

**Biofeedbacktherapie vs. graduiertes,
sportmedizinisches Bewegungstraining
bei Frauen mit chronischem Erschöpfungssyndrom**

—

**Eine randomisierte, kontrollierte Studie zur Erfassung
der Auswirkungen auf Erschöpfungserleben,
psychisches und physisches Wohlbefinden und
körperliche Leistungsfähigkeit**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Humanwissenschaften**

**der Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen**

vorgelegt von

Petra Simone Windthorst

aus

Stuttgart

2016

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr. S. Zipfel
2. Berichterstatter: Professor Dr. A. Thiel

INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
1 EINLEITUNG	1
1.1 CHRONISCHES ERSCHÖPFUNGSSYNDROM	3
1.1.1 SYMPTOMATIK	3
1.1.1.1 Historische Entwicklung und Begriffsbestimmung.....	3
1.1.1.2 Kriterien und Einordnung in die aktuellen Diagnosesysteme	5
1.1.1.3 Epidemiologie, Verlauf und Prognose	9
1.1.1.4 Differentialdiagnostik und Komorbidität	11
1.1.2 ÄTIOLOGIE UND STÖRUNGSMODELLE	12
1.1.2.1 Kognitiv-behaviorales Störungsmodell	13
1.1.2.2 Psychobiologisches Störungsmodell	16
1.1.3 THERAPIE UND INTERVENTIONEN	17
1.1.3.1 Kognitive Verhaltenstherapie	18
1.1.3.2 Graduierte Bewegungstherapie.....	20
1.1.3.3 Medikation	21
1.2 BIOFEEDBACK	23
1.2.1 HISTORIE	23
1.2.2 BEGRIFFSBESTIMMUNG UND WIRKMECHANISMEN VON BIOFEEDBACK	25
1.2.2.1 Definition	25
1.2.2.2 Regelkreismodell und Lernprozesse	26
1.2.3 ZIELE VON BIOFEEDBACKBEHANDLUNG	30
1.2.4 PARAMETER, INDIKATIONEN UND WIRKSAMKEIT VON BIOFEEDBACK	32
1.2.4.1 Trainingsparameter	32
1.2.4.2 Indikationsgebiete und Wirksamkeit.....	32
1.2.4.3 Kontraindikationen und Nebenwirkungen.....	36
1.2.4.4 Exempel: Respiratorische Sinusarrhythmie.....	37
1.2.5 NEUROFEEDBACK	39
1.2.6 BEHANDLUNGSPLANUNG IM RAHMEN VON BIOFEEDBACK- THERAPIE	41
1.2.6.1 Therapeutische Beziehung und Transparenz	41
1.2.6.2 Therapieplanung und Sitzungsablauf.....	42
1.3 RATIONALE ZUR DURCHFÜHRUNG EINER STUDIE ZU CFS UND BIOFEEDBACK	45
1.3.1 BIOFEEDBACK BEI CFS	45
1.3.2 AKTUELLE STUDIENLAGE ZUR BEHANDLUNG VON CFS MITTELS BIOFEEDBACK	46
1.3.2.1 Neurofeedback und CFS	47
1.3.2.1 Peripheres Biofeedback und CFS	49
1.4 ZUSAMMENFASSUNG	51
1.5 HYPOTHESEN	52

2 MATERIAL UND METHODEN	54
2.1 INTERVENTIONEN	54
2.1.1 GRADUIERTES SPORTMEDIZINISCHES BEWEGUNGS- PROGRAMM	55
2.1.2 BIOFEEDBACKTHERAPIE	56
2.2 STUDIENPOPULATION UND REKRUTIERUNG	60
2.3 DATENERHEBUNG UND DESIGN	61
2.3.1 PSYCHOMETRIE	62
2.3.1.1 Klinische Interviews	62
2.3.1.2 Erschöpfungserleben	63
2.3.1.3 Gesundheitsbezogene Lebensqualität	64
2.3.1.4 Depressivität	64
2.3.1.5 Veränderung von Entspannungsfähigkeit und Beschwerde- erleben	65
2.3.1.6 Somatisierungstendenzen	65
2.3.1.7 Kontrollüberzeugungen	66
2.3.1.8 Habituelle körperliche Aktivität	66
2.3.2 KÖRPERLICHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT	67
2.3.2.1 Ablauf der Spiroergometrie	68
2.3.2.2 Abhängige Variablen	70
2.3.2.2.1 Relative maximale Sauerstoffaufnahme	70
2.3.2.2.2 Relative maximale Leistung	71
2.3.2.2.3 Submaximale Sauerstoffaufnahme an der aeroben / anaeroben Schwelle (AT)	71
2.3.2.2.4 Herzfrequenz und Leistung an der individuellen anaeroben Schwelle (IAS)	72
2.4 STATISTISCHE ANALYSE	74
3 ERGEBNISSE	77
3.1 BESCHREIBUNG DER STICHPROBE	77
3.1.1 STUDIENPROFIL	77
3.1.2 DEMOGRAPHISCHE DATEN	78
3.1.3 DROPOUTS	80
3.2 BEHANDLUNGSEFFEKTE AUF PSYCHOMETRISCHE VARIABLEN 81	
3.2.1 ERSCHÖPFUNGSERLEBEN	81
3.2.2 GESUNDHEITSBEZOGENE LEBENSQUALITÄT	84
3.2.3 DEPRESSIVITÄT	87
3.2.4 VERÄNDERUNG VON ENTSPANNUNGSFÄHIGKEIT UND BESCHWERDENERLEBEN	88
3.2.5 SOMATISIERUNGSTENDENZEN	91
3.2.6 KONTROLLÜBERZEUGUNGEN	92
3.2.7 HABITUELLE KÖRPERLICHE AKTIVITÄT	93

3.3 BEHANDLUNGSEFFEKTE AUF DIE KÖRPERLICHE LEISTUNGS- FÄHIGKEIT	95
3.3.1 RELATIVE MAXIMALE SAUERSTOFFAUFNAHME	95
3.3.2 RELATIVE MAXIMALE LEISTUNG	96
3.3.3 SUBMAXIMALE SAUERSTOFFAUFNAHME (AT)	96
3.3.4 HERZFREQUENZ UND LEISTUNG (IAS)	96
3.4 QUALITATIVE ERGEBNISSE	99
3.4.1 POSITIVE UND NEGATIVE VERÄNDERUNGEN	99
3.4.2 FORTBESTEHENDE VERÄNDERUNGEN	100
3.4.3 VERBESSERUNGSVORSCHLÄGE UND KOMMENTARE	100
4 DISKUSSION	101
4.1 HYPOTHESEN UND ERGEBNISSE	101
4.1.1 REDUKTION VON ERSCHÖPFUNGS- UND BESCHWERDE- ERLEBEN	101
4.1.2 MÖGLICHE STÄRKEN DER BIOFEEDBACKTHERAPIE	105
4.1.2.1 Psychisches Wohlbefinden	105
4.1.2.2 Entspannungsfähigkeit und psychophysiologische Regulation	107
4.1.2.3 Nachhaltigkeit von Biofeedback	108
4.1.2.4 Vergleich mit anderen Biofeedbackstudien bei FSS	108
4.1.3 MÖGLICHE STÄRKEN DES GRADUIERTEN BEWEGUNGS- TRAININGS	110
4.1.3.1 Körperliches Wohlbefinden	111
4.1.3.2 Körperliche Leistungsfähigkeit	112
4.1.4 KONTROLLÜBERZEUGUNGEN	115
4.1.5 SOZIODEMOGRAPHISCHE VARIABLEN UND DROPOUT	117
4.2 WIRKFAKTOREN UND MODELLE	119
4.3 LIMITATIONEN	122
4.4 AUSBLICK	125
5 ZUSAMMENFASSUNG	128
6 LITERATURVERZEICHNIS	130
7 ABBILDUNGSVERZEICHNIS	146
8 TABELLENVERZEICHNIS	147
9 ANHANG	148
10 ERKLÄRUNG ZUM EIGENANTEIL	156
11 DANKSAGUNG	158

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ADHS	Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätssyndrom
APT	<i>Adaptive Pacing Therapy</i>
ASS-SYM	Änderungssensitive Symptomliste zu Entspannungserleben, Wohlbefinden, Beschwerden- und Problembelastungen
AT	<i>Anaerobic Threshold</i>
AT VO_{2max}	Submaximale Sauerstoffaufnahme an der aeroben/anaeroben Schwelle
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
BF	Biofeedback
BMI	<i>Body Mass Index</i>
CBT	Kognitive Verhaltenstherapie (<i>Cognitive Behavioral Therapy</i>)
CDC	<i>Centre for Disease Control</i>
CFS	Chronisches Erschöpfungssyndrom (<i>Chronic Fatigue Syndrome</i>)
DEGAM	Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin
DSM	Diagnostischer und statistischer Leitfaden psychischer Störungen (<i>Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders</i>)
EBM	Evidenzbasierte Medizin (<i>Evidence Based Medicine</i>)
EKG	Elektrokardiogramm
fMRT	Funktionelle Magnetresonanztomographie
fNIRS	Funktionelle Nahinfrarotspektroskopie
FSS	Funktionelle somatische Syndrome
GET	Graduiertes Bewegungstraining (<i>Graded Exercise Training</i>)
HF IAS	Herzfrequenz im Bereich der IAS
HHNA	Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse
HADS	<i>Hospital Anxiety and Depression Scale</i>
HPA	Fragebogen zur habituellen körperlichen Aktivität
HRV	Herzratenvariabilität
IAS	Individuelle anaerobe Schwelle
ICD	Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (<i>International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems</i>)
KKG	Fragebogen zur Erhebung von Kontrollüberzeugungen zu Krankheit und Gesundheit
LOCF	<i>Last Observation Carried Forward</i>
LT	<i>Lactate Threshold</i>
MFI	Fragebogen zur Erfassung von Erschöpfungserleben (<i>Multidimensional Fatigue Inventory</i>)
MW	Mittelwert

PHQ-9	Gesundheitsfragebogen für Patienten, Depressionsmodul (<i>Patient Health Questionnaire</i>)
PR	Prozentrang
QoL	Lebensqualität (<i>Quality of Life</i>)
rel	Relative (<i>hier</i> : am Körpergewicht relativiert)
RSA	Respiratorische Sinusarrhythmie
SKID-I	Klinisches Interview für DSM-IV Achse I Störungen
SD	Standardabweichung
SDS	Klinisches Interview für somatoforme Störungen (<i>Somatoform Disorder Schedule</i>)
SES	Standardisierte Effektstärke(n)
SF36	Fragebogen zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (<i>Short Form General Health Survey</i>)
SMC	<i>Specific Medical Care</i>
SOMS	Screening für somatoforme Störungen
T0	Messzeitpunkt T0 = Messung vor Intervention
T1	Messzeitpunkt T1 = Messung nach Intervention
T2	Messzeitpunkt T2 = Katamnese
relVO_{2max}	Relative maximale Sauerstoffaufnahme
relW_{max}	Relative maximale Leistung
W	Leistung
WHO	Weltgesundheitsorganisation

1 EINLEITUNG

„If voluntary control means anything, it must include ‘turning off’ as well as ‘turning on’.“ (Elmer Green, Pioneer des Biofeedback; zitiert aus: Green (1974)).

„It is most amazing that people do not understand the power of mind over body. My effort is sincere and you will see that there is nothing unscientific in it. Of course, I find some difficulty in explaining certain things which I can do, but cannot explain how they are done.“ (Swami Rama, indischer Yogi; zitiert aus: Green & Green (1977)).

Erschöpfung und Müdigkeit sind eine der häufigsten Beschwerden in der Allgemeinbevölkerung. Das Empfinden von Müdigkeit ist eine universelle Erfahrung eines jeden Menschen. Verschiedenste körperliche und psychische Faktoren und eine Kombination der beiden können zum Erleben von Erschöpfung führen. In der Regel suchen die Betroffenen dann professionelle Hilfe und Beratung auf, wenn der Leidensdruck groß ist und wenn die Störung des Befindens nicht ausreichend z. B. durch Schlafmangel oder außergewöhnliche Anstrengungen erklärbar ist. Das chronische Erschöpfungssyndrom (*Chronic Fatigue Syndrome*, CFS) stellt dabei eine spezifische Krankheitsentität dar, mit der sich die vorliegende Arbeit beschäftigt. Es bestehen verschiedene Behandlungsverfahren, die neben diagnostischen und ätiologischen Überlegungen ebenfalls in dieser Arbeit dargestellt und diskutiert werden. Häufige Schwierigkeit in der Behandlung von CFS stellen unterschiedliche Erklärungsmodelle und Ursachenzuschreibungen von Behandlern und Betroffenen dar. Auch ist die Akzeptanz bisheriger evidenzbasierter Behandlungsverfahren wie z. B. das graduierte Bewegungstraining (*Graded Exercise Training*, GET) bei den Betroffenen sehr unterschiedlich. Im Vordergrund dieser Arbeit standen die Entwicklung und Evaluation einer Intervention zur Reduktion des Leidens- und Beschwerdedruckes bzw. zur Verbesserung des Wohlbefindens von Patienten mit CFS. Der Gedanke eine Intervention zu entwickeln und zu manualisieren, die auch von Patien-

ten gut angenommen werden kann, prägte die Überlegungen zusätzlich. Als Behandlungsverfahren wurde schließlich das Biofeedback gewählt, das sich durch eine unmittelbare Verbindung von körperlichen und psychischen Faktoren auszeichnet und gleichzeitig innerhalb kurzer Zeitspannen das Selbstwirksamkeitserleben positiv anspricht und Veränderungen schnell erfahrbar werden lässt.

Die vorliegende Arbeit ist dementsprechend aufgebaut: Sie befasst sich zunächst mit CFS und seiner Symptomatik sowie ätiologischen und therapeutischen Ansatzpunkten. Folgend werden Biofeedback als Behandlungsverfahren im Bereich der Psychosomatischen Medizin und Psychotherapie, die Entwicklung der durchgeführten Interventionsstudie samt des eingesetzten Biofeedbackbehandlungsmanuals sowie die zu überprüfenden Hypothesen vorgestellt. Im zweiten Kapitel werden Material und Methoden einschließlich der konkreten Interventionen und der Verfahren der Datenerhebung erläutert. Das dritte Kapitel berichtet die Ergebnisse in den untersuchten Bereichen der Psychometrie und der körperlichen Leistungsfähigkeit. Die Arbeit schließt mit der Diskussion der Ergebnisse und einer Bewertung der durchgeführten Interventionen.

1.1 CHRONISCHES ERSCHÖPFUNGSSYNDROM

An dieser Stelle wird bereits vorweg genommen, dass sich hinsichtlich des chronischen Erschöpfungssyndroms (CFS) – vergleichbar mit anderen Erkrankungen aus dem somatoformen Störungskreis – stets ausführlich die Fragen der Genese und der Einordnung als körperliche oder als psychische Erkrankung diskutieren ließe (Gaab, 2011). Diese Überlegungen werden auch in dieser Arbeit nicht unberücksichtigt bleiben. Doch liegt der Fokus hinsichtlich des – hier als psycho-somatisch verstandenen – Erkrankungsbildes in erster Linie auf den Implikationen für die Behandlung und auf den Möglichkeiten zur Reduktion des Leidensdruckes der Betroffenen.

1.1.1 SYMPTOMATIK

Ein Zustand andauernder starker Erschöpfung, Abgeschlagenheit und erhöhter Ermüdbarkeit sowie zusätzliche Beschwerden wie Muskelschmerzen oder Konzentrationsschwierigkeiten prägen in erster Linie das klinische Bild des CFS (Fernández et al., 2009). Dies führt zu einem hohen Leidensdruck der Betroffenen und zu starken Einschränkungen in der Bewältigung von Alltagsangelegenheiten (Prins, van der Meer, & Bleijenberg, 2006). In den folgenden Unterkapiteln werden die historische Entwicklung und die Begriffsbestimmung, die Kriterien und die Einordnung in die aktuellen Diagnosesysteme dargestellt sowie epidemiologische und differentialdiagnostische Aspekte zusammengefasst.

1.1.1.1 Historische Entwicklung und Begriffsbestimmung

Bereits im Jahr 1869 beschrieb der Neurologe Beard die 'Neurasthenie' als eine Erkrankung, die von chronischer Erschöpfung, Muskel-, Gelenk- und Kopfschmerzen sowie von Gedächtnisproblemen und Konzentrationsstörungen gekennzeichnet war (Gaab & Ehlert, 2005). Da in der damaligen Zeit die Neurasthenie als eine Erschöpfung des Nervensystems – ausgelöst durch vorwiegend herausfordernde geistige Tätigkeit – angesehen wurde, war sie sehr schnell sehr weit verbreitet (Vanja, 2015). Sie galt damals sozusagen als angesehene „Mode-Diagnose“. Auch Morschitzky (2007) beschreibt einen „Boom“ des Begriffes der 'Neurasthenie' zur Jahrhundertwende. Kapfhammer (2007) be-

schreibt den Übergang von Neurasthenie als einem „heterogenen Konstrukt“ zum heutigen CFS und den erneut hohen Stellenwert, den die Erkrankung aktuell bekommt. In der S2-Leitlinie zu Somatoformen Störungen von 2002, die in Abstimmung mit der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) erstellt wurde, findet sich sowohl der Begriff der ‚Neurasthenie‘ als auch der Begriff des ‚*Chronic Fatigue Syndrome*‘ zur Beschreibung einer Krankheitsentität (Henningsen et al., 2002). In den folgenden Jahren etablierte sich zunehmend der Begriff der ‚**funktionellen somatischen Syndrome**‘ (FSS) zur Beschreibung einer übergeordneten Störungsgruppe unter der sich Erkrankungsbilder wie das CFS, das Reizdarmsyndrom (*Irritable Bowl Syndrom, IBS*), der chronische multilokuläre Schmerz (*Chronic Widespread Pain, CWP*) bzw. die Fibromyalgie (*Fibromyalgia Syndrome, FMS*) oder die kranio-mandibuläre Dysfunktion (*Craniomandibular Dysfunction, CMD*) subsumieren lassen (Lahmann, Henningsen, & Dinkel, 2010). Die aktuell gültige S3-Leitlinie der AWMF von 2012 (Revision 2017 geplant) betont bereits im Titel den Dreifachbegriff „nicht-spezifische, funktionelle und somatoforme Körperbeschwerden“ (AWMFonline, 2012; Hausteiner-Wiehle et al., 2012; Schaefer et al., 2012). Diese Meta-Leitlinie zeichnet sich durch Beschwerdeorientierung und durch Betonung des syndromübergreifenden Managements der vielfältigen Manifestationen belastender Körperbeschwerden aus. Zudem relativiert sie das wenig reliable Kriterium der medizinischen Unerklärtheit und legt vielmehr einen Schwerpunkt auf die Entwicklung von Algorithmen zu Diagnostik und Therapie mit dem Ziel eines starken, klinischen Anwendungsbezugs (Schaefer et al., 2012). In dieser S3-Leitlinie findet sich zu Beginn eine detaillierte Auflistung der klinisch relevanten Beschwerden, Syndrome und Krankheitsbilder aus den verschiedenen Fachdisziplinen auf die sich die Leitlinie bezieht. CFS wird dort entsprechend aufgeführt (AWMFonline, 2012).

FSS zeichnen sich durch anhaltende oder häufig wiederkehrende und subjektiv als stark beeinträchtigend erlebte körperliche Beschwerden aus (Lahmann et al., 2010). Für diese FSS kann trotz angemessener und ausführlicher somatischer Diagnostik keine ausreichende Erklärung im Sinne eines organpathologi-

schen Korrelates eruiert werden. Es können derzeit drei Hauptgruppen der FSS unterschieden werden (vgl. Lahmann et al., 2010):

- **Schmerzen** unterschiedlichster Lokalisation und Qualität
- **funktionelle Störungen** verschiedener **Organsysteme**
- Müdigkeit, chronische **Erschöpfung** und subjektiv verminderte Belastbarkeit.

Viele Patienten erfüllen die Kriterien für mehr als eines der oben genannten FSS. Dabei wird die **Überschneidung verschiedener FSS** in der Allgemeinbevölkerung mit 10% und in der klinischen Population mit bis zu über 50% angegeben (Henningsen, Zipfel, & Herzog, 2007; Wessely, Nimnuan, & Sharpe, 1999). Von großer Bedeutung ist dabei, dass die starken Einschränkungen hinsichtlich der Lebensqualität von den Betroffenen mit FSS als vergleichbar angegeben werden wie diejenigen von Betroffenen mit Erkrankungen mit klarer organischer Ursache (Ferrari & Kwan, 2001; Kroenke et al., 1994). Weiterhin gemein ist den von FSS betroffenen Patienten, dass sie in der Regel gut auf verhaltensorientierte, psychotherapeutische oder auch psychopharmakologische Behandlungen ansprechen (Henningsen et al., 2007).

Einige Autoren diskutieren inwieweit das CFS selbst eine einzelne Erkrankungsform darstellt oder sich durch das Vorhandensein einer großen Heterogenität innerhalb dieser Erkrankungsgruppe nicht besser durch weitere Subgruppen beschreiben ließe (White, 2010). Die konkreten Diagnosekriterien für CFS werden im folgenden Kapitel dargestellt.

1.1.1.2 Kriterien und Einordnung in die aktuellen Diagnosesysteme

Die Diagnosestellung eines CFS ist einerseits erschwert durch fehlende spezifische Labortests oder 'Biomarker', durch das Vorhandensein des Symptoms von Erschöpfung in nahezu allen Erkrankungen sowie durch diskontinuierliche Verläufe und inter- und intraindividuelle Unterschiede (Fernández et al., 2009). Andererseits gibt es neben der Eingruppierung des CFS als FSS klare Kriterien, die für die Vergabe einer CFS-Diagnose erfüllt sein müssen. Einschränkend ist

gleichzeitig anzumerken, dass verschiedene Arbeitsgruppen z. T. unterschiedliche Kriterienkataloge erstellt haben. Im Folgenden werden zunächst die beiden gängigsten Kriterienkataloge dargestellt, wovon letzterer als maßgeblich für die durchgeführte Studie ausgewählt wurde.

Das für Deutschland aber auch international wichtigste Standardklassifikationssystem für körperliche und psychische Erkrankungen ist die internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme (*International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems*, ICD), das von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) in der aktuellen 10. Version herausgegeben wird (ICD-10). Die für die vorliegende Arbeit verwendeten Kriterien für das CFS aus dem **ICD-10** der Forschungsversion werden in *Tabelle 1* dargestellt (Dilling et al., 2011). CFS kann im ICD-10 unter F48.0 'Neurasthenie' bzw. unter G93.3 'postvirales Ermüdungssyndrom / benigne myalgische Enzephalomyelitis' bzw. im ICD-10-GM (*German Modification*) unter G93 'Chronisches Müdigkeitssyndrom' verschlüsselt werden.

Das in der Forschungsliteratur zu CFS international am häufigsten angewendete Klassifikationssystem sind die sogenannten **Fukuda-Kriterien**, die die 'CFS International Study Group' und das amerikanische 'Centre for Disease Control' (CDC) entwickelt und vorgeschlagen haben (Donner-Banzhoff et al., 2011; Fernández et al., 2009; Fukuda et al., 1994). Ziel der Studiengruppe war es, eine akkurate Definition des Krankheitszustandes festzulegen um konsistente klinische Diagnosen stellen zu können und gleichzeitig ein Werkzeug für Forschungsfragen zu Verfügung zu haben. Die Fukuda-Kriterien werden in *Tabelle 1* den ICD-10 Kriterien für F48.0 gegenüber gestellt.

Tab. 1 CFS Kriterien nach ICD-10 und Fukuda im Vergleich.

	Kriterien nach ICD10 F48.0 (Forschungskriterien)		Kriterien nach Fukuda (1994)
A und /oder	Erschöpfung nach leichter körperlicher Anstrengung Erschöpfung nach leichter geistiger Anstrengung		klinisch gesicherte, unerklärte, persistierende oder rezidivierende chronische Erschöpfung mit neuem oder zeitlich umschriebenem Beginn. Die Erschöpfung und schnelle Ermüdbarkeit führen zu einer substantiellen Reduktion des früheren Niveaus der Aktivitäten in verschiedenen Lebensbereichen
B mind. eines der folgenden 6 Symptome	Akute oder chronische Muskelschmerzen Benommenheit Spannungskopfschmerz Schlafstörungen Unfähigkeit zu entspannen Reizbarkeit	4 oder mehr der folgenden 8 Symptome	Gedächtnis- oder Konzentrationsprobleme Halsschmerzen empfindliche zervikale oder axilläre Lymphknoten Muskelschmerzen Gelenkschmerzen neuartige Kopfschmerzen nicht-erholsamer Schlaf unproportional starke Erschöpfung nach Anstrengungen
C	Keine Erholung innerhalb eines normalen Zeitraumes von Ruhe		keine wesentliche Besserung durch Ruhe
D Dauer	mind. 3 Monate	Dauer	mind. 6 Monate
E Ausschluss	organische emotional labile Störung postenzephalitisches Syndrom organisches Psychosyndrom nach Schädelhirntrauma affektive Störung Panikstörung generalisierte Angststörung	Ausschluss	anhaltende Überlastung aktuelle medizinische Ursache wie Hypothyreose, Schlafapnoe, Narkolepsie oder Medikamentenwirkung vorbestehende medizinische Ursache, deren Ausheilung nicht zweifelsfrei gesichert ist wie maligne Tumore oder Hepatitis B/C psychische Erkrankungen wie melancholische oder psychotische Depression, bipolare Störung, Schizophrenie oder Wahnstörung, Demenz, Anorexie oder Bulimie Alkohol- oder Drogenmissbrauch Adipositas III

In der aktuellen *S3-Leitlinie Müdigkeit*, die in Kooperation von AWMF und der deutschen Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM) erarbeitet wurde, wird vornehmlich auf die in Großbritannien vom 'National Institute for Health and Care Excellence' entwickelte NICE-Leitlinie und auf das

kanadische Konsensus-Dokument Bezug genommen (Donner-Banzhoff et al., 2011). Die aktuell in Überarbeitung befindliche **NICE-Leitlinie** (2007) entspricht den obig vorgestellten ICD-10 und Fukuda-Kriterien im Weitesten. Die **kanadische Leitlinie** wurde vornehmlich von Klinikern und Behandlern von Patienten mit CFS erstellt, die von einer primär somatischen Perspektive ausgehen. Sie nehmen an, dass es sich bei CFS um eine schwere Multiorganerkrankung handelt, die vornehmlich durch eine virale Infektion ausgelöst wurde. Dementsprechend unterscheidet sich diese Leitlinie von den anderen drei genannten und bezieht psychosoziale sowie versorgungsbezogene Aspekte deutlich weniger mit ein. Stattdessen ist sie hinsichtlich der somatischen Diagnostik strenger aufgestellt (Carruthers et al., 2003).

Im amerikanischen diagnostischen und statistischen Leitfaden psychischer Störungen in der 4. Version (*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, DSM-IV*) ist das CFS als undifferenzierte somatoforme Störung einzuordnen. In der aktuellen 5. Version (**DSM-5**) ist CFS ebenfalls unter einer übergeordneten Kategorie einzuordnen, die als *'Somatic Symptom Disorder'* bezeichnet wird (APA, 2013).

Fukuda (1994) und die CDC-Arbeitsgruppe zu CFS schlugen bereits 1994 einen konzeptuellen Rahmen für weitere Forschungsbemühungen zur **Einordnung verschiedener Erschöpfungszustände** vor (*Abbildung 1*). Als *'ideopathische Erschöpfung'* werden Erschöpfungszustände bezeichnet, die die Kriterien für ein CFS nicht vollumfänglich erfüllen. Im Sinne der starken Überschneidung mit anderen Erkrankungen, insbesondere den FSS, sowie im Sinne der großen Heterogenität innerhalb von Erschöpfungssymptomatik hat dieser konzeptuelle Rahmen auch heute noch Gültigkeit.

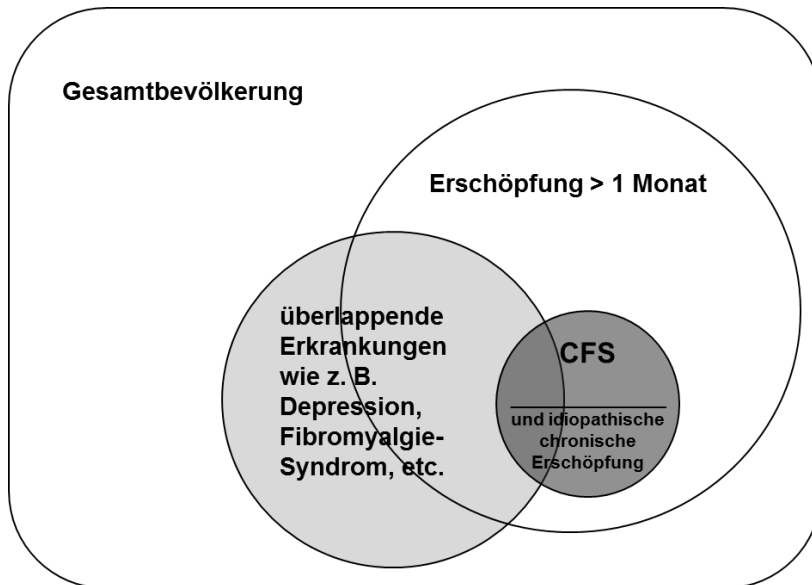


Abb. 1 Konzeptioneller Rahmen zur Einteilung verschiedener Zustände von Erschöpfung in der Allgemeinbevölkerung, angelehnt an Fukuda et al. (1994).

1.1.1.3 Epidemiologie, Verlauf und Prognose

Die **Prävalenz** von CFS variiert stark je nach angelegten Kriterien, nach Dauer der Symptomatik oder nach untersuchter Bevölkerungsgruppe (Gaab & Ehlert, 2005). Weitere Unterschiede in den Prävalenzraten ergeben sich durch Unterschiede in der Inanspruchnahme von ärztlicher Hilfe als auch durch Unterschiede im Zugang zum medizinischen Versorgungssystem (Jason, Richman, et al., 1999; Prins et al., 2006). Generell ist das streng definierte CFS ein seltenes Beratungsergebnis (Donner-Banzhoff et al., 2011). Gaab und Ehlert (2005) geben die Prävalenzrate für Deutschland mit 0,5% in der Allgemeinbevölkerung an. Die Häufigkeit im angelsächsischen Raum wird ebenfalls mit weniger als 1% angegeben (Ho-Yen & McNamara, 1991). Ähnlich geben Fernández und Kollegen (2009) in ihrem Übersichtsartikel an, dass CFS bei Anlegen strenger Kriterien bis zu 1% der erwachsenen Bevölkerung betreffen kann (vgl. auch Hausteiner-Wiehle et al., 2012). Einheitlich lässt sich festhalten, dass die Prävalenzraten bei Frauen höher sind als bei Männern und bei einem Verhältnis von ca. 1-1,5 zu 2 liegen (Gaab & Ehlert, 2005; Jason, Jordan, et al., 1999; Jason et al., 2011). Hinsichtlich des sozioökonomischen Status liegen die Erkrankungshäufigkeiten in niedrigeren sozialen Schichten und bei Personen mit niedrigerem Bildungsniveau tendenziell etwas höher (Gaab & Ehlert, 2005).

Jason und Kollegen (2011) zeigten in einer amerikanischen Prävalenzstudie eine relative Stabilität der CFS-Raten im Verlauf von 10 Jahren.

Wie einleitend beschrieben, fluktuiert die Häufigkeit der Diagnosevergabe eines CFS oder einer Neurasthenie u. a. auch in Zusammenhang mit der **Popularität** bzw. umgekehrt mit einer befürchteten **Stigmatisierung** durch die jeweilige Diagnose. Ähnlich konnte teilweise eine **Kulturspezifität** der Diagnosevergabe festgestellt werden. So zeigte sich beispielsweise in China die Diagnose einer Neurasthenie episodenhaft als besser akzeptiert als die Diagnose einer Depression (Lee & Kleinman, 2007).

Hinsichtlich des **Verlaufs** dauert es durchschnittlich drei bis fünf Jahre von Beginn der Symptomatik bis hin zur Diagnosestellung und zur Einleitung einer entsprechenden Behandlung (AWMFOonline, 2012; Fernández et al., 2009; Gaab & Ehlert, 2005). Insgesamt sind bezüglich des Verlaufs starke inter- und intraindividuelle Schwankungen festzustellen. Dennoch kann einheitlich von einem zeitlich umschriebenen Beginn der Symptomatik ausgegangen werden, wobei im Vorfeld häufig physiologische (Infektion, Operation) oder psychische Belastungen (Arbeitsbelastung, Trennungserlebnisse) genannt werden (Gaab & Ehlert, 2005). Hinsichtlich der **Prognose** geben Fernández und Kollegen (2009) die Raten der vollständigen Genesung mit 0 bis 37% und die Raten einer Verbesserung der Symptomatik mit 6 bis 63% an. Gaab und Ehlert (2005) benennen die Zahlen aus verschiedenen prognostischen Studien zurückhaltender, indem sie eine komplette Symptombefreiheit nur in Einzelfällen vorkommend beschreiben. Eine substantielle Verbesserung der Symptomatik liegt mit 20% in etwa gleich hoch wie die Gefahr einer weiteren Verschlechterung. Gleichsam berichtet ca. die Hälfte der Betroffenen von einer ausbleibenden Veränderung. Die prognostisch besten Aussichten zeigen eher jüngere Patienten mit höherem Bildungsniveau, kürzerer und weniger intensiver Erkrankungsdauer sowie Patienten ohne prä- oder komorbide psychische Erkrankungen (Fernández et al., 2009; Gaab & Ehlert, 2005). Bleibt die Erkrankung unbehandelt, so ist die Prognose der Betroffenen schlecht (Cairns & Hotopf, 2005; Prins et al., 2006).

Allgemein wird die **Prognose nicht-spezifischer, funktioneller und somatoformer Körperbeschwerden** in der oben genannten S3-Leitlinie als „insgesamt überwiegend günstig“ beschrieben (AWMFonline, 2012). Dabei wird zwischen leichteren und schwereren Verläufen unterschieden, wobei für letztere unabhängig vom klinischen Setting eine Verschlechterung der Funktionsfähigkeit und Lebensqualität von 10-30% angegeben wird. Insgesamt scheint insbesondere bei Patienten mit schweren Verläufen eine relativ niedrige störungsspezifische Versorgung von ca. 40% vorzuliegen, bei gleichzeitig hoher, eher dysfunktionaler Inanspruchnahme des Gesundheitssystems. Von einem erhöhten Suizidrisiko abgesehen, haben Menschen mit FSS sehr wahrscheinlich eine normale Lebenserwartung (AWMFonline, 2012).

1.1.1.4 Differentialdiagnostik und Komorbidität

Ein entscheidender Prozess bei der Diagnosestellung eines CFS ist die sorgfältige Abklärung anderer Erkrankungen, die die Symptomatik (mit-) erklären könnten und die dementsprechend (mit-) behandelt werden sollten (Donner-Banzhoff et al., 2011). Hierbei gilt es sowohl psychische als auch körperliche **Differentialdiagnostik** zu unternehmen. Torres-Harding und Kollegen (2002) geben an, dass nur 40% der chronisch erschöpften Patienten, deren Erschöpfungssymptomatik durch eine psychische Erkrankung (Achse I DSM-IV) erklärt werden kann, eine entsprechende Diagnose bekommen. Somit werden bei 60% dieser Betroffenen adäquate therapeutische Maßnahmen nicht oder nicht umfassend genug eingeleitet. Unter den psychischen Erkrankungen ist insbesondere das Vorliegen einer affektiven Störung als auch einer Angststörung zu überprüfen (Henningsen et al., 2007). Darüber hinaus gilt es, das Vorliegen einer möglichen primären Schlafstörung abzuklären (Gaab & Ehlert, 2005). Hinsichtlich somatischer Differentialdiagnostik besteht zunächst die Herausforderung, dass Patienten mit CFS häufig ein überwiegend somatisches Krankheitsverständnis mitbringen und weiterführende Diagnostik manches Mal eher unkritisch anstreben (Gaab & Ehlert, 2005). An dieser Stelle gilt es einen Mittelweg aus unabdingbarer medizinischer Untersuchung und zugleich aus Begrenzung von medizinischen Untersuchungen herzustellen, da die Gefahr iatrogenen und

medizinsystemischer Aufrechterhaltung der Symptomatik bis hin zu einer iatrogenen Schädigung besteht (AWMFonline, 2012). Gaab und Ehlert (2005) erstellten eine Orientierungshilfe für empfohlene als auch nicht-empfohlene Laboruntersuchungen, darunter beispielsweise verschiedene Virenserologien oder intensive immunologische oder bildgebende Verfahren (vgl. auch Donner-Banzhoff et al., 2011). Die Untersuchung der in der vorliegenden Studie eingeschlossenen Probandinnen erfolgte entsprechend dieser Empfehlung.

Hinsichtlich der **Komorbiditäten** von Erschöpfung und anderen Erkrankungen muss benannt werden, dass Erschöpfung gewöhnlicherweise als unspezifisches Symptom bei vielen – wenn nicht sogar bei allen – somatischen Erkrankungen und psychischen Störungen als zusätzliches Symptom auftritt. Sehr hohe Überschneidungen von CFS gibt es zu depressiven Erkrankungen, wobei die Raten z. T. mit bis zu 2/3 angegeben werden (Gaab & Ehlert, 2005). Die Komorbidität von CFS und Angststörung, insbesondere der Panikstörung liegen bei ca. 10%. Hinsichtlich der Komorbiditäten stellt ein transparenter Umgang in der Diagnosevermittlung und Klärung möglicher Zusammenhänge beider Erkrankungs- bzw. Symptombereiche ein erster Schritt der Bahnung eines adäquaten Behandlungsprozederes dar (AWMFonline, 2012).

1.1.2 ÄTIOLOGIE UND STÖRUNGSMODELLE

Hinsichtlich der Ätiologie gab es zahlreiche Versuche die Ursache von CFS, u.a. auch im Sinne eines unikausalen Auslösers, zu spezifizieren (Gaab, 2011). Ein valides unikausales Erklärungsmodell ist bis heute nicht gefunden. Gleichzeitig gibt es inzwischen weitestgehend Einigkeit CFS im Licht eines **integrativen**, d. h. eines **bio-psycho-sozialen Störungsmodells**, zu betrachten.

Übergeordnet lässt sich in Anlehnung an die S3-Leitlinie zu nicht-spezifischen, funktionellen und somatoformen Körperbeschwerden die Aussage formulieren, dass auch beim CFS von komplexen Wechselwirkungen verschiedener psychosozialer, biologischer, iatrogen/medizinsystemischer und soziokultureller Faktoren im Sinne einer **multifaktoriellen Genese** auszugehen ist, die Einfluss

auf Disposition, Auslösung und Chronifizierung der Körperbeschwerden haben (AWMFonline, 2012).

Im Weiteren werden zwei Ätiologiemodelle beschrieben, die sich spezifischer auf das CFS beziehen. Sie sind beide den integrativen Ansätzen zuzuordnen, legen jedoch ein besonderes Augenmerk auf kognitive bzw. psychophysiologische Faktoren. Beide Modelle sind bedeutsam für die Entwicklung der durchgeführten und im Späteren beschriebenen Interventionsstudie.

1.1.2.1 Kognitiv-behaviorales Störungsmodell

Im Rahmen einer kognitiv-behavioralen Perspektive sind stets diejenigen Faktoren interessant, die im Sinne prädisponierender, auslösender und aufrechterhaltender Bedingungen auf Genese und Verlauf einer Symptomatik Einfluss genommen haben und weiterhin nehmen. Hinsichtlich der **prädisponierenden Faktoren** des CFS wird eine eher leistungsorientierte Persönlichkeit genannt mit häufig hoch gesteckten Zielen in beruflichen, sozialen und persönlichen Bereichen, deren Erfüllung einer besonderen Anstrengungs- und Leistungsbereitschaft bedarf (Gaab & Ehlert, 2005; Hyland, Sodergren, & Lewith, 2006). Hinsichtlich biographischer prädisponierender Faktoren wird bei Betroffenen von CFS eine erhöhte Prävalenz emotionaler Vernachlässigung beschrieben (Gaab & Ehlert, 2005). Menschen mit CFS weisen darüber hinaus häufiger maladaptive Bewältigungsstrategien im Vergleich zu gesunden Kontrollgruppen auf (Nater et al., 2012). Diese maladaptiven Bewältigungsstrategien beziehen sich insbesondere auf ein höheres Ausmaß an Selbstvorwürfen und an Rückzugsverhalten (vgl. auch Sirois und Molnar, 2014). Motivatoren dieses Verhaltens scheinen eher Angst vor Fehlern, Zweifel an den eigenen Handlungen und Orientierung an der Bewertung von außen zu sein (White & Schweitzer, 2000). Zu den **auslösenden Faktoren** werden zum einen akute physische Belastungen wie eine akute Krankheit oder Virusinfektion gezählt. Zum anderen sind an dieser Stelle auch akute psychische Belastungen wie bedeutsame bzw. kritische lebensverändernde Ereignisse relevant (Gaab & Ehlert, 2005; AWMFonline, 2012). Als **aufrechterhaltende Faktoren** werden psychologische Prozesse

betont. Dabei wird insbesondere den kognitiven Faktoren im Sinne subjektiver Krankheitstheorien sowie verhaltensbezogenen Faktoren im Sinne eines erhöhten Schon- und eines angstvermeidenden Sicherheitsverhaltens ein besonderer Stellenwert eingeräumt (Gaab & Ehler, 2005; Surawy et al., 1995). Ähnlich beschreiben es auch Burgess und Chalder (2004) im Therapiemanual der PACE-Studie, einer aktuellen multizentrischen Therapiestudie zu CFS in Großbritannien (*'Comparison of adaptive pacing therapy, cognitive behaviour therapy, graded exercise therapy, and specialist medical care for chronic fatigue syndrome (PACE): a randomised trial'*; White et al., 2011); vgl. Kapitel 1.1.3). Zusammenfassend lassen sich diese Faktoren in der folgenden *Abbildung 2* veranschaulichen.

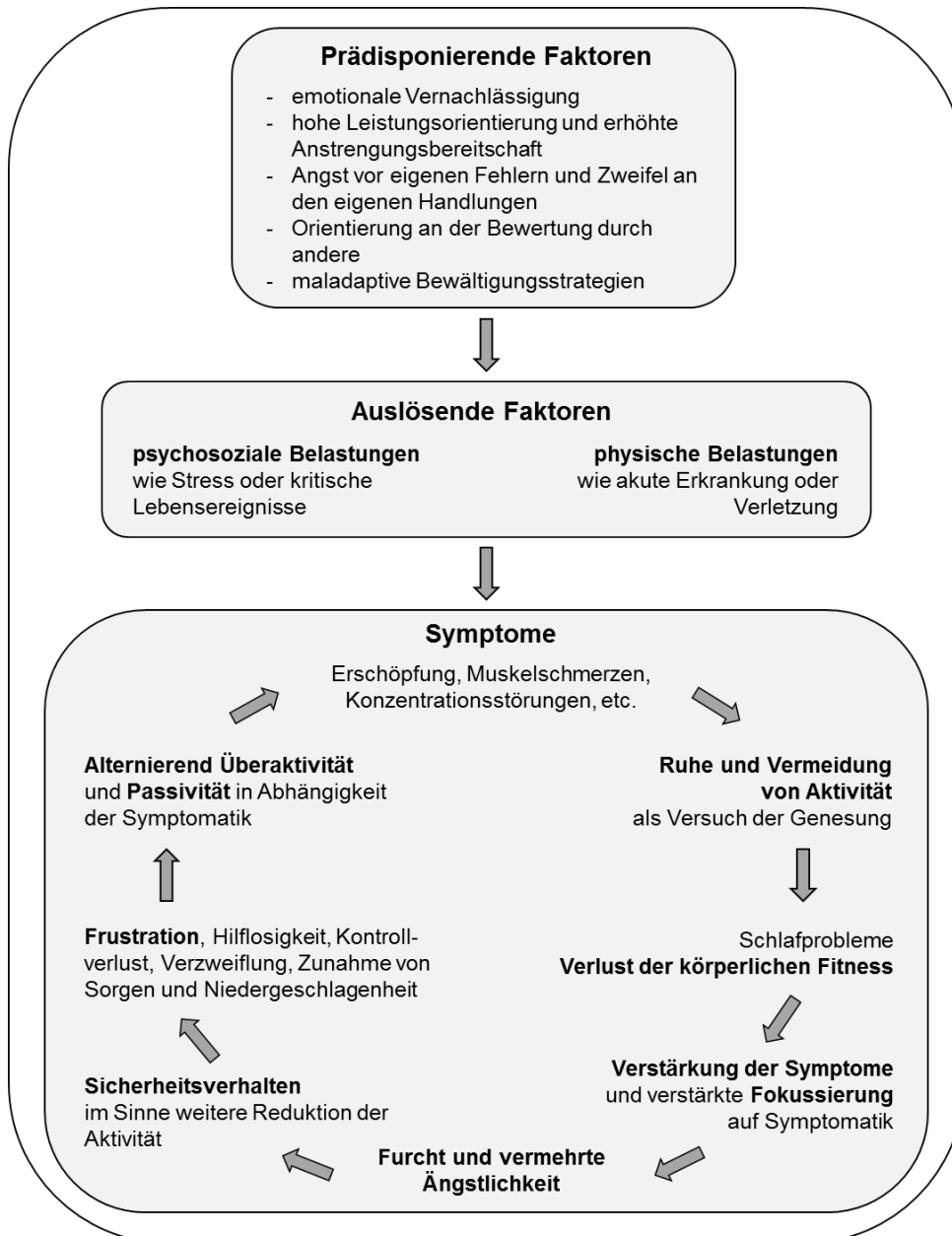


Abb. 2 Kognitiv-behaviorales Ätiologiemodell des CFS, weiterentwickelt und ergänzt nach Burgess und Chalder (2004).

In einem aktuellen Artikel beleuchten Knoop und Kollegen (2010) die **zentrale Rolle kognitiver Prozesse bei der Aufrechterhaltung von CFS** und greifen frühere Befunde verschiedener Forschergruppen auf (Fry & Martin, 1996; Prins et al., 2001; Surawy et al., 1995; Vercoulen et al., 1998; Wessely et al., 1989). Knoop et al. (2010) unterscheiden dabei drei verschiedene kognitive Prozesse: Der erste Prozess beschreibt eine generelle kognitive Repräsentanz von Erschöpfung als negativ und aversiv. Diese Repräsentanz wird innerhalb einer

großen Bandbreite an Situationen aktiviert. CFS wird dabei als stark beeinträchtigende Erkrankung erlebt, die kaum zu beeinflussen ist. An dieser Stelle liegen Verbindungen zu reduziertem Selbstwirksamkeits- bzw. Kontrollerleben nahe, wie es u. a. bereits 1998 von Vercoulen und Kollegen aufgezeigt wurde. Der zweite Prozess beschreibt die explizite Fokussierung bzw. Aufmerksamkeitslenkung der Betroffenen auf die Erschöpfungssymptomatik. Der dritte Prozess konzentriert sich auf dysfunktionale Glaubenssätze bezogen auf Erschöpfung und Aktivität und ihre jeweiligen Zusammenhänge. Dabei unterschätzen Patienten mit CFS in der Regel ihre eigene Leistungsfähigkeit und ihr zukünftiges Leistungsvermögen. Die benannten Prozesse sind primär kognitiven Abläufen zuzuschreiben, sie haben aber stets auch eine emotionale Konnotation (Knoop et al., 2010).

Die Erkenntnis über die Bedeutsamkeit der aufrechterhaltenden Funktion kognitiver Faktoren stellt in einem weiteren Schritt eine wichtige Grundlage für die Entwicklung wirksamer therapeutischer Maßnahmen dar (vgl. Kapitel 1.1.3).

1.1.2.2 Psychobiologisches Störungsmodell

Die **Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse** (HHNA) ist eines der primären biologischen Reaktionssysteme des Menschen bei Stress. Dieses System reguliert seine Aktivität mittels verschiedener Rückkopplungsschleifen über die drei Hormone CRH (*corticotropin releasing hormone*), ACTH (*adrenocorticotropin*) und Cortisol. Akute oder chronische Belastungen und das Aktivitätsniveau eines Menschen einschließlich seines Schlafverhaltens und seiner Tagesstruktur sowie kognitive und emotionale Faktoren wirken sich auf dieses Hormonsystem und sein Funktionieren aus. Bei Menschen mit CFS scheinen Veränderungen der peripheren Cortisolausschüttung und eine verminderte CRH-Freisetzung eine Rolle zu spielen (Gaab & Ehlert, 2005). Mutsuura und Kollegen (2009) gehen davon aus, dass die HHNA bei Patienten mit FSS insbesondere unter Belastungssituationen und bei erhöhtem Stresserleben nicht angemessen reguliert. Dies kann sich wiederum auf die Erschöpfung, auf die Wahrnehmung von Schmerzen, auf autonome und immunologi-

sche Dysregulationen sowie auf die Energiebereitstellung auswirken (Gaab & Ehlert, 2005). Insgesamt ist die Studienlage durchaus nicht homogen, was mit unterschiedlichsten, das menschliche Hormonsystem zusätzlich beeinflussenden Faktoren in Zusammenhang steht. Dennoch lässt sich zusammenfassend festhalten, dass Patienten mit CFS einen relativen Hypocortisolismus und eine Abflachung des Cortisoltagesprofils aufweisen (Heim et al., 2009; Nater, 2011; Tak & Rosmalen, 2010).

Wyller und Kollegen (2009) schlugen integrativ ein '**Sustained-Arousal-Model**' zu Erklärung der Ätiologie bei CFS vor. Dieses Modell nimmt an, dass die körperliche Homöostase durch kritische Lebensereignisse oder Infektionen gestört wird und es zu einer verlängerten Stressantwort des autonomen, endokrinen, immunologischen und somatischen Nervensystems kommt ohne ausreichend erfolgreich im Sinne der Wiedererlangung der Homöostase sein zu können. Es folgen Misserfolgserwartungen und zunehmende negative Bewertung der körperlichen Stimuli durch die Betroffenen, woraus ein sich aufrechterhaltender negativer Kreislauf ('*sustained arousal*') entsteht. Auch in diesem Modell werden zusätzliche persönlichkeitsassoziierte, kognitive und biologische prädisponierende Faktoren in Betracht gezogen.

Ausführlich werden biologische und physiologische Prozesse von CFS bei Kuske (2013) in Zusammenhang mit der vorliegenden Studie dargestellt.

1.1.3 THERAPIE UND INTERVENTIONEN

Ausgehend von den genannten ätiologischen Überlegungen wird in diesem Kapitel ein Überblick über die etablierten Behandlungsverfahren für Patienten mit CFS gegeben. Dabei stehen psychotherapeutische und aktivitätsfördernde Programme im Vordergrund. In einem kurzen Abschnitt wird auf pharmakologische Aspekte eingegangen.

Übergeordnet besteht entsprechend der S3-Leitlinie für nicht-spezifische, funktionelle und somatoforme Körperbeschwerden ein starker Konsens in der Emp-

fehlung einer **kooperativen, strukturierten und koordinierten Versorgung** der Betroffenen (AWMFonline, 2012).

1.1.3.1 Kognitive Verhaltenstherapie

Kognitive Verhaltenstherapie zur Behandlung von CFS beinhaltet zunächst psychoedukative Elemente zur Verbesserung des Störungsverständnisses als auch zur Förderung der Therapiemotivation (Burgess & Chalder, 2004; Gaab & Ehlert, 2005). Die anschließende Interventionsphase fokussiert auf eine Stärkung der körperlichen, kognitiven und sozialen Aktivitäten in Abhängigkeit der individuellen Verhaltensanalyse und des jeweiligen Ausgangsniveaus. Ziel ist primär eine Veränderung der dysfunktionalen, krankheitsbezogenen Annahmen und der daraus folgenden dysfunktionalen Verhaltensweisen. Hierfür werden auch Verhaltensexperimente als zusätzliche Unterstützung eingesetzt, die angstreduzierend und positiv verstärkend wirken und einer Verbesserung des Selbstwirksamkeitserlebens dienen. Zusätzlich werden je nach individuellem Bedarf Module der Schlafhygiene, Stressbewältigung oder auch der Verbesserung von Problemlösefertigkeiten eingesetzt (vgl. auch Burgess & Chalder, 2004; Gaab & Ehlert, 2005 sowie Martin et al., 2013).

Hinsichtlich der Studienlage gibt es klare **Wirksamkeitsnachweise** für die kognitive Verhaltenstherapie, bzw. die *'Cognitive Behavioral Therapy'* (CBT). Es liegen hierfür zum einen zwei systematische Metaanalysen der Arbeitsgruppen um Malouff (2008) und Price (2008) vor. Zum anderen kamen verschiedene randomisierte kontrollierte Studien neueren Datums wie die PACE-Studie von White und Kollegen (2011) hinzu. Darunter gibt es aktuelle Studien zur Behandlung von Patienten mit CFS mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung wie z. B. die internetbasierte Behandlung von Jugendlichen im häuslichen Rahmen (Nijhof et al., 2012), die Fokussierung auf Stressbewältigung (Lopez et al., 2011) bzw. die Fokussierung auf häusliche Einzelbetreuung durch Pflegepersonal (Wearden et al., 2010) oder auf familienbezogene, verhaltenstherapeutische Interventionen (Chalder et al., 2010). Eine umfassende Übersicht ist bei Martin

und Kollegen (2013) in der 'Evidenzbasierten Leitlinie zur Psychotherapie somatoformer Störungen und assoziierter Syndrome' zu finden.

Die bereits erwähnte **PACE-Studie**, als aktuellste und umfassendste randomisierte, kontrollierte Multicenter-Studie von White und Kollegen (2011) schloss 641 Patienten mit CFS ein. Sie verglich die Wirksamkeit von CBT, GET ('*Graded Exercise Therapy*') bzw. '*Adaptive Pacing Therapy*' (APT) und '*Specific Medical Care*' (SMC) bzw. alleinige SMC als unspezifische Behandlungsbedingung miteinander. Der Behandlungszeitraum betrug 24 Wochen. Die Ergebnisse unterstützen die Wirksamkeit von CBT und GET zusätzlich zu SMC, jedoch zeigte sich keine ausreichende Wirksamkeit für APT oder alleinige SMC. Ergänzend wurden negative Auswirkungen der verschiedenen Interventionen im Rahmen der PACE-Studie von Dougall und Kollegen (2014) untersucht. Dabei ergaben sich selten ernsthafte negative Ereignisse, wohingegen nicht-ernsthafte negative Ereignisse üblich waren. Hinsichtlich der negativen Ereignisse zeigten sich keine signifikanten Gruppenunterschiede. Nicht-ernsthafte negative Ereignisse scheinen eher der Erkrankung als den Behandlungsbedingungen zuzuordnen zu sein (Dougall et al., 2014).

Kognitive Verhaltenstherapie des CFS findet überwiegend im einzeltherapeutischen Kontext statt. Zwei randomisierte kontrollierte Studien zu verhaltenstherapeutisch orientierter **Gruppentherapie** zeigten positive Effekte (O'Dowd et al., 2006; Stubhaug et al., 2008). Bazelmans und Kollegen (2005) zeigten tendenziell eine geringere Wirksamkeit von Gruppentherapie bei CFS verglichen mit Studien im einzeltherapeutischen Setting.

Entspannungsverfahren als ausschließliche Intervention bei CFS werden als nicht wirksam eingeschätzt (Henningsen et al., 2002). Für den Einsatz von Entspannungsverfahren als ergänzendes Modul bei bestehenden Schlafstörungen bzw. zur Verbesserung der Stressbewältigung gibt es hingegen positive Nachweise (Lopez et al., 2011; NICEclinicalguideline, 2007).

Biofeedback als Methode wird den kognitiv-verhaltenstherapeutisch orientierten Psychotherapieverfahren zugeordnet (Rief & Birbaumer, 2010). Auf die aktuelle Studien- und Datenlage zu Biofeedbacktherapie bei CFS wird in Kapitel 1.3 in Verbindung mit der Entwicklung unseres Biofeedbackbehandlungsmanu- als für Patientinnen mit CFS detaillierter eingegangen.

1.1.3.2 Graduierte Bewegungstherapie

Graduierte Bewegungstherapie oder graduierte physische Aktivierung stellt eine vornehmlich sport- oder physiotherapeutisch angeleitete Intervention dar. Ziel des graduierten Bewegungstrainings ist es zum einen den Prozessen der bisher erfolgten Dekonditionierung und folglich der Verstärkung der Symptome aus Erschöpfung und zusätzlichen Körperbeschwerden entgegenzuwirken (NICEclinicalguideline, 2007). Zum anderen soll langfristig ein angemessenes Aktivitätsniveau wiedererlangt werden. Die zugrundeliegende Annahme ist dabei, dass Inaktivität und Dekonditionierung im Sinne der Entwicklung von Defiziten in Muskelkraft und -ausdauer, von Koordinationsverlusten und schneller Ermüdung die Symptomatik des CFS aufrechterhalten. Hinsichtlich eines Behandlungsplanes werden mit dem Betroffenen ausgehend vom individuellen Leistungsniveau konkret und schrittweise zunächst physische Stabilisierungs- und später Steigerungsmöglichkeiten erarbeitet und (tägliche) Übungen festgelegt. Die Erhebung des Ausgangsniveaus der körperlichen Aktivität sollte, beispielsweise mit einem Bewegungstagebuch, sorgfältig und individuell erfolgen (Torjesen, 2015). Ebenso gilt es die angestrebten Ziele transparent und realistisch gemeinsam zu vereinbaren und Unter- als auch Überforderung zu vermeiden. Eine detaillierte Darstellung der Empfehlungen hinsichtlich des graduierten Bewegungstrainings, an denen sich auch die von uns durchgeführte Studie orientierte, findet sich beispielsweise in der NICE-Leitlinie (2007).

Die aktuellen **Leitlinien** empfehlen allgemein eine graduierte physische Aktivierung bei nicht-spezifischen, funktionellen und somatoformen Beschwerden (AWMFonline, 2012) als auch insbesondere bei CFS (vgl. Henningsen et al., 2002; Martin et al., 2013; NICE-Leitlinie, 2007). Im systematischen Cochrane-

Review von Edmonds und Kollegen (2004), in den fünf randomisierte, kontrollierte Studien einfließen, wird graduierte Bewegungstherapie als hilfreich und wirksam für Patienten mit CFS beschrieben. Hinweise darauf, dass Bewegungstherapie den durchschnittlichen Krankheitsverlauf verschlechtern kann, wurden nicht gefunden (Edmonds et al., 2004). Auch die PACE-Studie zeigte erneut die Wirksamkeit von graduiertem Bewegungstraining (White et al., 2011). Häufig wird jedoch das Bewegungstraining von Patienten weniger gut angenommen und andere, als schonender erlebte, Angebote bevorzugt (Edmonds et al., 2004; Martin et al., 2013; Ridsdale, Darbishire, & Seed, 2004).

Bei Betrachtung der **Wirkfaktoren** wird für die graduierte Bewegungstherapie – ähnlich wie für die kognitive Verhaltenstherapie – von einer Verbesserung der Symptomatik aufgrund einer Reduktion der Symptomfokussierung und des ängstlichen Vermeidungsverhaltens sowie aufgrund der Steigerung des Selbstwirksamkeitserlebens ausgegangen. Die Veränderung der körperlichen Fitness an sich hat sich bisher nicht als alleiniger oder hauptsächlicher Wirkfaktor herausgestellt (Moss-Morris et al., 2005; Wiborg et al., 2010). Dies spricht folglich auch in Verbindung mit bewegungsbezogenen und aktivitätsfördernden Behandlungsprogrammen für den großen Einfluss kognitiver Prozesse auf die Genese und die Aufrechterhaltung der Symptomatik bzw. für die Notwendigkeit der Berücksichtigung kognitiver Faktoren im Rahmen spezifischer Behandlungsprogramme.

1.1.3.3 Medikation

Der Vollständigkeit halber soll in Zusammenhang mit der Beschreibung der therapeutischen Möglichkeiten auch auf die pharmakologischen Behandlungsversuche von CFS nicht verzichtet werden. Diesbezüglich wurden Studien zu Immunglobulinen und dem Virustatikum Aciclovir durchgeführt, die sich zur Behandlung von Patienten mit CFS als nicht wirksam erwiesen haben. Dies wird mit einem Evidenzgrad III der *‘Evidence Based Medicine’* (EBM) eingestuft (Henningsen et al., 2002; Reid et al., 2004; Whiting et al., 2001). Ähnlich werden Corticosteroide bzw. niedrig dosiertes Cortisol, mit Ausnahme eines nach-

gewiesenen Hypocortisolismus, als wirkungslos eingestuft (EBM III) bzw. die bestehende Gefahr von nachhaltigen Nebenwirkungen hervorgehoben (Henningsen et al., 2002). Auch die Behandlung mit Interferonen hat sich nicht als wirksam erwiesen (Reid et al., 2004). Zum Einsatz von Antidepressiva liegen gewisse positive Effekte vor jedoch keine ausreichenden Wirksamkeitsnachweise (Henningsen et al., 2002; Raine et al., 2002). Henningsen und Kollegen (2007) formulieren in ihrem systematischen Review zum Management von FSS keine klare Evidenz für ein pharmakologisches Präparat zur Behandlung des CFS. In der NICE-Leitlinie (2007) wird explizit vom Gebrauch von Monoaminoxidase-Hemmern, Glucocorticoiden, Mineralcorticoiden, Dexampheaminen, Methylphenidat, Thyroxin und antiviralen Präparaten zur Behandlung des CFS abgeraten. Bisher konnte, wie beschrieben, kein unikausaler Auslöser der CFS-Erkrankung identifiziert werden, der folglich einer pharmakologischen Behandlung zugänglich sein könnte. Ein Überblick dieser Diskussion findet sich bei Gaab (2011).

Übergeordnet wird in der aktuellen **S3-Leitlinie** für nicht-spezifische, funktionelle und somatoforme Körperbeschwerden hinsichtlich der medikamentösen Behandlung zu einer kritischen Nutzen-Risiko-Abwägung geraten. Der Einsatz von Medikamenten sollte nur dann erfolgen, wenn die Einnahme zeitlich begrenzt ist und kontinuierlich überprüft wird. Dabei ist das Ziel einer Medikation, nämlich eine gewisse Linderung begleitender Symptome wie z. B. zur Regulation kardialer Funktionsstörungen, zur Schmerzlinderung oder zur Behandlung psychischer Beschwerden, angemessen zu erklären (AWMFonline, 2012).

Begrenzte Evidenz wird in einem aktuellen systematischen Reviewartikel der Wirksamkeit komplementär- bzw. **alternativmedizinischer** Verfahren zur Behandlung des CFS zugesprochen (Alraek et al., 2011). Ebenso zeigt eine Meta-Analyse ein geringes Ansprechen von Patienten mit CFS auf eine Behandlung mit **Placebo** (Cho, Hotopf, & Wessely, 2005)

1.2 BIOFEEDBACK

Biofeedback als Behandlungsverfahren steht in engem Zusammenhang zu Begriffen wie 'operante Konditionierung und autonomes Nervensystem', 'Psychophysiologie', 'Verhaltenstherapie und Verhaltensmedizin', 'Stressforschung und Stressbewältigung', 'biomedizinische Technik', 'Elektromyographie', 'Bewusstsein, Selbstwahrnehmung und Selbstregulation' oder 'Elektroenzephalographie' wie es ähnlich Schwartz und Olson (2003) im Einführungskapitel des Herausgeberwerkes '*Biofeedback. A practitioner's guide*' von Schwartz und Andrasik (2003) beschreiben.

In den folgenden Kapiteln wird Biofeedback als Behandlungsmethode vorgestellt und insbesondere der Einsatz des Verfahrens in der Psychosomatischen Medizin und Psychotherapie dargestellt. Es wird dabei sowohl auf die historische Entwicklung, die Definition und die Wirkmechanismen des Verfahrens als auch auf konkrete Trainingsparameter und Indikationsbereiche eingegangen. Ein eigenes Unterkapitel widmet sich dem Neurofeedback. Abschließend werden Rahmenbedingungen in Bezug auf die Behandlungsplanung beschrieben, die auch später bei der Entwicklung des eigenen Manuals zur Behandlung von Patienten mit CFS relevant werden.

1.2.1 HISTORIE

Bereits lange vor der Prägung des Begriffs 'Biofeedback' in den 1930er Jahren wurde in Europa der **Zusammenhang von psychophysiologischen Prozessen und emotionalem Erleben Ende des 19. Jahrhunderts** untersucht. So beschäftigte sich beispielsweise der französische Neurologe Vigouroux als ein Mitarbeiter Charcots am Salpêtrière-Krankenhaus in Paris mit Patienten mit Hysterie und mit Halbseitenunterschieden ihres elektrodermalen Hautwiderstands (Weissacher & Heuser, 2008). Der russische Forscher Tarchanoff beschäftigte sich bereits 1885 mit der willkürlichen Beeinflussung der Herzfrequenz sowie dem Zusammenhang von psychischen Vorgängen wie Stresserleben und den elektrischen Eigenschaften der Haut (Weissacher & Heuser, 2008). Im deutschsprachigen Raum waren es Jung und Wertheimer, die sich zu

Beginn des 20. Jahrhunderts mit der Aufzeichnung von Veränderungen des Hautleitwertes in Zusammenhang mit emotional stark behafteten Begriffen auseinandersetzen und psychophysiologische Verfahren auch zur Nutzung für juristische Belange erprobten (Weissacher & Heuser, 2008). Der erste **Polygraph** (ugs. „Lügendetektor“) wurde Anfang des 20. Jahrhunderts entwickelt (Segrave, 2004).

Gleichzeitig lassen sich im Hinblick auf die jahrhundertealte Anwendung von Methoden der expliziten Selbstregulation Zusammenhänge herstellen zwischen Biofeedback und der **Meditationspraxis indischer Yogis**, die beispielsweise während der Meditation ihre Atemtätigkeit auf bis zu ein bis zwei Atemzüge in der Minute reduzieren. Der Physiker und Biopsychologe Elmer Green (1974) untersuchte unter anderem auf verschiedenen Reisen in den 1960- und 1970er Jahren als einer der Pioniere der Biofeedbackforschung indische Yogis und ihre Fähigkeiten eigene körperliche Funktionen wie Atmung, Herzschlag und Schmerzwahrnehmung zu steuern. Green, Mitbegründer der 1969 gegründeten *'Biofeedback Research Society'* (heutige *'Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback'*) stellte schon früh Zusammenhänge zwischen Selbstregulationsfähigkeiten und psychosomatischen Beschwerden her (Green, 1974).

Ähnlich leisteten Forscher und Praktiker wie Cannon, Seyle und Jacobson **Mitte des 20. Jahrhunderts** Pionierarbeit in Verbindung mit Theorien der Stressreaktion und -verarbeitung sowie in Verbindung mit Entspannungstechniken und deren Auswirkungen auf das autonome Nervensystem (Schwartz & Olson, 2003). Das Interesse an Möglichkeiten der gezielten Beeinflussung von körperlichen Prozessen und der Erwerb von diesbezüglichen Fertigkeiten zu therapeutischen Zwecken nahmen kontinuierlich zu (Schwartz & Olson, 2003; Weissacher & Heuser, 2008).

Mit Beginn der 1970er Jahre sind die Publikationen zu Biofeedback bis Mitte der 1980er Jahre rasant anstiegen. Gleichzeitig erhielt das Verfahren zuneh-

mend Einzug in den klinischen Alltag im Bereich der Psychosomatischen Medizin und Psychotherapie aber auch in den Bereichen der Rehabilitations- und Sportmedizin mit dem Ziel der Leistungssteigerung bzw. -wiederherstellung (Barcala et al., 2013; Schwartz & Olson, 2003). Im Verlauf der 1990er Jahre bis zum heutigen Zeitpunkt treten – auch im Bereich der Psychosomatischen Medizin und der Psychiatrie – zunehmend Publikationen zu Neurofeedback in den Vordergrund (Schoenberg & David, 2014). Die ersten Gesellschaften für Biofeedbacktherapie im deutschsprachigen Raum entwickelten sich in Österreich und Deutschland in den 1990er Jahren.

Hinsichtlich einer umfassenden historischen Perspektive gilt es zu berücksichtigen, dass zahlreiche vorwiegend **russische und japanische Literaturquellen** vorhanden sind, die jedoch aufgrund der sprachlichen Hürden noch nicht umfassend genug Einzug in englisch- oder deutschsprachige Grundlagenwerke halten konnten (vgl. Schwartz & Olson, 2003).

1.2.2 BEGRIFFSBESTIMMUNG UND WIRKMECHANISMEN VON BIOFEEDBACK

Im Folgenden wird zum einen der Begriff des Biofeedbacks bzw. des Biofeedbackverfahrens als ein therapeutisches Instrument erläutert. Zum anderen wird die Funktionsweise des Verfahrens in Verbindung mit den einsetzenden Lernprozessen dargestellt.

1.2.2.1 Definition

Schwartz und Schwartz (2003) liefern im Herausgeberwerk *'Biofeedback. A practitioner's guide'* von Schwartz und Andrasik (2003) eine detaillierte und aktuelle Definition angewandten Biofeedbacks. Diese umfassende Definition beinhaltet sowohl Aussagen bezüglich des Prozesses als auch des Zwecks von Biofeedback und ist angelehnt an eine frühere Definition von Olson (1995). Die Definition wird im Folgenden im englischen Original wiedergegeben (S. 34f):

„As a process, ‘applied biofeedback’ is

1. a group of therapeutic procedures that
2. uses electronic or electromechanical instruments
3. to accurately measure, process and feed back, to persons and their therapists,
4. information with educational and reinforcing properties
5. about their neuromuscular and autonomic activity, both normal and abnormal,
6. in the form of analog or binary, auditory, and/or visual feedback signals.
7. Best achieved with a competent biofeedback professional,
8. the objectives are to help persons develop greater awareness of, confidence in, and an increase in voluntary control over their physiological processes that are otherwise outside awareness and/or under less voluntary control,
9. by first controlling the external signal,
10. and then by using cognitions, sensations, or other cues to prevent, stop, or reduce symptoms.”

Ähnlich beschreiben Rief und Birbaumer (2010) das Verfahren des Biofeedbacks als therapeutisch angeleiteten Lern- und Übungsprozess, der unterstützt durch ein spezifisches Messsystem zu einer Verbesserung des Zusammenspiels von körperlichen und psychischen Faktoren führt. Übergeordnetes Ziel beim Einsatz von Biofeedback ist eine Beschwerdelinderung bzw. eine Leistungssteigerung (Rief & Birbaumer, 2010).

1.2.2.2 Regelkreismodell und Lernprozesse

Während einer Biofeedbackbehandlung werden dem Probanden mit Hilfe eines elektronischen Messsystems eigene physiologische Prozesse, wie beispielsweise die Herzrate oder der Hautleitwert, in einem Regelkreis zurückgemeldet, so dass physiologische und Verhaltensänderungen über das Feedback für den Probanden umgehend ersichtlich werden (Nanke & Rief, 2004). Die Art der Rückmeldung erfolgt vornehmlich visuell und/oder auditiv, seltener taktil. Durch dieses Feedback wird eine bewusste Wahrnehmung vormals vornehmlich unwillkürlich stattfindender körperlicher und psychophysiologischer Prozesse deutlich und die gezielte Beeinflussung einzelner Parameter wird ermöglicht (Rief &

Birbaumer, 2010). Die simultane Rückmeldung im Rahmen eines elektronischen Biofeedbacksystems erlaubt eine sofortige Einschätzung für den Probanden und für den Therapeuten und bietet die Möglichkeit der direkten Korrektur (Peek, 2003; Ray et al., 1979; Schwartz & Schwartz, 2003). Der Regelkreis und der Kreislauf des Lernens in Verbindung mit einem Biofeedbacksystem sind in *Abbildung 3* dargestellt.

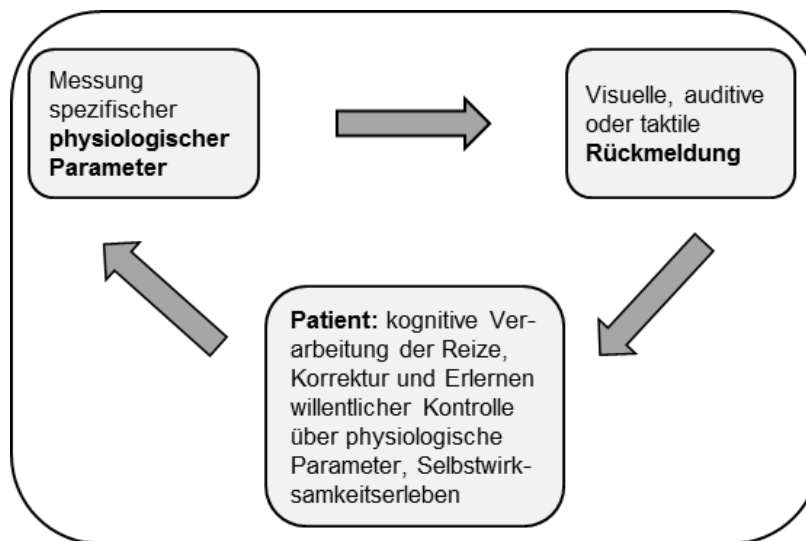


Abb. 3 Regelkreis & Kreislauf des Lernens und Veränderens, angelehnt an Windthorst et al. (2015).

Das Lernen bei Biofeedback basiert auf den Prinzipien des ‘**instrumentellen Lernens**’ und des ‘operanten Konditionierens’ in der Tradition des Psychologen Burrhus Frederic Skinner, einem der prominentesten Vertreter des Behaviorismus. Demzufolge wird – unabhängig von der Komplexität einer Aufgabe – ein Verhalten, das durch extrinsische oder intrinsische Konsequenzen verstärkt, d. h. belohnt wird, mit erhöhter Wahrscheinlichkeit auch in Zukunft häufiger ausgeführt (vgl. auch *Abbildung 3*). Diese Wahrscheinlichkeit ist abhängig von gewissen Lernregeln gemäß der Theorien Skinners und anderer Lernforscher wie Premack, Isaacs und Hopkins (zur Übersicht vgl. Mazur, 1999). Dieses Prinzip haben unter anderem Miller und Dworkin (1977) auf autonom gesteuerte Funktionen wie die kardiale Aktivität, den Atemwegwiderstand und insbesondere auf viszerale Funktionen wie die Entleerungsfunktion der Blase übertragen und postulierten, dass diese Funktionen durch operante Konditionierung verän-

dert werden können. Zwar konnten die Forscher diese Ideen in entsprechenden Experimenten mit Tieren nur teilweise replizieren, doch wurde offensichtlich, dass diesem Verfahren und seinem Lernprinzip eine Vielzahl von potentiellen klinischen Anwendungsmöglichkeiten beim Menschen innewohnt, deren Erforschung in der Nachfolge vorangetrieben wurde (Dworkin & Miller, 1986).

Beim Erlernen von Verhaltensänderungen mit Hilfe von Biofeedback spielen neben den oben erwähnten Mechanismen der operanten Konditionierung auch Mechanismen der Interozeption, der physiologischen Reaktionskontrolle als auch insbesondere der **kognitiven Vermittlung von Lernerfolgen** eine Rolle (Kropp & Niederberger, 2010; Schwartz & Schwartz, 2003).

Holroyd und Kollegen (1984) führten bezüglich der Frage nach den wirksamen kognitiven Komponenten von Biofeedback als eine der ersten eine bedeutungsvolle und vielzitierte Studie an 43 Patienten mit Spannungskopfschmerzen durch. Darin verdeutlichten sie im Rahmen einer EMG-Feedbackbehandlung mit sehr unterschiedlichen, teils sogar gegensätzlichen Modalitäten, dass die Effektivität der Therapie insbesondere durch die, durch die Behandlung angestoßenen, kognitiven Veränderungen vermittelt wird und nicht ausschließlich durch das Erlernen physiologischer Kontrolle über einzelne Parameter (vgl. auch Rains, 2008). In aktuellen Studien wird in noch stärkerem Ausmaß von einer hohen Bedeutsamkeit und Wirksamkeit der kognitiven Komponenten des Biofeedbackverfahrens wie beispielsweise der **wahrgenommenen Kontrolle und dem Selbstwirksamkeitserleben** ausgegangen. Beispielsweise beschreiben Wheat und Larkin (2010) in ihrem kritischen Reviewartikel zu Herzratenvariabilitäts-Feedback, dass durch die direkte Beeinflussung der Übungsparameter in der Regel nur kurzzeitige physiologische Effekte während der Sitzung nachzuweisen sind. Wohingegen beeindruckende langfristige klinische Verbesserungen im Erleben der Patienten und Probanden auftreten ohne nachweisbare signifikante langfristige physiologische Veränderungen (Wheat & Larkin, 2010). Autoren wie Glombiewski und Kollegen (2013) bezeichnen Biofeedbacktherapie als „psychophysiologische Intervention“, deren Effektivität durch

die Vermittlung kognitiver Veränderungen wie die Verbesserung des Selbstwirksamkeitserlebens und durch das Erlernen von beschwerdebezogenen Bewältigungsstrategien moderiert wird. *Abbildung 4* veranschaulicht die genannten Zusammenhänge.

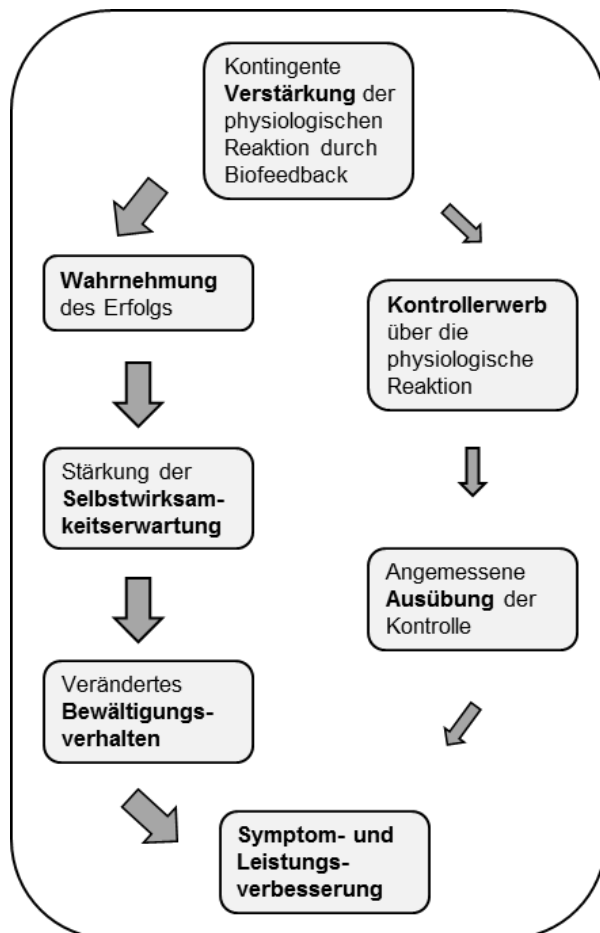


Abb. 4 Modell zur Beschreibung der Wirkmechanismen von Biofeedbacktherapie, weiterentwickelt nach Holroyd et al. (1984).

Der Einfluss kognitiver Komponenten und Erwartungen bzgl. einer Intervention wird darüber hinaus in Studien zu Placebo-Biofeedback oder **Sham-Biofeedback** deutlich. Sham-Biofeedback als Kontrollgruppe zu tatsächlicher Biofeedbackbehandlung zeigte sich u. a. bei den Erkrankungsbildern Fibromyalgie (Babu et al., 2007; Nelson et al., 2010), Asthma (Lehrer et al., 2004), chronischer Rückenschmerz (Kapitza et al., 2010) oder Spannungskopfschmerz (Nestoriuc, Rief, & Martin, 2008) als ebenfalls wirksam.

1.2.3 ZIELE VON BIOFEEDBACKBEHANDLUNG

Das übergeordnete Ziel von Biofeedbacktherapie ist eine Beschwerdelinderung bzw. eine Leistungssteigerung (Rief & Birbaumer, 2010).

Im vorangegangenen Kapitel wurde deutlich, dass Biofeedbacktherapie auch der konkreten und **gezielten Beeinflussung einzelner Parameter** dient, mit dem Ziel vermehrt Kontrolle über den gewählten Parameter zu erlangen und die Beschwerdesymptomatik zu verbessern. Diese konkrete Beeinflussung einzelner Parameter scheint insbesondere kurzfristig bedeutsam zu sein (Glombiewski et al., 2013; Wheat & Larkin, 2010).

Neben dem kurzfristigen, störungsspezifischen Lernen im Sinne der direkten Beeinflussung einzelner Parameter, ermöglicht der Einsatz von Biofeedback **störungsunspezifisches Lernen**, das vorwiegend über kognitive Komponenten vermittelt wird. Die umgehende und konkrete Rückmeldung von körpereigenen physiologischen Prozessen erleichtert die Veranschaulichung psychosomatischer und somatopsychischer Zusammenhänge und leistet dadurch einen bedeutsamen Beitrag zur **Psychoedukation**. Gleichzeitig ist Biofeedbacktherapie im Bereich des Aufbaus und der Verstärkung von **Selbstwirksamkeits- und Kontrollerwartungen** wirksam, wie das heute noch gültige Modell von Holroyd und Kollegen (1984) veranschaulicht hat (vgl. *Abbildung 4*). Die Aufmerksamkeitslenkung auf die eigenen, physiologischen Veränderungen verbessert zusätzlich die **Interozeptionsfähigkeit** (Rief & Birbaumer, 2010). Da Biofeedback im überwiegenden Maße als Bewältigungsstrategie bei Zuständen (psycho-)physiologischer Dysregulation und dabei vornehmlich bei Zuständen der Überaktivierung eingesetzt wird, stellt ein bedeutsamer Wirksamkeitsbereich von Biofeedback die Verbesserung der **Entspannungsfähigkeit** dar (vgl. auch Martin & Rief, 2009; Weissacher & Heuser, 2008).

Am **Beispiel des Teufelskreises der Angst** nach Margraf und Schneider (1990) werden einige der eben dargestellten Ziele und Möglichkeiten beim Einsatz von Biofeedback nochmals veranschaulicht (vgl. *Abbildung 5*):

Durch eine – von Gedanken, Gefühlen und Verhalten begleitete – Situation gerät ein Patient mit erhöhter Ängstlichkeit in einen dysfunktionalen Kreislauf aus Wahrnehmung physiologischer Veränderungen wie z. B. einer erhöhten Herzrate. Es folgen Gedanken, die den Anstieg der Herzrate als bedrohlich bewerten, und Gefühle von Angst und Kontrollverlust, was wiederum zu einer Steigerung der Aktivität autonom innervierter Parameter wie der Herzrate führt (Margraf & Schneider, 1990). Der Einsatz von Biofeedback kann in diesem Beispiel des Patienten mit erhöhter Ängstlichkeit auf die Bereiche der Wahrnehmung physiologischer Veränderungen, auf die kognitiven Bewertungen von Körperzuständen, auf die emotionalen Äquivalente als auch konkret auf physiologische Parameter Einfluss nehmen und auf diesen verschiedenen Ebenen wirksam sein (vgl. auch Windthorst, 2015). Übergeordnetes Ziel ist auch hier die Reduktion von Beschwerden, d. h. des Angsterlebens und eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit, d. h. die Reduktion von Vermeidungsverhalten.

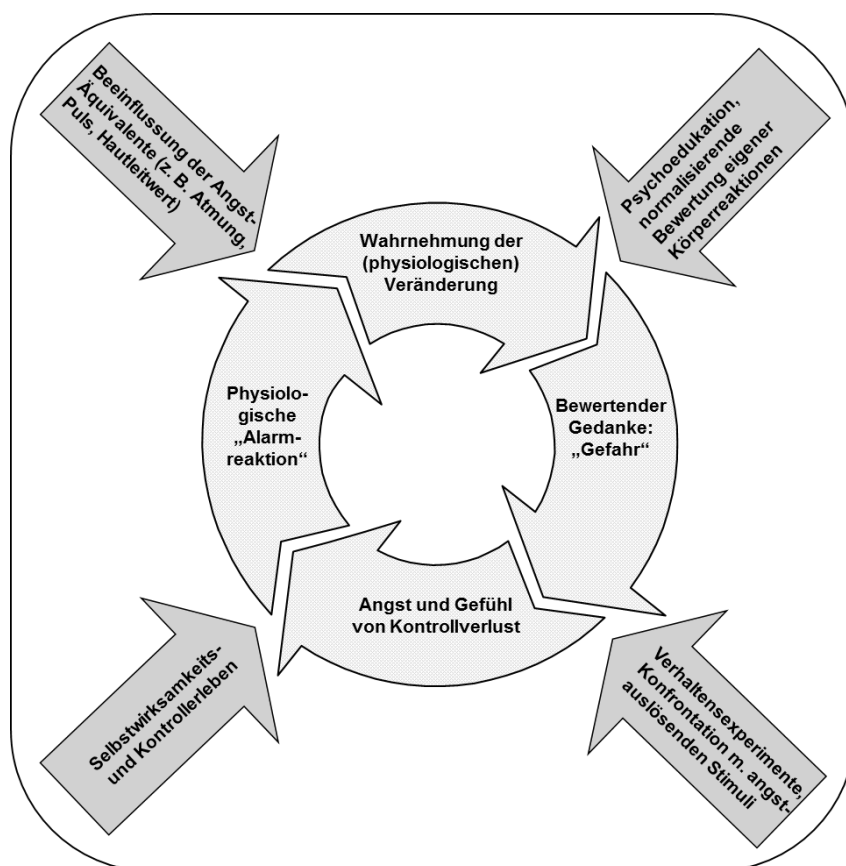


Abb. 5 Mögliche Ansatzpunkte von Biofeedbackbehandlungen bei Patienten mit Angsterkrankungen und somatoformen Störungen mit ausgeprägt ängstlicher Komponente, angelehnt an das 'Teufelskreismodell der Angst' von Margraf und Schneider (1990).

1.2.4 PARAMETER, INDIKATIONEN UND WIRKSAMKEIT VON BIOFEEDBACK

Im folgenden Kapitel wird auf konkrete Trainingsparameter und spezifische Indikationsbereiche, insbesondere aus dem Bereich der FSS (vgl. Kapitel 1.1), eingegangen und mögliche Kontraindikationen für den Einsatz von Biofeedbackverfahren benannt.

1.2.4.1 Trainingsparameter

Die im Bereich des peripheren Biofeedbacks zu Verfügung stehenden physiologischen Parameter sind entsprechend zu Martin und Rief (2009) und Peek (2003) die folgenden:

- die elektrische Aktivität der Muskulatur (Elektromyographie),
- die elektrodermale Aktivität (Hautleitfähigkeit bzw. Hautwiderstand),
- die kardiale Aktivität (Herzfrequenz, Herzratenvariabilität),
- die periphere Durchblutung (Blutvolumen, Pulsvolumenamplitude, Blutdruck, periphere Durchblutung),
- die Haut- und Körpertemperatur sowie
- die Atemtätigkeit.

Diese Parameter können einzeln oder kombiniert abgeleitet werden. Die im Bereich des Neurofeedbacks angesprochenen Parameter und Trainingsbereiche finden in Kapitel 1.2.5. gesondert Erwähnung.

1.2.4.2 Indikationsgebiete und Wirksamkeit

Biofeedbacktherapie wird bei verschiedenen Störungen aus dem Bereich der somato-psychischen einschließlich der hirnorganischen als auch der psychosomatischen Störungsbilder angewendet. In *Tabelle 2* wird eine Auswahl unterschiedlicher **Anwendungsbereiche**, z. T. auch im Übergang zu primär somatischen Erkrankungsbereichen und die jeweils favorisierten Trainingsparameter zusammengefasst. Zusätzlich wird die Effektivität des Verfahrens nach derzeitigem Kenntnisstand und in Anlehnung an die diesbezüglichen Standardwerke

von Martin und Rief (2009) sowie Schwartz (2003) eingeschätzt. Es handelt sich dabei um relative Empfehlungen, da die genannten Erkrankungsbilder bisweilen sehr heterogene Störungsgruppen umfassen, mitunter ebenso alternative Behandlungsverfahren verfügbar sind und die Datenlage hinsichtlich der Wirksamkeit sowohl symptom-spezifische als auch symptom-übergeordnete Variablen wie beispielsweise 'allgemeines Wohlbefinden' oder 'Lebensqualität' berücksichtigt. Zusätzlich werden Biofeedbackbehandlungen insbesondere im Bereich der somatoformen Beschwerdebilder und der Schmerzstörungen im klinischen Alltag häufig im Rahmen multimodaler Behandlungsansätze angewendet. Darunter sind beispielsweise begleitende Psychotherapie, weitere Psychoedukation, verschiedene Formen von Entspannungstraining, Physiotherapie oder auch medikamentöse Therapie zu verstehen. Die wünschenswerte Integration in ein multimodales Behandlungsgeschehen erschwert also gleichsam das Ermitteln eines spezifischen Effektes einzelner Behandlungsmodule wie der des Biofeedbacks (Glombiewski et al., 2013; Martin & Rief, 2009).

Tab. 2 Auswahl an Anwendungsbereichen für Neuro- und Biofeedback in Verbindung mit möglichen Trainingsparametern und einer orientierenden Einschätzung der Wirksamkeit nach derzeitigem Stand, angelehnt an Windthorst et al. (2015).

Beschwerdebild	Trainingsparameter	Wirksamkeit
Adipositas ¹	SCL	(+)
Asthma Bronchiale und chronisch obstruktive Lungenerkrankung ^{2, 3}	Atmung, EMG, HRV, RSA	(+)
Chronischer Rückenschmerz ⁴	EMG	(+)
Chronisches Erschöpfungssyndrom	RSA	(+)
Depression ^{5, 6, 7}	EEG, HRV	+
Enuresis nocturna	Feuchtigkeitssensor	+
Epilepsien	EEG	+
Essentielle Hypertonie ^{8, 9}	Atmung, BP, Temperatur, RSA	(+)
Fibromyalgie ¹⁰	EEG, EMG	+
Generalisierte Angststörung ¹¹	EEG	+
Harninkontinenz	Ballonkatheter, EMG	+
Kraniomandibuläre Dysfunktion ^{12, 13}	EMG	+
Kopfschmerzen vom Spannungstyp ¹⁴	EEG, EMG	+
Migräne ¹⁵	EEG, EMG, Temperatur, Vasokonstriktion	+
Panikstörung ¹⁶	Atmung, pCO ₂	+
Posttraumatische Belastungsstörung ¹⁷	EEG, EMG, HRV, SCL, Temperatur	(+)
Raynaud-Symptomatik	Temperatur	(+)
Schlafstörungen	EEG, EMG	+
Sexuelle Funktionsstörungen	EMG	(+)
Spezifische Phobie	Herzfrequenz, SCL	(+)
Stuhlinkontinenz ¹⁸	Ballonkatheter, EMG	(+)
Tinnitus ^{19, 20}	EMG	(+)

+ = nachgewiesene positive Effekte im Rahmen von mindestens zwei kontrollierten randomisierten Studien
 (+) = Hinweise für positive Effekte, nicht ausreichende Studienlage

SCL = Hautleitwert; EMG = Elektromyogramm; HRV = Herzratenvariabilität; RSA = Respiratorische Sinusarrhythmie; BP = Blutdruck; EEG = Elektroenzephalogramm; pCO₂ = Kapnometer

¹ Teufel et al. (Teufel et al., 2013) (Adipositas)

² Giardino et al. (Giardino, Chan, & Borson, 2004) (chron. obstr. Lungenerkrankung)

³ Lehrer et al. (Lehrer et al., 2004) (Asthma)

⁴ Glombiewski et al. (Glombiewski, Hartwich-Tersek, & Rief, 2010) (chron. Rückenschmerz)

⁵ Hoffman et al. (Hoffman et al., 2007) (chron. Rückenschmerz)

⁶ Choi et al. (Choi et al., 2011) (Depression)

⁷ Siepmann et al. (Siepmann et al., 2008) (Depression)

⁸ Landman et al. (Landman et al., 2013) (Bluthochdruck)

⁹ Mahtani (Mahtani, Nunan, & Heneghan, 2012) (Bluthochdruck)

¹⁰ Glombiewski et al. (Glombiewski et al., 2013) (Fibromyalgie)

¹¹ Vanathy et al. (Vanathy, Sharma, & Kumar, 1998) (generalisierte Angststörung)

¹² Mishra et al. (Mishra, Gatchel, & Gardea, 2000) (temporomandibuläre Dysfunktion)

¹³ Mora et al. (Mora et al., 2010) (kraniomandibuläre Dysfunktion)

¹⁴ Nestoriuc et al. (Nestoriuc et al., 2008) (Spannungskopfschmerz)

¹⁵ Nestoriuc et al. (Nestoriuc & Martin, 2007) (Migräne)

¹⁶ Kim et al. (Kim, Wollburg, & Roth, 2012) (Panikstörung)

¹⁷ Jacobs & de Jong (Jacobs & de Jong, 2007) (posttraumatische Belastungsstörung)

¹⁸ Enck et al. (Enck, Van der Voort, & Klosterhalfen, 2009) (Stuhlinkontinenz)

¹⁹ Rief et al. (Rief et al., 2005) (Tinnitus)

²⁰ Weise et al. (Weise, Heinecke, & Rief, 2008) (Tinnitus)

Es zeigt sich, dass Biofeedbackbehandlungen bei verschiedenen Erkrankungen, unter anderem auch bei **FSS**, positive Effekte erzielen (vgl. auch Ryan und Gevirtz, 2004). Meta-Analysen liegen hier beispielsweise im Bereich der Spannungskopfschmerzen (Nestoriuc et al., 2008), der Migräne (Nestoriuc & Martin, 2007), der chronischen Rückenschmerzen (Glombiewski et al., 2010; Hoffman et al., 2007) und der Fibromyalgie (Glombiewski et al., 2013) vor. Auch für den Einsatz von Biofeedbackverfahren bei Tinnitus (Rief et al., 2005; Weise et al., 2008) und kranio-mandibulärer Dysfunktion (Mishra et al., 2000; Mora et al., 2010) liegen Wirksamkeitsnachweise vor. Der Einsatz von Biofeedback kann insbesondere bei FSS sowohl die Entwicklung eines Verständnisses für psychosomatische Zusammenhänge als auch die Verbesserung von Bewältigungsstrategien bei dysfunktionalen somatischen Reaktionen auf Stress und Belastung unterstützen.

In einem aktuellen systematischen Review von Schoenberg und David (2014) zu **Biofeedbacktherapie bei psychiatrischen Erkrankungen** wurden 63 Arbeiten aus den Jahren 1974 bis 2013 eingeschlossen. Dabei wurden ausschließlich Originalartikel aufgenommen, die psychiatrische Erkrankungen mittels standardisierter Diagnostikprozesse klassifizierten und klinische Outcomevariablen erhoben haben. Ausschlusskriterien stellten neurologische Erkrankungen einschließlich des Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätssyndroms (ADHS) dar sowie Einzelfallstudien, anekdotische klinische Berichte oder Artikel, die ausschließlich physiologische Outcomevariablen berichteten. Anschließend fand eine Qualitätsprüfung der Studien insofern statt, als dass unter anderem eine genauere Beschreibung der Biofeedbackmodalität, der Patiententichprobe, des Studiendesigns und der Übungsmodalitäten sowie der physiologischen und psychologischen Messungen für den Einschluss in das Review erforderlich waren. Schoenberg und David (2014) fassen zusammen, dass 80,9% der Studien von einer gewissen klinischen Verbesserung und 65% der Studien von einer statistisch signifikanten Symptomreduktion ($p < .05$) hinsichtlich standardisierter klinischer Parameter berichten. Am häufigsten wurde EEG-Feedback als Trainingsparameter angewendet. Angsterkrankungen stellten ins-

gesamt die Störungsgruppe dar, die am häufigsten untersucht wurde. Interessanterweise fassen Schoenberg und David (2014) zusammen, dass multimodales Feedback, d. h. das Ansprechen von mehr als einem physiologischen Ableitungsparameter, am effektivsten zur Symptomverbesserung beitrug.

Bei einigen Störungsbildern sind die Aussagen zur Wirksamkeit von störungsspezifischer Biofeedbackbehandlung u. a. aufgrund fehlender kontrollierter, randomisierter Studien als auch aufgrund der großen Heterogenität innerhalb des Störungsbildes limitiert. Dies betrifft insbesondere Krankheitsbilder wie Essstörungen, Persönlichkeitsstörungen, Schizophrenien und wahnhaftige Störungen als auch die Behandlung von intelligenzgeminderten Personen (Martin & Rief, 2009). Wenn auch weniger zur direkten störungsspezifischen Behandlung, so kann Biofeedback bei den genannten Krankheitsbildern dennoch als zusätzliches Entspannungsverfahren hilfreich sein, wie beispielsweise Teufel und Kollegen (2013) in einer Studie an Patienten mit Adipositas zeigten.

In Bezug auf die **Wirksamkeit** von Biofeedbacktherapie kann festgehalten werden, dass sich das Verfahren bei Erkrankungen, bei denen physiologische Mechanismen an der Entstehung bzw. an der Aufrechterhaltung der Symptomatik unmittelbar beteiligt sind, am hilfreichsten zeigt. Gleichsam kann das Verfahren auch bei Erkrankungen mit geringerer psychophysiologischer Beteiligung als Wegbereiter zur Bahnung eines Verständnisses für psychosomatische Zusammenhänge von Nutzen sein und darüber hinaus der Etablierung einer tragfähigen therapeutischen Beziehung dienen (Schoenberg & David, 2014).

1.2.4.3 Kontraindikationen und Nebenwirkungen

Studien konnten bisher keine gesicherten Kriterien hinsichtlich dezidierter Kontraindikation von Biofeedbacktherapie festlegen. Schwartz (2003) beschreibt dennoch, dass Biofeedbacktherapie besonders vorsichtig bei Erkrankungen wie einer schwergradigen Depression, bei akuter Agitiertheit oder akutem (prä-)psychotischem Erleben, bei manischen Episoden, bei hochgradiger Zwangsstörung oder bei bestehender Gefahr akuter Dissoziationen angewendet werden

sollte. Darüber hinaus gibt es keine Altersbeschränkung für die Teilnahme an Biofeedbackbehandlungen, solange das spezifische Feedback von den Probanden kognitiv erfasst und verarbeitet werden kann.

Ein weiterer Vorteil von Biofeedback als Behandlungsmethode betrifft die ihm zugeschriebene **Nebenwirkungsarmut** (Rief & Birbaumer, 2010). Einschränkend ist diesbezüglich jedoch anzumerken, dass viele Biofeedbackstudien mögliche auftretende Nebenwirkungen nicht systematisch erfassen und damit eine generelle Aussagefähigkeit über das Risiko von Nebenwirkungen bei Biofeedback als Behandlungsmethode limitiert ist. In jüngeren Studien wird erfreulicherweise zunehmend ein Augenmerk auf die standardisierte Dokumentation von unerwünschten Effekten gelegt. Landmann und Kollegen (2013) berichten in einer Studie zur Anwendung von Atem-Feedback bei Patienten mit Diabetes Mellitus Typ 2 und Bluthochdruck von zwei Patienten, die sich aufgrund von zusätzlich aufgetretenen Beschwerden wie Kurzatmigkeit und Brustschmerzen zum Abbruch des Trainings entschieden. Den Einsatz von **Neurofeedback** in Verbindung mit funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT-Feedback) bezeichnen Sulzer und Kollegen (2013) bei Einhaltung der Sicherheitsrichtlinien als relativ risikofrei. Die Autoren beschreiben als Behandlungsrisiko die Induktion einer dysfunktionalen neuronalen Plastizität sofern dysfunktionale Strategien wiederholt trainiert würden (Sulzer et al., 2013). Die am häufigsten benannten unerwünschten Nebenwirkungen hinsichtlich des fMRT-Feedbacks seien mentale Erschöpfung und körperliches Unbehagen, die beide auch als natürliche Begleiterscheinungen von Anwendungen zu verstehen sind, die hohe Konzentration und eingeschränkte Bewegungsmöglichkeiten aufgrund der Apparatur erfordern (Sulzer et al., 2013). Ähnlich beschreiben Kravitz et al. (2006) in einer Studie zu EEG-Feedback bei Patienten mit Fibromyalgie als häufigste unerwünschte Nebenwirkungen Müdigkeit und Erschöpfung.

1.2.4.4 Exempel: Respiratorische Sinusarrhythmie

Etwas ausführlicher soll an dieser Stelle die respiratorische Sinusarrhythmie (RSA) dargestellt werden, da sie in der durchgeführten Studie als Trainingspa-

parameter zur Anwendung kam. Das konkrete Behandlungsmanual ist in Kapitel 2.1.2 beschrieben.

RSA-Training bedeutet ein Training der **Herzratenvariabilität** (HRV) in Synchronizität mit der Atmung. Eine reduzierte HRV steht in Zusammenhang mit zahlreichen physischen und psychischen Beschwerden, wie beispielsweise erhöhter Depressivität (Agelink et al., 2002; Patron et al., 2013), aber auch einer schlechteren Erholung während des Schlafs (Sakakibara et al., 2013) oder einer schlechteren Prognose nach kardialen Ereignissen (La Rovere et al., 1998). Umgekehrt gibt es zahlreiche Nachweise, dass sich eine Verbesserung der HRV für eine große Bandbreite an stress-assoziierten Zuständen und Erkrankungen als zuträglich erweist (Gevirtz, 2013; Wheat & Larkin, 2010; Whited, Larkin, & Whited, 2014). Es wird davon ausgegangen, dass ein RSA-Biofeedbacktraining die Baroreflexe und die HRV verbessert und dadurch gesundheitsförderliche Effekte vermittelt (Hassett et al., 2007; Lehrer, Vaschillo, & Vaschillo, 2000; Lehrer et al., 2003; Lehrer et al., 2006; Vaschillo, Vaschillo, & Lehrer, 2006). Die HRV zeigt sich in einem RR-Intervall eines Elektrokardiogramms (EKG) durch eine Beschleunigung der Herzrate während der Einatmung und einer Verlangsamung der Herzrate während der Ausatmung (Gevirtz & Lehrer, 2003). In der HRV bzw. der RSA spiegeln sich unterschiedliche Organsysteme wider, die bei guter Synchronisation ein suffizientes Niveau kardiovaskulärer Aktivität bereitstellen (Gevirtz, 2000; Lehrer & Gevirtz, 2014; Wheat & Larkin, 2010). Bei dauerhafter Belastung und fortgesetztem Stresserleben kommt es häufig zu Dysregulationen dieser individuellen, physiologischen Reaktion und Stressantwort, was zu psychischen und physiologischen Beeinträchtigungen und Einschränkungen führen kann (Burton et al., 2010; Lehrer et al., 2000; Udupa et al., 2007; Wyller et al., 2009). Umgekehrt können gut **synchronisierte Atmungs- und Pulsfrequenzkurven** im Sinne einer wellenförmigen RSA als Index ausgeglichener kardiovaskulärer Funktionen verstanden werden und einen Zustand von Entspannung widerspiegeln. Ziel ist es durch die Verbesserung der RSA und HRV die Stressbewältigung zu stärken und Risiken von

stressassoziierten Erkrankungszuständen bzw. die Intensität der solchen zu reduzieren (Lehrer et al., 2003; Sherlin et al., 2009; Wheat & Larkin, 2010).

1.2.5 NEUROFEEDBACK

Neurofeedback als spezifische Form der Biofeedbacktherapie und als ebenfalls nicht-invasives Verfahren zielt im Gegensatz zu peripherem Biofeedback auf die Beeinflussung zentraler Strukturen und somit der Gehirnaktivität ab, indem es kognitive Regulationsmechanismen mit Konzepten der Gehirnstimulation verbindet. Das Verfahren kann insbesondere bei solchen Störungsbildern als Therapieangebot in Frage kommen, bei denen Hypo- oder Hyperaktivierungen bestimmter Kortexareale bei der Krankheitsentstehung und -aufrechterhaltung von zentraler Bedeutung sind. Erste Neurofeedbackbehandlungen fanden in den 1970er Jahren an Patienten mit Epilepsie statt (Kaplan, 1975; Sterman & Friar, 1972).

Im Bereich des Neurofeedbacks wird das Training mittels **Elektroenzephalogramm** (EEG) derzeit in der klinischen Routine am häufigsten eingesetzt (Monastra, 2003; Neumann, Strehl, & Birbaumer, 2003; Schoenberg & David, 2014). Dabei gibt es unterschiedliche Möglichkeiten der Berechnung von Trainingsparametern. Am häufigsten werden das Frequenzband-Training (Alpha-, Beta-, Theta-, Delta-Wellen), das Training von langsamen kortikalen Potentialen (*Slow Cortical Potentials*, SCP) oder das *Infra Low Frequency Training* angewendet (Haus et al., 2013). Das EEG-Training hat sich bisher unter anderem bei den Störungsbildern des ADHS bei Kindern und Jugendlichen als wirksam erwiesen (Arns et al., 2009; Arns, Heinrich, & Strehl, 2014). Tan und Kollegen (2009) haben den Einsatz von EEG-Feedback im Rahmen von Epilepsien untersucht und halten in einer Metaanalyse eine bedeutende Reduktion der Anfallshäufigkeit auch bei zuvor therapieresistenten Patienten fest. Schließlich wurden EEG-basierte Neurofeedbackverfahren im Rahmen der Behandlung von Schlafstörungen erfolgreich eingesetzt (Morin et al., 1999).

Neurofeedbackverfahren, die sich vornehmlich im experimentellen Status befinden und vorwiegend Gegenstand aktueller Forschungsbemühungen sind und damit bisher noch nicht in der klinischen Routine eingesetzt werden, sind Verfahren im Bereich des fMRT und der funktionellen Nahinfrarotspektroskopie (fNIRS).

Die Technik hinsichtlich der **fMRT-Verfahren** hat sich in den letzten Jahren so weit entwickelt, dass die Ergebnisse bereits kurz nach Aufnahme zu Verfügung stehen und damit umgehend und in Echtzeit (*real-time*) weiterverarbeitet werden können. Auch können inzwischen subkortikale Areale, wie beispielsweise die Amygdala, die bei vielen psychischen Erkrankungen dysfunktionale neuronale Aktivität aufweist, für Echtzeit-fMRT-Feedbacktraining genutzt werden. Derzeit finden Trainingsstudien wie z. B. zur Verbesserung der emotionalen Bewertung (Caria et al., 2010) oder zur visuellen Erkennungsleistung (Scharnowski et al., 2012; Shibata et al., 2011) überwiegend an gesunden Probanden statt. Im Bereich psychosomatischer Erkrankungen erzielten fMRT-Trainings beispielsweise bei chronischen Schmerzpatienten (deCharms et al., 2005), bei Patienten mit Tinnitus (Haller, Birbaumer, & Veit, 2010) oder auch bei Patienten mit Depression (Linden et al., 2012) positive Resultate im Sinne einer gelungenen Regulation der ausgewählten Kortexareale als auch hinsichtlich positiver Effekte auf Verhaltens- bzw. Symptomebene.

Neurofeedbackverfahren mit **fNIRS** können Änderungen des oxygenierten und desoxygenierten Hämoglobins in kortikalen Arealen erfassen. Ehlis und Kollegen (2014) stellen erste Untersuchungen und erfolgreiche Anwendungen dieser Technik im Bereich der Angsterkrankungen, Ess- und Persönlichkeitsstörungen als auch bei Substanzmissbrauch vor. *Tabelle 3* fasst die Anwendungsbereiche, die möglichen Trainingsparameter als auch die Vor- und Nachteile der genannten Neurofeedbackverfahren überblicksartig zusammen.

Tab. 3 Anwendungsbereiche und mögliche Trainingsparameter einzelner Neurofeedbackverfahren unter Berücksichtigung ihrer Vor- und Nachteile, angelehnt an Windthorst et al. (2015).

Verfahren	Anwendungsbereiche	Training	Vor- (+) und Nachteile (-)
EEG vorwiegend klinischer Einsatz	ADHS fokale Epilepsie Schlafstörungen	SMR (12-15 Hz) Beta (16-20 Hz) Theta (4-7 Hz) SCP	+ standardisierte Protokolle + ökologische Validität + klinische Studien + mobil / flexibel + preisgünstig + zeitliche Verzögerung - unspezifisch - lange Vorbereitungszeit
fMRT vorwiegend experimenteller Status	psychische und neurologische Erkrankungen	zerebraler Blutfluss einzelne Regionen Netzwerk Konnektivität	+ räumlich lokalisiert + subkortikal + spezifisch - teuer - fehlende Flexibilität - keine klinische Studien
fNIRS vorwiegend experimenteller Status	ADHS Schlaganfall	zerebraler Blutfluss	+ mobil + kurze Vorbereitungszeit + weniger artefaktanfällig - nur kortikale Areale - geringere räumliche Auflösung - relativ neue Technik

ADHS = Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitäts-Störung; SMR= sensomotorischer Rhythmus; SCP = Slow Cortical Potentials (langsame kortikale Potentiale); EEG = Elektroenzephalogramm; fMRT = funktionelle Magnetresonanztomographie; fNIRS = funktionelle Nahinfrarotspektroskopie.

1.2.6 BEHANDLUNGSPLANUNG IM RAHMEN VON BIOEED- BACKTHERAPIE

Biofeedback als Behandlungsmethode lässt sich den verhaltenstherapeutisch und verhaltensmedizinisch orientierten Therapieverfahren zuordnen, bei denen ein strukturierter, zielorientierter Behandlungsplan vorliegt (Rief & Birbaumer, 2010). Dieser Behandlungsplan schließt zunächst eine Problem- und eine Verhaltensanalyse auf den drei Ebenen der physiologischen Reaktion, der Emotion und der Kognition ein, um schließlich Veränderungen und Verbesserungen auf der konkreten Ebene des Verhaltens zu intendieren (Walschulewski-Floruß, Miltner, & Haag, 2011).

1.2.6.1 Therapeutische Beziehung und Transparenz

Wie in allen therapeutischen Verfahren bei denen Patienten in engem Kontakt zum Behandler stehen, kommt auch in der Biofeedbackbehandlung einem trag-

fähigen therapeutischen Arbeitsbündnis ein besonderer Stellenwert zu. Dabei kommt dem Biofeedbacktherapeuten insbesondere eine moderierende und verstärkende Rolle in den Bereichen 'Problemaktualisierung' als auch 'Aktive Hilfe zur Problembewältigung' zu (vgl. Grawe, 1995; Rief & Birbaumer, 2010). Übergeordnet haben hinsichtlich der Auswahl der Trainingsparameter und der Art des Trainings die Transparenz und eine Aufklärung gegenüber dem Patienten über die Wirk- und Funktionsweise des Trainings eine entscheidende Bedeutung. Es wird in der Regel gemeinsam mit dem Patienten entsprechend der individuellen Beschwerdekongstellatation und entsprechend der Expertise und Empfehlung des Biofeedbacktherapeuten die Auswahl der Trainingsparameter und des Trainingsprogramms vorgenommen (Martin & Rief, 2009; Schwartz, 2003).

1.2.6.2 Therapieplanung und Sitzungsablauf

Die Biofeedbackbehandlung und die einzelne Biofeedbacksitzung folgen einem strukturierten Ablauf. Dabei lassen sich hinsichtlich des Gesamtbehandlungsrahmens drei Phasen unterscheiden (vgl. auch Rief und Birbaumer, 2010):

Der Beginn der Behandlung stellt die sogenannte '**diagnostische Phase**' dar, in der das individuelle physiologische Grundniveau unter Ruhebedingungen bestimmt und die Reagibilität unter Belastung (Reaktionstest) geprüft wird. Zusätzlich werden das Behandlungsrational vermittelt und gemeinsam die entsprechenden Übungsparameter festgelegt. Die anschließende '**Trainingsphase**' beinhaltet die Vermittlung konkreter Strategien zur Kontrolle des Zielparameters, wobei im Sinne der operanten Konditionierung auch das Erreichen von Zwischenzielen und kleinen Veränderungen positiv verstärkt wird. Je besser die erlangten Kontrollfähigkeiten sind, desto mehr steigen der Schwierigkeitsgrad und die Variation der Übungen, um einen zunehmend flexibleren Einsatz der erlernten Kontrollstrategien und Verhaltensweisen zu fördern. In der abschließenden dritten Phase stehen '**Alltagstransfer und Generalisierung**' im Vordergrund. Dabei wird die direkte Rückmeldung sukzessive ausgeblendet und das Training in relevanten, alltagsnahen Situationen intensiviert (Martin & Rief, 2009).

Bestandteil einer jeden Biofeedbackbehandlung ist das **eigenverantwortliche Training** im Alltag außerhalb der konkreten, therapeutisch angeleiteten Sitzungen. Es kann zunehmend durch den Einsatz portabler Biofeedbackgeräte, bisweilen auch durch Mobilfunkgeräte und entsprechende Apps unterstützt und intensiviert werden (Martin & Rief, 2009). Den positiven Effekt von begleitendem, eigenverantwortlichem häuslichen Training konnten Nestoriuc und Martin (2007) eindrücklich im Rahmen einer Biofeedbackbehandlungsstudie bei Patienten mit Migräne belegen. Darüber hinaus erweist sich die Dokumentation von individuellen Belastungssituationen als auch von Ressourcen und Phasen reduzierter Symptomatik in einem therapiebegleitendem Symptom- und Übungsprotokoll oder einem speziellen **Tagebuch** als hilfreich. Diese Dokumentation kann zur Besprechung und zur Überprüfung des Therapieverlaufs hinzugezogen werden und kann der Konsolidierung von Entwicklungsschritten dienen (Thomas, Grama, & Hiller, 2008).

Hinsichtlich der **Behandlungsdauer** umfassen Biofeedbackbehandlungen in Abhängigkeit des Störungsbildes und seines Schweregrades mindestens vier und bis zu 20 Sitzungen. Für das Erreichen einer suffizienten Neurofeedbackbehandlung wird häufig das zwei- bis dreifache an Sitzungen benötigt (Walschulewski-Floruß et al., 2011; Weissacher & Heuser, 2008).

Auch jede **einzelne Therapiesitzung** folgt einer gewissen inneren Struktur. Sie gliedert sich in der Regel in einen Rückblick auf die vorangegangene Sitzung und die zwischenzeitlich durchgeführte Selbstbeobachtungsaufgabe (z. B. Symptom- und Übungstagebuch). Es folgt das Anlegen der spezifischen Messfühler sowie eine Baseline-Messung, woran sich dann die konkreten Übungseinheiten anschließen, die immer wieder von kurzen Entspannungssequenzen aufgelockert werden. Abschließend erfolgt der Rückblick über die aktuelle Sitzung und die Besprechung der Übungs- und Selbstbeobachtungsaufgabe bis zum nächsten Termin (Martin & Rief, 2010).

Die in diesem Kapitel vorgestellten Prinzipien der inhaltlichen als auch der formalen Strukturierung von Biofeedbacksitzungen fließen in die Konzeption des Manuals zur Behandlung von Patientinnen mit CFS ein, das in Kapitel 2.1.2 genauer beschrieben wird.

1.3 RATIONALE ZUR DURCHFÜHRUNG EINER STUDIE ZU CFS UND BIOFEEDBACK

Nach der Darstellung des Erkrankungsbildes des CFS und spezifischer Therapieansätze (Kapitel 1.1) sowie der Darstellung der Möglichkeiten und Grenzen von Biofeedbackbehandlung in der Psychosomatischen Medizin und Psychotherapie (Kapitel 1.2) wird folgend die Rationale zur Durchführung unserer Biofeedbackbehandlungsstudie für Patienten mit CFS entwickelt.

1.3.1 BIOFEEDBACK BEI CFS

Wie in Kapitel 1.1.2 dargestellt, können Zusammenhänge zwischen **FSS** wie beispielsweise dem CFS, dem Reizdarmsyndrom oder der Fibromyalgie und Dysfunktionen der HHNA-Achse im Sinne krankheitsaufrechterhaltender Faktoren hergestellt werden. Dies betrifft insbesondere eine gestörte Cortisolsekretion und dysfunktionale körperliche Reaktionen der Betroffenen unter Stress (Gaab & Ehlert, 2005; Mutsuura et al., 2009; Nater, 2011). Biofeedbackbehandlungen können an der Schnittstelle von **Physiologie und Stresserleben** anknüpfen. Das Verfahren hat sich bisher bei anderen FSS als hilfreich und wirksam erwiesen (vgl. Kapitel 1.2.4). Auch bei CFS ist davon auszugehen, dass physiologische Mechanismen an Entstehung und Aufrechterhaltung der Symptomatik beteiligt sind (vgl. Kapitel 1.1.2). Entsprechend der positiven Beurteilung von Schoenberg und David (2014) zum Einsatz von Biofeedback bei eben solchen Störungen, die in Entstehung und Aufrechterhaltung von physiologischen Mechanismen beeinflusst werden, liegt die Vermutung nahe, dass auch beim Beschwerdebild des CFS eine Behandlung mit Biofeedback zu einer Verbesserung der Symptomatik als auch zu einer Verbesserung des allgemeinen Wohlbefindens führen kann.

Biofeedbacktherapie dient darüber hinaus neben dem Erlernen spezifischer Kontrollmöglichkeiten über einzelne physiologische Parameter insbesondere auch dem Zugewinn an **Selbstwirksamkeits- und Kontrollerleben**, das wiederum starken Einfluss auf das Erschöpfungserleben hat (Vercoulen et al., 1998). Nachdem Biofeedbacktherapie, in jedem Fall als ergänzendes Verfahren

den verhaltenstherapeutisch orientierten Psychotherapieverfahren zugeordnet werden kann, die sich in der Behandlung von CFS als effizient erwiesen haben, liegt die Möglichkeit einer wirksamen Anwendung von Biofeedbacktherapie bei diesem Erkrankungsbild nahe (Price et al., 2008; Walschulewski-Floruß et al., 2011; White et al., 2011).

Noch spezifischer lässt sich die oben beschriebene Einflussnahme von Biofeedbacktherapie auf **kognitive Variablen** und die damit verbundene Symptomverbesserung mit dem vorgestellten '*Sustained-Arousal-Model*' des CFS von Wyller und Kollegen (2009) verbinden (vgl. Kapitel 1.1.2). Es wird davon ausgegangen, dass Biofeedbacktherapie homöostatische Prozesse im Sinne der verbesserten Regulation autonomer Funktionen an der Verbindungsstelle zwischen physiologischen und psychologischen Abläufen auch bei Patienten mit CFS fördern kann. Betrachtet man die von Knopp et al. (2010) postulierten aufrechterhaltenden kognitiven Prozesse bei CFS (vgl. Kapitel 1.1.2.), so liegt die Annahme nahe, dass Biofeedbacktherapie durch die zusätzliche Einflussnahme auf diese Prozesse eben jene Umbewertung und Neudefinition der kognitiven Repräsentanzen von Erschöpfung und Aktivität unterstützen kann, die für eine Symptomverbesserung erforderlich ist.

Vor dem Hintergrund dieser Überlegungen bestand unser Anliegen zunächst darin, die vorhandene Literatur zur Behandlung von Patienten mit CFS mittels Biofeedback zu sichten (Kapitel 1.3.2), um dann ein spezifisches Manual zur Biofeedbackbehandlung von Patienten mit CFS zu entwickeln (Kapitel 2.1.2). Schließlich sollen die Anwendung dieses Manuals und seine Effektivität im Vergleich zu einer bewährten Behandlungsmethode, dem graduierten Bewegungstraining, überprüft werden.

1.3.2 AKTUELLE STUDIENLAGE ZUR BEHANDLUNG VON CFS MITTELS BIOFEEDBACK

Um einen aktuellen Überblick über die bisher durchgeführten Studien zum Einsatz von Biofeedback bei Patienten mit CFS zu erhalten, wurde eine **Literatur-**

recherche in den Datenbanken **PubMed und PsycINFO** mit den Suchbegriffen *'chronic fatigue syndrome (AND) biofeedback'* sowie *'neurasthenia (AND) biofeedback'* durchgeführt. Die Recherche erbrachte insgesamt 27 Ergebnisse bei Ausschluss der doppelt erwähnten (*Stand Dezember 2014*). Die Literaturangaben wurden von der Autorin zunächst anhand ihrer Abstracts gesichtet. Ergaben sich in einem Abstract Hinweise auf eine Studienbeschreibung an einem an CFS erkrankten Patientenkollektiv in Verbindung mit der Anwendung von biofeedbackorientierten Verfahren, so wurde die Literatur detaillierter gesichtet.

Insgesamt wurden innerhalb der genannten Datenbanken **vier Studien** gefunden, die eine Biofeedbackbehandlung bei einem oder mehreren Patienten mit CFS detaillierter beschreiben. Zwei Studien beschreiben den Einsatz von Neurofeedback bei Patienten mit CFS (James & Folen, 1996; Hammond, 2001). Eine Studie beschreibt peripheres Biofeedback und ist eingebunden in eine umfangreiche verhaltenstherapeutische Intervention (Al-Haggar, Al-Naggar, & Abdel-Salam, 2006). Eine weitere Studie berichtet den Einsatz von RSA-Biofeedback eingebettet in eine umfassende chronobiologisch- und verhaltenstherapeutisch orientierte Intervention (Stevens, 1999). Eine mögliche fünfte Studie zu EEG-Feedback ist bisher lediglich auf Russisch veröffentlicht (Konstantinov et al., 2000). Unter den Literaturangaben der beiden Datenbanken wurde keine Studie gefunden, die eine primär auf Biofeedback fokussierte Behandlung an erwachsenen Patienten mit CFS mit einer anderen Intervention oder einer Standardbehandlung (*'treatment as usual'*) in einer randomisierten, kontrollierten Studie verglich. Die gesichtete Literatur wird folgend vorgestellt.

1.3.2.1 Neurofeedback und CFS

Übergeordnet liegen die Ziele der EEG-Feedbackbehandlungen von CFS in der Verbesserung von kognitiven, informationsverarbeitenden Leistungen sowie in der Verbesserung des Metabolismus des zerebralen Cortex.

Als eine der ersten beschrieben **James und Folen** bereits **1996** in einem Fallbericht die Behandlung einer 31jährigen Patientin mit EEG-Feedback und berichten von einer beträchtlichen Verbesserung hinsichtlich Erschöpfungserleben und kognitiver Leistungsfähigkeit (James & Folen, 1996). Die Autoren beziehen sich in der Entwicklung ihres EEG-Trainings auf vorherige Untersuchungen von Tansey (1993) und Garloch (1994), die von auffälligen EEG-Mustern bei Patienten mit CFS berichteten. Tansey (1993) und Garloch (1994) stellten fest, dass Patienten mit CFS eine erhöhte und ausgeprägte Delta-Aktivität und -Amplitude als auch eine ungewöhnlich niedrige Amplitude der Beta-Aktivität zu haben scheinen. Derartige EEG-Muster stehen unter anderem in Zusammenhang mit Aufmerksamkeits- und Konzentrationsstörungen, räumlicher Desorientierung als auch Störungen im logischen Denken (James & Folen, 1996). Die von James und Folen behandelte Patientin erhielt nach einer Einführung in EEG-Feedback zunächst ein peripheres Temperatur-Biofeedback zur Verbesserung der Handerwärmung. Das Training fand innerhalb von sechs Tagen mit 30minütigen, täglichen Sitzungen statt. Folgend erhielt die Patientin vier 30-45minütige EEG-Behandlungen pro Woche in einem Zeitraum von ca. drei Monaten. Übungsparameter stellte die Beta-Aktivität mit dem Ziel ihrer Erhöhung dar. Das Feedback wurde auditiv und visuell gegeben (James & Folen, 1996).

Ähnlich beschreibt es **Hammond (2001)** in einem Fallbericht zur Anwendung von EEG-Feedback bei einer 21jährigen Patientin mit CFS. Hammond (2001) hebt insbesondere die kognitiven Einschränkungen in Form erhöhter Ablenkbarkeit und reduzierter Aufmerksamkeits- und Konzentrationsspanne der Patientin hervor. Er behandelte die Patientin mit EEG-Feedback und verschiedenen Protokollen zur verstärkten Aktivierung der niedrigen Beta-Wellen. Parallel erhielt die Patientin ein Tonband mit Instruktionen zur Selbsthypnose im Sinne eines Handerwärmungstrainings. Die Behandlung fand zunächst dreimal wöchentlich statt mit später reduzierter Frequenz. Nach der 40. Sitzung fanden monatliche Auffrischungssitzungen statt. Hammond (2001) resümiert eine deutliche Aktivitätszunahme der Patientin, Verbesserungen in Konzentration und

Aufmerksamkeit, einen Rückgang an depressiver Stimmung, Anspannung und Erschöpfungsgefühl.

Schließlich wird von **Konstantinov et al. (2000)** eine Studie mit dem Titel „*restoration of interhemispheric symmetry of the bioelectrical brain activity in patients with neurasthenic syndrome by bioacoustic correction*“ erwähnt. Es existiert kein Abstract. Der Artikel ist ausschließlich auf Russisch erschienen.

1.3.2.1 Peripheres Biofeedback und CFS

Die folgenden beiden Studien zu peripherem Biofeedback arbeiten mit RSA- bzw. EMG- und HRV-Training.

Stevens (1999) stellt im Rahmen einer Dissertationsschrift eine Studie an 27 Probanden mit CFS (23 weiblich, 4 männlich) vor, die zufällig einer Interventions- bzw. einer Wartelistenkontrollgruppe zugeteilt wurden. Das Behandlungsmanual mit chronobiologischem Schwerpunkt umfasste neben biofeedbackgestütztem RSA-Training auch Entspannungs-, Atem- und Ausdauertraining, Psychoedukation zu Schlafhygiene und kognitive Verhaltenstherapie. Die Ergebnisse unterstützen die Wirksamkeit eines umfassend chronobiologisch orientierten Behandlungsprotokolls ergänzt durch Biofeedback (Stevens, 1999).

In der jüngsten Studie von **Al-Haggar und Kollegen (2006)** wird die Anwendung von kognitiver Verhaltenstherapie unterstützt durch Biofeedback an einer Population von ägyptischen Jugendlichen mit CFS im Alter von 10-14 Jahren beschrieben. In die Interventionsgruppe wurden 50 Probanden (36 weiblich / 14 männlich) eingeschlossen. Die Vergleichsgruppe stellte eine Wartelistenkontrolle mit 42 Teilnehmern (31 weiblich / 11 männlich) dar. Das Behandlungsprotokoll sah 40-60 Sitzungen über eine Zeitspanne von 18 Monaten mit einer Frequenz von ein bis zwei Sitzungen wöchentlich vor. Die Sitzungen sprachen sowohl die Jugendlichen als auch ihre Familien an. Biofeedback als unterstützende Methode zur Verhaltenstherapie bestand aus EMG- und HRV-Feedback insbesondere zur positiven Einflussnahme auf Muskel- und Kopfschmerzen als

auch mit dem Ziel der Psychoedukation, der Verbesserung des Entspannungserlebens sowie zur Stärkung des Selbstwirksamkeitserlebens. Die Autoren berichten über eine signifikante Reduktion der Schwere des Erschöpfungserlebens und eine signifikante Zunahme des Schulbesuchs nach Intervention (Al-Haggar et al., 2006).

1.4 ZUSAMMENFASSUNG

CFS als Erkrankung mit den Hauptsymptomen von Müdigkeit und verstärktem Erschöpfungserleben sowie zusätzlichen Beschwerden wie Muskel- und Kopfschmerzen oder Konzentrationsschwierigkeiten geht einher mit einem starken Leidensdruck der Betroffenen und deutlichen Einschränkungen in der Alltagsbewältigung. CFS lässt sich der übergeordneten Störungsgruppe der FSS zuordnen. Hinsichtlich der Ätiologie werden multifaktorielle und bio-psycho-soziale Störungsmodelle herangezogen. Etablierte und evidenzbasierte Behandlungsverfahren des CFS stellen kognitiv-behaviorale und aktivitätsfördernde Interventionen dar. Biofeedback als Verfahren, das den verhaltenstherapeutisch orientierten Verfahren zugeordnet werden kann, zielt neben der konkreten Beeinflussung einzelner Übungsparameter auch auf ein verbessertes Verständnis für psychosomatische Zusammenhänge sowie auf eine Stärkung von Selbstwirksamkeits- und Kontrollerleben. Es bietet zusätzlich die Möglichkeit der Korrektur dysfunktionaler Überzeugungen, die bei der Aufrechterhaltung von CFS als relevant angesehen werden. Für den Einsatz von Biofeedback im Rahmen von FSS liegen zahlreiche Wirksamkeitsnachweise vor. Nach Kenntnisstand der Autorin ist bisher keine Studie veröffentlicht, die eine manualisierte Biofeedbacktherapie zur Behandlung von erwachsenen Patienten mit CFS systematisch unter randomisierten und kontrollierten Bedingungen mit einem bereits etablierten Behandlungsverfahren vergleicht. Die durchgeführte Literaturrecherche und -sichtung zu Biofeedback und CFS unterstützt jedoch die Vermutung, Biofeedbacktherapie auch zur Behandlung von Patienten mit CFS erfolgreich einsetzen zu können. Neben EEG und EMG waren RSA bzw. HRV diejenigen Parameter, die in den beschriebenen Studien zu CFS und verwandten Störungsbildern am häufigsten als Trainingsparameter eingesetzt wurden.

Diese theoretischen Überlegungen stellen die Grundlage für die von der Autorin durchgeführte Studie und das dafür entwickelte Biofeedbackmanual zur Behandlung von Patienten mit CFS dar. Methoden und Material werden in Kapitel 2 umfassend beschrieben. Die Hypothesen, die der Durchführung der Studie zugrunde liegen, werden im Folgenden aufgeführt.

1.5 HYPOTHESEN

Graduiertes Bewegungstraining hat sich, wie in Kapitel 1.1.3 beschrieben, als effizient bei der Behandlung von Patienten mit CFS erwiesen. Diese bewährte Intervention soll unter randomisierten und kontrollierten Bedingungen mit einer kognitiv-verhaltenstherapeutisch orientierten Biofeedbacktherapie zur Behandlung von Patienten mit CFS verglichen werden. Die manualisierte Biofeedbackbehandlung für Patienten mit CFS wurde neu entwickelt. Sie basiert jedoch auf evaluierten Konzepten zur Biofeedbackbehandlung verwandter Symptom- und Störungsbereiche (vgl. Kapitel 1.2.4). Die Wirksamkeit beider Interventionen wird in der vorliegenden Arbeit in den beiden Bereichen 'subjektives Beschwerdeerleben' (Psychometrie) und 'körperliche Leistungsfähigkeit' (Sportmedizin) überprüft. Insgesamt wird angenommen, dass beide Interventionen wirksam zur Behandlung von Patienten mit CFS sind. Es wird davon ausgegangen, dass Biofeedbacktherapie ebenso wirksam ist wie Bewegungstherapie als etabliertes Verfahren (non-inferiority Hypothese). Die Überprüfung der Wirksamkeit der Interventionen im Bereich 'Physiologie und vegetatives Nervensystem' (autonomes Funktionslabor) erfolgte bei Kuske (2013).

Spezifischer lassen sich die Hypothesen in folgende Bereiche untergliedern:

1.) Beide Interventionen führen zu einer Reduktion des subjektiven Erschöpfungserlebens und der erlebten Beschwerden über den Behandlungsverlauf ($H_1: T0 \neq T1$ bzw. $T2$).

Parameter zur Überprüfung dieser Hypothese stellen Gesamtwerte bzw. Subskalenwerte der Fragebögen *MFI*, *ASS-SYM* und *SOMS* dar.

2.) Die Biofeedbacktherapie bewirkt

a. eine Verbesserung des psychischen Wohlbefindens und

b. eine Verbesserung der Entspannungsfähigkeit

über den Behandlungsverlauf ($H_1: T0 \neq T1$ bzw. $T2$).

Parameter zur Überprüfung dieser Hypothese stellen Gesamtwerte bzw. Subskalenwerte der Fragebögen *SF36*, *PHQ-9* bzw. *ASS-SYM* dar.

3.) *Das graduierte Bewegungstraining bewirkt*

a. *eine Verbesserung des körperlichen Wohlbefindens und*

b. *eine Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit*

über den Behandlungsverlauf ($H_1: T0 \neq T1$ bzw. $T2$).

Parameter zur Überprüfung dieser Hypothese stellen Gesamtwerte bzw. Subskalenwerte der Fragebögen *SF36* und *ASS-SYM* bzw. sportmedizinische, mittels Spiroergometrie erhobene Variablen dar.

4.) *Beide Interventionen haben einen positiven Einfluss auf die erlebte Kontrolle über das gesundheitliche Befinden ($H_1: T0 \neq T1$ bzw. $T2$).*

Parameter zur Überprüfung dieser Hypothese stellen die Subskalenwerte des Fragebogens *KKG* dar.

Alle genannten Fragebögen bzw. die sportmedizinischen Variablen werden ausführlich in Kapitel 2.3 dargestellt und erläutert.

2 MATERIAL UND METHODEN

Im folgenden Kapitel werden zunächst die in der Pilotstudie durchgeführten Interventionen zur Behandlung von Patienten mit CFS erläutert. Dabei wird zunächst das graduierte sportmedizinische Behandlungsprogramm vorgestellt. Als etabliertes Behandlungsverfahren bei Patienten mit CFS dient es als Kontrollverfahren zu Überprüfung der Wirksamkeit des neu entwickelten Biofeedbackmanuals. In weiteren Unterkapiteln werden die Studienpopulation und ihre Rekrutierung sowie die Datenerhebung und das Studiendesign dargestellt, um abschließend die statistischen Auswertungsmodalitäten vorzustellen.

2.1 INTERVENTIONEN

In den folgenden zwei Unterkapiteln werden die beiden durchgeführten Interventionen eines graduierten Bewegungstrainings bzw. das neu entwickelte Manual zur Behandlung von Patienten mit CFS mittels Biofeedbacktherapie detailliert beschrieben. Beiden Interventionen gemein ist ein Behandlungsumfang von acht Therapieeinheiten von jeweils 50minütiger Dauer, die in wöchentlichen Abständen erfolgten. Die Behandlung innerhalb beider Interventionsarme fand somit für die einzelne Probandin innerhalb von drei Monaten statt (einschließlich Urlaub, Krankheit oder anderem Verhinderungsgrund). Die Therapieeinheiten in der Biofeedbacktherapie fanden in Rahmen von Einzelsitzungen statt. Im Bewegungsprogramm kam es mitunter zu Gruppentrainings mit zwei bis drei Teilnehmerinnen. Die Biofeedbacktherapie wurde von der Autorin durchgeführt. Das Bewegungstraining wurde von einer weiblichen Sportwissenschaftlerin (BA) geleitet. In beiden Behandlungsgruppen wurden die Probandinnen im Sinne eines *Self-Monitorings* angehalten ein Tagebuch zu führen, das in Anlehnung an Gaab und Ehlert (2005) entwickelt wurde (vgl. auch NICE-Leitlinie, 2007). Das Tagebuch erfasst das Ausmaß der erlebten geistigen und körperlichen Erschöpfung, tägliche Aktivitäten und das Ausmaß des individuellen Trainingsumfangs bzgl. Bewegung bzw. Biofeedback (vgl. *Anhang 1 und Anhang 2*). Jede Probandin erhielt eine schriftliche Erläuterung über die Anwendung des Tagebuchs (vgl. *Anhang 3 und Anhang 4*). Die zeitlichen Anforderungen des

Tagebuchführens betrug ca. 15 Minuten täglich. Zu Beginn jeder Behandlungssitzung wurde das geführte Tagebuch der vergangenen Woche unabhängig vom Interventionsarm mit den Probandinnen besprochen und hinsichtlich Schwierigkeiten, Erfolgen und Zusammenhängen zwischen Aktivitäten, Symptomatik und Befinden gemeinsam reflektiert.

2.1.1 GRADUIERTES SPORTMEDIZINISCHES BEWEGUNGS-PROGRAMM

Die Entwicklung des graduierten Bewegungstrainings orientierte sich maßgeblich an den genannten Empfehlungen der NICE-Leitlinie (2007). Alle Probandinnen erhielten abhängig von einer spirometrischen Untersuchung zur Analyse des aktuellen Leistungs- und Funktionsniveaus (vgl. Kapitel 2.3.2) eine individuelle Trainingsempfehlung. Die spirometrischen Daten dienten der Ermittlung der individuellen anaeroben Schwelle (IAS) anhand derer die individuelle Trainingsbaseline und die Trainingsintensität abgeleitet wurden (Dickhuth et al., 1991; Dickhuth, 2007; Kindermann, 2004). Die Teilnehmerinnen erhielten diese individuelle Trainingsempfehlung auch in schriftlicher Form (s. *Anhang 5*).

Die Probandinnen begannen dann folgend ihr Training bei einer Herzfrequenz von ca. 70-95% ihrer an der IAS ermittelten Herzfrequenz unter Anleitung der sportwissenschaftlichen Kollegin. Das Training bestand aus angeleitetem **langsamem Walkingtraining** auf dem Laufbandergometer mit steter Kontrolle der Herzfrequenz. Während der Trainingseinheit wurden die Probandinnen von der anwesenden Trainerin unterstützt und motiviert. Jede Probandin erhielt eine individuell an das eigene Leistungsniveau angepasste Hausaufgabe, d. h. die Aufgabe, das Walkingtraining in eigener Regie fortzusetzen. Die Empfehlung für das eigenständig durchgeführte Training waren mindestens zwei bis drei Walkingeinheiten von 20-30 Minuten bis zum nächsten der wöchentlich stattfindenden Termine. Auch hier lag der Zielbereich der Belastung jeweils im Bereich zwischen 70-95% der IAS. Für das Training zuhause erhielten die Probandinnen eine eigene Pulsuhr zur Kontrolle der Herzfrequenz. Entscheidend ist es, insbesondere bei diesem Probandenkollektiv der wenig trainierten Personen,

die Dauer und Intensität der Belastung sensibel zu kontrollieren und eine Überforderung zu vermeiden (vgl. Kapitel 1.1.3). Mittels der oben beschriebenen individuellen Bemessung des jeweiligen Leistungs- und Funktionsniveaus konnte bei den Probandinnen eine an die Beschwerdesymptomatik angepasste Belastung gewährleistet werden. Eine Überforderung oder eine Verstärkung der Symptomatik sollten durch dieses Vorgehen ausgeschlossen werden. **Risiken** der Behandlung wie Komplikationen seitens des Herzkreislaufsystems sind bei den intensiv voruntersuchten Probandinnen als äußerst gering einzuschätzen (Mildenberger & Kaltenbach, 1989). Über die Gefahr von Unfällen beim Training auf dem Laufband wurden die Probandinnen aufgeklärt.

Die **Ziele** des graduierten Bewegungstrainings liegen vornehmlich in der Aufgabe von Schon- und Rückzugsverhalten, in einer Verbesserung des Wohlbefindens und in Veränderungen hinsichtlich Ängstlichkeit und bewegungsbezogenen dysfunktionalen Annahmen (Edmonds et al., 2004; Torjesen, 2015). Eine mögliche Verbesserung physiologischer Parameter unter anderem in Form einer Verbesserung des aeroben Energiestoffwechsels und von kardiopulmonalen Größen soll überprüft werden (vgl. auch Fulcher & White, 1997).

2.1.2 BIOFEEDBACKTHERAPIE

Für die Probandinnen der Biofeedbackintervention wurde ein **strukturiertes Behandlungsmanual** entsprechend der Literatur zu Biofeedbacktherapie bei somatoformen Störungen entwickelt (Lehrer et al., 2000; Rief & Birbaumer, 2006; Weissacher & Heuser, 2008) und veröffentlicht (Windthorst et al., 2015). Wie in Kapitel 1.3 beschrieben, ist bisher kein Biofeedbackmanual zur Behandlung von Patienten mit CFS im Rahmen einer randomisierten, kontrollierten Studie evaluiert worden, so dass wir uns in der Entwicklung des hier angewendeten Manuals an allgemeinen und störungsverwandten Behandlungsempfehlungen zu Biofeedbacktherapie orientierten.

Als Übungsparameter wurde die **RSA** gewählt (vgl. Kapitel 1.2.4 & 1.3). Dabei erhielten die Probandinnen eine visuelle Rückmeldung auf einem Monitor in

Form der parallelen Wiedergabe der Atemkurve als auch der Pulsfrequenz. Für die Biofeedbackmessung wurde ein SOFT®med Gerät (Insight Instruments, Hallein, Austria) verwendet. Die einzelnen Sitzungen folgten festgelegten Inhalten mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad (vgl. *Tabelle 4*). Das Ziel der **ersten Sitzung** war zunächst ein Vertraut-werden mit dem therapeutischen Behandlungssetting, mit der konkreten Biofeedbackapparatur sowie dem Behandlungsrational. Dabei erfolgte nach der Erhebung der Baseline, d. h. der physiologischen Basiswerte unter Ruhe- und Entspannungsbedingung, ein individueller Reaktionstest der physiologischen Parameter unter Belastung durch einen Rechentest als auch durch Erinnern einer emotional belastenden Situation der jüngeren Vergangenheit. Die anschließende Besprechung der Veränderung der physiologischen Parameter in diesen verschiedenen Situationen mit Hilfe der Aufzeichnungen auf dem Monitor ermöglichte sehr anschaulich eine psychoedukative Wissensvermittlung über bio-psycho-soziale Zusammenhänge (z. B. die unmittelbare, unwillkürliche Veränderung des Hautleitwertes in Stress- bzw. Entspannungssituationen). Das Training der RSA als Übungsparameter und das Symptomtagebuch wurden eingeführt. Die **zweite Sitzung** hatte das übergeordnete Ziel des Experimentierens mit der RSA. Dabei wurde zunächst über den leichter zu beeinflussenden Parameter der Atmung interveniert, gleichzeitig konnten parallele Veränderungen der Pulsfrequenz auf dem Monitor beobachtet werden. Das Behandlungsrational des RSA-Trainings, d. h. einer langsamen Ein- und Ausatmung mit ca. 6-10 Atemzügen pro Minute, als einer Methode zur Veränderung der individuellen Stressreaktion und zur Erreichung eines entspannten und physiologisch ausgeglicheneren Zustandes, wurde erläutert und anhand des visuellen Feedbacks und der körperlicher Reaktionen erfahrbar gemacht. Wie auch in allen folgenden Sitzungen wechselten sich Übungsphasen mit einer klaren Instruktion (z. B. „Nun versuchen Sie bitte ruhig und gleichmäßig zu atmen mit ca. 6-10 Atemzügen in der Minute. Beobachten Sie die Veränderungen auf dem Monitor. Sie haben dafür 4 Minuten Zeit“) und einer anschließenden kurzen Besprechung der Beobachtungen mit Phasen ohne Auftrag mit dem primären Ziel der Entspannung ab. Die **dritte Sitzung** beschäftigte sich mit den Themen der Aufmerksamkeitsfokussierung und dem Zusammen-

hang zur Wahrnehmung körperlicher Beschwerden. Dies wurde angeleitet mit einer Aufmerksamkeitsübung nach Rehfisch und Kollegen (1989). Abschließend wurden die Übungen mit der RSA fortgesetzt. Die **vierte Sitzung** zielte auf die Festigung der eigenen Einflussnahme auf die RSA und somit des Selbstwirksamkeitserlebens ab als auch auf die Verankerung der RSA als individuelle Ressource. Im Verlauf zunehmender Expertise der Probandinnen mit dem RSA-Feedback, wurden die Probandinnen in den **folgenden Sitzungen fünf bis acht** angehalten die RSA unter erschwerten Bedingungen zu erproben mit dem Ziel der Generalisierung und Anwendbarkeit in alltäglichen Situationen. Dafür wurden individuelle und aktuelle Belastungssituationen aus dem privaten oder beruflichen Alltag ausgewählt und in die Übungen einbezogen. Parallel spielte die Konsolidierung des Erlernten sowohl hinsichtlich der konkreten RSA-Übungen als auch hinsichtlich des verbesserten Verständnisses für bio-psycho-soziale Zusammenhänge und die Verknüpfung mit der alltäglichen Realität der Probandinnen eine zentrale Rolle. Das Ziehen einer **Zwischenbilanz in Sitzung fünf** diente der Überprüfung des Therapiefortschritts als auch der weiteren Behandlungsziele. Vergleichbar mit den Teilnehmerinnen des graduierten Bewegungsprogramms erhielten die Teilnehmerinnen des Biofeedbackprogrammes eine regelmäßige Hausaufgabe. Diese bestand im täglichen Üben und Wiederholen der vorherigen Sitzungsinhalte ohne Biofeedbackgerät (ca. 2-3x 5-10min/Tag).

In *Tabelle 4* werden die verschiedenen Behandlungsphasen und -inhalte bezogen auf die einzelnen Biofeedbacksitzungen zusammengefasst dargestellt.

Tab. 4 Therapiemanual zur Biofeedbackbehandlung bei CFS, angelehnt an Windthorst et al. (2015).

Sitzung	Inhalt
1. Sitzung Vertrautmachen mit dem Setting und Belastungstest	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vertrautmachen mit Setting & erhobenen Parametern ▪ Individuelle Reaktion bei Belastung bei Einsatz eines mentalen (Rechentest) und eines individuellen emotionalen Stressors ▪ Auswertung des Belastungstests, Psychoedukation über bio-psycho-soziale Zusammenhänge ▪ abschließend erstmalige direkte Rückmeldung der RSA in Form von Atmung und Pulsfrequenz ▪ Einführung des (Symptom- / Erschöpfungs-) Tagebuchs
2. Sitzung Experimentieren mit RSA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Experimentieren mit Erhöhung / Senkung der Atemfrequenz, Wahrnehmung der Veränderungen in Herzfrequenz und eigenem Erleben ▪ Wahrnehmung der eigenen Einflussmöglichkeiten ▪ Einführung des regelmäßigen, eigenständigen Übens zwischen den Trainingssitzungen im Sinne einer kontinuierlichen „Hausaufgabe“
3. Sitzung Aufmerksamkeit und Wahrnehmung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Übung zur Wirkung von Aufmerksamkeitsumlenkung auf die Wahrnehmung körperlicher Beschwerden¹ ▪ Verdeutlichung des Zusammenhangs von Aufmerksamkeitsfokussierung, Bewertung, Emotion und Symptomwahrnehmung ▪ Integration in ein bio-psycho-soziales Störungsmodell
4. Sitzung Erleben von Selbstwirksamkeit und Kontrolle unter erleichterten Bedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Übung und Vertiefung der eigenen Einflussnahme auf RSA unter optimalen Bedingungen ▪ RSA als zusätzliche individuelle Ressource ▪ Erleben von eigener Kontrolle, Handlungsspielraum und Gestaltungsmöglichkeiten
5. - 7. Sitzung Übung & Selbstwirksamkeitserleben unter zunehmend erschwerten Bedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Konsolidierung des Erlernten ▪ Generalisierung von sowohl einzelner Biofeedback-Übungen als auch individueller Veränderungen zur Verbesserung der Erschöpfungssymptomatik ▪ zunehmende Integration in belastende Situationen während der Therapieeinheit als auch in therapiefreier Zeit ▪ Wiederholung der Psychoedukation zu individueller Stressreaktion, Aufmerksamkeitsfokussierung, psychophysiologische Zusammenhänge und Störungsmodell sowie individuelle Belastungssituationen ▪ Erleben von Kontrolle und Selbstwirksamkeit während des Übens
5. Sitzung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zwischenbilanz ▪ Rückblick über die bisherigen Therapieeinheiten (Stresstest, Aufmerksamkeit & Symptomwahrnehmung, eigene Einflussmöglichkeiten auf vegetative Funktionen, Zusammenhang von individuellen Stressoren und Erschöpfungssymptomen) ▪ Intensivierung der Übungen
6. Sitzung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorbereitung des Therapieendes ▪ Ziele für die verbleibenden Stunden & Ausblick ▪ Übung unter erschwerten Bedingungen (hohes Tempo, häufiger Aufgabenwechsel, Reduktion Besprechungszeit), Übungsanteil hoch
7. Sitzung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Übung unter erschwerten Bedingungen mit emotional belastenden Situationen
8. Sitzung Kontrolle, Sicherung des Therapieerfolges & Abschluss	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Überprüfung der individuellen Reaktion bei Belastung unter erneutem Einsatz eines mentalen (Rechentest) bzw. individuellen emotionalen Stressors ▪ Sicherung der individuellen Ressource der gleichmäßigen RSA ▪ Rückmeldung über den Veränderungsprozess während der Therapie

¹ angelehnt an Rehfish et al. (1989).

2.2 STUDIENPOPULATION UND REKRUTIERUNG


Die hier vorgestellte Studie wurde an der Abteilung für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie in Zusammenarbeit mit der Abteilung für Sportmedizin am **Universitätsklinikum Tübingen** von September 2009 bis April 2012 durchgeführt. Die Studienteilnehmerinnen wurden über Annoncen in den regionalen Zeitungen, über die Webseite der Abteilung für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie Tübingen als auch über Informationsschreiben an niedergelassene hausärztliche Kollegen und psychologische Beratungsstellen angesprochen und rekrutiert (exemplarisch vgl. *Anhang 6*).

Der Studieneinschluss erfolgte anhand der **diagnostischen Kriterien** entsprechend der in Kapitel 1.1.1 dargestellten Fukuda-Kriterien für CFS (Fukuda et al., 1994). Ausschlusskriterien stellten sowohl eine somatische oder medizinische Ursache der Erschöpfungssymptomatik dar wie z. B. eine bestehende Karzinom-Erkrankung als auch primär psychiatrische Erkrankungen wie Substanzabhängigkeit (Nikotinabhängigkeit ausgenommen) oder Schizophrenie. Darüber hinaus wurden Patientinnen mit primärer Major Depression oder Angsterkrankung sowie Minderjährige nicht in die Studie eingeschlossen als auch Probandinnen, die sich aktuell in spezifischer Behandlung wie Psychotherapie oder einem Aktivierungsprogramm befanden oder einen Body Mass Index (BMI) unterhalb von 18kg/m² bzw. oberhalb von 35kg/m² aufwiesen. Nachdem nach aktuellem Kenntnisstand mehr von CFS betroffene Frauen als von CFS betroffene Männer eine Behandlung aufsuchen (Jason et al., 2011), wurde in dieser Pilotstudie alleinig auf Frauen als Probanden fokussiert, um damit die Heterogenität der Studienteilnehmer zu reduzieren und geschlechtsspezifische Effekte auszuschließen. Die Randomisierung erfolgte in Blöcken. Die Probandinnen wurden ärztlicherseits körperlich untersucht und sofern notwendig, erfolgten zusätzliche Labortestungen. Die lokale **Ethikkommission** der medizinischen Fakultät stimmte dem Studienprotokoll (Projektnummer 310/2009BO2) in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki zu. Alle Studienteilnehmerinnen wurden ausführlich über die Studie aufgeklärt und gaben anschließend ihr schriftliches Einverständnis für die Studienteilnahme.

2.3 DATENERHEBUNG UND DESIGN

Insbesondere bei CFS ist eine **multimodale Erfassung** der Symptomatik und folgend des therapeutischen Effekts einer Intervention empfehlenswert, um Veränderungen auf verschiedenen Dimensionen der Funktions- und Leistungsfähigkeit der Betroffenen zu erheben (vgl. auch Price et al., 2008; Vercoulen et al., 1994; White et al., 2011). Auch die Parameter, die in der hier vorgestellten Studie erhoben wurden, lassen sich verschiedenen Funktions- und Erlebensbereichen zuordnen. Dies sind die folgenden drei Bereiche: 'subjektives Beschwerdeerleben' (Psychometrie), 'körperliche Leistungsfähigkeit' (Sportmedizin) sowie 'Physiologie und vegetatives Nervensystem' (autonomes Funktionslabor). Letzteres wurde ausführlich bei Kuske (2013) beschrieben. Eine detaillierte Darstellung der den beiden Bereichen 'subjektives Beschwerdeerleben' und 'körperliche Leistungsfähigkeit' zugeordneten abhängigen Variablen findet sich in den folgenden Unterkapiteln.

Die Datenerhebung wurde zu **mehreren Messzeitpunkten** durchgeführt. Dabei fand die Erfassung psychometrischer Variablen zu drei Zeitpunkten statt, d. h. vor (T0) und nach (T1) der Intervention als auch zu einer 5-Monats-Katamnese (T2). Zur zusätzlichen Überprüfung der Einschlusskriterien vor Beginn der Studienteilnahme wurden zwei strukturierte Interviewleitfäden angewendet. Die Untersuchungen zur körperlichen Leistungsfähigkeit im Bereich der Sportmedizin als auch die Untersuchungen zu Physiologie und vegetativem Nervensystem im autonomen Funktionslabor wurden zu den beiden Messzeitpunkten T0 und T1 erhoben. Im Rahmen der Katamnese bestand für die Probandinnen die Möglichkeit offene Fragen zur Studie, zu ihren Inhalten und zur eigenen Zufriedenheit und Belastung zu beantworten, die der qualitativen Auswertung dienten. *Abbildung 6* stellt den Studienablauf mit den erhobenen Parametern zusammenfassend dar.

	PRÄ - T0	wöchentlich	POST - T1	FOLLOW-UP - T2
Strukturierte Interviews (SKID, SDS)	☒			
Körperliche Untersuchung	☒			
Leistungsdiagnostik (Spiroergometrie)	☒		☒	
Autonomes Funktionslabor*	☒		☒	
Speichel-Kortisol-Profil* Abnahme stündlich: 7-14h	☒		☒	
Psychometrie	MFI SF-36 PHQ-9 ASS-SYM SOMS KKG HPA	Tagebuch zu Erschöpfung, alltäglichen Aktivitäten und eigenverantwortlichem Training / Üben	MFI SF-36 PHQ-9 ASS-SYM SOMS KKG HPA	MFI SF-36 PHQ-9 ASS-SYM SOMS KKG
Qualitative Daten				☒
Intervention		8x Biofeedback ----- 8x Bewegung		
				

SKID = strukturiertes klinisches Interview für DSM-IV Achse I Störungen; SDS = Somatoform Disorder Schedule; MFI = Multidimensional Fatigue Inventory; SF36= Short Form General Health Survey; PHQ-9 = Depressionsmodul des Gesundheitsbogen für Patienten; ASS-SYM = Änderungssensitive Symptomliste zu Spannungserleben, Wohlbefinden, Beschwerden- und Problembelastungen; KKG = Fragebogen zur Erhebung von Kontrollüberzeugungen zu Krankheit und Gesundheit; SOMS = Screening für somatoforme Störungen.

* vgl. Kuske (2013)

Abb. 6 Studienablauf und erhobene Parameter in der Übersicht.

2.3.1 PSYCHOMETRIE

Im Folgenden werden sowohl die eingesetzten diagnostischen klinischen Interviews als auch die Fragebögen, die primär der Erfassung des subjektiven Erlebens von Erschöpfung und Beschwerden sowie ihrer Veränderungen im Behandlungsverlauf dienen, dargestellt. Insgesamt erfolgte bei der Auswahl der Instrumente eine Orientierung an der Datenlage bisheriger Studien (vgl. Martin et al., 2013; Price et al., 2008; White et al., 2011).

2.3.1.1 Klinische Interviews

Neben der körperlichen Untersuchung, ggf. Labortestungen und einem ersten diagnostischen Gespräch zur Überprüfung der Ein- und Ausschlusskriterien

wurden die Probandinnen mit strukturierten klinischen Interviews zu ihrer Symptomatik befragt. Hierfür wurden das *Strukturierte Klinische Interview für DSM-IV Achse I Störungen (SKID I)* von Wittchen und Kollegen (Wittchen, Zaudig, & Fydrich, 1997) und die deutsche Version des *Somatoform Disorders Schedule (SDS)* von Hiller und Rief (1996) herangezogen. Mittels dieser Instrumente wurden die zur Diagnosestellung erforderlichen Kriterien (vgl. Kapitel 1.1.1) überprüft. Darüber hinaus wurde mittels SKID-I überprüft, ob andere psychische Erkrankungen wie eine Sucht- oder affektive Erkrankung vorliegen, die im Zweifelsfall auch das Erfüllen der Ausschlusskriterien bedeuten. Der SKID-I gilt weiterhin als „gold standard“ zur Diagnosestellung psychischer Erkrankungen und wird in der aktuellen S3-Leitlinie zu nicht-spezifischen, funktionellen und somatoformen Körperbeschwerden als diagnostisches Werkzeug empfohlen und in anderen, aktuellen Studien zu CFS eingesetzt (AWMFonline, 2012; White et al., 2011). Das SDS ist nochmals spezifischer auf die Überprüfung von somatoformen Störungen ausgerichtet und gilt diesbezüglich als „gold standard“, sofern es von Experten durchgeführt wird (Hiller & Janca, 2003; Janca et al., 1995).

2.3.1.2 Erschöpfungserleben

Zur Erfassung des individuellen Müdigkeits- und Erschöpfungserlebens wurde die deutsche Version des *Multidimensional Fatigue Inventory (MFI)* eingesetzt (Dittner, Wessely, & Brown, 2004; Gaab & Ehlert, 2005; Smets et al., 1995). Dieses Instrument findet im Bereich chronischer Erschöpfungssymptomatik, insbesondere in Europa, sehr häufige Anwendung (Fernández et al., 2009; Schwarz, Krauss, & Hinz, 2003). Lin und Kollegen (2009) empfehlen den MFI als ein geeignetes zusätzliches diagnostisches Tool bei CFS. Der MFI erhebt mittels 20 Items die subjektive Erschöpfung auf fünf Subskalen (‘generelle Erschöpfung’, ‘physische Erschöpfung’, ‘mentale Erschöpfung’, ‘reduzierte Aktivität’ und ‘reduzierte Motivation’). Jede Subskala umfasst vier Items, die auf einer fünfstufigen Likert-Skala bewertet werden. Zusätzlich lässt sich über alle Skalen hinweg ein *Gesamtwert* bilden. Je niedriger der Wert desto geringer ist die subjektive Erschöpfung. Die deutschen Normwerte inklusive alters- und geschlechtsbezogener Normen sind bei Schwarz et al. (2003) dokumentiert.

2.3.1.3 Gesundheitsbezogene Lebensqualität

Zur Erfassung des allgemeinen Gesundheitszustand bzw. der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (*Quality of Life*, QoL) wurde die umfangreich validierte deutsche Version des *Short Form General Health Survey (SF36)* eingesetzt (Bullinger & Kirchberger, 1998; Reeves et al., 2003). Der SF36 ist eines der international am häufigsten verwendeten Instrumente zur Messung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität und wird insbesondere in klinischen und Interventionsstudien eingesetzt (Ellert & Kurth, 2004). Der SF36 ist ein multidimensionales Messinstrument mit insgesamt 36 Items. Das Instrument enthält verschiedene Skalen mit jeweils mehreren Items, die folgende acht Dimensionen von Gesundheit abbilden: *‘körperliche Funktionsfähigkeit’*, *‘körperliche Rollenfunktion’*, *‘körperliche Schmerzen’*, *‘allgemeine Gesundheitswahrnehmung’*, *‘Vitalität’*, *‘emotionale Rollenfunktion’*, *‘soziale Funktionsfähigkeit’* und *‘psychisches Wohlbefinden’*. Pro Item bestehen zwei bis sechs Antwortmöglichkeiten. Der Range jeder transformierten Subskala liegt zwischen 0 und 100 (Ware & Sherbourne, 1992). Je höher der Wert, desto höher das Funktionsniveau. Es können zwei übergeordnete Gesamtwerte gebildet werden, von denen der eine als Dimension der körperlichen Gesundheit (*‘körperliche QoL’*) und der andere als Dimension der psychischen Gesundheit (*‘psychische QoL’*) interpretiert werden kann. Diese beiden Werte bilden die den Subskalen zugrundeliegende zwei-dimensionale Faktorstruktur ab (Lin et al., 2009). Die deutschen Normwerte inklusive alters- und geschlechtsbezogener Normen sind bei Bullinger und Kirchberger (1998) dokumentiert.

2.3.1.4 Depressivität

Zur Erfassung von *Depressivität* wurde das *Depressionsmodul des Gesundheitsbogen für Patienten (PHQ-9)* eingesetzt (Löwe et al., 2002). Es umfasst neun Items (*Stimmung, Schlaf, Erschöpfung, Appetit, Selbstwert, Konzentration, Interessen- und Freuderleben, Psychomotorik, Suizidalität*). Jedes Item kann in Abhängigkeit der eingeschätzten Auftretenshäufigkeit zwischen 0 („überhaupt nicht“) und 3 („beinahe jeden Tag“) bewertet werden. Der Gesamtwert zur Einschätzung des Schweregrades depressiver Symptomatik liegt somit

zwischen 0 und 27. Werte ab 5 weisen auf leichte und Werte ab 10 auf mittelgradige bis schwere depressive Symptomatik hin (Kroenke, Spitzer, & Williams, 2001).

2.3.1.5 Veränderung von Entspannungsfähigkeit und Beschwerdeerleben

Die von Krampen et al. (2006) entwickelte *Änderungssensitive Symptomliste zu Entspannungserleben, Wohlbefinden, Beschwerden- und Problembelastungen (ASS-SYM)* wurde zur Überprüfung der konkreten, erschöpfungsassoziierten Beschwerdesymptomatik eingesetzt. Darüber hinaus ist das Instrument geeignet, Veränderungen im Rahmen der Anwendung von Entspannungsverfahren bzw. Verfahren zur Verbesserung der psychophysiologischen Regulation zu erfassen (Krampen, 2006). Der ASS-SYM setzt sich aus sechs Subskalen mit jeweils acht Items zusammen (*'körperliche und psychische Erschöpfung'*, *'Nervosität und innere Anspannung'*, *'psychophysiologische Dysregulation'*, *'Leistungs- und Verhaltensschwierigkeiten'*, *'Schmerzbelastungen'*, *'Probleme in der Selbstbestimmung und -kontrolle'*). Skalenübergreifend kann ein Gesamtwert der allgemeinen Symptom- und Problembelastung berechnet werden. Die Antworten erfolgen auf einer Skala zwischen 0 und 3, wobei höhere Werte eine höhere Beschwerdebelastung kennzeichnen. Für den ASS-SYM liegen Normangaben vor, die aufgrund fehlender Bevölkerungsrepräsentativität der Normierungsstichprobe im Sinne vorläufiger Bezugswerte für die Interpretation verwendet werden können (Krampen, 2006). Es wurde aufgrund fehlender bzw. sehr geringer Unterschiede zwischen den Geschlechtern und Altersgruppen auf die Berechnung von gruppenspezifischen Normen verzichtet (Krampen, 2006).

2.3.1.6 Somatisierungstendenzen

Zur Erfassung der körperlichen Beschwerden, die nicht auf eine organische Ursache zurückzuführen sind sowie zur Erfassung der ärztlichen Kontakte innerhalb der vergangenen zwei Jahre wurde das *Screening für somatoforme Störungen (SOMS)* von Rief und Kollegen (2008; 1997) eingesetzt. Es besteht eine Auswahlmöglichkeit in Bezug auf die Ergebnisindizes und die zugrunde liegenden Klassifikationssysteme. Es lässt sich ein Somatisierungsindex nach DSM-

IV, als auch ein Somatisierungsindex nach ICD-10 berechnen. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit einen Index für die somatoforme autonome Dysfunktion nach ICD-10 sowie einen allgemeinen *Beschwerdeindex* zu erstellen. Für die Auswertung der hiesigen Studienergebnisse wurde der allgemeine *Beschwerdeindex*, der alle Items berücksichtigt und in den somit die meisten Informationen einfließen, gewählt (Rief & Hiller, 2008). Der *Beschwerdeindex* stellt ein gutes Maß für Somatisierungstendenzen allgemeiner Art dar und bietet sich damit auch bei verwandten Störungen wie dem CFS an (Rief & Hiller, 2008). Normwerte für Gesunde als auch für psychosomatisch Erkrankte liegen vor.

2.3.1.7 Kontrollüberzeugungen

Zur Erfassung der Zuschreibung von Kontrolle und des Ausmaßes der erlebten Kontrolle über das eigene gesundheitliche Befinden wurde der *Fragebogen zur Erhebung von Kontrollüberzeugungen zu Krankheit und Gesundheit (KKG)* von Lohaus und Schmidt (1989) eingesetzt. Der KKG dient der Erhebung von internalen und externalen Kontrollüberzeugungen, die auf drei Subskalen erfasst werden. Dabei wird neben der internalen Kontrollüberzeugung (*'Internalität'*) die externe Kontrollüberzeugung untergliedert in die *'soziale Externalität'* (Kontrolle durch mächtige Andere wie z. B. Ärzte, Pflegepersonal, Bezugspersonen) und in die *'fatalistische Externalität'* (Schicksal bzw. Zufall). Bezogen auf Krankheit und Gesundheit bedeutet dies die Analyse, inwieweit ein Krankheitsgeschehen als durch externe Kräfte oder als eigenkontrolliert wahrgenommen wird. Jede Subskala umfasst sieben Items, die auf einer sechsstufigen Likert-Skala bewertet werden. Hohe Werte bedeuten dabei ein hohes Ausmaß der jeweiligen Kontrollüberzeugung (Lohaus & Schmitt, 1989). Die deutschen Normwerte inklusive alters- und geschlechtsbezogener Normen sind ebenfalls bei Lohaus und Schmitt (1989) dokumentiert.

2.3.1.8 Habituelle körperliche Aktivität

Zur Erfassung der subjektiven Einschätzung der eigenen körperlichen Aktivität wurde der *Fragebogen zur Erfassung der habituellen körperlichen Aktivität (Habitual Physical Activity, HPA)* adaptiert nach Wagner und Singer (2003) und

Baecke und Kollegen (1982) eingesetzt. Der Fragebogen erhebt mit insgesamt 18 Items auf den drei Skalen 'Beruf' (9 Items), 'Freizeit' (6 Items) und 'Sport' (3 Items) das Ausmaß der körperlichen Aktivität. Die Intensität der jeweiligen körperlichen Aktivität kann auf allen drei Skalen mit einer fünfstufigen Likertskala beantwortet werden. Die Skala 'Sport' erhebt Dauer und Häufigkeit von maximal zwei ausgeübten Sportarten und erlaubt eine Gewichtung hinsichtlich der Intensität der jeweiligen Sportart (Baecke et al., 1982). Es lässt sich ein *Gesamtwert* durch Addition der genannten drei Skalen berechnen, der in der hier vorliegenden Studie verwendet wurde (Wagner & Singer, 2003). Der HPA erfasst somit nicht nur die gezielte körperlicher Aktivierung und die Ausübung von explizit sportlichen Tätigkeiten sondern auch die beiläufige Bewegung und körperliche Aktivität im normalen Alltag eines jeden (vgl. auch Pols et al., 1996). Der Einsatz von Fragebögen zur Erfassung von Alltagsaktivitäten wird, insbesondere hinsichtlich der sozialen Erwünschtheit als auch des Erinnerungsbias der Datenangaben, kritisch bei Müller und Kollegen (2010) reflektiert. Dennoch sind Fragebögen, unter anderem auch der HPA, die gängigsten Methoden zur Erfassung dieser Alltagsaktivitäten und ihrer möglichen Veränderung im Verlauf (Müller et al., 2010).

2.3.2 KÖRPERLICHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT

Zur Messung und Überprüfung der körperlichen Leistungsfähigkeit und der funktionellen Anpassung der Körpersysteme in einem Trainingsverlauf bietet sich die **Spiroergometrie** als Messverfahren an (Schmidt, Thews, & Lang, 2000). Die Spiroergometrie ist ein diagnostisches Verfahren, mit dem sich die kardiopulmonale Leistungsfähigkeit sowie die Reaktion von Kreislauf und Stoffwechsel auf muskuläre Arbeit beurteilen lassen (Hollmann & Hettinger, 2000). Mittels Spiroergometrie werden sowohl die physische Leistung als auch der respiratorische Gasstoffwechsel gemessen. Validität und Reliabilität spiroergometrischer Verfahren sind gegeben (Hodges, Brodie, & Bromley, 2005; Macfarlane, 2001).

2.3.2.1 Ablauf der Spiroergometrie

In der hier beschriebenen Studie wurden zunächst ein Ruhe-EKG und folgend unter kontinuierlich gesteigerter körperlicher Belastung auf dem Laufbandergometer die Herzfrequenz, das Belastungs-EKG, die erreichte Leistung und das Belastungsempfinden sowie die metabolischen Variablen, d. h. Laktat, Sauerstoffaufnahme und Kohlendioxidabgabe erfasst (vgl. auch Rost, 2001). Die Probandinnen wurden über mögliche Risiken der Spiroergometrie wie Komplikationen des kardiovaskulären Systems, Verletzungen am Halte- und Bewegungsapparat wie Muskelzerrungen und -verhärtungen sowie einem möglichen Sturz vom Laufband aufgeklärt (Mildenberger & Kaltenbach, 1989). Die Durchführung der ergometrischen Untersuchung erfolgte unter ärztlicher Überwachung mit kontinuierlich abgeleitetem Belastungs-EKG, so dass Rhythmus- und Durchblutungsstörungen des Herzens erkannt und ausgeschlossen werden können (Dickhuth, 2000). Die Untersuchung in der Abteilung für Sportmedizin fand für alle Probandinnen zu beiden Messzeitpunkten (T0, T1) in einem festen Zeitfenster am Vormittag statt, um eine bessere Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten.

Zur **spiroergometrischen Leistungsdiagnostik** wurde ein Mehrstufentest auf dem Laufband (h/p/cosmos Saturn, HP Cosmos Sports & Medical GmbH, Traunstein, Deutschland) mit Belastungs-EKG (Cardio Smart ST, Marquette Hellige GmbH, Traunstein, Deutschland) durchgeführt. Die Probandinnen atmeten mit einer Atemmaske (Vmask, Hans Rudolph KC MO, Kansas City, USA). Dabei wurde der **Atemstrom** mit Hilfe eines Flowmeters (Metalyzer 3B, Cortex Biophysik GmbH, Frankfurt, Deutschland) ausgewertet, der durch die sogenannte *'breath-by-breath'*-Methode die Sauerstoffaufnahme bis zur Ausbelastung kontinuierlich exakt messen kann. Bei dieser Methode werden die Gasfraktionen an Sauerstoffaufnahme und Kohlendioxidabgabe bei jedem Atemzug separat ermittelt (10sec.-Takt). Parallel wurde die **Laktatkonzentration** (Ebio Plus, Eppendorf AG, Hamburg, Deutschland) durch Blutentnahme am hyperämisierten Ohrläppchen erhoben, um den der körperlichen Leistung zugrunde liegenden Stoffwechselweg (aerob / anaerob) zu bestimmen. Das Ohrläppchen

wurde mit einer Wärmesalbe (Finalgon, Boehringer Ingelheim Pharma GmbH & Co. KG, Ingelheim, Deutschland) auf die Kapillarblutentnahme vorbereitet.

Der **Mehrstufentest** auf dem Laufband wurde folgendermaßen gestaltet: Zu Beginn fand eine Ruhephase von zwei Minuten zur Ermittlung der Referenzwerte in EKG und Atemgasen statt. Die dann folgenden Aktivierungsstufen auf dem Laufband dauerten jeweils drei Minuten beginnend mit einer Geschwindigkeit von 3km/h und einer Steigung von 0%. Die Probandin läuft dabei entgegen der Bewegungsrichtung des Bandes, wobei die Gehleistung stets an die Geschwindigkeit des Laufbandes anzupassen ist. Bei jeder nächsten Stufe wurden die Geschwindigkeit und die Steigung nach dem in *Tabelle 5* dargestellten Schema verändert. Nach jeder Stufe erfolgte während der Fortführung der Belastung eine Laktatabnahme, wobei jeweils 10µl Blut mit einer röhrenförmigen Glaskapillare entnommen wurden. Darüber hinaus wurde nach jeder Stufe der subjektive Anstrengungsgrad auf der nach dem Physiologen Borg benannten 'BORG-Skala' zwischen sechs („sehr leichte Belastung“) und 20 („äußerst schwere Belastung“) erfragt (Dickhuth, 2007). Die maximale Herzfrequenz am Ende jeder Stufe wurde manuell im EKG abgelesen.

Tab. 5 Laufbandprotokoll in Anlehnung an Porszasz und Kollegen (2003).

Stufe	Geschwindigkeit (km/h)	Steigung (%)
Ruhe- und Referenzphase 2min		
1	3	0
2	3,7	3
3	4,4	4,9
4	5,1	6,3
5	5,8	7,4
6	6,5	8,2
7	6,5	9,8
8	6,5	11,4
9	6,5	13
10	6,5	14,6
11	6,5	16,2
12	6,5	17,8
13	6,5	19,4
14	6,5	21

Grundlage für das hier angewendete Laufbandprotokoll ist das von Porszasz und Kollegen (2003) speziell definierte Laufbandprotokoll für **Patienten mit niedriger Ausdauerleistungsfähigkeit**. Um von den weniger ausdauerstarken, eher inaktiven Probandinnen mit CFS nicht in zu kurzer Zeitspanne eine Ausbelastung zu fordern, wurde das in *Tabelle 5* beschriebene Stufenprotokoll verwendet, das einen linearen Verlauf der Sauerstoffaufnahme ähnlich einem Fahrradergometer erzielen soll (Porszasz et al., 2003). Die Belastung dauerte insgesamt 15 bis 25 Minuten in Abhängigkeit der individuellen Leistungsfähigkeit. Der Abbruch der Belastung wurde von jeder Probandin bei peripherer, d. h. physischer Erschöpfung, selbst bestimmt. Der subjektive Belastungsgrad auf der BORG-Skala wurde abschließend erhoben. Hierbei gilt ein Wert von >16 als Ausbelastung. Als häufige Gründe für den Abbruch wurden Atemnot, Schwindel oder orthopädische Probleme angegeben. Objektive Abbruchkriterien sind eine gemessene Laktatkonzentration von >5mmol/l, ein *Levelling-Off* der Sauerstoffaufnahme, ein respiratorischer Quotient von >1 oder ein Blut-pH-Wert von <7,25 (de Marées, 2002; Dickhuth, 2000). Begleitend wurden von der ärztlichen Aufsicht mögliche Vorgänge während der Belastung wie Dyspnoe oder pathologische EKG-Veränderungen beachtet.

2.3.2.2 Abhängige Variablen

Im Folgenden werden die relevanten abhängigen Variablen dargestellt, die während der spiroergometrischen Belastung der Probandinnen erhoben wurden. Diese Variablen sind sofern möglich Relativwerte, d. h. auf das Körpergewicht bezogene Werte, die interindividuelle Vergleiche erlauben. Maximalwerte sind stets von der Bereitschaft des Probanden abhängig, sich vollständig auszubelasten. Deshalb wurden auch Parameter aus dem submaximalen Belastungsbereich wie die aerobe und anaerobe Schwelle (s. u.) erhoben, die von der Motivation oder Fähigkeit zur vollständigen Ausbelastung unabhängig sind.

2.3.2.2.1 Relative maximale Sauerstoffaufnahme

Die relative maximale Sauerstoffaufnahme ($\text{relVO}_{2\text{max}}$; $\text{ml/min}\cdot\text{kg}$) steht in engem Zusammenhang mit der allgemeinen aeroben Ausdauer und kann als reli-

able und valide Variable zur Erfassung der **Gesamtleistungsfähigkeit** bzw. der aeroben Arbeitskapazität betrachtet werden (Dickhuth, 2000; Hollmann & Hettinger, 2000). Auch Wonisch und Kollegen (2003) beschreiben die VO_{2max} als objektives Kriterium zur Erfassung der körperlichen und kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit. Die VO_{2max} verläuft steigend mit der Leistungsintensität, wobei bei untrainierten Personen die Werte unter Belastung bis auf das Zehnfache im Vergleich zur Ruhebedingung ansteigen können (Schmidt et al., 2000). Die Belastungsgrenze ist erreicht, wenn eine Zunahme der Belastungsintensität zu keiner weiteren Steigerung der Sauerstoffaufnahme führt. Die VO_{2max} liegt bei Männern durchschnittlich bei 40-55 ml/min*kg, wohingegen sie bei Frauen im Bereich von 32-38 ml/min*kg liegt (Hollmann & Hettinger, 2000). Die maximale Sauerstoffaufnahme ist größtenteils genetisch determiniert, dennoch kann eine Veränderung durch Training im Bereich von 25-33% stattfinden (Hollmann & Strüder, 2009). Die $relVO_{2max}$ wird spiroergometrisch erhoben.

2.3.2.2.2 Relative maximale Leistung

Die relative maximale Leistung ($relW_{max}$; **W/kg**) ist physikalisch definiert als „Kraft x Weg / Zeiteinheit“. Die Maßeinheit ist 1J/s = 1W. Die Berechnung der **Leistung** auf dem Laufbandergometer berechnet den Steigungswinkel mit ein (Hollmann et al., 2006). Die $relW_{max}$ bezeichnet die Leistung, die unter maximaler Anstrengung im Vergleich zur Ruhebedingung erbracht wird. Dickhuth (2000) benennt, dass die $relW_{max}$ in der untrainierten Normalbevölkerung bei Männern bei ca. 2,1-3W/kg und bei Frauen bei ca. 1,7-2,5W/kg liegt (vgl. auch de Marées, 2002). Durch Training kann die $relW_{max}$ verbessert werden, wenngleich auch hier genetische Faktoren eine Rolle spielen (Schmidt et al., 2000). Darüber hinaus ist die $relW_{max}$ stark von der Willenskraft und Motivation des Einzelnen abhängig. Die $relW_{max}$ wird über den Laktatwert ermittelt.

2.3.2.2.3 Submaximale Sauerstoffaufnahme an der aeroben / anaeroben Schwelle (AT)

Aerobe/Anaerobe Laktatschwellen und ventilatorische Schwellen (*'anaerobic threshold'*, AT bzw. *'lactate threshold'*, LT) erlauben Aussagen zur submaxima-

len Leistungsfähigkeit insbesondere zur aeroben **Ausdauerleistungsfähigkeit**. Die aerobe Schwelle bezeichnet diejenige Belastungsintensität, ab der es zu einem vermehrten Verbrauch von Kohlehydraten bei der Energiegewinnung und dadurch zu einem messbaren Anstieg der Laktatbildung in den Muskeln kommt. Oberhalb dieser Schwelle wird die aerobe Energieproduktion von anaeroben Mechanismen unterstützt (Kindermann, 2004; Wassermann & McIlroy, 1964; Wassermann et al., 1987). Die Laktatkonzentration steigt zunächst lokal innerhalb der Muskulatur und mit leichter Verzögerung im Blut an. Eine niedrige aerobe/anaerobe Schwelle lässt auf eine niedrige Ausdauerleistungsfähigkeit schließen (Dickhuth, 2007). In der vorliegenden Studie wird die submaximale Sauerstoffaufnahme an der aeroben/anaeroben Schwelle (**AT reIVO_{2max}; ml/min*kg**) als abhängige Variable erfasst, die spiroergometrisch ermittelt wird.

2.3.2.2.4 Herzfrequenz und Leistung an der individuellen anaeroben Schwelle (IAS)

Die individuelle anaerobe Schwelle (IAS) dient ebenfalls der Beurteilung der **Ausdauerleistungsfähigkeit** und steht in Zusammenhang mit der höchstmöglichen Belastungsintensität, bei der es auch bei Fortsetzung der Belastung nicht zu einem weiteren Laktatanstieg kommt. Oberhalb der IAS liegt der Bereich der Zunahme des anaeroben Stoffwechsels und der Abnahme der oxidativen Energiebereitstellung. Wird die IAS überschritten, kommt es zu einer Laktatakkumulation und die Laktatkonzentration im Blut steigt trotz konstanter Belastungsintensität an mit der Folge des schließlichen Belastungsabbruchs (Dickhuth, 2007; Kindermann, 2004).

Die Laktatkonzentrationen an der anaeroben Schwelle können interindividuell je nach Metabolismus sehr unterschiedlich sein. Deshalb wird inzwischen von fixen Laktatschwellenwerten Abstand genommen und es werden IAS berechnet, die je nach Trainingszustand und Belastungsart von der früher als anaerobe Schwelle angenommenen 4 mmol/l-Laktatschwelle deutlich abweichen können (Kindermann, 2004). Es gibt verschiedene Methoden der Berechnung der anaeroben Schwelle, wobei die unterschiedlich berechneten Werte in der Regel nicht

miteinander vergleichbar sind (Kindermann, 2004). In der hier vorliegenden Studie wurde die IAS entsprechend Dickhuth et al. (1991) kalkuliert. Bei dieser Methode wird die IAS auf dem Laufband mit 1,5mmol/l höher berechnet als das minimale Laktatäquivalent (Quotient aus Laktat und Sauerstoffaufnahme; LT) angenommen wird (Dickhuth et al., 1991). Die IAS lässt sich durch Training insofern verbessern, als dass die aerobe Stoffwechsellage auch bei steigender Belastung länger aufrechterhalten werden kann und die IAS somit erst bei einem höheren Belastungsgrad erreicht wird.

Die IAS ist im Gegensatz zur VO_{2max} unabhängig von der Motivation bzw. Ausbelastung und ein zuverlässiger Parameter zur Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit (Meyer, Gabriel, & Kindermann, 1999). In Abhängigkeit von Sportart und Trainingszustand erreicht die Leistungsfähigkeit an der IAS 60-85% der VO_{2max} und die Leistungsfähigkeit an der aeroben Schwelle 40-65% der VO_{2max} (Kindermann, 2004). Nach Kindermann (2004) erfasst die IAS Veränderungen der Ausdauer mit hoher Sensitivität. Als ergebnisrelevante abhängige Variablen wurden im Bereich der IAS die Herzfrequenz (**HF IAS; 1/min**) und die Leistung (**IAS W; W/kg**) ermittelt. Diese Variablen ergeben sich aus Daten der Laktatmessungen. Die IAS stellt in der vorliegenden Studie darüber hinaus die **Grundlage zur Bemessung des Trainingsbereichs** der Probandinnen dar (vgl. Kapitel 2.2.1).

2.4 STATISTISCHE ANALYSE

Die statistische Analyse wurde mittels SPSS 21.0 (SPSS Inc. Chicago, IL) durchgeführt.

Das Ziel der Studie war eine Beschreibung von **Behandlungseffekten**, weshalb **standardisierte Effektstärken** (SES) berechnet wurden. SES berechnen sich aus der Mittelwertdifferenz, dividiert durch die Streuung zu Behandlungsbeginn bzw. zum jeweils früheren Messzeitpunkt. Die SES wurden in Bezug auf T0 berechnet, d. h. zwischen T0 und T1 bzw. zwischen T0 und T2. Es sind keine spezifischen Effekte zwischen T1 und T2 zu erwarten. Im Bereich der Sportmedizin ohne katamnestische Datenerhebung stellen die Werte von T1 die abschließenden Werte dar. SES wurden hier zwischen T0 und T1 berechnet. Die Berechnung von SES ist ein entsprechendes Verfahren um theoretische und praktische Signifikanz zu überprüfen und nachzuweisen (Fröhlich et al., 2009; Glass & Stanley, 1970). SES sind unabhängig von der Stichprobengröße jedoch stark verbunden mit der Verteilung der Werte (Cohen, 1988; Cohen, 1994; Glass & Stanley, 1970). Schuck (2000) beschreibt, dass sich die Berechnung von SES v. a. bei kleinen Stichproben und großen Standardabweichungen zur Darstellung der praktischen Signifikanz anbietet. Die SES in der vorliegenden Studie wurden entsprechend nach Cohen (1988) und Kazis et al. (1989) berechnet. Nachdem es keine Begrenzung der Werte der SES gibt, wird die Größe der Effekte in Anlehnung an Cohen geschätzt: bei Werten von $d \geq 0.20$ werden die Effekte als klein, bei Werten von $d \geq 0.50$ als mittelgroß und bei Werten von $d \geq 0.80$ als groß interpretiert (vgl. auch Fröhlich & Pieter, 2009).

Neben der Berechnung von Behandlungseffekten (klinische Signifikanz) wurden in einem weiteren Berechnungsschritt die oben formulierten Hypothesen auf **statistische Signifikanz** überprüft. Aufgrund des explorativen Charakters der Studie und der kleinen Stichprobengröße wurden dabei **non-parametrische Verfahren** eingesetzt. Diese Verfahren können im Gegensatz zu parametrischen Verfahren auch bei nicht-normalverteilten Daten eingesetzt werden. Die vorherige Prüfung auf Normalverteilung erfolgte mit dem Kolmogorov-Smirnov-

Test. Dieser Test benötigt insbesondere bei kleinen Stichproben eine extreme Abweichung von der Normalverteilung, um auf höherem Signifikanzniveau die Annahme der Normalverteilung zu verwerfen (Bortz, 1999).

Zur Überprüfung der Hypothese inwiefern sich innerhalb beider Gruppen **Veränderungen über den Interventionsverlauf** ergeben, wurden der Friedman-Test bzw. der Wilcoxon-Test durchgeführt. Der **Friedman-Test** ist das verteilungsfreie Pendant zur einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung zum Vergleich von k abhängigen Stichproben (Bortz & Lienert, 2008). Er fragt global nach Unterschieden in der zentralen Tendenz dieser k abhängigen Stichproben und wurde zur Prüfung der Veränderungen über die drei Messzeitpunkte, d. h. für die psychometrischen Daten, eingesetzt. Prinzipiell ist die Berechnung von Posthoc-Tests im Falle signifikanter Ergebnisse im Friedman-Test möglich, um die konkreten Wahrscheinlichkeiten einzelner Gruppenunterschiede zu überprüfen. In der vorliegenden Studie wurde auf die Berechnung dieser Posthoc-Tests zugunsten der oben beschriebenen SES verzichtet, die hinsichtlich der praktischen Relevanz bedeutsamer sind. Der **Wilcoxon-Test** dient ebenfalls der Überprüfung von Unterschieden in der zentralen Tendenz, jedoch bezogen auf lediglich zwei und nicht mehrere abhängige Stichproben (Bortz & Lienert, 2008). Dieses verteilungsfreie Verfahren wurde hier zur Überprüfung von Veränderungen der sportmedizinischen Daten eingesetzt.

Zur Überprüfung der Fragestellungen nach **Gruppenunterschieden** wurde der **Mann-Whitney-U-Test** eingesetzt. Mit diesem Verfahren wurde zunächst verifiziert, dass es nicht bereits vor Behandlungsbeginn (T0) Unterschiede zwischen den Gruppen gegeben hat. Darüber hinaus wurde der Mann-Whitney-U-Test eingesetzt um zu überprüfen, ob sich im Behandlungsverlauf (T1, T2) bedeutende Unterschiede zwischen den beiden Interventionsgruppen entwickelt haben. Um hierfür höchstmögliche Aussagekraft zu erzielen wurden zunächst die Differenzwerte zwischen Prä- und Post-Messung (Δ_{T1-T0}) bzw. zwischen Prä-Messung und Katamnese (Δ_{T2-T0}) berechnet. Diese Deltawerte wurden dann auf Unterschiede zwischen den Gruppen getestet. Der U-Test ist das verteilungs-

freie Pendant zum parametrischen T-Test für unabhängige Stichproben (Bortz & Lienert, 2008). Es wird die Nullhypothese überprüft, dass zwei zu vergleichende Stichproben aus formgleich verteilten, aber nicht notwendig symmetrischen oder gar normalverteilten Populationen mit identischem Medianwert stammen (Bortz & Lienert, 2008). Wird der U-Test signifikant, kann davon ausgegangen werden, dass sich die Mediane der zugrunde liegenden Populationen unterscheiden (Bortz & Lienert, 2008).

Das **Signifikanzniveau** lag bei $\alpha = .05$. Obwohl nach Bortz (1999) in einer Pilotstudie auch ein Signifikanzniveau von $\alpha = .10$ angemessen wäre, entschieden wir uns für ein niedrigeres Signifikanzniveau, um eine konservativere Teststrategie im Hinblick auf mögliche Alphafehler-Kumulation bei Messwiederholung zu gewährleisten. Umgekehrt wurde aufgrund des explorativen Charakters der vorliegenden Studie auf die Durchführung der verhältnismäßig sehr konservativen Bonferroni-Korrektur verzichtet.

Im Hinblick auf die Rohwerte der psychometrischen Daten wurden einzelne **fehlende Werte** (Missing Data) auf Itemebene durch den Mittelwert der Gesamtstichprobe ersetzt. Bei fehlenden Werten einer Probandin zu einem Messzeitpunkt (T1 bzw. T2) wurde der zuletzt gemessene Wert (T0 bzw. T1) übertragen (*last observation carried forward*, LOCF). LOCF wurde ausschließlich bei „**Completern**“ angewendet, d. h. bei Probandinnen, die regelmäßig an einer der Interventionen teilgenommen haben. Als kritische Grenze zur Erfüllung der Voraussetzung als „Completer“ wurde die Teilnahme an mindestens sechs Behandlungsterminen festgelegt. Probandinnen, die weniger Behandlungssitzungen absolviert hatten, wurden als „**Dropout**“ (Abbrecher) klassifiziert.

Die Probandinnen wurden den beiden Behandlungsarmen zufällig per Losverfahren zugeordnet. Die **Randomisierung** erfolgte in Blöcken. Aufgrund des explorativen Charakters der Studie und aufgrund fehlender Vergleichsstudien und somit fehlender Vergleichswerte konnte **keine zielführende Power-Analyse** durchgeführt werden.

3 ERGEBNISSE

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Studie dargestellt. Dabei werden zunächst die Stichprobe und das CONSORT Studienprofil beschrieben, bevor die einzelnen Ergebnisse aus den Bereichen der Psychometrie und der Sportmedizin vorgestellt werden. Im abschließenden Kapitel werden qualitative Daten berichtet, die zum Zeitpunkt der Katamnese erhoben wurden.

Die Daten wurden entsprechend des in Kapitel 2.4 dargestellten statistischen Auswertungsplans berechnet. Wie vermutet, zeigte sich in vielen Fällen die Voraussetzung einer Normalverteilung in der vorliegenden, umschriebenen, klinischen Stichprobe durch ein signifikantes Ergebnis des Kolmogorov-Smirnov-Tests verletzt. Folglich wurden verteilungsfreie Verfahren zur Berechnung der statistischen Kennwerte eingesetzt. Bei der Sichtung der Histogramme und Boxplots konnten keine eindeutigen **Ausreißer** ermittelt werden. Zusätzlich zeigen sich die eingesetzten non-parametrischen Verfahren generell weniger anfällig für Ausreißer als parametrische Verfahren, so dass eine detailliertere Analyse der Ausreißer entfiel (Bortz & Lienert, 2008).

3.1 BESCHREIBUNG DER STICHPROBE

3.1.1 STUDIENPROFIL

Der Rekrutierungsaufwand zeigte sich hinsichtlich der notwendigen verschiedenen Kanäle der Veröffentlichung des Studienaufrufs als auch hinsichtlich der Überprüfung der Ein- und Ausschlusskriterien als vergleichsweise hoch (vgl. auch Kapitel 2.2). Insgesamt meldeten sich 115 weibliche Personen und 3 männliche Personen telefonisch oder per Email mit Interesse an genaueren Informationen zur Studie und Überlegungen zu einer möglichen Studienteilnahme. Von diesen **insgesamt 118 Personen** wurden 58 Frauen zu einem Experteninterview mit der Autorin zur Überprüfung der Einschlusskriterien eingeladen. Davon wurden 42 Frauen mit strukturierten Interviewleitfäden (SKID-I und SDS, vgl. Kapitel 2.3.1) untersucht und diagnostisch eingeordnet. Schließlich konnten 28 Personen nach Erhalt der schriftlichen Einverständniserklärung

randomisiert einem der beiden Behandlungsarme zugeteilt werden. Es wurden 13 Personen in die Biofeedbacktherapie eingeschlossen und 15 Personen in das graduierte Bewegungstraining. Das CONSORT **Studienprofil** wird in *Abbildung 7* veranschaulicht.

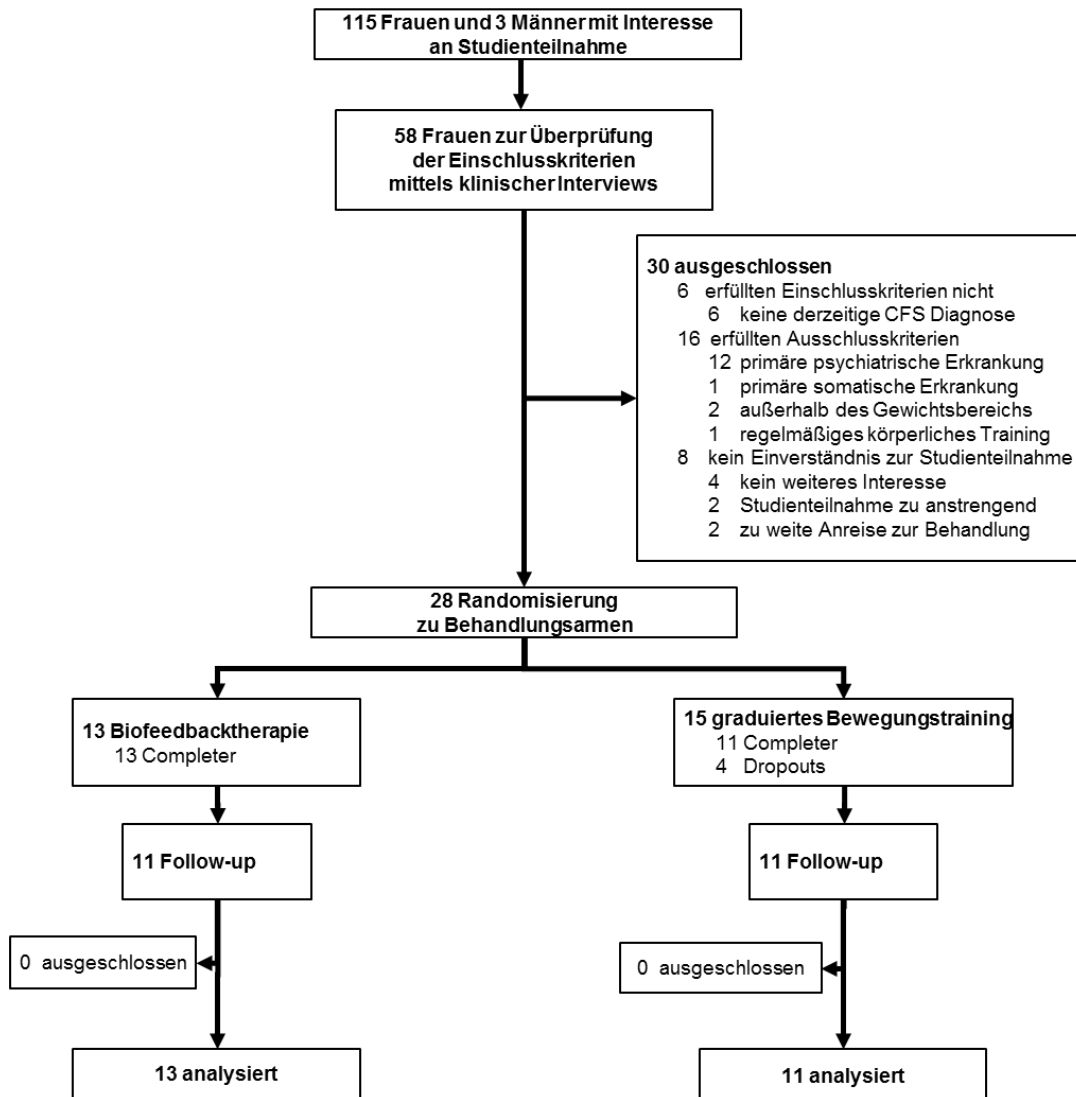


Abb. 7 CONSORT Studienprofil.

3.1.2 DEMOGRAPHISCHE DATEN

Das **Kollektiv** der analysierten 24 Probandinnen lässt sich folgendermaßen beschreiben: Alle Probandinnen lebten in Deutschland und waren von deutscher Nationalität mit Ausnahme einer Probandin mit österreichischer Nationalität. Hinsichtlich der Schulbildung hatten 21 der Teilnehmerinnen entweder das

(Fach-) Abitur oder die Realschule erfolgreich abgeschlossen. Drei Probandinnen hatten einen Hauptschulabschluss. Hinsichtlich des Berufsabschlusses hatten 14 Probandinnen eine Ausbildung bzw. eine Lehre und acht Probandinnen ein Studium absolviert. Jeweils eine Probandin befand sich noch in der Ausbildung bzw. war ohne Berufsabschluss. Aktuell arbeiteten 15 Probandinnen in einem Angestellten- bzw. Beamtenverhältnis, jeweils drei Teilnehmerinnen waren selbständig, bzw. berentet und jeweils eine Probandin war Hausfrau bzw. arbeitssuchend bzw. nahm Gelegenheitsjobs an. Fünfzehn Probandinnen lebten gemeinsam mit ihrem (Ehe-) Partner und Kindern, sechs lebten alleine und drei Probandinnen gaben „Sonstiges“ an. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Behandlungsarmen hinsichtlich der Ausbildungs-, Berufs- oder Lebenssituation der Teilnehmerinnen. Auch hinsichtlich des Alters, des *Body Mass Index* (BMI) oder der Dauer der Symptomatik unterschieden sich die beiden Behandlungsgruppen nicht signifikant voneinander. Die demographischen Daten werden in *Tabelle 6* zusammengefasst dargestellt.

Die demographischen Daten zeigen insgesamt eine **erfolgreiche Randomisierung** und keine signifikanten Gruppenunterschiede. Eine, die weiteren Ergebnisse beeinflussende Konfundierung mit den überprüften Variablen ist nicht anzunehmen.

Tab. 6 Demographische Variablen in Mittelwert bzw. Häufigkeiten, analysiert mittels Mann-Whitney-U Test bzw. chi²-Test.

	Gesamtstichprobe (N=24)	Biofeedback BF (n=13)	Graduiertes Bewegungstraining GET (n=11)	Gruppen- unter- schied
Alter (Jahre)	50.7 (9.3) (min 30, max 72)	51.4 (8.1) (min 42, max 72)	50.0 (10.9) (min 30, max 67)	n.s.
BMI (kg/m ²)	25.5 (4.7) (min 18.8, max 34.8)	25.6 (4.9) (min 18.8, max 34.8)	25.5 (4.8) (min 20.0, max 33.2)	n.s.
Dauer der Symptome	91.7% (n=22) > 2 Jahre 4.1% (n=1) > 1 Jahr 4.1% (n=1) = 6 Monate	84.5% (n=11) > 2 Jahre 7.7% (n=1) > 1 Jahr 7.7% (n=1) = 6 Monate	100% (n=11) > 2 Jahre	n.s.
Nationalität	95.8% (n=23) deutsch 4.2% (n=1) andere Nationalität	92.3% (n=12) deutsch 7.7% (n=1) andere Nationalität	100% (n=11) deutsch	n.s.
Aktueller Familienstand	12.5% (n=3) ledig 54.2% (n=13) verheiratet 8.3% (n=2) getrennt lebend 20.8% (n=5) geschieden 4.2% (n=1) verwitwet	23.1% (n=3) ledig 61.5% (n=8) verheiratet 7.7% (n=1) geschieden 7.7% (n=1) verwitwet	45.5% (n=5) verheiratet 18.2% (n=2) getrennt lebend 36.4% (n=4) geschieden	n.s.
Aktuelle Lebens-/Wohnsituation	25.0% (n=6) allein lebend 29.2% (n=7) mit Partner 4.2% (n=1) allein mit Kind(ern) 29.2% (n=7) mit Partner und Kindern 12.5% (n=3) Sonstiges	23.1% (n=3) allein lebend 38.5% (n=5) mit Partner 30.8% (n=4) mit Partner und Kindern 7.7% (n=1) Sonstiges	27.3% (n=3) allein lebend 18.2% (n=2) mit Partner 9.1% (n=1) allein mit Kind(ern) 27.3% (n=3) mit Partner und Kindern 18.2% (n=2) Sonstiges	n.s.
Höchster Schulabschluss	12.5% (n=3) Haupt-/Volksschule 41.7% (n=10) Realschule 45.8% (n=11) (Fach-) Abitur	7.7% (n=1) Haupt-/Volksschule 46.2% (n=6) Realschule 46.2% (n=6) (Fach-)Abitur	18.2% (n=2) Haupt-/Volksschule 36.4% (n=4) Realschule 45.5% (n=5) (Fach-)Abitur	n.s.
Höchster Berufsabschluss	4.2% (n=1) noch in Ausbildung 58.3% (n=14) Lehre 33.3% (n=8) Fachhochschule / Universität 4.2% (n=1) ohne Abschluss	61.5% (n=8) Lehre 38.5% (n=5) Fachhochschule / Universität	9.1% (n=1) noch in Ausbildung 61.5% (n=6) Lehre 27.3% (n=3) Fachhochschule / Universität 9.1% (n=1) ohne Abschluss	n.s.

$\alpha = .05$.

3.1.3 DROPOUTS

Innerhalb des graduierten Bewegungstrainings beendeten vier Probandinnen die Behandlung vorzeitig und wurden als **Dropout** klassifiziert (vgl. Kapitel 2.4). Zwei dieser Probandinnen beendeten ihre Teilnahme nach der ersten Trainingssitzung, zwei weitere Probandinnen beendeten ihre Teilnahme nach vier

Terminen. Die Ergebnisse dieser vier Probandinnen wurden nicht analysiert. Alle Teilnehmerinnen gaben als Begründung für ihren Abbruch an, dass sie nicht ausreichend von der Behandlung profitierten. Aufgrund der geringen Stichprobengröße bei zusätzlich fehlenden Werten war eine weitere Dropout-Analyse nicht möglich. Hinsichtlich der in den diagnostischen Interviews erfragten Parameter wie Alter, Familienstand, Ausbildung, Nationalität, Erkrankungen, Beschwerdebild oder -intensität unterschieden sich diese vier Probandinnen nicht von der Gesamtstichprobe. Zwei Probandinnen, die die Biofeedbackbehandlung regulär abgeschlossen hatten, sendeten die katamnestischen Fragebögen ohne Angaben von Gründen nicht zurück. In diesem Fall wurden die zuletzt erhobenen Werte (T1) im Sinne der LOCF-Analyse fortgeschrieben (vgl. Kap. 2.4). Bemerkenswert bleibt, dass alle anderen Teilnehmerinnen jeweils sämtliche acht Behandlungstermine vollständig absolvierten.

3.2 BEHANDLUNGSEFFEKTE AUF PSYCHOMETRISCHE VARIABLEN

Die eingesetzten Fragebögen und psychometrischen Parameter zur Erfassung des subjektiven Erlebens von Beschwerden und ihrer Veränderung wurden in Kapitel 2.3.1 dargestellt. Im Folgenden wird auf die Darstellung der Ergebnisse eingegangen. Vorweg genommen wird, dass sich die Biofeedback- und die Bewegungsgruppe in keinem der erhobenen psychometrischen Parameter vor Beginn der Intervention (T0) signifikant voneinander unterschieden.

3.2.1 ERSCHÖPFUNGSERLEBEN

Das Ausmaß des subjektiven Erschöpfungserlebens, erfasst mit dem MFI von Gaab und Ehlert (2005), reduzierte sich in der Biofeedbackgruppe signifikant in allen Subskalen und im Gesamtwert über den **Behandlungsverlauf**. Einzige Ausnahme einer nicht-signifikanten Veränderung stellt die Subskala *‘reduzierte Motivation’* dar. Nach der Bewegungstherapie verbesserte sich die Subskala *‘generelle Erschöpfung’* signifikant über den Behandlungsverlauf. In *Tabelle 7*

werden die Veränderungen der Mittelwerte innerhalb beider Gruppen und die Überprüfung der statistischen Signifikanz mittels Friedman-Test dargestellt.

Die Standardeffektstärken (**SES**) als Werte zur Darstellung der praktischen Signifikanz zeigten nach der Biofeedbacktherapie große Effekte in allen Subskalen und im Gesamtwert des MFI. In der Bewegungsgruppe zeigten sich große Effekte in den Subskalen 'generelle Erschöpfung' und 'reduzierte Aktivität'. Auch der Gesamtwert zeigte einen großen Effekt in der Bewegungsgruppe bei Vergleich der Werte von T1 bzw. T2 mit dem Ausgangswert (s. *Tabelle 7*).

Tab. 7 Erschöpfungserleben (MFI). Standardeffektstärken (SES) und Mittelwerte (MW) über den Behandlungsverlauf innerhalb der beiden Interventionsgruppen; χ^2 und Wahrscheinlichkeit (*p*) nach Friedman-Test.

	T0	T1 (nach Intervention)		T2 (follow-up)		within groups	
						χ^2	<i>p</i>
Gruppe	MW (SD)	MW (SD)	SES _{T1-T0}	MW (SD)	SES _{T2-T0}		
MFI_{gen}							
BF	15.8 (2.9)	11.7 (3.6)	1.41	11.5 (4.2)	1.46	12.3	.002
GET	17.5 (2.0)	14.4 (4.7)	1.53	13.8 (5.3)	1.80	8.9	.012
MFI_{phy}							
BF	13.2 (4.0)	10.7 (4.2)	0.62	8.8 (3.6)	1.08	19.7	<.000
GET	14.8 (4.4)	11.3 (5.2)	0.80	11.5 (5.4)	0.74	5.1	.080
MFI_{ra}							
BF	11.9 (3.8)	9.1 (3.6)	0.74	7.9 (4.1)	1.04	11.3	.004
GET	13.5 (3.9)	10.8 (4.1)	0.67	9.8 (4.6)	0.92	2.0	.359
MFI_{rm}							
BF	9.6 (2.2)	8.3 (3.6)	0.59	7.5 (3.4)	0.94	5.3	.070
GET	10.3 (3.3)	8.9 (3.9)	0.41	8.7 (4.2)	0.47	2.5	.294
MFI_{me}							
BF	11.2 (3.8)	8.4 (3.8)	0.72	7.8 (3.8)	0.88	12.9	.002
GET	12.8 (3.6)	11.2 (4.4)	0.45	11.6 (5.0)	0.33	0.6	.735
MFI_{total}							
BF	61.5 (9.7)	48.2 (15.9)	1.37	43.6 (15.9)	1.84	16.3	<.000
GET	68.8 (10.1)	56.6 (18.8)	1.21	55.6 (21.3)	1.31	2.3	.319

n = 13 innerhalb Biofeedback (BF), n = 11 innerhalb Graded Exercise Training (GET); MFI_{gen} = generelle Erschöpfung; MFI_{phy} = physische Erschöpfung; MFI_{ra} = reduzierte Aktivität; MFI_{rm} = reduzierte Motivation; MFI_{me} = mentale Erschöpfung; MFI_{total} = Gesamtwert; SD = Standardabweichung; SES dargestellt als Absolutwerte bezogen auf T0; **fett** = großer Effekt; *kursiv* = mittlerer Effekt, $\alpha = .05$.

Hinsichtlich des Erschöpfungserlebens zeigten sich im MFI **keine signifikanten Unterschiede zwischen den Interventionsgruppen** bezogen auf den Delta-wert zwischen Prä- und Postmessung (Δ_{T1-T0}) bzw. zwischen Prä-Messung und Katamnese (Δ_{T2-T0}). Die Mittelwerte der beiden Interventionsgruppen über den Behandlungsverlauf werden für die wesentlichen Subskalen und den Gesamtwert des MFI in *Abbildung 8* nochmals veranschaulicht.

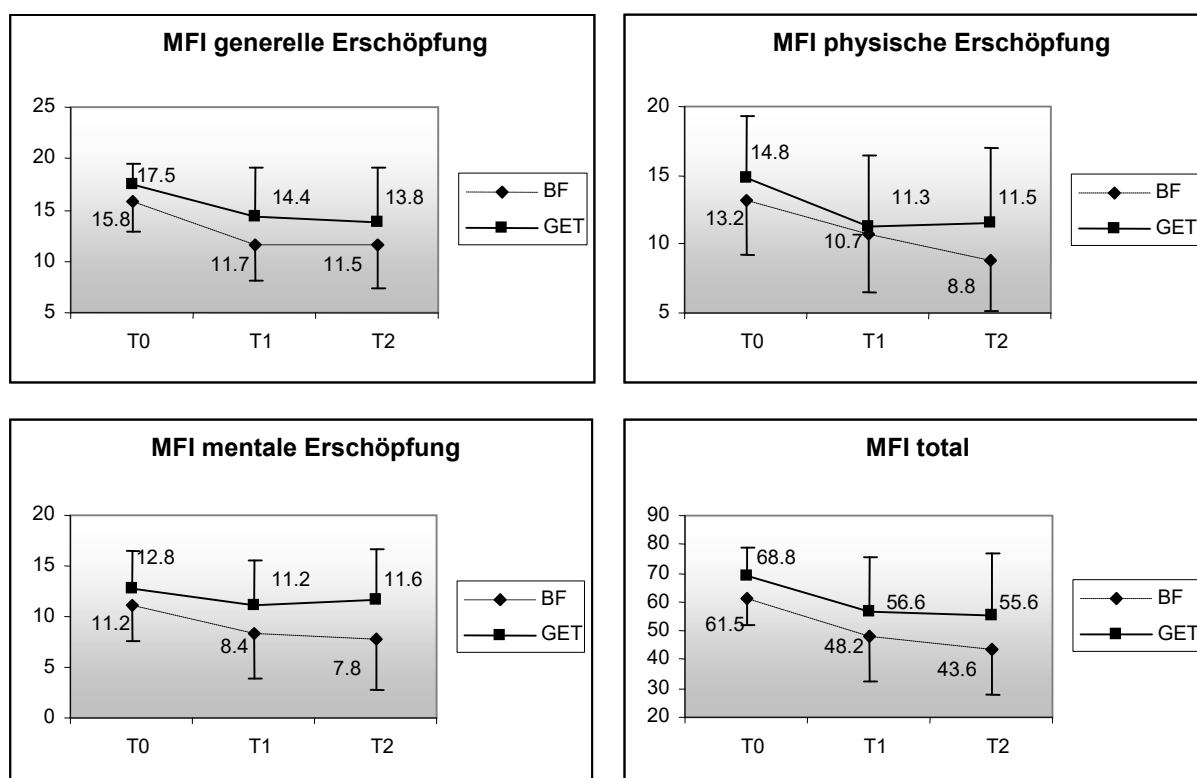


Abb. 8 Mittelwerte und Fehlerindikatoren der Interventionsgruppen nach Biofeedback (BF) bzw. Graded Exercise Training (GET) bezogen auf einzelne Subskalen und den Gesamtwert des MFI. Keine signifikanten Gruppenunterschiede Δ_{T2-T0} .

Verglichen mit der **deutschen Normstichprobe** (Schwarz et al., 2003) zeigten beide Interventionsgruppen zu Behandlungsbeginn (T0) einen Wert der 'generellen Erschöpfung', der mehr als zwei SD oberhalb des Normbereichs lag. Hinsichtlich der Normwerte für die weiteren Subskalen des MFI wiesen beide Behandlungsgruppen zu T0 Werte auf, die eine bis zwei SD oberhalb der Norm lagen. Einzige Ausnahme mit geringerer Abweichung von der Norm war in beiden Gruppen die Subskala 'reduzierte Motivation'. Nach der Intervention

(T1) lagen die Mittelwerte beider Gruppen in allen Subskalen des MFI innerhalb einer SD in Bezug zum Normwert. Einzige Ausnahme mit größerer Abweichung vom Normwert zum Zeitpunkt T1 stellte hier die Subskala *'generelle Erschöpfung'* in der Bewegungsgruppe dar. Die Mittelwerte blieben im Verlauf von T1 zu T2 stabil oder verbesserten sich weiter innerhalb beider Behandlungsgruppen, entsprechend blieben die Werte zum Zeitpunkt der Katamnese (T2) in den genannten Normbereichen. Die *'generelle Erschöpfung'* lag in der Bewegungsgruppe zu T2 innerhalb von 1,5 SD.

3.2.2 GESUNDHEITSBEZOGENE LEBENSQUALITÄT

Das Ausmaß der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (QoL) erfasst mit dem SF36 von Bullinger und Kirchberger (1998) zeigte in der Biofeedbackgruppe eine signifikante Verbesserung der Subskalenwerte *'körperliche Schmerzen'*, *'allgemeine Gesundheitswahrnehmung'*, *'Vitalität'*, *'soziale Funktionsfähigkeit'* und *'psychisches Wohlbefinden'* über den **Behandlungsverlauf**. Dies stellt sich auch in einer signifikanten Verbesserung des übergeordneten Faktors *'psychische QoL'* dar. Nach der Bewegungstherapie verbesserten sich die Subskalenwerte *'körperliche Funktionsfähigkeit'* und *'Vitalität'* signifikant über den Behandlungsverlauf, ebenso wie der übergeordnete Faktor *'körperliche QoL'*. In *Tabelle 8* werden die Veränderungen der Mittelwerte innerhalb beider Gruppen und die Überprüfung der statistischen Signifikanz mittels Friedman-Test dargestellt.

Die **SES** zeigten nach der Biofeedbacktherapie große Effekte in den Subskalen *'Vitalität'* und *'soziale Funktionsfähigkeit'*. Im Gesamtwert der *'psychischen QoL'* zeigten sich mittlere Effekte. Nach dem graduierten Bewegungstraining zeigten sich große Effekte in der Subskala *'Vitalität'* und im Gesamtwert der *'körperlichen QoL'* zu beiden Messzeitpunkten (*Tabelle 8*).

Tab. 8. Gesundheitsbezogene Lebensqualität (SF36). Standardeffektstärken (SES) und Mittelwerte (MW) über den Behandlungsverlauf innerhalb der beiden Interventionsgruppen; χ^2 und Wahrscheinlichkeit (p) nach Friedman-Test.

	T0	T1 (nach Intervention)	T2 (follow-up)		within groups		
					χ^2	p	
Gruppe	MW (SD)	MW (SD)	SES _{T1-T0}	MW (SD)	SES _{T2-T0}		
körperliche QoL (PCS)							
BF	42.6 (9.2)	45.2 (9.9)	0.28	47.1 (12.2)	0.49	2.5	.292
GET	37.7 (7.8)	44.8 (9.7)	0.92	46.6 (7.1)	1.14	9.0	.011
psychische QoL (MCS)							
BF	43.4 (10.5)	48.6 (9.0)	0.50	51.0 (8.9)	0.73	7.5	.023
GET	41.1 (9.4)	41.7 (10.9)	0.06	38.3 (15.3)	0.30	1.8	.404
körperliche Funktionsfähigkeit							
BF	82.3 (16.2)	83.1 (21.7)	0.05	84.6 (23.8)	0.14	1.7	.428
GET	71.4 (19.4)	84.1 (11.4)	0.66	84.6 (12.7)	0.68	8.1	.018
körperliche Rollenfunktion							
BF	61.5 (36.3)	76.9 (31.4)	0.42	80.8 (37.0)	0.53	4.8	.089
GET	36.4 (37.7)	56.8 (37.2)	0.54	61.4 (40.9)	0.66	5.7	.058
körperliche Schmerzen							
BF	43.6 (24.5)	51.6 (23.8)	0.33	62.7 (21.8)	0.78	13.3	.001
GET	40.8 (19.1)	53.1 (33.9)	0.64	51.7 (25.7)	0.57	0.3	.867
allgemeine Gesundheitswahrnehmung							
BF	57.1 (19.6)	63.3 (20.6)	0.31	68.1 (23.0)	0.56	7.2	.028
GET	50.3 (22.7)	58.6 (27.3)	0.37	61.1 (22.6)	0.48	3.3	.191
Vitalität							
BF	34.2 (13.0)	49.2 (19.0)	1.15	54.2 (18.7)	1.53	12.0	.002
GET	22.3 (14.1)	36.8 (23.3)	1.04	38.2 (25.8)	1.13	8.4	.015
soziale Funktionsfähigkeit							
BF	62.5 (28.9)	77.9 (21.1)	0.53	85.6 (17.6)	0.80	13.6	.001
GET	55.7 (24.0)	65.9 (32.6)	0.43	55.7 (32.3)	0.00	2.8	.250
emotionale Rollenfunktion							
BF	76.9 (37.0)	69.2 (39.6)	0.21	87.2 (29.0)	0.28	1.5	.468
GET	66.7 (36.5)	57.6 (30.2)	0.25	51.6 (45.6)	0.41	1.9	.391
psychisches Wohlbefinden							
BF	64.3 (15.7)	73.5 (12.8)	0.59	75.7 (12.9)	0.73	6.8	.033
GET	60.7 (20.2)	66.2 (21.9)	0.27	61.1 (27.3)	0.02	4.7	.097

n = 13 innerhalb Biofeedback (BF), n = 11 innerhalb Graded Exercise Training (GET); SD = Standardabweichung; SES dargestellt als Absolutwerte bezogen auf T0; **fett** = großer Effekt; *kursiv* = mittlerer Effekt, $\alpha = .05$.

Hinsichtlich der gesundheitsbezogenen Lebensqualität zeigte sich im SF36 in der Skala 'soziale Funktionsfähigkeit' ($Z_{\Delta T_2-T_0} = -2.674, p = 0.007$) und im Gesamtwert der 'psychischen QoL' ($Z_{\Delta T_2-T_0} = -2.231, p = 0.026$) ein **signifikanter Gruppenunterschied** bezogen auf den Deltawert $\Delta_{T_2-T_0}$. Die Berechnung erfolgte mittels Mann-Whitney-U Test. D. h. die Probandinnen der Biofeedbackgruppe gaben bezogen auf den Behandlungsverlauf von T0 zu T2 eine signifikant größere Verbesserung hinsichtlich der 'sozialen Funktionsfähigkeit' als auch hinsichtlich der 'psychischen QoL' an als die Probandinnen der Bewegungsgruppe. Die Mittelwerte der beiden Interventionsgruppen über den Behandlungsverlauf werden für die beiden Hauptfaktoren des SF36 in *Abbildung 9* veranschaulicht.

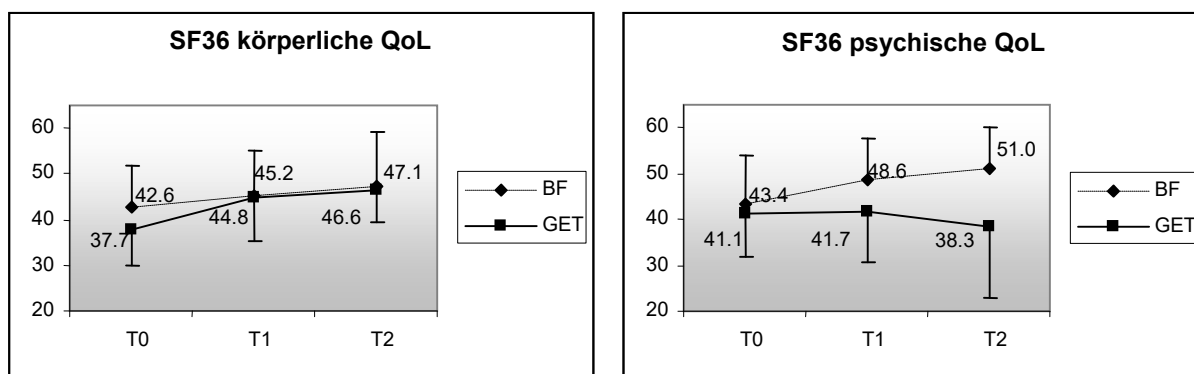


Abb. 9 Mittelwerte und Fehlerindikatoren der Interventionsgruppen nach Biofeedback (BF) bzw. Graded Exercise Training (GET) bezogen auf die beiden Hauptfaktoren des SF36. Signifikanter Gruppenunterschied $\Delta_{T_2-T_0}$ bzgl. psychischer QoL.

Die Werte der deutschen **Normstichprobe** liegen für die 'körperliche QoL' bei einem Mittelwert von 49,1 und einer SD von 10,6. Die Normwerte für die 'psychische QoL' liegen bei einem Mittelwert von 50,7 und einer SD von 8,4 (Bullinger & Kirchberger, 1998). In der 'körperlichen QoL' liegen die Probandinnen der Bewegungsgruppe zu Behandlungsbeginn mit einem Mittelwert von 37,7 mehr als eine SD unterhalb dieser Norm. Beide Interventionsgruppen liegen zu Behandlungsende hinsichtlich der 'körperlichen QoL' im Normbereich. Bezogen auf die 'psychische QoL' liegen die Probandinnen der Bewegungsgruppe sowohl zu Behandlungsbeginn als auch während der folgenden Messzeitpunkte mehr als eine SD unterhalb der Norm. Die Werte in der 'psychischen

QoL` der Probandinnen der Biofeedbackgruppe liegen zu Behandlungsbeginn innerhalb einer SD und erreichen zum Zeitpunkt der Katamnese den Mittelwert der Normstichprobe.

3.2.3 DEPRESSIVITÄT

Das Ausmaß der *Depressivität*, erfasst mit dem PHQ-9 von Löwe und Kollegen (2002), reduzierte sich signifikant in der Biofeedbackgruppe über den **Behandlungsverlauf**. In der Bewegungsgruppe ließen sich keine Veränderungen hinsichtlich der *Depressivität* mit dem PHQ-9 nachweisen. Die **SES** als Wert zur Darstellung der praktischen Signifikanz zeigte in der Biofeedbackgruppe sowohl nach Ende der Intervention (T1) als auch zum Zeitpunkt der Katamnese (T2) einen großen Effekt bezogen auf den Ausgangswert. In *Tabelle 9* werden die Veränderung der Mittelwerte innerhalb beider Gruppen und die Überprüfung der statistischen Signifikanz sowie die SES dargestellt.

Tab. 9 Depressivität (PHQ-9). Standardeffektstärken (SES) und Mittelwerte (MW) über den Behandlungsverlauf innerhalb der beiden Interventionsgruppen; χ^2 und Wahrscheinlichkeit (p) nach Friedman-Test.

	T0	T1 (nach Intervention)		T2 (follow-up)		within groups	
						χ^2	p
Gruppe	MW (SD)	MW (SD)	SES_{T1-T0}	MW (SD)	SES_{T2-T0}		
Depression							
BF	7.5 (3.1)	4.3 (3.0)	1.05	4.2 (3.1)	1.10	10.3	.006
GET	8.9 (5.4)	8.3 (4.6)	0.11	8.8 (6.0)	0.02	0.8	.656

n = 13 innerhalb Biofeedback (BF), n = 11 innerhalb Graded Exercise Training (GET); SD = Standardabweichung; SES dargestellt als Absolutwerte bezogen auf T0; **fett** = großer Effekt; *kursiv* = mittlerer Effekt, $\alpha = .05$.

Hinsichtlich der *Depressivität* zeigte sich im PHQ-9 ein **signifikanter Gruppenunterschied** bezogen auf die Differenz der Mittelwerte zwischen Katamnese und Prämessung Δ_{T2-T0} ($Z_{\Delta T2-T0} = -2.039$, $p = .041$). Die Berechnung erfolgte mittels Mann-Whitney-U Test. D. h. Die Probandinnen der Biofeedbacktherapie zeigten bezogen auf den Behandlungsverlauf von T0 zu T2 eine signifikant stärkere Reduktion depressiver Symptome als die Probandinnen der Bewegungsgruppe. Die Mittelwerte der beiden Interventionsgruppen über den Behandlungsverlauf werden in *Abbildung 10* nochmals veranschaulicht.

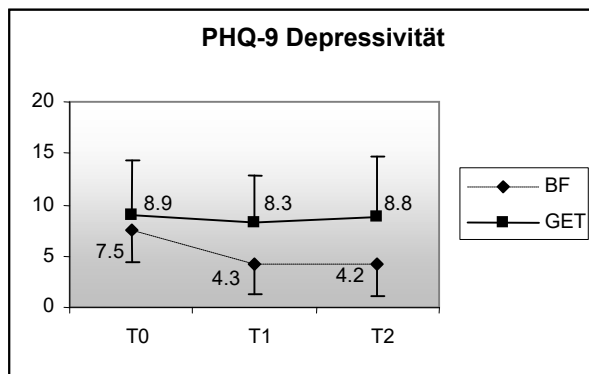


Abb. 10 Mittelwerte und Fehlerindikatoren der Interventionsgruppen nach Biofeedback (BF) bzw. Graded Exercise Training (GET) bezogen auf den Depressionswert des PHQ-9. Signifikanter Gruppenunterschied Δ_{T2-T0} .

Vor Beginn der Intervention lagen beide Gruppen mit einem PHQ-9-Wert oberhalb von 5 im Bereich der leichtgradigen Depression entsprechend der **Schweregradbeurteilung** nach Kroenke und Kollegen. (2001). Nach Ende der Intervention sowie zum Zeitpunkt der Katamnese lag der Mittelwert der Biofeedbackgruppe unterhalb der Grenze zu leichtgradigen Depression. Der Mittelwert der Bewegungsgruppe blieb über den Behandlungsverlauf hinweg konstant im leichtgradig depressiven Bereich.

3.2.4 VERÄNDERUNG VON ENTSPANNUNGSFÄHIGKEIT UND BESCHWERDENERLEBEN

Das Ausmaß der erschöpfungsassoziierten Beschwerdesymptomatik und des Entspannungserlebens bzw. der psychophysiologischen Regulation, erfasst mit dem ASS-SYM von Krampen (2006), verbesserte sich nach der Biofeedbacktherapie signifikant in den Subskalen *'Erschöpfung'*, *'innere Anspannung'* und *'psychophysiologische Dysregulation'* sowie im *Gesamtwert* über den **Behandlungsverlauf**. In der Bewegungsgruppe verbesserten sich die Werte in den Subskalen *'Erschöpfung'*, *'Leistung'* und *'Schmerzen'* sowie ebenfalls im *Gesamtwert* signifikant. Die Veränderungen der Mittelwerte innerhalb beider Gruppen und die Überprüfung der statistischen Signifikanz mittels Friedman-Test werden in *Tabelle 10* dargestellt.

Die **SES** zeigten nach der Biofeedbacktherapie große Effekte in den Subskalen 'Erschöpfung', 'innere Anspannung' und 'psychophysiologische Dysregulation' sowie im *Gesamtwert* des ASS-SYM. In der Bewegungsgruppe zeigten sich mittlere Effekte in den Subskalen 'Erschöpfung', 'psychophysiologische Dysregulation' und 'Schmerzen'. Der *Gesamtwert* wies eine mittlere SES in der Bewegungsgruppe bei Vergleich der Werte von T1 zu T0 auf. (s. *Tabelle 10*).

Tab. 10 Veränderungserleben von Entspannung und Beschwerden (ASS-SYM). Standardeffektstärken (SES) und Mittelwerte (MW) über den Behandlungsverlauf innerhalb der beiden Interventionsgruppen; χ^2 und Wahrscheinlichkeit (p) nach Friedman-Test.

	T0	T1 (nach Intervention)	T2 (follow-up)	within groups			
						χ^2	p
Gruppe	MW (SD)	MW (SD)	SES _{T1-T0}	MW (SD)	SES _{T2-T0}		
Gesamt							
BF	53.9 (17.1)	39.2 (14.8)	0.87	35.2 (16.7)	1.09	12.2	.002
GET	65.2 (28.3)	51.1 (27.2)	<i>0.50</i>	52.5 (33.6)	0.45	9.4	.009
Erschöpfung							
BF	16.3 (3.8)	10.9 (3.6)	1.42	10.3 (4.2)	1.56	15.0	.001
GET	15.6 (4.3)	12.7 (4.2)	<i>0.65</i>	12.6 (5.8)	<i>0.69</i>	7.0	.029
innere Anspannung							
BF	8.5 (2.6)	6.2 (3.9)	0.89	5.9 (4.2)	1.01	7.0	.029
GET	10.5 (6.1)	7.9 (5.9)	0.42	9.0 (7.3)	0.24	3.7	.161
psychophys. Dysregulation							
BF	6.8 (3.5)	5.7 (2.4)	0.31	4.0 (2.5)	0.80	9.5	.008
GET	9.0 (5.7)	6.0 (3.8)	<i>0.53</i>	6.6 (4.2)	0.43	5.9	.053
Leistung							
BF	8.1 (4.2)	6.5 (4.5)	0.39	5.8 (4.2)	<i>0.55</i>	5.3	.071
GET	11.9 (5.0)	10.0 (5.8)	0.38	9.6 (6.9)	0.45	6.2	.044
Schmerzen							
BF	8.7 (5.0)	6.9 (3.9)	0.35	5.9 (3.2)	<i>0.55</i>	1.6	.455
GET	9.7 (4.9)	6.3 (4.4)	<i>0.70</i>	6.6 (4.2)	<i>0.64</i>	12.8	.002
Selbstbestimmung							
BF	5.6 (5.4)	3.1 (4.1)	0.47	3.4 (3.8)	0.41	2.7	.262
GET	8.6 (6.6)	8.2 (6.9)	0.06	8.2 (7.4)	0.06	0.7	.690

n = 13 innerhalb Biofeedback (BF), n = 11 innerhalb Graded Exercise Training (GET); SD = Standardabweichung; SES dargestellt als Absolutwerte bezogen auf T0; **fett** = großer Effekt; *kursiv* = mittlerer Effekt, $\alpha = .05$.

Hinsichtlich des Veränderungserlebens von Entspannung und Beschwerden zeigten sich im ASS-SYM **keine signifikanten Unterschiede zwischen den Interventionsgruppen** bezogen auf den Deltawert zwischen Prä- und Postmessung (Δ_{T1-T0}) bzw. zwischen Prä-Messung und Katamnese (Δ_{T2-T0}). Die Mittelwerte der beiden Interventionsgruppen über den Behandlungsverlauf werden für die wesentlichen Subskalen und den *Gesamtwert* des ASS-SYM in *Abbildung 11* veranschaulicht.

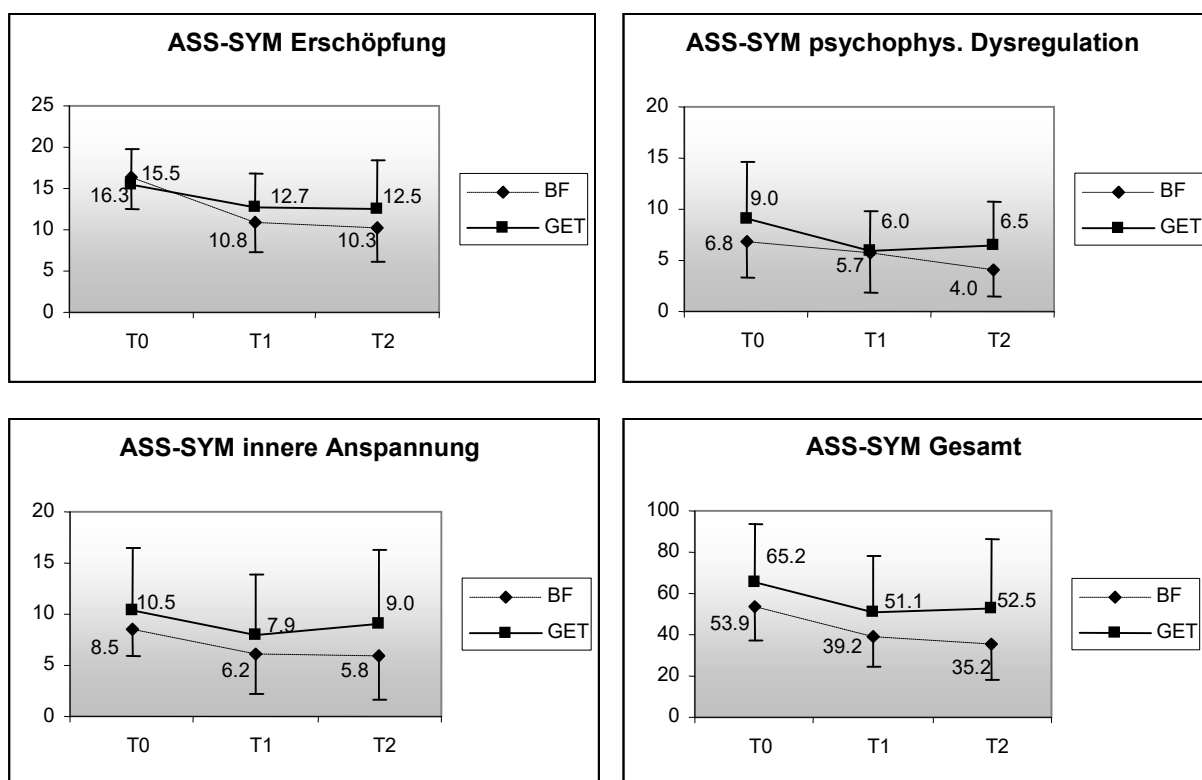


Abb. 11 Mittelwerte und Fehlerindikatoren der Interventionsgruppen nach Biofeedback (BF) bzw. Graded Exercise Training (GET) bezogen auf einzelne Subskalen und den Gesamtwert des ASS-SYM. Keine signifikanten Gruppenunterschiede Δ_{T2-T0} .

Im Vergleich zu den von Krampen (2006) angegebenen **Vergleichswerten**, liegen die *Gesamtwerte* im ASS-SYM der Biofeedbackgruppe zu Behandlungsbeginn bei einem T-Wert von 54 und einem Prozentrang (PR) von 66%. Dabei gilt: je höher die Werte, desto höher die Problem- bzw. Beschwerdeblastung. Die Einordnung der Werte der Biofeedbackgruppe zu den weiteren Messzeitpunkten verläuft abnehmend mit einem T-Wert von 50 (PR 50%) zu T1 und ei-

nem T-Wert von 48 (PR 42%) zu T2. In der Bewegungsgruppe liegt der T-Wert zu T0 bei 60 (PR 84%) und verläuft abnehmend zu T1 mit einem T-Wert von 54 (PR 66%) und verbleibt dort zu T2. Insgesamt lassen sich alle Gesamtwerte beider Gruppen in den durchschnittlichen Bereich innerhalb einer SD in Bezug zum Mittelwert der Vergleichsgruppe einordnen.

3.2.5 SOMATISIERUNGSTENDENZEN

Der *Beschwerdeindex* als Maß für Somatisierungstendenzen allgemeiner Art, erfasst mit dem SOMS von Rief und Kollegen (Rief & Hiller, 2008; Rief et al., 1997), zeigte eine signifikante Reduktion über den **Behandlungsverlauf** innerhalb beider Interventionsgruppen. Die **SES** als Maß der praktischen Signifikanz zeigten ebenfalls in beiden Gruppen mittlere bis große Effekte sowohl nach Ende der Intervention als auch zum Zeitpunkt der Katamnese. In *Tabelle 11* werden die Veränderung der Mittelwerte innerhalb beider Gruppen und die Überprüfung der statistischen Signifikanz sowie die SES dargestellt.

Tab. 11 *Beschwerdeindex (SOMS)*. Standardeffektstärken (SES) und Mittelwerte (MW) über den Behandlungsverlauf innerhalb der beiden Interventionsgruppen; χ^2 und Wahrscheinlichkeit (p) nach Friedman-Test.

	T0	T1 (nach Intervention)	T2 (follow-up)	within groups			
						χ^2	p
Gruppe	MW (SD)	MW (SD)	SES _{T1-T0}	MW (SD)	SES _{T2-T0}		
Beschwerdeindex							
BF	12.0 (4.6)	7.9 (5.2)	0.90	8.9 (4.4)	<i>0.67</i>	6.4	.041
GET	16.6 (6.6)	10.9 (8.2)	0.86	11.2 (7.5)	0.82	11.1	.004

n = 13 innerhalb Biofeedback (BF), n = 11 innerhalb Graded Exercise Training (GET); SD = Standardabweichung; SES dargestellt als Absolutwerte bezogen auf T0; **fett** = großer Effekt; *kursiv* = mittlerer Effekt, $\alpha = .05$.

Hinsichtlich der Somatisierungstendenzen bzw. des *Beschwerdeindex* im SOMS zeigten sich **keine signifikanten Unterschiede zwischen den Interventionsgruppen** bezogen auf den Deltawert zwischen Prä- und Postmessung (Δ_{T1-T0}) bzw. zwischen Prä-Messung und Katamnese (Δ_{T2-T0}). Die Mittelwerte der beiden Interventionsgruppen über den Behandlungsverlauf werden in *Abbildung 12* nochmals veranschaulicht.

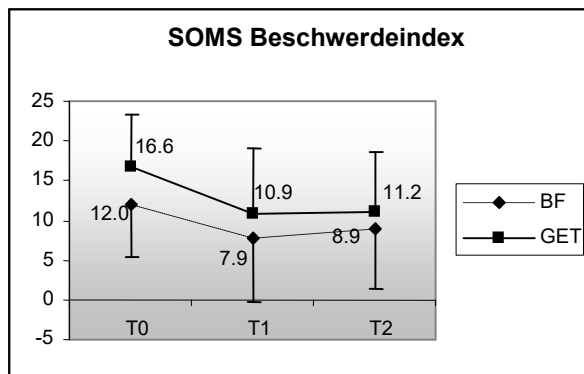


Abb. 12 Mittelwerte und Fehlerindikatoren der Interventionsgruppen nach Biofeedback (BF) bzw. Graded Exercise Training (GET) bezogen auf den Beschwerdeindex des SOMS. Kein signifikanter Gruppenunterschied Δ_{T2-T0} .

Liegen die Werte des *Beschwerdeindex* im SOMS oberhalb von 7, liegt üblicherweise ein starkes und **beeinträchtigendes Somatisierungssyndrom** vor (Rief & Hiller, 1999; Rief & Hiller, 2008). Beide Interventionsgruppen liegen zu Beginn der Behandlung im *Beschwerdeindex* deutlich oberhalb dieses Cut-Off-Wertes von 7. Von einer starken Beeinträchtigung der Probandinnen durch die allgemeinen Somatisierungstendenzen ist auszugehen. Bezogen auf die Häufigkeiten zeigt sich, dass zu Behandlungsbeginn 23 Probandinnen einen *Beschwerdeindex* >7 aufweisen. Zu den weiteren Messzeitpunkten (T1, T2) zeigten 13 bzw. 14 Probandinnen weiterhin einen *Beschwerdeindex* >7 .

3.2.6 KONTROLLÜBERZEUGUNGEN

Das Ausmaß der erlebten Kontrolle über das eigene gesundheitliche Befinden, erfasst mit dem KKG von Lohaus und Schmitt (1989), zeigte lediglich in der Biofeedbackgruppe eine signifikante Veränderung über den **Behandlungsverlauf** in der Subskala 'soziale Externalität'. Die Veränderung deutet auf eine Zunahme von externalen Kontrollüberzeugungen von T0 zu T1 hin. Die diesbezügliche **SES** bei Vergleich der Werte von T1 mit dem Ausgangswert ist mit einem Wert von 0.34 als klein einzustufen. Alle weiteren SES zeigen weder für die Biofeedback- noch für die Bewegungsgruppe mittlere oder große Effekte (vgl. *Tabelle 12*).

Tab. 12 Kontrollüberzeugungen (KKG). Standardeffektstärken (SES) und Mittelwerte (MW) über den Behandlungsverlauf innerhalb der beiden Interventionsgruppen; χ^2 und Wahrscheinlichkeit (p) nach Friedman-Test.

	T0	T1 (nach Intervention)	T2 (follow-up)		within groups		
					χ^2	p	
Gruppe	MW (SD)	MW (SD)	SES_{T1-T0}	MW (SD)	SES_{T2-T0}		
Internalität							
BF	27.6 (4.9)	29.0 (5.1)	0.28	29.2 (4.7)	0.33	1.3	.518
GET	26.3 (5.7)	27.8 (5.1)	0.27	28.3 (6.3)	0.35	0.8	.682
soziale Externalität							
BF	18.8 (5.4)	20.6 (3.7)	0.34	19.0 (4.6)	0.04	6.1	.047
GET	19.7 (6.4)	20.2 (6.6)	0.07	21.1 (5.9)	0.21	1.4	.500
fatalistische Externalität							
BF	16.0 (6.8)	15.2 (7.1)	0.11	14.7 (6.7)	0.19	0.1	.933
GET	16.2 (5.9)	14.8 (5.7)	0.23	16.9 (3.9)	0.12	1.8	.397

n = 13 innerhalb Biofeedback (BF), n = 11 innerhalb Graded Exercise Training (GET); SD = Standardabweichung; SES dargestellt als Absolutwerte bezogen auf T0; **fett** = großer Effekt; *kursiv* = mittlerer Effekt, $\alpha = .05$.

Hinsichtlich der *Kontrollüberzeugungen* zeigten sich im KKG **keine signifikanten Unterschiede zwischen den Interventionsgruppen** bezogen auf den Del-tawert zwischen Prä- und Postmessung (Δ_{T1-T0}) bzw. zwischen Prä-Messung und Katamnese (Δ_{T2-T0}).

Entsprechend der bei Lohaus und Schmitt (1989) angegebenen **Normwerte** der drei Faktoren befinden sich die Mittelwerte der Probandinnen beider Interventionsgruppen zu allen Messzeitpunkten innerhalb $\frac{1}{2}$ SD und können damit als durchschnittlich eingeschätzt werden.

3.2.7 HABITUELLE KÖRPERLICHE AKTIVITÄT

Das Ausmaß der subjektiven Einschätzung der *körperlichen Aktivität*, erfasst mit dem HPA adaptiert nach Wagner und Singer (2003), zeigte in der Biofeedbackgruppe keine signifikanten **Veränderungen von T0 zu T1**. Nach der Bewegungstherapie zeigte sich hingegen eine signifikante Verbesserung. Die diesbezügliche **SES** deutet auf einen mittleren Effekt hin. Die Veränderungen

der Mittelwerte innerhalb beider Gruppen und die Überprüfung der Signifikanz mittels Wilcoxon-Test sind in *Tabelle 13* dargestellt.

Tab. 13 Körperliche Aktivität (HPA). Standardeffektstärken (SES) und Mittelwerte (MW) nach Intervention innerhalb der beiden Gruppen; Z und Wahrscheinlichkeit (p) nach Wilcoxon Test.

	T0	T1 (nach Intervention)	within groups		
				Z	p
Gruppe	MW (SD)	MW (SD)	SES _{T1-T0}		
HPA_{gesamt}					
BF	8.7 (0.8)	8.8 (1.3)	0.19	-0.1	.919
GET	7.7 (1.3)	8.4 (1.0)	<i>0.59</i>	-2.7	.008

$n = 13$ innerhalb Biofeedback (BF), $n = 10$ innerhalb Graded Exercise Training (GET); SD = Standardabweichung; SES dargestellt als Absolutwerte bezogen auf T0; **fett** = großer Effekt; *kursiv* = mittlerer Effekt, $\alpha = .05$.

Hinsichtlich der subjektiven Einschätzung der *körperlichen Aktivität* zeigte sich im HPA ein **signifikanter Unterschied zwischen den Interventionsgruppen** ($Z_{\Delta T1-T0} = -2.613$, $p = 0.008$) bezogen auf den Deltawert zwischen Prä- und Postmessung (Δ_{T1-T0}). D. h. Die Bewegungsgruppe gab eine signifikant höhere Zunahme an eigener *körperlicher Aktivität* an als die Probandinnen der Biofeedbackgruppe (vgl. *Abbildung 13*).

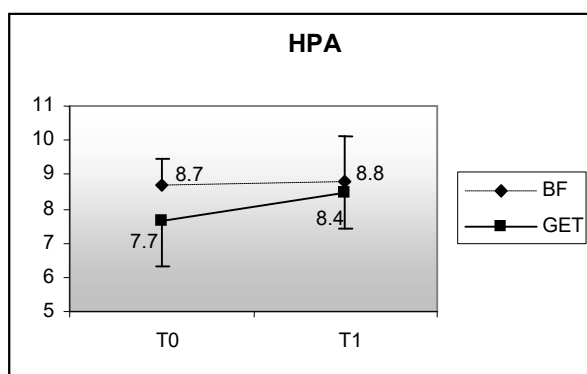


Abb. 13 Mittelwerte und Fehlerindikatoren der Interventionsgruppen nach Biofeedback (BF) bzw. Graded Exercise Training (GET) bezogen auf den HPA. Signifikanter Gruppenunterschied Δ_{T2-T0} .

3.3 BEHANDLUNGSEFFEKTE AUF DIE KÖRPERLICHE LEISTUNGSFÄHIGKEIT

Im Folgenden werden die Ergebnisse der sportmedizinischen Untersuchung, d. h. die in der Abteilung für Sportmedizin mittels Spiroergometrie und Laktatmessung erhobenen Daten, zusammenfassend berichtet. Die detaillierte Vorstellung der erhobenen Parameter findet sich in Kapitel 2.3.2. Alle entsprechenden Werte werden relativiert zum Körpergewicht berechnet. Die Messzeitpunkte bestanden aus einer Prä- und einer Postmessung, katamnestische Daten wurden nicht erhoben. Auch bezüglich der sportmedizinischen Parameter kann vorweggenommen werden, dass im Sinne einer erfolgreichen Randomisierung keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen vor Beginn der Intervention vorlagen. Alle Veränderungen der Mittelwerte innerhalb beider Gruppen, die Überprüfung der statistischen Signifikanz mittels Wilcoxon-Test und die Darstellung der SES als Werte der praktischen Signifikanz werden in *Tabelle 14* zusammenfassend am Ende des Kapitels dargestellt. Sämtliche Mittelwerte der beiden Interventionsgruppen über den Behandlungsverlauf von T0 zu T1 werden in *Abbildung 14* ebenfalls am Ende des Kapitels nochmals veranschaulicht.

Vorweg genommen wird, dass sich hinsichtlich der körperlichen Leistungsfähigkeit in keinem der sportmedizinischen Parameter ein signifikanter Unterschied zwischen den Interventionsgruppen bezogen auf den **Deltawert** zwischen Prä- und Postmessung (Δ_{T1-T0}) zeigte.

3.3.1 RELATIVE MAXIMALE SAUERSTOFFAUFNAHME

Beginnend mit der spiroergometrisch erhobenen relativen maximalen Sauerstoffaufnahme ($relVO_{2max}$; ml/min*kg) als Variable zur Erfassung der Gesamtleistungsfähigkeit zeigte sich eine signifikante Verbesserung der Werte in der Bewegungsgruppe. Der Effekt mittels SES ist als klein einzuordnen. Die Probandinnen der Biofeedbackintervention zeigten keine statistisch bedeutsame Veränderung der $relVO_{2max}$. Bezogen auf den von Hollmann und Hettinger (2000) genannten Normbereich bei Frauen von durchschnittlich 32-38

ml/min*kg, befinden sich unserer Probandinnen mit Werten von durchschnittlich 27,3 ml/min*kg bei Behandlungsbeginn deutlich unterhalb der Norm.

3.3.2 RELATIVE MAXIMALE LEISTUNG

Die über den Laktatwert ermittelt relative maximale Leistung ($relW_{max}$; W/kg) zeigte ebenfalls in der Bewegungsgruppe eine signifikante Verbesserung von der Prä- zur Postmessung. Der über die SES ermittelte Effekt ist als mittelgroß einzuschätzen. In der Biofeedbackgruppe zeigte sich keine signifikante Veränderung in der W_{max} . Entsprechend den Angaben von Dickhuth (2000) liegt die $relW_{max}$ in der untrainierten Normalbevölkerung bei Frauen bei ca. 1,7-2,5W/kg. Demzufolge befindet sich die untersuchte Population mit einem durchschnittlichen Wert von 1,2W/kg deutlich unterhalb der Norm. Dabei bleibt zu beachten, dass die $relW_{max}$ stark von der Motivation des Einzelnen abhängt.

3.3.3 SUBMAXIMALE SAUERSTOFFAUFNAHME (AT)

Die Ausdauerleistungsfähigkeit in Form der spiroergometrisch erhobenen submaximalen Sauerstoffaufnahme an der aerob/anaeroben Schwelle (AT $relVO_{2max}$; ml/min*kg) zeigte in der Bewegungsgruppe keine statistisch bedeutsame Veränderung. In der Biofeedbackgruppe zeigte sich eine signifikante Abnahme des Wertes von der Prä- zur Postmessung. Diese Veränderung ist im Sinne einer Verringerung der Ausdauerleistungsfähigkeit zu verstehen. Die SES deutet hierbei auf einen mittleren Effekt hin.

3.3.4 HERZFREQUENZ UND LEISTUNG (IAS)

Die folgenden beiden Parameter wurden bezogen auf die individuelle anaerobe Schwelle (IAS) berechnet. Sie ergeben sich aus Daten der Laktatmessung und dienen ebenfalls der Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit. Zu diesen Daten ist zu bemerken, dass zwei Probandinnen der Bewegungsgruppe und eine Probandin der Biofeedbackgruppe die IAS zum ersten Messzeitpunkt (T0) nicht erreichten und somit nicht in die Auswertung einbezogen werden konnten.

Hinsichtlich der **Leistung an der IAS** (IAS W) zeigten sich innerhalb beider Behandlungsgruppen keine signifikanten Veränderungen und keine mittleren oder großen Effektstärken. Hinsichtlich der **Herzfrequenz an der IAS** (HF IAS, 1/min) zeigt die Bewegungsgruppe keine statistisch signifikante Verbesserung der Werte. Die Berechnung der SES spricht jedoch für einen mittleren Effekt hinsichtlich der Reduktion der HF IAS. In der Biofeedbackgruppe verbessert sich die HF IAS signifikant im Sinne einer Verringerung des Wertes. Der Effekt der hierfür berechneten SES ist als klein einzuordnen.

Tab. 14 Sportmedizinische Parameter. Standardeffektstärken (SES) und Veränderungen der Mittelwerte (MW) nach Intervention innerhalb der beiden Gruppen; χ^2 und Wahrscheinlichkeit (p) nach Wilcoxon Test.

	T0	T1 (nach Intervention)		within groups	
				Z	p
Gruppe	MW (SD)	MW (SD)	SES _{T1-T0}		
VO₂max (ml/min*kg)					
BF	27.308 (5.677)	27.769 (5.555)	0.08	-0.238	.812
GET	27.272 (4.860)	29.272 (4.338)	0.41	-2.120	.034
Wmax (W/kg)					
BF	1.242 (0.285)	1.350 (0.240)	0.38	-1.535	.125
GET	1.203 (0.291)	1.367 (0.298)	0.56	-2.384	.017
AT VO₂ (ml/min*kg)					
BF	19.308 (4.270)	16.923 (2.957)	0.56	-2.527	.012
GET	18.455 (6.089)	18.091 (5.700)	0.06	-0.681	.496
IAS W (W)					
BF	1.007 (0.185)	1.068 (0.190)	0.33	-1.379	.168
GET	0.988 (0.174)	1.013 (0.147)	0.15	-1.334	.182
HF IAS (1/min)					
BF	154.17 (23.71)	148.77 (23.66)	0.23	-2.245	.025
GET	156.56 (13.31)	147.30 (13.95)	0.70	-1.895	.058

n = 13 innerhalb Biofeedback (BF), n = 10 innerhalb BF für IAS W bzw. HF IAS, n = 11 innerhalb Graded Exercise Training (GET), n = 9 innerhalb Graded Exercise (GET) für IAS W bzw. HF IAS; SD = Standardabweichung; SES dargestellt als Absolutwerte bezogen auf T0; VO₂max, Wmax, IAS W und AT VO₂ relativiert am Körpergewicht (kg); **fett** = großer Effekt; *kursiv* = mittlerer Effekt, $\alpha = .05$.

Die obigen Werte werden in der folgenden *Abbildung 14* nochmals veranschaulicht.

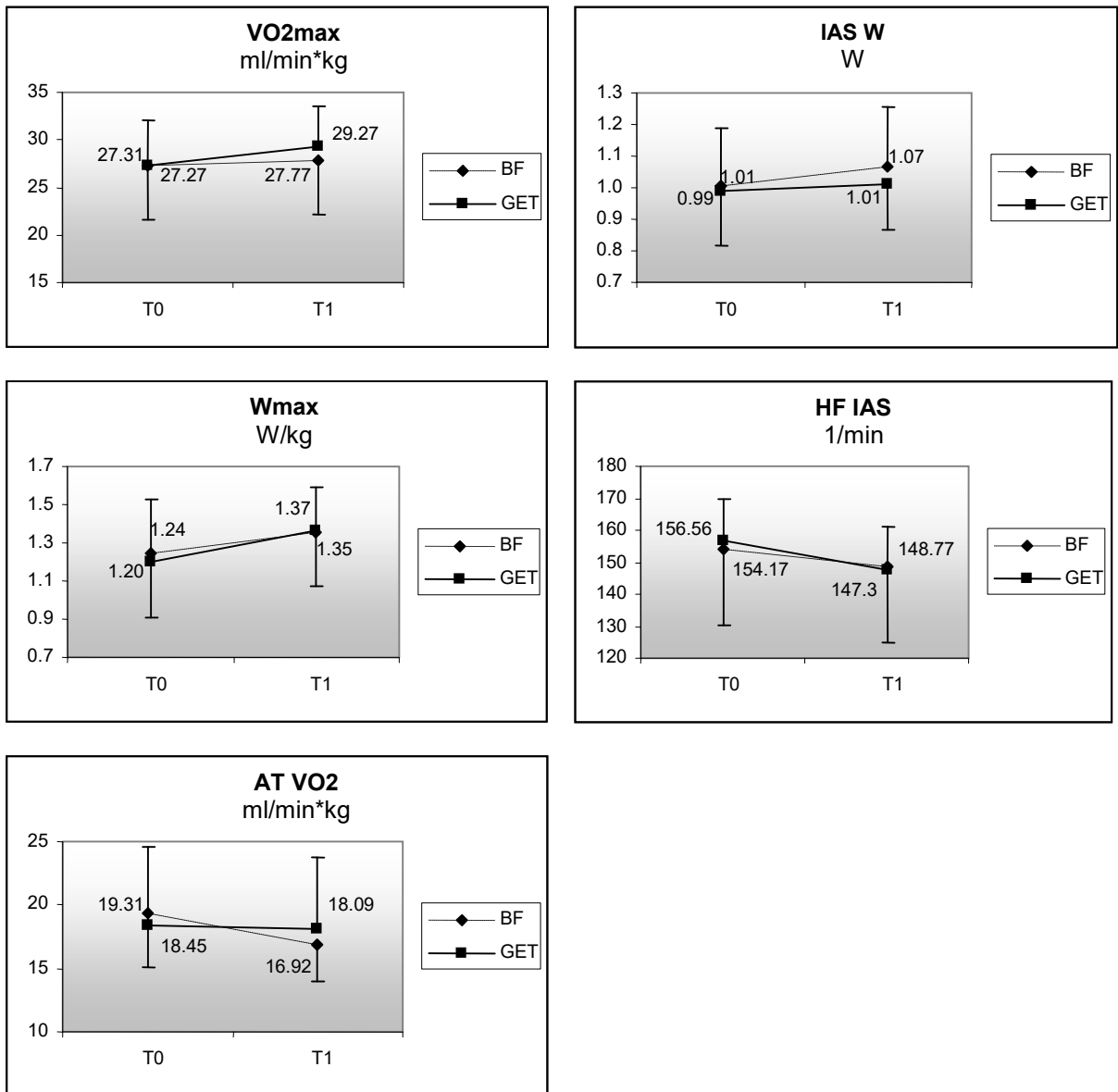


Abb. 14 Mittelwerte und Fehlerindikatoren der Interventionsgruppen nach Biofeedback (BF) bzw. Graded Exercise Training (GET) bezogen auf die erhobenen Parameter der körperlichen Leistungsfähigkeit. Keine signifikanten Gruppenunterschiede Δ_{T2-T0} .

3.4 QUALITATIVE ERGEBNISSE

Zwanzig der 24 Probandinnen, die die Biofeedback- bzw. die Bewegungsintervention vollständig abgeschlossen haben, nutzten die Möglichkeit zum Katamnesezeitpunkt eine freie Rückmeldung über das jeweilige Behandlungsprogramm zu geben (jeweils 10 Probandinnen pro Gruppe). Dafür waren von der Autorin die folgenden offenen Fragen angeboten worden (vgl. *Anhang 7*):

- „Was hat sich bei Ihnen während des Trainings positiv verändert?“
- „Welche negativen Veränderungen gab es?“
- „Gab es Veränderungen, die über den Trainingszeitraum hinaus fortbestehen? Wenn ja, welche?“
- „Welche Verbesserungsvorschläge für das Trainingsprogramm gibt es von Ihrer Seite?“
- „Weitere Kommentare / Anmerkungen oder Rückmeldungen.“

3.4.1 POSITIVE UND NEGATIVE VERÄNDERUNGEN

Insgesamt benannten 19 Teilnehmerinnen **positive Veränderungen** im Rahmen der Behandlung. Hierbei betonten die Absolventinnen der Biofeedbacktherapie am häufigsten eine Verbesserung hinsichtlich der eigenen Körperwahrnehmung sowie der Wahrnehmung von An- und Entspannungszuständen und einen besseren Umgang damit (sechs Probandinnen). Vier Probandinnen der Biofeedbackgruppe benannten eine Verbesserung der Entspannungsfähigkeit bzw. eine Verbesserung darin „den Alltag loszulassen“. Die beiden Bereiche, die am häufigsten von Probandinnen der Bewegungsgruppe mit positiven Veränderungen belegt wurden, waren eine verbesserte Ausdauer und erhöhte Belastbarkeit einschließlich von mehr Freude an der Bewegung (acht Probandinnen) sowie eine Steigerung des Wohlbefindens (vier Probandinnen). Darüber hinaus benannten einzelne Probandinnen eine verstärkte Reflexion über eigene Zielsetzungen, eine positivere Einstellung zur eigenen Person als auch einen Zugewinn an „innerer Stabilität“ als zuträgliche Veränderungen der Interventionen. Einzig eine Probandin der Bewegungsgruppe gab an, dass es keine positiven Veränderungen gegeben habe. Hinsichtlich **negativer Veränderungen**

bemerkten eine Probandin der Bewegungsgruppe eine Appetit- und damit eine Gewichtszunahme. Je eine Probandin der Biofeedback- und der Bewegungsgruppe gaben an, dass die Gespräche über den Zusammenhang von Beschwerden und Persönlichem eine gewisse psychische Belastung dargestellt haben. Eine Probandin der Bewegungsgruppe benannte eine depressive Entwicklung ausgelöst durch äußere Faktoren. Jeweils eine Probandin der Biofeedbackgruppe gab Veränderung in den Alltagsgewohnheiten und in den Rollenerwartungen bzw. zu Beginn der Behandlung eine Zunahme an Migräne als negative Veränderung an.

3.4.2 FORTBESTEHENDE VERÄNDERUNGEN

Jeweils sieben Probandinnen der Biofeedback- bzw. der Bewegungsgruppe gaben keinerlei negative Veränderungen im weiteren Verlauf an. Fünfzehn der Probandinnen beider Gruppen benannten, dass positive Veränderungen hinsichtlich der Körper- und Situationswahrnehmung, der Entspannungs- und Stressregulationsfähigkeiten, der psychischen und körperlichen Belastbarkeit sowie der Motivation zu Bewegung fortbeständen. Vier der Probandinnen der Bewegungsgruppe und eine Probandin der Biofeedbackgruppe gaben keine über den Behandlungszeitraum fortbestehenden Veränderungen an.

3.4.3 VERBESSERUNGSVORSCHLÄGE UND KOMMENTARE

Zehn Probandinnen äußerten keine Verbesserungsvorschläge. Andere Probandinnen benannten Verbesserungsvorschläge in Form von Wünschen nach Adressenaustausch und gemeinsamen Trainingsmöglichkeiten mit anderen Probandinnen sowie den Wunsch nach einer schriftlichen Anleitung für eigenständiges Training (z. B. Broschüre) und eine noch ausführlichere Rückmeldung über die Testergebnisse sowie eine längere Dauer der Intervention. Eine Probandin äußerte den Wunsch nach zusätzlicher finanzieller Aufwandsentschädigung. Die Möglichkeit des abschließenden Bereichs der ganz freien Kommentare und Rückmeldungen wurde von 10 Teilnehmerinnen genutzt. Sie benannten Dankbarkeit und positive Erfahrungen mit der individuellen Intervention und dem Verlauf der Studie.

4 DISKUSSION

Die einleitend beschriebenen theoretischen Grundlagen zu CFS und Biofeedback werden im Folgenden zusammengeführt mit den konzeptionellen Überlegungen sowie den Ergebnissen der durchgeführten Interventionsstudie und ihrer Bewertung. Dabei werden Möglichkeiten und Grenzen der Arbeit diskutiert und im Sinne eines Ausblicks therapeutische Implikationen für zukünftige Interventionen in Verbindung mit der Behandlung von Patienten mit CFS erwogen.

4.1 HYPOTHESEN UND ERGEBNISSE

Bei der Bewertung und Diskussion der Ergebnisse wird entsprechend der in Kapitel 1.5 vorgestellten Hypothesen vorgegangen. Übergeordnet bestand aufgrund der vorangegangenen Literatur- und Datenanalyse die Annahme, dass Biofeedbacktherapie ebenso wirksam ist wie graduierte Bewegungstherapie als etabliertes Verfahren zur Behandlung von CFS.

Die Auswahl der eingesetzten Instrumente (Psychometrie und sportmedizinische Parameter) orientierte sich insgesamt an der Datenlage bisheriger Studien (vgl. Fulcher & White, 1997; Martin et al., 2013; Price et al., 2008; White et al., 2011). Üblicherweise wurden in diesen Studien das Ausmaß bzw. die Intensität der Erschöpfung und das körperliche Funktionsniveau als primäre Outcome-Variablen erhoben. Darüber hinaus wurden als sekundäre Outcome-Variablen häufig Depressivität, Ängstlichkeit und das weitergefasste Beschwerdeerleben bzw. Symptom-Checklisten sowie vereinzelt Daten zu Kontroll- bzw. Selbstwirksamkeitsüberzeugungen erfasst.

4.1.1 REDUKTION VON ERSCHÖPFUNGS- UND BESCHWERDEERLEBEN

Hypothese 1: Beide Interventionen führen zu einer Reduktion des subjektiven Erschöpfungserlebens und der erlebten Beschwerden über den Behandlungsverlauf ($H_1: T0 \neq T1$ bzw. $T2$).

Maßgebliche Parameter zur Überprüfung dieser Hypothese stellten der MFI und die *Skala 'Erschöpfung' des ASS-SYM* sowie der *Beschwerdeindex* des SOMS dar. In beiden Behandlungsgruppen kam es im **MFI** zu einer signifikanten Verbesserung der *'generellen Erschöpfung'* einschließlich großer, mittels SES berechneter, Effekte zu beiden Messzeitpunkten (T1, T2). Der *Gesamtwert* des MFI verbesserte sich nur in der Biofeedbackgruppe statistisch signifikant. Die SES sprechen aber auch hier beiden Gruppen zu beiden Messzeitpunkten große Effekte im Sinne der praktischen Signifikanz zu. Die Werte der Subskala *'Erschöpfung'* des **ASS-SYM** verhielten sich ähnlich. Darin zeigten beide Gruppen eine signifikante Verbesserung über den Behandlungsverlauf. Die Biofeedbackgruppe wies diesbezüglich große, die Bewegungsgruppe wies mittlere SES auf. Schließlich zeigte auch der *Beschwerdeindex* des **SOMS** über den Behandlungsverlauf innerhalb beider Gruppen eine signifikante Beschwerdereduktion. Hier stellten sich für die Biofeedbackgruppe große (T1) bzw. mittlere (T2) und für die Bewegungsgruppe zu beiden Messzeitpunkten große SES dar. Für alle genannten Parameter lagen keine signifikanten Gruppenunterschiede bzgl. der beiden Deltawerte (Δ_{T1-T0} bzw. Δ_{T2-T0}) vor.

Entsprechend der formulierten Hypothese führten beide Interventionen zu einer **Reduktion des Erschöpfungs- und Beschwerdeerlebens**. Verglichen mit den **Normwerten** des MFI lagen die Werte für beide Gruppen nach der Intervention (T1 und T2) innerhalb einer SD, d. h. im Normbereich (Schwarz et al., 2003). Wohingegen das Ausgangsniveau für alle Subskalen außerhalb einer SD lag, mit Ausnahme der *'reduzierten Motivation'*. Ausnahme bezüglich der Werte nach Intervention stellte *'generelle Erschöpfung'* in der Bewegungsgruppe dar. Diese Subskala lag zu T1 innerhalb 2 SD und zu T2 innerhalb von 1,5 SD. Insgesamt sprechen auch die Vergleiche mit den Normwerten des MFI für eine substantielle Verbesserung im Verlauf beider Interventionen. Ähnlich lässt es sich für den SOMS beschreiben, bei dem eine substantielle Reduktion des *Beschwerdeindex* erfolgte. Gleichzeitig ist anzumerken, dass beide Behandlungsgruppen auch noch nach erfolgter Intervention mit einem *Beschwerdein-*

dex von >7 ein starkes und beeinträchtigendes Somatisierungssyndrom aufweisen (Rief & Hiller, 1999; Rief & Hiller, 2008).

In der bereits erwähnten **PACE-Studie** von White et al. (2011), die CBT (*'Cognitive Behaviour Therapy'*), GET (*'Graded Exercise Therapy'*) und APT (*'Adaptive Pacing Therapy'*) mit SMC (*'Specific Medical Care'*) bzw. alleinige SMC an einer Population von 641 an CFS erkrankten Patienten verglich, stellten die primären Outcome-Variablen ebenfalls *Erschöpfung*, erhoben mit der *Chalder Fatigue Skala* (Chalder et al., 1993) und die *'körperliche Funktionsfähigkeit'*, erhoben mit der Subskala des SF36, dar (McHorney, Ware, & Raczek, 1993). Die *Chalder Fatigue Skala* umfasst 11 Items, die auf einer Likert-Skala von 0 bis 3 bewertet werden. Der Höchstwert der Skala liegt bei 33 (Chalder et al., 1993). Es werden unterschiedliche Cut-Off-Werte dieser Skala benannt, die den Übergang in den Normbereich darstellen. Die liberaleren Berechnungen geben einen Wert von 18 als Cut-Off-Wert an (Flo & Chalder, 2014; Loge, Ekeberg, & Kaasa, 1998; White et al., 2011). Die Probanden der PACE-Studie wiesen zu Beginn einen Fatigue-Wert von 27,7 (CBT) bzw. 28,2 (GET) auf. Nach einem Jahr, d. h. ca. 6 Monate nach Therapieende, wiesen die Probanden Fatigue-Werte von 20,3 (CBT) bzw. 20,6 (GET) auf ($p = 0,0001$ für CBT; $p = 0,0003$ für GET). Geht man von einem Cut-off-Wert von 18 aus, so liegen die Probanden der PACE-Studie auch nach Behandlungsende darüber, wohingegen die Probandinnen der vorliegenden Studie mit Ausnahme einer Subskala innerhalb des Normbereiches des MFI lagen. Der Vergleich der genannten Werte der primären Outcome-Variable *'Erschöpfung'* (*Chalder Fatigue Scale* bzw. MFI) deutet folglich auf eine geringere Beschwerdeblastung der Probandinnen unserer Studie im Vergleich zu den Probanden der PACE-Studie hin.

Auch **Prins et al.** (2001) zeigten in ihrer randomisierten kontrollierten CFS-Interventionsstudie mit 196 Probanden, in der sie den Einsatz von CBT mit *support groups* bzw. *natural course* verglichen, eine substantielle Verbesserung des Erschöpfungserlebens in der CBT-Gruppe. In der CBT-Gruppe (n=58) verbesserten sich die Werte hinsichtlich des Erschöpfungserlebens substantiell bei

33% der Probanden auf der *Checklist Individual Strength* bzw. bei 42% der Probanden auf der *Karnofsky-Scale*. 57% der Probanden schätzten die Verbesserung hinsichtlich des Erschöpfungserlebens nach Behandlung als „*deutlich verbessert*“ ein. **Ridsdale und Kollegen** (2004) verglichen in einer randomisierten, kontrollierten Studie den Einsatz von CBT vs. GET im Rahmen von 6 Sitzungen an einem Kollektiv von 144 Probanden mit chronischer Erschöpfungssymptomatik. 27% dieser Patienten erfüllten die Fukuda-Kriterien für CFS zu Behandlungsbeginn. In beiden Interventionsgruppen reduzierten sich die Angaben zum Erschöpfungserleben, erhoben mit der *Chalder Fatigue Scale*, signifikant. Es zeigten sich diesbezüglich keine signifikanten Gruppenunterschiede zwischen GET und CBT. Die Probanden der Studie von Ridsdale et al. (2004) wiesen zu Behandlungsbeginn Fatigue-Werte von 25,3 (CBT) bzw. 24,7 (GET) auf. Zum Messzeitpunkt nach Intervention (3 Monate) wiesen die Probanden Fatigue-Werte von 13,3 (CBT) bzw. 15,1 (GET) auf. Diese Werte liegen unterhalb des Cut-Off-Wertes von 18 (*Chalder Fatigue Scale*) und scheinen damit hinsichtlich des Ausmaßes des Erschöpfungserlebens nach Behandlungsende mit unserer Stichprobe (MFI im Normbereich) vergleichbar.

Insgesamt ist eine **Vergleichbarkeit verschiedener Studien** hinsichtlich des Ausmaßes und der Veränderung des **Erschöpfungserlebens** durch den Einsatz unterschiedlicher Instrumente zur Erfassung von Erschöpfung, einschließlich jeweils unterschiedlicher Faktoren und Subskalen, erschwert. Zwar wird der MFI in der Literatur insbesondere für Europa als häufig eingesetzt beschrieben und seine Anwendung empfohlen (Fernández et al., 2009; Lin et al., 2009; Schwarz et al., 2003), doch zeigt die aktuelle Studienlage, dass insbesondere Arbeitsgruppen in Großbritannien und in den Niederlanden vorwiegend die *Chalder Fatigue Skala* (O'Dowd et al., 2006; White et al., 2011) oder die *Checklist Individual Strength* (CIS; Vercoulen et al., 1994) einsetzen (vgl. auch Price et al., 2008). Für zukünftige Studien empfiehlt es sich den Einsatz des MFI gegenüber anderen Instrumenten, insbesondere bei Wünschen der Vergleichbarkeit, erneut sorgfältig zu prüfen. Zur Übersicht verschiedener Instrumente sei nochmals auf Dittner (2004) verwiesen.

4.1.2 MÖGLICHE STÄRKEN DER BIOFEEDBACKTHERAPIE

Hypothese 2: Die Biofeedbacktherapie bewirkt **a)** eine Verbesserung des psychischen Wohlbefindens und **b)** eine Verbesserung der Entspannungsfähigkeit über den Behandlungsverlauf ($H_1: T_0 \neq T_1$ bzw. T_2).

Zur Überprüfung dieser Hypothese sind hinsichtlich des psychischen Wohlbefindens die *psychische QoL* des SF36 und die *Depressivität*, ermittelt mit dem PHQ-9, als psychometrische Parameter relevant. Hinsichtlich der Verbesserung der Entspannungsfähigkeit und der psychophysiologischen Regulation sind der Gesamtwert des ASS-SYM sowie die Subskalen *innere Anspannung* und *psychophysiologische Dysregulation* wesentlich.

4.1.2.1 Psychisches Wohlbefinden

Die *psychische QoL* des **SF36**, die sich maßgeblich aus den Subskalen *Vitalität*, *soziale Funktionsfähigkeit*, *emotionale Funktionsfähigkeit* und *psychisches Wohlbefinden* zusammensetzt (Bullinger & Kirchberger, 1998), verbesserte sich im Verlauf der Behandlung signifikant in der Biofeedbackgruppe bis hin zur Erreichung des Mittelwertes der Normstichprobe zum Zeitpunkt der Katamnese. Dabei zeigten sich mittlere SES. Die Auswirkung des graduier- ten Bewegungstrainings zeigte keine statistische oder höhere praktische Signifi- kanz. Ähnlich verhielten sich die Werte der *Depressivität* des **PHQ-9**. Es wies ausschließlich die Biofeedbackgruppe eine signifikante Reduktion depressiver Symptome und diesbezüglich große SES auf. Dabei unterschritten die Werte der Biofeedbackgruppe den Cut-Off-Wert zur leichtgradigen Depression zu T1 und T2 (vgl. Kroenke et al., 2001).

Zusätzlich zeigten sich hinsichtlich der *psychischen QoL* als auch hinsichtlich der *Depressivität* signifikante **Gruppenunterschiede** bei Betrachtung des Del- tawertes $\Delta_{T_2-T_0}$. Das bedeutet, dass das Ausmaß an Symptomreduktion über den Behandlungsverlauf in Bezug auf diese beiden Parameter in der Biofeed- backgruppe statistisch signifikant größer ausfällt als in der Bewegungsgruppe.

Entsprechend der formulierten Hypothese führte insbesondere die Biofeedbackbehandlung zu einer **Verbesserung des psychischen Wohlbefindens** bzw. der psychischen Lebensqualität.

Hinsichtlich des SF36 als auch hinsichtlich des PHQ-9 sind **Vergleiche mit anderen Studien** möglich, da die Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität als auch von Depressionswerten häufige sekundäre Outcome-Variablen in Interventionsstudien zu CFS darstellen (Malouff et al., 2008; Price et al., 2008; White et al., 2011).

Bzgl. des **SF36** zeigte sich bei weitergehender Recherche, dass überwiegend Ergebnisse von Subskalen, insbesondere die Subskala *'physical functioning'* publiziert wurden (Price et al., 2008; vgl. Kapitel 4.1.3). O'Dowd et al. (2006) berichten Ergebnisse bzgl. des *'mental health score'*, d. h. der **'psychischen QoL'**. Sie führten eine randomisierte, kontrollierte Studie zum Einsatz von CBT, *'Education and Support'* und SMC (*'Specific Medical Care'*) an Patienten mit CFS im Rahmen eines ambulanten, gruppentherapeutischen Programms mit acht Sitzungen durch. In dieser Studie lagen zu Behandlungsbeginn 52% der Probanden im Normbereich der *'psychischen QoL'* und verbesserten sich auf 74% in der CBT-Gruppe, auf 67% in der *'Education and Support'*-Gruppe bzw. auf 70% in der SMC-Gruppe. Hinsichtlich der Mittelwerte der *'psychischen QoL'* berichten O'Dowd und Kollegen (2006) Werte von 35,5 (CBT), 35,1 (*'Education and Support'*), bzw. von 35,7 (SMC) zu Behandlungsbeginn, bzw. von 44,5 (CBT), 40,0 (*'Education and Support'*), bzw. von 38,8 (SMC) nach 6 Monaten. In Vergleich dazu zeigt sich unsere Stichprobe zu Behandlungsbeginn als weniger beeinträchtigt: die ermittelten Werte unserer Stichprobe lagen bei 43,4 (BF) bzw. 41,1 (GET) zu T0 bzw. bei 51,0 (BF) bzw. 38,3 (GET) zu T2.

Ähnlich wie oben bereits bei der Erfassung von Erschöpfungserleben diskutiert, werden auch bei der Erfassung von **Depressivität** verschiedene Instrumente eingesetzt. Die gängigsten sind dabei die *'Hospital Anxiety and Depression Scale'* (HADS; Zigmond & Snaith, 1983) bzw. der *'Beck Depression Inventory'*

(Beck & Steer, 1987; vgl. hierzu auch Price et al., 2008). White et al. (2011) setzten in der PACE-Studie beispielsweise die HADS zur Erfassung der Depressivität ein. Die dabei ermittelten Depressionswerte lagen zu Beginn bei 8,3 (CBT) bzw. 8,2 (GET) und zum Messzeitpunkt nach einem Jahr, d. h. ca. 6 Monate nach Therapieende, bei 6,2 (CBT) bzw. 6,1 (GET) (White et al., 2011). Die mit dem PHQ-9 ermittelten Werte unserer Stichprobe lagen bei 7,5 (BF) bzw. 8,9 (GET) zu T0 bzw. bei 4,2 (BF) bzw. 8,8 (GET) zu T2. Entsprechend der ursprünglichen Beurteilungen der Instrumente seitens der Autoren, wird ein HADS-Wert zwischen 8 und 10 ebenso wie ein PHQ-9-Wert zwischen 5 und 8 als „milde bzw. leichte Depression“ bezeichnet (Löwe et al., 2002; Zigmond & Snaith, 1983). Zur Überprüfung der Vergleichbarkeit der beiden Instrumente wurde eine aktuelle schwedische Arbeit herangezogen (Hansson et al., 2009). In dieser Arbeit zeigte sich jedoch, dass ein HADS-Wert von >8 eher einem PHQ-9-Wert von >10, d. h. eher einer „mittelgradigen Depression“ entspricht (Hansson et al., 2009). Schlussfolgernd sollte an dieser Stelle davon ausgegangen werden, dass die bei White et al. (2011) im Rahmen einer bedeutend größeren Stichprobe erhobenen und beschriebenen Probanden eine höhere Depressivität aufwies als die von uns untersuchten Probanden.

4.1.2.2 Entspannungsfähigkeit und psychophysiologische Regulation

Der *Gesamtwert* des **ASS-SYM** reduzierte sich in der Biofeedbackgruppe signifikant über den Behandlungsverlauf mit als groß zu bewertenden SES zu beiden Messzeitpunkten. Auch die Bewegungsgruppe zeigte hier im *Gesamtwert* des ASS-SYM eine statistische signifikante Verbesserung über den Behandlungsverlauf mit mittlerer (T1) und kleiner (T2) SES. Gleichzeitig zeigten sich hinsichtlich der spezifischeren Subskalen *‘innere Anspannung’* und *‘psychophysiologische Dysregulation’* deutliche Veränderungen lediglich im Rahmen der Biofeedbackbehandlung. Die Werte der *‘inneren Anspannung’* reduzierten sich hier signifikant über den Behandlungsverlauf und wiesen große SES auf. Die Werte der *‘psychophysiologischen Dysregulation’* reduzierten sich ebenso signifikant über den Behandlungsverlauf mit kleiner (T1) und großer (T2) SES.

Entsprechend der formulierten Hypothese, führte insbesondere die Biofeedbackbehandlung zu einer **Verbesserung des Entspannungserlebens und der psychophysiologischen Regulation**.

Es liegen nach Wissen der Autorin aktuell keine Daten vor, die den Einsatz des ASS-SYM im Rahmen von Studien mit CFS beschreiben, so dass an dieser Stelle der Vergleich mit den Ergebnissen anderer Studien entfällt.

4.1.2.3 Nachhaltigkeit von Biofeedback

Es fällt insgesamt auf, dass die Werte aller hier genannten Parameter (*psychische QoL*, *Depressivität*, *Gesamtwert ASS-SYM*, *innere Anspannung*, *psychophysiologische Dysregulation*) tendenziell eine weitere Verbesserung zwischen T1 und T2 in der Biofeedbackgruppe, nicht jedoch in der Bewegungsgruppe, aufweisen. Dies könnte als Nachhaltigkeit der Therapieeffekte interpretiert werden. Betrachtet man gleichzeitig die qualitativen Ergebnisse (vgl. Kapitel 3.4), so beschreiben 15 Probandinnen, davon neun der Biofeedbackgruppe und sechs der Bewegungsgruppe, zum Zeitpunkt der Katamnese fortbestehende positive Veränderungen. Ob jedoch tatsächlich vornehmlich die Biofeedbacktherapie zu einer dauerhafteren bzw. nachhaltigeren Veränderung hinsichtlich des psychischen Wohlbefindens führen könnte oder ob es möglicherweise andere störungsbezogene, motivationale oder umweltbezogene Ursachen sind, könnte Gegenstand weiterer quantitativer und qualitativer Forschungsbemühungen an größeren Stichproben sein. Die vorliegenden Daten erlauben diesbezüglich sicherlich keine abschließende Bewertung.

4.1.2.4 Vergleich mit anderen Biofeedbackstudien bei FSS

In einer **Wirtschaftlichkeitsstudie von Ryan und Gevirtz** (Ryan & Gevirtz, 2004) in der primärärztlichen Versorgung wurde ein kombiniertes Behandlungsprogramm aus insbesondere Biofeedback- aber auch Entspannungs-, Atem- und Problemlösetraining an einer Patientenpopulation mit verschiedenen FSS (Reizdarmsyndrom, Fibromyalgie, CFS, myofasziellen Schmerzen, nicht-kardiologische Brustschmerzen und Angsterkrankungen mit starkem somati-

schen Erleben) in Vergleich zu einer Kontrollgruppe (*'treatment as usual'*) überprüft. Insgesamt wurden 70 Probanden eingeschlossen, wovon 40 in die Experimental- und 30 in die Kontrollgruppe randomisiert wurden. Abzüglich von 21 Dropouts, absolvierten 19 Probanden das Behandlungsprogramm vollständig. Das Biofeedbackprotokoll wurde spezifisch auf die einzelnen Störungsbilder abgestimmt mit dem übergeordneten Ziel der Anspannungsreduktion. Es wurden periphere Biofeedbackmodalitäten (Temperatur, EMG, HRV) über einen Zeitraum von acht Wochen mit ca. 60minütiger Sitzungsdauer trainiert. Im Anschluss wurden monatliche Auffrischungssitzungen auf freiwilliger Basis angeboten. Ryan und Gevirtz (2004) fassen zusammen, dass bei Patienten mit FSS Interventionen basierend auf Biofeedback unkompliziert im Rahmen der Primärversorgung integriert werden und dabei zu einer Symptomreduktion führen sowie die medizinischen Kosten reduzieren können. Der spezifische Einfluss von Biofeedback in der Behandlung von Patienten mit CFS bleibt im Rahmen dieser Studie allerdings offen.

Viele in der Literaturrecherche benannte Studien beschäftigten sich vornehmlich mit Patienten, die unter dem **Fibromyalgiesyndrom** leiden. Dieses Störungsbild zeichnet sich entsprechend der aktuellen AWMF-Leitlinie unter anderem durch chronische Schmerzen in verschiedenen Körperregionen, andauernde Müdigkeit, Schlafstörungen, Kopfschmerzen sowie durch Schwellungsgefühle in den Extremitäten über einen Zeitraum von drei Monaten aus. Die Leitlinie spricht für Biofeedback eine „offene Empfehlung“ zur Behandlung von Fibromyalgie aus (Häuser et al., 2012). Aufgrund der weiten Überschneidungspunkte von CFS und Fibromyalgie, wird an dieser Stelle eine der methodisch überzeugendsten Studien erwähnt, die sich explizit mit der Biofeedbackbehandlung von Patienten mit Fibromyalgie beschäftigt.

Babu und Kollegen (2007) beschreiben in einer randomisierten, kontrollierten, doppel-blinden Studie mit indischen Patienten mit Fibromyalgie den Einsatz von EMG-Biofeedback (n=15) im Vergleich zu einer Kontrollgruppe mit Sham-Biofeedback (n=15). Innerhalb einer sechstägigen Behandlungsphase mit täg-

lich jeweils 45minütiger Sitzungsdauer wurde den Probanden Feedback bzgl. der Muskelaktivität des Unterarmstreckers, des oberen Trapezius und des Frontalis gegeben. Die Probanden (21 weiblich / 9 männlich) wurden hinsichtlich Körperhaltung und Atmung sowie durch auditives und visuelles Feedback im Erlernen von Entspannung unterstützt und ermutigt die Entspannung schrittweise in den Alltag zu integrieren. In einem prä-post-Vergleich zeigte sich in beiden Gruppen eine signifikante Reduktion des Schmerzerlebens als auch ein signifikanter Rückgang der fibromyalgiespezifischen Schmerzpunkte. Bezüglich dieser Variablen unterschieden sich die beiden Gruppen signifikant zugunsten der tatsächlichen Interventionsgruppe. Hinsichtlich des eingesetzten spezifischen Fibromyalgiefragebogens ergaben sich in beiden Gruppen signifikante Verbesserungen, jedoch keine signifikanten Gruppenunterschiede. Hinsichtlich des 'six-minutes-walking-Tests' gab es keine statistisch signifikanten Verbesserungen in beiden Gruppen.

4.1.3 MÖGLICHE STÄRKEN DES GRADUIERTEN BEWEGUNGS- TRAININGS

Hypothese 3: Das graduierte Bewegungstraining bewirkt a) eine Verbesserung des körperlichen Wohlbefindens und b) eine Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit über den Behandlungsverlauf ($H_1: T0 \neq T1$ bzw. $T2$).

Vorweggenommen wird an dieser Stelle, dass sich bei den Probandinnen der Bewegungsgruppe die Werte des **HPA**, d. h. die subjektive Einschätzung des Ausmaßes der eigenen *körperlichen Aktivität*, von der Prä- zur Postmessung signifikant erhöhten. Die dazugehörigen SES liegen in der Bewegungsgruppe im mittleren Bereich, wohingegen sich in der Biofeedbackgruppe bzgl. des HPA weder statistische noch praktische Signifikanz darstellte. In der Selbsteinschätzung gaben also die Probandinnen der Bewegungsgruppe eine signifikant höhere Zunahme an eigener körperlicher Aktivität an als die Probandinnen der Biofeedbackgruppe. Dies kann in jedem Fall im Rahmen einer Selbsteinschätzung als erfolgreiche Reduktion von Schon- und Vermeidungsverhalten in der Bewegungsgruppe verstanden werden.

Maßgebliche psychometrische Parameter für die Überprüfung einer Verbesserung des körperlichen Wohlbefindens stellte die *'körperliche QoL'* des SF36 und die Subskala *'Schmerzen'* des ASS-SYM dar. Maßgebliche Parameter zur objektiven Beurteilung einer Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit stellten die mittels Spirometrie erhobenen *sportmedizinischen Variablen* dar.

4.1.3.1 Körperliches Wohlbefinden

Die *'körperliche QoL'* des **SF36**, die sich maßgeblich aus den Subskalen *'körperliche Funktionsfähigkeit'*, *'körperliche Rollenfunktion'*, *'körperliche Schmerzen'* und *'allgemeiner Gesundheitszustand'* zusammensetzt (Bullinger & Kirchberger, 1998), verbesserte sich im Verlauf der Behandlung signifikant in der Bewegungsgruppe, nicht jedoch in der Biofeedbackgruppe. Dabei sind die SES des graduierten Bewegungstrainings als groß zu bezeichnen, wohingegen sich die SES in der Biofeedbackgruppe als klein darstellten. Die Werte beider Interventionsgruppen lagen zu Behandlungsende hinsichtlich der *'körperlichen QoL'* im Normbereich. Entsprechend der obig festgestellten Unterschiede hinsichtlich der Subskalen des **ASS-SYM** bei übergeordnet deutlicher Beschwerdereduktion im *Gesamtwert* im Rahmen beider Interventionen, zeigt sich auch im Hinblick auf die Wirksamkeit des Bewegungstrainings eine spezifische Verbesserung. So führte das Bewegungstraining, nicht jedoch das Biofeedbacktraining, zu einer signifikanten Reduktion der Werte der Subskala *'Schmerzen'* mit mittleren SES.

Entsprechend der formulierten Hypothese, führte insbesondere das graduierte Bewegungstraining zu einer **Verbesserung des körperlichen Wohlbefindens** bzw. der körperlichen Lebensqualität.

Die Überprüfung des körperlichen Wohlbefindens und der selbst eingeschätzten Leistungsfähigkeit stellt in den **meisten Studien** zu CFS eine primäre Outcome-Variable dar (Price et al., 2008). Dabei fällt auf, dass die meisten Studien die mit dem **SF36** erhobene Subskala *'körperliche Funktionsfähigkeit'* berichten, wohingegen wir auf den übergeordneten Faktor der *'körperliche QoL'*

fokussiert haben. Dementsprechend sollen an dieser Stelle die Werte der Subskala *'körperliche Funktionsfähigkeit'* mit den Ergebnissen anderer Studien verglichen werden, wobei sich erneut die PACE-Studie als aktuellste und umfassendste Studie anbietet. Dort begann die CBT-Gruppe durchschnittlich bei einem Wert von 39,0 und erreicht nach einem Jahr, d. h. 6 Monate nach Behandlungsende, einen durchschnittlichen Wert von 58,2. Die GET-Gruppe begann bei einem Wert von 36,7 und erreichte nach einem Jahr einen Wert von 57,7. Dahingegen zeigte unsere Stichprobe bereits zu Beginn einen Ausgangswert von 82,3 (BF) bzw. 71,4 (GET) und erreichte die höchsten Werte zum Katamnesezeitpunkt mit 84,6 (BF) bzw. 84,6 (GET). Dies verdeutlicht bedeutend größere Einschränkungen der von White et al. (2011) untersuchten Stichprobe.

Die von O`Dowd und Kollegen (2006) durchgeführte gruppentherapeutisch orientierte CFS-Studie zeigte hinsichtlich des übergeordneten Faktors der *'körperlichen QoL'* Mittelwerte von 33,4 (CBT), 30,3 (*'Education and Support'*) bzw. von 32,7 (SMC) zu Behandlungsbeginn, bzw. von 33,4 (CBT), 32,3 (*'Education and Support'*) bzw. von 34,5 (SMC) nach 6 Monaten. Im Vergleich dazu zeigt sich unsere Stichprobe mit Mittelwerten von >35 als diesbezüglich weniger beeinträchtigt.

4.1.3.2 Körperliche Leistungsfähigkeit

Neben den psychometrisch erhobenen Parametern spielen schließlich noch die spiroergometrisch erhobenen Daten im Sinne einer objektiven Leistungsbeurteilung eine bedeutsame Rolle. Vorwegzuschicken ist hierbei, dass die Intervention des graduierten Bewegungstrainings zur Anregung nachweisbarer physiologischer und spiroergometrisch erfassbarer Veränderungen verhältnismäßig kurz war. Nachhaltige Trainingseffekte zeigen sich in der Sportmedizin bei einem Training mit obig beschriebener Intensität gewöhnlicherweise erst nach mehreren Monaten.

Hinsichtlich dieser sportmedizinischen zu T0 und T1 erhobenen Daten zeigte sich in der Bewegungsgruppe eine signifikante Verbesserung der maximalen

Sauerstoffaufnahme VO_{2max} und diesbezüglich eine kleine SES. Die Leistung W_{max} verbesserte sich in der Bewegungsgruppe signifikant und wies diesbezüglich eine mittlere SES auf. Die Sauerstoffaufnahme an der aerob/anaeroben Schwelle **AT** VO_{2max} reduzierte sich in der Biofeedbackgruppe und blieb in der Bewegungsgruppe konstant. Die praktische Signifikanz nach SES ist als mittelgroß einzustufen. Hinsichtlich der Leistung an der individuellen anaeroben Schwelle **IAS** W zeigten sich keine bedeutsamen Veränderungen innerhalb der beiden Interventionsgruppen. Die Herzfrequenz **HF** **IAS** reduzierte sich signifikant in der Biofeedbackgruppe, die Bewegungsgruppe zeigte diesbezüglich eine mittlere SES.

Entsprechend der formulierten Hypothese, führte das graduierte Bewegungstraining trotz des verhältnismäßig kurzen Interventionszeitraumes zu einer gewissen **Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit**. Insbesondere die durchschnittlich erfasste Verbesserung der VO_{2max} und der W_{max} in der Bewegungsgruppe müsste auch für die Probandinnen wahrnehmbar sein und kann als klinisch relevant eingestuft werden. Darüber hinaus zeigen die Verbesserungen in VO_{2max} und W_{max} als Surrogatvariablen beispielsweise klinische Relevanz im Sinne der Verbesserung kardiovaskulärer Risikofaktoren.

Wie oben beschrieben, veränderte sich die subjektive Einschätzung des Ausmaßes der körperlichen Aktivität (HPA) signifikant in der Bewegungsgruppe. Dennoch bleibt kritisch anzumerken, dass nicht detailliert ausgewertet wurde, wieviel die Probandinnen tatsächlich in Eigenregie trainierten, so dass der tatsächliche **Trainingsumfang** im Interventionszeitraum offen bleibt. Zwar wurde das Bewegungsverhalten zwischen den Sitzungen mittels Führen eines entsprechenden Tagebuchs (vgl. Kapitel 2.1) und durch Steuerung des eigenverantwortlichen Trainings mittels Pulsuhr protokolliert und zu Sitzungsbeginn gemeinsam mit der Probandin ausgewertet, doch liegen keine objektiven Daten zum Trainingsumfang vor, die aktuell einer Auswertung zugänglich wären. Für zukünftige Studien wäre es sicherlich interessant, detailliertere Informationen zum Ausmaß der individuellen Trainingsintensitäten außerhalb der begleiteten

Trainingstermine zu erheben und in Zusammenhang zu den Veränderungen hinsichtlich psychometrischer als auch kardiopulmonaler Parameter zu setzen.

Interessanterweise werden in der **Literatur** zu Interventionen bei CFS objektive Maße der körperlichen Leistungsfähigkeit deutlich weniger erhoben, bzw. in jedem Fall weniger publiziert, als Maße des subjektiven Beschwerdeerlebens bzw. der subjektiven Einschätzung der Leistungsfähigkeit (Edmonds et al., 2004; Malouff et al., 2008; Price et al., 2008). Dies mag mit der zunehmenden Zurückhaltung hinsichtlich der körperlichen Ausbelastung von an CFS erkrankten Personen in Zusammenhang stehen. Hintergrund könnte sein, dass einige Interessensvertreter der an CFS erkrankten Patienten negative Effekte von Bewegung aber auch von kognitiver Verhaltenstherapie auf die Symptomatik bzw. den Krankheitsverlauf postulieren und diesbezüglich in intensiven Diskurs mit den verschiedenen Forschergruppen treten (O'Dowd et al., 2006). Ein Kommentar zum Ausmaß dieser Diskussion findet sich bei Hawkes (2011). Aus diesem Grund beschäftigten sich, wie in Kapitel 1.1.3 beschrieben, White et al. (2011) bzw. Dougall und Kollegen (2014) in der aktuellen PACE-Studie besonders intensiv mit möglichen negativen Effekten der verschiedenen Interventionen (CBT, GET, APT, SMC). Die Autoren konnten keine erhöhte Wahrscheinlichkeit für das Eintreten ernsthafter bzw. nicht-ernsthafter negativer Auswirkungen für eine der Behandlungsbedingungen, dementsprechend auch nicht für das graduierte Bewegungstraining, nachweisen.

Hinsichtlich der von uns mittels Spiroergometrie erhobenen Daten bietet eine Studie von Fulcher und White (1997) gewisse **Vergleichsmöglichkeiten**. Fulcher und White (1997) überprüften den Einsatz eines graduierten Bewegungstrainings mit einem *'flexibility treatment'*, das Stretchingroutinen und Entspannungstechniken beinhaltete. In ihrer Studie wird eine maximale Sauerstoffaufnahme VO_{2max} (ml/min*kg) mit einem Medianwert von 31,8 (GET) bzw. von 28,2 (*Flexibility Group*) zu Behandlungsbeginn bzw. mit einem Medianwert von 35,8 (GET) bzw. von 29,8 (*Flexibility Group*) nach 12 Behandlungswochen angegeben. Die VO_{2max} (ml/min*kg) lag in unserer Studie bei einem Mittelwert von

27,3 (BF) bzw. von 27,3 (GET) zu T0 bzw. bei einem Mittelwert von 27,8 (BF) und von 29,3 (GET) zu T1. Üblicherweise werden in aktuelleren Studien zur Erfassung der objektiven Leistungsfähigkeit, so sie denn erfasst wird, der *'six-minutes-walking'*-Test (White et al., 2011) bzw. ähnliche Tests wie der *'incremental shuttle walk'*-Test (O'Dowd et al., 2006) oder z. T. auch die Häufigkeit des Schulbesuchs (Al-Haggar et al., 2006) bzw. die durchschnittliche, tägliche Arbeitsfähigkeit (Prins et al., 2001) herangezogen. O'Dowd und Kollegen (2006) diskutieren einen Paradigmenwechsel hinsichtlich der Erfassung von objektiven körperlichen Leistungsparametern zugunsten der subjektiven Einschätzung der körperlichen Leistungsfähigkeit.

4.1.4 KONTROLLÜBERZEUGUNGEN

Hypothese 4: *Beide Interventionen haben einen positiven Einfluss auf die erlebte Kontrolle über das eigene gesundheitliche Befinden.*

Zur Überprüfung dieser Hypothese stellten die drei Subskalen des **KKG** die maßgeblichen Parameter dar. Dabei könnte sich eine durch die Interventionen angestoßene Zunahme an internalen Kontrollüberzeugungen auf der Skala *'Internalität'* bzw. ggf. auch durch eine Reduktion auf den beiden anderen Skalen der *'sozialen Externalität'* bzw. der *'fatalistischen Externalität'* zeigen. Überraschenderweise ließen sich weder für die Biofeedback- noch für die Bewegungsgruppe substantielle Veränderungen auf einer dieser Subskalen dokumentieren. Einzig der Wert der *'sozialen Externalität'*, d. h. der Zuschreibung von Kontrolle an „mächtige Andere“ (Lohaus & Schmitt, 1989) wies in der Biofeedbackgruppe statistische Signifikanz auf, die sich jedoch lediglich in einer kleinen SES (T1) darstellte. Daraus ergibt sich die Überlegung, ob insbesondere die Biofeedbacktherapeutin als besonders „einflussreich“ oder „maßgebend“ erlebt wurde. Wenn dem so wäre, bliebe fraglich in wie weit dies hinsichtlich der weiteren Entwicklung der Symptomatik als eher zuträglich (im Sinne von Gedanken wie: „es ist veränderlich“, „es ist zumindest von Experten kontrollierbar“) oder als eher weniger zuträglich (im Sinne von Gedanken wie: „ich selbst habe nicht die entscheidende Kontrolle“) erlebt wird. Diese Fragen lassen sich mit

den aktuell vorliegenden Daten nicht beantworten. Bei Lohaus und Schmitt (1989) bietet sich als mögliche Erklärung an, dass *'soziale Externalität'* auch Komponenten der *Behandlungcompliance*, im Sinne der Befolgung von ärztlichen und therapeutischen Anweisungen beinhalten kann.

Insgesamt bleibt bzgl. des KKG festzuhalten, dass sich das von uns untersuchte Patientinnenkollektiv zu allen Messzeitpunkten hinsichtlich aller drei Subskalen in beiden Interventionsgruppen im durchschnittlichen Bereich befand. Entgegen unserer Hypothese, zeigten sich im Rahmen der durchgeführten Studie **keine maßgeblichen Veränderungen der Kontrollüberzeugungen**.

Kritisch lässt sich überlegen, ob der Einsatz des gewählten Instruments geeignet genug war, um innerhalb des Interventionszeitraumes mögliche Veränderungen der Kontrollüberzeugungen auffinden zu können. Generell beschreiben Lohaus und Schmitt (1989), den KKG als geeignetes Instrument, Veränderungen der Kontrollüberzeugungen während eines Krankheitsverlaufs zu erfassen.

Die mittels **ASS-SYM** erfasste Subskala *'Selbstbestimmung'* könnte ein geeignetes Instrument zur Erfassung von Veränderungen in Kontrollüberzeugungen bzw. im Selbstwirksamkeitserleben sein (vgl. Krampen, 2006). Allerdings erwies sich diese Vermutung bei genauerer Betrachtung der Skala auf Itemebene als nicht zutreffend. Die Items entsprechen nicht den Inhalten, die die Skalenbezeichnung *'Selbstbestimmung'* möglicherweise erwarten lässt und passen somit nicht zum Konzept des Selbstwirksamkeits- und Kontrollerlebens im Sinne der Einflussnahme auf körperliches und psychisches Befinden.

Prins et al. (2001) setzten die sogenannte *'Self-Efficacy-Scale'* ein, ein Instrument das mittels 5 Items spezifisch das Kontrollerleben bei Erschöpfung erfasst. Beispielitems sind: *"I feel helpless against my fatigue"* oder *"I think that I can influence my fatigue"*. Das Instrument basiert ursprünglich auf Arbeiten von Vercoulen und Kollegen (1994; 1998). Auch Jason et al. (2007) berichten in ihrer Studie zu non-pharmakologischen Interventionen bei CFS durch Pflege-

kräfte im ambulanten Rahmen vom Einsatz dieser Skala zur Erfassung des Selbstwirksamkeitserlebens. Ebenso wird diese Skala in den Arbeiten von Wi-borg und Kollegen (2012) im Rahmen der Entwicklung und Überprüfung evi-denzbasierter Behandlungsmodelle für kognitiv-verhaltenstherapeutische Inter-ventionen bei CFS verwendet. Dieses Instrument scheint sich, in einer deut-schen Übersetzung, für zukünftige Projekte im Rahmen von Interventionsstu-dien bei CFS anzubieten. Insgesamt erweist es sich auch in anderen Bereichen als üblich, spezifisch auf das Krankheitsbild angepasste Instrumente zur Erfas-sung des Selbstwirksamkeitserlebens einzusetzen (für Arthritis z. B. Buckelew et al., 1998 oder Lorig et al., 1989). Auch werden angepasst an spezifische Leistungsbereiche Instrumente zur Erfassung von Selbstwirksamkeitserleben entwickelt (für Sport z. B. Fuchs & Schwarzer, 1994; für Sozialwissenschaften z. B. Beierlein et al., 2013). Ein spezifisches Instrument zur Erfassung von Selbstwirksamkeitserleben im Rahmen von Biofeedbackbehandlungen ist der Autorin nicht bekannt. Die Anfertigung einer deutschen Übersetzung der `Self-Efficacy-Scale` scheint lohnend.

4.1.5 SOZIODEMOGRAPHISCHE VARIABLEN UND DROPOUT

Die soziodemographische Konstellation unserer Stichprobe zeichnet sich ver-glichen mit anderen Stichproben durch ein hohes **Bildungsniveau** aus (vgl. Gaab & Ehlert, 2005). Dies lässt sich einerseits dadurch erklären, dass die vor-liegende Studie in einer Universitätsstadt durchgeführt wurde. Andererseits er-forderte die Studienteilnahme eine regelmäßige Anwesenheit vor Ort, was für Patienten mit CFS aus weiter entfernten Bereichen aufgrund der Einschränkun-gen durch die Symptomatik nicht immer zu gewährleisten war. Fraglich ist, ob das eher höhere Bildungsniveau Einfluss auf die Ergebnisse der Studie ge-nommen hat. Beide Verfahren, die Biofeedbacktherapie sowie die Bewegungs-therapie, lassen sich unabhängig vom Bildungsstand praktizieren. Abgesehen vom Bildungsstand und der **Nationalität** ließen sich keine maßgeblichen sozio-demographischen Unterschiede zwischen unserer Stichprobe und anderen Veröffentlichungen feststellen (vgl. Gaab & Ehlert, 2005; Price et al., 2008; White et al., 2011).

Hinsichtlich des **Alters** wird im bereits erwähnten Cochrane-Review von Price et al. (2008) ein Altersdurchschnitt von 40,9 Jahren innerhalb derjenigen 14 Studien berichtet, die das Alter der Teilnehmer erfasst und publiziert haben. Der Altersdurchschnitt in der vorliegenden Studie lag bei 50,7 Jahren. Wird berücksichtigt, dass vier der von Price et al. (2008) berichteten Studien auch Jugendliche ab einem Alter von 15, 16 oder 17 Jahren eingeschlossen haben, so ist von einem geringeren Unterschied hinsichtlich des Alters im Vergleich zu unserer Studie auszugehen. Die **Dauer der Symptome** wird bei Price et al. (2008) mit durchschnittlich 4,7 Jahren angegeben. Der Großteil der Probandinnen unserer Stichprobe gab ein Andauern der Symptome von mehr als zwei Jahren an, so dass die von uns erfasste Studienpopulation auch bzgl. der Dauer der Symptomatik mit anderen Studien vergleichbar ist.

Kritisch ist an dieser Stelle die **Dropout-Rate** von 26,7% in der Bewegungsgruppe zu benennen, wohingegen sie in der Biofeedbackgruppe bei 0% lag. Eine genauere Analyse der Dropout-Daten war aufgrund der geringen Stichprobengröße und bei zusätzlich fehlenden Werten nicht möglich. Die Daten der diagnostischen Interviews und der soziodemographischen Variablen lassen zunächst keinen Unterschied zwischen den Dropouts und der Gesamtstichprobe erkennen. In der PACE-Studie lagen die Dropout-Raten verglichen mit anderen Interventionsstudien für CFS eher gering bei 7% für APT, 11% für CBT, 6% für GET und 9% für alleinige SMC (White et al., 2011). Das Fehlen eines Dropouts in der Biofeedbackgruppe innerhalb der vorliegenden Studie kann umgekehrt für eine **hohe Akzeptanz des Biofeedbackverfahrens** sprechen.

4.2 WIRKFAKTOREN UND MODELLE

An dieser Stelle werden Überlegungen zu möglichen **Wirkfaktoren** der Interventionen diskutiert. Abgesehen von dem Konstrukt der Kontrollüberzeugungen, das sich jedoch als nicht weitergehend aufschlussreich gezeigt hat (vgl. Kapitel 4.1.4), wurden in der vorliegenden Studie keine Veränderungen in Bezug auf kognitive Variablen wie beispielsweise Selbstwirksamkeitserleben, Angst vor Bewegung oder der aversive Aspekt von Erschöpfung erfasst. Bei dem Versuch der Interpretation der erhobenen Befunde wird dementsprechend nochmals auf die aktuelle Studienlage Bezug genommen.

Chalder und Kollegen (2015) beschreiben in einem aktuellen Artikel eine **Mediatoranalyse** der Daten der **PACE-Studie**. Als mögliche Mediatoren untersuchten sie *'fear avoidance beliefs'*, d. h. diejenigen Überzeugungen, die ein Vermeidungsverhalten aufrechterhalten sowie weitere Mediatoren wie unter anderem Symptomfokussierung, katastrophisierendes Denken, Schon- und Vermeidungsverhalten und Selbstwirksamkeitserleben. *„Ich habe Angst, dass ich durch Training meine Symptome verschlechtere“*, wird dabei von den Autoren als Beispielitem für *'fear avoidance beliefs'* genannt. Chalder et al. (2015) zeigten, dass *'fear avoidance beliefs'* der stärkste Mediator sowohl für CBT als auch für GET war. Das bedeutet, dass sowohl eine Veränderung dieser ängstlichen Überzeugungen als auch ein dementsprechendes Vermeidungsverhalten die Effekte von CBT und GET mediierten. Im Sinne des Eingangs dargestellten kognitiv-behavioralen Störungsmodells (Kapitel 1.1.2) haben diese Überzeugungen eine aufrechterhaltende Funktion hinsichtlich des Erschöpfungserlebens und der erlebten gesundheitlichen Einschränkungen. Zusätzlich identifizierten die Autoren das **Selbstwirksamkeitserleben** als Mediator mit starkem Bezug zu den primären Outcome-Variablen, wohingegen sich die Symptomfokussierung nicht als bedeutsamer Mediator herauskristallisierte (Chalder et al., 2015).

In vielerlei Hinsicht knüpfen die Ergebnisse der PACE-Studie an **Befunde vorhergehender Untersuchungen** an und scheinen gleichzeitig der Reduktion

von Schon- und ängstlichem Vermeidungsverhalten bzw. der Zunahme an Aktivität einen noch größeren Stellenwert einzuräumen, wohingegen andere Autoren das Selbstwirksamkeits- und Kontrollerleben stärker fokussierten. Knoop und Kollegen (2010) ließen in einer Arbeit hinsichtlich der aufrechterhaltenden Funktion kognitiver Faktoren noch offen, ob es eher der als bedrohlich und aversiv erlebte Aspekt von Erschöpfung ist, der zu Vermeidungsverhalten führt oder ob eher das geringe Selbstwirksamkeitserleben diesbezüglich eine entscheidendere Rolle spielt. Vercoulen et al. (1998) sowie Prins und Kollegen (2001) zeigten, dass insbesondere das Kontrollerleben, im Sinne einer erhöhten Selbstwirksamkeit, einen positiven prognostischen Faktor hinsichtlich der Wirksamkeit einer kognitiv-verhaltens-therapeutischen Behandlung von Patienten mit CFS darstellte. Heins et al. (2013) richteten ihren Blick verstärkt auf die Rolle der **therapeutischen Beziehung**. Diesbezüglich stellten die Autoren fest, dass eine **positive Erwartung hinsichtlich des Behandlungsergebnisses** die tatsächliche Veränderung von aufrechterhaltenden Faktoren und damit eine Verbesserung der Symptomatik erleichterte. Die Vermittlung einer positiven Erwartung sehen Heins und Kollegen (2013) wiederum eng verbunden mit der Person des Therapeuten. Ähnlich zeigten Hyland und Kollegen (2006), dass eine Zunahme an positiver Haltung gegenüber der Erkrankung mit einer späteren Genesung in Zusammenhang steht, wobei auch diese Autoren eine fürsorgliche und unterstützende therapeutische Intervention als Basis erachten. Nater und Kollegen (2012) fassen in ihrer Arbeit zusammen, dass insbesondere das Erlernen bzw. die Verbesserung aktiver Bewältigungsstrategien einen entscheidenden Faktor in einer wirksamen Behandlung von Patienten mit CFS darstellt.

Einigkeit besteht darüber hinaus darin, dass nicht ein tatsächlicher **Zugewinn an körperlicher Aktivität** der entscheidend wirksame Faktor ist, sondern dass vielmehr die Auseinandersetzung mit einer Steigerung an körperlicher Aktivität auf kognitiver bzw. auch auf emotionaler Ebene diejenigen Faktoren drosselt, die zu einer Aufrechterhaltung von Erschöpfung und körperlichen Einschränkungen führen und damit eine Symptomreduktion unterstützt (Chalder et al.,

2015; Knoop et al., 2010; Moss-Morris et al., 2005; Smith, White, & Buchwald, 2006; Wiborg et al., 2010).

Diese bisherigen Überlegungen entsprechen nicht nur dem eingangs erwähnten **kognitiv-behavioralen Störungsmodell**, sondern lassen sich auch auf das von Wyller et al. (2009) beschriebene '**Sustained-Arousal-Model**' übertragen. So kann man hier beispielsweise auch auf physiologischer Ebene vom klassischen Habituationsprinzip im Sinne der Abflachung der Angstkurve bei Exposition ausgehen, durch die folgend sukzessiv die Homöostase wiedererlangt wird. Gleichzeitig wirkt eine Zunahme an aktiven Bewältigungsstrategien und an körperlicher Aktivität einer weiteren Dekonditionierung und Aufrechterhaltung der Dysbalance entgegen.

Da auch die in der PACE-Studie erhobenen Effekte zugunsten der effektiven und sicheren Behandlung mit CBT und GET dennoch als moderat bezeichnet werden müssen, fassen Chalder und Kollegen (2015) zusammen, dass es wünschenswert wäre, wenn zukünftige Interventionen zur Behandlung von CFS die entscheidenden **Mediatoren noch gezielter beeinflussen** könnten.

Hinsichtlich dieser **therapeutischen Überlegungen** gilt es folglich, insbesondere die ängstlich-konnotierten Überzeugungen und das folgende Vermeidungsverhalten in der Behandlung von CFS aufzugreifen, aber auch die Wahrnehmung von Körperfunktionen zu normalisieren, Selbstwirksamkeitserleben zu stärken, bzw. positive Behandlungserwartungen zu transportieren. Ohne die Möglichkeiten von Biofeedbacktherapie überschätzen zu wollen, so könnte sich der besonders positive Einfluss der Biofeedbacktherapie auf das psychische Wohlbefinden dadurch ergeben haben, dass alle der genannten wirksamen Komponenten durch die Intervention angesprochen wurden.

4.3 LIMITATIONEN

Die beschriebenen Ergebnisse basieren auf der Grundlage einer kleinen Stichprobe. Die primäre Intention der vorliegenden Studie war es den Einsatz von Biofeedbacktherapie zur Behandlung chronischer Erschöpfungssymptomatik in einem explorativen Ansatz zu überprüfen. Dabei stoßen die Interpretationsmöglichkeiten der Arbeit selbstverständlich auch auf Grenzen insbesondere hinsichtlich Methodik und Statistik. Diese sollen im Folgenden diskutiert, bzw. Entwicklungschancen für zukünftige Studien angedacht werden.

Insgesamt zeigte sich die von uns untersuchte Studienpopulation im Vergleich zu anderen Studienkollektiven in einigen Parametern wie dem Erschöpfungserleben (MFI) oder dem psychischen und körperlichen Wohlbefinden (SF36) als etwas weniger schwergradig von der CFS-Symptomatik betroffen bzw. beeinträchtigt (vgl. Ridsdale et al., 2004; White et al., 2011). Nichtsdestotrotz lagen die Werte der von uns untersuchten Studienpopulation im Vergleich zu den gängigen Normwerten dieser zentralen Parameter wie dem Erschöpfungserleben (MFI) oder dem körperlichen Beschwerdeindex (SOMS) deutlich außerhalb des Normbereiches.

Zukünftige Studien können vom Einsatz einer **Kontrollgruppe**, entweder im Sinne einer Wartekontrollgruppe oder im Sinne eines *'treatment as usual'* profitieren. Als Kontrollgruppe in Bezug auf Biofeedback könnte sich in zukünftigen Untersuchungen auch der Einsatz von Sham-Biofeedback anbieten. Insgesamt wäre die Überprüfung beider aktiven Verfahren an einer **größeren Probandenzahl** wünschenswert.

Die **sorgfältige Diagnostik** mittels SKID und SDS wurde in der vorliegenden Studie im Sinne einer standardisierten Erfassung der Ein- und Ausschlusskriterien vor Behandlungsbeginn durchgeführt. Für zukünftige Studien empfiehlt es sich diese strukturierten klinischen Interviews ebenso zu **späteren Messzeitpunkten erneut** (T1, T2) durchzuführen, um auch mittels dieser Instrumente mögliche Veränderungen festhalten zu können.

Eine konfundierende Variable könnte die Person der Autorin als Diagnostikerin, Therapeutin und Ansprechpartnerin für organisatorische Fragen sein. Möglicherweise waren die Angaben zu Beschwerden und zu Befinden der Probandinnen der Biofeedbackgruppe von **sozialer Erwünschtheit** gegenüber der Autorin geprägt. Umgekehrt könnte die Therapeutin durch Übernahme verschiedener Funktionen unbewusst die oben benannten **positiven Behandlungserwartungen** (Heins et al., 2013) für die Probandinnen der Biofeedbackgruppe stärker transportiert haben als möglicherweise die sportmedizinische Behandlerin, die keinen weiteren Kontakt im Rahmen von Diagnostik oder Organisation zu den Probandinnen hatte. Für zukünftige Studien empfiehlt sich eine personelle Trennung dieser verschiedenen Aufgabenbereiche. Die **Durchführungs-, Auswertungs- und Interpretationsobjektivität** der eingesetzten Instrumente ist durch ihre Standardisierung und die entsprechenden Handanweisungen sowie durch die vorliegenden Normwerte als gegeben zu erachten. Eine Verblindung hinsichtlich der Behandlungsbedingungen ist bei den eingesetzten Verfahren nicht möglich.

Wie in Kapitel 2.4 angesprochen, entschieden wir uns aufgrund des explorativen Charakters der Studie gegen die Durchführung einer verhältnismäßig konservativen **Bonferroni-Korrektur**. Die Interpretation von signifikanten Ergebnissen ist aus diesem Grund vorsichtig zu unternehmen. Für zukünftige Studien bietet sich bei multiplen Testungen die Durchführung einer Bonferroni-Korrektur zur Anpassung des Signifikanzniveaus an. In der vorliegenden Studie sollte stattdessen das Hinzuziehen der SES als Maß der praktischen Signifikanz die Interpretation der nicht-bonferroni-korrigierten statistischen Signifikanzen erleichtern.

Schließlich könnte es sich für zukünftige Studien insbesondere hinsichtlich der sportmedizinischen Ergebnisse anbieten, den **Umfang des eigenverantwortlichen Trainings** genauer zu erfassen und auswertbar zu machen. Dies kann noch genauere Rückschlüsse über den Einfluss des Ausmaßes an körperlicher Aktivität auf die Veränderung des Befindens erlauben.

Hinsichtlich der in Kapitel 4.1.2 angesprochenen Frage der Nachhaltigkeit von Therapieeffekte, ließe sich überlegen eine **weitere Katamnese** zu einem noch späteren Zeitpunkt, beispielsweise nach einem Jahr durchzuführen.

4.4 AUSBLICK

Insgesamt bietet die vorliegende Studie, trotz genannter Grenzen und Einschränkungen und anzuwendender Vorsicht hinsichtlich einer Überbewertung der Ergebnisse, aus Sicht der Autorin eine gute Motivationsgrundlage auch zukünftig Biofeedbackverfahren im Bereich der chronischen Erschöpfungssymptomatik anzuwenden und ihre Wirksamkeit weiter zu überprüfen. Obwohl sich zeigte, dass unsere Probandinnen im Vergleich zu anderen aktuellen CFS-Studien weniger schwerwiegend beeinträchtigt waren, so wiesen doch auch sie eine Erkrankungsdauer von durchschnittlich mehr als zwei Jahren und einen hohen Leidensdruck auf. Eine an unserem Kollektiv erfasste substantielle Verbesserung innerhalb eines verhältnismäßig kurzen Interventionszeitraumes in den Bereichen des Erschöpfungserlebens und des Wohlbefindens **macht Mut** weitere Forschungsbemühungen in diesem Bereich anzustreben.

Mut, sich auch zukünftig intensiver mit Biofeedbackverfahren zur Verbesserung von Bewältigungsstrategien von Patienten mit CFS zu beschäftigen, kann zusätzlich die **hohe Akzeptanz** des Verfahrens machen. Es ließ sich in der von uns erhobenen Stichprobe kein Dropout in dieser Interventionsbedingung verzeichnen. Sieht man von wenigen, eher unspezifischen und vornehmlich mit der aktuellen Lebenssituation verbundenen, negativen begleitenden Veränderungen einzelner Probandinnen ab, so erlebte die Mehrzahl der Probandinnen die Biofeedbackintervention als besonders positiv (vgl. Kapitel 3.4 & Kapitel 4.1.5).

Es könnte sich zukünftig anbieten im Rahmen größerer Kollektive spezifisch auf **Subgruppen** mit unterschiedlich ausgeprägter Beschwerdesymptomatik einzugehen und diese in Hinblick auf die Wirksamkeit von graduiertem Bewegungstraining und kognitiver Verhaltenstherapie sowie Biofeedback zu überprüfen (White, 2010; White et al., 2011). Dabei bleibt anzumerken, dass unsere Studie **verhältnismäßig hohe Anforderungen** an die Probandinnen stellte. Dies bezieht sich auf eine regelmäßige Teilnahme an den Behandlungsterminen von 50minütiger Dauer, einschließlich von Reisezeiten zum Behandlungsort als aber auch auf das eigenverantwortliche Üben zuhause. Umso bedeutsamer ist

es, dass von den erwähnten vier Dropouts abgesehen, alle Probandinnen sämtliche Interventionseinheiten regulär beendeten. Für stärker beeinträchtigte Patienten gilt es sicherlich weiterhin auch auf therapeutische Behandlungssettings im häuslichen Umfeld zu fokussieren (vgl. Nijhof et al., 2012; Wearden et al., 2010).

Allgemein bleibt zudem anzumerken, dass es sich gemäß der aktuellen S3-Leitlinie zu nicht-spezifischen, funktionellen und somatoformen Körperbeschwerden empfiehlt, die Behandlung von FSS in **multimodale Behandlungsprogramme** einzubetten (AWMFonline, 2012). Die Untersuchung einzelner Behandlungselemente ohne explizites, umgebendes multimodales Behandlungskonzept, mag also weniger zeitgemäß sein, auch wenn sie sich aus methodischen Gründen für spezifische Forschungsfragen häufig am ehesten anbietet. Zukünftige Studien sollten diesen multimodalen Ansatz sicherlich noch detaillierter konzeptionell in das Studiendesign einbeziehen. Diesbezüglich kann sich auch eine **Kombination** von körperlicher Aktivierung und Biofeedback als unterstützend für Patienten mit CFS zeigen. Insbesondere junge Patienten mit CFS scheinen an verhaltensorientierten therapeutischen Aspekten Gefallen zu finden und sich beispielsweise mit Elementen der kognitiven Umstrukturierung schwerer zu tun (Chalder et al., 2015).

Weiterhin scheint die Untersuchung spezifischer moderierender **Wirkfaktoren** sowohl in Zusammenhang mit der CFS-Erkrankung als aber auch in Zusammenhang mit Biofeedbackverfahren lohnend (Glombiewski et al., 2013). Diesbezüglich kann die detailliertere Erfassung kognitiver Faktoren wie krankheitsaufrechterhaltende Überzeugungen und Ängste, Vermeidungsverhalten als aber auch Selbstwirksamkeits- und Kontrollerleben gewinnbringend sein (vgl. Kapitel 4.2). Eine deutsche Übersetzung der *'Self-Efficacy-Scale'* kann eine verbesserte Vergleichbarkeit von Studienergebnissen bieten.

Ob aktuelle Ereignisse wie die Meldung einer „frühen Immunsignatur“ bei CFS (aertzeblatt.de, 2015) vollkommen neue Aspekte in die Behandlung von CFS

mit einbringen werden oder ob es sich ähnlich wie bei früheren eher monokausalen Erklärungsversuchen des CFS verhalten wird (vgl. Gaab, 2011), bleibt abzuwarten. Genauso bleibt es abzuwarten, ob sich eine vom *Institute of Medicine* vorgeschlagene Begriffsänderung des chronischen Erschöpfungssyndroms in *'systemic exertion intolerance disease'* durchsetzen und dadurch Verbesserungen für die Betroffenen bringen wird (aertzeblatt.de, 2015).

Abschließend bleibt zum jetzigen Zeitpunkt festzuhalten, dass evidenzbasierte Behandlungsmöglichkeiten für CFS vorliegen, die durch die aktuellen Forschungsbestrebungen insbesondere im Bereich der multimodalen Behandlungsansätze stetig überprüft und optimiert werden. Bei einem genaueren Blick auf die Anwendung von **Biofeedbackverfahren** gilt es insgesamt evidenzbasierte, standardisierte Trainingsprotokolle zu entwickeln und genauere Angaben zu Sitzungsumfängen und -inhalten sowie zur Störungsspezifität zu geben, um das Ziehen von Rückschlüssen auf die spezifische Wirksamkeit einzelner Module oder Parameter möglich zu machen (Arns et al., 2014; Schoenberg & David, 2014). Die vorliegende Studie ist mit der Erstellung eines Behandlungsmanuals einen klaren Schritt in diese Richtung gegangen. Das hier vorgestellte Manual zum RSA-Training bei CFS kann um konkrete Instruktionen hinsichtlich der Atemfrequenz entsprechend einer aktuellen Studie von Van Diest und Kollegen (2014) ergänzt werden. Doch auch die bisherige Umsetzung und Überprüfung der Daten anhand des vorliegenden Manuals spricht für eine Wirksamkeit der Biofeedbackbehandlung bei CFS und insbesondere für eine hohe Akzeptanz des Verfahrens bei den Betroffenen.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit untersuchte – nach Wissen der Autorin zum ersten Mal – im Rahmen eines kontrollierten, randomisierten Studiendesigns die Wirksamkeit von Biofeedbacktherapie im Vergleich zu graduiertem Bewegungstraining in der Behandlung von erwachsenen Patientinnen mit Chronischem Erschöpfungssyndrom (CFS; ICD-10 F48.0).

CFS als Erkrankung mit den Hauptsymptomen von Müdigkeit und verstärktem Erschöpfungserleben sowie zusätzlichen Beschwerden wie Muskel- und Kopfschmerzen oder Konzentrationsschwierigkeiten geht einher mit einem starken Leidensdruck der Betroffenen und deutlichen Einschränkungen in der Alltagsbewältigung. CFS lässt sich der übergeordneten Störungsgruppe der funktionellen somatischen Syndrome (FSS) zuordnen. Hinsichtlich der Ätiologie werden multifaktorielle und bio-psycho-soziale Störungsmodelle herangezogen. Etablierte und evidenzbasierte Behandlungsverfahren des CFS stellen kognitiv-behaviorale und aktivitätsfördernde Interventionen dar.

Biofeedback als Verfahren, das den verhaltenstherapeutisch orientierten Verfahren zugeordnet werden kann, intendiert neben der konkreten Beeinflussung einzelner Übungsparameter ein verbessertes Verständnis für psychosomatische Zusammenhänge sowie eine Stärkung von Selbstwirksamkeits- und Kontrollerleben. Es bietet zusätzlich die Möglichkeit der Korrektur dysfunktionaler, krankheitsaufrechterhaltender Überzeugungen. Für den Einsatz von Biofeedback im Rahmen von FSS liegen zahlreiche Wirksamkeitsnachweise vor.

Zur Biofeedbackbehandlung von CFS wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit ein Manual entwickelt, wobei die respiratorische Sinusarrhythmie als Trainingsparameter gewählt wurde. Die Überprüfung der Wirksamkeit der Biofeedbackbehandlung erfolgte in den Bereichen 'subjektives Beschwerdeerleben' und 'körperliche Leistungsfähigkeit' in Bezugnahme auf ein graduiertes Bewegungstraining als etabliertem Kontrollverfahren. Die Behandlungsdauer in beiden Gruppen erstreckte sich über acht Sitzungen über einen Behandlungszeit-

raum von drei Monaten. Die Datenerhebung erfolgte zu drei Messzeitpunkten, d. h. vor und nach Abschluss der Intervention sowie zu einer 5-Monats-Katamnese.

Die Ergebnisse basieren auf den Daten von 24 Probandinnen von denen 13 am Biofeedback- und 11 am graduierten Bewegungsprogramm am Universitätsklinikum Tübingen teilnahmen. 4 Probandinnen beendeten das Bewegungsprogramm vorzeitig und wurden nicht in die Auswertung aufgenommen. Die Auswertung der Daten erfolgte mittels non-parametrischer Verfahren. Zur Beurteilung der klinischen Signifikanz wurden Standardeffektstärken berechnet. Zwischen den Behandlungsgruppen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in grundlegenden demographischen Variablen. Während beider Interventionen zeigte sich eine substantielle Reduktion des Erschöpfungs- und Beschwerdeerlebens. Die Biofeedbacktherapie zeichnete sich insbesondere durch Einflussnahme auf das psychische Wohlbefinden einschließlich der Depressivität und der psychophysiologischen Regulation aus. Die Bewegungstherapie zeichnete sich dahingegen insbesondere durch Einflussnahme auf das körperliche Wohlbefinden einschließlich körperlicher Schmerzen und auf die körperliche Aktivität bzw. Leistungsfähigkeit aus. Es zeigten sich im Behandlungsverlauf keine maßgeblichen Veränderungen der Kontrollüberzeugungen in Bezug auf das eigene gesundheitliche Befinden.

Bei der Interpretation und Diskussion der Ergebnisse werden die Reduktion von Schon- und Vermeidungsverhalten, die Zunahme an Selbstwirksamkeitserleben, das verbesserte Verständnis in Bezug auf psychophysiologische Zusammenhänge, die Korrektur dysfunktionaler Annahmen in Bezug auf Erschöpfung und Bewegung sowie eine positive Behandlungserwartung als mögliche Wirkfaktoren erörtert. Biofeedback als Behandlungsverfahren zeichnet sich durch eine spezifische Anwendbarkeit hinsichtlich dieser Wirkfaktoren aus. Limitationen der Studie sind in Zusammenhang mit der kleinen Stichprobengröße zu sehen. Als ermutigend hinsichtlich zukünftiger Interventionen im Bereich von CFS und FSS erweist sich die hohe Akzeptanz des Biofeedbackverfahrens.

6 LITERATURVERZEICHNIS

- aertzeblatt.de. (2015, 16.03.2015). Chronisches Erschöpfungssyndrom: Studie findet frühe "Immunsignatur".
<http://www.aerzteblatt.de/nachrichten/61989/Chronisches-Erschoepfungssyndrom-Studie-findet-fruehe-Immunsignatur>
- Agelink, M. W., Boz, C., Ullrich, H., & Andrich, J. (2002). Relationship between major depression and heart rate variability. Clinical consequences and implications for antidepressive treatment. *Psychiatry Res*, 113(1-2), 139-149.
- Al-Haggar, M. S., Al-Naggar, Z. A., & Abdel-Salam, M. A. (2006). Biofeedback and cognitive behavioral therapy for Egyptian adolescents suffering from chronic fatigue syndrome. *Journal of Pediatric Neurology*, 4(3), 161-169.
- Alraek, T., Lee, M. S., Choi, T. Y., Cao, H., & Liu, J. (2011). Complementary and alternative medicine for patients with chronic fatigue syndrome: a systematic review. *BMC Complement Altern Med*, 11, 87. doi: 10.1186/1472-6882-11-87
- APA, American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (Vol. 5th Edition). Arlington, VA: American Psychiatric Association.
- Arns, M., de Ridder, S., Strehl, U., Breteler, M., & Coenen, A. (2009). Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD: the effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: a meta-analysis. *Clin EEG Neurosci*, 40(3), 180-189.
- Arns, M., Heinrich, H., & Strehl, U. (2014). Evaluation of neurofeedback in ADHD: the long and winding road. *Biol Psychol*, 95, 108-115. doi: 10.1016/j.biopsycho.2013.11.013
- AWMFOonline. (2012). S3-Leitlinie Umgang mit Patienten mit nicht-spezifischen, funktionellen und somatoformen Körperbeschwerden der Deutschen Gesellschaft für Psychosomatische Medizin und Ärztliche Psychotherapie (DGPM) und des Deutschen Kollegiums für Psychosomatische Medizin (DKPM).
- Babu, A. S., Mathew, E., Danda, D., & Prakash, H. (2007). Management of patients with fibromyalgia using biofeedback: a randomized control trial. *Indian J Med Sci*, 61(8), 455-461.
- Baecke, J. A., Burema, J., & Frijters, J. E. (1982). A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr*, 36(5), 936-942.
- Barcala, L., Grecco, L. A., Colella, F., Lucareli, P. R., Salgado, A. S., & Oliveira, C. S. (2013). Visual biofeedback balance training using wii fit after stroke: a randomized controlled trial. *J Phys Ther Sci*, 25(8), 1027-1032. doi: 10.1589/jpts.25.1027
- Bazelmans, E., Prins, J. B., Lulofs, R., van der Meer, J. W., Bleijenberg, G., & Netherlands Fatigue Research Group, Nijmegen. (2005). Cognitive behaviour group therapy for chronic fatigue syndrome: a non-randomised waiting list controlled study. *Psychother Psychosom*, 74(4), 218-224. doi: 10.1159/000085145
- Beck, A. T., & Steer, R. A. (1987). *Beck depression inventory: manual*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.

- Beierlein, C., Kemper, C. J., Kovaleva, A., & Rammstedt, B. (2013). Kurzsкала zur Erfassung allgemeiner Selbstwirksamkeitserwartungen (ASKU). *Methoden, Daten, Analysen*, 7(2), 251-278. doi: <http://dx.doi.org/10.12758/mda.2013.014>
- Bortz, J. (1999). *Statistics for social sciences. German version*. Berlin: Springer.
- Bortz, J., & Lienert, G. A. (2008). *Kurzgefasste Statistik für die klinische Forschung. Leitfaden für die verteilungsfreie Analyse kleiner Stichproben* (3. Auflage ed.). Heidelberg: Springer.
- Buckelew, S. P., Conway, R., Parker, J., Deuser, W. E., Read, J., Witty, T. E., . . . Kay, D. R. (1998). Biofeedback/relaxation training and exercise interventions for fibromyalgia: a prospective trial. *Arthritis Care Res*, 11(3), 196-209.
- Bullinger, M., & Kirchberger, I. (1998). *SF36 Health Survey concerning Health status. German version*. Göttingen: Hogrefe.
- Burgess, M., & Chalder, T. (2004). PACE. Manual for Therapists. Cognitive Behaviour Therapy for CFS/ME.
- Burton, A. R., Rahman, K., Kadota, Y., Lloyd, A., & Vollmer-Conna, U. (2010). Reduced heart rate variability predicts poor sleep quality in a case-control study of chronic fatigue syndrome. *Exp Brain Res*, 204(1), 71-78. doi: 10.1007/s00221-010-2296-1
- Cairns, R., & Hotopf, M. (2005). A systematic review describing the prognosis of chronic fatigue syndrome. *Occup Med (Lond)*, 55(1), 20-31. doi: 10.1093/occmed/kqi013
- Caria, A., Sitaram, R., Veit, R., Begliomini, C., & Birbaumer, N. (2010). Volitional control of anterior insula activity modulates the response to aversive stimuli. A real-time functional magnetic resonance imaging study. *Biol Psychiatry*, 68(5), 425-432. doi: 10.1016/j.biopsych.2010.04.020
- Carruthers, B. M., Jain, A. K., De Meirleir, K. L., Peterson, D. L., Klimas, N. G., Lerner, A. M., . . . van de Sande, M. I. (2003). Myalgic Encephalomyelitis / Chronic Fatigue Syndrome: Clinical Working Case Definition, Diagnostic and Treatment Protocols (A Consensus Document). *Journal of Chronic Fatigue Syndrome*, 11(1), 7-115.
- Chalder, T., Berelowitz, G., Pawlikowska, T., Watts, L., Wessely, S., Wright, D., & Wallace, E. P. (1993). Development of a fatigue scale. *J Psychosom Res*, 37(2), 147-153.
- Chalder, T., Deary, V., Husain, K., & Walwyn, R. (2010). Family-focused cognitive behaviour therapy versus psycho-education for chronic fatigue syndrome in 11- to 18-year-olds: a randomized controlled treatment trial. *Psychol Med*, 40(8), 1269-1279. doi: 10.1017/S003329170999153X
- Chalder, T., Goldsmith, K., White, P., Sharpe, M., & Pickles, A. (2015). Rehabilitative therapies for chronic fatigue syndrome: a secondary mediation analysis of the PACE trial. *The Lancet Psychiatry*, 2(2), 141-152. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S2215-0366\(14\)00069-8](http://dx.doi.org/10.1016/S2215-0366(14)00069-8)
- Cho, H. J., Hotopf, M., & Wessely, S. (2005). The placebo response in the treatment of chronic fatigue syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Psychosom Med*, 67(2), 301-313. doi: 10.1097/01.psy.0000156969.76986.e0

- Choi, S. W., Chi, S. E., Chung, S. Y., Kim, J. W., Ahn, C. Y., & Kim, H. T. (2011). Is alpha wave neurofeedback effective with randomized clinical trials in depression? A pilot study. *Neuropsychobiology*, 63(1), 43-51. doi: 10.1159/000322290
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Cohen, J. (1994). The earth is round (p-less-than .05). *American Psychologist*, 49(12), 997-1003.
- de Marées, H. (2002). *Sportphysiologie*. Köln: Sport und Buch Strauss.
- deCharms, R. C., Maeda, F., Glover, G. H., Ludlow, D., Pauly, J. M., Soneji, D., . . . Mackey, S. C. (2005). Control over brain activation and pain learned by using real-time functional MRI. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 102(51), 18626-18631. doi: 10.1073/pnas.0505210102
- Dickhuth, H. H. (2000). *Einführung in die Sport- und Leistungsmedizin* (Vol. Band 6). Schorndorf: Hoffmann.
- Dickhuth, H. H. (2007). *Sportmedizin für Ärzte: Lehrbuch auf der Grundlage des Weiterbildungssystems der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (DGSP)*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Dickhuth, H. H., Huonker, M., Münzel, T., Drexler, H., Berg, A., & Keul, J. (1991). Individual anaerobic threshold for evaluation of competitive athletes and patients with left ventricular dysfunction. In N. Bachl, T. Graham & H. Löllgen (Eds.), *Advances in ergometry* (pp. 173-179). Berlin: Springer.
- Dilling, H., Mombour, W., Schmidt, M. H., & Schulte-Markwort, E. (2011). *Internationale Klassifikation psychischer Störungen: ICD-10 Kapitel V (F). Diagnostische Kriterien für Forschung und Praxis*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Dittner, A. J., Wessely, S. C., & Brown, R. G. (2004). The assessment of fatigue: a practical guide for clinicians and researchers. *J Psychosom Res*, 56(2), 157-170.
- Donner-Banzhoff, N., Maisel, P., Dörr, C., & Baum, E. (2011). *Müdigkeit. DEGAM-Leitlinie Nr. 2*. Düsseldorf: omikron publishing.
- Dougall, D., Johnson, A., Goldsmith, K., Sharpe, M., Angus, B., Chalder, T., & White, P. (2014). Adverse events and deterioration reported by participants in the PACE trial of therapies for chronic fatigue syndrome. *J Psychosom Res*, 77(1), 20-26. doi: 10.1016/j.jpsychores.2014.04.002
- Dworkin, B. R., & Miller, N. E. (1986). Failure to replicate visceral learning in the acute curarized rat preparation. *Behav Neurosci*, 100(3), 299-314.
- Edmonds, M., McGuire, H., & Price, J. (2004). Exercise therapy for chronic fatigue syndrome. *Cochrane Database Syst Rev*(3), CD003200. doi: 10.1002/14651858.CD003200.pub2
- Ehlis, A. C., Schneider, S., Dresler, T., & Fallgatter, A. J. (2014). Application of functional near-infrared spectroscopy in psychiatry. *Neuroimage*, 85 Pt 1, 478-488. doi: 10.1016/j.neuroimage.2013.03.067
- Ellert, U., & Kurth, B. M. (2004). Methodische Betrachtungen zu den Summenscores des SF-36 anhand der erwachsenen bundesdeutschen Bevölkerung. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 47, 1027-1032.

- Enck, P., Van der Voort, I. R., & Klosterhalfen, S. (2009). Biofeedback therapy in fecal incontinence and constipation. *Neurogastroenterol Motil*, 21(11), 1133-1141. doi: 10.1111/j.1365-2982.2009.01345.x
- Fernández, A., Martín, A., Martínez, M., Bustillo, M., Hernández, F., Labrado, J., . . . Giménez, J. (2009). Chronic fatigue syndrome: aetiology, diagnosis and treatment. *BMC Psychiatry, (Suppl 1):S1(9)*.
- Ferrari, R., & Kwan, O. (2001). The no-fault flavor of disability syndromes. *Med Hypotheses*, 56(1), 77-84. doi: 10.1054/mehy.2000.1115
- Flo, E., & Chalder, T. (2014). Prevalence and predictors of recovery from chronic fatigue syndrome in a routine clinical practice. *Behav Res Ther*, 63, 1-8. doi: 10.1016/j.brat.2014.08.013
- Fröhlich, M., Emrich, E., Pieter, A., & Stark, R. (2009). Outcome effects and effect sizes. *International Journal of Sports Science and Engineering*, 03(03), 175-179.
- Fröhlich, M., & Pieter, A. (2009). Cohen`s Effektstärken als Mass der Bewertung von praktischer Relevanz - Implikationen für die Praxis. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 57(4), 139-142.
- Fry, A. M., & Martin, M. (1996). Fatigue in the chronic fatigue syndrome: a cognitive phenomenon? *J Psychosom Res*, 41(5), 415-426.
- Fuchs, R., & Schwarzer, R. (1994). Selbstwirksamkeit zur sportlichen Aktivität: Reliabilität und Validität eines neuen Messinstruments. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 15(3), 141-154.
- Fukuda, K., Straus, S. E., Hickie, I., Sharpe, M. C., Dobbins, J. G., & Komaroff, A. (1994). The chronic fatigue syndrome: a comprehensive approach to its definition and study. International Chronic Fatigue Syndrome Study Group. *Annals of internal medicine*, 121(12), 953-959.
- Fulcher, K. Y., & White, P. D. (1997). Randomised controlled trial of graded exercise in patients with the chronic fatigue syndrome. *BMJ*, 314(7095), 1647-1652.
- Gaab, J. (2011). Suche nach der Ursache des chronischen Erschöpfungssyndroms. Eine Geschichte mit Fortsetzung. *Psychotherapeut*, 56, 211-215.
- Gaab, J., & Ehlert, U. (2005). *Chronische Erschöpfung und Chronisches Erschöpfungssyndrom* (Vol. 26). Göttingen: Hogrefe.
- Garloch, K. (1994). Chronic fatigue syndrome treatment patented. *CFIDS Chronicle, Spring*, 7-8.
- Gevirtz, R. (2000). Resonant frequency training to restore homeostasis for treatment of psychophysiological disorders. *Biofeedback*, 27, 7-9.
- Gevirtz, R. (2013). The Promise of Heart Rate Variability Biofeedback: Evidence-Based Applications. *Biofeedback*, 41(3), 110-120.
- Gevirtz, R., & Lehrer, P. M. (2003). Resonant frequency heartrate biofeedback. In M. S. Schwartz & F. Andrasik (Eds.), *Biofeedback: A practitioners guide* (3 ed., pp. 245-250). New York: Guilford.
- Giardino, N. D., Chan, L., & Borson, S. (2004). Combined heart rate variability and pulse oximetry biofeedback for chronic obstructive pulmonary disease: preliminary findings. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 29(2), 121-133.

- Glass, G. V., & Stanley, J. C. (1970). *Statistical methods in education and psychology*. Englewood-Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Glombiewski, J. A., Bernardy, K., & Hauser, W. (2013). Efficacy of EMG- and EEG-Biofeedback in Fibromyalgia Syndrome: A Meta-Analysis and a Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2013, 962741. doi: 10.1155/2013/962741
- Glombiewski, J. A., Hartwich-Tersek, J., & Rief, W. (2010). Two psychological interventions are effective in severely disabled, chronic back pain patients: a randomised controlled trial. *Int J Behav Med*, 17(2), 97-107. doi: 10.1007/s12529-009-9070-4
- Grawe, K. (1995). Grundriß einer allgemeinen Psychotherapie. *Psychotherapeut*, 40, 130-145.
- Green, E. (1974). Biofeedback and Yoga. *Subtle Energies & Energy Medicine*, 10(2), 46-52.
- Green, E., & Green, A. M. (1977). *Beyond Biofeedback*: Knoll Publishing Co.
- Haller, S., Birbaumer, N., & Veit, R. (2010). Real-time fMRI feedback training may improve chronic tinnitus. *Eur Radiol*, 20(3), 696-703. doi: 10.1007/s00330-009-1595-z
- Hammond, D. C. (2001). Treatment of chronic fatigue with neurofeedback and self-hypnosis. *NeuroRehabilitation*, 16(4), 295-300.
- Hansson, M., Chotai, J., Nordstom, A., & Bodlund, O. (2009). Comparison of two self-rating scales to detect depression: HADS and PHQ-9. *Br J Gen Pract*, 59(566), e283-288. doi: 10.3399/bjgp09X454070
- Hassett, A. L., Radvanski, D. C., Vaschillo, E. G., Vaschillo, B., Sigal, L. H., Karavidas, M. K., . . . Lehrer, P. M. (2007). A pilot study of the efficacy of heart rate variability (HRV) biofeedback in patients with fibromyalgia. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 32(1), 1-10. doi: 10.1007/s10484-006-9028-0
- Haus, KM., Held, C., Kowalski, A., Krombholz, A., Nowak, M., Schneider, E., . . . Wiedemann, M. (2013). *Praxisbuch Biofeedback und Neurofeedback*. Berlin: Springer.
- Häuser, W., Arnold, B., Bär, J., Eich, W., Häfner, R., Henningsen, P., . . . Thieme, K. (2012). Themenheft Fibromyalgiesyndrom - Eine interdisziplinäre S3-Leitlinie. Hintergründe und Ziele - Methodenreport - Klassifikation - Pathophysiologie - Behandlungsgrundsätze und verschiedene Therapieverfahren. *Der Schmerz*, 26.
- Hausteiner-Wiehle, C, Schaefer, R, Sattel, H, Ronel, J, Herrmann, M, Häuser, W, & Henningsen, P. (2012). AWMF-Leitlinie zum Umgang mit Patienten mit nicht-spezifischen, funktionellen und somatoformen Körperbeschwerden. *AWMF-Reg.-Nr. 051-001 2012*.
- Hawkes, N. (2011). Dangers of research into chronic fatigue syndrome. *BMJ*, 342, d3780. doi: 10.1136/bmj.d3780
- Heim, C., Nater, U. M., Maloney, E., Boneva, R., Jones, J. F., & Reeves, W. C. (2009). Childhood trauma and risk for chronic fatigue syndrome: association with neuroendocrine dysfunction. *Arch Gen Psychiatry*, 66(1), 72-80. doi: 10.1001/archgenpsychiatry.2008.508

- Heins, M. J., Knoop, H., & Bleijenberg, G. (2013). The role of the therapeutic relationship in cognitive behaviour therapy for chronic fatigue syndrome. *Behav Res Ther*, *51*(7), 368-376. doi: 10.1016/j.brat.2013.02.001
- Henningsen, P., Hartkamp, N, Loew, T, Sack, M, Scheidt, C. E, & Rudolf, G. (2002). *Somatoforme Störungen: Leitlinien und Quellentexte*. Stuttgart: Schattauer.
- Henningsen, P., Zipfel, S., & Herzog, W. (2007). Management of functional somatic syndromes. *Lancet*, *369*(9565), 946-955. doi: 10.1016/S0140-6736(07)60159-7
- Hiller, W., & Janca, A. (2003). Assessment of somatoform disorders: a review of strategies and instruments. *Acta Neuropsychiatrica*, *15*, 167-179.
- Hiller, W., & Rief, W. (1996). *SDS. Somatoform Disorders Schedule (deutsche Version des SDS, Version 2.0, der Weltgesundheitsorganisation von G. Tacchini, A. Janca und M. Isaac)*. Prien:: Klinik Roseneck.
- Ho-Yen, D. O., & McNamara, I. (1991). General practitioners' experience of the chronic fatigue syndrome. *Br J Gen Pract*, *41*(349), 324-326.
- Hodges, L. D., Brodie, D. A., & Bromley, P. D. (2005). Validity and reliability of selected commercially available metabolic analyzer systems. *Scand J Med Sci Sports*, *15*(5), 271-279. doi: 10.1111/j.1600-0838.2005.00477.x
- Hoffman, B. M., Papas, R. K., Chatkoff, D. K., & Kerns, R. D. (2007). Meta-analysis of psychological interventions for chronic low back pain. *Health psychology : official journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association*, *26*(1), 1-9. doi: 10.1037/0278-6133.26.1.1
- Hollmann, W., & Hettinger, T. (2000). *Sportmedizin - Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin*. Stuttgart: Schattauer.
- Hollmann, W., & Strüder, H. K. (2009). *Sportmedizin: Grundlagen für körperliche Aktivität, Training und Präventivmedizin*. Stuttgart: Schattauer.
- Hollmann, W., Strüder, H. K., Predel, H.-K., & Tagarakis, Ch. V. M. (2006). *Spiroergometrie*. Stuttgart, New York: Schattauer.
- Holroyd, K. A., Penzien, D. B., Hursey, K. G., Tobin, D. L., Rogers, L., Holm, J. E., . . . Chila, A. G. (1984). Change mechanisms in EMG biofeedback training: cognitive changes underlying improvements in tension headache. *J Consult Clin Psychol*, *52*(6), 1039-1053.
- Hyland, M. E., Sodergren, S. C., & Lewith, G. T. (2006). Chronic fatigue syndrome: the role of positivity to illness in chronic fatigue syndrome patients. *J Health Psychol*, *11*(5), 731-741. doi: 10.1177/1359105306066628
- Jacobs, S., & de Jong, A. (2007). *EMDR und Biofeedback in der Behandlung von posttraumatischen Belastungsstörungen. Ein neuropsychotherapeutisches Behandlungsprogramm*. Göttingen: Hogrefe.
- James, L. C., & Folen, R. A. (1996). EEG biofeedback as a treatment for chronic fatigue syndrome: a controlled case report. *Behav Med*, *22*(2), 77-81.
- Janca, A., Burke, J., Jr., Isaac, M., Burke, K., Costa, J., Silva, E., . . . Tacchini, G. (1995). The World Health Organization somatoform disorders schedule. A preliminary report on design and reliability. *Eur Psychiatry*, *10*(8), 373-378. doi: 10.1016/0924-9338(96)80340-3

- Jason, L. A., Jordan, K. M., Richman, J. A., Rademaker, A. W., Huang, C. F., McCready, W., . . . Frankenberry, E. L. (1999). A Community-based Study of Prolonged Fatigue and Chronic Fatigue. *J Health Psychol*, *4*(1), 9-26. doi: 10.1177/135910539900400103
- Jason, L. A., Porter, N., Hunnell, J., Rademaker, A., & Richman, J. A. (2011). CFS prevalence and risk factors over time. *J Health Psychol*, *16*(3), 445-456. doi: 10.1177/1359105310383603
- Jason, L. A., Richman, J. A., Rademaker, A. W., Jordan, K. M., Plioplys, A. V., Taylor, R. R., . . . Plioplys, S. (1999). A community-based study of chronic fatigue syndrome. *Arch Intern Med*, *159*(18), 2129-2137.
- Jason, L. A., Torres-Harding, S. R., Friedberg, F., Corradi, K., Njoku, M. G., Donalek, J., . . . Papernik, M. (2007). Non-Pharmacologic Interventions for CFS: A Randomized Trial. *J Clin Psychol Med Settings*, *14*, 275-296.
- Kapfhammer, H. P. (2007). Somatoforme Störungen. Konzept, Klinik, Ätiopathogenese und Therapie. *Nervenarzt*, *79*, 99-117.
- Kapitza, K. P., Passie, T., Bernateck, M., & Karst, M. (2010). First non-contingent respiratory biofeedback placebo versus contingent biofeedback in patients with chronic low back pain: a randomized, controlled, double-blind trial. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, *35*(3), 207-217. doi: 10.1007/s10484-010-9130-1
- Kaplan, B. J. (1975). Biofeedback in epileptics: equivocal relationship of reinforced EEG frequency to seizure reduction. *Epilepsia*, *16*(3), 477-485.
- Kazis, L. E., Anderson, J. J., & Meenan, R. F. (1989). Effect sizes for interpreting changes in health status. *Med Care*, *27*(3 Suppl), S178-189.
- Kim, S., Wollburg, E., & Roth, W. T. (2012). Opposing breathing therapies for panic disorder: a randomized controlled trial of lowering vs raising end-tidal P(CO₂). *J Clin Psychiatry*, *73*(7), 931-939. doi: 10.4088/JCP.11m07068
- Kindermann, A. (2004). Anaerobe Schwelle. Standards der Sportmedizin. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, *55*(6), 161-162.
- Knoop, H., Prins, J. B., Moss-Morris, R., & Bleijenberg, G. (2010). The central role of cognitive processes in the perpetuation of chronic fatigue syndrome. *J Psychosom Res*, *68*(5), 489-494. doi: 10.1016/j.jpsychores.2010.01.022
- Konstantinov, K. V., Sizov, V. V., Miroshnikov, D. B., Esimbaeva, V. N., Gabdrakhmanov, Slu, & Klimenko, V. M. (2000). [Restoration of interhemispheric symmetry of the bioelectrical brain activity in patients with neurasthenic syndrome by bioacoustic correction]. *Biull Eksp Biol Med*, *129*(2), 139-141.
- Krampen, G. (2006). *ASS-SYM - Änderungssensitive Symptomliste zu Entspannungserleben, Wohlbefinden, Beschwerden- und Problembelastungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Kravitz, H. M., Esty, M. L., Katz, R. S., & Fawcett, J. (2006). Treatment of fibromyalgia syndrome using low-intensity neurofeedback with the flexyx neurotherapy system: a randomized controlled clinical trial. *Journal of Neurotherapy*, *10*(2-3), 41-58.
- Kroenke, K., Spitzer, R. L., & Williams, J. B. (2001). The PHQ-9: validity of a brief depression severity measure. *J Gen Intern Med*, *16*(9), 606-613.

- Kroenke, K., Spitzer, R. L., Williams, J. B., Linzer, M., Hahn, S. R., deGruy, F. V., 3rd, & Brody, D. (1994). Physical symptoms in primary care. Predictors of psychiatric disorders and functional impairment. *Arch Fam Med*, 3(9), 774-779.
- Kropp, P., & Niederberger, U. (2010). Biofeedback bei Kopfschmerzen. *Schmerz*, 24(3), 279-288; quiz 289. doi: 10.1007/s00482-010-0892-4
- Kuske, M. (2013). *Randomisierte kontrollierte Therapiestudie zur Behandlung von Patienten mit Chronischem Erschöpfungssyndrom: Biofeedback vs. sportmedizinisches Bewegungstraining. Vergleich der Auswirkungen auf das autonome Nervensystem und das Speichel-Kortisol-Profil.*, Medizinische Universitätsklinik und Poliklinik Tübingen, Tübingen.
- La Rovere, M. T., Bigger, J. T., Jr., Marcus, F. I., Mortara, A., & Schwartz, P. J. (1998). Baroreflex sensitivity and heart-rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction. ATRAMI (Autonomic Tone and Reflexes After Myocardial Infarction) Investigators. *Lancet*, 351(9101), 478-484.
- Lahmann, C, Henningsen, P., & Dinkel, A. (2010). Somatoforme und funktionelle Störungen. *2010*, 81, 1383-1396.
- Landman, G. W., Drion, I., van Hateren, K. J., van Dijk, P. R., Logtenberg, S. J., Lambert, J., . . . Kleefstra, N. (2013). Device-guided breathing as treatment for hypertension in type 2 diabetes mellitus: a randomized, double-blind, sham-controlled trial. *JAMA Intern Med*, 173(14), 1346-1350. doi: 10.1001/jamainternmed.2013.6883
- Lee, S., & Kleinman, A. (2007). Are somatoform disorders changing with time? The case of neurasthenia in China. *Psychosom Med*, 69(9), 846-849. doi: 10.1097/PSY.0b013e31815b0092
- Lehrer, P. M., & Gevirtz, R. (2014). Heart rate variability biofeedback: how and why does it work? *Front Psychol*, 5, 756. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00756
- Lehrer, P. M., Vaschillo, E., Lu, S. E., Eckberg, D., Vaschillo, B., Scardella, A., & Habib, R. (2006). Heart rate variability biofeedback: effects of age on heart rate variability, baroreflex gain, and asthma. *Chest*, 129(2), 278-284. doi: 10.1378/chest.129.2.278
- Lehrer, P. M., Vaschillo, E., & Vaschillo, B. (2000). Resonant frequency biofeedback training to increase cardiac variability: rationale and manual for training. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 25(3), 177-191.
- Lehrer, P. M., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Lu, S. E., Eckberg, D. L., Edelberg, R., . . . Hamer, R. M. (2003). Heart rate variability biofeedback increases baroreflex gain and peak expiratory flow. *Psychosom Med*, 65(5), 796-805.
- Lehrer, P. M., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Lu, S. E., Scardella, A., Siddique, M., & Habib, R. H. (2004). Biofeedback treatment for asthma. *Chest*, 126(2), 352-361. doi: 10.1378/chest.126.2.352
- Lin, J. M., Brimmer, D. J., Maloney, E. M., Nyarko, E., Belue, R., & Reeves, W. C. (2009). Further validation of the Multidimensional Fatigue Inventory in a US adult population sample. *Popul Health Metr*, 7, 18. doi: 10.1186/1478-7954-7-18
- Linden, D. E., Habes, I., Johnston, S. J., Linden, S., Tatineni, R., Subramanian, L., . . . Goebel, R. (2012). Real-time self-regulation of emotion networks

- in patients with depression. *PLoS One*, 7(6), e38115. doi: 10.1371/journal.pone.0038115
- Loge, J. H., Ekeberg, O., & Kaasa, S. (1998). Fatigue in the general Norwegian population: normative data and associations. *J Psychosom Res*, 45(1), 53-65.
- Lohaus, A., & Schmitt, G. (1989). *Fragebogen zu Erhebung von Kontrollüberzeugungen zu Krankheit und Gesundheit (KKG). Handanweisung*. Göttingen: Hogrefe.
- Lopez, C., Antoni, M., Penedo, F., Weiss, D., Cruess, S., Segotas, M. C., . . . Fletcher, M. A. (2011). A pilot study of cognitive behavioral stress management effects on stress, quality of life, and symptoms in persons with chronic fatigue syndrome. *J Psychosom Res*, 70(4), 328-334. doi: 10.1016/j.jpsychores.2010.11.010
- Lorig, K., Chastain, R. L., Ung, E., Shoor, S., & Holman, H. R. (1989). Development and evaluation of a scale to measure perceived self-efficacy in people with arthritis. *Arthritis Rheum*, 32(1), 37-44.
- Löwe, B., Spitzer, R. L., Zipfel, S., & Herzog, W. (2002). *Patient Health Questionnaire. PHQ-D. German version*. Karlsruhe: Pfizer.
- Macfarlane, D. J. (2001). Automated metabolic gas analysis systems: a review. *Sports Med*, 31(12), 841-861.
- Mahtani, K. R., Numan, D., & Heneghan, C. J. (2012). Device-guided breathing exercises in the control of human blood pressure: systematic review and meta-analysis. *J Hypertens*, 30(5), 852-860. doi: 10.1097/HJH.0b013e3283520077
- Malouff, J. M., Thorsteinsson, E. B., Rooke, S. E., Bhullar, N., & Schutte, N. S. (2008). Efficacy of cognitive behavioral therapy for chronic fatigue syndrome: a meta-analysis. *Clin Psychol Rev*, 28(5), 736-745. doi: 10.1016/j.cpr.2007.10.004
- Margraf, J., & Schneider, S. (1990). *Panik: Angstanfälle und ihre Behandlung*. Berlin: Springer.
- Martin, A., Härter, M., Henningsen, P., Hiller, W., Kröner-Herwig, B., & Rief, W. (2013). *Evidenzbasierte Leitlinie zur Psychotherapie somatoformer Störungen und assoziierter Syndrome (Vol. 4)*. Göttingen: Hogrefe.
- Martin, A., & Rief, W. (2009). *Wie wirksam ist Biofeedback?* Bern: Verlag Hans Huber, Hogrefe AG.
- Martin, A., & Rief, W. (2010). Somatoforme Störungen. In W. Rief & N. Birbaumer (Eds.), *Biofeedback. Grundlagen, Indikationen, Kommunikation, praktisches Vorgehen in der Therapie*. (3 ed.). Stuttgart.: Schattauer.
- Mazur, J. E. (1999). *Learning and Behavior*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- McHorney, C. A., Ware, J. E., Jr., & Raczek, A. E. (1993). The MOS 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36): II. Psychometric and clinical tests of validity in measuring physical and mental health constructs. *Med Care*, 31(3), 247-263.
- Meyer, T., Gabriel, H. H., & Kindermann, W. (1999). Is determination of exercise intensities as percentages of VO₂max or HRmax adequate? *Med Sci Sports Exerc*, 31(9), 1342-1345.

- Mildenberger, V. D., & Kaltenbach, M. (1989). [Life-threatening complications of ergometry]. *Fortschr Med*, *107*(27), 569-571.
- Miller, N. E., & Dworkin, B. R. (1977). Effects of learning on visceral functions--biofeedback. *N Engl J Med*, *296*(22), 1274-1278. doi: 10.1056/NEJM197706022962210
- Mishra, K. D., Gatchel, R. J., & Gardea, M. A. (2000). The relative efficacy of three cognitive-behavioral treatment approaches to temporomandibular disorders. *Journal of behavioral medicine*, *23*(3), 293-309.
- Monastra, V. (2003). Clinical Applications of Electroencephalographic Biofeedback. In M. S. Schwartz & F. Andrasik (Eds.), *Biofeedback: A Practitioner's Guide*. (3rd ed.). New York.: Guilford Press.
- Mora, M. C. S., Bleichhardt, G., Weber, D., Neff, A., & Rief, W. (2010). Biofeedback bei kranio-mandibulären Dysfunktionen. *Psychotherapeut*, *55*, 217-224. doi: 10.1007/s00278-010-0739-6
- Morin, C. M., Hauri, P. J., Espie, C. A., Spielman, A. J., Buysse, D. J., & Bootzin, R. R. (1999). Nonpharmacologic treatment of chronic insomnia. An American Academy of Sleep Medicine review. *Sleep*, *22*(8), 1134-1156.
- Morschitzky, H. (2007). *Somatoforme Störungen: Diagnostik, Konzepte und Therapie bei Körpersymptomen ohne Organbefund*. Wien, New York: Springer.
- Moss-Morris, R., Sharon, C., Tobin, R., & Baldi, J. C. (2005). A randomized controlled graded exercise trial for chronic fatigue syndrome: outcomes and mechanisms of change. *J Health Psychol*, *10*(2), 245-259. doi: 10.1177/1359105305049774
- Müller, C., Winter, C., & Rosenbaum, D. (2010). Aktuelle objektive Messverfahren zur Erfassung körperlicher Aktivität im Vergleich zu subjektiven Erhebungsmethoden. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, *61*(1), 11-18.
- Mutsuura, H., Kanbara, K., Fukunaga, M., Yamamoto, K., Ban, I., Kitamura, K., & Nakai, Y. (2009). Depression and anxiety correlate differently with salivary free cortisol in the morning in patients with functional somatic syndrome. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, *34*(4), 291-298. doi: 10.1007/s10484-009-9110-5
- Nanke, A., & Rief, W. (2004). Biofeedback in somatoform disorders and related syndromes. *Current opinion in psychiatry*, *17*, 133-138. doi: 10.1097/01.yco.0000120432.39447
- Nater, U. M. (2011). Bedeutung von Stress bei chronischer Erschöpfung. *Psychotherapeut*, *56*(203-210).
- Nater, U. M., Maloney, E., Lin, J. M., Heim, C., & Reeves, W. C. (2012). Coping styles in chronic fatigue syndrome: findings from a population-based study. *Psychother Psychosom*, *81*(2), 127-129. doi: 10.1159/000329996
- Nelson, D. V., Bennett, R. M., Barkhuizen, A., Sexton, G. J., Jones, K. D., Esty, M. L., . . . Donaldson, C. C. (2010). Neurotherapy of fibromyalgia? *Pain Med*, *11*(6), 912-919. doi: 10.1111/j.1526-4637.2010.00862.x
- Nestoriuc, Y., & Martin, A. (2007). Efficacy of biofeedback for migraine: a meta-analysis. *Pain*, *128*(1-2), 111-127. doi: 10.1016/j.pain.2006.09.007

- Nestoriuc, Y., Rief, W., & Martin, A. (2008). Meta-analysis of biofeedback for tension-type headache: efficacy, specificity, and treatment moderators. *J Consult Clin Psychol*, 76(3), 379-396. doi: 10.1037/0022-006X.76.3.379
- Neumann, N., Strehl, U., & Birbaumer, N. (2003). A Primer of Electroencephalographic Instrumentation. In M. S. Schwartz & F. Andrasik (Eds.), *Biofeedback: A Practitioner's Guide*. (3rd ed.). New York.: Guilford Press.
- NICEclinicalguideline. (2007). Chronic fatigue syndrome / Myalgic encephalomyelitis: NICE guideline. from <http://guidance.nice.org.uk/CG53/NICEGuidance/pdf/English>
- Nijhof, S. L., Bleijenberg, G., Uiterwaal, C. S., Kimpen, J. L., & van de Putte, E. M. (2012). Effectiveness of internet-based cognitive behavioural treatment for adolescents with chronic fatigue syndrome (FITNET): a randomised controlled trial. *Lancet*, 379(9824), 1412-1418. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60025-7
- O'Dowd, H., Gladwell, P., Rogers, C. A., Hollinghurst, S., & Gregory, A. (2006). Cognitive behavioural therapy in chronic fatigue syndrome: a randomised controlled trial of an outpatient group programme. *Health Technol Assess*, 10(37), iii-iv, ix-x, 1-121.
- Olson, R. P. (1995). Definitions of biofeedback and applied psychophysiology. In M. S. Schwartz & Associates (Eds.), *Biofeedback: A Practitioner's Guide* (2nd ed.). New York: Guilford Press.
- Patron, E., Messerotti Benvenuti, S., Favretto, G., Valfre, C., Bonfa, C., Gasparotto, R., & Palomba, D. (2013). Biofeedback assisted control of respiratory sinus arrhythmia as a biobehavioral intervention for depressive symptoms in patients after cardiac surgery: a preliminary study. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 38(1), 1-9. doi: 10.1007/s10484-012-9202-5
- Peek, C.J. (2003). A Primer of Biofeedback Instrumentation. In M. S. Schwartz & F. Andrasik (Eds.), *Biofeedback: A Practitioner's Guide*. (3rd ed.). New York.: Guilford Press.
- Pols, M. A., Peeters, P. H., Kemper, H. C., & Collette, H. J. (1996). Repeatability and relative validity of two physical activity questionnaires in elderly women. *Med Sci Sports Exerc*, 28(8), 1020-1025.
- Porszasz, J., Casaburi, R., Somfay, A., Woodhouse, L. J., & Whipp, B. J. (2003). A treadmill ramp protocol using simultaneous changes in speed and grade. *Med Sci Sports Exerc*, 35(9), 1596-1603. doi: 10.1249/01.MSS.0000084593.56786.DA
- Price, J. R., Mitchell, E., Tidy, E., & Hunot, V. (2008). Cognitive behaviour therapy for chronic fatigue syndrome in adults. *Cochrane Database Syst Rev*(3), CD001027. doi: 10.1002/14651858.CD001027.pub2
- Prins, J. B., Bleijenberg, G., Bazelmans, E., Elving, L. D., de Boo, T. M., Severens, J. L., . . . van der Meer, J. W. (2001). Cognitive behaviour therapy for chronic fatigue syndrome: a multicentre randomised controlled trial. *Lancet*, 357(9259), 841-847.
- Prins, J. B., van der Meer, J. W., & Bleijenberg, G. (2006). Chronic fatigue syndrome. *Lancet*, 367(9507), 346-355.

- Raine, R., Haines, A., Sensky, T., Hutchings, A., Larkin, K., & Black, N. (2002). Systematic review of mental health interventions for patients with common somatic symptoms: can research evidence from secondary care be extrapolated to primary care? *BMJ*, *325*(7372), 1082.
- Rains, J. C. (2008). Change mechanisms in EMG biofeedback training: cognitive changes underlying improvements in tension headache. *Headache*, *48*(5), 735-736; discussion 736-737. doi: 10.1111/j.1526-4610.2008.01119_1.x
- Ray, WJ., Raczynski, JN., Rogers, T., & Kimball, WH. (1979). *Evaluation of Clinical Biofeedback*. New York: Plenum Press.
- Reeves, W. C., Lloyd, A., Vernon, S. D., Klimas, N., Jason, L. A., Bleijenberg, G., . . . International Chronic Fatigue Syndrome Study, Group. (2003). Identification of ambiguities in the 1994 chronic fatigue syndrome research case definition and recommendations for resolution. *BMC Health Serv Res*, *3*(1), 25. doi: 10.1186/1472-6963-3-25
- Rehfishch, H. P., Basler, H. D., & Seemann, H. (1989). *Psychologische Schmerzbehandlung bei Rheuma*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Reid, S., Chalder, T., Cleare, A., Hotopf, M., & Wessely, S. (2004). Chronic fatigue syndrome. *Clin Evid*(12), 1578-1593.
- Ridsdale, L., Darbishire, L., & Seed, P. T. (2004). Is graded exercise better than cognitive behaviour therapy for fatigue? A UK randomized trial in primary care. *Psychol Med*, *34*(1), 37-49.
- Rief, W., & Birbaumer, N. (2006). *Biofeedback. Basics, indications, communication, approach in therapy. German version*. Stuttgart: Schattauer.
- Rief, W., & Birbaumer, N. (2010). Grundsätzliches zu Biofeedback. In W. Rief & N. Birbaumer (Eds.), *Biofeedback. Grundlagen, Indikationen, Kommunikation, praktisches Vorgehen in der Therapie*. (3 ed.). Stuttgart: Schattauer.
- Rief, W., & Hiller, W. (1999). Toward empirically based criteria for the classification of somatoform disorders. *J Psychosom Res*, *46*(6), 507-518.
- Rief, W., & Hiller, W. (2008). *SOMS. Screening für Somatoforme Störungen. Manual*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Rief, W., Hiller, W., & Heuser, J. (1997). *SOMS. Das Screening für Somatoforme Störungen*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Rief, W., Weise, C., Kley, N., & Martin, A. (2005). Psychophysiologic treatment of chronic tinnitus: a randomized clinical trial. *Psychosomatic medicine*, *67*(5), 833-838. doi: 10.1097/01.psy.0000174174.38908.c6
- Rost, R. (2001). *Lehrbuch der Sportmedizin*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Ryan, M., & Gevirtz, R. (2004). Biofeedback-based psychophysiological treatment in a primary care setting: an initial feasibility study. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, *29*(2), 79-93.
- Sakakibara, M., Hayano, J., Oikawa, L. O., Katsamanis, M., & Lehrer, P. (2013). Heart rate variability biofeedback improves cardiorespiratory resting function during sleep. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, *38*(4), 265-271. doi: 10.1007/s10484-013-9232-7

- Schaefert, R., Hausteiner-Wiehle, C., Häuser, W., Ronel, J., Herrmann, M., & Henningsen, P. (2012). Clinical Practice Guideline: Non-specific, functional and somatoform bodily complaints. *Deutsches Ärzteblatt*, *109*(47), 803-813.
- Scharnowski, F., Hutton, C., Josephs, O., Weiskopf, N., & Rees, G. (2012). Improving visual perception through neurofeedback. *J Neurosci*, *32*(49), 17830-17841. doi: 10.1523/JNEUROSCI.6334-11.2012
- Schmidt, R. F., Thews, G., & Lang, F. I. (2000). *Physiologie des Menschen*. Berlin: Springer.
- Schoenberg, P. L., & David, A. S. (2014). Biofeedback for psychiatric disorders: a systematic review. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, *39*(2), 109-135. doi: 10.1007/s10484-014-9246-9
- Schuck, P. (2000). Designs und Kennziffern zur Ermittlung der Änderungssensitivität von Fragebogen in der gesundheitsbezogenen Lebensqualitätsforschung. *Zeitschrift für Medizinische Psychologie*, *3*, 125-130.
- Schwartz, M. S. (2003). Intake Decisions and Preparation of Patients for Therapy. In M. S. Schwartz & F. Andrasik (Eds.), *Biofeedback: A Practitioner's Guide*. (3rd ed.). New York.: Guilford Press.
- Schwartz, M. S., & Andrasik, F. (2003). *Biofeedback: A practitioner's guide* (3rd ed.). New York: Guilford Press.
- Schwartz, M. S., & Olson, R. P. (2003). A Historical Perspective on the Field of Biofeedback and Applied Psychophysiology. In M. S. Schwartz & F. Andrasik (Eds.), *Biofeedback: A Practitioner's Guide*. (3rd ed.). New York.: Guilford Press.
- Schwartz, N. M., & Schwartz, M. S. (2003). Definitions of Biofeedback and Applied Psychophysiology. In M. S. Schwartz & F. Andrasik (Eds.), *Biofeedback: A Practitioner's Guide*. (3 ed.). New York.: Guilford Press.
- Schwarz, R., Krauss, O., & Hinz, A. (2003). Fatigue in the general population. German Version. *Onkologie*, *26*(2), 140-144.
- Segrave, K. (2004). *Lie detectors: a social history*. Jefferson, N.C.: McFarland.
- Sherlin, L., Gevirtz, R., Wyckoff, S., & Muench, F. (2009). Effects of Respiratory Sinus Arrhythmia Biofeedback Versus Passive Biofeedback Control. *International Journal of Stress Management*, *16*(3), 233-248.
- Shibata, K., Watanabe, T., Sasaki, Y., & Kawato, M. (2011). Perceptual learning incepted by decoded fMRI neurofeedback without stimulus presentation. *Science*, *334*(6061), 1413-1415. doi: 10.1126/science.1212003
- Siepmann, M., Aykac, V., Unterdorfer, J., Petrowski, K., & Mueck-Weymann, M. (2008). A pilot study on the effects of heart rate variability biofeedback in patients with depression and in healthy subjects. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, *33*(4), 195-201. doi: 10.1007/s10484-008-9064-z
- Sirois, F. M., & Molnar, D. S. (2014). Perfectionism and maladaptive coping styles in patients with chronic fatigue syndrome, irritable bowel syndrome and fibromyalgia/arthritis and in healthy controls. *Psychother Psychosom*, *83*(6), 384-385. doi: 10.1159/000365174
- Smets, E. M., Garssen, B., Bonke, B., & De Haes, J. C. (1995). The Multidimensional Fatigue Inventory (MFI) psychometric qualities of an instrument to assess fatigue. *J Psychosom Res*, *39*(3), 315-325.

- Smith, W. R., White, P. D., & Buchwald, D. (2006). A case control study of pre-morbid and currently reported physical activity levels in chronic fatigue syndrome. *BMC Psychiatry*, 6, 53. doi: 10.1186/1471-244X-6-53
- Sterman, M. B., & Friar, L. (1972). Suppression of seizures in an epileptic following sensorimotor EEG feedback training. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 33(1), 89-95.
- Stevens, Mark William. (1999). *Chronic fatigue syndrome: A chronobiologically oriented controlled treatment outcome study*. (60), ProQuest Information & Learning, US.
- Stubhaug, B., Lie, S. A., Ursin, H., & Eriksen, H. R. (2008). Cognitive-behavioural therapy v. mirtazapine for chronic fatigue and neurasthenia: randomised placebo-controlled trial. *Br J Psychiatry*, 192(3), 217-223. doi: 10.1192/bjp.bp.106.031815
- Sulzer, J., Haller, S., Scharnowski, F., Weiskopf, N., Birbaumer, N., Blefari, M. L., . . . Sitaram, R. (2013). Real-time fMRI neurofeedback: progress and challenges. *Neuroimage*, 76, 386-399. doi: 10.1016/j.neuroimage.2013.03.033
- Surawy, C., Hackmann, A., Hawton, K., & Sharpe, M. (1995). Chronic fatigue syndrome: a cognitive approach. *Behav Res Ther*, 33(5), 535-544.
- Tak, L. M., & Rosmalen, J. G. (2010). Dysfunction of stress responsive systems as a risk factor for functional somatic syndromes. *J Psychosom Res*, 68(5), 461-468. doi: 10.1016/j.jpsychores.2009.12.004
- Tan, G., Thornby, J., Hammond, D. C., Strehl, U., Canady, B., Arnemann, K., & Kaiser, D. A. (2009). Meta-analysis of EEG biofeedback in treating epilepsy. *Clin EEG Neurosci*, 40(3), 173-179.
- Tansey, M. A. (1993). EEG neurofeedback and chronic fatigue syndrome: New findings with respect to diagnosis and treatment. *CFIDS Chronicle*, Fall, 30-32.
- Teufel, M., Stephan, K., Kowalski, A., Kasberger, S., Enck, P., Zipfel, S., & Giel, K. E. (2013). Impact of biofeedback on self-efficacy and stress reduction in obesity: a randomized controlled pilot study. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 38(3), 177-184. doi: 10.1007/s10484-013-9223-8
- Thomas, P., Grama, C., & Hiller, W. (2008). Kognitive Verhaltenstherapie bei somatoformen Störungen. *Psychotherapie im Dialog*, 9(3), 223-230.
- Torjesen, I. (2015). Tackling fears about exercise is important for ME treatment, analysis indicates. *BMJ*, 350, h227. doi: 10.1136/bmj.h227
- Torres-Harding, S. R., Jason, L. A., Cane, V., Carrico, A., & Taylor, R. R. (2002). Physicians' diagnoses of psychiatric disorders for people with chronic fatigue syndrome. *Int J Psychiatry Med*, 32(2), 109-124.
- Udupa, K., Sathyaprabha, T. N., Thirthalli, J., Kishore, K. R., Lavekar, G. S., Raju, T. R., & Gangadhar, B. N. (2007). Alteration of cardiac autonomic functions in patients with major depression: a study using heart rate variability measures. *J Affect Disord*, 100(1-3), 137-141. doi: 10.1016/j.jad.2006.10.007
- Van Diest, I., Verstappen, K., Aubert, A. E., Widjaja, D., Vansteenwegen, D., & Vlemincx, E. (2014). Inhalation/Exhalation ratio modulates the effect of slow breathing on heart rate variability and relaxation. *Appl*

- Psychophysiol Biofeedback*, 39(3-4), 171-180. doi: 10.1007/s10484-014-9253-x
- Vanathy, S., Sharma, P. S. V. N., & Kumar, K. B. . (1998). The efficacy of alpha and theta neurofeedback training in treatment of generalized anxiety disorder. *Indian Journal of Clinical Psychology*, 25(2), 136-143.
- Vanja, C. (2015). Nerveheilstätten um 1900. Vorbilder heutiger Burnout-Kliniken. *Nervenheilkunde*, 34, 345-350.
- Vaschillo, E. G., Vaschillo, B., & Lehrer, P. M. (2006). Characteristics of resonance in heart rate variability stimulated by biofeedback. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 31(2), 129-142. doi: 10.1007/s10484-006-9009-3
- Vercoulen, J. H., Swanink, C. M., Fennis, J. F., Galama, J. M., van der Meer, J. W., & Bleijenberg, G. (1994). Dimensional assessment of chronic fatigue syndrome. *J Psychosom Res*, 38(5), 383-392.
- Vercoulen, J. H., Swanink, C. M., Galama, J. M., Fennis, J. F., Jongen, P. J., Hommes, O. R., . . . Bleijenberg, G. (1998). The persistence of fatigue in chronic fatigue syndrome and multiple sclerosis: development of a model. *J Psychosom Res*, 45(6), 507-517.
- Wagner, P., & Singer, R. (2003). Ein Fragebogen zur Erfassung habitueller körperlicher Aktivität verschiedener Bevölkerungsgruppen. *Sportwissenschaft*, 33(4), 383-397.
- Walschulewski-Floruß, H., Miltner, W. H. R., & Haag, G. (2011). Biofeedback. In M. Linden & M. Hautzinger (Eds.), *Verhaltenstherapiemanual* (pp. 97-102). Berlin: Springer.
- Ware, J. E., Jr., & Sherbourne, C. D. (1992). The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care*, 30(6), 473-483.
- Wassermann, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y., & Whipp, B. J. (1987). *Principles of Exercise Testing and Interpretation*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Wassermann, K., & McIlroy, M. (1964). Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *American journal of cardiology*, 14, 844-852.
- Wearden, A. J., Dowrick, C., Chew-Graham, C., Bentall, R. P., Morriss, R. K., Peters, S., . . . the, Fine trial group. (2010). Nurse led, home based self help treatment for patients in primary care with chronic fatigue syndrome: randomised controlled trial. *BMJ*, 340, c1777. doi: 10.1136/bmj.c1777
- Weise, C., Heinecke, K., & Rief, W. (2008). Biofeedback-based behavioral treatment for chronic tinnitus: results of a randomized controlled trial. *J Consult Clin Psychol*, 76(6), 1046-1057. doi: 10.1037/a0013811
- Weissacher, E., & Heuser, J. (2008). *Biofeedback. Die alternative Methode zur Behandlung von Schmerzen und psychosomatischen Beschwerden*. Kreuzlingen/München: Heinrich Hugendubel Verlag.
- Wessely, S., David, A., Butler, S., & Chalder, T. (1989). Management of chronic (post-viral) fatigue syndrome. *J R Coll Gen Pract*, 39(318), 26-29.
- Wessely, S., Nimnuan, C., & Sharpe, M. (1999). Functional somatic syndromes: one or many? *Lancet*, 354(9182), 936-939. doi: 10.1016/S0140-6736(98)08320-2

- Wheat, A. L., & Larkin, K. T. (2010). Biofeedback of heart rate variability and related physiology: a critical review. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 35(3), 229-242. doi: 10.1007/s10484-010-9133-y
- White, C., & Schweitzer, R. (2000). The role of personality in the development and perpetuation of chronic fatigue syndrome. *J Psychosom Res*, 48(6), 515-524.
- White, P. D. (2010). Chronic fatigue syndrome: Is it one discrete syndrome or many? Implications for the "one vs. many" functional somatic syndromes debate. *J Psychosom Res*, 68(5), 455-459. doi: 10.1016/j.jpsychores.2010.01.008
- White, P. D., Goldsmith, K. A., Johnson, A. L., Potts, L., Walwyn, R., DeCesare, J. C., . . . Sharpe, M. (2011). Comparison of adaptive pacing therapy, cognitive behaviour therapy, graded exercise therapy, and specialist medical care for chronic fatigue syndrome (PACE): a randomised trial. *Lancet*, 377(9768), 823-836.
- Whited, A., Larkin, K. T., & Whited, M. (2014). Effectiveness of emWave biofeedback in improving heart rate variability reactivity to and recovery from stress. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 39(2), 75-88. doi: 10.1007/s10484-014-9243-z
- Whiting, P., Bagnall, A. M., Sowden, A. J., Cornell, J. E., Mulrow, C. D., & Ramirez, G. (2001). Interventions for the treatment and management of chronic fatigue syndrome: a systematic review. *JAMA*, 286(11), 1360-1368.
- Wiborg, J. F., Knoop, H., Frank, L. E., & Bleijenberg, G. (2012). Towards an evidence-based treatment model for cognitive behavioral interventions focusing on chronic fatigue syndrome. *J Psychosom Res*, 72(5), 399-404. doi: 10.1016/j.jpsychores.2012.01.018
- Wiborg, J. F., Knoop, H., Stulemeijer, M., Prins, J. B., & Bleijenberg, G. (2010). How does cognitive behaviour therapy reduce fatigue in patients with chronic fatigue syndrome? The role of physical activity. *Psychol Med*, 40(8), 1281-1287. doi: 10.1017/S0033291709992212
- Windthorst, P., Veit, R., Enck, P., Smolka, R., Zipfel, S., & Teufel, M. (2015). Biofeedback und Neurofeedback: Anwendungsmöglichkeiten in Psychosomatik und Psychotherapie. *Psychotherapie, Psychosomatik, Medizinische Psychologie*, 65, 146-158.
- Wittchen, H. U., Zaudig, M., & Fydrich, T. (Eds.). (1997). *Structured clinical interview for DSM-IV disorders. German version*. Göttingen: Hogrefe.
- Wonisch, M., Hofmann, P., Pokan, R., Kraxner, W., Hödl, R., Maier, R., . . . Fruhwald, F. M. (2003). Spiroergometrie in der Kardiologie - Grundlagen der Physiologie und Terminologie. *Journal für Kardiologie*, 10(9), 383-390.
- Wyller, V. B., Eriksen, H. R., & Malterud, K. (2009). Can sustained arousal explain the Chronic Fatigue Syndrome? *Behav Brain Funct*, 5, 10. doi: 10.1186/1744-9081-5-10
- Zigmond, A. S., & Snaith, R. P. (1983). The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatr Scand*, 67(6), 361-370.

7 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1 Konzeptioneller Rahmen zur Einteilung verschiedener Zustände von Erschöpfung in der Allgemeinbevölkerung, angelehnt an Fukuda et al. (1994).

Abb. 2 Kognitiv-behaviorales Ätiologiemodell des CFS, weiterentwickelt und ergänzt nach Burgess und Chalder (2004).

Abb. 3 Regelkreis & Kreislauf des Lernens und Veränderns, angelehnt an Windthorst et al. (2015).

Abb. 4 Modell zur Beschreibung der Wirkmechanismen von Biofeedbacktherapie, weiterentwickelt nach Holroyd et al. (1984).

Abb. 5 Mögliche Ansatzpunkte von Biofeedbackbehandlungen bei Patienten mit Angsterkrankungen und somatoformen Störungen mit ausgeprägt ängstlicher Komponente, angelehnt an das 'Teufelskreismodell der Angst' von Margraf und Schneider (1990).

Abb. 6 Studienablauf und erhobene Parameter in der Übersicht.

Abb. 7 CONSORT Studienprofil.

Abb. 8 Mittelwerte und Fehlerindikatoren der Interventionsgruppen nach Biofeedback (BF) bzw. Graded Exercise Training (GET) bezogen auf einzelne Subskalen und den Gesamtwert des MFI.

Abb. 9 Mittelwerte und Fehlerindikatoren der Interventionsgruppen nach Biofeedback (BF) bzw. Graded Exercise Training (GET) bezogen auf die beiden Hauptfaktoren des SF36.

Abb. 10 Mittelwerte und Fehlerindikatoren der Interventionsgruppen nach Biofeedback (BF) bzw. Graded Exercise Training (GET) bezogen auf den Depressionswert des PHQ-9.

Abb. 11 Mittelwerte und Fehlerindikatoren der Interventionsgruppen nach Biofeedback (BF) bzw. Graded Exercise Training (GET) bezogen auf einzelne Subskalen und den Gesamtwert des ASS-SYM.

Abb. 12 Mittelwerte und Fehlerindikatoren der Interventionsgruppen nach Biofeedback (BF) bzw. Graded Exercise Training (GET) bezogen auf den Beschwerdeindex des SOMS.

Abb. 13 Mittelwerte und Fehlerindikatoren der Interventionsgruppen nach Biofeedback (BF) bzw. Graded Exercise Training (GET) bezogen auf den HPA.

Abb. 14 Mittelwerte und Fehlerindikatoren der Interventionsgruppen nach Biofeedback (BF) bzw. Graded Exercise Training (GET) bezogen auf die erhobenen Parameter der körperlichen Leistungsfähigkeit.

8 TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1 CFS Kriterien nach ICD-10 und Fukuda im Vergleich.

Tab. 2 Auswahl an Anwendungsbereichen für Neuro- und Biofeedback in Verbindung mit möglichen Trainingsparametern und einer orientierenden Einschätzung der Wirksamkeit nach derzeitigem Stand, angelehnt an Windthorst et al. (2015).

Tab. 3 Anwendungsbereiche und mögliche Trainingsparameter einzelner Neurofeedbackverfahren unter Berücksichtigung ihrer Vor- und Nachteile, angelehnt an Windthorst et al. (2015).

Tab. 4 Therapiemanual zur Biofeedbackbehandlung bei CFS, angelehnt an Windthorst et al. (2015).

Tab. 5 Laufbandprotokoll in Anlehnung an Porszasz und Kollegen (2003).

Tab. 6 Demographische Variablen in Mittelwert bzw. Häufigkeiten, analysiert mittels Mann-Whitney-U Test bzw. χ^2 -Test.

Tab. 7 *Erschöpfungserleben (MFI)*. Standardeffektstärken (SES) und Mittelwerte (MW) über den Behandlungsverlauf innerhalb der beiden Interventionsgruppen; χ^2 und Wahrscheinlichkeit (p) nach Friedman-Test.

Tab. 8 *Gesundheitsbezogene Lebensqualität (SF36)*. Standardeffektstärken (SES) und Mittelwerte (MW) über den Behandlungsverlauf innerhalb der beiden Interventionsgruppen; χ^2 und Wahrscheinlichkeit (p) nach Friedman-Test.

Tab. 9 *Depressivität (PHQ-9)*. Standardeffektstärken (SES) und Mittelwerte (MW) über den Behandlungsverlauf innerhalb der beiden Interventionsgruppen; χ^2 und Wahrscheinlichkeit (p) nach Friedman-Test.

Tab. 10 *Veränderungserleben von Entspannung und Beschwerden (ASS-SYM)*. Standardeffektstärken (SES) und Mittelwerte (MW) über den Behandlungsverlauf innerhalb der beiden Interventionsgruppen; χ^2 und Wahrscheinlichkeit (p) nach Friedman-Test.

Tab. 11 *Beschwerdeindex (SOMS)*. Standardeffektstärken (SES) und Mittelwerte (MW) über den Behandlungsverlauf innerhalb der beiden Interventionsgruppen; χ^2 und Wahrscheinlichkeit (p) nach Friedman-Test.

Tab. 12 *Kontrollüberzeugungen (KKG)*. Standardeffektstärken (SES) und Mittelwerte (MW) über den Behandlungsverlauf innerhalb der beiden Interventionsgruppen; χ^2 und Wahrscheinlichkeit (p) nach Friedman-Test.

Tab. 13 *Körperliche Aktivität (HPA)*. Standardeffektstärken (SES) und Mittelwerte (MW) nach Intervention innerhalb der beiden Gruppen; Z und Wahrscheinlichkeit (p) nach Wilcoxon Test.

Tab. 14 *Sportmedizinische Parameter*. Standardeffektstärken (SES) und Veränderungen der Mittelwerte (MW) nach Intervention innerhalb der beiden Gruppen; χ^2 und Wahrscheinlichkeit (p) nach Wilcoxon Test.

9 ANHANG

ANHANGSVERZEICHNIS

Anhang 1 Self-Monitoring, Tagebuch zur Protokollierung von Erschöpfung, Bewegung und Aktivität sowie Biofeedback-Übungen.

Anhang 2 Self-Monitoring, Tagebuch zur Protokollierung von Erschöpfung, Bewegung und Aktivität sowie Walking-Programm.

Anhang 3 Information und Anleitung zum Führen des Tagebuch zur Protokollierung von Erschöpfung, Bewegung und Aktivität sowie Biofeedback-Übungen.

Anhang 4 Information und Anleitung zum Führen des Tagebuchs zur Protokollierung von Erschöpfung, Bewegung und Aktivität sowie Walking-Programm.

Anhang 5 Trainingsempfehlung.

Anhang 6 Zeitungsannonce & Rekrutierung.

Anhang 7 Rückmeldungsbogen zum Katamnesezeitpunkt.

ANHANG 1 Self-Monitoring, Tagebuch zur Protokollierung von Erschöpfung, Bewegung und Aktivität sowie Biofeedback-Übungen.

CODE: _____

DATUM / Wochentag: _____

Erschöpfungs-, Bewegungs- und Übungstagebuch_Biofeedback

Uhrzeit	Erschöpfung		Bewegung / Aktivität im Alltag (Dauer / Strecke) allg. Beschäftigung (z.B. Belastungen, Gespräche, Arbeit, Erholung)	Selbstständig durchgeführte Biofeedback-Übungen (Dauer)
	von 0 (keinerlei Erschöpfung) bis 10 (vollständige Erschöpfung)	geistig		
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				

ANHANG 2 Self-Monitoring, Tagebuch zur Protokollierung von Erschöpfung, Bewegung und Aktivität sowie Walking-Programm.

CODE: _____

DATUM / Wochentag: _____

Erschöpfungs-, Bewegungs- und Übungstagebuch_Bewegung

Uhrzeit	Erschöpfung		Bewegung / Aktivität im Alltag (Dauer / Strecke) allg. Beschäftigung (z.B. Belastungen, Gespräche, Arbeit, Erholung)	Selbstständig durchgeführtes Walking- oder Geh-Programm (Dauer/Strecke) & Herzfrequenz (Durchschnitt/Bereich)
	von 0 (keinerlei Erschöpfung) bis 10 (vollständige Erschöpfung)	geistig		
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				

Information zum Erschöpfungs-, Bewegungs- und Übungstagebuch_Biofeedback

Liebe Studienteilnehmerin,

wir bitten Sie dieses Erschöpfungs-, Bewegungs- und Übungstagebuch täglich auszufüllen.

Durch die genaue Beobachtung und das schriftliche Festhalten Ihres Erschöpfungszustandes, der Dauer und des Umfangs Ihrer alltäglichen Aktivitäten und Ihres eigenständig durchgeführten Bewegungs-Trainings können Rückschlüsse gezogen werden, was einen guten oder einen schlechten Einfluss auf Ihr Befinden hat.

Zudem erlaubt das Tagebuch einen Überblick sowohl über die Entwicklung Ihrer Beschwerden als auch über Ihre Fortschritte im Verlauf.

Uhrzeit	Erschöpfung		Bewegung / Aktivität im Alltag (Dauer/Strecke)	Selbstständig durchgeführte Biofeedback-Übungen (Dauer)																									
	von 0 (keinerlei Erschöpfung) bis 10 (vollständige Erschöpfung)																												
	geistig	körperlich																											
6	<p>Auf einer Skala von 0 (keinerlei Erschöpfung) bis 10 (vollständige Erschöpfung): Wie ist Ihr geistiger bzw. körperlicher Erschöpfungszustand? Bitte tragen Sie den jeweiligen Wert entsprechend Ihrer geistigen und körperlichen Erschöpfung zu einer bestimmten Uhrzeit hier ein.</p> <table border="1"> <tr> <th colspan="3">Beispiel:</th> </tr> <tr> <th>Uhrzeit</th> <th>geistig</th> <th>körperlich</th> </tr> <tr> <td>8h</td> <td>5</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>15h</td> <td>3</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>21h</td> <td>5</td> <td>9</td> </tr> </table>		Beispiel:			Uhrzeit	geistig	körperlich	8h	5	3	15h	3	5	21h	5	9	<p>Wenn Sie außerhalb des Therapie-Programms geistig oder körperlich belastende Unternehmungen oder alltägliche Aktivitäten durchführen, tragen Sie diese bitte zur jeweiligen Uhrzeit in diese Spalte ein.</p> <table border="1"> <tr> <th colspan="2">Beispiel:</th> </tr> <tr> <th>Uhrzeit</th> <th>Bewegung / Aktivität</th> </tr> <tr> <td>8h-12h</td> <td>Berufstätigkeit, sitzend</td> </tr> <tr> <td>15h</td> <td>Staubsaugen ca. 15min</td> </tr> <tr> <td>19h</td> <td>Einkaufen ca. 30min</td> </tr> </table>		Beispiel:		Uhrzeit	Bewegung / Aktivität	8h-12h	Berufstätigkeit, sitzend	15h	Staubsaugen ca. 15min	19h	Einkaufen ca. 30min
Beispiel:																													
Uhrzeit			geistig	körperlich																									
8h			5	3																									
15h			3	5																									
21h			5	9																									
Beispiel:																													
Uhrzeit			Bewegung / Aktivität																										
8h-12h			Berufstätigkeit, sitzend																										
15h			Staubsaugen ca. 15min																										
19h			Einkaufen ca. 30min																										
7			<p>Notieren Sie bitte hier zur entsprechenden Uhrzeit Ihr selbstständig durchgeführtes Biofeedback-Training.</p> <table border="1"> <tr> <th colspan="2">Beispiel:</th> </tr> <tr> <th>Uhrzeit</th> <th>5min Übung</th> </tr> <tr> <td>8h</td> <td>2min Übung</td> </tr> <tr> <td>19h</td> <td>10min Übung</td> </tr> </table>		Beispiel:		Uhrzeit	5min Übung	8h	2min Übung	19h	10min Übung																	
Beispiel:																													
Uhrzeit	5min Übung																												
8h	2min Übung																												
19h	10min Übung																												
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													
21																													
22																													

Information zum Erschöpfungs-, Bewegungs- und Übungstagebuch_Bewegung

Liebe Studienteilnehmerin,

wir bitten Sie dieses Erschöpfungs-, Bewegungs- und Übungstagebuch täglich auszufüllen.

Durch die genaue Beobachtung und das schriftliche Festhalten Ihres Erschöpfungszustandes, der Dauer und des Umfangs Ihrer alltäglichen Aktivitäten und Ihres eigenständig durchgeführten Bewegungs-Trainings können Rückschlüsse gezogen werden, was einen guten oder einen schlechten Einfluss auf Ihr Befinden hat.

Zudem erlaubt das Tagebuch einen Überblick sowohl über die Entwicklung Ihrer Beschwerden als auch über Ihre Fortschritte im Verlauf.

	Erschöpfung		Bewegung / Aktivität im Alltag (Dauer/Strecke)	Programm (Dauer / Strecke) & Herzfrequenz (Durchschnitt/Bereich)																																			
	von 0 (keinerlei Erschöpfung)	bis 10 (vollständige Erschöpfung)																																					
	geistig	körperlich																																					
6	<p>Auf einer Skala von 0 (keinerlei Erschöpfung) bis 10 (vollständige Erschöpfung): Wie ist Ihr geistiger bzw. körperlicher Erschöpfungszustand? Bitte tragen Sie den jeweiligen Wert entsprechend Ihrer geistigen und körperlichen Erschöpfung zu einer bestimmten Uhrzeit hier ein.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Beispiel:</th> </tr> <tr> <th>Uhrzeit</th> <th>geistig</th> <th>körperlich</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8h</td> <td>5</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>15h</td> <td>3</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>21h</td> <td>5</td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table>		Beispiel:			Uhrzeit	geistig	körperlich	8h	5	3	15h	3	5	21h	5	9	<p>Wenn Sie außerhalb des Therapie-Programms geistig oder körperlich belastende Unternehmungen oder alltägliche Aktivitäten durchführen, tragen Sie diese bitte zur jeweiligen Uhrzeit in diese Spalte ein.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Beispiel:</th> </tr> <tr> <th>Uhrzeit</th> <th>Bewegung / Aktivität</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8h-12h</td> <td>Berufstätigkeit, sitzend</td> </tr> <tr> <td>15h</td> <td>Staubsaugen ca. 15min</td> </tr> <tr> <td>19h</td> <td>Einkaufen ca. 30min</td> </tr> </tbody> </table>		Beispiel:		Uhrzeit	Bewegung / Aktivität	8h-12h	Berufstätigkeit, sitzend	15h	Staubsaugen ca. 15min	19h	Einkaufen ca. 30min	<p>Notieren Sie bitte hier zur entsprechenden Uhrzeit Ihr selbstständig durchgeführtes Walking-/ Geh-Training.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Beispiel:</th> </tr> <tr> <th>Uhrzeit</th> <th>Selbstständig durchgeführtes Walking-/ Geh-Programm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8h</td> <td>15min langsames Gehen (~700m) HF 80-120, Ø: 100</td> </tr> <tr> <td>19h</td> <td>15min langsames Gehen (1km) HF 90-130, Ø: 110</td> </tr> </tbody> </table>		Beispiel:		Uhrzeit	Selbstständig durchgeführtes Walking-/ Geh-Programm	8h	15min langsames Gehen (~700m) HF 80-120, Ø: 100	19h	15min langsames Gehen (1km) HF 90-130, Ø: 110
Beispiel:																																							
Uhrzeit			geistig	körperlich																																			
8h			5	3																																			
15h			3	5																																			
21h			5	9																																			
Beispiel:																																							
Uhrzeit			Bewegung / Aktivität																																				
8h-12h			Berufstätigkeit, sitzend																																				
15h			Staubsaugen ca. 15min																																				
19h			Einkaufen ca. 30min																																				
Beispiel:																																							
Uhrzeit	Selbstständig durchgeführtes Walking-/ Geh-Programm																																						
8h	15min langsames Gehen (~700m) HF 80-120, Ø: 100																																						
19h	15min langsames Gehen (1km) HF 90-130, Ø: 110																																						
7																																							
8																																							
9																																							
10																																							
11																																							
12																																							
13																																							
14																																							
15																																							
16																																							
17																																							
18																																							
19																																							
20																																							
21																																							
22																																							

Anhang 5 Trainingsempfehlung.

Datum _____



Sehr geehrte Frau _____ ,

wir möchten uns herzlich für Ihre Bereitschaft bedanken, an der Studie zur Neurasthenie bzw. zum Chronischen Erschöpfungssyndrom mitzuwirken.

Sie wurden der **Bewegungsgruppe** zugeteilt. Daher möchten wir Sie bitten, Folgendes bis zur Abschlussuntersuchung nach 8-10 Wochen durchzuführen.

Wie intensiv sollten Sie trainieren?

Streben Sie bitte **mittelschnelles bis schnelles Gehen bzw. Walking** an bei einem

Puls von _____ pro Minute (75-90% HF IAS) .

Versuchen Sie bitte, in den ersten 2-3 Wochen, die obere angegebene Pulsgrenze zu erreichen und dann an dieser Pulsgrenze zu trainieren. Je näher Sie an der oberen Pulsgrenze trainieren, umso besser werden die Effekte sein.

Einen Pulsmesser zur Kontrolle der Trainingsintensität bekommen Sie von Frau von Hacht.

Wie lange sollten Sie trainieren?

Sie haben 1 Trainingseinheit wöchentlich bei Frau von Hacht auf dem Laufband in der Sportmedizin von 30-45 min Dauer.

Bitte streben Sie

insgesamt 2h Training pro Woche oder mehr an.

Dokumentieren Sie bitte alle Ihre Trainingseinheiten so wie unten vermerkt. Wenn möglich trainieren Sie am besten täglich, wenigstens 3-mal wöchentlich.

Bitte dokumentieren Sie jede Trainingseinheit in Ihrem Bewegungstagebuch. Notieren Sie darin bitte an welchen Tagen Sie wie lange trainiert haben und in welchem Pulsbereich sie während dieser Trainingseinheit meist trainiert haben.

Rückfragen


Für Rückfragen in Zusammenhang mit der Bewegungstherapie wenden Sie sich bitte an Frau von Hacht oder an Herrn Dr. Hipp, Tel. 07071-29-85162.

Für Ihre gute Zusammenarbeit bedanken wir uns schon im Voraus ganz herzlich und wünschen Ihnen viel Erfolg.

Mit vielen Grüßen,

Dr. A. Hipp

Anhang 6 Zeitungsannonce & Rekrutierung.



Studie zum chronischen Erschöpfungssyndrom Studienteilnehmerinnen zu Biofeedbacktherapie und sportmedizinisch angeleitetem Training gesucht

Die Medizinische Universitätsklinik Tübingen sucht für eine Therapiestudie Frauen ab 18 Jahren, die unter chronischem Erschöpfungs- und Ermüdungssyndrom oder Neurasthenie leiden. Etablierte Therapiemethoden bei Erschöpfungszuständen sind Biofeedback und individuell angeleitetes Bewegungstraining, die von den Abteilungen Psychosomatische Medizin und Psychotherapie sowie Sportmedizin untersucht werden. Beide Verfahren zielen auf eine Veränderung im autonomen Nervensystem und auf das Erlernen eines Umgangs mit den Beschwerden ab. Die Teilnehmerinnen sollten keine anderen schweren körperlichen oder psychischen Erkrankungen haben.

Die kostenlose Studienteilnahme, in der die Teilnehmerinnen eines der beiden Therapieverfahren erlernen, dauert acht bis zehn Wochen und beinhaltet eine Sitzung pro Woche. Termine werden individuell vereinbart.

Interessentinnen können sich per E-Mail an biofeedback.psychosomatik@med.uni-tuebingen.de oder telefonisch unter 07071/29-81187 bei Dipl. Psych. Petra Windthorst informieren und anmelden.

Anhang 7 Rückmeldungsbogen zum Katamnesezeitpunkt.



Liebe Frau _____,

an dieser Stelle möchten wir Ihnen gerne nochmals Gelegenheit zur Rückmeldung zu unserem Therapie- und Trainingsangebot geben. Jede Form der Rückmeldung ist hier willkommen!

Einige Beispielfragen möchten wir Ihnen anbieten, die uns sehr interessieren würden und zu einer Weiterentwicklung des Trainings beitragen können.

Auch hier erfolgt die Auswertung selbstverständlich in anonymisierter Form!

Was hat sich bei Ihnen während des Trainings positiv verändert?	
Welche negativen Veränderungen gab es?	
Gab es Veränderungen die über den Trainingszeitraum hinaus fortbestehen? Wenn ja, welche?	
Welche Verbesserungsvorschläge für das Trainingsprogramm gibt es von Ihrer Seite?	
Weitere Kommentare / Anmerkungen oder Rückmeldungen.	

Herzlichen Dank für Ihr Engagement und Ihre Zeit!

Herzliche Grüße

Dipl. Psych. Petra Windthorst

10 ERKLÄRUNG ZUM EIGENANTEIL

Die Konzeption der beschriebenen Studie erfolgte in Zusammenarbeit mit Herrn PD Dr. M. Teufel (Innere Medizin VI, Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), Herr Prof. Dr. S. Zipfel (Innere Medizin VI, Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), Herrn Prof. Dr. P. Enck (Innere Medizin VI, Psychosomatische Medizin) und Herrn Prof. Dr. A. Nieß (Innere Medizin V, Sportmedizin).

Die Autorin verantwortete die Rekrutierung der Probandinnen, einschließlich der vorhergehenden Ausschreibung, die ersten Telefonkontakte mit Studieninteressenten sowie die Versendung der Informationsunterlagen und übernahm die terminliche Koordination der folgenden diagnostischen Schritte als auch der späteren Behandlungsplanung entsprechend des Studienplans. Die Autorin führte sämtliche Erstgespräche einschließlich der klinischen Psychodiagnostik durch. Die Autorin führte das Biofeedbacktraining der 13 Teilnehmerinnen über den gesamten Behandlungsverlauf durch. Die Auswertung der psychometrischen als auch der sportmedizinischen Daten erfolgte durch die Autorin.

Die körperliche Untersuchung wurde von Herrn Dr. N. Mazurak und Herrn Dr. M. Kuske (beide: Innere Medizin VI, Psychosomatische Medizin und Psychotherapie) durchgeführt. Die andernorts beschriebenen Untersuchungen im autonomen Funktionslabor wurden ebenfalls von Herrn Dr. N. Mazurak und Herrn Dr. M. Kuske durchgeführt und ausgewertet. Als Supervisor hinsichtlich psychopathologischer oder organmedizinischer Fragestellungen stand Herr PD Dr. M. Teufel zu Verfügung. Die sportmedizinischen und spiroergometrischen Untersuchungen wurden von Herrn Dr. A. Hipp (Innere Medizin V, Sportmedizin) geleitet und von ihm bzw. von ärztlichen Assistenten unter seiner Supervision durchgeführt. Die diesbezüglichen Daten wurden von Herrn Dr. A. Hipp zur weiteren statistischen Auswertung gesammelt und vorbereitet. Das graduierte Bewegungstraining wurde von Frau von Hacht (Innere Medizin V, Sportmedizin) durchgeführt. Frau Dr. K. Giel und Frau Dr. K. Weimer (beide: Innere Medizin VI, Psychosomatische Medizin und Psychotherapie) standen bei statistischen Fragen zusätzlich beratend zur Seite.

Herr Dr. R. Veit (Institut für medizinische Psychologie und Verhaltensneurobiologie) war an der inhaltlichen Beratung hinsichtlich der Neurofeedbackverfahren maßgeblich beteiligt.

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Tübingen, den _____

Unterschrift

11 DANKSAGUNG

An erster Stelle möchte ich mich bei Herrn PD Dr. Martin Teufel für seine kontinuierliche Unterstützung und insbesondere sein motivierendes Engagement in der Fortschreibung des Projektes bedanken. Mein ausdrücklicher Dank gilt zudem Prof. Dr. Stephan Zipfel, der mir die Durchführung und den Abschluss des Projektes in der Abteilung für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie ermöglichte.

Ausdrücklich möchte ich allen Probandinnen für ihr Engagement danken. Nicht zuletzt durch die Mitarbeit und die Offenheit der Studienteilnehmerinnen konnte ich ganz besondere Erfahrungen bei der Durchführung des Projektes sammeln und Begeisterung für die Anwendung von Biofeedback entwickeln.

Auch möchte ich mich bei den Mitarbeitern der Abteilung für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie darunter besonders Herrn Prof. Dr. Paul Enck, Dr. Katrin Giel und Dr. Katja Weimer für die Unterstützung in konzeptuellen Fragen und Dr. Marvin Kuske und Dr. Nazar Mazurak für die tatkräftige Unterstützung bei der Durchführung der Studie bedanken. Der Abteilung für Sportmedizin, insbesondere Herrn Prof. Dr. Andreas Nieß, Dr. Arno Hipp und Karin von Hacht, möchte ich für die gute Zusammenarbeit hinsichtlich der sportmedizinischen Fragestellungen und für die Durchführung der sportmedizinischen Diagnostik und des Bewegungsprogramms danken.

Ein spezieller Dank gilt auch der Alfred Teufel-Stiftung Nagold für die Gewährung von Sachbeihilfen.

Schließlich gilt es den Menschen in meinem privaten Umfeld zu danken. Meiner Familie und meinen Freunden, die mir Notwendiges zum Gelingen der Arbeit beigebracht haben, die mich ermutigten, die mich ablenkten, die mir einen Ort für Arbeit und Erholung anboten und mir immer wieder auch den Blick für die wesentlichen Dinge nebenan ermöglicht haben. „Nichts ermüdet so sehr wie das ewige Mitschleppen einer unerledigten Arbeit“ (William James). Danke für die Unterstützung diese Arbeit nicht unerledigt zu lassen.