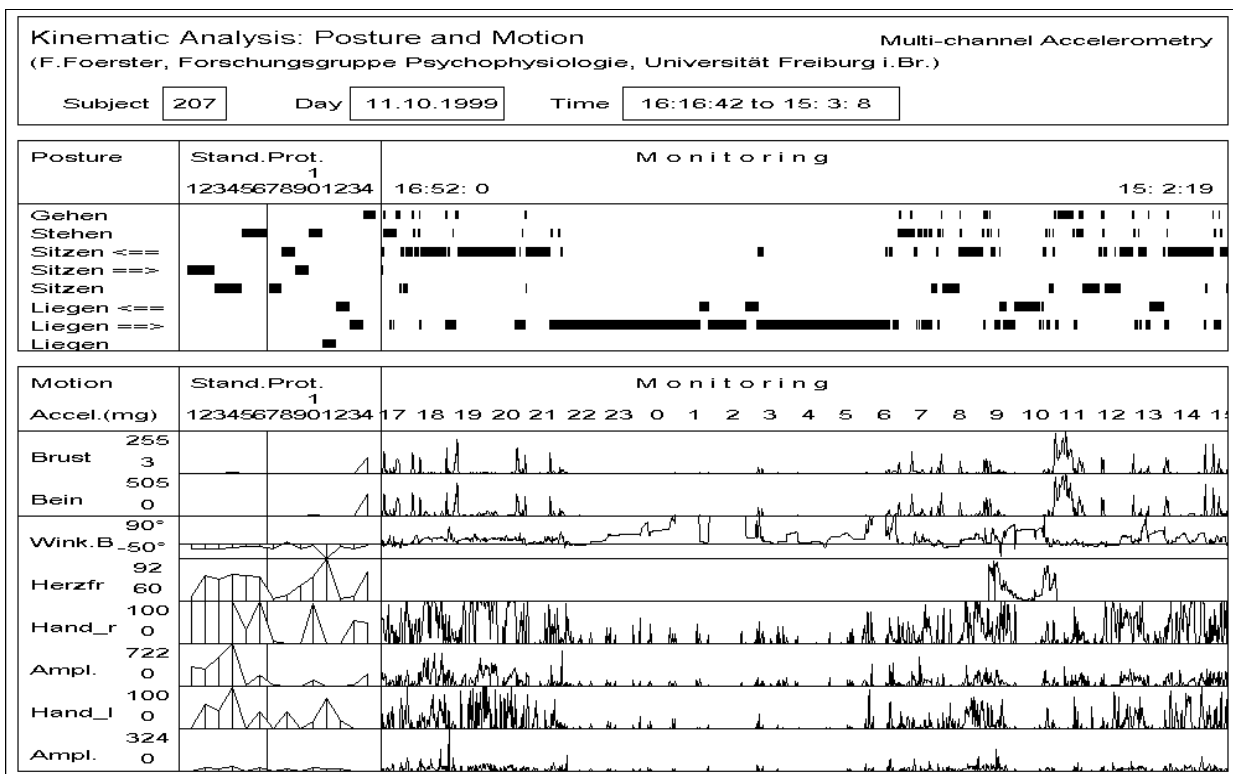
Einzelwerte Patient 7

		Häufigkeit (%)				Amplitude (milli-g)				Frequenz (Hz)			
		T1		T2		T1		T2		T1		T2	
		R	Q	R	Q	R	Q	R	Q	R	Q	R	Q
Rechte Hand (dominant)	Ruhetremor	2	2	100	4	0	1	330	4	5.2	3	4.9	2
	Ruhetremor / Abl.	24	1	100	4	5	1	299	4	5.8	4	5.2	2
	Haltetremor	100	4	100	4	135	4	489	4	4.9	1	5.4	2
	Haltetremor / Abl.	100	4	100	4	272	3	722	4	5.0	2	5.4	3
	Feld	15	3	21	4	15	3	28	4	5.3	3	5.3	3
Linke Hand (nicht-dominant)	Ruhetremor	0	1	2	3	0	1	0	1	-	-	5.2	3
	Ruhetremor / Abl.	55	3	56	4	15	3	14	3	5.7	3	5.6	3
	Haltetremor	23	3	43	3	4	3	7	3	5.7	3	5.5	2
	Haltetremor / Abl.	92	4	98	4	62	4	35	3	5.4	3	5.4	3
	Feld	8	3	10	4	3	3	3	3	5.3	4	5.3	4

Anmerkung: R=Rohwert, Q=Quartil



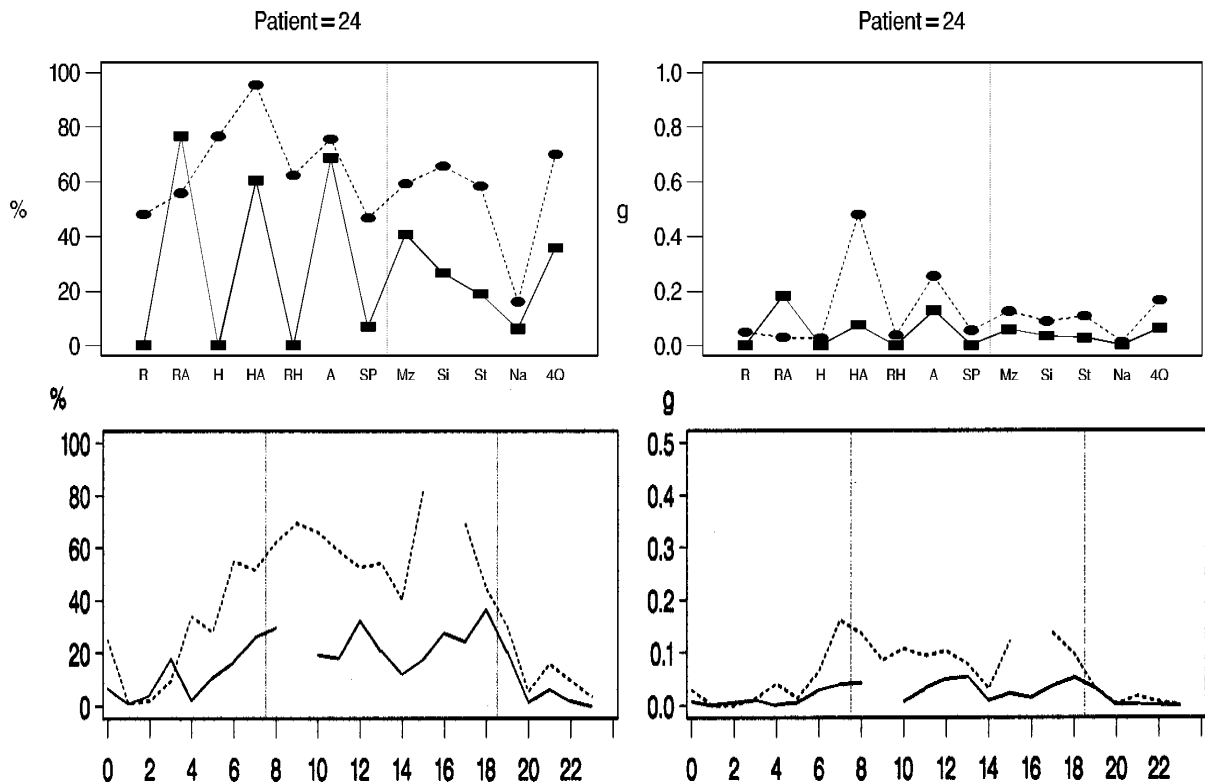
24-Stunden-Protokoll, Termin 1



24-Stunden-Protokoll, Termin 2

Patient 24

Alter	74 Jahre
Diagnose	M. P., Äquivalenztyp, Stadium II nach Hoehn u. Yahr, UPDRS (gesamt) 20
Tremordominanz	rechts
Medikation	Madopar (T1: 0,75 Tabl. 250 mg/ T2: 1,75 Tabl. 125 mg), Parkinsan 10 (T1: 1 Tabletten / T2: -), Kirim 2,5 (T1: 3 Tabletten / T2: -), Sifrol 0,18 (T1: - / T2: 3 Tabletten)
Subjektiver Auslöser	keine



Individueller Verlauf der tremor-dominanten Hand: Links Tremorhäufigkeit, rechts Amplitude, oben spezielle Segmente (Tabelle 14, Abbildung 8), unten Stunden-Plots (Abbildung 10).

Besonderheiten erste und zweite Messung:
In beiden Messungen ist die Tremordominanz der rechten Hand sowohl bei der Häufigkeit als auch bei der Amplitude festzustellen. Während der ersten Messung zeigen sich keine klaren Zusammenhänge zwischen kognitiver/emotionaler Beanspruchung und der Zunahme von Häufigkeit

oder Amplitude. Es zeigt sich jedoch bei der zweiten Messung eine Zunahme von Häufigkeit und/oder Amplitude des Tremors unter den Ablenkungsbedingungen, was wiederum eine kognitiv/emotionale Beteiligung bei der Tremorentstehung vermuten lässt. Die Patientin berichtet über keine be-

sonderen Erlebnisse während der Monitoringtage.

Vergleich Prä-Post:

Die Patientin zeigt eine deutliche Reduzierung der Häufigkeit des Tremors am Ende des Klinikaufenthaltes. Die Amplitude zeigt unterschiedliche Tendenzen, ebenso die Frequenz.

Subjektive Bewertung:

Tremor rechts besser, keine Verschlechterungen.

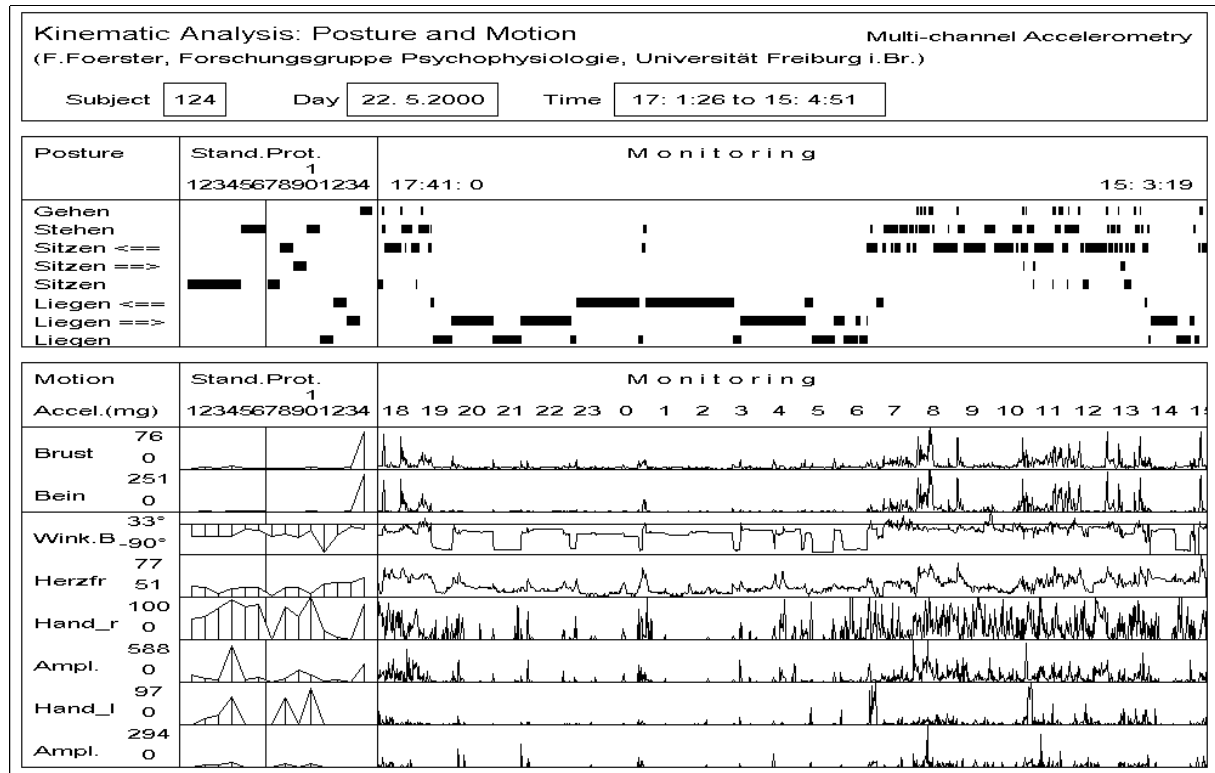
Bewertung der Befunde:

Durch den Prä-Post-Vergleich wird die Qualität der subjektiv empfundenen Verbesserung deutlich: Der Tremor tritt in beiden Händen weniger oft auf (Reduzierung der Häufigkeit). Obwohl der Tremor, sofern er in Erscheinung tritt, im Tagesdurchschnitt bei der Wiederholungsmessung stärker ausgeprägt ist (Erhöhung der Amplitude), wird von der Patientin insgesamt eine Verbesserung erlebt.

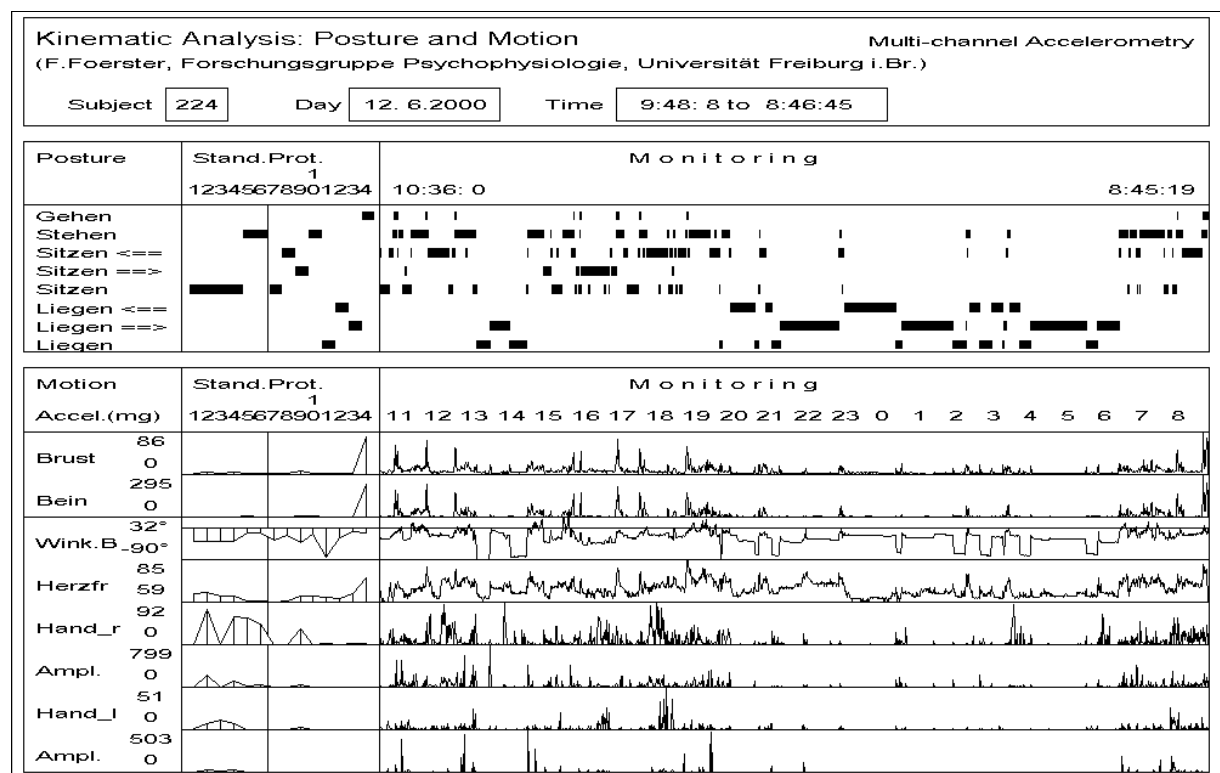
Einzelwerte Patientin 24

		Häufigkeit (%)				Amplitude (milli-g)				Frequenz (Hz)			
		T1		T2		T1		T2		T1		T2	
		R	Q	R	Q	R	Q	R	Q	R	Q	R	Q
Rechte Hand (dominant)	Ruhetremor	48	3	0	1	48	3	0	2	4.3	1	-	-
	Ruhetremor / Abl.	56	2	77	3	28	2	181	4	4.6	1	4.3	1
	Haltetremor	76	2	0	1	26	2	0	1	5.6	3	-	-
	Haltetremor / Abl.	95	3	60	2	479	4	75	2	4.9	1	4.8	1
	Feld	35	4	15	3	55	4	20	3	5.1	3	4.8	2
Linke Hand (nicht-dominant)	Ruhetremor	0	1	1	3	0	0	0	3	-	-	5.2	3
	Ruhetremor / Abl.	13	2	7	2	2	3	2	3	5.1	2	4.9	2
	Haltetremor	21	3	11	2	3	3	2	3	6.0	3	6.0	3
	Haltetremor / Abl.	65	2	8	2	19	2	2	2	5.1	2	5.5	3
	Feld	7	3	3	2	5	3	3	2	5.2	4	5.0	3

Anmerkung: R=Rohwert, Q=Quartil



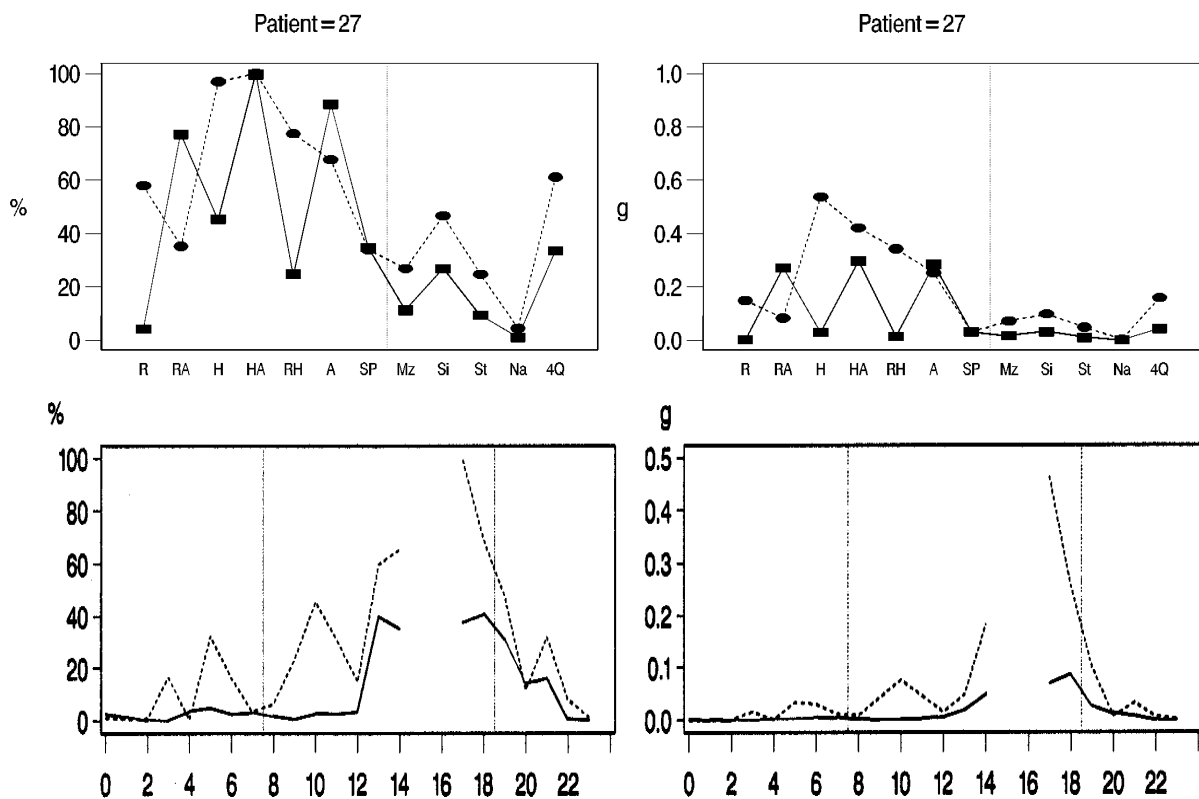
24-Stunden-Protokoll, Termin 1



24-Stunden-Protokoll, Termin 2

Patient 27

Alter	72 Jahre
Diagnose	M. P., Äquivalenztyp, Stadium III nach Hoehn u. Yahr, UPDRS (gesamt) 40
Tremordominanz	rechts
Medikation	Madopar 125 (T1: 2,5 Tabletten / T2: 2,5 Tabletten), Dopergin 0,2 (T1: 4 Tabletten / T2: 1,5 Tabletten), Sifrol 0,18 (T1: - / T2: 3,5 Tabletten), Madopar depot (T1: 2 Tabletten / T2: 2 Tabletten)
Subjektiver Auslöser	Beginn nach Prostata-OP



Individueller Verlauf der tremor-dominanten Hand: Links Tremorhäufigkeit, rechts Amplitude, oben spezielle Segmente (Tabelle 14, Abbildung 8), unten Stunden-Plots (Abbildung 10).

Besonderheiten erste Messung:

In der Laborsituation spiegelt sich die Rechtsdominanz des Tremors in unterschiedlichen Amplituden wieder, wobei jeweils ein Anstieg unter den Bedingungen des Halte-Tremors festzustellen ist. Auch im Monitoring zeigte sich eine Rechtsdominanz des Tremors. Nachts konnte gegen 3 und 5 Uhr ein leichter Tremor registriert werden. Zu diesen Zeitpunkten stand der

Patient kurz auf (Toilettengang, Aufstehen). Man kann daher vermuten, dass die körperliche Aktivität verstärkend auf die Tremorsymptomatik wirkt. Dieser Zusammenhang lässt sich jedoch tagsüber nicht so eindeutig feststellen: zu Zeiten der Frühgymnastik steigt zunächst die Amplitude in der linken Hand, dann die der rechten Hand an. Während der Rhythmischen Koordination und unmittelbar danach zeigt

sich keine besondere Erhöhung des Tremors in beiden Händen. Bemerkenswert ist die Abweichung von gemessenen und durch den Patienten berichteten Tremor vor 10 Uhr. Der Patient berichtet erst nach 10 Uhr über Tremor, obwohl schon in den frühen Morgenstunden relativ große Häufigkeiten (rechts bis 90%) – mit allerdings eher geringen Amplituden – gemessen wurden. Der Patient berichtet über keine besonderen Ereignisse.

Besonderheiten der zweiten Messung:

Die Ergebnisse der Laborsituationen zeigen jeweils höhere Werte in den Ablenkungsbedingungen als in den Ruhe- und Haltebedingungen ohne Ablenkung. Dies kann auf eine Beteiligung von kognitiver/emotionaler Beanspruchung bei der Ausprägung der Tremorsymptomatik hinweisen. Im Tagesverlauf zeigt sich eine höhere Häufigkeit in beiden Händen nach Beginn der Messung (ca. 17.30 Uhr – Bettruhe) als am folgenden Vormittag. Erst gegen 13 Uhr steigt die Tremorhäufigkeit wieder deutlich an. Diese Veränderungen zeigen keine Parallelen zur körperlichen Aktivität. Interessant sind in diesem Fall die Berichte des Patienten über die Tageserlebnisse: Nach dem Abendessen (ca. 18.15 Uhr) erfuhr er telefonisch von dem Tod seines Haustieres; zudem verschlechterte sich der Gesundheitszustand einer Mitpatientin dramatisch, was der Patient als sehr belastend erlebte. Der näch-

ste Vormittag verlief normal ohne Belastungen bis zu dem Zeitpunkt der Gesprächsgruppe (13 Uhr). Der Patient berichtete, sich in der Gruppe sehr aufgeregt zu haben.

Vergleich Prä-Post:

Die Messungen zeigen eine Abnahme von Häufigkeit und Amplitude. Dieser Effekt ist bei den Tagesmessungen deutlicher als in der Laborsituation. Bezüglich der Frequenz ist kein eindeutiger Trend zu erkennen.

Subjektive Bewertung:

Tremor besser, allgemeines körperliches Befinden besser, keine Verschlechterungen.

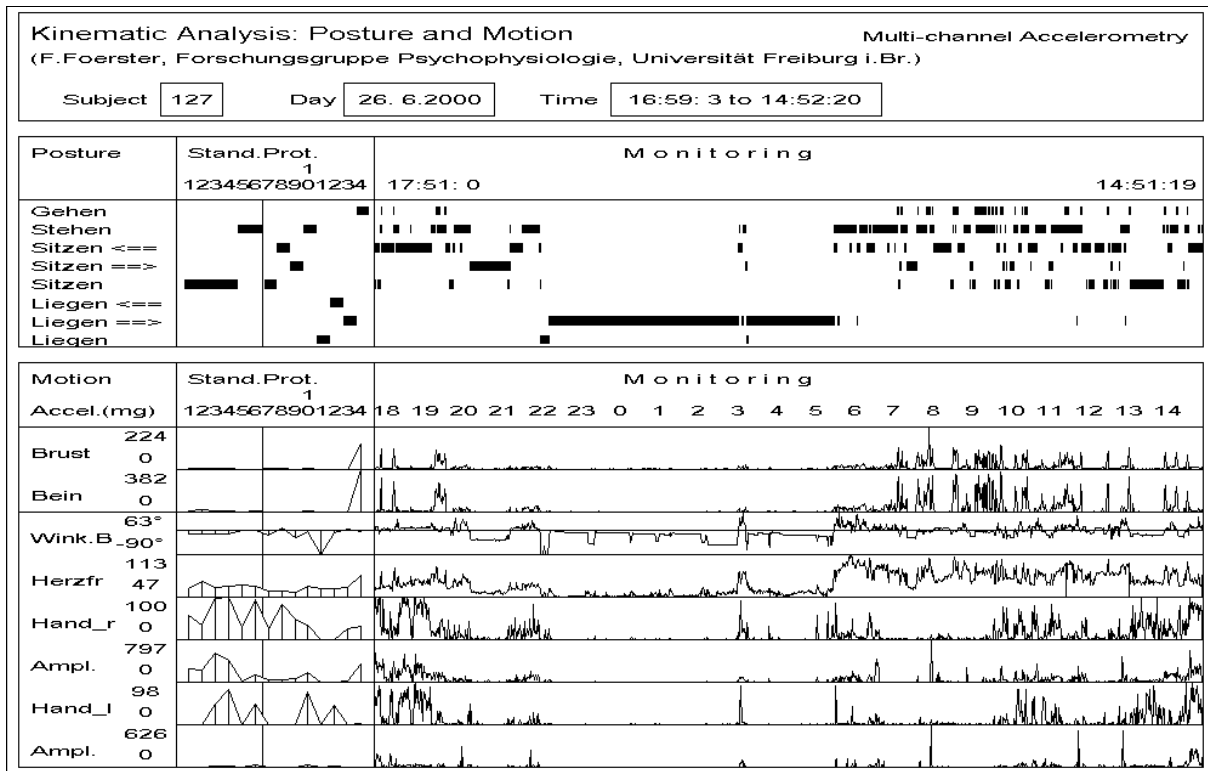
Bewertung der Befunde:

Die erste Messung erlaubt keine klaren Schlüsse über Muster möglicher individueller Bedingungskonstellationen bei dem Auftreten der Tremorsymptomatik. Anders verhält es sich bei der zweiten Messung, die eine emotionale Beeinflussung des Tremors nahelegt. Um solche möglichen Zusammenhänge aufzeigen zu können, ist man auf vielschichtige Erlebnisse auf Seiten des Patienten angewiesen – Umstände, die in einer alltäglichen Klinikroutine selten gegeben sind. Nimmt man eine emotionale Beeinflussung als gegeben an, so ist der Effekt der Verbesserung zum zweiten Messzeitpunkt größer anzusehen, da dies nach Angaben des Patienten der belastendere Tag war.

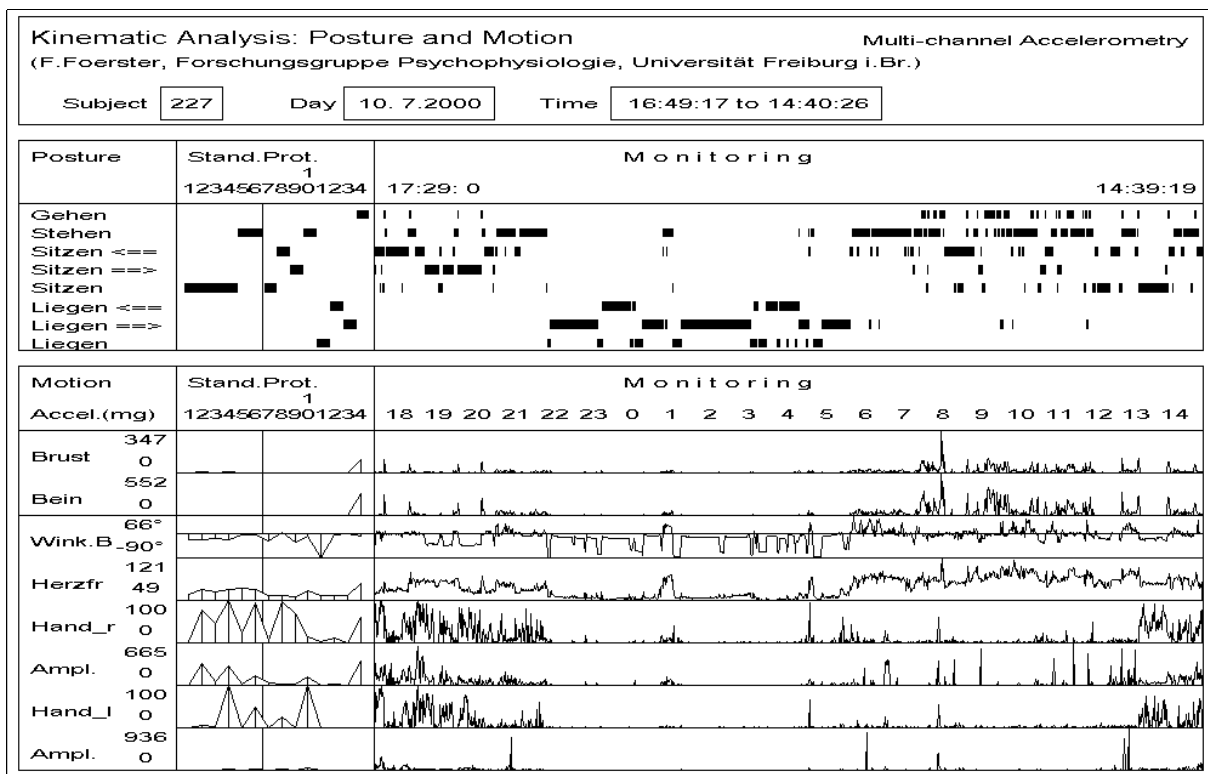
Einzelwerte Patient 27

		Häufigkeit (%)				Amplitude (milli-g)				Frequenz (Hz)			
		T1		T2		T1		T2		T1		T2	
		R	Q	R	Q	R	Q	R	Q	R	Q	R	Q
Rechte Hand (dominant)	Ruhetremor	58	3	4	2	147	4	0	2	5.6	4	5.6	4
	Ruhetremor / Abl.	35	2	77	3	82	3	270	4	5.9	4	5.6	4
	Haltetremor	97	4	45	2	536	4	28	2	6.1	4	5.9	4
	Haltetremor / Abl.	100	4	100	4	420	4	296	3	6.0	4	5.9	4
	Feld	24	4	10	2	46	4	12	3	5.1	3	5.1	3
Linke Hand (nicht-dominant)	Ruhetremor	0	1	0	1	0	1	0	1	-	-	-	-
	Ruhetremor / Abl.	1	2	6	2	0	2	1	3	4.9	2	5.8	4
	Haltetremor	47	3	3	2	10	3	0	3	6.1	4	6.5	4
	Haltetremor / Abl.	80	3	100	4	19	2	29	3	5.9	4	6.0	4
	Feld	16	4	6	3	17	4	4	3	5.1	4	5.2	4

Anmerkung: R=Rohwert, Q=Quartil



24-Stunden-Protokoll, Termin 1



24-Stunden-Protokoll, Termin 2

Zusammenfassung und Ausblick

Die hier vorgestellte Studie sollte Fragen der Praktikabilität der Methodik, der Validität der Tremor-Kennwerte (Häufigkeit, Amplitude, Frequenz), der Stabilität der Kennwerte, deren medizinischer Relevanz (z.B. Veränderungen zwischen Anfang und Ende des Klinik-Aufenthalts), nach Zusammenhängen mit behavioralen und Umgebungseinflüssen (z.B. Körperlage, körperliche, emotionale und mentale Beanspruchungen), sowie nach der Vorhersagbarkeit des Tremors im täglichen Leben durch standardisierte Labor-Untersuchungen nachgehen. Im Vergleich zu Vorläufer-Studien wurden daher zwei Neuerungen eingeführt: zum einen sollten möglichst viele Patienten zweimal, d.h. zu Anfang und Ende des Klinikaufenthalts, registriert werden, um einen Anhalt zur Stabilität von Tremor-Variablen und zum Rehabilitationsverlauf zu erhalten; zum zweiten wurde zur Bestimmung von Körperlage und Bewegung die in der Forschungsgruppe entwickelten hierarchische Klassifikation eingeführt.

Der Versuchsablauf bestand aus einem Labor- und einem Feld-Teil. Im Labor-Teil wurden Phasen registriert, die der medizinischen und der psychophysiologischen Diagnostik dienen, sowie ein Standardprotokoll, das die Klassifizierung von Körperlagen und Bewegungen im Feld zwecks ansatzweiser Verhaltensbeobachtung erlaubt. Der Labor-Teil dauerte mit anfänglicher Befragung und Anlegen der Geräte etwa 90 Minuten, das 24-Stunden-Monitoring im Durchschnitt knapp 23 Stunden. Die Daten-Analyse umfasste vier Stufen, die Primärauswertung getrennt für Labor- und Feld-Teil, eine Missing-Data-Korrektur des Feld-Teils, die hierarchische Klassifikation von Körperlagen und Bewegungen und die grafische Darstellung in einem 24-Stunden-Protokoll.

Es wurden 30 Patienten untersucht, 21 davon mit Wiederholungs-Termin. 10 der 30 Patienten haben keinen oder nur geringen Tremor, 7 davon sind Patienten mit Wiederholungs-Termin. Zwar wurden alle für diese Untersuchung ausgewählten Patienten als durch Tremor behinderte Patienten diagnostiziert, doch sind medika-

mentöse (Neu-)Einstellungen zwischen Diagnose und Untersuchung zu bedenken. Für manche Bereiche wurden daher die statistischen Analysen sowohl für die Gesamtstichprobe als auch für die reduzierte Stichprobe der Patienten mit deutlicher Tremoraktivität gerechnet.

Mangelnder Tremor korreliert nicht ohne weiteres mit geringerer Einstufung der Krankheits-Schwere nach Hoehn & Yahr und UPDRS, wirkt sich aber auf die individuell erlebte Tremor-Symptomatik aus (Behinderungen durch den Tremor). Tremor in den Laborphasen konnte durch die Untersucherin gut beobachtet werden (Korrelationen zwischen beobachtetem und gemessenem Tremor .52 bis .86). Die Selbsteinschätzung des Tremors durch die Patienten korrelierte mit den gemessenen Werten dagegen eher schwach. Patienten mit stärkerer Tremoraktivität waren bereits länger erkrankt, hatten länger unveränderte Medikation, berichteten öfter von Tremor im Schlaf und klagten mehr über Behinderungen durch den Tremor.

Während der Laborphasen „Haltetremor“ konnte höhere Tremoraktivität beobachtet werden als bei den „Ruhetremor“-Phasen, gleichzeitige Ablenkung steigerte den Tremor deutlich.

Zur Beschreibung der Stichprobe (Patienten, Zeitpunkte, Variable) wurden je 6 spezielle Segmente aus Labor und Feld für die Variablen Tremor-Häufigkeit, Amplitude und Frequenz jeweils für die tremor-dominante und nicht-dominante Hand gebildet. Zusätzlich wurde die Herzfrequenz aufgenommen. Die Grundstatistiken und Verteilungshinweise wurden ergänzt durch Varianzkomponenten-Schätzungen. Die Tremor-Variablen weisen im Vergleich zur Herzfrequenz hohe Fehlervarianzen auf.

In Tabellen und in Verlaufs-Plots der einzelnen Patienten für die speziellen Segmente und das 24-Stunden-Monitoring konnte eine signifikante Reduktion des Tremors vom Beginn zum Ende des Klinikaufenthaltes nachgewiesen werden. Von den 14 Patienten mit Tremor und Wiederholungsmessung zeigten 7 deutliche Tremor-Abnahme, 2 Patienten eine Tremor-Zunahme. Dieser Reha-Effekt war am deutlichsten im Feldsegment der größten Amplituden (Segment „4. Quartil“) und in den Laborphasen „Haltetremor“, für die Tre-

morhäufigkeit auch während des Standardprotokolls. Die Stundenplots des Monitorings bestätigten die Ergebnisse und liefern darüberhinaus wertvolle Hinweise auf besondere Ereignisse im Tagesverlauf. Multivariat ließ sich der Reha-Effekt eher für die Tremorhäufigkeit als für die Amplitude und eher für den Monitoringteil als für den Laborteil nachweisen. Die Herzfrequenz nahm vermutlich aufgrund anticholinergischer Medikation signifikant zu. Die Stabilitäten der Tremor-Variablen sind, verglichen mit denen der Herzfrequenz, deutlich geringer.

Die Vorhersage der Tremoraktivität im täglichen Leben aus den Tremormessungen unter standardisierten Bedingungen ist von großer praktischer Bedeutung. Als bester Prädiktor erwies sich der Haltetremor-Test unter Ablenkung durch lautes Zählen (d.h. eine Laborphase mit mentaler Beanspruchung) mit deutlich höherer Vorhersageleistung im Vergleich zu den einfachen Messungen von Ruhe- und Haltetremor. Dies gilt für alle Tagsegmente und sowohl für die Tremorhäufigkeit als auch für die Tremoramplitude. Die Vorhersageleistung mit Korrelationen von .65 bis .75 ist mit 50% der Gesamtvarianz moderat, doch ist das sehr kurze Meßintervall des Prädiktors (2x2 Minuten) zu bedenken.

Die Tremor-Variablen Häufigkeit und Amplitude hängen sowohl im Querschnitt als auch im Längsschnitt hoch zusammen: Patienten mit häufigem Tremor haben meist auch starken Tremor, Tremor-Episoden mit großer Amplitude dauern meist auch länger. Der Tremor zwischen den beiden Händen ist moderat korreliert, da nicht alle Patienten Tremor an beiden Händen (Tremor-dominante und nicht-dominante) haben. Amplitude und Frequenz hängen im Querschnitt und systemisch schwach negativ zusammen, was auch theoretisch plausibel ist, da bei gleicher Energie einer Welle Frequenz und Amplitude reziprok zueinander sind.

Einflüsse von emotionaler oder mentaler Beanspruchung auf den Tremor konnten nicht belegt werden. Die Tremoraktivität korrelierte leicht mit Hand- und Körperhaltung: im Sitzen (bei waagrechter Handhaltung) ist Tremor häufiger aber mit geringe-

rer Amplitude. Aktiviertheit des Patienten, indiziert durch die Herzfrequenz, erhöht den Tremor.

Die mittlere Länge der Tremor-Episoden bei den Patienten mit Tremor reicht von etwa neun Sekunden bis zu fast einer Minute, einzelne Episoden waren bis zu neun Minuten lang. Die Hälfte der Episoden der Gesamtstichprobe waren kürzer als 16 Sekunden.

Die Tremor-Symptomatik bei Parkinson-Patienten ist neben Rigor und Problemen der Bewegung am störendsten. Die Erfassung auch über längere Zeiträume mit wenig belastenden Accelero-Sensoren und ihre Auswertung ist soweit ausgereift, daß Routine-Untersuchungen möglich wären. Methodisch wäre eine Parallel-Messung mit der eher eingeführten myografischen Erfassung des Tremors denkbar. Aus psychophysiologischer Sicht würde man sich eine über die jetzt möglichen Registrierungen der Körperlage und Bewegung hinausgehende Verhaltensbeobachtung wünschen, um mentale/emotionale Einflüsse auf die Tremoraktivität zu erfassen. Ob dabei ein Online-Rückmelde-Algorithmus des Tremors, ähnlich der „additional heart rate“ von Myrtek et al. (1988), eingesetzt werden kann, ist angesichts der deutlich geringeren Stabilität der Tremor-Variablen eher schwierig. Ebenfalls als schwierig muß der Einsatz von Klein-Computern zur Selbsteinstufung des Verhaltens im Hinblick auf das meist fortgeschrittene Alter der Patienten und ihre motorischen Einschränkungen angesehen werden.

Die accelerometrische Methodik zur Erfassung der Tremorparameter unter Labor- und Alltagsbedingungen (Monitoring) kann als befriedigend ausgereift angesehen werden. Eine Anwendung in stationären (Klinik) und ambulanten (Praxis) Einrichtungen erscheint zur Beurteilung des Behandlungserfolgs sowie von möglichen mentalen/emotionalen Einflüssen, insbesondere unter Alltagsbedingungen, angezeigt. Darüberhinaus liefert die Bestimmung von Körperlage und Bewegung wertvolle Hinweise auf das Verhalten der Patienten und ihren Tages- und Nacht-Rhythmus.

Literatur:

- Fahrenberg, J. & Foerster, F. (2000). Kalibrierte Accelerometrie von Körperlage, Bewegung und Tremor im 24-Stunden-Monitoring. *Neurologie & Rehabilitation*, 6, 1, 16-18.
- Fahrenberg, J., Foerster, F., & Smeja, M. (1998). Kalibrierte Accelerometrie zur kontinuierlichen Erfassung von Körperlage, Bewegungsmustern, Tremor. *Forschungsberichte des Psychologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i.Br.*, 132.
- Fahrenberg, J., Foerster, F., Smeja, M. & Müller, W. (1997). Assessment of posture and motion by multichannel piezoresistive accelerometer recordings, *Psychophysiology*, 34, 607-612.
- Fahrenberg, J., Müller, W., Foerster, F., & Smeja, M. (1996). A multi-channel investigation of physical activity. *J. Psychophysiol.*, 10, 209-217.
- Foerster, F. & Fahrenberg, J. (2000). Motion pattern and posture: Correctly assessed by calibrated accelerometers. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*, 32 (3), 500-507.
- Foerster, F., Schneider, H.J., & Walschburger, P. (1983). *Psychophysiologische Reaktionsmuster*. München: Minerva.
- Foerster, F. & Smeja, M. (1999). Joint amplitude and frequency analysis of tremor activity. *EMG, Clinical Neurophysiology*, 39, 11-19.
- Foerster, F., Smeja, M., & Fahrenberg, J. (1999). Automatic detection of posture and motion by accelerometry: a validation study in ambulatory monitoring. *Computers in Human Behavior*, 15, 1-13.
- Myrtek, M., Brüchner, G., Fichtler, A., König, K., Müller, W., Foerster, F. & Höppner, V. (1988). Detection of emotionally induced ECG changes and their behavioral correlates: A new method for ambulatory monitoring. *European Heart Journal*, 9 (Supplement N), 55-60.
- Qian, S. & Chen, D. (1996). *Joint time-frequency analysis. Methods and applications*. Upper Saddle River (NJ): Prentice-Hall.
- Rohmert, W. & Rutenfranz, J. (1975). *Arbeitswissenschaftliche Beurteilung der Belastung und Beanspruchung an unterschiedlichen industriellen Arbeitsplätzen*. Bonn: Der Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung (Hrsg.), Referat Öffentlichkeitsarbeit.
- Smeja, M. (1998). *Ambulantes 24 h Monitoring der Tremoraktivität bei Patienten mit Morbus Parkinson*. Unveröff. Diplomarbeit, Forschungsgruppe Psychologie, Universität Freiburg i.Br.
- Smeja, M., Foerster, F., Fuchs, G., Emmans, D., Hornig, A. & Fahrenberg, J. (1999). 24 hr assessment of tremor activity and posture in Parkinson's disease by multi-channel accelerometry. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 13, 245-256.
- Stemmler, G. (2001). Grundlagen psychophysiologischer Methodik. IN: Rösler, F. (Hsg.), *Enzyklopädie der Psychologie*. Göttingen: Hogrefe
- Stemmler, G., & Fahrenberg, J. (1989). Psychophysiological assessment: Conceptual, psychometric, and statistical issues. In: Turpin, G. (Hsg.), *Handbook of clinical psychophysiology*. Chichester: Wiley.

Anhang 1: Fragebogen „24-Stunden Monitoring des Tremors“

24-Stunden Monitoring des Tremors

Patient: _____

VP-Nr.: _____ Geräte-Nr.: _____ Datenfile: _____

Geschlecht: ☐ M / ☐ F Alter: _____

Berufstätig: ☐ JA / ☐ NEIN / ☐ RENTNER Tätigkeit: _____

Anamnese: _____

Arzt: _____ Adresse: _____

Diagnose: _____

weitere Erkrankungen: _____

Erkrankung (M.P.) seit: _____ erste Anzeichen: _____

Auslöser: ☐ JA / ☐ NEIN welcher? _____

Medikation zur Zeit: ☐ JA / ☐ NEIN seit: _____

Medikamente/Dosis: _____

in den letzten zwei Wochen geändert? ☐ JA / ☐ NEIN

andere Medikationen: _____

spezielle Fragen zum Tremor

Händigkeit: ☐ RECHTS / ☐ LINKS Hand: ☐ RECHTS / ☐ LINKS Dominanz? ☐ R / ☐ L

Bein: ☐ RECHTS / ☐ LINKS Dominanz? ☐ R / ☐ L / ☐ K

Momente/Tätigkeiten mit verstärktem Tremor? ☐ JA / ☐ NEIN

welche? _____

Zusammenhang mit Aufregung /Streß: ☐ JA / ☐ NEIN

typische Situationen: _____

Tremor während des Schlafs? ☐ JA / ☐ NEIN

was dann? _____

Behinderung durch die Krankheit im täglichen Leben

allgemein

Sprache: ☐ 0 ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4
Speichelfluß: ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4
Schlucken: ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4
Handschrift: ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4
Umgang mit Eßbesteck: ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4
An- und Auskleiden: ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4
Körperpflege: ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4
Umdrehen im Bett: ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4
Stürze: ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4
plötzliches Erstarren: ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4
Gehen: ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4
Tremor: ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4
sensorische Beschwerden: ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

nur bei Tremor

Handschrift: ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4
Essen: ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

soziale Beeintr.: ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

Beeinträchtigung durch den Tremor insgesamt.: ☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

Lebensverhältnisse

☐ ALLEIN / ☐ PARTNER / ☐ FAMILIE / ☐ HEIM

typischer Tagesablauf / Beschäftigung/Hobbies: _____

Tremoraufgaben

	rechts:	links:
Tremor in Ruhe:	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4
mit Ablenkung:	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4
Tremor bei Halteinnervation:	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4
mit Ablenkung:	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4
Tremor bei Zielbewegungen:	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4	☐ 0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4

individuelle Schlafhaltung: _____

individuelle Ruuehaltung: _____

Anhang 2: Programmbeschreibung von SEEADA

Bei SEEADA handelt es sich um ein interaktives Programm, mit dem die Minutenmittelwerte der physiologischen Feld-Daten, die im ASCII-File mit der Extension „ada“ gespeichert sind, graphisch auf dem Bildschirm dargestellt werden. Dabei können die Daten von artefaktverdächtigen Minuten entweder ganz (mit Ausnahme der 7 Kopf-Variablen) oder teilweise eliminiert werden. Die Daten werden geladen, korrigiert, und nach der Korrektur in den Ausgangsfile zurückgespeichert.

Nach den Grundeinstellungen (ähnlich wie bei TREMOR) und laden des ADA-Files in einen Scratch-File werden im „labox-Dialog“-Fenster (s. Abbildung 14) bis zu zehn Variable (Signale) per Mausklick ausge-

wählt (blau unterlegt). Um nicht immer dieselbe Signal-Auswahl eingeben zu müssen, können bis zu sieben Vorauswahlen definiert und mit einem Namen versehen werden. Diese Namen erscheinen dann als erste Zeilen in der Liste des „Inbox Dialog“. Wenn eine solche Vorauswahl angeklickt wird, erscheint die Box ein zweites Mal mit den Signalen der Vorauswahl. Die Vorauswahlen können im File „auswahl.sad“ verändert werden. Jede Vorauswahl im File enthält (durch Komma getrennt) den Namen der Vorauswahl (ohne Komma und Leerstellen), die Anzahl der Signale und deren Namen. Durch „OK“ wird die Auswahl abgeschlossen. Die Signale werden auf dem Bildschirm dargestellt.

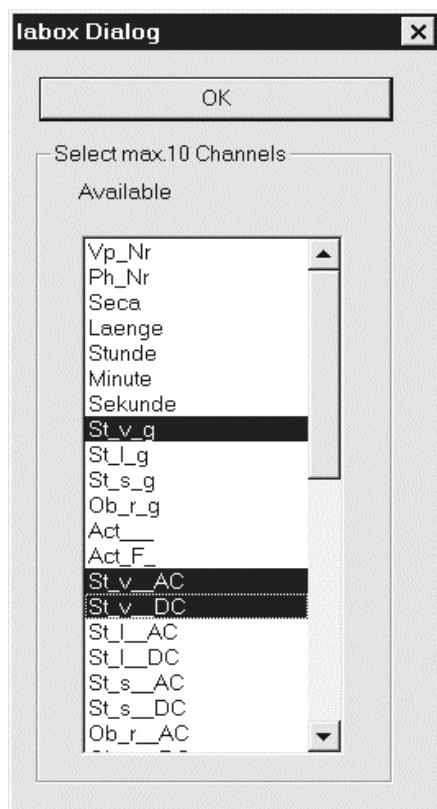


Abbildung 14: Programm SEE_ADA, Dialog-Box zum Auswählen der Variablen

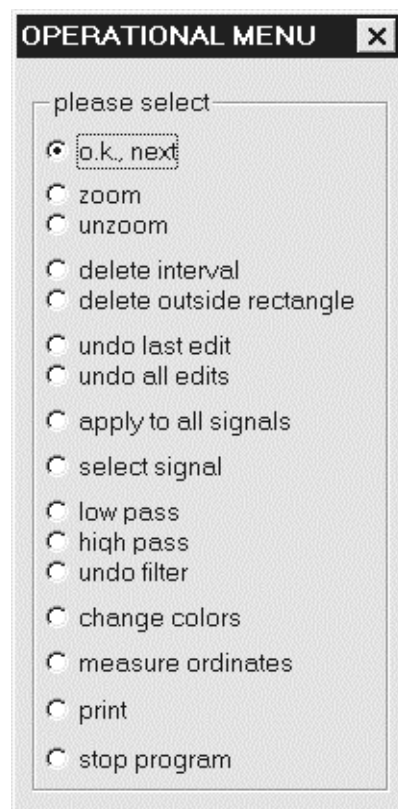


Abbildung 15: Programm SEE_ADA, Bedienungs-Menu

Die Skalierung ist immer relativ, d.h. die Signale werden immer mit der maximal darstellbaren Skala gezeigt, der obere

Rand ist das Maximum, der untere das Minimum des dargestellten Signal-Stücks. Die Skalenwerte sind am linken Rand an-

geschrieben. Diese Darstellung hat gerade bei der Artefakt-Kontrolle den Vorteil, daß auch extreme Ausreißer auf dem Bildschirm erscheinen. Bei fester Skalierung wäre z.B. ein einzelner isolierter Extrempunkt am oberen oder unteren Rand dargestellt, wo er kaum sichtbar wäre. In der Relativ-Darstellung würde er dagegen das gesamte Bild verzerren, das Signal wäre „flach“ bis auf den Extrempunkt. Ausreißer sind so also sehr viel schneller und sicherer zu erkennen als bei fester Skalierung. Das ausgezeichnete Signal (an oberster Stelle) hat außerdem eine Stunden-Markierung.

Das Programm hat nun folgende Möglichkeiten zu seiner Bedienung und zur Manipulation der Daten (s. Abbildung 15):

- „zoom“ und „unzoom“ zur Darstellung von Details der Signale, zu bedienen per Cursor und Mausklick;
- Missing-Data-Setzungen am ausgezeichneten Signal, das immer an oberster Stelle steht und mit „select signal“ ausgewählt wird;
- MD-Setzung von Zeitabschnitten für eine Variable (sog. „X-Schere“) mit dem Cursor „delete interval“;
- MD-Setzung von „Ausreißerwerten“ nach oben oder unten (sog. „Y-Schere“) „delete outside rectangle“; per Cursor und Mausklick wird die obere linke und untere rechte Ecke eines Rechtecks bestimmt; innerhalb der Rechteck-Breite (x-Achse) werden alle Daten MD gesetzt, die außerhalb der Rechteck-Höhe (y-Achse) liegen;
- die MD-Setzungen können zurückgenommen werden durch „undo last edit“ oder „undo all edits“;
- Anwendung auf die restlichen dargestellten Signale: alle MD des obersten

Signals (auch wenn diese bereits von TREMOR gesetzt waren) werden auf die unteren Signale übertragen („apply to all signals“); die Kopf-Variablen (erste 7 Variable) und die Variable „Kode“ (Steuerung über Namen) werden nicht verändert, die Variable „Hrnsval“ wird bei MD auf 0 gesetzt;

- mit „print“ können alle MD-Setzungen dokumentiert werden (Speicherung in Bitmap-Files oder drucken, wenn im Verzeichnis, in dem „see_ada.exe“ steht, auch das MS-Programm „mspaint.exe“ geladen ist; *Achtung:* nicht unter WINDOWS-NT);
- „stop program“ beendet das Programm *ohne Speicherung* der korrigierten Daten;
- die drei Menu-Knöpfe zur Filterung sind für die Missing-Setzung nicht relevant, können jedoch benutzt werden (z.B. um langsame Veränderungen am Bildschirm sichtbar zu machen);
- mit dem Knopf „OK, next“ geht das Programm zum nachfolgenden Zeitabschnitt über (Stückelung der Zeitreihen bei sehr großen Datensätzen); im Fall FMS mit Minutenwerten über 24 Stunden (maximal $24 \cdot 60 = 1440$ Datenpunkte) kann immer der gesamte Zeitabschnitt dargestellt werden; daher geht hier das Programm zum speichern in den Scratch-File (wird abgefragt) und dann zur nächsten Variablen-Auswahl über.

Abgeschlossen wird die Korrektur, indem man bei der neuen Variablen-Auswahl keine Variable anklickt; dann fragt das Programm, ob die Rückspeicherung in den alten ADA-File erfolgen soll. Danach können weitere ADA-Daten-Files bearbeitet oder das Programm beendet werden.

Anhang 3: SAS-Macro GRUND

```
/** Grundstatistiken                                     ***/
/** Version fuer Studie 97: Wolfach 1999-2000 (Tanja Thielgen) ***/
/* Aufruf mit Libname und 3-stelliger Vp-Nummer          */
/* a97_+++ und b97_+++ (Labor+Feld=input) => s97_+++ (Ges.-File=output) */

/*****  MACRO:  GRUNDW.MRC

    Aufruf:
        grund;

        Die einzugebenden Parameter sind:
            lib    = Libname
            nr     = Patienten_nummer (3-stellig)

    Ein Macro muss nach SAS-Start e i n m a l geladen werden
    (open-abschicken). Danach nur noch aufrufen (s.Beispiel).

***/

%window ask_grdw irow=15 rows=25
    #1  @31                "MACRO GRUND"
    #2  @26                "(Dipl.Math.F.Foerster)"
    #3  @13                "Grundstatistik Tremordaten, Studie 97, Klinik Wolfach"
    #7  @4  "Bitte geben Sie folgende Parameter ein:"
    #8  @4  "=====

    #10 @9  "lib          = Libname:"
    #10 @50 lib          5 attr=underline
    #12 @9  "nr           = Patient-Nummer (3-stellig):"
    #12 @50 nr          3 attr=underline
;

%macro grund;
%let lib=wo; %let nr=000;
%display ask_grdw;

/* Printfile */
proc printto print=
"C:\FRITZ\STUDIEN\ST97\s97_&nr..grd" new; run;

/* Phasen-Nummer des Monitoring-Files */
data &lib..b97_&nr; set &lib..b97_&nr; ph_nr=17; run;

/* zusammenfuegen, umspeichern in zwifi */
data zwifi; set &lib..a97_&nr &lib..b97_&nr;
/* HR_FF_ hat Faktor 10: */    HR_FF_ = HR_FF_ * 0.1;
/* MQSD__ ist quadriert: */    MQSD__ = sqrt(MQSD__);
run;

/* Labels */
proc datasets library=work;
modify zwifi;
label  vp_nr      = "Patienten-Nummer"
       ph_nr      = "Phasen=Situationen"
       seca       = "Anfangs-Sekunde"
       laenge     = "Laenge (sec)"
       stunde     = "Uhrzeit (Stunde)"
       minute     = "Uhrzeit (Minute)"
       sekunde    = "Uhrzeit (Sekunde)";
```

```
st_v__ac = "Sternum, vertikal, Bewegung"
st_v__dc = "Sternum, vertikal, Lage"
st_v__g  = "Sternum, vertikal, gesamt"
st_v__al = "Stern, vert, Tremor, Lg"
st_v__rl = "Stern, vert, Tremor, Hfg"
st_v__fr = "Stern, vert, Tremor, Frqu"
st_v__am = "Stern, vert, Tremor, Amp"
st_h__ac = "Sternum, horizont, Bewegung"
st_h__dc = "Sternum, horizont, Lage"
st_h__g  = "Sternum, horizont, gesamt"
st_h__al = "Stern, horz, Tremor, Lg"
st_h__rl = "Stern, horz, Tremor, Hfg"
st_h__fr = "Stern, horz, Tremor, Frqu"
st_h__am = "Stern, horz, Tremor, Amp"
st_q__ac = "Sternum, tangent., Bewegung"
st_q__dc = "Sternum, tangent., Lage"
st_q__g  = "Sternum, tangent., gesamt"
st_q__al = "Stern, tang, Tremor, Lg"
st_q__rl = "Stern, tang, Tremor, Hfg"
st_q__fr = "Stern, tang, Tremor, Frqu"
st_q__am = "Stern, tang, Tremor, Amp"
ha_r__ac = "Hand, rechts, Bewegung"
ha_r__dc = "Hand, rechts, Lage"
ha_r__g  = "Hand, rechts, gesamt"
ha_r__al = "Hand, rechts, Tremor, Lg"
ha_r__rl = "Hand, rechts, Tremor, Hfg"
ha_r__fr = "Hand, rechts, Tremor, Frqu"
ha_r__am = "Hand, rechts, Tremor, Amp"
ha_l__ac = "Hand, links, Bewegung"
ha_l__dc = "Hand, links, Lage"
ha_l__g  = "Hand, links, gesamt"
ha_l__al = "Hand, links, Tremor, Lg"
ha_l__rl = "Hand, links, Tremor, Hfg"
ha_l__fr = "Hand, links, Tremor, Frqu"
ha_l__am = "Hand, links, Tremor, Amp"
ob_r__ac = "Oberschenkel, rechts, Bewegung"
ob_r__dc = "Oberschenkel, rechts, Lage"
ob_r__g  = "Oberschenkel, rechts, gesamt"
ob_r__al = "Obsec, rechts, Tremor, Lg"
ob_r__rl = "Obsec, rechts, Tremor, Hfg"
ob_r__fr = "Obsec, rechts, Tremor, Frqu"
ob_r__am = "Obsec, rechts, Tremor, Amp"
st_vf_al = "Strn, vert, Fuss, Lg"
st_vf_rl = "Strn, vert, Fuss, Hfg"
st_vf_fr = "Strn, vert, Schrittfrequenz"
st_vf_am = "Strn, vert, Schrittamplitude"
st_hf_al = "Strn, horz, Fuss, Lg"
st_hf_rl = "Strn, horz, Fuss, Hfg"
st_hf_fr = "Strn, horz, Schrittfrequenz"
st_hf_am = "Strn, horz, Schrittamplitude"
ekg__    = "Original-EKG"
egk_f_    = "EKG, gefiltert"
HF__      = "Herzfrequenz, Vary"
HR_FF_    = "Herzfrequenz, FF"
MQSD__    = "Herzfrequenz, MQSD"

;
run;

/** Conditions */
data zwifi; set zwifi;
  length condi $20;
  if ph_nr = 1 then condi="Ruhe-Tremor";
  if ph_nr = 2 then condi="Ruhe-Tremor, Ablenkung";
```

```
if ph_nr = 3 then condi="Halte-Tremor          ";
if ph_nr = 4 then condi="Halte-Tremor, Ablnkg";
if ph_nr = 5 then condi="Zieltremor, linke H.";
if ph_nr = 6 then condi="Zieltremor, rechte H";
if ph_nr = 7 then condi="Sitzen              ";
if ph_nr = 8 then condi="Sitzen, rueckg. 45 G";
if ph_nr = 9 then condi="Sitzen, vorgeb. 20 G";
if ph_nr = 10 then condi="Stehen              ";
if ph_nr = 11 then condi="Liegen              ";
if ph_nr = 12 then condi="Liegen, links      ";
if ph_nr = 13 then condi="Liegen, rechts     ";
if ph_nr = 14 then condi="Schlafstellung     ";
if ph_nr = 15 then condi="Ruhestellung       ";
if ph_nr = 16 then condi="Gehen              ";
if ph_nr = 17 then condi="M o n i t o r i n g ";
run;

/* Grundstatistiken */
title "L A B O R";
proc means data=zwifi;
  where          ph_nr le 16;
run;

title "P O S I T I O N";
proc print data=zwifi label double noobs;
  /* where ph_nr ge 7 and ph_nr le 16; */
  where ph_nr le 16;
  format _numeric_ 10.2 ph_nr 5.0;
  var ph_nr condi st_v_dc st_q_dc st_h_dc ob_r_dc
      ha_r_dc ha_l_dc;
run;
title "M O T I O N";
proc print data=zwifi label double noobs;
  /* where ph_nr ge 7 and ph_nr le 16; */
  where ph_nr le 16;
  format _numeric_ 10.3 ph_nr 5.0;
  var ph_nr condi st_v_ac st_q_ac st_h_ac ob_r_ac
      ha_r_ac ha_l_ac;
run;
/*
title "G E S A M T";
proc print data=zwifi label double noobs;
  /* where ph_nr ge 7 and ph_nr le 16; */
  where ph_nr le 16;
  format _numeric_ 10.2 ph_nr 5.0;
  var ph_nr condi st_v_g st_q_g st_h_g ob_r_g
      ha_r_g ha_l_g ;
run;
*/
title "S C H R I T T - F R E Q U E N Z E N";
proc print data=zwifi label double noobs;
  /* where ph_nr ge 7 and ph_nr le 16; */
  where ph_nr le 16;
  format _numeric_ 10.2 ph_nr 5.0;
  var ph_nr condi st_vf_fr st_vf_am st_hf_fr st_hf_am;
run;

title "H E R Z - F R E Q U E N Z E N";
proc print data=zwifi label double noobs;
  /* where ph_nr ge 7 and ph_nr le 16; */
  where ph_nr le 16;
  format _numeric_ 10.2 ph_nr 5.0;
```

```
var ph_nr condi hf____ hr_ff_;
run;

title "T R E M O R";
proc print data=zwifi label double noobs;
  /* where ph_nr ge 7 and ph_nr le 16; */
  where ph_nr le 16;
  format _numeric_ 10.3
         ha_r__rl ha_r__fr ha_l__rl ha_l__fr 10.1 ph_nr 5.0;
  var ph_nr condi ha_r__rl -- ha_r__am ha_l__rl -- ha_l__am;
run;

title "F E L D";
proc means data=zwifi;
  where ph_nr eq 17;
run;

proc printto; run;

title;

data &lib..s97_&nr; set zwifi; run;

%mend grund;
```

Anhang 4: SAS-Macro POMO

```
/**      Posture and Motion      ***/
/*      Studie 97: Wolfach 8-10/1999 (Tanja Thielgen) */
/* VERSION 2: Standardisierung nur wenn unterschiedliche Variable */
/*      2.11.2000: Bauchlage bei Patient 7 */

/****  MACRO:  POMOW.MRC

    Aufruf:
        pomo;

        Die einzugebenden Parameter sind:
            lib      = Libname
            nr       = Patienten_nummer (3-stellig)
            schlaf   = Nummer der Situation, der die bevorzugte
                      Schlafstellung zugeordnet wird
            ruhe     = Nummer der Situation, der die bevorzugte
                      Ruhestellung zugeordnet wird
            seg_min  = Anzahl Minuten, die bei Monitoring zu
                      einem Segment zusammengefasst werden sollen

        Ein Macro muss nach SAS-Start e i n m a l geladen werden
        (open-abschicken). Danach nur noch aufrufen.

***/

%window ask_pomw irow=10 rows=30
#1 @31 "MACRO POMO"
#2 @26 "(Dipl.Math.F.Foerster)"
#3 @13 "POsition & MOtion, Tremordaten, Studie 97, Klinik Wolfach"
#7 @4 "Bitte geben Sie folgende Parameter ein:"
#8 @4 "======"

#10 @9 "Libname:"
#10 @72 lib 5 attr=underline
#12 @9 "Patient-Nummer (3-stellig):"
#12 @72 nr 3 attr=underline
#14 @9 "Nummer der Situation, der die bevorz. Schlafst. entspricht:"
#14 @72 schlaf 2 attr=underline
#16 @9 "Nummer der Situation, der die bevorz. Ruhestel. entspricht:"
#16 @72 ruhe 2 attr=underline
#18 @9 "Anzahl Minuten, die bei Monitoring zu Segment zusammengefasst:"
#18 @72 seg_min 2 attr=underline
;

%macro pomo;
    %let lib=wo; %let nr=000;
    %let schlaf=13; %let ruhe=11;
    %let seg_min=5;
    %display ask_pomw;

/* Monitoring-Phase verdichten */
data pomokat; set &lib..s97_&nr;
array x(*) _numeric_;
array q(200) _temporary_; /* DIM(x) muss le 200 sein!! */
array k(201) _temporary_;
array m(1) _temporary_;
```

```

by vp_nr;

/* Haeufigkeitsgrenze 5% von 1 Minute = 3 Sekunden */
if HA_R__RL<5 then do; HA_R__AM=.; HA_R__FR=.; end;
if HA_L__RL<5 then do; HA_L__AM=.; HA_L__FR=.; end;

if first.vp_nr then m(1)=0;
i=0;
if &seg_min le 1 or ph_nr le 16 then do; /*-- 1 --*/
  drop i;
  output;
  end; /*-- 1 --*/
  else do; /*-- 2 --*/
    if m(1)=0 then do; /*-- 3 --*/
      do i=1 to 7; q(i)=x(i); end;
      do i=8 to DIM(x); k(i)=0; q(i)=0; end;
      end; /*-- 3 --*/
      m(1)=m(1)+1;
      q(4)=q(4)+x(4); /* Laenge */
      do i=8 to DIM(x);
        if x(i) ne . then do; q(i)=q(i)+x(i); k(i)=k(i)+1; end;
      end;
      if m(1) ge &seg_min /*-- 4 --*/
        or (last.vp_nr and m(1)>0) then do;
        m(1)=0;
        do i=1 to 7; x(i)=q(i); end;
        do i=8 to DIM(x);
          if k(i) gt 0 then x(i)=q(i)/k(i);
        end;
        drop i;
        output;
      end; /*-- 4 --*/
    end; /*-- 2 --*/
  run;

/* Laborsituationen an den Schluss */
data pomokat; set pomokat;
sit_nr=ph_nr;
if ph_nr in (1,2,3,4,5,6) then sit_nr=sit_nr+100;
run;
proc sort;
by vp_nr sit_nr;
run;

/*****
/* Hierarchische Erkennung von Posture and Motion */
data pomokat; set pomokat;

array x(*)      st_v__dc st_q__dc st_h__dc ob_r__dc ha_r__dc ha_l__dc
               st_v__ac st_q__ac st_h__ac ob_r__ac ha_r__ac ha_l__ac
               st_v__g  st_q__g  st_h__g  ob_r__g  ha_r__g  ha_l__g
               ;
array y(10,100) _temporary_; /* nc, le nv */
array s(100)    _temporary_; /* le nv */
array sp(100)   _temporary_; /* le nv */
array r(6)      _temporary_; /* 1=nc */
array con(10) $20 _temporary_; /* nc */

schlaf=&schlaf;      ruhe=&ruhe;
nl_z=6;              /* zusaetzliche Laborphasen vor den Standardsit. */

by vp_nr;

```

```
if first.vp_nr then r(1)=0;
if first.vp_nr then r(2)=0;

ph_nr=ph_nr-nl_z;

r(2)=r(2)+1;

if ph_nr le 9 then do; st_vf_fr=0; st_vf_am=0; end; /* Schrittfrequenz */
if ph_nr = 10 then r(5)=st_vf_am*0.25;
if sit_nr> 16 and st_vf_am < r(5) then do; st_vf_fr=.; st_vf_am=.; end;
if st_vf_fr = . then st_vf_fr=0;
if st_vf_am = . then st_vf_am=0;
if ph_nr le 9 then do; st_hf_fr=0; st_hf_am=0; end;
if ph_nr = 10 then r(6)=st_hf_am*0.25;
if sit_nr> 16 and st_hf_am < r(6) then do; st_hf_fr=.; st_hf_am=.; end;
if st_hf_fr = . then st_hf_fr=0;
if st_hf_am = . then st_hf_am=0;

nv=DIM(x);
nc_last=10;
if r(2) le nc_last then do;
  con(r(2))=condi;
  kat=ph_nr;
  condi2=condi;
  hierarch=ph_nr;
  condi3=condi;
  gleich="=";
  keep ph_nr kat condi2 kat hierarch condi3 gleich
    vp_nr seca--HR_FF_;
  output;
end;

/* Standardisierungs-Faktoren */
if ph_nr in (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10) then do; /* Auswahl St.Cond. */
  r(1)=r(1)+1;
  nc=r(1);
  do i=1 to nv;
    y(nc,i)=x(i);
  end;
end;
nc=r(1);
if ph_nr = nc_last then do i=1 to nv;
  s(i)=0;
  sp(i)=0;
  do j=2 to nc;
    do k=1 to j-1;
      s(i)=s(i)+abs(y(j,i)-y(k,i)); /* alle */
      if j in (1,2,3,5,6,7,8,9) and /* Sitzen+Liegen */
        k in(1,2,3,5,6,7,8) then
        sp(i)=sp(i)+abs(y(j,i)-y(k,i));
    end;
  end;
end;

/* Kategorisierungen */
if ph_nr > nc_last or sit_nr in (101,102,103,104,105,106) then do;

/* Kategorisierung 1: total */
nv_g=18;
do j=1 to nc;
  dif=0;
  do i= 1 to nv_g;
```



```
    dif=dif+abs(x(i)-y(j,i))/s(i);
end;
if j=1 then do;
    kat=j;
    dif_min=dif;
end;
if j>1 then do;
    if dif lt dif_min then do;
        kat=j;
        dif_min=dif;
    end;
end;
end;

/* Kategorisierung 2: Posture */
nc_p=9;
do j=1 to nc_p;
    dif=0;
    do i= 1, 2, 3, 4;
        dif=dif+abs(x(i)-y(j,i));          /* DC */
    end;
    if j=1 then do;
        posture=j;
        dif_min=dif;
    end;
    if j>1 then do;
        if dif lt dif_min then do;
            posture=j;
            dif_min=dif;
        end;
    end;
end;
if posture=8 then posture=schlaf-nl_z;
if posture=9 then posture=ruhe -nl_z;

/* Kategorisierung 3: Motion */
do j=1 to nc;
    dif=0;
    sum=0;
    sumy=0;
    do i= 7, 8, 9, 10;
        dif=dif+abs(x(i)-y(j,i));          /* AC */
        sum=sum+ (x(i)-y(j,i));
        sumy=sumy+y(j,i);
    end;
    if j=1 then do;
        motion =j;
        dif_min=dif;
    end;
    if j>1 then do;
        if dif lt dif_min then do;
            motion =j;
            dif_min=dif;
        end;
    end;
end;
if motion=8 then motion=schlaf-nl_z;
if motion=9 then motion=ruhe -nl_z;

/* Kategorisierung 5: Liegen1 (Seite) */
do j= 5 to 7;
    dif=0;
    do i= 2;
```

```
    dif=dif+abs(x(i)-y(j,i));
end;
if j=5 then do;
    lieg1 =j;
    dif_min=dif;
end;
if j>5 then do;
    if dif lt dif_min then do;
        lieg1 =j;
        dif_min=dif;
    end;
end;
end;

/* Kategorisierung 6: Liegen2 (Ruecken) */
do j= 5, 8, 9;
    dif=0;
    do i= 1, 3;
        dif=dif+abs(x(i)-y(j,i));
    end;
    if j=5 then do;
        lieg2 =j;
        dif_min=dif;
    end;
    if j>5 then do;
        if dif lt dif_min then do;
            lieg2 =j;
            dif_min=dif;
        end;
    end;
end;

/* Kategorisierung 7: Sitzen */
do j= 1, 2, 3, 9;
    dif=0;
    do i= 1, 3;
        dif=dif+abs(x(i)-y(j,i));
    end;
    if j=1 then do;
        sitz =j;
        dif_min=dif;
    end;
    if j>1 then do;
        if dif lt dif_min then do;
            sitz =j;
            dif_min=dif;
        end;
    end;
end;

/* Stehen: posture=4 ist Bauchlage,
    wenn St-h im Intervall [sitzen+(1/p)(sitzen-ruecken),
                                sitzen+ p (sitzen-ruecken)] */
if posture=4 then do;
    if y(1,3)>y(5,3) and x(3)>y(1,3)+0.8*(y(1,3)-y(5,3)) then
        posture=schlaf-nl_z;
    if y(1,3)<y(5,3) and x(3)<y(1,3)+0.8*(y(1,3)-y(5,3)) then
        posture=schlaf-nl_z;
end;

/* hierarchische Kategorien pruefen */
```

```
if motion le 9          then motion = 0;      /* motion          */
if posture in ( 5, 6, 7) then postur = 1;      /* posture Liegen   */
if posture in ( 1, 2, 3) then postur = 2;      /* posture Sitzen   */
if posture in ( 4, 10)  then postur = 3;      /* posture Stehen   */

if postur = 1 and lieg1 in (6,7) then hierarch= lieg1; /* Liegen */
if postur = 1 and lieg1 not in (6,7) then hierarch= lieg2; /* Liegen */
if postur = 2          then hierarch= sitz ; /* Sitzen */
if postur = 3 and motion ne 0 then hierarch= 10 ; /* Gehen */
if postur = 3 and motion = 0 then hierarch= 4 ; /* Stehen */
  if hierarch=8 then hierarch=schlaf-nl_z;
  if hierarch=9 then hierarch=ruhe -nl_z;

condi2=con(kat);
condi3=con(hierarch);
gleich="=";

  keep ph_nr kat condi2 hierarch condi3 gleich
      vp_nr seca--HR_FF_ sit_nr;
  output;
end;

run;
/*****/

/* Laborsituationen an den Anfang */
data pomokat; set pomokat;
  array x _numeric_;
  do over x; if x=. then x=0; end;
  ph_nr = sit_nr;
  if ph_nr in (101,102,103,104,105,106) then ph_nr=ph_nr-100;
run;
proc sort;
  by vp_nr ph_nr;
run;

/* drucken */
proc printto print=
"C:\FRITZ\STUDIEN\ST97\s97_&nr..pom" new; run;
options pagesize=93;
proc print data=pomokat noobs label double;
  format stunde--sekunde 3.0;
  var ph_nr stunde--sekunde kat gleich condi2 hierarch gleich condi3;
run;
options pagesize=105;
proc printto; run;
title;

/* Laden KAMPF-File */
data _NULL_; set pomokat;
  file
"C:\FRITZ\STUDIEN\ST97\s97_&nr..kam"
  linesize=80;
  if ph_nr not in (14,15); /* individuelle Lagen */
  if ph_nr > 15 then ph_nr=ph_nr-2;
  if kat = 10 then kat=8;
  if hierarch= 10 then hierarch=8;
  put (vp_nr ph_nr) (f4.0)
      (seca) (f6.0)
      (laenge--sekunde) (f4.0)
      (st_v_g st_q_g st_h_g) (f10.5)
      (ha_r_g -- st_v_dc) (f10.5)
      (st_q_ac st_q_dc) (f10.5)
```

```
(st_h__ac    st_h__dc) (f10.5)
(ha_r__ac -- st_v__am) (f10.5)
(st_q__al -- st_q__am) (f10.5)
(st_h__al -- st_h__am) (f10.5)
(ha_r__al -- HR_FF_)   (f10.5)
(kat hierarch)         (f4.0);
run;

/* abspeichern in s97k_+++ */
data &lib..s97k_&nr; set pomokat; run;

title;

%mend pomo;
```

Anhang 5: Programmbeschreibung von KAMPF3

PROGRAMM KAMPF3

Kinematic Analysis: Motion and Posture (Formular)

(Stand: 2/99)

Version für Studien 94/97 (Parkinson-Patienten)

Das Programm erzeugt eine grafische Darstellung von Körperlage und -bewegung, ausgehend von einem ASCII-File, der von einem SAS-Programm erzeugt wurde (Macro POMO). Dieser enthält außer den originalen Mittelwerten der Segmente (m.d. als 0 kodiert) u.a. zwei Ordnungsvariable, die die Vp-Nummer und die Nummer der geschätzten Lage-Bewegungs-Situation enthält. Diese Nummer entspricht der „Standard-Situation“, die zu Beginn des Experiments durchgeführt wurde (ohne die 6 Laborsituationen). Das Programm benötigt zusätzlich die vom Programm TRE-MOR erzeugten Protokoll-Files (a97_+++.prt, b97_+++.prt), die einige Zusatz-Informationen (Datum, Zeit usw.) enthalten.

Das Programm ist speziell auf die Studien 94/97 (Wolfach) zugeschnitten und kann nur als Demo-Version angesehen werden. Für andere Studien muß die x-Achsen-Verwaltung speziell neu verwaltet werden (eine neuere, mehr allgemeinere Version KAMPS greift direkt auf die SAS-Datenfiles zu und ist somit einfacher und sicherer handzuhaben).

Der Parameterfile enthält folgende Angaben:

1. Farben:
 - 1: Hintergrund, total
 - 2-4: Überschrift (back, text, border)
 - 5-8: Posture (back, text, marker, border)
 - 9-13: Motion (back, text, line, fill, border)
 - 14-18: Other (back, text, line, fill, border)
2. Pfad des ASCII-Datenfiles (letztes Zeichen \) oder blank (für aktuelles Verzeichnis).
3. Angaben zu den Körperlagen (Standard-Protokoll), die im oberen Teil der Grafik als Kategoriale-Variable dargestellt werden (die Reihenfolge v.o.n.u. ist wichtig):
 - Anzahl Körperlagen (NKL, max.15),
 - NKL Zeilen mit Namen der Körperlagen (max. 10 Characters);
 - diese Zeilen können unterbrochen werden (z.B. an der Schnittstelle von bewegten und unbewegten Lagen) durch Angabe einer neuen Farbe für den oberen Teil (3-stellig, rechtsbündig). *Laufende Nummern im Beispielfile sind Kommentar (hilft bei Zuordnung der Phasen, s.4).*
4. Angaben zum Labor-Teil:
 - Anzahl Situationen (NS, max.50)
 - NS Zeilen mit Nummern der Körperlagen, wie oben angegeben; ist z.B. die erste Standard-Situation „Sitzen“, und soll (nach Eingabe unter 3.) Sitzen als 5. Kategorie von oben dargestellt werden, so muß eine 5 eingetragen werden. Negative Nummer bewirkt einen Trennstrich. *Texte im Beispielfile sind Kommentare.*
5. Anzahl Variable auf dem ASCII-Datenfile.
6. Nummer der Variablen, die die Vp-Nummer auf dem ASCII-Datenfile enthält (wird überprüft, wenn Vp-Nummer im Datenfile kodiert ist; falls 0, dann nicht prüfen).
7. Nummer der Kategoriale-Variablen, die die hierarchische Klassifikation auf dem ASCII-Datenfile enthält (Variablen-Nummer; meist letzte Variable).
8. Angaben zu den Bewegungs-Variablen (AC-Variable):
 - Anzahl der AC-Variable (NAC; NAC+NOTH max. 10);

- NAC Zeilen mit Namen (max. 6 Characters), Nummern der AC-Variablen im File und Skalierung (Multiplikations-Faktor, da Grafik in Integer-Zahlen; 1000 ergibt Milli-g); Namen, Nummern und Skalierungen separiert durch Komma.
9. Angaben zu den Zusatz-Variablen (andere Variable):
- Anzahl der Zusatz-Variable (NOTH; NAC+NOTH max. 10);
 - NOTH Zeilen mit Namen (max. 6 Characters), Nummern der Zusatz-

Variablen im File und Skalierung (Multiplikations-Faktor, da Grafik in Integer-Zahlen); Namen, Nummern und Skalierungen separiert durch Komma.

- sind Character 1-5 = „Angle“ oder „Wink.“, dann wird die Variable als Winkel interpretiert; die Werte des Files (Cosini) werden in Winkelgrade umgerechnet;
- beim Namen „FootFr“ oder „FussFr“ werden die Werte des Files als Fuß-Frequenzen interpretiert (mHz).

Beispiel-File (mit Kommentaren):

11,15,0,0,15,0,2,0,15,0,0,10,0,15,0,0,13,0	Farben
C:\FRITZ\STUDIEN\ST97\	
8	Körperlagen (Standard-Prot.)
Gehen 1	
12	Grenze zwischen Motion und Posture: Farbe=i
Stehen 2	
Sitzen <== 3	
Sitzen ==> 4	
Sitzen 5	
Liegen <== 6	
Liegen ==> 7	
Liegen ____ 8	
14	Phasen im Labor-Teil
5 Ruhetremor	
5 Ruhetremor mit Ablenkung	
5 Haltetremor	
5 Haltetremor mit Ablenkung	
5 Zieltremor, linke Hand	
-5 Zieltremor, rechte Hand	letzte Zusatzsituation
5 Sitzen	
3 Sitzen rückwärts	
4 Sitzen vorwärts	
2 Stehen	
8 Liegen flach	
6 Liegen links	
7 Liegen rechts	
1 Gehen	
64	Anzahl Variable gesamt auf File
1	Nr Variable Vp-Nummer (oder 0)
64	Nr Klassifikations-Variable
2	Anzahl AC-Variable
Brust ,14,1000.	
Bein ,24,1000.	
6	Anzahl andere Variable
Wink.B,19,1.	
Herzfr,61,1.	
Hand_r,39,1.	
Ampl. ,41,1000.	
Hand_l,43,1.	
Ampl. ,45,1000.	

Anhang 6: Erläuterung zum 24-Stunden-Protokoll von KAMPF3 für die Patienten

Erläuterung zum 24-Stunden Protokoll

Das Protokollblatt enthält zahlreiche Informationen, die zur besseren Übersichtlichkeit farbig hervorgehoben wurden.

Die obere Hälfte des Protokolls gibt eine Übersicht über die Körperlage und die Bewegungsart: im Laborraum = Standardprotokoll mit den Aufgaben

- Ruhebedingung
- Ruhebedingung mit Ablenkung durch Zählen
- Haltebedingung
- Haltebedingung mit Ablenkung durch Zählen
- Zielbewegungen
- neun verschiedene Körperhaltungen bzw. Bewegungsmuster

unterwegs und zu Hause = Monitoring (hier mit Uhrzeit von..... bis.....)

Die roten und grünen Balken kennzeichnen, welche Körperlage bzw. Bewegung gerade vorliegt.

- Gehen
- Stehen
- Sitzen $\Leftarrow$ zurückgelehnt
- Sitzen $\Rightarrow$ vorgebeugt
- Sitzen aufrecht
- Liegen $\Leftarrow$ auf linker Körperseite
- Liegen $\Rightarrow$ auf rechter Körperseite
- Liegen auf dem Rücken

In der unteren Hälfte des Protokolls sind für denselben Zeitraum (unter dem blauen Balken stehen die Stunden des Monitoring) enthalten:

- Bewegungsintensität (Brust und Bein)
- der Neigungswinkel Brust (Körperlage)
- die Herzfrequenz (Puls) aus dem Elektrokardiogramm
- für die rechte Hand (Hand_r)
Dauer und
Amplitude (Intensität) des Tremors
- für die linke Hand (Hand_l) ebenso
Dauer und
Amplitude (Intensität) des Tremors

Hinter jeder Meßgröße stehen zwei Zahlen übereinander, welche den höchsten und niedrigsten der vorgekommenen Meßwerte während der gesamten Registrierung erkennen lassen.

Die Dauer des Tremors (Hand_r bzw. Hand_l) ist in Prozent der Zeit – beim Monitoring sind dies immer Abschnitte von 10 Minuten – ausgedrückt. Hierbei wird erst eine bestimmte Amplitude (Intensität) als "Tremor" definiert.

Die Amplitude (Intensität) wird in milli-g, d.h. Tausendstel der Beschleunigung g, gemessen. Die Amplituden können von 0 bzw. 10 milli-g (kein Tremor) bis 2000 oder mehr milli-g (sehr deutlicher Tremor) reichen.

Ein Meßwert von 100 milli-g entspricht grob einer Bewegungsamplitude von 1 mm am Handrücken in beiden Richtungen (oben/unten). In einer Untersuchung von 25 Patienten zeigte sich unter Ruhebedingungen eine durchschnittliche Amplitude von ca 100 milli-g, die sich bei Ablenkung durch das Zählen auf ca 200 milli-g verstärkte. Es gibt dabei sehr große Unterschiede zwischen Patienten, außerdem auch Schwankungen im Tageslauf. Für die Beurteilung der Messungen ist es wichtig, alle Daten im Zusammenhang zu interpretieren.

Aus der Körperlage und Bewegungsart lassen sich der Schlaf mit u.U. auftretenden Unterbrechungen (Aufstehen, Gehen) erkennen, außerdem der Tagesablauf hinsichtlich der Bewegung und u.U. auch der körperlichen Anstrengung (siehe Herzfrequenz).

Unter diesen individuell sehr verschiedenen Bedingungen tritt der Tremor hinsichtlich Intensität und Dauer sehr verschieden ein. Außer dem Tagesverlauf des Tremors insgesamt sind die speziellen Bedingungen und Auslöser erhöhter Tremoraktivität wichtig. Das vorliegende Protokoll hilft, diese Zusammenhänge besser zu erkennen.

Verzeichnis der seit 1995 erschienenen Forschungsberichte

- 110) Rod Moyse and Peter Reimann (Eds.). Simulations for Learning: Design, Development, and Use. AI-ED 93 Workshop. (Januar 1995)
- 111) Arnulf Deppermann. Praxis der Gesprächsanalyse. (Januar 1995)
- 112) Stephanie Karcher and Martin Peper. AVTACH: A computerized tachistoscope for precise audio-visual stimulus presentations and experimental control. (März 1995)
- 113) Erik Farin. Forschungsperspektive und Methodik der Metaanalyse. (März 1995)
- 114) Tanja Krämer. Nahrungsmittelaversionen. (Juni 1995)
- 115) Michael Charlton und Michael Barth. Interdisziplinäre Rezeptionsforschung - ein Literaturüberblick. (Oktober 1995)
- 116) Andreas M. Ernst, Klaus Opwis, Rolf Plötzner und Hans Spada. Kompetenz durch Problemlösen und Üben: Dokumentation von Unterlagen zu Seminaren neuen Typs für das Fach Allgemeine Psychologie I. (Oktober 1995)
- 117) Karl Schweizer. Müssen Befunde psychologischer Forschung repliziert werden? (Oktober 1995)
- 118) Helmut Crott, Mario Giesel, Michael Hartmann und Christine Hoffmann. Individuelle und kollektive Teststrategien bei Regellentdeckungsaufgaben. (Oktober 1995)
- 119) Rainer Schneider und Karl Schweizer. Sozialer Optimismus. Eine differenzierte Betrachtung positiver Ergebniserwartungen. (November 1995)
- 120) Karl Schweizer. ADKLAS. Description and Guide. (Dezember 1995)
- 121) Jochen Fahrenberg, Friedrich Foerster and Melcher Franck. Response scaling: Night-time baselines, resting baselines and initial value dependencies. (Dezember 1995)
- 122) Michael Charlton, Maria Borcsa, Gerhard Mayer, Brigitte Haaf und Georg Klein. Zugänge zur Mediengewalt. Untersuchungen zu individuellen Strategien der Rezeption von Gewaltdarstellungen im frühen Jugendalter. (Februar 1996)
- 123) Rolf Plötzner, Eric Fehse, Hans Spada, Andrea Vordermaier und Daniela Wolber. Physiklernen mit modellgestützt konstruierten Begriffsnetzen: Zwei Lehreinheiten zu qualitativen und quantitativen Aspekten der klassischen Mechanik. (April 1996)
- 124) Friedrich Foerster, Beatrice Cadalbert und Jochen Fahrenberg. Respiratorische Sinus-Arrhythmie: Untersuchung verschiedener Kennwerte der Peak-Valley-Methode und ihrer Beeinflussung durch Atemvariable. (Mai 1996)
- 125) Andreas Ernst, Volker Franz und Cornelia Kneser. Das Informationsdilemma – Theorie und empirische Umsetzung. (Juli 1996)
- 126) Stefan Wichmann, Josef Nerb, Hans Spada, Peter Reimann, Andreas Ernst, Volker Franz, Hansjörg Neth, Fabian Hermann und Cornelia Kneser. Die Bewertung von Umweltgefährdungen durch den Einzelnen: Informationsrezeption, -suche, -verbreitung. Projektbericht und weitere Planungen. (August 1996)
- 127) Josef Nerb (Hrsg.). Abstracts zum Frühjahrstreffen 1996 der Graduiertenkollegs „Kognitionswissenschaft“ Freiburg, Hamburg und Saarbrücken. (September 1996)
- 128) Helmut W. Crott, Mario Giesel, Ralf Hansmann und Christine Hoffmann. Soziale Urteilsbildung bei intellektuellen Aufgaben. Eine Prozeßanalyse auf Basis des PCD-Modells (*Probabilistic Model of Opinion Change Including Distances*). (Juli 1997)
- 129) Jochen Fahrenberg, unter Mitwirkung von Jörg Herrmann, Bettina Lutz, Wolfgang Müller, Eleonore Szabo und Margarete Wild. Kontinuierliche Blutdruckmessung am Finger

- (Portapres 2) im Vergleich zu oszillometrischer (SpaceLabs 90207) und auskultatorischer (Boucke Tensiomat FIB 4/C) Technik. (August 1997)
- 130) Karl Schweizer. Das pb-binomiale Modell für polytome Items. (August 1997)
- 131) Jochen Fahrenberg. Das Leib-Seele-Problem aus der Sicht von Studierenden verschiedener Fächer. (November 1997)
- 132) Jochen Fahrenberg, Friedrich Foerster und Manfred Smeja. Kalibrierte Accelerometrie zur kontinuierlichen Erfassung von Körperlage, Bewegungsmustern, Tremor. (April 1998)
- 133) Josef Nerb, Hans Spada, Stefan Wahl, Fabian Hermann, Katja Lay und Susanne Frings. Die Bewertung von Umweltgefährdungen durch den Einzelnen: Projektbericht 1998 und weitere Planung. (Juli 1998)
- 134) Andreas M. Ernst, Andrea Bender, Renate Eisentraut, Ernst Mohr, Wolfram Kägi, Volker von Prittwitz und Stefan Seitz. Die Rolle von Strategien, Informationen und Institutionen im Allmende-Dilemma und Prozeßmuster seiner Regulierung. Interdisziplinärer Projektbericht und weitere Planung. (Juli 1998)
- 135) Karl Schweizer. Fragebogen in der grenzwissenschaftlichen Forschung. (März 1999)
- 136) Nicole Meßmer. Die Konstruktion gemeinsamer Wirklichkeit in autobiographischen Erzählungen von Ehepartnern. (September 1999)
- 137) Georg Grüwell. Psychotherapie mit Hirngeschädigten. Eine Literaturanalyse. (September 1999)
- 138) Sieghard Beller und Hans Spada. Inhaltseffekte beim propositionalen Schließen: Wie interagiert konzeptuelles Wissen mit syntaktischer Struktur? (November 1999)
- 139) Alexander Renkl: Worked-out examples: Instructional explanations support learning by self-explanations. (Februar 2000)
- 140) Alexander Renkl, Robert K. Atkinson und Uwe H. Maier: From example study to problem solving: Smooth transitions help learning. (Februar 2000)
- 141) Hans Spada, Franz Caspar und Nikol Rummel. Netzbasiertes kooperatives Lernen mit Musterfällen und Fallaufgaben bei komplementärer Expertise. (März 2000)
- 142) Andreas Ernst, Hans Spada, Josef Nerb und Michael Scheuermann. Eine computer-simulierte Theorie des Handelns und der Interaktion in einem ökologisch-sozialen Dilemma. (April 2000)
- 143) Michael Marwitz, Uwe Ewert, Friedrich Foerster, and Jochen Fahrenberg. Habituation of the orienting reaction: Method study and comparison of measures among borderline hypertensives and controls. (April 2000)
- 144) Corinna Pette: Materialien zur Untersuchung 'Romanlesen als Dialog. Subjektive Strategien zur Aneignung eines literarischen Textes'. (Mai 2000)
- 145) Katja Lay und Hans Spada: "Rezeption und Bewertung von Informationen über Umwelttrisiken bei Jugendlichen" - Täuschender Rückblick, wirkungsvolle Falschmeldungen". (August 2000)
- 146) Susanne Frings: Die Zumessung von Schadensersatz und Schmerzensgeld: Ein Vergleich von Laien und Experten. (August 2000)
- 147) Benjamin Scheibehenne, Thomas Saller, Dieter Riemann und Jochen Fahrenberg: Befinden im Tageslauf, negativer Retrospektionseffekt und Persönlichkeitseigenschaften. (Oktober 2000)
- 148) Mirjam Waßmer: Externe Kommunikation in der Öffentlichkeitsarbeit für das Schwerpunktprogramm "Mensch und globale Umweltveränderungen - sozial- und verhaltens-

wissenschaftliche Dimensionen". Konzeption und Realisation von Öffentlichkeitsarbeit in einem DFG-Schwerpunktprogramm. (November 2000)

- 149) Tilmann Sutter: Medienkommunikation, Mediensozialisation und die "Interaktivität" neuer Medien. Ein konstruktivistisches Forschungsprogramm. (Dezember 2000)
- 150) Jochen Fahrenberg: Die Messung des Finger-Blutdrucks. Eine Methodenstudie. (Dezember 2000)
- 151) Friedrich Foerster, Tanja Thielgen, Gerd Fuchs, Anemone Hornig und Jochen Fahrenberg: 24-stündige Tremor-Untersuchungen an Parkinson-Patienten (Februar 2001)