

Aus dem Institut für Psychiatrische und Psychosomatische Psychotherapie des
Zentralinstitut für Seelische Gesundheit
Medizinische Fakultät Mannheim
(Direktor: Prof. Dr. med. Martin Bohus)

**Implizite und explizite Emotionsregulation bei Patientinnen mit Borderline-
Persönlichkeitsstörung: Wirksamkeit eines Emotionalen Arbeitsgedächtnis-Trainings in
einer randomisiert-kontrollierten Studie**

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Doctor scientiarum humanarum (Dr. sc. hum.)
der
Medizinischen Fakultät Mannheim
der Ruprecht-Karls-Universität
zu
Heidelberg

vorgelegt von
Julia-Caroline Walther
aus
Oldenburg (Oldbg.)

2018

Dekan: Prof. Dr. med. Sergij Goerd
Referent: Prof. Dr. med. Martin Bohus

Für Jan und Clara Josephine

INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	1
1 THEORETISCHER HINTERGRUND	3
1.1 Borderline-Persönlichkeitsstörung	3
1.1.1 Diagnostische Kriterien	3
1.1.2 Epidemiologie	4
1.1.3 Ätiologie	5
1.2 Emotionsregulation bei der Borderline-Persönlichkeitsstörung	5
1.2.1 Theoretische Fundierung	6
1.2.2 Emotionale Reaktivität	9
1.2.3 Explizite Emotionsregulation	11
1.2.4 Herzratenvariabilität als psychophysiologisches Korrelat von Emotionsregulation	14
1.2.5 Das emotionale Arbeitsgedächtnis als implizite Emotionsregulation	21
1.2.6 Zusammenfassung	24
1.3 Arbeitsgedächtnis-Trainings als Unterstützung in der BPS-Therapie?	25
1.3.1 Face-to-face-Psychotherapie und Versorgungssituation	25
1.3.2 Arbeitsgedächtnis-Trainings	27
1.3.3 Zusammenfassung	34
1.4 Fragestellungen und Hypothesen	34
1.4.1 Fragestellungen und Hypothesen zu Studie I	35
1.4.2 Fragestellungen und Hypothesen zu Studie II	37
2 STUDIE I: Vergleich von Patienten mit Borderline-Persönlichkeitsstörung und Gesunden in impliziter und expliziter Emotionsregulation	39
2.1 Material und Methodik	39
2.1.1 Studienteilnehmer und Rekrutierung	39
2.1.2 Demographische Charakteristika der Studienteilnehmer	40
2.1.3 Ablauf der experimentellen Laboruntersuchung	41
2.1.4 Psychometrie	46
2.1.5 Statistische Analysen	51
2.2 Ergebnisse	53
2.2.1 Klinische Charakteristika	53
2.2.2 Emotionales Arbeitsgedächtnis (Verhaltensdaten)	55
2.2.3 Emotionsregulation (Verhaltensdaten)	57
2.2.4 Herzratenvariabilität	61
2.2.5 Zusammenhang zwischen Herzratenvariabilität und Psychometrie	66

3	STUDIE II: Wirksamkeit eines emotionalen Arbeitsgedächtnis-Trainings bei Patienten mit Borderline-Persönlichkeitsstörung	68
3.1	Material und Methodik	68
3.1.1	Studienteilnehmer und Rekrutierung	68
3.1.2	Demographische Charakteristika der Studienteilnehmer	71
3.1.3	Ablauf der experimentellen Laboruntersuchungen	73
3.1.4	Beschreibung der zwei Computertrainings	74
3.1.5	Psychometrie	78
3.1.6	Statistische Analysen.....	79
3.2	Ergebnisse.....	81
3.2.1	Klinische Charakteristika	81
3.2.2	Verhaltensdaten zu Messzeitpunkt 1	83
3.2.3	Daten zur Trainingsdurchführung: Trainingsdauer und Trainingserfolg	84
3.2.4	Treatment-Effekt für das emotionale Arbeitsgedächtnis.....	87
3.2.5	Treatment-Effekt für die Emotionsregulation	91
3.2.6	Dosis-Effekte für emotionales Arbeitsgedächtnis und Emotionsregulation	97
3.2.7	Akzeptanz der zwei Computertrainings	99
4	DISKUSSION.....	105
4.1	Vergleich von Patienten mit Borderline-Persönlichkeitsstörung und Gesunden in impliziter und expliziter Emotionsregulation	105
4.1.1	Ergebnisse von Studie I im Überblick.....	105
4.1.2	Implizite Emotionsregulation (emotionales Arbeitsgedächtnis)	107
4.1.3	Explizite Emotionsregulation	110
4.1.4	Herzratenvariabilität	112
4.1.5	Zusammenhang von Herzratenvariabilität und Psychometrie	116
4.1.6	Allgemeine Limitationen von Studie I und Hinweise für künftige Studien.....	117
4.2	Wirksamkeit eines emotionalen Arbeitsgedächtnis-Trainings bei Patienten mit Borderline-Persönlichkeitsstörung	119
4.2.1	Ergebnisse von Studie II im Überblick	119
4.2.2	Vergleichbarkeit von EWM- und CFM-Gruppe	121
4.2.3	Treatment-Effekt für das emotionale Arbeitsgedächtnis (Nahtransfer)	123
4.2.4	Treatment-Effekt für die Emotionsregulation (Ferntransfer).....	124
4.2.5	Dosis-Effekte der Computertrainings.....	125
4.2.6	Akzeptanz der Computertrainings.....	126
4.2.7	Allgemeine Limitationen von Studie II und Hinweise für künftige Studien ...	128
4.3	Klinische Implikationen von Studie I und II und Ausblick.....	132

5	ZUSAMMENFASSUNG	134
6	LITERATURVERZEICHNIS	137
7	EIGENE VERÖFFENTLICHUNGEN.....	161
8	ANHANG	162
9	LEBENS LAUF	188
10	DANKSAGUNG	190

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ADHS	Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Syndrom
ANOVA	Analysis of Variance (dt. <i>Varianzanalyse</i>)
ANCOVA	Analysis of Covariance (dt. <i>Kovarianzanalyse</i>)
aV	Abhängige Variable
BDI-II	Becks Depressionsinventar-II (Fragebogen)
BPS	Borderline-Persönlichkeitsstörung
BSL-23	Borderline-Symptomliste-23 (Fragebogen)
ca.	Circa
CFM-Training	Cognitive Feature Match Task Training (dt. <i>Aufmerksamkeitstraining</i>)
DBT	Dialektisch-behaviorale Therapie
DBT-WCCL	Dialectical Behavior Therapy Ways of Coping Checklist (Fragebogen)
DERS	Difficulties with Emotion Regulation Scale (Fragebogen)
d. h.	das heißt
DSM	Diagnostisches und Statistisches Manual Psychischer Störungen
DSS-4	Kurzform der Dissoziations-Spannungs-Skala (Fragebogen)
dt.	Deutsch
EKG	Elektrokardiogramm
engl.	Englisch
ER	Emotionsregulation
ERQ	Emotion Regulation Questionnaire (Fragebogen)
et al.	et alii (dt. <i>und andere</i> [Autoren])
EWM-Training	Emotional Working Memory Training (dt. <i>emotionales Arbeitsgedächtnis-Training</i>)
EWMT	Emotional Working Memory Task
FDS	Fragebogen zu dissoziativen Symptomen (Fragebogen)
fMRT	Funktionelle Magnetresonanztomographie
HF-HRV	Hochfrequenz-Herzratenvariabilität
HRV	Herzratenvariabilität
Hz	Hertz
IAPS	International Affective Picture System
IPDE	International Personality Disorder Examination

ITT-Stichprobe	Intent-to-treat-Stichprobe
KG	Kontrollgruppe
LF-HRV	Herzratenvariabilität des Low-Frequency-Bereichs
ms	Millisekunden
MWT-B	Mehrfach-Wortschatz-Test (Fragebogen)
MZ1	Messzeitpunkt 1 (Prä-Messung)
MZ2	Messzeitpunkt 2 (Post-Messung)
n. u.	Normalized units (normalisierte Einheiten der HF-HRV)
PTBS	Posttraumatische Belastungsstörung
SAM	Self-Assessment-Manikin (Fragebogen)
SD	Standard deviation (dt. <i>Standardabweichung</i>)
SKID	Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-IV
sog.	sogenannt
STAI-S	State-Form des State-Trait-Angstinventars (Fragebogen)
VAS	Visuelle Analogskala
VLF-HRV	Herzratenvariabilität des Very-Low-Frequency-Bereichs
vs.	Versus
WM	Working memory (dt. <i>Arbeitsgedächtnis</i>)
WM-Training	Working Memory Training (dt. <i>Arbeitsgedächtnis-Training</i>)

1 THEORETISCHER HINTERGRUND

Schwierigkeiten bei der Emotionsregulation sind ein Kernsymptom der Borderline-Persönlichkeitsstörung (BPS). Diese Forschungsarbeit hat zwei Studien zum Gegenstand, die auf ein besseres Verständnis der Zusammenhänge von Emotionsregulation mit der Funktion des Arbeitsgedächtnisses bei BPS-Patienten abzielen. Schwerpunkt von Studie I ist dabei der Vergleich von BPS-Patienten mit Gesunden hinsichtlich ihrer emotionalen Reaktivität und ihrer Emotionsregulation. Eine Besonderheit ist dabei die Einbeziehung der Herzratenvariabilität als psychophysiologisches Maß für die Emotionsregulation. Studie II evaluiert in einer randomisiert-kontrollierten Längsschnittstudie die Wirksamkeit eines Computertrainings zur Verbesserung des Arbeitsgedächtnisses und analysiert mögliche Transfereffekte auf die Emotionsregulation. Zur theoretischen Einordnung der Konstrukte werden die BPS (1.1), die Emotionsregulation bei BPS-Patienten (1.2) sowie die Rolle von Arbeitsgedächtnis-Trainings für die Behandlung von BPS-Patienten (1.3) dargestellt und der jeweilige aktuelle Forschungsstand berichtet.

1.1 Borderline-Persönlichkeitsstörung

1.1.1 Diagnostische Kriterien

Die BPS ist eine schwere Persönlichkeitsstörung, die als Kernsymptome durch eine massiv beeinträchtigte Emotionsregulation (ER) sowie interpersonelle Schwierigkeiten gekennzeichnet ist (Neacsiu, Bohus, & Linehan, 2014; Niedtfeld & Schmahl, 2012; Sanislow et al., 2002). Für eine Diagnosestellung müssen nach dem gegenwärtigen diagnostischen und statistischen Manual psychischer Störungen (DSM-5; American Psychiatric Association, 2013) die Diagnose einer Persönlichkeitsstörung erfüllt sein sowie in den letzten fünf Jahren fünf der neun folgenden Kriterien zutreffen:

- verzweifelte Bemühen, reales oder imaginäres Verlassenwerden zu vermeiden;
- Muster instabiler und intensiver Beziehungen zu Anderen;
- Identitätsstörung;
- Impulsivität bei zumindest zwei potentiell selbstschädigenden Verhaltensweisen (außer suizidalem Verhalten und Selbstverletzung; z. B. Drogenkonsum);
- wiederkehrendes suizidales Verhalten und/oder Selbstverletzung (z. B. Schneiden);
- affektive Instabilität;
- chronisches Gefühl von Leere;

- unangemessene Wut bzw. Schwierigkeiten, diese zu kontrollieren;
- vorübergehende paranoide Vorstellungen oder dissoziative Zustände.

Viele BPS-Patienten empfinden eine starke aversive innere Anspannung in Verbindung mit intensiven Gefühlszuständen, wie z. B. Wut (Stiglmayr et al., 2005). Häufig gebrauchen die Patienten zum Umgang mit intensiv empfundenen Gefühlen und zur Anspannungsreduktion dysfunktionale ER-Strategien, wie z. B. selbstverletzendes Verhalten, Drogenmissbrauch oder Essanfälle (Chapman, Gratz, & Brown, 2006; Kleindienst et al., 2008). Häufig erleben sie auch als Folge von emotionalem Stress dissoziative Zustände. Als Dissoziation wird nach dem DSM-5 (American Psychiatric Association, 2013) eine Störung der Integration grundlegender psychischer Funktionen wie z. B. Bewusstsein, Gedächtnis, Wahrnehmung, motorische Kontrolle oder Körperrepräsentation bezeichnet. In der Wahrnehmung der Patienten äußert sich dies in Depersonalisation bzw. Derealisation (Gefühl von Unwirklichkeit des eigenen Selbst oder des eigenen Körpers bzw. der Umgebung) oder somatoformen Symptomen, wie z. B. Schmerzunempfindlichkeit oder eine temporär eingeschränkte Fähigkeit zu hören oder sehen (für einen Überblick s. Scalabrini, Cavicchioli, Fossati, & Maffei, 2017).

1.1.2 Epidemiologie

Die Punktprävalenz der BPS beträgt circa (ca.) 0.5-5.9% der Allgemeinbevölkerung (Grant et al., 2008; Lenzenweger, Lane, Loranger, & Kessler, 2007). Männer und Frauen sind dabei gleichermaßen häufig betroffen (Bayes & Parker, 2017; Grant et al., 2008). Die Suizidrate beläuft sich bei BPS-Patienten auf 4-10% (Paris & Zweig-Frank, 2001; Zanarini et al., 2008). Ein Großteil der BPS-Patienten leidet zudem unter komorbiden psychischen Erkrankungen. Neben oft gleichzeitig auftretenden anderen Persönlichkeitsstörungen (Lenzenweger et al., 2007) bestehen mit jeweils ca. 80% hohe Lebenszeitprävalenzen für Angststörungen, affektive Störungen und Substanzmissbrauch oder -abhängigkeit (Tomko, Trull, Wood, & Sher, 2014). Ca. 30-70% der BPS-Patienten weisen zudem eine Posttraumatische Belastungsstörung auf (Frias & Palma, 2015; Grant et al., 2008; Pagura et al., 2010). Im 10-Jahres-Verlauf besteht für die BPS eine Remissionsrate von 85% (Gunderson et al., 2011). Patienten mit akuten BPS-Symptomen (z. B. Selbstverletzung oder suizidale Verhaltensweisen) hatten in einer großen US-amerikanischen Katamnesestudie eine größere Chance, eine 2- oder 4-Jahresremission zu erreichen als Patienten mit eher temperamentbezogenen BPS-Symptomen, wie beispielsweise unangemessenem wütenden Verhalten (Zanarini, Frankenburg, Reich, & Fitzmaurice, 2016). Dennoch erreichten nur ca.

40% der BPS-Patienten im 10-Jahres-Verlauf ihr psychosoziales und berufliches Funktionsniveau, das sie vor der Erkrankung hatten (Zanarini, Frankenburg, Reich, & Fitzmaurice, 2010).

1.1.3 Ätiologie

Die Erklärungsansätze zur Entstehung der BPS gehen im Sinne von Diathese-Stress-Modellen von einer Wechselwirkung mehrerer Faktoren aus. Linehan beschreibt in ihrer biosozialen Theorie die Entstehung der BPS als ein Zusammenspiel von einerseits biologischer Vulnerabilität für Störungen der ER (erhöhte emotionale Reaktivität und mangelnde Fertigkeit zur ER) und andererseits einem von den Patienten als invalidierend wahrgenommenen Umfeld bzw. traumatischen Erfahrungen. Die daraus folgenden Schwierigkeiten bei der ER führen nach dieser Theorie wiederum zu interpersonellen Problemen. Fonagy und Bateman (2008) dagegen sehen interpersonelle Schwierigkeiten als Kernsymptom der BPS an. Die Entstehung der BPS sei demnach eine Folge früher Bindungsstörungen und traumatischer Erfahrungen in Interaktion mit einer gesteigerten Vulnerabilität der neurobiologischen Entwicklung. Die daraus erwachsenen instabilen Beziehungsmuster würden in der Folge zu Schwierigkeiten mit der ER führen.

Es besteht damit eine fortlaufende Diskussion, ob traumatische interpersonelle Erfahrungen zur Dysregulation der ER führen oder ob umgekehrt Schwierigkeiten bei der ER zu interpersonellen Schwierigkeiten führen. Schmahel et al. (2014) schlagen vor, diesen Mechanismus als zirkulär zu betrachten anstatt an dem Henne-Ei-Problem festzuhalten. Die verschiedenen Betrachtungsweisen haben jedoch gemeinsam, dass sie eine biologische Disposition bei der Entstehung der BPS für wahrscheinlich halten. Forschungsansätze betreffen neben Forschung zu genetischen Grundlagen (für einen Überblick s. Amad, Ramoz, Thomas, Jardri, & Gorwood, 2014) und neurobiologischer Basis der BPS (für einen Überblick s. Ruocco & Carcone, 2016) auch Arbeiten, die die Psychophysiologie von ER, wie z. B. Herzratenvariabilität (HRV) oder Hautleitfähigkeit untersuchen (für einen Überblick s. Cavazzi & Becerra, 2014).

1.2 Emotionsregulation bei der Borderline-Persönlichkeitsstörung

Abschnitt 1.2 beschreibt den theoretischen Hintergrund sowie den aktuellen Forschungsstand zur ER bei BPS-Patienten. Zunächst wird das Konstrukt der ER theoretisch fundiert (1.2.1). Anschließend wird der aktuelle Forschungsstand zur emotionalen Reaktivität von BPS-Patienten (1.2.2) sowie ihrer Anwendung von Strategien der expliziten (bewussten) ER (1.2.3)

zusammengefasst. Der Schwerpunkt der Darstellung liegt dabei auf der kognitiven Neubewertung, die sich in der bisherigen Forschung als effektive explizite ER-Strategie herausgestellt hat und Grundlage für die Untersuchung in den beiden Studien der vorliegenden Arbeit ist. Ein wichtiges psychophysiologisches Korrelat von ER ist die HRV (1.2.4). Die Untersuchung der HRV von BPS-Patienten bei kognitiver Neubewertung in der vorliegenden Arbeit schließt daher eine wichtige Forschungslücke. Abschließend wird der aktuelle Forschungsstand zum emotionalen Arbeitsgedächtnis bei BPS-Patienten dargestellt (1.2.5). Dieses trägt maßgeblich zur Unterdrückung emotionaler Ablenkung bei und spielt damit eine wichtige Rolle für die implizite (unbewusste) ER sowie für die kognitive Neubewertung als explizite ER (Schweizer, Grahn, Hampshire, Mobbs, & Dalgleish, 2013).

1.2.1 Theoretische Fundierung

Emotionsregulation kann definiert werden als der intrinsische Versuch eines Individuums, eine bestimmte Emotion hervorzurufen oder den Verlauf einer bestehenden Emotion bei sich selbst zu verändern (Ochsner & Gross, 2014). Gross (2014) beschreibt drei Merkmale als Kern dieses Konstrukts. Erstens ist das *Ziel* von ER entweder das Hoch- oder Herunterregulieren positiver oder negativer Emotionen. Das Herunterregulieren negativer und das Hochregulieren positiver Emotionen leuchten als sinnvolles Ziel von ER intuitiv ein. Es kann jedoch ebenso Gründe geben, positive Emotionen herunterzuregulieren (z. B. nicht die Freude über eine gute Schulnote im Beisein Anderer mit schlechteren Noten zeigen) oder negative Emotionen hochzuregulieren (z. B. sich kampfeslustig stimmen vor einem sportlichen Wettkampf). Die Ziele von ER werden zweitens mittels verschiedener *ER-Strategien* erreicht. Diese variieren in ihrem Grad an Bewusstheit bei der Anwendung. Eine ER-Strategie kann implizit, also ohne bewusste Aufmerksamkeit, angewendet werden (z. B. automatisch bei einem Fernsehkrimi wegsehen) oder explizit und damit bewusst ausgeführt werden (z. B. sich nach einem Misserfolg absichtsvoll einen früheren Erfolg vor Augen führen). Diese Unterteilung (implizit versus [vs.] explizit) wird heute entgegen früherer Auffassungen als Kontinuum angesehen (Gross, 2014). Drittens ist das *Resultat* von ER ein je nach angewandter Strategie unterschiedlicher Einfluss auf z. B. Intensität, Latenzzeit oder Dauer der jeweiligen Emotion.

Für ein grundlegendes Verständnis von ER eignet sich das ebenfalls von Gross (2014) entwickelte **Prozessmodell der Emotionsregulation**. Dieses Modell basiert auf der kognitiven Bewertungstheorie zur Entstehung von Emotionen (z. B. Lazarus, 1991): Eine Emotion entsteht demnach dadurch, dass ein Individuum in einer bestimmten *Situation* seine

Aufmerksamkeit auf einen Reiz (z. B. ein Objekt oder einen Gedanken) richtet, der in irgendeiner Form relevant ist für seine Ziele oder Motive. Die *Bewertung* des Reizes führt unter Berücksichtigung der subjektiv eingeschätzten Bewältigungskapazität des Ziels zu einer *Reaktion*, einer Emotion. Zur Verdeutlichung ein Beispiel: eine Person hält einen Vortrag (Situation), welchen sie interessant gestalten möchte (Ziel), und bemerkt dabei, dass einige Zuhörer eingeschlafen sind (Aufmerksamkeit für einen Reiz). Sie könnte dies so interpretieren, dass das Publikum trotz ihrer Mühen vor Langeweile eingeschlafen ist (Bewertung), sodass eine daraus folgende Emotion Traurigkeit sein könnte (Reaktion). ER kann nach dem Prozessmodell auf jeder Stufe der beschriebenen Sequenz (Situation – Aufmerksamkeit – Bewertung – Resultat) mittels verschiedener ER-Strategien erfolgen. ER-Strategien können dementsprechend eingeteilt werden in Situationsauswahl (z. B. Vermeidung einer Vortragssituation), Situationsmodifikation (z. B. Vortrag interessanter gestalten oder schlafende Zuschauer aufwecken), Aufmerksamkeitslenkung (z. B. besonders auf interessiert aussehende Zuschauer achten oder sich ablenken von Schlafenden), kognitive Neubewertung (z. B. sich vorstellen, dass die eingeschlafenen Zuschauer übermüdet waren wegen eines Jet-Lags) sowie Modulation der emotionalen Reaktion (z. B. Unterdrückung des traurigen Gesichtsausdrucks). Situationsauswahl und -modifikation, Aufmerksamkeitslenkung sowie kognitive Neubewertung werden dabei als Antezedens-fokussierte ER-Strategien bezeichnet, da sie schon während des Entstehungsprozesses von Emotionen ansetzen. Sie sind damit von Response-fokussierten ER-Strategien (Modulation emotionaler Reaktion) abzugrenzen, die bei bereits aufgetretenen Emotionen angewendet werden.

Das Prozessmodell der ER weist exekutiven Funktionen wie dem Arbeitsgedächtnis eine wichtige Rolle beim Einsatz von ER-Strategien zu (Etkin, Buchel, & Gross, 2015). Das Arbeitsgedächtnis ermöglicht es, irrelevantes emotionales Material zu ignorieren (Baddeley, 1992) und ist daher notwendig für die eher implizite ER-Strategie der Unterdrückung emotionaler Ablenkung, die zur Strategiangruppe der Aufmerksamkeitslenkung zählt. Der aktuelle Forschungsstand hierzu bzgl. BPS-Patienten ist in Abschnitt 1.2.5 zusammengefasst. Zu kognitiver Neubewertung (englisch [engl.] *cognitive reappraisal*) existiert unter den ER-Strategien bisher am meisten Forschung (Etkin et al., 2015). Bei dieser expliziten ER-Strategie bewerten Individuen einen emotionsinduzierenden Reiz auf eine Weise um, die es ihnen erlaubt, die emotionale Antwort auf diesen Stimulus zu verändern, also z. B. abzuschwächen (Gross, 2002; Gross & Thompson, 2007; Ochsner et al., 2004). Kognitive Neubewertung wird aufgrund seiner Assoziation mit gesundheitsförderlichen Charakteristika und weniger Psychopathologie (s. 1.2.3) oft im Vergleich zur Unterdrückung emotionalen

Ausdrucks (engl. *suppression*) erforscht. Diese eher weniger förderliche Strategie zählt zur Strategieggruppe der Modulation emotionaler Reaktionen (z. B. Butler, Wilhelm, & Gross, 2006).¹

Zur **Operationalisierung von Emotionsregulation** können psychometrische Maße (Fragebögen), Verhaltensmaße (z. B. experimentelle Paradigmen im Labor) und physiologische Maße (z. B. HRV, s. 1.2.4) verwendet werden.² Fragebögen werden in sogenannte (sog.) Trait- und State-Fragebögen unterteilt. Trait-Fragebögen, wie z. B. die Difficulties in Emotion Regulation Scale (Gratz & Roemer, 2004; für weitere Fragebögen vgl. 2.1.4) bieten eine subjektive Einschätzung der ER in Bezug auf fiktive, potentiell emotional aufwühlende Situationen oder eine situationsunabhängige und retrospektive Einschätzung von ER-Fertigkeiten als Persönlichkeitseigenschaft. State-Fragebögen beziehen sich auf den aktuellen Zustand einer Person (z. B. Self-Assessment-Manikin, s. 2.1.4) und werden häufig als Selbstreport der Affektebene in experimentellen Paradigmen eingesetzt. Solche ER-Experimente zielen im Allgemeinen darauf ab, auf standardisierte Weise Individuen in Situationen zu bringen, die möglichst reliabel und valide (ähnliche) Emotionen auslösen um deren Regulation zu erfassen. Als Stimuli werden in der ER-Forschung häufig emotional aufwühlende Bilder, z. B. aus dem International Affective Picture System (IAPS; Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008) wie z. B. in Metcalfe, Fitzpatrick und Kuo (2015), gelegentlich Videos (z. B. Austin, Riniolo, & Porges, 2007), Imaginationsübungen (z. B. Welch, Linehan, Sylvers, Chittams, & Rizvi, 2008), soziale Stresssituationen (z. B. Dixon-Gordon, Yiu, & Chapman, 2013) und vereinzelt sogar Geräusche (z. B. Pfaltz et al., 2015) verwendet. In der Regel geht es dabei um das Herunterregulieren von generell negativen Emotionen (z. B. Kuo, Fitzpatrick, Metcalfe, & McMMain, 2016) oder spezifischen negativen Emotionen (z. B. Fitzpatrick & Kuo, 2015) oder auch die Steigerung von Gefühlen (z. B. Lang et al., 2012). Selten werden auch als positiv eingestufte Stimuli verwendet (z. B. Baschnagel, Coffey, Hawk, Schumacher, & Holloman, 2013). Es kann zusätzlich unterschieden werden zwischen Paradigmen, bei denen die Teilnehmer spontan ihre Gefühle regulieren (z. B. Egloff, Schmukle, Burns, & Schwerdtfeger, 2006), solchen, bei denen sie bestimmte instruierte ER-Strategien befolgen (z. B. Svaldi, Dorn, Matthies, & Philipsen, 2012a) und jenen, bei denen lediglich die Reaktivität auf den Stressor beobachtet wird (z. B. Weinberg, Klonsky, & Hajcak, 2009). Als „erfolgreiche“ ER wird zumeist die kurzfristig im Laborsetting erfolgte

¹ Gross (2014) warnt hier jedoch im Kontext von kulturellen Unterschieden vor einer zu einseitigen Sichtweise.

² Es wird hier aus Platzgründen nur auf quantitative, nicht jedoch auf qualitative Methoden eingegangen.

Affektveränderung in die gewünschte Richtung bezeichnet (vgl. 1.2.2 und 1.2.3).³ Experimentelle Laborsettings erreichen damit zwar einen hohen Grad an Standardisierung, jedoch wird die Laboratmosphäre häufig als künstlich empfunden, wodurch die externe Validität der Ergebnisse eingeschränkt ist. Neuere Ansätze beschäftigen sich daher mit ambulantem Assessment (z. B. Santangelo, Bohus, & Ebner-Priemer, 2014) oder virtueller Realität (Franzen et al., 2011).

1.2.2 Emotionale Reaktivität

Linehan (1993) postulierte in ihrer biosozialen Theorie eine emotionale Hyperreaktivität bei BPS-Patienten. Demnach zeigen Betroffene eine höhere Anspannung im Ruhezustand und reagieren sensitiver auf Emotionen. Zudem steigen Gefühle schneller als bei gesunden Personen auf ein höheres Level an und flauen langsamer wieder ab.

Verschiedene **Studien mit ambulantem Assessment** konnten tatsächlich zeigen, dass BPS-Patienten im Vergleich zu Gesunden im Alltag eine signifikant höhere aversive Anspannung (Stiglmayr et al., 2005) und mehr negative Emotionen (Ebner-Priemer et al., 2007; Russell, Moskowitz, Zuroff, Sookman, & Paris, 2007; Wolff, Stiglmayr, Bretz, Lammers, & Auckenthaler, 2007) bzw. weniger positive Emotionen (Ebner-Priemer et al., 2007) berichten (für einen Überblick s. Santangelo et al., 2014).

Studien mit experimentellen Paradigmen zur Stressinduktion erbrachten dagegen inkonsistente Ergebnisse. So konnten in drei Studien weder im Selbstreport noch auf psychophysiologischer Ebene Hinweise auf eine emotionale Hyperreaktivität gefunden werden bei BPS-Patienten, die emotionale Bilder anschauten (Herpertz et al., 2001; Herpertz, Kunert, Schwenger, & Sass, 1999) und bei Frauen mit BPS-Eigenschaften nach einer negativen Leistungsbewertung (Woodberry, Gallo, & Nock, 2008). Auch in einer Studie von Jacob et al. (2008) zeigten BPS-Patienten keine stärkere Ärgerreaktion (induziert durch eine Kurzgeschichte), berichteten jedoch ein langsames Abflauen des Ärgers sowie mehr negative und weniger positive Emotionen als Gesunde. In einer weiteren Studie dieser Arbeitsgruppe konnte das langsamere Abflauen des Ärgers zwar nicht repliziert werden, jedoch zeigte sich ein insgesamt stärkerer negativer Affekt bei BPS-Patienten im Vergleich zu Gesunden und depressiven Personen (Jacob et al., 2009). Während eine Studie mit negativen, neutralen und angenehmen Geräuschen sogar Hinweise auf eine emotionale Hyporeaktivität bei BPS-Patienten erbrachte (Pfaltz et al., 2015), wiesen andere Studien wiederum auf eine emotionale Hyperreaktivität hin. So berichteten BPS-Patienten nach einer negativen

³ McRae (2013) merkt an, dass auch bzgl. langfristig erfolgreicher ER weiterer Forschungsbedarf besteht.

Bewertung eine erhöhte emotionale Reaktivität und ein langsames Abflauen von Scham (Gratz, Rosenthal, M. Zachary, Tull, Lejuez, C. W., & Gunderson, 2010) und bewerteten individualisierte negative Skripts als unangenehmer und aufwühlender (Barnow et al., 2012). Zudem schlugen Personen mit stark ausgeprägten BPS-Eigenschaften (im Gegensatz zu Personen mit gering ausgeprägten BPS-Eigenschaften) nach sozialer Zurückweisung weniger angemessene Problemlösestrategien vor im Vergleich dazu, was sie vor der sozialen Zurückweisung vorschlugen (Dixon-Gordon, Chapman, Lovasz, & Walters, 2011). In dieser Studie wurden allerdings Studenten mit BPS-Eigenschaften, jedoch ohne eine standardisierte BPS-Diagnose untersucht.

Auf psychophysiologischer Ebene konnte eine Hyperreaktivität auf negative Reize beobachtet werden (Cavazzi & Becerra, 2014). Dies zeigte sich nach z. B. emotional aufwühlenden Filmen (HRV; Austin et al., 2007), lauten Tönen (Schreckreflex; Ebner-Priemer et al., 2005), dem Lesen von und Nachdenken über negative Wörter (Schreckreflex; Hazlett et al., 2007), negativen Skripts (Schreckreflex, erhöhte Herzrate; Limberg, Barnow, Freyberger, & Hamm, 2011) sowie einer stressinduzierenden Kopfrechenaufgabe (erhöhte Aktivität des Sympathikus, reduzierte Aktivität des Parasympathikus; Weinberg et al., 2009). In Studien zur Reaktivität auf nicht-emotionale Stimuli scheinen dagegen keine Unterschiede zwischen BPS-Patienten und gesunden Kontrollen bzgl. Hautleitfähigkeit (Ebner-Priemer et al., 2009; Herpertz & Koetting, 2005; Mauchnik, Ebner-Priemer, Bohus, & Schmahl, 2010; Taylor & James, 2009) und Herzrate (Taylor & James, 2009) zu bestehen.

Die Interpretation der vorliegenden Studien wird durch einige **methodische Limitationen** erschwert. Trotz Befunden zu dem dämpfenden Einfluss von Dissoziation (ausgelöst durch negative Stimuli) auf die parasympathische Aktivität (Barnow et al., 2012; Ebner-Priemer et al., 2005) wurde diese insbesondere in Studien mit psychophysiologischen Maßen oft nicht erfasst (z. B. Hazlett et al., 2007; Pfaltz et al., 2015; Woodberry et al., 2008) bzw. nicht berichtet (Dixon-Gordon et al., 2011). Ebenso könnte die Medikation der Probanden in einigen Studien (Ebner-Priemer et al., 2007; z. B. Gratz et al., 2010; Stiglmayr et al., 2005) die Ergebnisse sowohl im Selbstreport als auch auf der Ebene der Psychophysiologie beeinflusst haben. Zusammenfassend scheinen die berichteten Befunde die biosoziale Theorie zwar auf der Ebene des Selbstreports bei ambulantem Assessment zu unterstützen, jedoch besteht bei experimentellen Paradigmen im Selbstreport sowie auf psychophysiologischer Ebene weiterer Forschungsbedarf (Cavazzi & Becerra, 2014).

Neben Unterschieden in der emotionalen Reaktivität ist die unterschiedliche Anwendung spezifischer ER-Strategien von Gesunden und BPS-Patienten ein wichtiger

Forschungsgegenstand. Abschnitt 1.2.3 fasst den aktuellen Forschungsstand zur Affektebene sowie der psychophysiologischen Ebene von BPS-Patienten bei der Anwendung von expliziten ER-Strategien zusammen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der kognitiven Neubewertung.

1.2.3 Explizite Emotionsregulation

Die Anwendung kognitiver Neubewertung als explizite ER-Strategie ist bei gesunden Personen assoziiert mit einer reduzierten Wahrnehmung negativer Emotionen und einer verstärkten Wahrnehmung positiver Emotionen (z. B. Gross, 1998; Gross & John, 2003; Gunderson et al., 2011). Mehrere Übersichtsartikel (Barnow, 2012; Etkin et al., 2015; Gross, 2014) und eine Meta-Analyse (Aldao, Nolen-Hoeksema, & Schweizer, 2010) kommen zu dem Schluss, dass kognitive Neubewertung zudem negativ mit Angst und depressiven Symptomen zusammenhängt.

Bei BPS-Patienten wurde der Einsatz von **kognitiver Neubewertung in experimentellen Paradigmen** bisher in sechs Studien untersucht. Nur vier Studien untersuchten dabei mittels Selbstreport die Affektebene. Dabei wurden erstaunlicherweise weder in Studien mit emotional aufwühlenden Bildern (Koenigsberg et al., 2009; Marissen, Meuleman, & Franken, 2010; Schulze et al., 2011) noch in einer Studie mit vorgelesenen negativen und neutralen Skripts (Lang et al., 2012) Gruppenunterschiede zwischen BPS-Patienten und Gesunden im selbst berichteten Affekt nach erfolgter ER-Aufgabe gefunden. Auf psychophysiologischer Ebene wurden jedoch defizitäre neuronale Aktivierungsmuster bei der ER von BPS-Patienten gefunden (z. B. gesteigerte Aktivierung der Amygdala; vgl. für einen Überblick Zilverstand, Parvaz, & Goldstein, 2017). In zwei Studien mit Probanden in stationärer DBT-Behandlung wurde kognitive Neubewertung ohne Selbstreport und mittels funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT) untersucht. Bei Patienten, die von einer stationären DBT profitiert hatten, wurde nach der Therapie (im Vergleich zu davor) eine reduzierte Aktivität von Amygdala, anteriorem zingulärem Kortex sowie orbitofrontalem und dorsolateralem präfrontalem Kortex beim Herunterregulieren negativer Emotionen gefunden (Schmitt, Winter, Niedtfeld, Herpertz, & Schmahl, 2016). In einer Amygdala-Neurofeedback-Studie wurde beim Training eines ER-Paradigmas zu kognitiver Neubewertung zwar keine Veränderung der Amygdala-Aktivierung, jedoch eine gesteigerte Konnektivität zwischen Amygdala und ventro-medialen präfrontalem Kortex gefunden (Paret et al., 2016).⁴

⁴ Aufgrund der kleinen Stichprobe ($n=8$), einer potentiellen Beeinflussung der gleichzeitig stattgefundenen stationären DBT und des Fehlens einer KG wird von den Autoren der Studie aktuell eine kontrolliert-randomisierte Studie dazu durchgeführt.

Fragebogen-Studien zum **habituellen Einsatz von kognitiver Neubewertung** und Unterdrückung mittels des Emotion Regulation Questionnaire (gemessen mit dem Emotion Regulation Questionnaire; s. 2.1.4; Gross & John, 2003) erbrachten bis auf Ausnahmen (Lang et al., 2012) den Befund von weniger kognitiver Neubewertung und mehr Unterdrückung bei BPS-Patienten im Vergleich zu Gesunden (Beblo et al., 2010; Svaldi, Griepenstroh, Tuschen-Caffier, & Ehring, 2012b). Zudem wurden negative (positive) Zusammenhänge von kognitiver Neubewertung (Unterdrückung) mit BPS-Eigenschaften bzw. Schwierigkeiten in der ER gefunden (Salsman & Linehan, 2012).

Weitere Studien untersuchten die ER bei BPS-Patienten mittels **anderer ER-Strategien**. Allgemein zeigte sich auch hier, dass in experimentellen Studien auf der Affektebene keine Unterschiede zwischen BPS-Patienten und Gesunden bestanden. So konnte gezeigt werden, dass BPS-Patienten drei ER-Strategien (Ablenkung, eine individuelle positive Erinnerung und eine individuell beruhigende Imagination) jeweils ähnlich erfolgreich anwenden konnten im Vergleich zu einer neutralen Kontrollbedingung (Jacob et al., 2011). Bei Personen mit stark ausgeprägten BPS-Eigenschaften wurden mittels ambulantem Assessment an Tagen, an denen sie ihre Emotionen unterdrücken sollten, mehr positive Emotionen gefunden als an solchen, an denen sie sie lediglich beobachteten (Chapman, Rosenthal, & Leung, 2009). Personen mit gering ausgeprägten BPS-Eigenschaften berichteten dagegen bei der Unterdrückung ihrer Emotionen mehr negative Gefühle im Vergleich zur Kontrollbedingung, möglicherweise weil dieses Verhalten für sie ansonsten untypisch war. Der (unerwartet) günstige Einfluss von Unterdrückung wurde in einem experimentellen Paradigma mit Traurigkeit-induzierenden Film-Stimuli und einem Strategien-Vergleich von Unterdrückung und Akzeptanz bestätigt. Medizierte BPS-Patienten, die ihre Emotionen akzeptieren sollten, gaben einen signifikant höheren Drang zu Selbstverletzung und -bestrafung an als jene, die ihre Emotionen unterdrücken sollten (Svaldi et al., 2012a). Der negative Affekt veränderte sich jedoch nicht beim Vergleich des Ausgangsniveaus mit dem Niveau nach den angewandten ER-Strategien und es gab keine spezifische Auswirkung der Strategien auf die Psychophysiologie (Hautleitfähigkeit; HRV). Dixon-Gordon et al. (2017) fanden jedoch als Reaktion auf soziale Zurückweisung und Stressinduktion auf der Affektebene keinen spezifischen Effekt von Akzeptanz und Unterdrückung, sondern unabhängig von der angewendeten Strategie mehr negativen Affekt und mehr Drang zu maladaptivem Verhalten bei BPS-Patienten im Vergleich zu Gesunden. Bei BPS-Patienten wurde außerdem bei der Anwendung von Akzeptanz ein Anstieg der HRV vom Zeitpunkt des Stressors bis zum Abflauen des Stresses beobachtet sowie ein Abfall der HRV bei Anwendung von Unterdrückung. Dieses Muster

wurde bei den Kontrollgruppen nicht gefunden und dahingehend interpretiert, dass der Anstieg der HRV bei Akzeptanz die ungewohnte Anstrengung bei der Anwendung dieser ER-Strategie widerspiegelte. Eine weitere Studie zu vorwiegend korrelativen Zusammenhängen fand, dass die Ausprägung von BPS-Eigenschaften (auf der Affektebene) nicht den Erfolg von Unterdrückung sowie Akzeptanz als ER-Strategien schmälerte (Evans, Howard, Dudas, Denman, & Dunn, 2013). Habituelle Vermeidung (als eine chronische Form von Unterdrückung) hing jedoch mit der Ausprägung von BPS-Eigenschaften zusammen. In einer Studie zu achtsamer Wahrnehmung sowie Distraction als ER-Strategien wurde ebenfalls gefunden, dass beide Strategien sowohl von BPS-Patienten als auch von Gesunden erfolgreich implementiert werden konnten (Kuo et al., 2016). Im Affekt und auf psychophysiologischer Ebene bestanden zudem keine Gruppenunterschiede während der ER, jedoch wurde bei BPS-Patienten eine erniedrigte HRV während der Baseline gefunden (vgl. 1.2.4). Weitere Analysen ergaben, dass bei Gesunden die Effektivität von achtsamer Wahrnehmung im Selbstreport bei steigenden Arousal-Werten der Bilder zu einem größeren Ausmaß abnahm als bei bloßer Ablenkung, was bei BPS-Patienten keinen Unterschied zu machen schien (Fitzpatrick & Kuo, 2016).

Bei der Beurteilung der präsentierten Forschungsbefunde sollten einige **methodische Limitationen** beachtet werden. Es wurden zum Teil medizierte Stichproben (Beblo et al., 2010; Dixon-Gordon et al., 2017; Evans et al., 2013; Jacob et al., 2011; Kuo et al., 2016; Marissen et al., 2010; Paret et al., 2016; Schmitt et al., 2016; Svaldi et al., 2012a) ohne Kontrollgruppe (Chapman et al., 2009; Evans et al., 2013; Jacob et al., 2011) oder ohne neutrale ER-Kontrollbedingung (Dixon-Gordon et al., 2017; Svaldi et al., 2012a) untersucht. Zudem kontrollierten nur manche der Studien für Dissoziation (Dixon-Gordon et al., 2017; Evans et al., 2013; Jacob et al., 2011; Paret et al., 2016). Alle genannten Studien verwendeten zudem zur ER negative Stimuli und als Kontrollbedingung neutrale Stimuli. Lediglich eine Studie (Marissen et al., 2010) verwendete zusätzlich positive Bilder, jedoch nur in der Kontroll- und nicht in der Regulationsbedingung des Experiments, sodass hier weiterer Forschungsbedarf besteht. Von einigen Autoren (Evans et al., 2013; Kuo et al., 2016; Limberg et al., 2011; Metcalfe et al., 2015) wird diskutiert, ob Studien mit BPS-Patienten spezifische Stimuli (z. B. Szenen zu Zurückweisung) verwenden sollten, weil die üblicherweise verwendeten Stimuli eventuell zu wenig intensive Emotionen auslösen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass BPS-Patienten in experimentellen Studien ER-Strategien auf der Affektebene meist ähnlich erfolgreich anwenden wie Gesunde, jedoch auf neurobiologischer Ebene zum Teil unterschiedliche Aktivitätsmuster gefunden werden.

Kognitive Neubewertung wurde außerdem bei BPS-Patienten zwar auf neurobiologischer Ebene mittels fMRT untersucht, jedoch fehlen bisher Studien, die die HRV als psychophysiologisches Korrelat dieser Strategie miteinbeziehen. Der nächste Abschnitt bietet daher eine Einführung in die HRV als psychophysiologisches Phänomen sowie den aktuellen Forschungsstand zum Zusammenhang von ER und HRV, insbesondere bei BPS-Patienten.

1.2.4 Herzratenvariabilität als psychophysiologisches Korrelat von Emotionsregulation

Die Herzratenvariabilität (HRV) eines Organismus ist ein physiologisches Phänomen, das die zeitlichen Variationen von aufeinanderfolgenden Herzschlagintervallen beschreibt. Die Frequenz des Herzschlags wird maßgeblich durch die Aktivität des autonomen Nervensystems beeinflusst (Bertsch, Hagemann, Naumann, Schachinger, & Schulz, 2012). Sie unterliegt damit dem aktivierenden Einfluss des Sympathikus, der zu einem Anstieg der Herzfrequenz führt, sowie dem Einfluss des Parasympathikus, der zu einem Abfall der Herzrate führt. Die HRV stellt dadurch die Fähigkeit des Organismus dar, die Frequenz des Herzrhythmus an unterschiedliche Anforderungen anzupassen (Sammito & Böckelmann, 2014). Mit der Bedeutung der HRV für ER beschäftigen sich auf der theoretischen Ebene die Polyvagal-Theorie von Porges (1995) und das neuroviszerale Integrationsmodell von Thayer et al. (Thayer, Hansen, Saus-Rose, & Johnsen, 2009; Thayer & Lane, 2000). Beide Theorien betonen die wichtige Rolle der parasympathisch mediierten Inhibition von Arousal bei ER und schlagen HRV als Maß hierfür vor (Appelhans & Luecken, 2006). Die Polyvagal-Theorie weist dabei aus einer evolutionären Perspektive heraus auf die Verbindungen zwischen ventralem Vagusnerv und anderen Hirnnerven hin, die essentiell für den Ausdruck und die Regulation von Emotionen sind (Porges, 2007). Das Modell von Thayer et al. (Thayer et al., 2009) postuliert dagegen auf neuroanatomischer Ebene präfrontale kortikale Strukturen, die die Aktivität des zentralen autonomen Netzwerks und damit die HRV modulieren.

Exkurs: Methodische Grundlagen zur frequenzbezogenen Analyse von Herzratenvariabilität

Die Messung von HRV erfolgt nicht-invasiv mittels Elektrokardiogramm (EKG). Die Analyse kann entweder zeitbezogen, frequenzbezogen oder mittels nichtlinearer Methoden erfolgen (für einen Überblick s. Sammito & Böckelmann, 2014). Da in der vorliegenden Arbeit aufgrund der relativ kurzen Messdauer eine frequenzbezogene Analyse durchgeführt wurde, werden im Folgenden kurz einige methodische Gesichtspunkte erläutert, die für das Verständnis der Studienergebnisse der vorliegenden Arbeit von Bedeutung sind.

Bei der frequenzbezogenen Spektralanalyse wird aus der Frequenz der sog. RR-Intervalle (Abstände der einzelnen R-Zacken des Herzschlags voneinander) ein Leistungsdichtespektrum ermittelt und die Verteilung davon (sog. Power; Varianz der RR-Intervalle in ms^2) als Funktion der Frequenz in Hertz (Hz, Schwingungen pro Sekunde) dargestellt (Tarvainen, Niskanen, Lipponen, Ranta-aho, & Karjalainen, 2014). Der Hochfrequenzbereich der HRV (HF-HRV; oder das sog. HF-Band) deckt das Leistungsdichtespektrum von 0.15 bis 0.40 Hz ab und erfasst damit periodische Schwankungen der Herzfrequenz in einer Dauer zwischen 2.5 und 6.6 Sekunden (Malik, 1996). In der Literatur wird die HF-HRV mit der respiratorischen Sinusarrhythmie gleichgesetzt (Sammito & Böckelmann, 2014). HRV-Werte können als absolute oder normalisierte Werte angegeben werden. Absolute HF-HRV-Werte geben Auskunft über die hauptsächlich parasympathische Aktivität (Malliani, Lombardi, & Pagani, 1994). Normalisierte HF-HRV-Werte (normalized units, n. u.) beschreiben dagegen den relativen Anteil des HF-Bandes an der Gesamt-Power unter Subtraktion des Very-Low-Frequency-Bandes (VLF-HRV) (Malik, 1996).⁵ Konkreter ausgedrückt wird mit normalisierten HF-HRV-Werten eine Aussage über die Verteilung von sympathischer vs. parasympathischer Aktivität bzw. über den Anteil, der eindeutig parasympathischer Aktivität zugeordnet werden kann, getroffen. Zudem wird mit normalisierten Werten der Einfluss von Rauschen aufgrund von Artefakten reduziert (Malik, 1996). Grundsätzlich sollten immer sowohl absolute als auch normalisierte HRV-Werte angegeben werden (Malik, 1996; Malliani et al., 1994).

Der Low-Frequency-Bereich (LF-HRV) erfasst das Leistungsdichtespektrum von 0.04 bis 0.15 Hz (Zeitbereich von 6.6 bis 25 Sekunden). LF-HRV wird sowohl auf sympathische als auch auf parasympathische Aktivität zurückgeführt, wobei der Sympathikus-Anteil dominiert, jedoch keine eindeutige Trennung möglich ist (Sammito & Böckelmann, 2014). Bei der Angabe von normalisierten HF-HRV-Werten, ist es redundant, zusätzlich normalisierte LF-HRV-Werte anzugeben (Heathers, 2014), da hier gilt: $\text{LF-HRV (n. u.)} = 1 - \text{HF-HRV (n. u.)}$.

Trotz Bemühungen zur Standardisierung (Malik, 1996) besteht in der Literatur eine anhaltende Debatte über die richtige Messmethodik von HRV, auch da diese erheblich von der konkreten Fragestellung abhängt (Sammito & Böckelmann, 2014). Zur Reliabilität von HRV bestehen bisher ebenfalls inkonsistente Einschätzungen (Bertsch et al., 2012; Sandercock, Bromley, & Brodie, 2005). Bislang sind damit weder eine einheitliche Methodik zur Verwendung in wissenschaftlichen Untersuchungen noch Standards zur Interpretation von

⁵ Dies entspricht $\text{HF-HRV} / (\text{totale Power} - \text{Komponente des Very-Low-Frequency-Bandes}) \times 100$. Das Very-Low-Frequency-Band erfasst ein Leistungsdichtespektrum von 0.003 bis 0.04 Hz (Zeitbereich: 25 Sekunden bis 5:30 Minuten) und wird hauptsächlich vom Sympathikus dominiert.

HRV-Daten vorhanden, sodass diesbezüglich weiterer Forschungsbedarf besteht (Heathers, 2014; Holzman & Bridgett, 2017). HRV-Befunde lassen sich unterteilen in jene, die den Ruhezustand (sog. Baseline) beschreiben und jene, die den Zustand während einer Stressinduktion bzw. Durchführung einer instruierten ER-Strategie beschreiben.

Forschungsbefunde zum Zusammenhang von Herzratenvariabilität und Emotionsregulation

Es leuchtet intuitiv ein, dass je höher die HRV eines Organismus ist, sich dieser desto besser an die verschiedenen Anforderungen der Umwelt anpassen kann. Eine Reihe von Studien hat dies weitestgehend bestätigt und positive Zusammenhänge zwischen HRV und physischer und psychischer Gesundheit bzw. ER-Fertigkeiten von Individuen gefunden (Appelhans & Luecken, 2006; Beauchaine & Thayer, 2015; Thayer, Ahs, Fredrikson, Sollers, & Wager, 2012). So besteht bei Personen mit niedriger HRV ein erhöhtes Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen und aufgrund von damit einhergehenden Risikofaktoren wie Übergewicht, Bluthochdruck und Diabetes mellitus ein allgemein erhöhtes Mortalitätsrisiko (für einen Überblick s. Thayer, Yamamoto, & Brosschot, 2010). In Bezug auf psychische Erkrankungen fanden systematische Überblicksarbeiten robuste Zusammenhänge von niedriger Baseline-HRV mit Depression (Kemp et al., 2010), Angststörungen (Chalmers, Quintana, Abbott, & Kemp, 2014), PTBS (Sammito, Thielmann, Zimmermann, & Bockelmann, 2015) und Schizophrenie (Clamor, Lincoln, Thayer, & Koenig, 2016), sodass hier von einer Hypoaktivierung des Parasympathikus auszugehen ist.

Holzman und Bridgett (2017) haben aufgrund vereinzelt inkonsistenter Forschungsbefunde zum empirischen Zusammenhang von HRV und Selbstregulation⁶ eine Meta-Analyse durchgeführt. Sie untersuchten dafür 123 Studien mit gesunden Populationen sowie Populationen mit erhöhtem Risiko für Psychopathologie und kommen zu dem Schluss, dass es mit einer kleinen, aber robusten Effektgröße einen Zusammenhang zwischen HRV und Selbstregulation (explizite und implizite ER gleichermaßen) gibt. Gleichzeitig legen sie dar, dass eine Vielzahl an Moderatoren (z. B. Analyseart der HRV oder Charakteristika der Stichprobe) die analysierten Studienergebnisse beeinflusst, sodass eine finale Konklusion verfrüht sei. Einen signifikant größeren Effekt fanden die Autoren bei Studien mit erwachsenen Probanden und in publizierten Studien. Zusammengefasst kann HRV daher trotz weiteren Forschungsbedarfs als wichtiger transdiagnostischer Biomarker für Psychopathologie und ER eingeordnet werden (Beauchaine & Thayer, 2015; Holzman

⁶ Der Begriff *Selbstregulation* wird von den Autoren dieser Meta-Analyse als zweigeteiltes Konzept zur Top-down-Regulation von Verhalten (z. B. exekutive Funktionen wie das Arbeitsgedächtnis) und Emotionen (explizite ER wie z. B. kognitive Neubewertung) definiert.

& Bridgett, 2017). Der folgende Abschnitt wirft nun einen genaueren Blick auf Studienergebnisse bei BPS-Patienten.

Forschungsbefunde zu Herzratenvariabilität und Emotionsregulation bei BPS-Patienten

Studien zur HRV im Ruhezustand (Baseline-HRV) erbrachten bei BPS-Patienten inkonsistente Ergebnisse. So existieren sowohl Befunde zu niedrigerer HRV (Kuo et al., 2016; Kuo & Linehan, 2009; Weinberg et al., 2009), höherer HRV (Ebner-Priemer et al., 2007) als auch zu keinen HRV-Unterschieden (Austin et al., 2007; Dixon-Gordon et al., 2011; Dixon-Gordon et al., 2017; Gratz, Tull, Matusiewicz, Breetz, & Lejuez, C. W., 2013; Meyer et al., 2016; Reitz et al., 2015) im Vergleich zu einer Kontrollgruppe (KG).⁷ In zwei weiteren Studien mit einem großen Anteil von BPS-Patienten wurden weder bei weiblichen sich selbstverletzenden Jugendlichen (Anteil von BPS-Patienten ca. 60%; Koenig et al., 2017) noch bei Frauen, die einen Suizidversuch begangen hatten (Anteil von BPS-Patienten ca. 75%; Wilson et al., 2016) Unterschiede in der Baseline-HRV zu gesunden Kontrollen (Koenig et al., 2017) bzw. zu einer klinischen KG (Wilson et al., 2016) gefunden, jedoch ein negativer Zusammenhang von HRV und Anzahl erfüllter BPS-Kriterien (Koenig et al., 2017).⁸ Koenig et al. (2016) kommen in einer Meta-Analyse zwar zu dem Schluss einer erniedrigten HRV bei BPS-Patienten im Vergleich zu Gesunden, berechnen dies jedoch bei vier von fünf eingeschlossenen Studien aus Daten medizierter Patienten. Dagegen finden sich bei Studien mit unmedizierten Probanden (Austin et al., 2007; Meyer et al., 2016; Reitz et al., 2015) keine Unterschiede in der Baseline-HRV bei BPS-Patienten. Die Studie von Ebner-Priemer et al. (Ebner-Priemer et al., 2007) stellt mit dem Befund einer höheren HRV bei einer kleinen Subgruppe unmedizierter BPS-Patienten eine Ausnahme dar. Die Autoren vermuten als Ursache für dieses unerwartete Ergebnis messmethodische Gründe (keine Berücksichtigung der Atmung bei der Analyse der HRV-Daten) bzw. einen Zusammenhang mit (nicht untersuchter) Dissoziation (vgl. 1.1.1). Die Dauer der Baseline unterscheidet sich durch das in dieser Studie verwendete 24-Stunden-EKG jedoch erheblich von den übrigen Studien, die die HRV im Ruhezustand meist für fünf bis zehn Minuten erheben.⁹ Die Studie von Meyer et al. (Meyer et al., 2016) ist ebenfalls nur eingeschränkt vergleichbar mit den übrigen Studien. Zwar wurde hier mit üblichen Mitteln eine Baseline-HRV gemessen, jedoch wurde diese nach einem Experiment zur Emotionserkennung von Gesichtern durchgeführt. Möglicherweise bestand also – trotz der zehnminütigen Pause nach dem Experiment – ein

⁷ Die Studien von Dixon-Gordon, Yiu, & Chapman, 2013), Fitzpatrick & Kuo, 2015) sowie Kuo, Neacsiu, Fitzpatrick, & MacDonald, 2014) werden hier nicht genannt, da sie gleiche Stichproben oder Subgruppen von Dixon-Gordon, Chapman, Lovasz, & Walters, 2011) und Kuo & Linehan, 2009) untersuchen.

⁸ Die Probanden beider Studien waren ebenfalls zum Teil mediziert und Dissoziation wurde nicht untersucht.

⁹ Dies war der Grund dafür, dass Koenig et al. (2016) diese Studie nicht in ihre Meta-Analyse miteinbezogen.

Überhang induzierter Emotionen, der die Baseline beeinflusste. Interessanterweise wurde hier über alle Gruppen hinweg (PTBS-Patienten, BPS-Patienten, remittierte BPS-Patienten, Gesunde) ein negativer Zusammenhang von Baseline-HRV mit traumatischen Erfahrungen in der Kindheit gefunden, der auf eine Hypoaktivierung des Parasympathikus als Folge traumatischer Erfahrungen hindeuten könnte.

Auch **Studien zur HRV während einer Stress- oder Emotionsinduktion** erzielten bei BPS-Patienten keine einheitlichen Ergebnisse. So fanden Dixon-Gordon et al. (2011) bei Studentinnen mit stark ausgeprägten BPS-Eigenschaften (im Vergleich zu solchen mit gering ausgeprägten BPS-Eigenschaften) keine HRV-Unterschiede während eines Problemlöse-Paradigmas nach sozialer Zurückweisung, jedoch eine erhöhte Hautleitfähigkeit bei der Emotionsinduktion. Es bestand zudem eine positive Korrelation von BPS-Eigenschaften mit Hautleitfähigkeit, interpersonellen Schwierigkeiten und emotionaler Reaktivität im Selbstreport (Dixon-Gordon et al., 2013). Auch eine Arbeit von Reeves (2007) mit einem erprobten Stressinduktions-Paradigma (PASAT-C; Lejuez, C. W., Kahler, & Brown, 2003) erbrachte keine Unterschiede bzgl. HRV und Hautleitfähigkeit bei Studentinnen mit stark bzw. gering ausgeprägten BPS-Eigenschaften nach validierendem oder invalidierendem Feedback und im Vergleich zu einer Baseline.¹⁰ In einer Studie von Gratz et al. (2013) wurde mit dem gleichen Stressinduktions-Paradigma ein größerer Abfall der HRV bei BPS-Patienten mit komorbider selbstunsicher-vermeidender Persönlichkeitsstörung im Vergleich zu einer KG mit psychiatrischen Auffälligkeiten gefunden, jedoch kein Unterschied bei BPS-Patienten ohne selbstunsicher-vermeidende Persönlichkeitsstörung. Kuo und Linehan (2009) führten eine Studie durch, in der sie bei BPS-Patientinnen in zwei Experimenten mit Filmen sowie personalisierten Imaginationen vier verschiedene Emotionen induzierten. Sie fanden keine erhöhte psychophysiologische Reaktivität der BPS-Patienten, sondern unerwarteterweise einen Anstieg der HRV (im Vergleich zur Baseline und zu einer gesunden und klinischen KG) während eines Traurigkeit induzierenden Films. Da die Patienten im Selbstreport einen Anstieg ihrer Traurigkeit berichteten, schlossen sie daraus, dass die BPS-Patienten während dieses Films implizite ER-Strategien angewendet hatten. Weitere Analysen ergaben ein langsames Abflauen von Ärger (als einzige von vier Emotionen) auf Ebene der HRV (und nicht bzgl. Hautleitfähigkeit oder Selbstreport; Fitzpatrick & Kuo, 2015) sowie eine im Vergleich zu den KGs verstärkte Reaktion auf personalisierte Stimuli zur Induktion von Traurigkeit und Ärger (Kuo, Neacsiu, Fitzpatrick, & MacDonald, 2014). Drei weitere Studien

¹⁰ Die HRV-Messung wurde hier allerdings unmittelbar nach und nicht während der Stressinduktion vorgenommen. Ein Vergleich der Gruppen in Bezug auf die Baseline-HRV wurde leider nicht berichtet.

fanden eine niedrigere HRV von BPS-Patienten beim Anschauen von Filmen, die negative Emotionen induzierten (Austin et al., 2007) sowie bei zwei Paradigmen mit frustrierenden Kopfrechenaufgaben (Weinberg et al., 2009; Wilson et al., 2016). In Bezug auf das Phänomen der Selbstverletzung fanden Reitz et al. (2015) einen stärkeren Anstieg eines HRV-Index bei einer gesunden KG im Vergleich zu BPS-Patienten nach einer vorgetäuschten Selbstverletzung durch den Untersuchungsleiter. Sie interpretierten dies als stärkere Aktivität des Sympathikus bei BPS-Patienten im Vergleich zu Gesunden. In einer anderen Studie mit personalisierten Skripts wurde bei BPS-Patienten dagegen keine Veränderung der HRV nach imaginer Selbstverletzung gefunden, jedoch unmittelbar nach der Imagination (und nicht währenddessen) weniger negativer Affekt und eine reduzierte Hautleitfähigkeit (Welch et al., 2008). Diese Studie untersuchte jedoch nur BPS-Patienten und keine gesunde KG.

Studien zur HRV während der Durchführung instruierter ER-Strategien sind bei BPS-Patienten bisher nur von Svaldi und Dorn et al. (2012a), Kuo et al. (2016) und von Dixon-Gordon et al. (2017) durchgeführt worden. Svaldi und Dorn et al. (2012a) fanden bei der Untersuchung von Akzeptanz und Unterdrückung – allerdings ohne gesunde KG – keine psychophysiologischen Auffälligkeiten bei BPS-Patienten, ebenso wie Kuo et al. (2016) bei achtsamer Wahrnehmung und Distraction im Vergleich zu Gesunden. Dixon-Gordon et al. (2017) dagegen fanden eine erhöhte HRV bei BPS-Patienten bei der Akzeptanz eines sozialen Zurückweisungs-Szenarios.

Studien zur HRV bei kognitiver Neubewertung bei BPS-Patienten fehlen bisher. In einer Studie mit gesunden jungen Studierenden wurde eine erhöhte HRV bei kognitiver Neubewertung einer Ärger provozierenden Situation (verglichen mit Unterdrückung und bloßem Anschauen) gefunden (Denson, Grisham, & Moulds, 2011). Bei Personen mit hohen Neurotizismus-Werten (und damit einem erhöhten Risiko für Psychopathologie) wurde dagegen beim Herunterregulieren negativer Bilder (im Vergleich zum bloßen Anschauen) ein Trend zu einer niedrigeren HRV gefunden, während bei Personen mit niedrigen Neurotizismus-Werten das – statistisch signifikante – umgekehrte Muster beobachtet wurde (Di Simplicio et al., 2012).

Bei einem genaueren Blick auf die genannten Studien mit BPS-Patienten fallen bedeutsame **methodische Limitationen** (z. B. in Bezug auf Medikation, Dissoziation, Diagnostik der BPS) auf sowie Faktoren, die die Vergleichbarkeit der Studien einschränken. So waren die Probanden einiger Studien teilweise mediziert (Dixon-Gordon et al., 2017; Fitzpatrick & Kuo, 2015; Gratz et al., 2013; Kuo et al., 2014; Kuo et al., 2016; Kuo & Linehan, 2009; Svaldi et al., 2012a) oder Angaben zur Medikation waren nicht verfügbar (Dixon-Gordon et al., 2011;

Dixon-Gordon et al., 2013; Reeves, 2007; Weinberg et al., 2009; Welch et al., 2008). Zudem wurde gegenwärtige Dissoziation als Kovariate entweder nicht untersucht oder die Ergebnisse nicht berichtet (Austin et al., 2007; Dixon-Gordon et al., 2011; Dixon-Gordon et al., 2013; Ebner-Priemer et al., 2007; Kuo et al., 2016; Reeves, 2007; Reitz et al., 2015; Svaldi et al., 2012a). Desweiteren wurden Personen ohne standardisierte BPS-Diagnose (Dixon-Gordon et al., 2011; Dixon-Gordon et al., 2013; Reeves, 2007; Weinberg et al., 2009; Welch et al., 2008) in vereinzelt sehr kleinen Stichproben (Austin et al., 2007; Weinberg et al., 2009) oder ohne gesunde KG (Dixon-Gordon et al., 2011; Dixon-Gordon et al., 2013; Reeves, 2007; Svaldi et al., 2012a; Svaldi et al., 2012a; Welch et al., 2008) untersucht. Die Vergleichbarkeit der Studien wird dadurch erschwert, dass manche Studien soziale Stressoren (z. B. soziale Zurückweisung; Dixon-Gordon et al., 2017) und andere nicht-soziale Stressoren (z. B. negative Bilder; Kuo et al., 2016) verwenden.

Zusammenfassend lässt sich damit aus den beschriebenen Studien kein einheitliches Bild zur HRV bei BPS-Patienten bilden, möglicherweise auch aufgrund der beschriebenen Limitationen. Einige Studien finden HRV-Unterschiede zwischen BPS-Patienten und Gesunden auf Baseline-Ebene, aber nicht im Experiment (z. B. Kuo & Linehan, 2009) oder umgekehrt keine Unterschiede in der Baseline, dafür aber Unterschiede im Experiment (z. B. Austin et al., 2007; Reitz et al., 2015). Andere Studien finden dagegen weder auf Baseline- noch auf Experiment-Ebene HRV-Unterschiede (z. B. Dixon-Gordon et al., 2011) und wieder andere sowohl in der Baseline als auch im Experiment (z. B. Weinberg et al., 2009). Studien zur HRV von BPS-Patienten bei kognitiver Neubewertung fehlen zudem vollständig. Für mehr Klarheit sind daher weitere Studien mit genügend großen Stichproben unmedizierter Patienten und geeigneter Kontrollen notwendig, die wichtige Kovariaten wie Dissoziation miteinbeziehen und neben einer HRV-Baseline valide Paradigmen zur Emotionsinduktion verwenden. Studie I der vorliegenden Arbeit leistet hierzu einen wichtigen Forschungsbeitrag und untersucht erstmals die HRV von BPS-Patienten während kognitiver Neubewertung. Hierbei wird eine unmedizierte Stichprobe analysiert, wobei sowohl der Einfluss von Dissoziation auf die HRV überprüft als auch ein valides ER-Paradigma verwendet wird.

Eine wichtige Voraussetzung für eine effektive ER ist die Unterdrückung emotionaler Ablenkung, welche maßgeblich durch die Leistung des Arbeitsgedächtnisses beeinflusst wird (Schweizer et al., 2013). Im folgenden Abschnitt wird daher der aktuelle Forschungsstand zum emotionalen Arbeitsgedächtnis bei BPS-Patienten zusammengefasst.

1.2.5 Das emotionale Arbeitsgedächtnis als implizite Emotionsregulation

Das Arbeitsgedächtnis (WM¹¹) ist ein kognitiver Mechanismus, der es ermöglicht, bei einer kognitiven Aufgabe vorübergehend aufgabenrelevante Informationen zu behalten (Baddeley, 1992). Es leistet als exekutive Funktion einen wesentlichen Beitrag zu der Fertigkeit, irrelevantes emotionales Material, das in Rivalität zu relevantem kognitivem Material steht, zu ignorieren und so zielgerichtetes Verhalten beizubehalten (Schweizer et al., 2013). Die Unterdrückung emotionaler Ablenkung trägt damit in bedeutsamer Weise zu einer gelingenden ER bei und kann aufgrund der meist unbewussten Anwendung als implizit eingeordnet werden (Etkin et al., 2015; Ochsner & Gross, 2005). Im Folgenden wird hierzu der aktuelle Forschungsstand insbesondere für BPS-Patienten zusammengefasst (für einen breiteren Überblick zu exekutiven Funktionen bei BPS-Patienten s. Baer, Peters, Eisenlohr-Moul, Geiger, & Sauer, 2012; Unoka & J Richman, 2016; Winter, Elzinga, & Schmahl, 2014).

Forschungsbefunde zum emotionalen Arbeitsgedächtnis bei BPS-Patienten

Das emotionale WM wird im Forschungskontext vorwiegend mittels experimenteller Paradigmen untersucht, bei denen die Ausführung einer kognitiven WM-Aufgabe durch (emotionale) aufgabenirrelevante Distraktoren gestört wird. Zu nennen sind hier im Wesentlichen der Emotional Working Memory Task (EWMT), n-back-Aufgaben mit emotionalen Stimuli sowie der emotionale Stroop-Test. Beim EWMT (s. 2.1.3) sollen sich die Probanden wenige Sekunden lang Buchstaben merken und werden vor der Wiedererkennung von einem emotionalen Distraktor gestört, das ignoriert werden soll. Bei n-back-Aufgaben (Owen, McMillan, Laird, & Bullmore, 2005) werden aufeinanderfolgende Stimuli dargeboten und die Probanden geben an, wenn sie Stimuli von jeweils n Positionen zuvor wiedererkennen. Der emotionale Inhalt der Stimuli (z. B. emotionale Gesichter oder gesprochene Wörter) soll die kognitive Verarbeitung stören und ignoriert werden. Beim emotionalen Stroop-Test (Williams, Mathews, & MacLeod, 1996) soll die Schriftfarbe von emotionalen Worten genannt werden und damit die emotionale Bedeutung des Wortes ignoriert werden.

Studien mit dem **EWMT** an gesunden Personen zeigten auf der Verhaltensebene Einschränkungen im WM bei Distraction durch emotionale Stimuli (z. B. Dolcos & McCarthy, 2006; Dolcos, Miller, Kragel, Jha, & McCarthy, 2007; Oei, Nicole Y L, Tollenaar,

¹¹ Der Begriff *Arbeitsgedächtnis* wird passend zur vorwiegend englischsprachigen wissenschaftlichen Literatur im Folgenden mit WM (engl. *working memory*) abgekürzt.

Elzinga, & Spinhoven, 2010).¹² Krause-Utz et al. (Krause-Utz et al., 2012; Krause-Utz et al., 2014; Krause-Utz et al., 2017) verglichen in drei Studien weibliche unmedizierte BPS-Patienten mit gesunden Kontrollen im EWMT. Die Performanz im EWMT wurde dabei jeweils durch die Anzahl korrekter Antworten sowie durch Reaktionszeiten bestimmt. Wurde das Paradigma ohne Distraction durchgeführt, fanden sich keine Gruppenunterschiede zwischen BPS-Patienten und gesunden Kontrollen (Krause-Utz et al., 2012; Krause-Utz et al., 2017). Bei der Ablenkung der Probanden durch emotionale Distraktoren resultierten auf der Verhaltensebene gemischte Ergebnisse. Es zeigte sich einerseits eine gesteigerte Ablenkbarkeit von BPS-Patienten bei emotionalen aufgabenirrelevanten Reizen mit langsameren Reaktionszeiten (Distraction durch Bilder negativer interpersoneller Szenen; Krause-Utz et al., 2012) bzw. weniger korrekten Antworten (Distraction durch Bilder negativer Szenen sowie ängstliche und neutrale Gesichter; Krause-Utz et al., 2014). Andererseits wurden jedoch in diesen zwei Studien auf der jeweils anderen abhängigen Variable (aV) der Verhaltensebene, das heißt (d. h.) Anteil korrekter Antworten (Krause-Utz et al., 2012) und Reaktionszeiten korrekter Antworten (Krause-Utz et al., 2014), keine Gruppenunterschiede gefunden. Es wurde zudem ein negativer Zusammenhang von gegenwärtiger Dissoziation und Performanz bei BPS-Patienten gefunden (bei Distraction durch negative Szenen, aber nicht bei Gesichtern; Krause-Utz et al., 2014). Eine Subgruppenanalyse von BPS-Patienten mit und ohne PTBS erbrachte dabei keine unterschiedlichen Ergebnisse (Krause-Utz et al., 2014). Auch BPS-Patienten in einem experimentell induzierten dissoziativen Zustand machten bei einem EWMT-Paradigma mit negativen und neutralen Distraktor-Bildern sowie einer Kontrollbedingung unabhängig von der Bedingung mehr Fehler und ließen mehr Antworten aus als nicht-dissoziierte BPS-Patienten und gesunde Kontrollprobanden (Krause-Utz et al., 2017). Es wurden hier jedoch auf der Verhaltensebene – entgegen der oben beschriebenen Teil-Ergebnisse – keine Hinweise auf ein eingeschränktes emotionales WM bei nicht-dissoziierten BPS-Patienten im Vergleich zu Gesunden gefunden. Dies wäre bzgl. der Stichprobe vergleichbar mit den beiden früheren Studien der Autoren. Auf neurobiologischer Ebene, welche in zwei von drei der genannten Studien mittels fMRT untersucht wurde, ergaben sich sowohl Unterschiede zwischen BPS-Patienten und Gesunden (u. a. stärkere Aktivierung von Amygdala, Insula und Hippocampus während der Distraction durch negative Bilder und eine stärkere positive Amygdala-Konnektivität mit bilateralem Hippocampus; Krause-Utz et al., 2012; Krause-Utz et al., 2014)

¹² Für eine Übersicht zu Ergebnissen auf neurobiologischer Ebene s. z. B. Jordan, Dolcos, & Dolcos, 2013).

als auch zwischen dissoziierten und nicht-dissoziierten BPS-Probanden bzw. Gesunden (Krause-Utz et al., 2017).

Andere Studien untersuchten das WM von BPS-Patienten mittels eines **n-back-Paradigmas**. Bei 0- bis 2-n-back-Aufgaben ohne emotionale Stimuli wurden in einigen Studien keine Gruppenunterschiede zwischen BPS-Patienten und Gesunden gefunden (Lazzaretti et al., 2012; Liu et al., 2017; Prehn et al., 2013), während Hagenhoff et al. (2013b) eine schlechtere Performanz von BPS-Patienten im Vergleich zu Gesunden beobachtete. Lazzaretti et al. (2012) beobachteten ebenfalls ein eingeschränktes WM bei BPS-Patienten. Sie fanden diesen Gruppenunterschied zu gesunden Personen jedoch erst bei 3-n-back-Aufgaben, was bei den übrigen Studien, die keine Gruppenunterschiede fanden, nicht untersucht worden war. Einschränkend ist zu erwähnen, dass die Probanden der zwei Studien, die Unterschiede zwischen BPS-Patienten und Gesunden fanden (Hagenhoff et al., 2013b; Lazzaretti et al., 2012) größtenteils mediziert waren, was möglicherweise die Ergebnisse beeinflusst hat. Prehn et al. (2013) untersuchten als einzige das WM von BPS-Patienten mit Distraction emotionaler Stimuli bei n-back-Aufgaben. Sie fanden bei männlichen BPS-Patienten mit komorbider antisozialer Persönlichkeitsstörung eine gesteigerte Ablenkbarkeit durch hoch-saliente (auffällige) negative Stimuli (im Vergleich zu neutralen und wenig salienten negativen Stimuli) unabhängig von der Anforderung an das WM (1- oder 2-n-back). Auch bei der Anwendung eines anderen Paradigmas mit negativen Distraktoren, einer verbalen Gedächtnis-Aufgabe, zeigte sich eine eingeschränkte Performanz von BPS-Patienten im Vergleich zu Gesunden, jedoch vergleichbare Leistungen bei neutralen Distraktoren sowie bei der Durchführung ohne Distraction (Mensebach et al., 2009)

In einer kürzlich erschienenen Meta-Analyse zum **emotionalen Stroop-Test** bei BPS-Patienten (Kaiser, Jacob, Domes, & Arntz, 2016) kamen die Autoren auf der Grundlage von 11 Studien zu dem Schluss, dass es bei BPS-Patienten (im Vergleich zu nicht-klinischen und klinischen KGs, wie z. B. anderen Persönlichkeitsstörungen, affektiven und Angststörungen) eine Aufmerksamkeitsverzerrung bzgl. negativer Wörter gibt. Diese ist umso stärker, wenn in der Analyse nur Studien berücksichtigt werden, die mündliche Antworten einsetzen im Gegensatz zu einem Knopfdruck als Antwort. Einen noch stärkeren Effekt fanden die Autoren für BPS-spezifische oder persönlich relevante negative Stimuli.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es – trotz vereinzelt inkonsistenter Befunde – Hinweise auf Einschränkungen im emotionalen WM bei BPS-Patienten zu geben scheint. Da die Anzahl der Studien mit BPS-Patienten, die insbesondere den EWMT sowie n-back-Aufgaben mit emotionalen Distraktoren anwenden, recht gering ist, erscheint ein Urteil

dennoch verfrüht. Weiterer Forschungsbedarf besteht zudem in der Variation der emotionalen Distraktoren in den verschiedenen Paradigmen, da BPS-Patienten Schwierigkeiten in der Erkennung negativer sowie neutraler Gesichtsausdrücke haben (Daros, Zakzanis, & Ruocco, 2013). Trotz des engen Bezugs von emotionalem WM und ER und der in Abschnitt 1.2.4 dargelegten Bedeutung der HRV als Korrelat von ER, hat keine der erwähnten Studien zum WM von BPS-Patienten die HRV gemessen. Bisherige Studien zum Zusammenhang von WM und HRV bei Gesunden haben sich mit der Baseline-HRV beschäftigt und nicht mit der HRV während eines WM-Experiments (Thayer et al., 2009).¹³

1.2.6 Zusammenfassung

Der vorangegangene Abschnitt 1.2.1 bis 1.2.5 hat nach einer theoretischen Einführung in das Forschungsfeld der ER den aktuellen Forschungsstand zur BPS bzgl. emotionaler Reaktivität, expliziter und impliziter ER sowie HRV als psychophysiologisches Korrelat von ER zusammengefasst. Es wurde dargelegt, dass BPS-Patienten (im Selbstreport bei ambulantem Assessment) konsistent zu Linehans biosozialer Theorie (1993) unter einer massiven emotionalen Hyperreaktivität leiden (1.2.2), sie jedoch gleichzeitig, wenn sie dazu im Laborsetting instruiert werden, ähnlich erfolgreich wie gesunde Personen (auf der Affekzebene) ER-Strategien anwenden können (1.2.3). Auch wenn sich auf neurobiologischer Ebene defizitäre Aktivierungsmuster bei der expliziten ER von BPS-Patienten zeigten, sind die Befunde zu HRV als psychophysiologisches Korrelat von ER sowohl für den Ruhezustand als auch für die ER von BPS-Patienten (sowohl bei spontaner ER bei Stressinduktion als auch bei instruierter ER) bisher sehr gemischt (1.2.4). Aufgrund von methodischen Limitationen, die die Aussagekraft dieser Studien zum Teil deutlich einschränken (vor allem durch medizierte Stichproben), besteht deshalb diesbezüglich weiterer Forschungsbedarf. Erforderlich wären hier insbesondere Studien mit unmedizierten BPS-Patienten, deren gegenwärtige Dissoziation in der Analyse der HRV berücksichtigt wird. Zu kognitiver Neubewertung als ER-Strategie wurden zudem bisher wenige Studien bei BPS-Patienten durchgeführt, wobei keine davon eine Messung der HRV beinhaltete. Für das emotionale WM, das als exekutive Funktion maßgeblich zu einer effektiven ER beiträgt, wurden bei BPS-Patienten neben neurobiologischen Auffälligkeiten Hinweise auf eine eingeschränkte

¹³ Personen mit hoher Baseline-HRV zeigten demnach sowohl unter normalen Laborbedingungen (Hansen, Johnsen, & Thayer, 2003; Hansen, Johnsen, & Thayer, 2009) als auch unter einer Stressinduktion (Hansen et al., 2009) eine höhere WM-Leistung als Personen mit niedriger Baseline-HRV.

Fertigkeit zur Unterdrückung emotionaler Ablenkung gefunden (1.2.5). Die Befunde sind hier jedoch auf der Verhaltensebene insbesondere bei Anwendung des EWMT gemischt, sodass zur Klärung weitere Studien mit genügend großen Stichproben unmedizierter Patienten bzw. KGs erforderlich sind.

Studie I der vorliegenden Arbeit leistet hierzu einen Beitrag durch die Untersuchung einer relativ großen unmedizierten BPS-Stichprobe mit dem EWMT. Zudem wird mit der Untersuchung der HF-HRV von BPS-Patienten bei kognitiver Neubewertung im Rahmen eines validen ER-Paradigmas und unter Berücksichtigung des Einflusses von Dissoziation auf die HRV eine wichtige Forschungslücke geschlossen.

1.3 Arbeitsgedächtnis-Trainings als Unterstützung in der BPS-Therapie?

In Anbetracht der dargestellten Forschungsbefunde zur ER (1.2) sowie der epidemiologischen Zahlen zu Verbreitung und Verlauf der BPS (1.1) wird ein immenser Bedarf an störungsspezifischen Therapien der BPS deutlich. Im Folgenden werden in Kürze psychotherapeutische Ansätze sowie die mangelhafte aktuelle Versorgungssituation von BPS-Patienten dargestellt (1.3.1). Computerbasierte Trainings könnten eine kostengünstige Unterstützung in der BPS-Therapie darstellen und lange Wartezeiten überbrücken. Vor dem Hintergrund von Studie II der vorliegenden Arbeit – der Evaluation eines computerbasierten WM-Trainings bei BPS-Patienten – wird daher im Detail auf den diesbezüglichen Forschungsstand eingegangen (1.3.2). Basierend auf dieser Literatur ist die zugrundeliegende Idee des evaluierten Trainings in Studie II, dass eine Verbesserung des WM einen positiven Ferntransfer-Effekt auf die ER nach sich zieht.

1.3.1 Face-to-face-Psychotherapie und Versorgungssituation

Für störungsspezifische Therapien der BPS bestehen nach dem Cochrane-Review von Stoffers et al. (2012) Wirksamkeitsnachweise für die Dialektisch-Behaviorale Therapie (DBT; Linehan, 1993) und für die Mentalization-Based Therapy (Bateman & Fonagy, 2007). Hinweise auf eine mögliche Wirksamkeit sind zudem für die Schematherapie (Arntz & van Genderen, 2009; Young, 1990) und die psychodynamisch orientierte übertragungsfokussierte Therapie (Yeomans, Clarkin, & Kernberg, 2015) vorhanden. Eine Metaanalyse zur Wirksamkeit der am meisten beforschten BPS-Therapie, der DBT, belegte diese ebenfalls mit einer moderaten Effektstärke (Kliem, Kröger, & Kosfelder, 2010) und in der Katamnese stabilen Behandlungserfolgen (Fassbinder et al., 2007). Damit sind die allgemeinen Behandlungsergebnisse zwar in Bezug auf die reine Symptomreduktion vielversprechend,

jedoch persistieren im Langzeitverlauf weiterhin massive psychosoziale Einschränkungen für BPS-Patienten (Alvarez-Tomas et al., 2017; Gunderson et al., 2011). Aus diesem Grund besteht auch weiterhin dringender Forschungsbedarf zur Verbesserung der Wirksamkeit von Psychotherapie in der Behandlung der BPS.

Hinzu kommt, dass die Versorgungssituation von BPS-Patienten als mangelhaft bezeichnet werden muss (Bohus et al., 2016). Es ist aktuell weder die finanzielle Deckung des Ressourcenbedarfs der DBT im stationären Setting gegeben, noch sind genügend Therapeuten in störungsspezifischen Therapien, wie z. B. der DBT sowohl im ambulanten als auch im stationären Sektor ausgebildet (Bohus et al., 2016). Für einen stationären oder tagesklinischen DBT-Behandlungsplatz besteht eine mittlere Wartezeit von 14.3 Wochen (Richter, Steinacher, Zum Eschenhoff, & BERPohl, 2016), was vor dem Hintergrund der oft akut krisenhaften Phänomenologie der BPS ein sehr langer Zeitraum ist. Aber auch im ambulanten Bereich muss ein psychisch belasteter Patient – unabhängig von der Diagnose – im Durchschnitt 11.5 Wochen Wartezeit für ein Erstgespräch bei einem Psychotherapeuten in Kauf nehmen (Walendzik, Rabe-Menssen, Lux, Wasem, & Jahn, 2011). Leider bestehen – auch wegen ungenügender Ausbildung – besonders seitens ambulant arbeitender Therapeuten oft starke Ängste und Vorbehalte bzgl. der Behandlung von BPS-Patienten, weswegen selbst bei weniger akuten Verläufen vermehrt auf stationäre Behandlung zurückgegriffen werden muss (Richter et al., 2016). Gleichzeitig brechen 27.3% der BPS-Patienten, wenn sie einen DBT-Behandlungsplatz haben, diese Behandlung ab (Kliem et al., 2010). Dies liegt zum einen daran, dass es (auch aufgrund der beschriebenen Stigmatisierung der BPS) zu wenig ausgebildete DBT- Therapeuten gibt (Bohus et al., 2016), zum anderen jedoch auch für die Konzeption der Therapien selbst noch Verbesserungs- und Forschungsbedarf besteht. Durch die ungenügende Versorgungssituation und die dadurch häufig notwendigen stationären Krisenaufenthalte und Wiederaufnahmen ist es nicht verwunderlich, dass die Krankheitskosten der BPS mit knapp 27.000 € pro Patient im Vergleich zu anderen psychischen Erkrankungen immens hoch sind (Wagner et al., 2013). Die häufigen stationären Aufenthalte führen zudem in der Folge dazu, dass die psychosoziale Integration der Patienten in ihr Umfeld zusätzlich erschwert wird (Bohus et al., 2016).

Auch wenn eine signifikante Kostensenkung der BPS-Krankheitskosten durch die Durchführung von DBT erreicht werden kann (z. B. DBT-PTSD; Priebe et al., 2016), besteht weiterhin eine enorme Lücke zur Finanzierung wirksamer Therapien. Neuere Ansätze beschäftigen sich daher zusätzlich mit kostengünstigen computerbasierten Hilfsangeboten. Diese könnten je nach Ausgestaltung sowohl im stationären als auch im ambulanten Bereich

als Zusatzintervention angeboten werden oder auch die Wartezeit auf einen Therapieplatz überbrücken. Eine Option für eine solche Unterstützung der BPS-Therapie stellen computerbasierte WM-Trainings dar. Schweizer et al. (Schweizer et al., 2013; Schweizer et al., 2017; Schweizer, Hampshire, & Dalgleish, 2011) haben ein WM-Training für die affektive und kognitive exekutive Kontrolle entwickelt. Dieses erbrachte bei gesunden Erwachsenen sowie bei Jugendlichen mit PTBS neben einem verbesserten emotionalen WM einen positiven Ferntransfer-Effekt auf die ER. Vor dem Hintergrund der beschriebenen Beeinträchtigungen bzgl. WM und ER bei BPS-Patienten erschien eine Untersuchung der Trainingswirksamkeit bei dieser Patientengruppe sinnvoll und wurde in Studie II der vorliegenden Arbeit realisiert. Im nächsten Abschnitt folgt eine kurze Zusammenfassung des aktuellen Forschungsstandes zu WM-Trainings.

1.3.2 Arbeitsgedächtnis-Trainings

In den letzten 15 Jahren wurde eine Fülle von Studien zur Effektivität von WM-Trainings durchgeführt (für einen Überblick s. Bastian & Oberauer, 2014; Jaeggi & Buschkuhl, 2014; Soveri, Antfolk, Karlsson, Salo, & Laine, 2017). Anfängliche Studien mit gesunden Personen (Jaeggi, Buschkuhl, Jonides, & Perrig, 2008; Klingberg et al., 2005; Klingberg, Forssberg, & Westerberg, 2002) hatten vielversprechende Ergebnisse in Bezug auf eine Generalisierung des Trainingserfolgs erbracht. Die Idee war, dass ein computerisiertes WM-Training neben einem sog. Nahtransfer-Effekt in der gleichen kognitiven Domäne (d. h. auf untrainierte WM-Aufgaben) auch sog. Ferntransfer-Effekte im Sinne einer Steigerung allgemeiner kognitiver Funktionen erbringen würde (Jaeggi et al., 2008; Shipstead, Redick, & Engle, 2010). Die Trainingsaufgaben bestanden dabei aus neuropsychologischen Paradigmen, die ansonsten zur Testung des WM verwendet wurden, z. B. n-back-Aufgaben (Owen et al., 2005). Einige Versuche, die früheren Studienergebnisse zu replizieren, schlugen jedoch fehl (z. B. Redick et al., 2013; Thompson et al., 2013). Es entstand in der Folge eine kontroverse Debatte um die Reichweite der Generalisierung von WM-Trainings, die zudem verknüpft war und ist mit (zu) hohen Erwartungen der öffentlichkeitswirksamen Medien an zu erwartende Effekte kognitiver Trainings (Max Planck Institute for Human Development and Stanford Center on Longevity, 2014). Die meisten Studien konzentrierten sich hinsichtlich der Population auf gesunde Erwachsene. Vereinzelt wurden jedoch auch Gruppen mit kognitiven Einschränkungen (z. B. Kinder mit Aufmerksamkeits-Defizit-Hyperaktivitäts-Syndrom [ADHS] oder Schizophrenie-Patienten) untersucht (s. unten in diesem Abschnitt). Im Folgenden wird der aktuelle Forschungsstand zu WM-Trainings bei gesunden und klinischen Populationen

zusammengefasst und anschließend auf Ergebnisse zu emotionalen WM-Trainings eingegangen.

Forschungsbefunde zu Arbeitsgedächtnis-Trainings bei Gesunden

Eine Reihe von Meta-Analysen hat in den letzten Jahren versucht, der Diskussion um die Reichweite der Transfereffekte von WM-Trainings zu mehr Klarheit zu verhelfen. Die Meta-Analysen unterschieden sich u. a. darin, ob sie Studien zu Trainings verschiedener WM-Paradigmen (Karch & Verhaeghen, 2014; Melby-Lervåg & Hulme, 2013; Melby-Lervåg, Redick, & Hulme, 2016; Schwaighofer, Fischer, & Bühner, 2015) oder nur zu n-back-Trainings (Au et al., 2015; Dougherty, Hamovitz, & Tidwell, 2016; Melby-Lervåg & Hulme, 2016; Soveri et al., 2017) einschlossen.

Es wurden übereinstimmend (je nach Meta-Analyse kleine bis große) **Nahtransfer-Effekte** der Trainings auf untrainierte WM-Aufgaben zum verbalen und visuell-räumlichen WM bei gesunden Personen gefunden (Karch & Verhaeghen, 2014; Melby-Lervåg et al., 2016; Melby-Lervåg & Hulme, 2013; Schwaighofer et al., 2015; Soveri et al., 2017; Weicker, Villringer, & Thöne-Otto, 2016). Bei den Ergebnissen zu **Ferntransfer-Effekten** auf allgemeine kognitive Fertigkeiten (z. B. fluide Intelligenz) wurden sehr viel kleinere Effektgrößen bis hin zu Null-Effekten gefunden. Dies führte in der Literatur zu einem Streit über methodische Details und die Interpretation der praktischen Relevanz dieser Effekte. So kamen Au et al. (2015) in ihrer Meta-Analyse (20 n-back-Trainingsstudien; ca. 1000 Probanden) zu dem Schluss eines kleinen, aber signifikanten Ferntransfer-Effekts bzgl. fluider Intelligenz bei gesunden Erwachsenen. Sie berichteten zudem, dass Studien mit passiver (unbehandelter) KG mehr Transferleistung zeigten als Studien mit aktiver KG. Sie argumentierten, dass dies jedoch nicht von Unterschieden der Leistungen der KGs herrühre, sondern daher käme, dass in Studien mit passiven KGs die eigentliche Trainingsgruppe aus unbekanntem Grund besser abschnitt. Ähnliche Ergebnisse bzgl. eines kleinen Ferntransfer-Effekts berichteten Karch und Verhaeghen (2014) in ihrer Meta-Analyse von 49 Studien zum Effekt von Arbeitsgedächtnis-Trainings und Trainings von exekutiven Funktionen bei älteren Erwachsenen. Beide Meta-Analysen wurden heftig kritisiert. Melby-Lervåg und Hulme (2016) bemängelten verschiedene methodische Gesichtspunkte sowie formale Fehler.¹⁴ In einer Re-Analyse beider Meta-Analysen (Melby-Lervåg & Hulme, 2016) sowie einer eigenen umfassenderen Meta-Analyse (Melby-Lervåg et al., 2016) kamen sie zu dem Schluss, dass es auf der Grundlage von Studien mit aktiven KGs keinen relevanten

¹⁴ Dazu gehörten u. a. die Exklusion verschiedener Studien aus unverständlichen Gründen, eine irreführende Effektgrößen-Berechnung ohne die Berücksichtigung von Prätest-Unterschieden und die nicht schlüssige Interpretation der Ergebnisse bzgl. aktiver und passiver KGs.

Ferntransfer von WM-Trainings auf andere verbale oder non-verbale kognitive Fertigkeiten (z. B. Leseverständnis, Rechnen) gibt. Auch Dougherty et al. (2016) analysierten die Daten von Au et al. erneut, allerdings mit anderen statistischen Methoden, und schlussfolgerten ebenfalls, dass ein Transfer zu fluider Intelligenz nur bei Studien mit passiver KG, jedoch nicht bei jenen mit aktiver KG beobachtet werden kann. Beide Kritiker plädierten stark dafür, bei Trainingsstudien nur noch Designs mit aktiven KGs einzusetzen, da im Falle eines wahren Transfers dieser auch in Studien mit aktiven KGs (und nicht nur in Studien mit passiven KGs) abgebildet werden sollte.

Als Gründe für die inkonsistenten Befunden vorangegangener Meta-Analysen beschrieben Soveri et al. (2017) in der **neuesten Meta-Analyse zu n-back-Trainings bei gesunden Erwachsenen** (ca. 2100 Probanden) u. a. die unterschiedlichen Einschlusskriterien, Unterschiede in der Kategorisierung der Aufgaben zu den kognitiven Domänen sowie die Berücksichtigung von nur einer Transfer-Aufgabe oder aber von einem Aufgaben-Mittelwert, der jedoch in manchen Fällen auch die trainierte Aufgabe selbst enthielt. Sie trennten daher in ihrer Meta-Analyse trainierte und untrainierte Aufgaben und berücksichtigen außerdem mittels eines meta-analytischen Multilevel-Vorgehens alle Transfer-Aufgaben. Auf dieser Grundlage fanden sie einen mittelgroßen Nahtransfer-Effekt auf untrainierte n-back-Aufgaben und einen sehr kleinen Transfer-Effekt auf untrainierte WM-Aufgaben (ohne n-back-Aufgaben) bzw. ebenfalls einen sehr kleinen Ferntransfer-Effekt auf fluide Intelligenz und kognitive Kontrolle. Sie schlussfolgerten, dass der Transfer zu untrainierten n-back-Aufgaben vermutlich aus aufgabenspezifischen Faktoren wie z. B. der Verwendung bestimmter Strategien resultiert und nicht aus einer allgemeinen Verbesserung von Komponenten des WM. Zudem zweifeln sie ebenso wie Autoren anderer Meta-Analysen (Dougherty et al., 2016; Melby-Lervåg et al., 2016; Melby-Lervåg & Hulme, 2013; Schwaighofer et al., 2015) die praktische Relevanz der Ferntransfer-Effekte an. Die Autoren der oben beschriebenen Meta-Analyse Au et al. (2015) erachteten dagegen die minimale Leistungssteigerung durch WM-Trainings auch in ihrer Antwort auf die kritische Auseinandersetzung von Melby-Lervåg und Hulme (2016) bzw. Dougherty et al. (2016) als relevant (Au, Buschkuehl, Duncan, & Jaeggi, 2016).

Zusammenfassend entsteht damit der Eindruck, dass ein Ferntransfer-Effekt von WM-Trainings auf allgemeine kognitive Fertigkeiten durch eher konservative Analysemethoden annähernd verschwindet bzw. die Relevanz eines kleinen und statistisch signifikanten Effekts in optimistischem oder pessimistischem Licht interpretiert werden kann.

In Bezug auf einen **Dosis-Effekt** (gesteigerter Transfer durch mehr Trainingszeit) wurden gemischte Ergebnisse beobachtet. Während in zwei Meta-Analysen ein Dosis-Effekt gefunden wurde (Schwaighofer et al., 2015; Weicker et al., 2016), fanden die anderen Meta-Analysen einen solchen Effekt nicht (Au et al., 2015; Karbach & Verhaeghen, 2014; Melby-Lervåg et al., 2016; Soveri et al., 2017). Anzumerken ist zudem, dass in einigen Meta-Analysen sowohl Studien mit Erwachsenen als auch mit Kindern sowie Studien mit gesunden, aber auch vereinzelt klinischen Populationen eingeschlossen wurden (Melby-Lervåg et al., 2016; Melby-Lervåg & Hulme, 2013; Schwaighofer et al., 2015; Weicker et al., 2016). Im Folgenden wird daher gesondert auf Befunde bei klinischen Populationen Bezug genommen.

Forschungsbefunde zu Arbeitsgedächtnis-Trainings bei klinischen Populationen

Studien zu WM-Trainings bei klinischen Stichproben bezogen sich vor allem auf Populationen mit kognitiven Einschränkungen. Ergebnisse zur Wirksamkeit von WM-Trainings bei BPS-Patienten wurden dagegen bisher nicht publiziert.

In einer Meta-Analyse von 16 Studien zum Effekt von kognitiven Trainings bei **Kindern und Jugendlichen mit ADHS** (Cortese et al., 2015) konnte für Studiendesigns mit aktiven KGs nur begrenzt ein positiver Effekt auf die ADHS-Symptomatik gefunden werden. Es wurde zwar ein signifikant verbessertes WM beobachtet, jedoch spezifisch für WM-Trainings trotz vereinzelt vielversprechender Ergebnisse (Beck, Hanson, Puffenberger, Benninger, & Benninger, 2010) im Mittel kein signifikanter Transfereffekt auf die ADHS-Symptomatik. In einer Meta-Analyse von 9 Studien zur Auswirkung von computerisierten kognitiven Trainings bei **Personen mit einer depressiven Störung** (Motter et al., 2016) wurde ein positiver Transfereffekt auf depressive Stimmung, das Verrichten des täglichen Alltags, Aufmerksamkeit sowie WM gefunden. Ebenso fand eine etwas ältere Meta-Analyse von 26 Studien zu kognitiven Trainings bei **Personen mit Schizophrenie** eine bessere kognitive Leistung (mittlere Effektstärken) sowie ein gesteigertes psychosoziales Funktionsniveau und eine reduzierte Symptomatik (kleine bis mittlere Effektstärken). In den Originalartikeln der Meta-Analysen zu Depression und Schizophrenie wurden jedoch nicht spezifisch WM-Trainings untersucht, sondern kognitive Trainings mit einer Vielzahl an Aufgaben, die verschiedenste kognitive Domänen trainieren. Ein solches Vorgehen (sog. kitchen sink approach; Jaeggi & Buschkuhl, 2014) hat den Nachteil, dass nicht einzelne Trainingskomponenten oder –mechanismen untersucht werden können und so keine spezifischen Aussage – in diesem Fall zu WM-Trainings – möglich ist. In einer Meta-Analyse von Weicker et al., (2016) wurden u. a. 8 WM-Trainingsstudien zu **Personen mit erworbener Hirnschädigung** untersucht. Zwar wurde ein Nahtransfer-Effekt auf untrainierte

WM-Aufgaben mit moderater Effektgröße für Patienten mit erworbener Hirnschädigung gefunden, aber kein Ferntransfer-Effekt auf das Verrichten von täglichen Alltags-Aufgaben. Anzumerken ist jedoch, dass hier sehr unterschiedliche Stichproben verglichen wurden (u. a. Patienten mit Schlaganfällen, Patienten multipler Sklerose, Patienten mit schwerer Alkoholabhängigkeit). Die Generalisierbarkeit eines meta-analytischen Ergebnisses ist daher in diesem Fall fragwürdig. Es besteht daher dringender Forschungsbedarf, der Trainingseffekte für verschiedene Störungen spezifiziert. Studie II der vorliegenden Arbeit konzentriert auf die erstmalige Untersuchung eines WM-Trainings bei BPS-Patienten.

Forschungsbefunde zu emotionalen WM-Trainings

Die bisher erwähnten Meta-Analysen zur Wirksamkeit von WM-Trainings sind nicht gesondert auf Trainings mit emotionalen Stimuli eingegangen, da sie meist mit den typischen neutralen Stimuli, z. B. geometrischen Formen oder Buchstaben, durchgeführt wurden (Schwaighofer et al., 2015). Besonders im klinischen Kontext sind kognitive Tätigkeiten jedoch nicht nur bei neutralen konkurrierenden Informationen, sondern insbesondere bei Distraction auf emotionaler Ebene eine Herausforderung (Schweizer & Dalgleish, 2011; Schweizer & Dalgleish, 2016). Es werden daher im Folgenden Befunde zu WM-Trainings mit emotionalen Stimuli zusammengefasst. Besonders ausführlich wird auf drei Studien von Schweizer et al. eingegangen, die als Vorbild für Studie II der vorliegenden Arbeit dienen.

In ihrer ersten Trainingsstudie untersuchten **Schweizer, Hampshire und Dalgleish (2011)**, ob ein 20-tägiges WM-Training, das ausschließlich neutrale Stimuli beinhaltete, bei gesunden Personen zu einem Ferntransfer-Effekt in affektiver Kontrolle (kognitive Verarbeitung von emotionalem Material) führt oder ob das Training dafür emotionale Stimuli zum Gegenstand haben sollte. Sie modifizierten hierzu ein n-back-Training mit entweder neutralen Stimuli (auditiv: gesprochene Wörter; visuell: Gesichter) oder mit emotionalen Stimuli (negative Wörter; negative emotionale Gesichter). Für beide Trainingsgruppen (im Vergleich zu einer dritten aktiven KG, die eine Aufmerksamkeitsaufgabe trainierte) wurde ein Nahtransfer-Effekt zu einer untrainierten WM-Aufgabe sowie ein Ferntransfer-Effekt zu fluiden Intelligenz gefunden. Jedoch erzielte nur die Gruppe, die das WM-Training mit emotionalen Stimuli trainiert hatte, bessere Ergebnisse bei einer emotionalen WM-Aufgabe, dem emotionalen Stroop-Test¹⁵. Die Autoren schlussfolgerten, dass nur kognitives Training mit

¹⁵ Dies wurde mittels zweier Indizes operationalisiert: dem sog. *Inkongruenz-Index* (Verzögerung in der Reaktionszeit bei korrekter Antwort in inkongruenter Bedingung, also einem emotionalen Adjektiv vor dem Hintergrund eines inkongruenten emotionalen Gesichtsausdrucks in Relation zu einer neutralen Kontrollbedingung) und dem *Kongruenz-Index* (Zeitgewinn in der Reaktionszeit bei korrekter Antwort in kongruenter Bedingung, also einem emotionalen Adjektiv vor dem Hintergrund eines kongruenten emotionalen Gesichtsausdrucks in Relation zu einer neutralen Kontrollbedingung).

emotionalem Material (und nicht mit neutralem Material) einen Transfer-Effekt zu affektiver Kontrolle bewirken kann.

In einer zweiten Trainingsstudie verglichen **Schweizer et al. (2013)** erneut ein emotionales WM-Training bei gesunden Personen mit einer aktiven KG. Sie beobachteten bei der Trainingsgruppe nach dem Training eine im Vergleich zur KG verbesserte Performanz bei der trainierten WM-Aufgabe, während der Transfer auf eine untrainierte WM-Aufgabe in dieser Studie nicht untersucht wurde. Darüberhinaus fanden sie als Ferntransfer-Effekt eine verbesserte affektive Kontrolle der Trainingsgruppe in einem klassischen ER-Paradigma (höheres emotionales Wohlbefinden nach dem Anschauen negativer Filmstimuli und der Instruktion, negative Gefühle zu vermindern. Die Steigerung des ER-Erfolgs war (bei allen Probanden) zudem umso größer, je mehr sich innerhalb des Trainingszeitraums die Performanz des emotionalen WM gesteigert hatte. Auf neurobiologischer Ebene konnte zudem im Vergleich zur KG bei der Trainingsgruppe eine höhere Effizienz des frontoparietalen Netzwerks gezeigt werden. Limitierend kommt jedoch hinzu, dass die KG zum Prä-Zeitpunkt eine bessere Performanz im emotionalen WM zeigte, sodass die Trainingsgruppe mehr Spielraum für einen Trainingseffekt hatte. Zudem beinhaltete das Studiendesign keine Trainingsgruppe, die ein neutrales WM-Training durchführte. Es ist daher möglich, dass der Transfer-Erfolg einer verbesserten ER auch durch ein neutrales WM-Training hätte erreicht werden können.¹⁶

In einer dritten Trainingsstudie (**Schweizer et al., 2017**) wurde das emotionale WM-Training erstmals bei einer klinischen Population, Jugendlichen mit PTBS, durchgeführt. Im Vergleich zu einer aktiven KG (Aufmerksamkeitsaufgabe mit neutralen Stimuli) wurde bei der Trainingsgruppe im Trainingszeitraum eine größere Steigerung bei einer Aufgabe zu kognitiver Kontrolle und der Verwendung adaptiver ER-Strategien gefunden sowie eine größere Reduktion der PTBS-Symptomatik. Die ER-Strategien sowie PTBS-Symptome wurden per Fragebogen erfasst. Es sind jedoch einige Limitationen zu nennen, die die Aussagekraft der Studie einschränken. So beinhaltete das Studiendesign weder eine emotionale WM-Aufgabe (Nahtransfer) noch ein experimentelles ER-Paradigma (Ferntransfer), das die gefundenen ER-Erfolge auch auf der Verhaltensebene abbildete. Die untersuchte Stichprobe von jeweils $n=15$ pro Gruppe war zudem sehr klein. Ein großer

¹⁶ Gegen die Wirksamkeit neutraler Stimuli sprechen jedoch Studienergebnisse, die bei Studenten, Personen mit hoher Grübelneigung sowie depressiven Patienten keinen Transfer eines neutralen WM-Trainings auf die ER oder eine Reduktion depressiver Symptome fanden (Hoorelbeke, Koster, Demeyer, Loeys, & Vanderhasselt, 2016; Onraedt & Koster, 2014; Iacoviello et al., 2014) sowie das Ergebnis der ersten Trainingsstudie von Schweizer et al. (s.o.).

Unterschied zu den beiden anderen berichteten Studien von Schweizer et al. bestand außerdem darin, dass alle Probanden zusammen in einem Klassenraum trainierten, was sicherlich Auswirkungen auf die Adhärenz und Motivation der Probanden hatte. Zudem ist zu vermuten, dass sich die Probanden so über das ihnen zugeteilte Training austauschen konnten und eventuell so schlussfolgern konnten, ob sie in der Trainings- oder in der Placebobedingung eingeteilt waren. Einschränkend muss zu allen drei beschriebenen Studien von Schweizer et al. erwähnt werden, dass der jeweilige Transfer-Effekt möglicherweise auch durch den reinen Kontakt mit emotionalem Material hätte zustande kommen können. Eine weitere KG, die kein WM-Training trainiert, jedoch emotionalem Material ausgesetzt wird könnte dieses Problem lösen.

Zwei andere Studien zur Evaluation emotionaler WM-Trainings fanden inkonsistente Ergebnisse in Bezug auf Ferntransfer-Effekte zu Maßen von ER oder Symptomreduktion. So zeigten in einer Stichprobe von unselektierten Jugendlichen sowohl eine emotionale WM-Trainingsgruppe ($n=129$) als auch eine Placebo-Gruppe ($n=39$) nach dem Training zwar eine signifikant erhöhte WM-Kapazität, jedoch keine Unterschiede in der Reduktion von depressiven oder Angstsymptomen bzw. in der Reaktion auf Cyberball (experimentelles Paradigma zu sozialer Zurückweisung; Leone de Voogd, Wiers, Zwitser, & Salemink, 2016). Die Autoren führten die Null-Ergebnisse u. a. auf die im Vergleich relativ kurze Trainingsdauer von acht Trainingseinheiten sowie auf die eventuell mangelhafte Validität des Placebo-Trainings zurück, das ebenfalls emotionale Stimuli beinhaltete. Mit ebenfalls nur acht Trainingseinheiten wurde jedoch in einer Machbarkeitsstudie von Iacoviello et al. (2014) ein signifikanter Transfer-Effekt erreicht. Unmedizierte Personen in einer aktuellen depressiven Episode, die ein emotionales WM-Training trainiert hatten ($n=11$; 8 Trainingseinheiten innerhalb von 4 Wochen) zeigten dabei im Vergleich zu einer aktiven KG ($n=10$) eine größere Reduktion der depressiven Symptomatik. Sechs der elf Probanden aus der Trainingsgruppe (und nur ein Proband der KG) erreichten sogar eine Symptomreduktion von mehr als 50%. Das emotionale WM-Training bestand für die Trainingsgruppe ähnlich wie bei Schweizer et al. aus n-back-Aufgaben mit emotionalen Gesichtern. Die Aufgabe bestand jedoch darin, die Reihenfolge der emotionalen Gesichtsausdrücke zu memorieren und nicht darin, sie als Distraktor zu ignorieren und ihre Position in einem Raster zu memorieren (wie bei Schweizer et al.). Die aktive KG bei Iacoviello et al. trainierte ein neutrales WM-Training. Die Tatsache, dass die Trainingsgruppe im Vergleich mit dieser KG einen signifikant stärkeren Ferntransfer erzielte, ist aufgrund der geringen Unterschiede der Trainings umso

bemerkenswerter. Aufgrund der geringen Stichprobengröße raten die Autoren jedoch zu einer vorsichtigen Interpretation der Ergebnisse.

1.3.3 Zusammenfassung

Der vorige Abschnitt hat nach einer kurzen Zusammenfassung zur Wirksamkeit von störungsspezifischer Psychotherapie der BPS aufgezeigt, dass die Versorgungssituation von BPS-Patienten nach wie vor unzulänglich ist. Als Ansatzpunkt zur Reduktion der enormen Finanzierungslücke sind neben der Durchführung wirksamer psychotherapeutischer Methoden zusätzlich kosteneffektive computerbasierte Hilfsangebote zu nennen. Diese können entweder als zusätzliche Intervention oder auch zur Überbrückung von Wartezeiten genutzt werden.

Computerbasierte WM-Trainings stellen möglicherweise eine beachtenswerte Option für eine solche Unterstützung in der BPS-Therapie dar. Bei gesunden und klinischen Populationen haben WM-Trainings vergleichsweise robuste Nahtransfer-Effekte auf untrainierte WM-Aufgaben erzielt. Die Befunde hinsichtlich Ferntransfer-Effekten zu allgemeinen kognitiven Fertigkeiten oder Symptomreduktion sind jedoch inkonsistent. Schweizer et al. (Schweizer et al., 2011; Schweizer et al., 2013; Schweizer et al., 2017) entwickelten ein emotionales WM-Training (duales n-back-Training mit emotionalen Stimuli), das neben einem verbesserten emotionalen WM bei gesunden Personen und Jugendlichen mit PTBS vielversprechende Ferntransfer-Effekte zu einer verbesserten ER erzielte. Befunde zur Wirksamkeit von WM-Trainings bei BPS-Patienten existieren bisher nicht. Vor dem Hintergrund von Einschränkungen in der ER sowie dem emotionalen WM von BPS-Patienten erscheint eine Evaluation des emotionalen WM-Trainings von Schweizer et al. bei BPS-Patienten sinnvoll.

1.4 Fragestellungen und Hypothesen

Das übergeordnete Ziel der vorliegenden Arbeit war ein besseres Verständnis der impliziten und expliziten ER von BPS-Patienten auf behavioraler und psychophysiologischer Ebene in einem experimentellen Setting. Das Kernstück war dabei die Evaluation eines emotionalen WM-Trainings, für welches bei gesunden Probanden und Jugendlichen mit PTBS neben einem verbesserten emotionalen WM (Schweizer et al., 2011; Schweizer et al., 2013) ein Ferntransfer-Effekt zu einer verbesserten expliziten ER gezeigt wurde (Schweizer et al., 2013; Schweizer et al., 2017).

Ziel von Studie I (Querschnittsstudie) war die Einordnung der Performanz der BPS-Patienten¹⁷ vor dem Training im Vergleich zu gesunden Kontrollprobanden bzgl. der Unterschiede in emotionaler Ablenkbarkeit bei einer WM-Aufgabe (gemessen mit dem EWMT) und in der Anwendung einer instruierten ER-Strategie (kognitive Neubewertung) bei einem experimentellen ER-Paradigma. Ein Schwerpunkt lag dabei auf dem Vergleich der Herzratenvariabilität (HF-HRV) der beiden Gruppen im Ruhezustand sowie in den zwei experimentellen Paradigmen. Da psychotrope Medikation nachweislich einen Einfluss auf die Herzrate hat, wurden in Studie I nur unmedizierte Patienten eingeschlossen.

Ziel von Studie II war die Evaluation eines emotionalen WM-Trainings bei BPS-Patienten in einer randomisiert-kontrollierten Längsschnittstudie. Es wurden dabei zwei Patientengruppen verglichen: eine Gruppe trainierte ein emotionales WM-Training mit adaptiven n-back-Aufgaben (EWM-Gruppe), während die andere als aktive KG ein Aufmerksamkeitstraining trainierte (CFM-Gruppe). Beide Gruppen wurden vor und nach dem Training bzgl. ihres emotionalen WM und ihrer ER untersucht. Im Sinne einer möglichst naturalistischen Untersuchung wurden in Studie II auch medizierte Probanden eingeschlossen.

Die Finanzierung beider Studien erfolgte über Haushaltsmittel. Das Projekt war ferner als *Associated Project* an die Klinische Forschergruppe 256 „Mechanisms of Disturbed Emotion Processing in Borderline Personality Disorder“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft angegliedert.

1.4.1 Fragestellungen und Hypothesen zu Studie I

Es wurden für Studie I folgende Fragestellungen und Hypothesen formuliert:

Fragestellung 1: Unterscheiden sich BPS-Patienten bzgl. emotionaler Ablenkbarkeit bei einer emotionalen WM-Aufgabe (EWMT) von einer gesunden KG?

Hypothese 1: BPS-Patienten zeigen im Vergleich zur KG beim EWMT eine höhere Ablenkbarkeit (mehr Fehler, längere Reaktionszeit) abhängig vom Distraktor (Interaktionseffekt *Distraktor* x *Gruppe*). Es bestehen sechs verschiedene Distraktoren: ärgerliche, ängstliche und neutrale Gesichter, negative und neutrale interpersonelle Szenen sowie eine Kontrollbedingung (Kreuz). Basierend auf bisherigen Forschungsergebnissen (s. 1.3.2; Krause-Utz et al., 2012; Krause-Utz et al., 2014) wird angenommen, dass BPS-Patienten im Vergleich zu gesunden Kontrollprobanden beim EWMT eine höhere Ablenkbarkeit (weniger korrekte Antworten, längere Reaktionszeit) bei negativen und neutralen Gesichtern sowie bei

¹⁷ Aus Gründen der Lesbarkeit wird die neutrale Pluralform verwendet. Gemeint sind stets weibliche Probanden.

negativen und neutralen interpersonellen Szenen zeigen, sich die beiden Gruppen jedoch nicht bei einer Kontrollbedingung (Kreuz) unterscheiden.

Fragestellung 2: Unterscheiden sich BPS-Patienten bei einem ER-Experiment in der Anwendung instruierter kognitiver Neubewertung als ER-Strategie (Instruktion *vermindern*) und in ihrer emotionalen Reaktivität (Instruktion: *belassen*) auf der Affektebene von der KG?

Hypothese 2: Es wird angenommen, dass BPS-Patienten im Vergleich zur KG bei einem ER-Experiment zu instruierter kognitiver Neubewertung eine weniger erfolgreiche ER (Haupteffekt *Gruppe*: subjektiv höhere Anspannung und negativerer aktueller Affekt; unabhängig vom Bildtyp [negativ, positiv] und der Instruktion [vermindern, belassen]) sowie eine höhere emotionale Reaktivität (Haupteffekt *Gruppe*: höhere Anspannung und negativerer Affekt; unabhängig vom Bildtyp [negativ, positiv, neutral]) zeigen. Sie demonstrieren zudem im Vergleich zur KG eine weniger erfolgreiche ER bei der Instruktion *vermindern* (vs. *belassen*) und negativen (vs. positiven) Bildern (Interaktionseffekt *Gruppe* x *Bildvalenz* x *Instruktion*) sowie eine höhere emotionale Reaktivität bei der Instruktion *belassen* und negativen (vs. positive und neutrale) Bildern (Interaktionseffekt *Gruppe* x *Bildvalenz*).

Diese Hypothese basiert auf Linehans (1993) biosozialer Theorie, auch wenn überraschenderweise in bisherigen Studien zu instruierter kognitiver Neubewertung (s. 1.2.3 Koenigsberg et al., 2009; Lang et al., 2012; Marissen et al., 2010; Schulze et al., 2011) auf der Affektebene keine Gruppenunterschiede in der ER zwischen BPS-Patienten und Gesunden gefunden wurden.

Fragestellung 3: Unterscheiden sich BPS-Patienten auf psychophysiologischer Ebene in ihrer HF-HRV im Ruhezustand, bei einer emotionalen WM-Aufgabe (EWMT) sowie bei einem ER-Experiment (ER und emotionale Reaktivität) von der KG?

Hypothese 3a: Der Forschungsstand ist kontrovers bzgl. HF-HRV-Unterschieden von BPS und KG im Ruhezustand (s. 1.2.4). Wir testen daher, ob ein Unterschied zwischen BPS und KG besteht. Dies entspricht statistisch gesehen der Testung der Nullhypothese.

Hypothese 3b und 3c: Bisherige Forschungsbefunde zur HF-HRV bei Stressinduktion sind für BPS-Patienten ebenfalls gemischt (s. 1.2.4), während die HF-HRV beim EWMT sowie bei kognitiver Neubewertung im Rahmen eines ER-Paradigmas zudem bisher bei BPS-Patienten nicht untersucht wurde. Basierend auf Linehans biosozialer Theorie (1993) und einem Befund von gesunden Personen mit einem erhöhten Risiko für Psychopathologie (Di Simplicio et al., 2012) wird eine

Hypoaktivierung des Parasympathikus angenommen. Demzufolge zeigt sich bei BPS-Patienten im Vergleich zur KG eine niedrigere HF-HRV (Haupteffekte *Gruppe*)

- beim EWMT (Hypothese 3b);
- bei einem ER-Experiment mit instruierter kognitiver Neubewertung bei der Instruktion *vermindern* und emotionaler Reaktivität bei der Instruktion *belassen* (Hypothese 3c).

Zusätzlich zu der bisher kategorialen Untersuchung der zwei Gruppen (BPS und KG) soll in einer explorativen Fragestellung ein dimensionaler Zusammenhang innerhalb der BPS-Gruppe untersucht werden:

Fragestellung 4: Bestehen innerhalb der BPS-Gruppe lineare Zusammenhänge zwischen der HF-HRV während eines ER-Experiments und verschiedenen per Fragebogen erhobenen klinischen Charakteristika (BDI-II, BSL-23, DERS, ERQ, DBT-WCCCL)?

Aufgrund des explorativen Charakters dieser Fragestellung wurde keine a-priori Hypothese festgelegt.

1.4.2 Fragestellungen und Hypothesen zu Studie II

Studie II stellt die unseres Wissens erste Studie zur Wirksamkeit eines emotionalen WM-Trainings bei BPS-Patienten dar. Es wurde für das Ziel der summativen Evaluation (Wirksamkeitsprüfung) eine Phase-III-Studie mit randomisiert-kontrolliertem Design durchgeführt (Metzler & Krause, 1997). Dafür wurden folgende Fragestellungen und Hypothesen formuliert:

Fragestellung 5: Verbessert ein emotionales WM-Training (EWM-Training) im Vergleich zu einem Aufmerksamkeits-Training (aktive KG: CFM-Training) bei BPS-Patienten im Sinne eines Nahtransfer-Effekts das emotionale WM bei einer untrainierten WM-Aufgabe (EWMT)?

Hypothese 5: Basierend auf Befunden bei gesunden Personen (Schweizer et al., 2011; Schweizer et al., 2013) wird angenommen, dass die EWM-Gruppe bei einer untrainierten WM-Aufgabe (EWMT) von Messzeitpunkt 1 (MZ1) zu Messzeitpunkt 2 (MZ2) bei statistischer Kontrolle der Gesamt-Trainingsdauer ein stärker verbessertes emotionales WM (schnellere Reaktionszeiten, mehr korrekte Antworten) im Vergleich zur CFM-Gruppe (signifikanter Interaktionseffekt *Zeit x Gruppe*) zeigt.

Fragestellung 6: Verbessert ein EWM-Training im Vergleich zu einem Aufmerksamkeits-Training (aktive KG: CFM-Gruppe) bei BPS-Patienten im Sinne eines Ferntransfer-Effekts die ER bei einem ER-Experiment?

Hypothese 6: Analog zu früheren Befunden von Schweizer et al. (Schweizer et al., 2013; Schweizer et al., 2017) wird angenommen, dass die EWM-Gruppe bei einem ER-Experiment von MZ1 zu MZ2 bei statistischer Kontrolle der Gesamt-Trainingsdauer eine stärker verbesserte ER (subjektiv weniger Anspannung, positiverer aktueller Affekt) im Vergleich zur CFM-Gruppe zeigt (für negative Bilder: signifikanter Interaktionseffekt *Zeit x Gruppe x Instruktion* bei *vermindern*; für positive Bilder: signifikanter Interaktionseffekt *Zeit x Gruppe x Instruktion* bei *belassen*).

Befunde zu Dosis-Effekten bei WM-Trainings sind inkonsistent (s. 1.3.2). Zudem wurden in den bisher drei publizierten Studien von Schweizer et al. keine Ergebnisse zu Dosis-Effekten berichtet, sodass eine Untersuchung sinnvoll erscheint.

Fragestellung 7: Zur Untersuchung eines Dosis-Effekts soll in beiden Trainingsgruppen getrennt folgende Fragestellung untersucht werden: Bestehen Zusammenhänge zwischen der Gesamt-Trainingsdauer in Sekunden und der Veränderung (MZ2-MZ1) im EWMT bzw. dem ER-Experiment auf der Verhaltensebene?

Hypothese 7: Es bestehen in der EWM-Gruppe folgende Zusammenhänge zwischen dem Trainingserfolg und den Änderungen zwischen MZ1 und MZ2 bei den Verhaltensmaßen des EWMT bzw. des ER-Experiments:

- EWMT: Eine längere Trainingsdauer korreliert positiv mit der Änderung des Anteils korrekter Antworten und negativ mit der Änderung der Reaktionszeiten.
- ER-Experiment: Eine längere Trainingsdauer korreliert positiv mit der Änderung im Affekt und negativ mit der Änderung der Anspannung bei negativen Bildern und der Instruktion *vermindern* bzw. bei positiven Bildern und der Instruktion *belassen*.

Diese Zusammenhänge finden sich in der aktiven KG (CFM-Training) nicht und es bestehen zwischen den innerhalb der Gruppen gefundenen Zusammenhängen signifikante Gruppenunterschiede (Vergleich der Korrelationskoeffizienten).

Zusätzlich zu der Wirksamkeitsprüfung soll im Sinne einer formativen Evaluation die Akzeptanz der zwei Trainingsarten untersucht werden.

Fragestellung 8: Wie ist die Akzeptanz der zwei Trainingsbedingungen (EWM-Training und CFM-Training) durch die Trainierenden?

Da beide Trainings in dieser Form zum ersten Mal von BPS-Patienten durchgeführt wurden, hat diese Fragestellung explorativen Charakter. Es wurde daher keine a-priori Hypothese festgelegt.

2 STUDIE I: Vergleich von Patienten mit Borderline-Persönlichkeitsstörung und Gesunden in impliziter und expliziter Emotionsregulation

2.1 Material und Methodik

2.1.1 Studienteilnehmer und Rekrutierung

Für Studie I wurden im Zeitraum von Juli 2014 bis Juli 2016 37 weibliche ambulante BPS-Patienten und eine weibliche KG von 28 gesunden Probanden rekrutiert und in einer Querschnittsuntersuchung miteinander verglichen. Die BPS-Gruppe, jedoch nicht die KG, wurde im Rahmen von Studie II, einer longitudinalen randomisiert-kontrollierten Trainings-Studie, rekrutiert. Die im Folgenden berichtete Methodik entspricht daher für die BPS-Gruppe zugleich dem MZ1 von Studie II. Alle Probanden wurden über die Probanden-Datenbank des Instituts Psychiatrische und Psychosomatische Psychotherapie am Zentralinstitut für Seelische Gesundheit Mannheim sowie über Werbung in Zeitungen bzw. auf Internet-Plattformen rekrutiert. Interessierte Personen wurden nach einem Telefonscreening zu einem Diagnostiktermin eingeladen. Bei Feststellung der Studieneignung wurde ein individueller Untersuchungstermin vereinbart. Einschlusskriterien für beide Gruppen waren die Bereitschaft zur Mitarbeit, weibliches Geschlecht und ein Alter zwischen 18 und 55 Jahren bzw. für die BPS-Gruppe zusätzlich das Vorliegen einer BPS-Diagnose mit mind. fünf Kriterien nach dem Diagnostischen und Statistischen Leitfadens psychischer Störungen (DSM-IV; 2013) sowie die Bereitschaft zur Teilnahme am vierwöchigen Computertraining im Anschluss an die Laboruntersuchung (s. Studie II). Ausschlusskriterien für die BPS-Gruppe der Studie I waren die Einnahme psychotroper Medikation, das frühere oder aktuelle Bestehen von Störungen aus dem schizophrenen Formenkreis oder einer Bipolar-I-Störung, eine akute suizidale Krise, sowie für die KG das Vorliegen einer aktuellen oder früher bestehenden Achse-I- oder Achse-II-Störung. Für beide Gruppen galten zudem folgende Ausschlusskriterien: organische Hirnerkrankungen, schwere internistische oder neurologische Erkrankungen, Schwangerschaft sowie das Bestehen einer geistigen Behinderung. Die Eignung für die Studie wurde durch eine standardisierte diagnostische Untersuchung überprüft. Die BPS-Diagnose wurde mit dem *International Personality Disorder Examination*-Interview (IPDE; Mombour et al., 1996) und komorbide Achse-I-Störungen mit dem *Strukturierten Klinischen Interview für DSM-IV* (SKID-I; First, Spitzer, Gibbon,

Williams, & Benjamin, 1997) erfasst. Nach Ausschluss einer Probandin ($n=1$) aufgrund psychischer Belastung während der Laboruntersuchung und einem daraus resultierenden Untersuchungsabbruch, verblieben die Daten von 36 BPS-Patienten und 28 KG-Probanden für die statistische Analyse.

2.1.2 Demographische Charakteristika der Studienteilnehmer

Tabelle 1 zeigt die demographischen Charakteristika der zwei Probandengruppen (BPS und KG) sowie eine Auflistung komorbider Erkrankungen innerhalb der BPS-Gruppe.

Tabelle 1

Demographische Charakteristika der Studienteilnehmer von Studie I und aktuelle komorbide Erkrankungen der BPS-Gruppe

	KG ($n= 28$)	BPS ($n= 36$)	Gruppenvergleiche
Alter (Jahre)	29.54 ± 7.31	30.56 ± 8.69	$t_{(62)}=0.50, p=.620, d=0.13$
<i>Schulabschluss</i>	<i>n (%)</i>	<i>n (%)</i>	
Hauptschule	1 (3.6)	5 (13.9)	$p=.697$
Realschule	8 (28.6)	13 (36.1)	
Abitur	19 (67.9)	18 (50)	
Intelligenz (MWT-B; korrekte Antworten)	29.85 ± 2.89	29.51 ± 3.82	$t_{(60)}=-0.38, p=.704, d=0.10$
<i>Aktuelle komorbide Erkrankungen (n (%))</i>			
Affektive Störung		13 (25.0)	
Substanzabhängigkeit		0 (0)	
Substanzmissbrauch		6 (16.7)	
Angststörungen		15 (41.7)	
Zwangsstörung		1 (2.8)	
PTBS		13 (36.1)	
Somatoforme Störungen		2 (5.6)	
Essstörungen		7 (19.4)	

Anmerkung: Alter und Intelligenz werden mit Mittelwerten ± Standardabweichungen berichtet. MWT-B=Mehrfach-Wortschatz-Intelligenz-Test. PTBS=Posttraumatische Belastungsstörung.

Die Gruppen unterschieden sich nicht bzgl. Alter, Schulabschluss und Intelligenz (s. Tabelle 1). Intelligenz wurde mittels des Mehrfach-Wortschatz-Intelligenz-Tests (MWT-B) von Lehl (1989) gemessen (s. 2.1.4). Die übrigen klinischen Charakteristika der Stichprobe (psychometrische Fragebögen) werden in der Ergebnissektion beschrieben.

2.1.3 Ablauf der experimentellen Laboruntersuchung

Studie I und II wurden von der lokalen Ethikkommission (Medizinische Ethikkommission II, Medizinische Fakultät Mannheim, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg) mit einem positiven Votum am 10.09.2013 bewilligt. Alle Probanden wurden einzeln im psychophysiologischen Labor des Instituts für Psychiatrische und Psychosomatische Psychotherapie untersucht. Zu Beginn der ca. zweistündigen experimentellen Untersuchung wurden sie über die Studie sowie über ihr Recht, ihre Teilnahme jederzeit abbrechen zu können, aufgeklärt und unterschrieben die Einverständniserklärung zur Studienteilnahme. Die Teilnehmer wurden dann gebeten, diverse Fragebögen zu klinischen Charakteristika auszufüllen (s. 2.1.4). Im Anschluss daran wurden sie zur Messung der HF-HRV an das physiologische Messgerät angeschlossen und es wurde eine 5-minütige Baseline-Messung im Ruhezustand vorgenommen. Danach folgten der EWMT und das ER-Experiment. Vor der Baseline-Messung und jeweils im Anschluss an beide Experimente füllten die Probanden kurze Fragebögen zu aversiver innerer Anspannung und gegenwärtiger Dissoziation (s. 2.1.4) aus. Zum Abschluss der Untersuchung wurde den Probanden für die Teilnahme gedankt und sie erhielten die Aufwandsentschädigung (24 € und Fahrtkosten). Die gesunden Probanden wurden über die Bedeutung der Studie aufgeklärt (Debriefing), während dies bei der BPS-Gruppe erst zu MZ2 von Studie II, also 4 Wochen später, erfolgte. In Tabelle 2 ist der Ablauf der Laboruntersuchung mit Zeitangaben dargestellt.

Tabelle 2

Ablauf der Laboruntersuchung mit zeitlichen Angaben

Ablauf der Laboruntersuchung	Zeitangabe (Min.)
Aufklärung über die Studie	10
Ausfüllen von Fragebögen	40
Befestigen der Elektroden zur Messung der HF-HRV	10
Baseline-Messung	5
EWMT	20
Ausfüllen von Fragebögen zu Anspannung und Dissoziation	2
ER-Experiment	20
Ausfüllen von Fragebögen zu Anspannung und Dissoziation	2
Abnahme der Elektroden zur Messung der HF-HRV	5
Debriefing, Aufwandsentschädigung	6
Gesamt	120

Anmerkung: EWMT= Emotional Working Memory Task

Die Probanden saßen während der gesamten Untersuchung im Untersuchungsraum an einem Tisch vor einem 17.3“-Monitor. Der Abstand zwischen Proband und Monitor betrug ca. 50 cm. Alle Stimuli wurden mit der Software *Presentation*® (Neurobehavioral Systems, Inc., Berkeley, USA) präsentiert. Der Untersuchungsleiter steuerte den Ablauf von einem Nebenraum aus, sodass er während der Untersuchung nur für das Ausfüllen der Fragebögen und die Instruktion der Experimente mit den Probanden Kontakt aufnahm.

Im Folgenden werden die Baseline-Messung, der Ablauf beider Experimente und die Messung der HF-HRV beschrieben.

Baseline-Messung

Zur Erfassung der HF-HRV im Ruhezustand wurde zu Beginn der Untersuchung eine 5-minütige Baseline-Messung durchgeführt. Um eine möglichst stressreduzierte Atmosphäre herzustellen wurde währenddessen ein tonloser Naturfilm präsentiert. Die Probanden wurden instruiert, möglichst still zu sitzen und nichts weiter zu tun, als den Film anzuschauen.

EWMT

Das erste Experiment bestand aus einer adaptierten Version des *Emotional Working Memory Task* (EWMT; Krause-Utz et al., 2012; Krause-Utz et al., 2014), einer modifizierten Version der klassischen WM-Aufgabe nach Sternberg (1966). Das Experiment bestand aus 120 Aufgaben, sog. *trials*, mit einer Dauer von jeweils 6500 Millisekunden (ms). Zu Beginn jedes *trials* wurden den Probanden drei zu memorierende Buchstaben präsentiert (Memoranda, 1000 ms). Es folgte ein Verzögerungsintervall von 1500 ms, in der ein emotionales Bild oder eine Kontrollbedingung als Distraktor präsentiert wurde. Danach wurden in einem Prüfintervall (2000 ms) erneut drei Buchstaben präsentiert, innerhalb dessen die Probanden per Mausklick mit *ja* oder *nein* angaben, ob sie einen Buchstaben aus dem vorhergehenden Memoranda wiedererkannten oder nicht. In der Hälfte aller *trials* war maximal ein Buchstabe aus dem Memoranda identisch mit einem Buchstaben aus dem Prüfintervall. Bevor nach dem Prüfintervall der nächste Durchgang begann, wurde für 2000 ms ein weißes Fixationskreuz vor einem schwarzen Hintergrund präsentiert (Ruhephase). Während des Verzögerungsintervalls wurden als experimentelle Variation sechs Distraktorkategorien präsentiert: negative und neutrale interpersonelle Szenen, ängstliche, ärgerliche und neutrale weibliche Gesichter, sowie eine Kontrollbedingung (schwarzes Fixationskreuz). Die Bilder interpersoneller Szenen stammten aus dem *International Affective Picture System* (IAPS; Lang et al., 2008; s. Anhang 1) und die Gesichter aus dem *Karolinska Directed Emotional Faces Set* (Lundqvist, Flykt, & Öhman, 1998). Die Reihenfolge der Bilder war pseudorandomisiert um für Erwartungseffekte zu kontrollieren. Es wurden von der Autorin

für jede Distraktorkategorie 20 Bilder ausgewählt, sodass bei sechs Kategorien 120 Bilder resultierten. Vor der Durchführung des Experiments wurde den Probanden eine schriftliche Instruktion der Aufgabe auf dem Monitor präsentiert, in der sie gebeten wurden, so gut wie möglich die auftauchenden Bilder zu ignorieren. Um sicherzustellen, dass die Probanden die Instruktion richtig verstanden hatten, absolvierten sie vor Beginn des Experiments drei Übungs-trials und der Untersuchungsleiter beantwortete aufkommende Fragen. Die aVs des Experiments waren die Reaktionszeit in ms und der Prozentsatz an korrekten Antworten pro Distraktorkategorie. Die Reaktionszeiten wurden auf Versuchspersonenebene als Median pro Distraktorkategorie berechnet und davon auf Gruppenebene pro Distraktorkategorie zur Durchführung der statistischen Tests der Mittelwert gebildet. Die Dauer des Experiments betrug ohne die Instruktion ca. 13 Minuten. Abbildung 1 illustriert den Ablauf des Experiments.

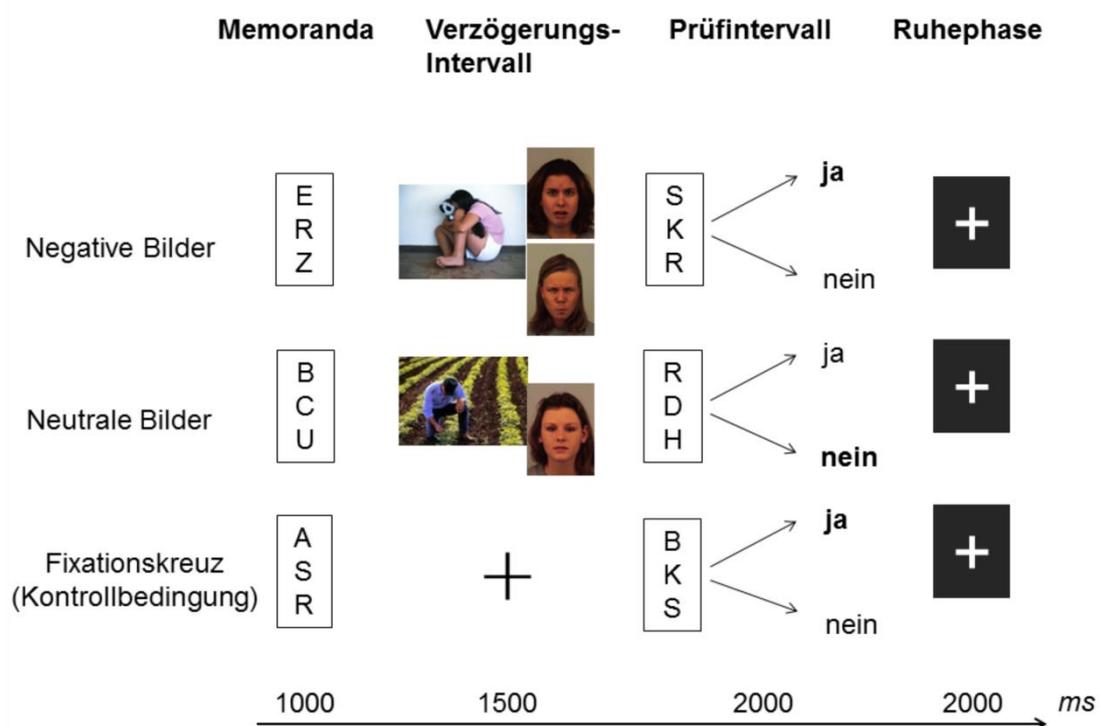


Abbildung 1. Ablauf der Emotional Working Memory Task (EWMT).

ER-Experiment

Als zweites Experiment wurde eine adaptierte Version eines klassischen ER-Paradigmas mit emotionalen Bildstimuli (Koenigsberg et al., 2009; Ochsner, Bunge, Gross, & Gabrieli, 2002; Schulze et al., 2011) durchgeführt. Den Probanden wurde eine schriftliche Instruktion der Aufgabe auf dem Monitor präsentiert und die zwei Instruktionen *Vermindern* und *Belassen*

zudem vom Untersuchungsleiter erklärt. Bei der Instruktion *Vermindern* wurden die Probanden gebeten, gemäß der ER-Strategie *kognitive Umbewertung* den Bildinhalt in einer Weise uminterpretieren, die es ihnen erlaubte, aufkommende Gefühle abzuschwächen. Bei der Instruktion *Belassen* sollten die Probanden die Bilder genau anschauen, ohne aktiv die aufkommenden Gefühle zu verändern. Um sicherzustellen, dass alle Probanden die Instruktion richtig verstanden hatten, wurde jeweils ein Übungsbeispiel für *Vermindern* und *Belassen* durchgeführt und der Untersuchungsleiter beantwortete aufgekommene Fragen. Es wurden zwei von der Autorin ausgewählte Sets von jeweils 105 IAPS-Bildern (Lang et al., 2008) mit drei Valenzkategorien von Bildern (42 negative, 42 positive, 21 neutrale Bilder) verwendet.¹⁸ Das Experiment wurde in einem randomisierten Bilderblock-Design mit 15 Bilderblöcken à 7 Bilder konzeptualisiert. Vor jedem Bilderblock erschien für 4 Sekunden die Instruktion *Vermindern* oder *Belassen* auf dem Bildschirm. Danach folgte die Präsentation eines Bilderblocks einer Valenzkategorie (negativ, positiv oder neutral) mit einer Dauer von 6 Sekunden pro Bild. Jeder Bilderblock hatte damit eine Länge von 42 Sekunden. Es bestanden insgesamt fünf experimentelle Bedingungen, die jeweils dreimal präsentiert wurden: *Belassen* + negative Bilder, *Vermindern* + negative Bilder, *Belassen* + positive Bilder, *Vermindern* + positive Bilder, *Belassen* + neutrale Bilder. Die Reihenfolge der Bilderblöcke und Instruktionen war randomisiert und ausbalanciert pro experimenteller Bedingung und Bilderset, sodass 12 Versionen des Experiments resultierten. Nach jedem Bilderblock schätzten die Probanden auf einer visuellen Analogskala (VAS) ihren aktuellen Affekt (von -100=*sehr negativ* bis +100=*sehr positiv*) sowie ihre aversive innere Anspannung (von 0=*überhaupt nicht angespannt* bis 100=*extrem angespannt*) bezogen auf den vorherigen Bilderblock ein.¹⁹ Diese Variablen bildeten die aVs des Experiments. Die Dauer des Experiments betrug ohne Instruktion ca. 13 Minuten. Abbildung 2 illustriert den Ablauf des Experiments.

¹⁸ Alle Bilder (s. Anhang 2) wurden von einer repräsentativen Stichprobe (Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008) auf einer 9-Punkt-Skala mittels des Fragebogens Self-Assessment-Manikin von Bradley & Lang, 1994) bzgl. *arousal* (Erregung) und *pleasure* (Wohlgefallen) beurteilt. Als *negativ* wurden Stimuli klassifiziert, die hohe *arousal*-Werte (6.41 ± 2.19 , Mittelwert \pm Standardabweichung) und niedrige *pleasure*-Werte (1.79 ± 1.18) aufwiesen, z. B. das Bild verletzter Personen. *Positive* Bilder wiesen hohe *arousal*-Werte (4.99 ± 2.38) und hohe *pleasure*-Werte (8.02 ± 1.26) auf, z. B. das Bild eines Welpen, und *neutrale* Stimuli niedrige *arousal*-Werte (3.19 ± 1.93) und moderate *pleasure*-Werte (5.23 ± 1.23), z. B. das Bild eines Bechers. Keines der Bilder war im vorherigen Experiment (EWMT) verwendet worden.

¹⁹ Für eine übersichtlichere Darstellung wurden diese Werte für die Auswertung jeweils durch 10 dividiert, sodass sich Skalen von -10 bis +10 (aktueller Affekt) bzw. von 0 bis 10 (Anspannung) ergaben.

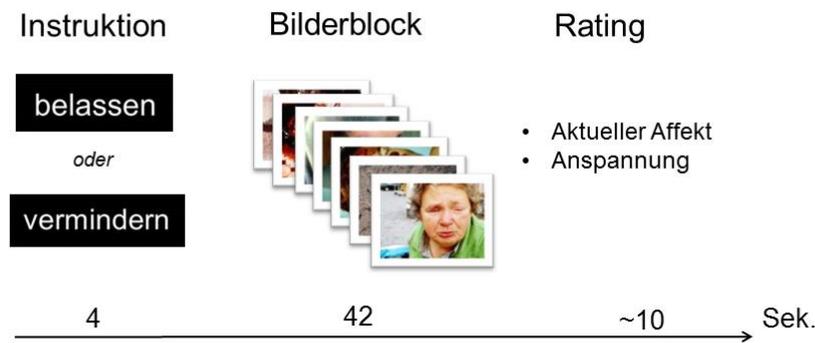


Abbildung 2. Ablauf des Experiments zur ER.

Messung der Herzratenvariabilität

Während der Baseline-Messung und der beider Experimente wurde mittels eines Elektrokardiogramms (EKG) kontinuierlich die HF-HRV gemessen. Die Messung wurde nach den Richtlinien der *Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology* (Malik, 1996) durchgeführt. Die Daten wurden mit dem Messgerät Biosemi Active Two System (Biosemi, Amsterdam, Niederlande, Sampling-Rate 1024Hz, ActiView software; <http://www.biosemi.com>) aufgezeichnet. Es wurde jeweils eine Ag/AgCl-Elektrode unter dem rechten Schlüsselbein sowie unter der untersten linken Rippe der Probanden platziert. Die EKG-Daten wurden mit Hilfe der HRV-Analyse-Software *Kubios HRV* (Finnland, <http://kubios.uef.fi/>; Tarvainen et al., 2014) vorverarbeitet. Alle aufgezeichneten Daten wurden visuell verifiziert und für falsche oder nicht entdeckte R-Zacken korrigiert, die aufgrund technischer oder physiologischer Artefakte auftreten können. Die HF-HRV wurde mittels Power-Spektral-Analyse analysiert, die zum Kreis der Frequenzanalyse zählt (vgl. 1.2.4). Sie wurde innerhalb des Hochfrequenzbereichs von 0.15-0.40 Hertz mit einem parametrischen autoregressiven (AR) Modell mit einer Modellfolge von 16 berechnet. Die Spektral-Analyse mittels AR-Regression wird empfohlen, wenn wie im Falle der vorliegenden Studie nur eine kleine Anzahl von Beobachtungen (d. h. vergleichsweise kurze Messstrecken) verfügbar ist, weil diese Methode relativ unabhängig von der Signallänge ist (Sammito & Böckelmann, 2014). Sie wird daher der sonst in der Literatur häufig verwendeten Fast Fourier Transformation vorgezogen (Di Simplicio et al., 2012; Parati, Saul, Di Rienzo, & Mancia, 1995). Die analysierbare Messstrecke der Baseline-Messung betrug ca. 5:20 Minuten. Beim EWMT war die Dauer der einzelnen trials mit 6500 ms selbst für eine AR-Spektral-Analyse zu kurz, sodass die HF-HRV hier lediglich von der gesamten Messstrecke (ca. 13 Minuten) analysiert werden konnte. Die ER-Aufgabe wurde

bzgl. der HF-HRV in Datenssegmente der 15 Bilderblöcke aufgeteilt (Dauer: jeweils 42 Sekunden). Wie in den bereits erwähnten Richtlinien von Malik (1996) empfohlen, wurden die drei Werte pro Experimentalbedingung zu einem robusteren Durchschnittswert gemittelt, sodass insgesamt fünf Werte (d. h. ein Wert für jede experimentelle Bedingung) pro Proband resultierten. Alle HF-HRV-Werte und –Analysen wurden in normalisierten Einheiten (n. u., in %) und absoluten Werten (in ms^2) berichtet (s. 1.2.4).

2.1.4 Psychometrie

Es wurden standardisierte Fragebögen im Paper-Pencil-Format zur Intelligenz der Probanden, zum Zustand der Probanden während der Laboruntersuchung, zu ihrer ER und zur klinischen Beschreibung der Stichprobe eingesetzt. Diese werden im Folgenden kurz vorgestellt.

Fragebogen zur Messung der Intelligenz

Δ MWT-B (Mehrfach-Wortschatz-Test; Lehrl, 1989): Intelligenz wurde zur Stichprobenbeschreibung mittels des Mehrfach-Wortschatz-Intelligenz-Test (MWT-B) von Lehrl (1989) gemessen. In diesem Leistungstest geben die Probanden in 37 Items an, welches Wort ihres Wissens nach aus einer Reihe von vier fiktiven Worten und einem realen Wort existiert (z. B. *Nale, Sahe, Nase, Nesa, Sehna*). Der Schwierigkeitsgrad der Wortreihen variiert und die Probanden werden gebeten zu raten, wenn sie sich nicht sicher sind, welche Antwort korrekt ist.

Fragebögen zum Zustand der Probanden vor, während und nach den Experimenten

Δ DSS-4 (Kurzform der Dissoziations-Spannungs-Skala; Stiglmayr, Schmahl, Bremner, Bohus, & Ebner-Priemer, 2009): Die Dissoziations-Spannungs-Skala-4 erfasst mit vier Items gegenwärtige Dissoziation und entstand als Kurzform der Dissoziations-Spannungs-Skala (Stiglmayr et al., 2010). Jeweils ein Item der DSS-4 erfragt den gegenwärtigen Zustand von Depersonalisation (Gefühl von Unwirklichkeit des eigenen Selbst oder des eigenen Körpers; *In diesem Moment habe ich die Empfindung, als ob mein Körper nicht zu mir gehört*), Derealisation (Gefühl von Unwirklichkeit der Umgebung; *In diesem Moment habe ich die Empfindung, andere Menschen oder andere Dinge oder die Welt um mich herum seien nicht wirklich*), somatoformer Dissoziation (*In diesem Moment habe ich Probleme richtig zu hören, z. B. höre ich die Geräusche um mich herum, als ob sie von weit weg kommen*), und Analgesie (Schmerzunempfindlichkeit; *In diesem Moment habe ich die Empfindung, dass mein Körper oder einzelne Teile davon unempfindlich gegenüber körperlichen Schmerzen sind*). Die Fragen werden auf einer 11-stufigen Likert-Skala beantwortet (von 0= *überhaupt nicht* bis 10=*extrem*). Die interne Konsistenz der Skala kann als gut (Cronbachs $\alpha=0.87$) und

die Test-Retest-Reliabilität nach 48 Stunden ($r=0.91$) als exzellent bezeichnet werden. Die Autoren schätzen die diskriminative Validität des DSS-4 bzgl. verschieden charakterisierter Gruppen als gut ein. Ergebnisse zu konvergenter bzw. divergenter Validität liegen bislang nicht vor. Der Fragebogen wurde von den Probanden vor der Baseline-Messung und jeweils im Anschluss an beide Experimente ausgefüllt. Cronbachs α betrug vor der Baseline-Messung 0.73, nach dem EWMT 0.88 und nach dem ER-Experiment 0.92 und kann damit als akzeptabel bis exzellent eingeschätzt werden.

Δ SAM (Self-Assessment-Manekin; Bradley & Lang, 1994): Das Self-Assessment-Manikin (SAM) misst mittels Piktogrammen den gegenwärtigen affektiven Zustand einer Person auf den Dimensionen *Anspannung*, *Valenz* und *Dominanzempfinden* dargestellt. Abbildung 3 zeigt die Dimension *Anspannung*:

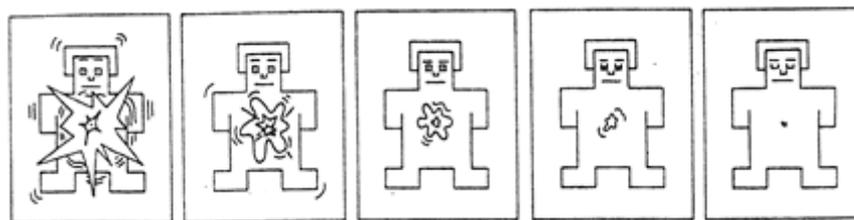


Abbildung 3. Dimension *Anspannung* des Self-Assessment-Manikins (SAM).

Die Probanden kreuzen auf einer VAS zwischen den Polen 10=*erregt, angespannt, aufgeregt* und 0=*träge, entspannt, ruhig* ihren gegenwärtigen Zustand an. Die interne Konsistenz des SAM wird in einer Studie zur Bewertung von IAPS-Bildern mittels SAM auf der Dimension *Anspannung* als exzellent beschrieben (Cronbachs $\alpha=0.98$). Die Validität dieser Dimension kann als gut bezeichnet werden (Backs, da Silva, & Han, 2005; Bradley & Lang, 1994). Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde lediglich die Dimension *Anspannung* berücksichtigt und von den Probanden vor der Baseline-Messung und jeweils im Anschluss an beide Experimente ausgefüllt.

Δ STAI-S (deutsche Version des State-Trait-Angstinventars; Laux, Glanzmann, Schaffner, & Spielberger, 1981): Das State-Trait-Angstinventar besteht aus einem Fragebogen zu Eigenschaftsangst (Ängstlichkeit als überdauernde Persönlichkeitseigenschaft) und einem zu Zustandsangst. Letzterer wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit vor der Baseline-Messung ausgefüllt. Dieser besteht aus 20 Items zur Intensitätseinschätzung des augenblicklichen Gefühlszustands (z. B. *Ich fühle mich angespannt*). Die Einschätzung erfolgt auf einer vierstufigen Likert-Skala (*überhaupt nicht* bis *sehr*). Es ergeben sich nach der vorgegebenen Umpolung Summenwerte zwischen 20 und 80. Je höher dieser Wert, desto höher ist die Zustandsangst des Probanden. Die Autoren berichten eine hohe interne

Konsistenz (Cronbachs $\alpha=0.90-0.94$). Die Test-Retest-Reliabilität der State-Skala fällt erwartungsgemäß niedrig aus ($r = 0.22$ bis $r = 0.53$; (deutsche Version des State-Trait-Angstinventars; Laux et al., 1981). Es liegen normierte Referenzwerte für studentische und verschiedene klinische Stichproben getrennt für Männer und Frauen vor. In der vorliegenden Untersuchung betrug Cronbachs α 0.96 und kann damit als exzellent eingeschätzt werden.

Fragebögen zur ER

Δ DERS (deutsche Version des Difficulties with Emotion Regulation-Skala; Gratz & Roemer, 2004): Die Difficulties in Emotion Regulation Scale (DERS) erfasst mit Hilfe von 36 Items Schwierigkeiten mit ER. Der Fragebogen enthält neben einem Gesamtscore folgende sechs Subskalen zu Facetten von ER, die von den Autoren mittels Faktorenanalyse überprüft wurden: *Nichtakzeptanz emotionaler Reaktionen* (6 Items, z. B. *Ich schäme mich für meine Gefühle, wenn ich aufgebracht und durcheinander bin*), *Schwierigkeiten, zielgerichtetes Verhalten zu zeigen* (5 Items, z. B. *Ich habe Probleme mich auf andere Sachen zu konzentrieren, wenn ich aufgebracht und durcheinander bin*), *Impulskontrollschwierigkeiten* (6 Items, z. B. *Wenn ich aufgebracht und durcheinander bin, verliere ich die Beherrschung*), *Mangel an emotionalem Bewusstsein* (6 Items, z. B. *Ich finde meine Gefühle wichtig [Umpolung]*), *begrenzter Zugang zu ER-Strategien* (8 Items, z. B. *Wenn ich aufgebracht und durcheinander bin, glaube ich, dass ich nichts tun kann um mich wieder besser zu fühlen*) und *Mangel an emotionaler Klarheit* (5 Items, z. B. *Ich werde aus meinen Gefühlen nicht schlau*). Die Items werden auf einer fünfstufigen Likert-Skala (*fast nie* bis *fast immer*) beantwortet. Die interne Konsistenz des Fragebogens und die Test-Retest-Reliabilität nach 4-8 Wochen kann als gut eingeschätzt werden (Cronbachs $\alpha=.80-.89$; $r=.88$; Gratz & Roemer, 2004). Die Konstruktvalidität des Fragebogens wird ebenfalls von den Autoren als adäquat eingeschätzt. Untersuchungen bei verschiedenen nach Geschlecht getrennten demographischen Gruppen kommen hinsichtlich der Gütekriterien zu ähnlich zufriedenstellenden Ergebnissen (Bardeen, Fergus, & Orcutt, 2012). In der vorliegenden Untersuchung betrug Cronbachs α 0.98 für die Gesamtskala bzw. 0.88 - 0.95 in den einzelnen Subskalen und kann damit als gut bis exzellent eingeschätzt werden.

Δ ERQ (Abler & Kessler, 2009; Gross & John, 2003): Der Emotion Regulation Questionnaire (ERQ) erfasst die habituelle Anwendung der ER-Strategien *kognitive Neubewertung* und *Unterdrückung*. Die Probanden schätzen in insgesamt 10 Items auf einer siebenstufigen Likert-Skala (von *stimmt überhaupt nicht* bis *stimmt vollkommen*) ihren habituellen Einsatz der Strategie *kognitive Neubewertung* (6 Items, z. B. *Wenn ich mehr positive Gefühle wie Freude oder Heiterkeit empfinden möchte, ändere ich, woran ich denke*)

und *Unterdrückung* (4 Items, z. B. *Ich halte meine Gefühle unter Kontrolle, indem ich sie nicht nach außen zeige*) ein. Die interne Konsistenz des Fragebogens kann als akzeptabel bis gut eingeschätzt werden (kognitive Neubewertung: Cronbachs α =.74-.82, Unterdrückung: Cronbachs α =.76; Gross & John, 2003; Wiltink et al., 2011). Es liegen zudem Hinweise auf eine zufriedenstellende Konstruktvalidität sowie populationsbasierte Normwerte vor (Wiltink et al., 2011). Um im Rahmen der Längsschnitt-Untersuchung (Studie II) eine Veränderungsmessung zu ermöglichen, wurde in Rücksprache mit dem Entwickler des Original-Fragebogens, James Gross (persönliche Kommunikation, 10. Januar 2014), der ERQ in einer Version präsentiert, der sich auf den Einsatz der genannten Strategien in den letzten sieben Tagen bezog. Cronbachs α betrug hier 0.83 (*kognitive Neubewertung*) und 0.76 (*Unterdrückung*) und kann damit als akzeptabel bis gut eingeschätzt werden.

Δ DBT-WCCL (Dialectical Behavior Therapy Ways of Coping Checklist von Burmeister et al., 2016 nach ; Neacsiu, Rizvi, Vitaliano, Lynch, & Linehan, 2010): Die deutsche Version der Dialectical Behavior Therapy Ways of Coping Checklist (DBT-WCCL) erfasst mit 53 Items die Häufigkeit der Skillsnutzung der DBT in den letzten vier Wochen. Die Items sind als konkrete Verhaltensbeispiele formuliert und werden auf einer fünfstufigen Likert-Skala (von *niemals genutzt* bis *immer genutzt*) beantwortet. Basierend auf einer dreifaktoriellen Struktur enthält der Fragebogen drei Subskalen: *DBT-Skillsanwendung* (abgekürzt DSS, 33 Items, z. B. *In schwierigen Situationen in den letzten 4 Wochen habe ich mich beruhigt, in dem ich mich mit einem angenehmen Duft umgeben habe*), *Allgemeines dysfunktionales Coping* (abgekürzt DCS-1, 14 Items, z. B. *In schwierigen Situationen in den letzten 4 Wochen, habe ich mich geweigert zu glauben, dass es passiert war*) und *Beschuldigung anderer* (abgekürzt DCS-2, 6 Items, z. B. *In schwierigen Situationen in den letzten 4 Wochen, habe ich die Verantwortung dafür bei anderen gesucht*). In der deutschen Übersetzung und Erstvalidierung des Fragebogens (Burmeister et al., 2016) ließ sich nach Ausschluss von sechs Items (von ursprünglich 59 Items) die Faktorenstruktur des amerikanischen Originals replizieren. Die Autoren fanden zudem eine gute interne Konsistenz (Cronbachs α =0.82-0.94) sowie Hinweise auf eine gute konvergente Kriteriumsvalidität und eine akzeptable Test-Retest-Reliabilität nach einem Zeitraum von 4 Wochen (r =0.64-0.76). In der vorliegenden Untersuchung betrug Cronbachs α 0.93 für die Skalen *DBT-Skillsanwendung*, 0.92 für die Skala *Allgemeines dysfunktionales Coping* und für die Skala *Beschuldigung anderer* 0.82. Sie kann damit als gut bis exzellent eingeschätzt werden.

Fragebögen zu klinischen Charakteristika

Δ BDI-II (Hautzinger, Keller, & Kühner, 2009): Becks Depressions-Inventar-II (BDI-II) erfasst mittels 21 Items die Schwere depressiver Symptome. Der Proband wählt eine Antwort aus vier Möglichkeiten zu dem jeweiligen depressiven Symptom. Beispiel-Antworten zum Symptom Traurigkeit sind *Ich bin nicht traurig* (0 Punkte), *Ich bin oft traurig* (1 Punkt), *Ich bin ständig traurig* (2 Punkte), *Ich bin so traurig oder unglücklich, dass ich es nicht aushalten kann* (3 Punkte). Es werden pro Item 0-3 Punkte vergeben und diese zu einem Summenscore addiert. Folgende Cutoff-Werte werden nach der S3-Leitlinie zur Unipolaren Depression (Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und Nervenheilkunde, 2015) empfohlen: < 10: keine Depression bzw. klinisch unauffällig oder remittiert; 10-19: leichtes depressives Syndrom; 20-29: mittelgradiges depressives Syndrom; ≥ 30 : schweres depressives Syndrom. Die interne Konsistenz des Fragebogens kann mit einem Cronbachs α von ≥ 0.84 als gut und die Test-Retest-Reliabilität (5 Monate) aus einer repräsentativen Bevölkerungs-Stichprobe mit $r=0.78$ als zufriedenstellend angesehen werden (Kühner, Burger, Keller, & Hautzinger, 2007). Überdies erscheint die Inhaltsvalidität aufgrund des starken Bezugs zu den Diagnosekriterien der Depression sowie die konvergente Validität im Vergleich mit verschiedenen Depressionsskalen als gegeben (Kühner et al., 2007). In der vorliegenden Untersuchung betrug Cronbachs α 0.96 und kann damit als exzellent eingeschätzt werden.

Δ BSL-23 (Bohus et al., 2009): Die Borderline-Symptom-Liste-23 (BSL-23), eine Kurzform der Borderline-Symptom-Liste-95, erfasst mit 23 Items auf einer fünfstufigen Likertskala (0=*überhaupt nicht*, 4=*sehr stark*) die spezifische Symptomatik von BPS-Patienten während der letzten Woche. Ein Beispiel für ein Item des Fragebogens ist: *Während der letzten Woche dachte ich an Selbstverletzungen*. Die interne Konsistenz des Fragebogens kann mit einem Cronbachs α von 0.94-0.97 als exzellent und die Test-Retest-Reliabilität nach einer Woche mit $r = 0.82$ als hoch eingeschätzt werden (Bohus et al., 2009). Die konvergente Validität des Fragebogens erscheint im Vergleich mit Maßen zu Depressivität und allgemeiner Psychopathologie ebenfalls als gegeben. Cronbachs α betrug in der vorliegenden Untersuchung 0.97 und kann damit als exzellent eingeschätzt werden.

Δ FDS (Fragebogen zu dissoziativen Symptomen; Freyberger et al., 1998): Der Fragebogen zu dissoziativen Symptomen (FDS) ist die deutsche Version der amerikanischen Dissociation Experiences Skala (DES; Bernstein & Putnam, 1986) und erfasst mit 44 Items die Häufigkeit dissoziativer Phänomene. Zusätzlich zu den im amerikanischen Original enthaltenen drei Subskalen *dissoziative Amnesie* (8 Items, z. B. *Einigen Menschen passiert es*

gelegentlich, sich an einem Ort zu befinden und nicht zu wissen, wie Sie dorthin gekommen sind), Tendenz zu *imaginären Erlebnisweisen*, d. h. Absorption (9 Items, z. B. *Einige sind sich gelegentlich nicht sicher, ob Ereignisse, an die sich erinnern, wirklich geschehen sind oder ob sie diese lediglich geträumt haben*) und *Depersonalisation bzw. Derealisation* (6 Items, z. B. *Einige Menschen haben zeitweise das Gefühl, dass ihr Körper oder ein Teile ihres Körpers nicht zu ihnen gehört*), enthält der FDS noch die Subskala *Konversion* (16 Items, z. B. *Einigen Menschen passiert es zuweilen, dass sie plötzlich heiser sind oder gar nicht mehr sprechen können, ohne dass ein Arzt eine körperliche Ursache finden konnte*), um pseudoneurologische Konversionssymptome zu erfassen. Probanden beantworten die Items, indem sie auf einer 11-stufigen Likert-Skala (von *0% nie* bis *100% immer*, in 10er-Schritten) angeben, wie häufig sie die beschriebenen Erlebnisse aus ihrem Leben kennen. Die interne Konsistenz kann mit einem Cronbachs α von 0.72-0.93 als akzeptabel bis exzellent, die Test-Retest-Reliabilität nach 14 Tagen mit $r = 0.78-0.89$ als hoch und die Split-half-Reliabilität mit $r=0.63-0.93$ als gut eingeschätzt werden (Freyberger et al., 1998). Die Autoren weisen zudem auf eine hohe diskriminative Validität des FDS hin (Unterscheidung verschiedener klinischer und nicht-klinischer Stichproben). In der vorliegenden Untersuchung betrug Cronbachs α 0.95 für die Gesamtskala und kann damit als exzellent eingeschätzt werden. Die Subskalen erreichten Werte von 0.56 (Skala *dissoziative Amnesie*) bzw. Werte zwischen 0.79 und 0.88, die damit größtenteils als akzeptabel bis gut bewertet werden können.

2.1.5 Statistische Analysen

Alle Berechnungen wurden mit dem Statistik-Programm IBM SPSS Statistics 23 und – falls nicht anders angegeben – auf einem Fehlerniveau von $\alpha = 0.05$ (zweiseitig) durchgeführt. Zunächst wurde untersucht, ob sich die beiden Gruppen (BPS-Patienten und KG) bzgl. demographischer und klinischer Charakteristika unterscheiden. Es wurden dazu für intervallskalierte Merkmale t -Tests und für ordinalskalierte Merkmale Kolmogorov-Smirnov-Tests durchgeführt. Die Freiheitsgrade der t -Tests wurden bei heterogenen Varianzen, die durch einen signifikanten Levene-Test auf Varianzhomogenität aufgedeckt wurden, entsprechend korrigiert. Die Normalverteilungsannahme der im Folgenden analysierten aVs wurde vorab mittels Kolmogorov-Smirnov-Tests überprüft. Effektstärken wurden wie folgt nach Cohen (1988) eingeordnet:

- Cohens d : 0.20 = klein, 0.50 = mittelgroß, ab 0.80 = groß,
- Korrelationskoeffizient r : 0.10 = klein, 0.30 = mittelgroß, ab 0.50 = groß,
- η_p^2 : 0.01 = klein, 0.06 = mittelgroß, ab 0.14 = groß.

Analyse der Verhaltensdaten zum emotionalen Arbeitsgedächtnis (Fragestellung 1)

Fragestellung 1 betraf die Analyse der Verhaltensdaten des EWMT (WM-Leistung bei Distraction durch Bildstimuli, aVs: Reaktionszeiten; korrekten Antworten). Es wurden zwei zweifaktorielle Varianzanalysen (*analysis of variance*; ANOVA) mit Messwiederholung durchgeführt: eine ANOVA für die aV *korrekte Antworten* (in %) sowie eine für die aV *Reaktionszeit* (in ms). Die Reaktionszeiten wurden auf Versuchspersonenebene als Median pro Distraktorkategorie berechnet und davon auf Gruppenebene pro Distraktorkategorie zur Durchführung der statistischen Tests der Mittelwert gebildet. Es wurde ein 2x6-ANOVA-Modell verwendet, mit dem Zwischensubjektfaktor *Gruppe* (BPS; KG) sowie dem Innersubjektfaktor *Distraktor* (Kontrollbedingung Kreuz; negative und neutrale IAPS-Bilder; ängstliche, ärgerliche und neutrale Gesichter). Für Gruppenunterschiede bzgl. der einzelnen Distraktoren wurden Post-hoc-*t*-Tests für unabhängige Stichproben und für Unterschiede bzgl. der einzelnen Distraktoren über beide Gruppen hinweg wurden Post-hoc-*t*-Tests mit Bonferroni-Korrektur für verbundene Stichproben durchgeführt. Die Sphärizität wurde in allen Varianzanalysen mit Mauchlys Test auf Sphärizität überprüft. Bei nicht angenommener Homoskedastizität (Signifikanz von Mauchlys Test) wurden die Freiheitsgrade nach Greenhouse-Geisser korrigiert.

Analyse der Verhaltensdaten zur Emotionsregulation (Fragestellung 2)

Fragestellung 2 betraf die Analyse der Verhaltensdaten des ER-Experiments (aktueller Affekt und Anspannung). Es wurden aufgrund des unbalancierten Designs (neutrale Bilder wurden nur mit der Instruktion *belassen* und nicht mit *vermindern* präsentiert) zweimal zwei verschiedene ANOVAs mit Messwiederholung durchgeführt: zwei für die aV *aktueller Affekt* sowie zwei für die aV *Anspannung*. Zum einen wurde zur Untersuchung der ER für jeweils beide aVs eine 2x2x2-Messwiederholungs-ANOVA mit dem Zwischensubjektfaktor *Gruppe* (BPS; KG) und den Innersubjektfaktoren *Instruktion* (vermindern; belassen) sowie *Bildvalenz* (negativ; positiv) berechnet. Zum anderen wurde zur Untersuchung der emotionalen Reaktivität (Instruktion *belassen*) und zum Einbezug der neutralen Bilder für jeweils beide aVs eine 2x3-Messwiederholungs-ANOVA mit dem Zwischensubjektfaktor *Gruppe* (BPS; KG) und dem Innersubjektfaktor *Bildvalenz* (negativ; positiv; neutral) durchgeführt.

Analyse der HF-HRV-Daten (Fragestellung 3)

Zur Analyse des Gruppenunterschieds der HF-HRV während der Baseline-Messung (Fragestellung 3a) wurde ein *t*-Test durchgeführt. Zur Analyse des Gruppenunterschieds der HF-HRV während des EWMT (Fragestellung 3b) wurde eine univariate Kovarianzanalyse

(*analysis of covariance*; ANCOVA) mit der Baseline-HF-HRV als Kovariate berechnet, um für potentielle Baseline-Unterschiede zu kontrollieren. Zur Analyse der HF-HRV während des ER-Experiments (Fragestellung 3c) wurden zwei verschiedene ANCOVAs mit Messwiederholung durchgeführt: zur Untersuchung der ER eine 2x2x2-Messwiederholungs-ANCOVA mit dem Zwischensubjektfaktor *Gruppe* (BPS; KG) und den Innersubjektfaktoren *Instruktion* (vermindern; belassen) und *Bildvalenz* (negativ; positiv) sowie zur Untersuchung der emotionalen Reaktivität (Instruktion *belassen*) eine 2x3-Messwiederholungs-ANCOVA mit dem Zwischensubjektfaktor *Gruppe* (BPS; KG) und dem Innersubjektfaktor *Bildvalenz* (negativ; positiv; neutral). Auch hier wurde die Baseline-HF-HRV als Kovariate miteinbezogen. Innerhalb der BPS-Gruppe wurde zudem der möglicherweise dämpfende Einfluss von gegenwärtiger Dissoziation auf die parasympathische Aktivität (Barnow et al., 2012; Ebner-Priemer et al., 2005) überprüft. Es wurden dafür Pearson-Korrelationen zwischen den HF-HRV-Werten der einzelnen Untersuchungsabschnitte (Baseline-Messung, EWMT, ER-Experiment) und den Fragebögen-Werten des DSS-4 (vor der Baseline-Messung und nach beiden Experimenten) berechnet.

Analyse der Zusammenhänge zwischen HF-HRV während des ER-Experiments und psychometrischen Maßen (Fragestellung 4)

Zur explorativen Analyse von Zusammenhängen zwischen HF-HRV während des ER-Experiments und Fragebogen-Maßen klinischer Charakteristika wurden Pearson-Korrelationen durchgeführt. Aufgrund des Einbezugs fünf verschiedener Fragebögen wurde das Signifikanzniveau nach Bonferroni auf $\alpha=.05/5=.01$ korrigiert um einer α -Fehler-Inflation vorzubeugen.

2.2 Ergebnisse

2.2.1 Klinische Charakteristika

Tabelle 3 zeigt die klinischen per Fragebogen erhobenen Charakteristika der zwei Probandengruppen (BPS und KG). Die Gruppen unterschieden wie erwartet sich in allen Parametern signifikant und mit großen Effektstärken voneinander (alle Gruppenvergleiche $p<.001$ und $d>1.13$). BPS-Patienten zeigten im Vergleich zur KG signifikant mehr gegenwärtige Dissoziation und Anspannung, mehr Zustandsangst sowie mehr Schwierigkeiten mit ER. Sie wanden zudem weniger die ER-Strategie *kognitive Neubewertung* und DBT-Skills sowie mehr die ER-Strategie *Unterdrückung* und dysfunktionale ER-Strategien an. Ebenso beschrieben sie mehr depressive und BPS-Symptome sowie mehr dissoziative Phänomene als die KG.

Tabelle 3

Klinische Charakteristika der Studienteilnehmer von Studie I sowie Ergebnisse der Post-hoc-t-Tests

	KG (n= 28)	BPS (n= 36)	Gruppenvergleiche (t-Tests)
DSS-4			
Vor Baseline-Messung	0.00 ± 0.00	1.09 ± 1.10	$t_{(35)}=5.95, p<.001$
Nach EWMT	0.00 ± 0.00	1.92 ± 1.82	$t_{(35)}=6.31, p<.001$
Nach ER-Experiment	0.00 ± 0.00	2.15 ± 2.04	$t_{(35)}=6.34, p<.001$
SAM (Anspannung)			
Vor Baseline-Messung	2.70 ± 1.44	4.54 ± 1.76	$t_{(62)}=4.49, p<.001, d=1.14$
Nach EWMT	3.81 ± 2.02	6.11 ± 1.66	$t_{(62)}=4.98, p<.001, d=1.24$
Nach ER-Experiment	3.65 ± 1.77	6.27 ± 1.96	$t_{(62)}=5.52, p<.001, d=1.40$
STAI	29.86 ± 4.46	48.71 ± 9.56	$t_{(52,03)}=10.45, p<.001, d=2.53$
DERS Gesamtscore	66.24 ± 18.61	131.34 ± 22.19	$t_{(61)}=12.42, p<.001, d=3.18$
DERS Subskalen:			
NONACCEPTANCE	10.89 ± 4.74	21.46 ± 6.17	$t_{(61)}=7.46, p<.001, d=1.92$
GOALS	11.71 ± 4.63	20.71 ± 3.54	$t_{(61)}=8.76, p<.001, d=2.18$
IMPULSE	9.21 ± 3.05	19.37 ± 6.31	$t_{(51,25)}=8.38, p<.001, d=2.05$
AWARENESS	14.36 ± 5.79	22.43 ± 4.59	$t_{(61)}=6.18, p<.001, d=1.54$
STRATEGIES	12.00 ± 4.66	29.43 ± 6.17	$t_{(60,83)}=12.77, p<.001, d=3.19$
CLARITY	8.07 ± 3.35	17.94 ± 4.48	$t_{(60,77)}=10.00, p<.001, d=2.50$
ERQ			
Kognitive Neubewertung	4.69 ± 1.06	3.46 ± 1.09	$t_{(62)}=-4.51, p<.001, d=1.14$
Unterdrückung	2.53 ± 1.04	4.01 ± 1.31	$t_{(62)}=4.88, p<.001, d=1.24$
DBT-WCCL Subskalen:			
DSS	2.23 ± 0.51	1.61 ± 0.58	$t_{(61)}=-4.44, p<.001, d=1.14$
DCS-1	1.02 ± 0.68	2.43 ± 0.58	$t_{(61)}=8.86, p<.001, d=2.23$
DCS-2	0.89 ± 0.64	1.83 ± 0.74	$t_{(61)}=5.30, p<.001, d=1.36$
BDI-II	4.82 ± 5.27	31.14 ± 11.05	$t_{(50,90)}=12.43, p<.001, d=3.04$
BSL-23	0.19 ± 0.64	1.90 ± 0.72	$t_{(39,05)}=13.57, p<.001, d=2.51$
FDS Gesamtscore	3.98 ± 2.98	20.94 ± 9.66	$t_{(41,82)}=9.82, p<.001, d=2.37$
FDS Subskalen:			
Dissoziative Amnesie	1.92 ± 2.29	10.21 ± 6.16	$t_{(45,09)}=7.35, p<.001, d=1.78$
Imaginäre Erlebnisreisen	9.48 ± 7.29	35.40 ± 15.94	$t_{(49,82)}=8.56, p<.001, d=2.09$
Depersonalisation/Dereal.	0.71 ± 1.24	22.24 ± 15.17	$t_{(27,34)}=7.24, p<.001, d=2.00$
Konversion	1.03 ± 2.00	13.71 ± 11.14	$t_{(34,56)}=8.36, p<.001, d=1.58$

Anmerkung: Es werden Mittelwerte ± Standardabweichungen berichtet bzw. bei den Fragebögen STAI, DERS, BDI-II Summenscores ± Standardabweichungen. DSS-4=Dissoziations-Spannungs-Skala-4; SAM=Self-Assessment-Manikin; STAI=State-Trait-Angstinventar (State-Form); DERS=Difficulties in Emotion Regulation Scale; DERS Subskalen: NONACCEPTANCE=Nichtakzeptanz emotionaler Reaktionen, GOALS=Schwierigkeiten, zielgerichtetes Verhalten zu zeigen, IMPULSE=Impulskontrollschwierigkeiten, AWARENESS=Mangel an emotionalem Bewusstsein, STRATEGIES=begrenzter Zugang zu ER-Strategien, CLARITY=Mangel an emotionaler Klarheit; ERQ=Emotion Regulation Questionnaire; DBT-WCCL=Dialectical Behavior Therapy Ways of Coping Checklist; BDI-II=Becks Depressionsinventar-II; BSL-23=Borderline Symptom-Liste-23; FDS=Fragebogen zu dissoziativen Symptomen.

2.2.2 Emotionales Arbeitsgedächtnis (Verhaltensdaten)

Für die Analyse der Verhaltensdaten des EWMT (Fragestellung 1) wurde eine 2x6-ANOVA mit Messwiederholung berechnet (Zwischensubjektfaktor *Gruppe*; Innersubjektfaktor *Distraktor*). Für die aV *korrekte Antworten* (in %) konnte die Normalverteilungsannahme nicht angenommen werden, da der Kolmogorov-Smirnov-Test innerhalb beider Gruppen und für jeden Distraktor ein signifikantes Ergebnis erreichte (alle $p < .05$). Für die aV *Reaktionszeit* (in ms) konnte die Normalverteilungsannahme bis auf eine Ausnahme (neutrale IAPS-Bilder innerhalb der KG; $p = .034$) angenommen werden. Da nach Bortz und Schuster (2010) ANOVAs relativ robust gegenüber Verletzungen der Normalverteilung sind, wenn die Stichprobengröße mehr als $n = 10$ beträgt, wurden diese dennoch – auch in den folgenden Analysen – bei abgelehnter Normalverteilungsannahme durchgeführt.

Die Ergebnisse der 2x6-Messwiederholungs-ANOVAs sind für beide aVs in Tabelle 4 dargestellt. Die Analyse ergab für beide aVs (korrekte Antworten und Reaktionszeit) einen Haupteffekt *Distraktor* ($p < .001$). Es wurden keine Gruppenunterschiede (korrekte Antworten: $p = .925$; Reaktionszeit: $p = .157$) oder Interaktionseffekte *Distraktor* x *Gruppe* (korrekte Antworten: $p = .419$; Reaktionszeit: $p = .455$) beobachtet.

Tabelle 4

2x6-Messwiederholungs-ANOVA zur Analyse der Verhaltensdaten (aVs: korrekte Antworten, Reaktionszeiten) des EWMT mit dem Zwischensubjektfaktor Gruppe und dem Innersubjektfaktor Distraktor

	<i>F</i>	<i>df 1, df2</i>	<i>p</i>	η_p^2
Korrekte Antworten				
<i>Distraktor</i>	5.59	5, 300	<.001	0.085
<i>Gruppe</i>	0.01	1, 60	.925	<0.001
<i>Distraktor x Gruppe</i>	1.00	5, 56	.419	0.016
Reaktionszeit (ms)				
<i>Distraktor</i>	16.26	5, 300	<.001	0.213
<i>Gruppe</i>	2.05	1, 60	.157	0.033
<i>Distraktor x Gruppe</i>	0.94	5, 56	.455	0.015

Anmerkung: EWMT= Emotional Working Memory Task.

Die korrekten Antworten sowie die Reaktionszeiten sind für beide Gruppen sowie für die Gesamtgruppe getrennt nach Distraktoren mit den Ergebnissen der Post-hoc-*t*-Tests zum Vergleich der Gruppen in Tabelle 5 dargestellt. Es ergaben sich in den Post-hoc-*t*-Tests für alle Distraktoren etwas schnellere Reaktionszeiten bei der BPS-Gruppe, die sich jedoch nicht signifikant von der KG unterschieden (außer im Trend für die Kontrollbedingung Kreuz;

$p=.073$). Bei korrekten Antworten als aV wurden für die einzelnen Distraktoren keine signifikanten Gruppenunterschiede beobachtet.

Tabelle 5

Verhaltensdaten (korrekte Antworten und Reaktionszeiten) des EWMT für die Gesamtgruppe, KG und BPS-Gruppe sowie Ergebnisse der Post-hoc-t-Tests

	Gesamtgruppe (n=62)	KG (n= 28)	BPS (n= 34)	Gruppenvergleiche (t-Tests)
Korrekte Antworten (%)				
Kreuz	86.69 ± 9.92	87.50 ± 9.38	86.03 ± 10.43	$t_{(60)}=-0.58, p=.565, d=0.15$
IAPS neutral	85.81 ± 9.68	84.11 ± 10.81	87.21 ± 8.54	$t_{(60)}=1.26, p=.212, d=0.32$
IAPS negativ	86.13 ± 9.94	85.89 ± 9.63	86.32 ± 10.32	$t_{(60)}=0.17, p=.867, d=0.04$
Gesicht neutral	89.60 ± 8.31	90.36 ± 8.04	88.97 ± 8.60	$t_{(60)}=-0.65, p=.518, d=0.17$
Gesicht ängstlich	90.81 ± 8.26	91.25 ± 8.67	90.44 ± 8.01	$t_{(60)}=-0.38, p=.704, d=0.10$
Gesicht ärgerlich	88.63 ± 7.74	88.04 ± 8.09	89.12 ± 7.54	$t_{(60)}=0.54, p=.588, d=0.14$
Reaktionszeit (ms)				
Kreuz	1194.39 ± 250.87	1260.04 ± 191.83	1140.32 ± 298.44	$t_{(44.30)}=-1.83, p=.073, d=0.48$
IAPS neutral	1292.07 ± 260.69	1332.98 ± 213.89	1258.39 ± 307.33	$t_{(46.75)}=-1.09, p=.283, d=0.28$
IAPS negativ	1210.40 ± 239.40	1248.38 ± 192.28	1179.13 ± 285.60	$t_{(45.71)}=-1.10, p=.279, d=0.28$
Gesicht neutral	1140.25 ± 231.90	1185.81 ± 184.91	1102.73 ± 275.28	$t_{(45.64)}=-1.42, p=.179, d=0.35$
Gesicht ängstlich	1160.82 ± 216.86	1182.45 ± 176.68	1143.02 ± 259.25	$t_{(46.09)}=-0.68, p=.497, d=0.18$
Gesicht ärgerlich	1154.25 ± 249.03	1205.82 ± 185.73	1111.79 ± 304.83	$t_{(42.76)}=-1.43, p=.160, d=0.37$

Anmerkung: Es werden Mittelwerte ± Standardabweichungen berichtet. EWMT= Emotional Working Memory Task. IAPS= International Affective Picture System.

Beantwortung von Fragestellung 1 (Gruppenunterschied im emotionalen Arbeitsgedächtnis)

Die Hypothese, dass BPS-Patienten im Vergleich zu Gesunden beim EWMT eine höhere Ablenkbarkeit (mehr Fehler, längere Reaktionszeit) abhängig vom Distraktor zeigten, konnte aufgrund des nicht-signifikanten Interaktionseffekts *Distraktor x Gruppe* nicht angenommen werden. Die Ergebnisse der Post-hoc-t-Tests zeigten ebenfalls keine höhere Ablenkbarkeit der BPS-Patienten im Vergleich zu Gesunden bei negativen und neutralen Gesichtern sowie bei negativen und neutralen interpersonellen Szenen. Die Gruppen unterschieden sich zudem nicht signifikant – in diesem Fall wie angenommen – bei der Kontrollbedingung Kreuz in ihren korrekten Antworten jedoch im Trend in der Reaktionszeit (BPS<KG).

Explorative Analyse des Haupteffekts *Distraktor*

Aufgrund des signifikanten Haupteffekts *Distraktor* wurde dieser explorativ untersucht. Es wurden dafür Post-hoc-t-Tests mit Bonferroni-Korrektur für verbundene Stichproben durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 23 (s. Anhang 3) zusammengefasst (Rohwerte der Gesamtgruppe s. Tabelle 5). Es zeigte sich in der Gesamtgruppe, dass bei der Kontrollbedingung *Kreuz* ($p=.002$) sowie bei neutralen und negativen interpersonellen Szenen (jeweils $p<.001$) mit einem mittelgroßen Effekt mehr Fehler gemacht wurden als bei

ängstlichen Gesichtern. Negative interpersonelle Szenen führten außerdem zu mehr Fehlern als neutrale Gesichter ($p=.002$, mittelgroßer Effekt). Bezogen auf die Reaktionszeiten reagierte die Gesamtgruppe bei neutralen interpersonellen Szenen langsamer als bei der Kontrollbedingung *Kreuz* ($p<.001$; mittlerer bis großer Effekt), negativen interpersonellen Szenen ($p<.001$; kleiner Effekt) und allen drei Gesichtertypen (neutrale, ängstliche und ärgerliche Gesichter: jeweils $p<.001$; kleine bis mittlere Effekte). Zudem reagierte sie bei negativen interpersonellen Szenen langsamer als bei neutralen Gesichtern ($p<.001$; kleiner Effekt) und ärgerlichen Gesichtern ($p=.002$; kleiner Effekt) sowie mit einem Trend auch langsamer als bei ängstlichen Gesichtern ($p=.004$; kleiner Effekt).

2.2.3 Emotionsregulation (Verhaltensdaten)

Für die Analyse der Verhaltensdaten des ER-Experiments (Fragestellung 2) wurden je aV zwei verschiedene ANOVAS mit Messwiederholung durchgeführt: zur Untersuchung der ER eine 2x2x2-Messwiederholungs-ANOVA (Zwischensubjektfaktor *Gruppe*; Innersubjektfaktoren *Instruktion* und *Bildvalenz* ohne neutrale Bilder) und zur Untersuchung der emotionalen Reaktivität eine 2x3-Messwiederholungs-ANOVA (Zwischensubjektfaktor *Gruppe*; Innersubjektfaktor *Bildvalenz* mit allen Bildvalenzen). Für die aV *aktueller Affekt* konnte die Normalverteilungsannahme bis auf eine Ausnahme (neutrale Bilder + *belassen* innerhalb der KG; $p=.036$) angenommen werden. Für die aV *Anspannung* wurde die Annahme der Normalverteilung für diverse Variablen abgelehnt (BPS: *vermindern* + positive Bilder, *belassen* + neutrale Bilder; KG: *belassen* + negative, positive und neutrale Bilder; alle $p<.05$).

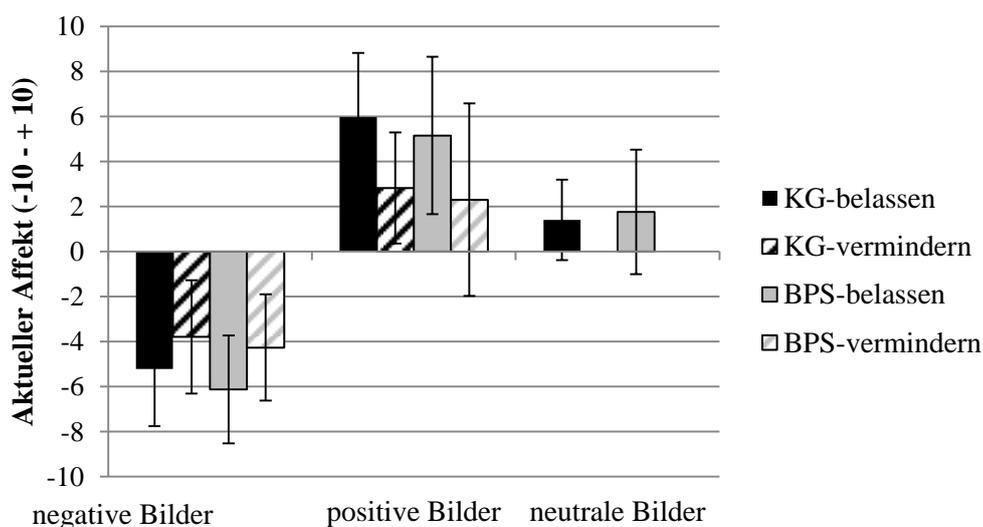


Abbildung 4. Aktueller Affekt von -10 bis +10 beim ER-Experiment für die KG ($n=27$) und die BPS-Gruppe ($n=36$).

Die ANOVA-Ergebnisse beider aVs sind in Tabelle 6 und die Mittelwerte (Gesamtgruppe sowie beide Gruppen getrennt) in Tabelle 7 dargestellt.

Hinsichtlich der aV *aktueller Affekt* (zur Veranschaulichung s. Abbildung 4) ergab sich für die ER beim Vergleich von negativen und positiven Bildern in der 2x2x2-ANOVA (s. Tabelle 6) ein signifikanter und großer Haupteffekt *Instruktion* ($p=.001$) mit negativerem Affekt bei *belassen* und negativen Bildern bzw. bei *vermindern* und positiven Bildern. Dies zeigte sich zudem in einem signifikanten und großen Interaktionseffekt *Instruktion* x *Bildvalenz* ($p<.001$).

Tabelle 6

2x2x2- und 2x3-Messwiederholungs-ANOVA zur Analyse der Verhaltensdaten (aktueller Affekt; Anspannung) des ER-Experiments mit dem Zwischensubjektfaktor Gruppe und den Innersubjektfaktoren Instruktion und Bildvalenz (ER; 2x2x2-ANOVA) bzw. Bildvalenz (emotionale Reaktivität; 2x3-ANOVA)

	<i>F</i>	<i>df 1, df2</i>	<i>p</i>	η_p^2
AKTUELLER AFFEKT				
2x2x2 Messwiederholungs-ANOVA				
<i>Instruktion</i>	12.49	1, 61	.001	0.170
<i>Bildvalenz</i>	245.63	1, 61	<.001	0.801
<i>Gruppe</i>	3.06	1, 61	.085	0.048
<i>Instruktion x Bildvalenz</i>	85.29	1, 61	<.001	0.583
<i>Bildvalenz x Gruppe</i>	0.001	1, 61	.982	<.001
<i>Instruktion x Gruppe</i>	0.93	1, 61	.340	0.015
<i>Instruktion x Bildvalenz x Gruppe</i>	0.21	1, 61	.885	<.001
3x2 Messwiederholungs-ANOVA				
<i>Bildvalenz</i>	243.92	1.55, 94.43	<.001	0.800
<i>Gruppe</i>	1.66	1, 61	.203	0.026
<i>Bildvalenz x Gruppe</i>	0.94	1.55, 60	.395	0.015
ANSPANNUNG				
2x2x2 Messwiederholungs-ANOVA				
<i>Instruktion</i>	4.17	1, 61	.046	0.064
<i>Bildvalenz</i>	122.67	1, 61	<.001	0.668
<i>Gruppe</i>	8.22	1, 61	.006	0.119
<i>Instruktion x Bildvalenz</i>	31.90	1, 61	<.001	0.343
<i>Bildvalenz x Gruppe</i>	0.38	1, 61	.542	0.006
<i>Instruktion x Gruppe</i>	0.98	1, 61	.326	0.16
<i>Instruktion x Bildvalenz x Gruppe</i>	0.44	1, 61	.834	0.001
3x2 Messwiederholungs-ANOVA				
<i>Bildvalenz</i>	124.51	1.44, 87.85	<.001	0.671
<i>Gruppe</i>	7.58	1,61	.008	0.110
<i>Bildvalenz x Gruppe</i>	0.26	1.44, 60	.700	0.004

In der Gesamtgruppe ließ sich ein positiverer Affekt bei positiven Bildern im Vergleich zu negativen Bildern feststellen (signifikanter und großer Haupteffekt *Bildvalenz*, $p<.001$). Es konnte des Weiteren mit $p=.085$ ein Trend zu einem signifikanten Haupteffekt *Gruppe* mit

einer Tendenz zu einem positiveren Affekt der KG im Vergleich zur BPS-Gruppe beobachtet werden. Weitere signifikante Interaktionseffekte wurden nicht beobachtet. In der 2x3-ANOVA (Vergleich aller drei Bildvalenzen zur Untersuchung der emotionalen Reaktivität bei *belassen*, s. Tabelle 6) ergab sich ebenfalls ein signifikanter und großer Haupteffekt *Bildvalenz* ($p < .001$) mit dem negativsten Affekt bei negativen Bildern, gefolgt von neutralen Bildern und darauf folgend positiven Bildern. Es zeigte sich kein signifikanter Gruppenunterschied ($p = .203$) sowie keine signifikante Interaktion *Bildvalenz* x *Gruppe* ($p = .395$). Post-hoc-*t*-Tests ergaben ebenfalls keine signifikanten Gruppenunterschiede (alle $p > .148$, s. Tabelle 7).

Tabelle 7

Verhaltensdaten des ER-Experiments (aktueller Affekt; -10 bis + 10 und Anspannung; 0 bis 10) für die Gesamtgruppe, KG und die BPS-Gruppe sowie Ergebnisse der Post-hoc-t-Tests

	Gesamtgruppe (n=63)	KG (n= 27)	BPS (n= 36)	Gruppenvergleiche (t-Tests)
AKTUELLER AFFEKT				
Negative Bilder				
<i>Belassen</i>	-5.73 ± 2.48	-5.21 ± 2.55	-6.12 ± 2.39	$t_{(61)} = -1.46, p = .149, d = 0.37$
<i>Vermindern</i>	-4.06 ± 2.42	-3.79 ± 2.51	-4.26 ± 2.36	$t_{(61)} = -0.76, p = .448, d = 0.19$
Positive Bilder				
<i>Belassen</i>	5.50 ± 3.23	5.97 ± 2.85	5.15 ± 3.49	$t_{(61)} = -0.99, p = .326, d = 0.26$
<i>Vermindern</i>	2.53 ± 3.59	2.82 ± 2.47	2.30 ± 4.27	$t_{(57,71)} = -0.56, p = .547, d = 0.15$
Neutrale Bilder				
<i>Belassen</i>	1.61 ± 2.39	1.40 ± 1.79	1.76 ± 2.76	$t_{(59,90)} = 0.62, p = .540, d = -0.15$
ANSPANNUNG				
Negative Bilder				
<i>Belassen</i>	5.99 ± 2.07	5.52 ± 2.11	6.34 ± 2.01	$t_{(61)} = 1.57, p = .122, d = -0.40$
<i>Vermindern</i>	5.60 ± 2.11	4.95 ± 2.03	6.09 ± 2.03	$t_{(61)} = 2.17, p = .034, d = -0.56$
Positive Bilder				
<i>Belassen</i>	2.12 ± 1.83	1.42 ± 1.48	2.64 ± 1.91	$t_{(61)} = 2.77, p = .007, d = -0.71$
<i>Vermindern</i>	3.08 ± 2.49	2.26 ± 2.06	3.70 ± 2.62	$t_{(61)} = 2.35, p = .022, d = -0.61$
Neutrale Bilder				
<i>Belassen</i>	2.24 ± 2.06	1.65 ± 1.68	2.69 ± 2.23	$t_{(61)} = 2.02, p = .048, d = -0.53$

Anmerkung: Es werden Mittelwerte ± Standardabweichungen berichtet.

Bezogen auf die *aV Anspannung* (zur Veranschaulichung s. Abbildung 5) zeigte sich in der 2x2x2-ANOVA (Untersuchung der ER: Vergleich von negativen und positiven Bildern mit beiden Instruktionen, s. Tabelle 6) unabhängig von der Gruppe eine größere Anspannung bei negativen im Vergleich zu positiven Bildern (signifikanter und großer Haupteffekt *Bildvalenz*, $p < .001$) sowie bei *belassen* mit negativen Bildern bzw. *vermindern* mit positiven Bildern eine größere Anspannung (signifikanter großer Interaktionseffekt *Instruktion* x *Bildvalenz* ($p < .001$) bzw. signifikanter kleiner bis mittlerer Haupteffekt *Instruktion*, $p = .046$). Die BPS-

Gruppe zeigte zudem eine größere Anspannung als die KG (signifikanter und mittlerer bis großer Haupteffekt *Gruppe*, $p=.006$). Es wurden keine weiteren signifikanten Interaktionseffekte beobachtet. In der 2x3-ANOVA (Untersuchung der emotionalen Reaktivität: Vergleich aller drei Bildvalenzen bei *belassen*, s. Tabelle 6) zeigte sich die größere Anspannung der BPS-Patienten im Vergleich zur KG ebenfalls mit einem signifikanten und mittleren bis großen Haupteffekt *Gruppe* ($p=.008$). Zudem gab die Gesamtgruppe mehr Anspannung bei negativen Bildern im Vergleich zu positiven und neutralen Bildern an (signifikanter und großer Haupteffekt *Bildvalenz*, $p<.001$). Post-hoc-*t*-Tests ergaben für alle experimentellen Bedingungen außer für *belassen* mit negativen Bilder ($p=.122$) signifikante Gruppenunterschiede (mittlere bis große Effekte, alle $d>.52$ und $p<.05$) mit einer größeren Anspannung bei BPS-Patienten im Vergleich zur KG. Es zeigte sich kein signifikanter Interaktionseffekt *Gruppe* x *Bildvalenz* ($p=.700$).

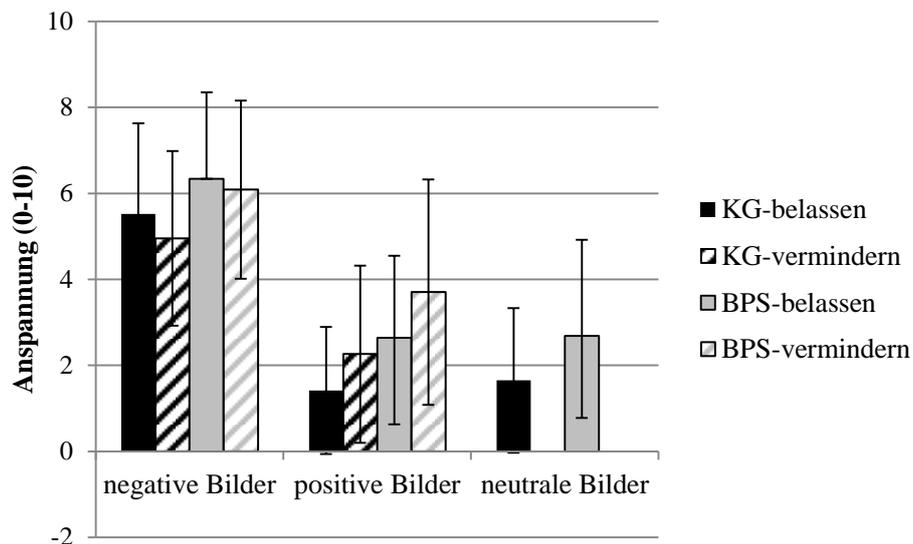


Abbildung 5. Anspannung von 0 bis 10 beim ER-Experiment für die KG ($n=27$) und die BPS-Gruppe ($n=36$).

Beantwortung von Fragestellung 2 (Gruppenunterschied in der Emotionsregulation)

Die Hypothese, dass BPS-Patienten bei einem ER-Experiment eine weniger erfolgreiche ER unabhängig von Bildtyp und Instruktion ließ sich für die aV *Anspannung* vollständig und für die aV *aktueller Affekt* im Trend bestätigen (höhere Anspannung und im Trend negativerer Affekt bei BPS-Patienten). Der zweite Teil der Hypothese, dass sich die weniger erfolgreiche ER bei BPS-Patienten im Vergleich zu Gesunden in einer höheren Anspannung und negativerem Affekt bei der Instruktion *vermindern* (vs. *belassen*) und negativen (vs. positiven) Bildern (Interaktionseffekt *Gruppe* x *Bildvalenz* x *Instruktion*) konnte aufgrund der nicht-signifikanten Interaktionseffekte nicht bestätigt werden.

Die Hypothese einer höheren emotionalen Reaktivität bei BPS-Patienten konnte ebenfalls für die aV *Anspannung* bestätigt werden, jedoch nicht für die aV *aktueller Affekt* (höhere Anspannung von BPS-Patienten bei *belassen*, jedoch keine Gruppenunterschiede im Affekt). BPS-Patienten zeigten zudem im Vergleich zur KG keine höhere Anspannung bzw. negativeren Affekt bei der Instruktion *belassen* und negativen (vs. positive und neutrale) Bildern (kein signifikanter Interaktionseffekt *Gruppe x Bildvalenz*).

2.2.4 Herzratenvariabilität

Herzratenvariabilität im Ruhezustand (Fragestellung 3a)

Zur Analyse von Mittelwertunterschieden der HF-HRV im Ruhezustand (Baseline-Messung) wurde ein *t*-Test durchgeführt. Für die normalisierten Werte konnte die Normalverteilungsannahme angenommen werden (beide Gruppen $p > .20$), für die absoluten Werte jedoch nicht (beide Gruppen $p < .001$). In Tabelle 8 ist für beide Gruppen (KG und BPS) die HF-HRV in absoluten Werte (in ms^2) und normalisierten Einheiten (in %) während der Baseline-Messung dargestellt.

Tabelle 8

HF-HRV während der Baseline-Messung von BPS-Patienten und KG sowie Ergebnisse der Post-hoc-t-Tests

	KG (<i>n</i> = 28)	BPS (<i>n</i> = 32)	Gruppenvergleiche (<i>t</i> -Tests)
Absolute Werte (ms^2)	893.05 ± 1094.29	897.98 ± 1104.11	$t_{(58)}=-0.02, p=.986, d=-0.23$
n. u. (%)	45.53 ± 16.13	41.27 ± 20.93	$t_{(58)}=-0.87, p=.386, d=-0.004$

Anmerkung: Es werden Mittelwerte ± Standardabweichungen berichtet. HF-HRV= Hochfrequenz-Herzratenvariabilität. n. u.= normalized units (normalisierte Werte der Hochfrequenz-Herzratenvariabilität).

Es wurden weder für normalisierte Werte ($p=.386$) noch für absolute Werte ($p=.986$) Gruppenunterschiede gefunden.

Beantwortung von Fragestellung 3a: Da sich die BPS-Patienten in ihrer Baseline-HF-HRV nicht von Gesunden unterschieden wurde daher die statistische Nullhypothese beibehalten.

Einfluss von Dissoziation auf die Baseline-HRV der BPS-Gruppe: Es wurden keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Baseline-HF-HRV und gegenwärtiger Dissoziation (DSS-4) vor der Baseline-Messung beobachtet (absolute Werte: $r_{(32)}=0.24, p=.186$; normalisierte Werte: $r_{(32)}=0.22, p=.218$), sodass ein Einfluss von Dissoziation auf die HF-HRV im Ruhezustand bei der BPS-Gruppe unwahrscheinlich ist (zweiseitiges Signifikanzniveau von $\alpha =0.05$).

Herzratenvariabilität beim EWMT (Fragestellung 3b)

Um zu analysieren, ob zwischen den Gruppen bei der HF-HRV während des EWMT ein Unterschied bestand, wurde eine univariate ANCOVA mit der Baseline-HF-HRV als Kovariate durchgeführt. Aufgrund eines Artefakts wurden die Daten einer Person der KG ausgeschlossen. Für die normalisierten Werte konnte die Normalverteilungsannahme angenommen werden (beide Gruppen $p > .20$), für die absoluten Werte jedoch nicht (beide Gruppen $p < .001$). In Tabelle 9 ist für beide Gruppen die HF-HRV in absoluten Werten und normalisierten Einheiten während des EWMT dargestellt.

Tabelle 9

HF-HRV während des EWMT von BPS-Patienten und KG sowie Ergebnisse der ANCOVA zur Prüfung eines Mittelwertsunterschieds (Kovariate: Baseline-HF-HRV)

	KG (n= 27)	BPS (n= 31)	Gruppenvergleiche (ANCOVA)
Absolute Werte (ms ²)	944.64 ± 1409.09	795.58 ± 962.62	<i>Gruppe:</i> $F_{(1,54)}=0.85, p=.362, \eta_p^2=0.15$ <i>Kovariate Baseline:</i> $F_{(1,54)}=147.68, p<.001, \eta_p^2=0.73$
n. u.	45.96 ± 11.50	43.59 ± 14.79	<i>Gruppe:</i> $F_{(1,54)}=0.64, p=.429, \eta_p^2=0.12$ <i>Kovariate Baseline:</i> $F_{(1,54)}=77.99, p<.001, \eta_p^2=0.59$

Anmerkung: Es werden Mittelwerte ± Standardabweichungen berichtet. HF-HRV= Hochfrequenz-Herzratenvariabilität. EWMT= Emotional Working Memory Task. n. u.= normalized units (normalisierte Werte der Hochfrequenz-Herzratenvariabilität). ANCOVA= Kovarianzanalyse.

Sowohl für die absoluten als auch für die normalisierten Werte (s. Tabelle 9) bestand ein signifikanter Einfluss der Kovariate Baseline-HF-HRV (jeweils $p < .001$). Unter Berücksichtigung dieser Kovariate wurden weder für die absoluten Werte ($p = .362$) noch für die normalisierten Werten ($p = .429$) Gruppenunterschiede gefunden.

Beantwortung von Fragestellung 3b: Die Hypothese einer niedrigeren HF-HRV von BPS-Patienten im Vergleich zur KG beim EWMT konnte nicht bestätigt werden.

Einfluss von Dissoziation auf die HRV der BPS-Gruppe während des EWMT: Es wurden keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der HF-HRV während des EWMT und gegenwärtiger Dissoziation (DSS-4) nach dem EWMT beobachtet (absolute Werte: $r_{(31)} = 0.30, p = .097$; normalisierte Werte: $r_{(31)} = -0.04, p = .852$). Ein Einfluss von Dissoziation auf die HF-HRV des EWMT ist damit bei der BPS-Gruppe unwahrscheinlich.

Herzratenvariabilität beim ER-Experiment (Fragestellung 3c)

Zur Analyse der HF-HRV während des ER-Experiments wurden für die absoluten und die normalisierten Werte jeweils zwei Messwiederholungs-ANCOVAs mit der Baseline-HF-HRV als Kovariate durchgeführt: zur Untersuchung der HF-HRV bei der ER ein 2x2x2-Modell mit dem Zwischensubjektfaktor *Gruppe* (BPS; KG) und den Innersubjektfaktoren *Instruktion* (vermindern und belassen) und *Bildvalenz* (positive und negative Bilder) sowie zur Untersuchung der HF-HRV bei emotionaler Reaktivität ein 2x3-Modell mit dem Zwischensubjektfaktor *Gruppe* und dem Innersubjektfaktor *Bildvalenz* (positive, negative und neutrale Bilder).

Tabelle 10 zeigt für beide Gruppen die HF-HRV in absoluten Werten (ms^2) und normalisierten Einheiten (%) während des ER-Experiments und Tabelle 11 die Ergebnisse der Kovarianzanalysen. Aufgrund von Artefakten wurden die Daten von drei Personen der BPS-Gruppe ausgeschlossen. Für die normalisierten Werte konnte die Normalverteilungsannahme größtenteils angenommen werden (beide Gruppen: alle $p > .060$, Ausnahme: $p = .036$ innerhalb der KG bei *belassen* von neutralen Bildern), für die absoluten Werte jedoch nicht (beide Gruppen: alle $p < .001$).

Tabelle 10

HF-HRV während des ER-Experiments von BPS-Patienten und KG sowie Ergebnisse der Post-hoc-t-Tests

	KG (n= 27)	BPS (n= 31)	Gruppenvergleiche (t-Tests)
ABSOLUTE WERTE (ms^2)			
Negative Bilder			
<i>Belassen</i>	2739.03 ± 6554.78	1767.66 ± 2850.62	$t_{(56)} = -0.75, p = .457, d = -0.19$
<i>Vermindern</i>	10759.83 ± 47694.52	2188.82 ± 5453.40	$t_{(56)} = -0.99, p = .324, d = -0.25$
Positive Bilder			
<i>Belassen</i>	1468.31 ± 1977.41	1299.03 ± 1617.28	$t_{(56)} = -0.36, p = .721, d = -0.09$
<i>Vermindern</i>	1457.49 ± 1998.20	1108.59 ± 1439.20	$t_{(56)} = -0.77, p = .445, d = -0.20$
Neutrale Bilder			
<i>Belassen</i>	1375.67 ± 1551.42	944.93 ± 885.89	$t_{(56)} = -1.32, p = .192, d = -0.34$
NORMAL. WERTE (%)			
Negative Bilder			
<i>Belassen</i>	50.44 ± 16.65	38.08 ± 19.23	$t_{(56)} = -2.60, p = .012, d = -0.69$
<i>Vermindern</i>	51.86 ± 19.50	43.91 ± 17.92	$t_{(56)} = -1.62, p = .112, d = -0.43$
Positive Bilder			
<i>Belassen</i>	49.68 ± 16.13	39.43 ± 18.70	$t_{(56)} = -2.22, p = .031, d = -0.59$
<i>Vermindern</i>	50.22 ± 16.38	40.52 ± 20.81	$t_{(56)} = -1.95, p = .056, d = -0.52$
Neutrale Bilder			
<i>Belassen</i>	48.21 ± 18.13	37.26 ± 14.57	$t_{(56)} = -2.55, p = .014, d = -0.67$

Anmerkung: Es werden Mittelwerte ± Standardabweichungen berichtet. HF-HRV= Hochfrequenz-Herzratenvariabilität.

Tabelle 11

2x2x2- und 2x3-Messwiederholungs-ANCOVA zur Analyse der HF-HRV während des ER-Experiments mit dem Zwischensubjektfaktor Gruppe und den Innersubjektfaktoren Instruktion und Bildvalenz (ER; 2x2x2-ANOVA) bzw. Bildvalenz (emotionale Reaktivität; 2x3-ANOVA) und der Kovariate Baseline-HF-HRV

	<i>F</i>	<i>df 1, df2</i>	<i>p</i>	η_p^2
ABSOLUTE WERTE (ms ²)				
2x2x2 Messwiederholungs-ANCOVA				
<i>Instruktion</i>	1.88	1, 54	.176	0.034
<i>Bildvalenz</i>	0.94	1, 54	.336	0.017
<i>Gruppe</i>	1.16	1, 54	.286	0.021
<i>Baseline-HF-HRV (Kovariate)</i>	0.38	1, 54	.538	0.007
<i>Instruktion x Bildvalenz</i>	0.87	1, 54	.355	0.016
<i>Bildvalenz x Gruppe</i>	0.79	1, 54	.380	0.014
<i>Instruktion x Gruppe</i>	1.06	1, 54	.307	0.019
<i>Instruktion x Baseline-HF-HRV</i>	0.21	1, 54	.646	0.004
<i>Bildvalenz x Baseline-HF-HRV</i>	0.15	1, 54	.699	0.003
<i>Instruktion x Bildvalenz x Gruppe</i>	0.67	1, 54	.416	0.012
<i>Instruktion x Bildvalenz x Baseline-HF-HRV</i>	0.93	1, 54	.761	0.002
3x2 Messwiederholungs-ANCOVA				
<i>Bildvalenz</i>	1.72	1.09, 58.77	.195	0.031
<i>Gruppe</i>	0.84	1, 54	.365	0.015
<i>Baseline-HF-HRV (Kovariate)</i>	17.53	1, 54	<.001	0.245
<i>Bildvalenz x Gruppe</i>	0.30	1.09, 53	.607	0.005
<i>Bildvalenz x Baseline-HF-HRV</i>	0.33	1.09, 53	.584	0.006
NORMALISIERTE WERTE (%)				
2x2x2 Messwiederholungs-ANOVA				
<i>Instruktion</i>	2.60	1, 54	.113	0.046
<i>Bildvalenz</i>	0.03	1, 54	.854	0.001
<i>Gruppe</i>	4.12	1, 54	.047	0.071
<i>Baseline-HF-HRV (Kovariate)</i>	34.12	1, 54	<.001	0.387
<i>Instruktion x Bildvalenz</i>	0.38	1, 54	.540	0.007
<i>Bildvalenz x Gruppe</i>	1.22	1, 54	.274	0.022
<i>Instruktion x Gruppe</i>	0.04	1, 54	.836	0.001
<i>Instruktion x Baseline-HF-HRV</i>	1.76	1, 54	.190	0.032
<i>Bildvalenz x Baseline-HF-HRV</i>	0.28	1, 54	.596	0.005
<i>Instruktion x Bildvalenz x Gruppe</i>	0.79	1, 54	.377	0.014
<i>Instruktion x Bildvalenz x Baseline-HF-HRV</i>	0.01	1, 54	.921	<0.001
3x2 Messwiederholungs-ANCOVA				
<i>Bildvalenz</i>	0.54	2, 108	.586	0.010
<i>Gruppe</i>	6.54	1, 54	.013	0.108
<i>Baseline-HF-HRV (Kovariate)</i>	29.63	1, 54	<.001	0.354
<i>Bildvalenz x Gruppe</i>	0.24	2, 53	.788	0.004
<i>Bildvalenz x Baseline-HF-HRV</i>	1.10	2, 53	.336	0.020

Anmerkung: HF-HRV= Hochfrequenz-Herzratenvariabilität.

Für die absoluten Werte zeigten sich bei der 2x2x2-ANCOVA keine signifikanten Haupt- oder Interaktionseffekte (alle $p > .175$, alle $\eta_p^2 < 0.035$). Bei der 2x3-ANCOVA wurde ein signifikanter und großer Haupteffekt der Baseline-HF-HRV (Kovariate) beobachtet ($p < .001$),

jedoch ansonsten keine signifikanten Haupt- oder Interaktionseffekte (alle übrigen $p > .194$, alle übrigen $\eta_p^2 < 0.032$). Auch die Post-hoc- t -Tests zum Gruppenvergleich der experimentellen Bedingungen (s. Tabelle 10) erbrachten keine Signifikanzen (alle $p > .191$). Hinsichtlich der normalisierten Werte (zur Veranschaulichung s. Abbildung 6) wurde bei der Untersuchung der ER (2x2x2-ANCOVA) ein signifikanter und großer Haupteffekt der Kovariate Baseline-HF-HRV ($p < .001$) sowie ein signifikanter und mittelgroßer Haupteffekt *Gruppe* ($p = .047$) mit einer niedrigeren HF-HRV n. u. bei der BPS-Gruppe im Vergleich zur KG gefunden. Dieser Gruppenunterschied zeigte sich mit $p = .013$ ebenfalls bei der Untersuchung der emotionalen Reaktivität (2x3-ANCOVA) zusammen mit einem signifikanter Einfluss der Kovariate Baseline-HF-HRV ($p < .001$). In beiden ANCOVAs mit normalisierten Werten zeigten sich darüber hinaus keine weiteren signifikanten Haupt- oder Interaktionseffekte (alle übrigen $p > .112$, alle übrigen $\eta_p^2 < 0.047$). Post-hoc- t -Tests (s. Tabelle 10) bestätigten die signifikanten Gruppenunterschiede in den experimentellen Bedingungen *belassen* mit negativen ($p = .012$), positiven ($p = .031$) und neutralen ($p = .014$) Bildern und jeweils mittelgroßen Effektstärken ($d = -0.59$ (-0.69)). In der Bedingung *vermindern* mit positiven Bildern wurde mit $p = .056$ ein Trend zu einem signifikanten Gruppenunterschied (mittelgroße Effektstärke, $d = -0.52$) beobachtet. Die Bedingung *vermindern* mit negativen Bildern verfehlte dagegen knapp die Signifikanz ($p = .112$, $d = -0.43$).

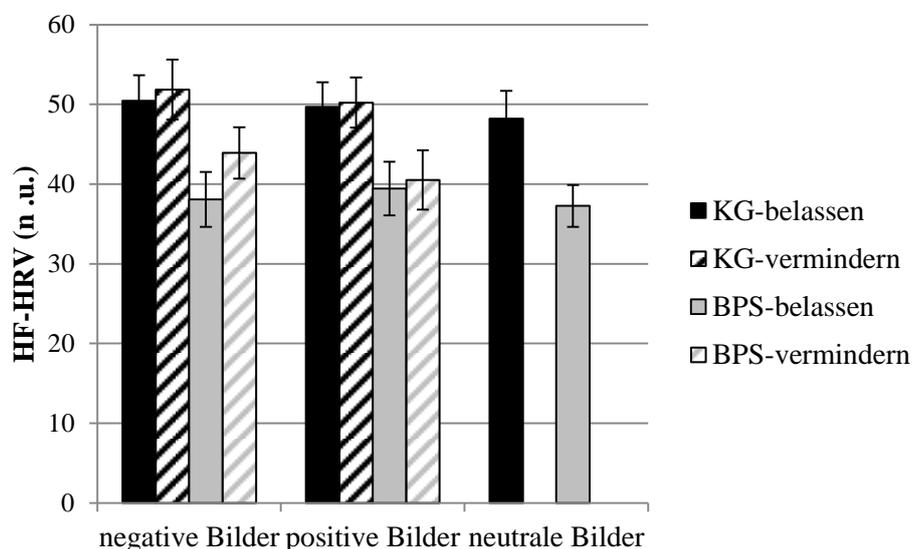


Abbildung 6. HF-HRV (n. u.) beim ER-Experiment für die KG ($n=27$) und die BPS-Gruppe ($n=31$).

Beantwortung von Fragestellung 3c: Die Hypothese, dass BPS-Patienten bei einem ER-Experiment eine niedrigere HF-HRV im Vergleich zu Gesunden zeigten, konnte für die normalisierten Werte der HF-HRV (sowohl für die ER als für die emotionale Reaktivität)

bestätigt werden, für die absoluten Werte jedoch nicht. Dies bedeutet, dass BPS-Patienten im Vergleich zu Gesunden eine vergleichbare parasympathische Aktivität zeigten (absolute Werte), dass jedoch der Anteil an parasympathischer Aktivität (vs. sympathischer Aktivität) bei den BPS-Patienten signifikant geringer war im Vergleich zu Gesunden (normalisierte Werte). Die Hypothese einer Hypoaktivierung des Parasympathikus während eines ER-Experiments konnte damit nicht eindeutig beantwortet werden und wird in Abschnitt 4.1 diskutiert.

Einfluss von Dissoziation auf die HRV der BPS-Gruppe während des ER-Experiments:

Es wurden keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der HF-HRV während des ER-Experiments und gegenwärtiger Dissoziation (DSS-4) vor und nach dem ER-Experiment beobachtet (absolute Werte: alle $r_{(31)} < 0.23$ und alle $p > .233$; normalisierte Werte: alle $r_{(31)} < 0.35$ und alle $p > .062$; Tabelle mit Korrelationskoeffizienten r und p -Werten (s. Anhang 4, Tabelle 24). Ein Einfluss von Dissoziation auf die HF-HRV während des ER-Experiments ist damit unwahrscheinlich.

2.2.5 Zusammenhang zwischen Herzratenvariabilität und Psychometrie

Zur Analyse der Zusammenhänge zwischen der HF-HRV während des ER-Experiments und klinischen Charakteristika innerhalb der BPS-Gruppe wurden die Fragebögen BSL-23 (Schwere der BPS-Symptomatik), BDI-II (Depressivität), DERS (Schwierigkeiten bei der ER), ERQ (Einsatz von kognitiver Neubewertung bzw. Unterdrückung als ER-Strategien in den letzten 7 Tagen) und DBT-WCCL (Anwendungshäufigkeit von DBT-Skills bzw. dysfunktionaler Strategien) mit allen HF-HRV-Bedingungen des ER-Experiments korreliert. Es werden im Folgenden nur die Ergebnisse mit dem der Anzahl der berechneten Korrelationen angepassten Signifikanzniveau von $p < .01$ berichtet (Tabellen mit vollständigen Ergebnissen der Korrelationen für absolute und normalisierte HF-HRV-Werte, s. Anhang 5, Tabelle 25 und 26). Mit den absoluten Werten der HF-HRV während des ER-Experiments als Grundlage für die Korrelationen fanden sich keine signifikanten Zusammenhänge mit den genannten Fragebögen. Wurden die normalisierten Werte der HF-HRV während des ER-Experiments auf Zusammenhänge mit den Fragebogen-Parametern untersucht, fanden sich negative und als groß einzustufende Korrelationen zwischen der Subskala DCS-2 (Beschuldigung anderer) des DBT-WCCL mit den folgenden Bedingungen des ER-Experiments: negative Bilder + *belassen* ($r_{(30)} = -0.50$, $p = .005$), positive Bilder + *vermindern* ($r_{(30)} = -0.50$, $p = .005$), neutrale Bilder + *belassen* ($r_{(30)} = -0.64$, $p < .001$). Die zwei übrigen experimentellen Bedingungen wiesen Trends zu einem negativen Zusammenhang auf

(negative Bilder + *vermindern*: $r_{(30)}=-0.44$, $p=.014$, positive Bilder + *belassen*: $r_{(30)}=-0.42$, $p=.020$).

Beantwortung von Fragestellung 4 (Zusammenhang zwischen HF-HRV bei einem ER-Experiment und Psychometrie)

Es bestand keine a-priori-Hypothese wegen des explorativen Charakters der Fragestellung. Je mehr die BPS-Probanden die dysfunktionale ER-Strategie *Beschuldigung anderer* in schwierigen Situationen nutzten, desto geringer war ihre HF-HRV n. u. und damit der Anteil parasymphatischer Aktivität (vs. dem Anteil an sympathischer Aktivität) während des ER-Experiments.

3 STUDIE II: Wirksamkeit eines emotionalen Arbeitsgedächtnis-Trainings bei Patienten mit Borderline-Persönlichkeitsstörung

In Studie II wurde die Wirksamkeit eines emotionalen WM-Trainings bei BPS-Patienten in einem randomisiert-kontrollierten Längsschnitt-Design evaluiert. Die Studie wurde in Kooperation mit Susanne Schweizer, Tim Dalgleish und Adam Hampshire (Medical Research Council Cognition and Brain Sciences Unit, University of Cambridge, Vereinigtes Königreich) durchgeführt, die die technischen Voraussetzungen für die Implementierung der Computertrainings ermöglichten. Die folgende Beschreibung von Methodik und Ergebnissen richtet sich aufgrund des randomisiert-kontrollierten Designs nach den Richtlinien des sog. CONSORT-Statement (Consolidated Standards Of Reporting Trials; Moher et al., 2010; Pittler, Blümle, Meerpohl, & Antes, 2011; Schulz, Altman, & Moher, 2010).

3.1 Material und Methodik

3.1.1 Studienteilnehmer und Rekrutierung

Im Zeitraum zwischen Juli 2014 und Juli 2016 wurden für Studie II 133 ambulante BPS-Patienten im Alter zwischen 18 und 55 Jahren über die Studie informiert (zum Rekrutierungsprozedere, den Details der Ein- und Ausschlusskriterien sowie der Bewilligung durch die lokale Ethikkommission s. Studie I; 2.1). Interessierte Patienten ($n= 119$) wurden bzgl. der Ein- und Ausschlusskriterien untersucht. Der einzige Unterschied zu Studie I bzgl. der Ausschlusskriterien war, dass in Studie II auch BPS-Patienten teilnahmen, die Psychopharmaka einnahmen. Mit 68 der 79 für die Studienteilnahme geeigneten Probanden wurde ein Termin für die erste Laboruntersuchung (MZ1) vereinbart. Die Teilnehmer wurden bei diesem Termin per Randomisierung entweder in die Gruppe eingeteilt, die ein emotionales WM-Training trainierte (*emotional working memory training*; EWM-Gruppe) oder in die aktive KG, die ein Aufmerksamkeits-Training trainierte (*cognitive feature match task*; CFM-Gruppe²⁰). Die Randomisierung erfolgte durch den Untersuchungsleiter zu Beginn von MZ1 (einfache Verblindung), nachdem die Patienten schriftlich ihre Einwilligung zur Studienteilnahme gegeben hatten. Es wurden 37 Patienten der EWM-Gruppe und 31 Patienten

²⁰ Aufgrund technischer Schwierigkeiten mit dem CFM-Training und um den Rekrutierungsfluss nicht zu unterbrechen wurden einmalig drei Teilnehmer ohne Randomisierung der EWM-Gruppe zugeteilt.

der CFM-Gruppe zugeteilt. Das Untersuchungsdesign sah zwei Messzeitpunkte (MZ1 und MZ2) mit experimentellen Laboruntersuchungen in einem Abstand von ca. fünf Wochen vor. Im Anschluss an MZ1 wurde den Patienten eine Informationsmappe (Inhalt: Kontaktdaten der Studienleiter, Trainingsrational, Anleitung zum Trainingsstart, Trainingsplan, Studien-Notfallplan bei akuter Krise; s. Anhang 6) über das ihnen zugeteilte Computertraining ausgehändigt und diese ausführlich besprochen. Die Probanden wurden gebeten, sich in akuten Krisen gegebenenfalls an bereits bestehende Notfallpläne zu halten bzw. bei Bedarf den Studien-Notfallplan zu nutzen²¹. Auch bei Fragen zur Studie konnten sie sich an die Autorin wenden. Beide Gruppen wurden darüber informiert, dass die Intention des Trainings eine Verbesserung der ER sei und erst am Ende von MZ2 darüber aufgeklärt, dass es zwei verschiedene Trainingsgruppen gab. Sie trainierten im Anschluss an MZ1 selbstständig an ihrem persönlichen Computer maximal 20 Trainingseinheiten innerhalb von 28 Tagen (maximal eine Trainingseinheit/Tag) und bei MZ2 sollten sie mindestens 16 Trainingstage absolviert haben. Ca. eine Woche nach MZ1 wurden die Teilnehmer erneut kontaktiert um nachzufragen, ob mit dem Training begonnen wurde, Fragen bestanden und um einen Termin für MZ2 zu vereinbaren. Zu diesem Zeitpunkt hatten 5 Patienten ($n=3$ EWM-Gruppe; $n=2$ CFM-Gruppe) das ihnen zugeteilte Training nicht begonnen und entschieden, die Studienteilnahme abubrechen (*Non-Starter*, s. Abbildung 7). Die übrigen 63 Probanden bildeten die Intent-to-treat-Stichprobe (ITT-Stichprobe) zu MZ1 ($n=34$ EWM-Gruppe; $n=29$ CFM-Gruppe).²² Es brachen 9 Probanden der EWM-Gruppe und 4 Probanden der CFM-Gruppe das Training ab, sodass eine totale Dropout-Rate (inkl. Non-Starter) von 26.47% (EWM-Gruppe: 32.43%, CFM-Gruppe 19.35%) bestand. Jeweils 25 Patienten pro Gruppe wurden zu MZ2 erneut untersucht. Patienten, denen es gelang, wie gefordert mindestens 16 Trainingseinheiten des jeweiligen Trainings durchzuführen, wurden als *Completer* bezeichnet ($n=21$ EWM-Gruppe; $n=22$ CFM-Gruppe). Bei 5 Patienten ($n=3$ EWM-Gruppe; $n=2$ CFM-Gruppe) wurden im Trainingszeitraum einzelne Psychopharmaka entweder neu eindosiert oder vollständig abgesetzt. Da ein möglicher Trainingseffekt darauf zurückzuführen sein könnte, wurden diese Probanden für die längsschnittlichen Analysen ausgeschlossen. Die längsschnittliche ITT-Analyse bezog sich daher auf 22 Probanden der EWM-Gruppe sowie 23

²¹ Die Autorin wurde von 3 Probanden ($n=2$ EWM-Gruppe, $n=1$ CFM-Gruppe) in einer akuten psychischen Krise im Rahmen des Studien-Notfallplans telefonisch kontaktiert. Es wurden im Sinne eines DBT-Telefoncoachings konkrete Bewältigungsstrategien angeboten und die Suizidalität abgeklärt. Bei keinem Probanden bestand im Zeitraum der Studienteilnahme ein Hinweis auf akute Suizidalität.

²² Da untersucht werden sollte, ob sich die Gruppe der Probanden, die das Training begonnen hatten, jedoch danach abbrechen auf Ebene der Stichprobenbeschreibung von der übrigen Gruppe der Trainingsbeginner unterschied, wurde die Gruppe der Non-Starter von der ITT-Stichprobe zu MZ1 ausgenommen.

Probanden der CFM-Gruppe bzw. die Completer-Analyse auf 18 Probanden der EWM-Gruppe und 20 Probanden der CFM-Gruppe. Der Probandenfluss ist im Detail in Abbildung 7 veranschaulicht.

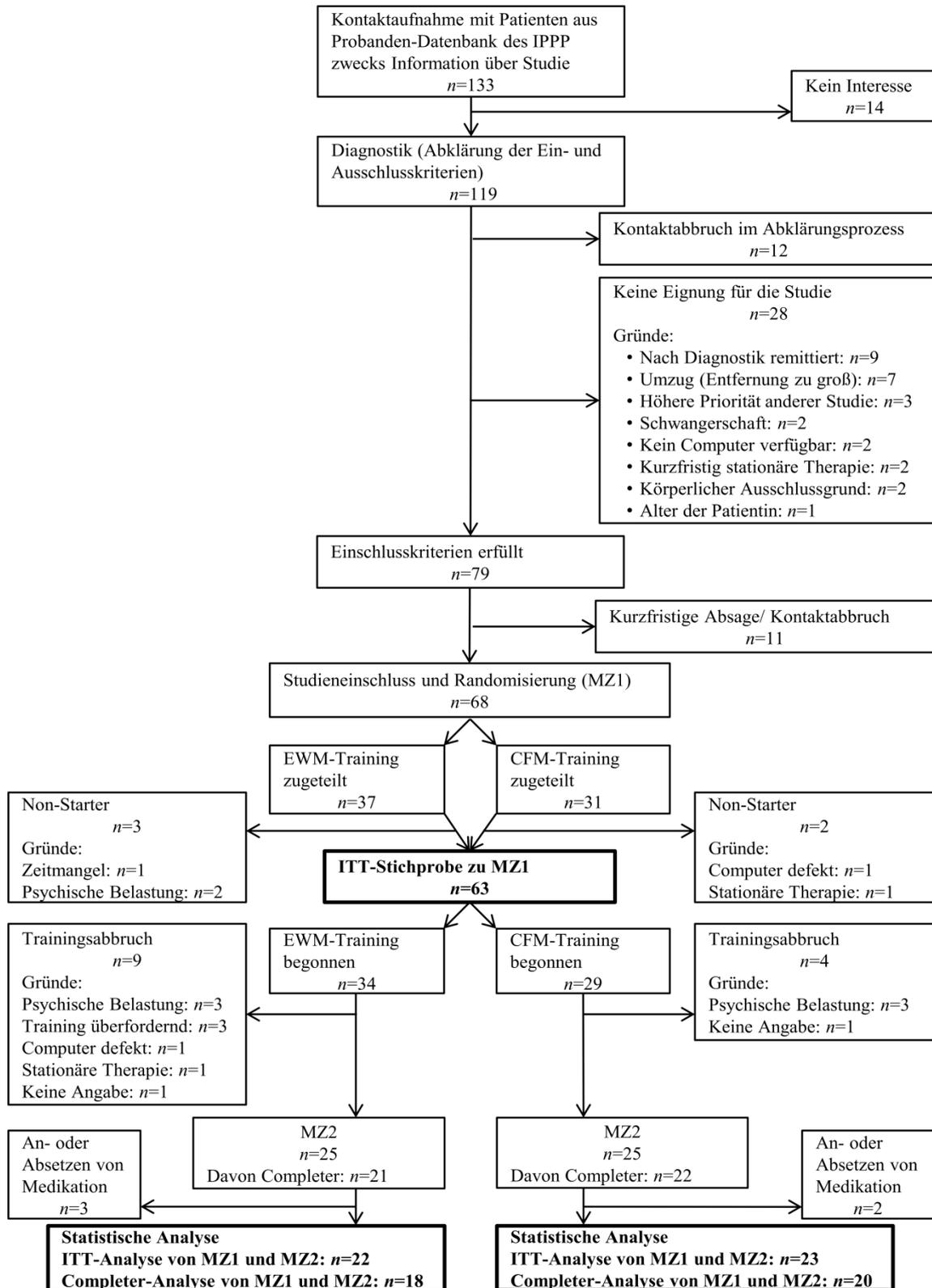


Abbildung 7. Probandenfluss von Studie II.

Anmerkung: IPPP= Institut für Psychiatrische und Psychosomatische Psychotherapie des Zentralinstitut für Seelische Gesundheit Mannheim; MZ1= Messzeitpunkt 1; MZ2= Messzeitpunkt 2; Non-Starter= Probanden, die zu MZ1 untersucht wurden, jedoch nicht das ihnen zugeteilte Training begannen; ITT-Stichprobe zu MZ1= Intent-to-treat-Stichprobe zur Stichprobenbeschreibung zu MZ1 (inkl. Probanden, die ihr Training begannen, dies jedoch später abbrachen); EWM-Training= Emotional Working Memory Training; CFM-Training= Cognitive Feature Match Training (Kontrollbedingung); Completer: Probanden, die mindestens 16 Tage trainierten; ITT-Analyse von MZ1 und MZ2= Intent-to-treat-Analyse zur Untersuchung des Trainingseffekts mit allen Probanden, die trainiert haben, zu beiden MZ untersucht wurden (inkl. Probanden, die weniger als 16 Tage trainiert haben) und nicht Psychopharmaka absetzten oder neu einnahmen. Completer-Analyse von MZ1 und MZ2: Analyse zur Untersuchung des Trainingseffekts mit allen Probanden, die mindestens 16 Tage trainierten, zu beiden MZ untersucht wurden und nicht Psychopharmaka absetzten oder neu einnahmen.

Aufgrund der Daten von Schweizer et al. (2013) konnte von einer großen Effektstärke (standardized mean difference; Cohen's $d = .88$) ausgegangen werden. Ausgegangen von einer anfänglichen Stichprobengröße von 52 (26 pro Gruppe) und einer erwarteten Dropout-Rate von ca. 15%, wurde eine Stichprobe von insgesamt 45-46 Personen bei einem β -Fehler von 16,9% (Power: 83.1) angestrebt. Die Stichprobe wurde aufgrund einer sich im Studienverlauf abzeichnenden größeren Dropout-Rate und daraus resultierenden Rekrutierungsschwierigkeiten wie oben beschrieben vergrößert.

3.1.2 Demographische Charakteristika der Studienteilnehmer

Tabelle 12 zeigt zur Stichprobenbeschreibung die demographischen Charakteristika der zwei Probandengruppen (EWM-Gruppe und CFM-Gruppe) sowie eine Auflistung der komorbiden Erkrankungen beider Gruppen. Grundlage hierfür ist die ITT-Stichprobe zu MZ1 ($n=63$). Sie enthält alle Probanden, die zu MZ1 untersucht wurden und mit dem ihnen zugeteilten Training begannen. Die Gruppen unterschieden sich nicht bzgl. Alter, Schulabschluss und Intelligenz (alle Gruppenvergleiche $p > .140$). Intelligenz wurde ebenso wie in Studie I mittels des Mehrfach-Wortschatz-Intelligenz-Test (MWT-B) von Lehrl (1989) gemessen (s. 2.1.4). Die EWM-Gruppe wies im Durchschnitt 1.91 (Standardabweichung [SD]=1.26) und die CFM-Gruppe 1.79 ($SD=1.11$) aktuelle komorbide Erkrankungen auf. Damit unterschieden sie sich nicht signifikant voneinander ($t_{(61)}=0.39$, $p=.696$, $d=0.10$). Die häufigsten Achse-I-Störungen beider Gruppen waren affektive Störungen, Angststörungen, PTBS sowie Essstörungen (für detaillierte Angaben s. Tabelle 12).

Tabelle 12

Demographische Charakteristika und aktuelle komorbide Erkrankungen der Studienteilnehmer von Studie II

	EWM (n= 34)	CFM (n= 29)	Gruppenvergleiche
Alter (Jahre)	31.24 ± 9.69	32.48 ± 10.04	$t_{(61)}=0.62, p=.501, d=-0.13$
<i>Schulabschluss (n (%))</i>			
Hauptschule	5 (14.7)	3 (10.3)	$p=.991$
Realschule	14 (41.2)	10 (34.5)	
Abitur	15 (44.1)	16 (55.2)	
Intelligenz (MWT-B; korrekte Antworten)	29.41 ± 3.30	30.75 ± 3.77	$t_{(60)}=-1.49, p=.141, d=-0.38$
<i>Aktuelle komorbide Erkrankungen (n (%))</i>			
<i>Affektive Störung</i>			
Substanzabhängigkeit	17 (50.0)	12 (41.4)	
Substanzmissbrauch	0 (0)	0 (0)	
Angststörungen	7 (20.6)	3 (10.34)	
Zwangsstörung	12 (35.3)	7 (24.1)	
PTBS	3 (8.8)	1 (3.5)	
Somatoforme Störungen	10 (29.4)	11 (37.9)	
Essstörungen	1 (2.9)	1 (3.5)	
	10 (29.4)	6 (20.7)	

Anmerkung: EWM= Probanden der Trainingsgruppe, die das emotionale WM-Training trainierte. CFM= Probanden der Trainingsgruppe, die eine kognitive Aufmerksamkeitsaufgabe (Cognitive Feature Match Training; Kontrollbedingung) trainierte. Alter und Intelligenz werden mit Mittelwerten ± Standardabweichungen berichtet. MWT-B=Mehrfach-Wortschatz-Intelligenz-Test. PTBS=Posttraumatische Belastungsstörung.

Medikation

16 Probanden der EWM-Gruppe (47.1%) und 14 Probanden der CFM-Gruppe (48.3%) nahmen Psychopharmaka ein (s. Tabelle 13). Es bestand damit kein Gruppenunterschied bzgl. der Anzahl der medizierten Probanden ($p=1.00$). Die meisten der medizierten Probanden waren mit Antidepressiva (Serotonin-Wiederaufnahmehemmer: $n=18$; Serotonin-Noradrenalin-Wiederaufnahmehemmer: $n=6$; andere Antidepressiva: $n=6$) oder Neuroleptika ($n=9$) mediziert. Einzelne Probanden nahmen außerdem Antiepileptika, Phasenprophylaktika oder sonstige Psychopharmaka ein. Bei 5 Patienten ($n=3$ der EWM-Gruppe; $n=2$ der CFM-Gruppe) wurden im Trainingszeitraum entweder Psychopharmaka neu eindosiert oder abgesetzt. Diese Probanden wurden für die längsschnittlichen Analysen nicht berücksichtigt um auszuschließen, dass ein möglicher Trainingseffekt auf die Eindosierung bzw. das Absetzen der Medikation zurückgeführt werden könnte. Sie unterschieden sich jedoch nicht

bzgl. Alter ($t_{(48)}=-0.80$, $p=.430$, $d=-0.43$), Schulabschluss ($p=1.00$), Intelligenz ($t_{(47)}=0.52$, $p=.603$, $d=0.29$) und Anzahl aktueller komorbider Erkrankungen ($t_{(48)}=-0.13$, $p=.901$, $d=-0.08$) von den übrigen Probanden.

Tabelle 13

Medikation der Studienteilnehmer von Studie II zu MZ1

	EWM (n= 34)	CFM (n= 29)
Antidepressiva	n (%)	n (%)
SSRI	8 (23.5)	10 (34.5)
SNRI	4 (11.8)	2 (6.9)
Andere Antidepressiva	3 (8.8)	3 (10.3)
Neuroleptika	3 (8.8)	9 (31.0)
Antiepileptika	1 (2.9)	1 (3.5)
Phasenprophylaktika	1 (2.9)	0 (0)
Sonstiges	2 (5.9)	0 (0)

Anmerkung: MZ1= Messzeitpunkt 1. SSRI= Serotonin-Wiederaufnahmehemmer. SNRI= Serotonin-Noradrenalin-Wiederaufnahmehemmer.

Bei zwei Probanden der EWM-Gruppe wurde im Studienzeitraum die Medikation lediglich geringfügig verändert (minimale Aufdosierung bzw. Reduktion eines Antidepressivums) und ihre Daten von MZ1 und MZ2 daher für die längsschnittliche Analyse beibehalten. Die übrigen klinischen Charakteristika der Stichprobe werden in der Ergebnissektion (s. 3.2.1) beschrieben.

Analyse zum Unterschied der Gruppe der Trainingsabbrecher zur Gesamtgruppe

Zur Überprüfung, ob sich die Gruppe der Trainingsabbrecher ($n=13$) von der übrigen Gesamtgruppe zu MZ1 ($n=50$) unterschied, wurden t -Tests berechnet. Es wurden keine Gruppenunterschiede bzgl. Alter ($t_{(61)}=-0.36$, $p=.717$, $d=-0.10$), Schulabschluss ($p=.992$), Intelligenz ($t_{(60)}=-1.13$, $p=.287$, $d=0.31$), Anzahl aktueller komorbider Erkrankungen ($t_{(61)}=-0.76$, $p=.449$, $d=-0.22$) und Anzahl medizierter Probanden ($p=1.00$) beobachtet.

3.1.3 Ablauf der experimentellen Laboruntersuchungen

Alle Probanden wurden vor Beginn des vierwöchigen Computertrainings in einer experimentellen Laboruntersuchung (MZ1, s. Studie I; 2.1.3) untersucht. Nachdem die Probanden in den folgenden vier Wochen das jeweilige ihnen zugeteilte Computertraining absolviert hatten, wurde innerhalb von 7 Tagen eine zu MZ1 nahezu identische Laboruntersuchung (MZ2) durchgeführt, d. h., es wurde erneut unter Einbezug einer HF-

HRV-Messung²³ der EWMT und das ER-Experiment durchgeführt. Das emotionale WM (EWMT) und die ER (ER-Experiment) stellten die primären Zielkriterien im Rahmen des randomisiert-kontrollierten Designs dar. Die Probanden füllten zudem erneut Fragebögen aus (s. 3.1.5). Zum Abschluss von MZ2 wurde den Probanden für die Teilnahme gedankt, sie erhielten die Aufwandsentschädigung (48 € für die Teilnahme an MZ1 und MZ2 sowie die selbstständige Durchführung des Computertrainings), bekamen ihre Fahrtkosten erstattet und wurden über die Bedeutung der Studie aufgeklärt (Debriefing).

3.1.4 Beschreibung der zwei Computertrainings

Die Probanden wurden randomisiert zwei verschiedenen Trainingsbedingungen zugewiesen. Diese bestanden zum einen aus einem emotionalen Arbeitsgedächtnis-Training (*emotional working memory training*; EWM-Gruppe) und zum anderen aus einem Aufmerksamkeits-Training (cognitive feature match task; CFM-Gruppe) das als aktive Kontrollbedingung fungierte. Beide Computertrainings wurden von Susanne Schweizer, Tim Dalgleish und Adam Hampshire (Medical Research Council Cognition and Brain Sciences Unit, University of Cambridge, Vereinigtes Königreich) entwickelt (Schweizer et al., 2011; Schweizer et al., 2013) und ihre Nutzung für die Dauer der Studie gestattet. In einem Zeitraum von 28 Tagen sollten die Probanden mindestens 16 und konnten maximal 20 Trainingseinheiten à ca. 20-30 Minuten absolvieren, wobei sie sich per Internet für das ihnen zugeteilte Training einloggten. Der Zeitpunkt einer Trainingseinheit konnte frei gewählt werden um eine flexible Anpassung an den Alltag der Probanden zu ermöglichen. Sie wurden zudem gebeten, nur eine Trainingseinheit pro Tag zu absolvieren. Die Speicherung der Rohdaten erfolgte auf dem Server der oben erwähnten Kooperationspartner. Die Rohdaten wurden der Autorin nach Abschluss der Studie zur Verfügung gestellt. Im Folgenden werden beide Trainingsbedingungen gesondert beschrieben sowie zwei Maße zur Deskription der Trainingsdurchführung (Trainingsdauer und Trainingserfolg) eingeführt. Wichtige Details zur Vorverarbeitung und Analyse der Rohdaten sind in der Beschreibung der statistischen Analysen (s. 3.1.6) zusammengefasst.

EWM-Training

Das EWM-Training wurde analog zu Schweizer et al. (2013) durchgeführt und bestand aus affektiven n-back-Aufgaben. Die Probanden trainierten an den ersten sechs Trainingstagen pro Tag abwechselnd n-back-Aufgaben mit visuellen Stimuli (Gesichter; Tag 1, 3 und 5) und auditiven Stimuli (gesprochene Wörter; Tag 2, 4 und 6). Ab Tag 7 trainierten sie duale n-

²³ Die Auswertung der HF-HRV im längsschnittlichen Design war nicht Fokus von Studie II und wird daher nicht berichtet.

Jede Trainingseinheit hatte eine Dauer von 20-30 Minuten mit 20 Blöcken à 20 + n Durchgänge. Die Dauer war damit abhängig vom erreichten n-back-Level. Bei jeweils der Hälfte aller Durchgänge stimmte der präsentierte Stimulus mit dem n Positionen zuvor überein. Wenn ein Durchgang vom Probanden korrekt beantwortet wurde, ertönte ein hoher, glockenartiger Ton. Bei einer falschen oder zu späten Antwort ertönten zwei kurze, tiefe Töne hintereinander. Jede Trainingseinheit begann mit $n=1$ und steigerte sich zum nächsten Block um ein n , wenn die Patienten mindestens 3 Durchgänge innerhalb eines Blocks hintereinander korrekte Antworten gaben bzw. sank um ein n , wenn die Patienten fünfmal in Folge falsche Antworten gaben (sog. adaptive n-back-Aufgaben). Auf diese Weise wurde sichergestellt, dass die Aufgabenschwierigkeit mit der maximalen persönlichen Performanz der Patienten korrespondierte. Um einer Überforderung vorzubeugen, hatten die Probanden unabhängig von ihrer Performanz die Möglichkeit, das Training nach 10 Minuten zu beenden.

Pro Trainingseinheit wurden 20 Gesichter und 10 Wörter eingesetzt. Die Gesichter wurden identisch zu Schweizer, Hampshire und Dalgleish (2011) eingesetzt und entstammten dem NimStim Face stimuli Set (Tottenham et al., 2009) sowie dem Karolinska Directed Emotion Faces Set (Lundqvist et al., 1998). Sie zeigten zwei weibliche und zwei männliche Individuen. Die negativen und neutralen Wörter stammen aus dem Wort-Set *Affective norms for English words* (ANEW; Bradley & Lang, 1999) und wurden von sieben klinischen Psychologen der erwähnten Kooperationspartner mit mindestens 5 Jahren Berufserfahrung geratet. Die Wörter mit den höchsten Ratings wurden für das Training ausgewählt (S. Schweizer, persönliche Kommunikation, 18. Mai 2016). Die positiven Wörter wurden von der Autorin aus der Berliner Affektiven Wortliste (Võ et al., 2009; Võ, Am Jacobs, & Conrad, 2006) ausgewählt. Im Anhang 7 (Tabelle 27) sind alle auditiven Stimuli des Trainings aufgelistet. Sie wurden jeweils zur Hälfte von einem Mitarbeiter und einer Mitarbeiterin des Instituts Psychiatrische und Psychosomatische Psychotherapie gesprochen, die Deutsch als Muttersprache und ohne regionalen Akzent sprachen. Pro Trainingseinheit wurden 10 Wörter eingesetzt, von denen 80% emotionalen (40% negativ, 40% positiv) und 20% neutralen Inhalt hatten.

CFM-Training

Die Probanden der aktiven KG trainierten eine kognitive Aufmerksamkeits-Aufgabe, die minimale WM-Kapazität erforderte (CFM-Training). Die Aufgabe bestand darin, zwei gleichzeitig präsentierte Quadrate mit jeweils 8 bis 12 geometrischen Formen darin miteinander zu vergleichen und anzugeben, ob die Formen identisch sind oder nicht (Schweizer et al., 2011). Der Schwierigkeitsgrad der Aufgabe wurde durch eine Randomisierung der Formen konstant gehalten und stieg nicht wie beim EWM-Training in

Abhängigkeit der Leistung des Trainierenden an. Eine Trainingseinheit hatte eine Dauer von maximal 20 Minuten, wobei auch hier die Probanden wie im EWM-Training die Möglichkeit hatten, das Training nach 10 Minuten zu beenden. Korrekte und falsche Antworten wurden durch die gleichen Töne wie im EWM-Training signalisiert. Bei einer korrekten Lösung bekam der Proband Punkte zugeschrieben und bei einer falschen Lösung wurden ihm Punkte abgezogen. Die Anzahl der Punkte war dabei abhängig von der Anzahl der gelösten Aufgaben und der benötigten Zeit. Es wurden mehr Punkte vergeben, wenn der Trainierende mehr Aufgaben in weniger Zeit löste. Der jeweils aktuelle Punktestand war für den Probanden ständig auf der Trainingsoberfläche sichtbar.

Maße zur Trainingsdurchführung: Trainingsdauer und Trainingserfolg

Trainingsdauer: Diese wurde für beide Gruppen definiert als Summe der Trainingsdauer aller absolvierten Trainingseinheiten in Sekunden. Es wird zudem die durchschnittliche Anzahl der absolvierten Trainingseinheiten berichtet. Da die Probanden beider Gruppen jedoch die Trainingseinheiten nach 10 Minuten beenden konnten und damit die Trainingsdauer pro Tag zwischen den Probanden nicht konstant gehalten werden konnte, ist die Gesamt-Trainingsdauer in Sekunden das validere Maß für die Trainingsdauer im Vergleich zur Anzahl absolvierter Trainingseinheiten²⁴.

Trainingserfolg: Studie II beinhaltete keine Performanzmessung der Trainingsaufgaben zu MZ1 und MZ2 unter Laborbedingungen wie es bei Schweizer et al. (Schweizer et al., 2011; Schweizer et al., 2013) erfolgte. Der erreichte Trainingserfolg konnte daher nur durch geschätzte Maße definiert werden, die auf den Rohdaten der einzelnen Trainingseinheiten basierte. Aufgrund der unterschiedlichen Trainingsaufgaben mussten diese Maße für die Gruppen getrennt bestimmt werden, sodass kein Gruppenvergleich möglich war.²⁵

Für die EWM-Gruppe wurde der Trainingserfolg als gewichteter Score definiert, der sich aus drei Differenzwerten berechnete (analog zu den drei n-back-Aufgabentypen, die trainiert wurden). Die Differenzwerte bestanden pro Person jeweils aus der Differenz zwischen dem

²⁴ Einige wenige Probanden absolvierten trotz der expliziten Bitte von einer Trainingseinheit pro Tag vereinzelt zwei Trainingseinheiten am Tag. Wenn die zweite Trainingseinheit des Tages mindestens 10 Minuten dauerte, wurde sie als absolvierte Trainingseinheit gewertet. In wenigen Fällen vergaßen Probanden, sich aus dem Computertraining auszuloggen, sodass unrealistisch lange Trainingszeiten resultierten. Die Beobachtungen wurden jeweils mit dem Mittelwert der übrigen Trainingseinheiten dieser Person ersetzt. Aufgrund technischer Schwierigkeiten bei der Speicherung auf dem lokalen Server der *Medical Research Council Cognition and Brain Sciences Unit* wurden die Trainings-Rohdaten von 5 Probanden der CFM-Gruppe nicht oder nicht vollständig gespeichert. Für die Information zur Trainingsdauer, standen der verbale oder schriftliche Selbstbericht zur Verfügung, jedoch nicht die erreichten Punktwerte als Beweis für die Richtigkeit dieser Angaben.

²⁵ Eine kritische Auseinandersetzung mit den Trainingserfolgs-Maßen erfolgt in der Diskussion von Studie II.

maximalen erreichten n-back-Level bei einem Aufgabentyp und dem erreichten n-back-Level am jeweils ersten Tag, an dem diese Aufgabe trainiert wurde. Der Trainingserfolg wurde als gewichteter Mittelwert dieser drei Differenzwerte definiert. Die Gewichtung erfolgte anhand der jeweiligen Anzahl an Tagen, die die jeweilige Aufgabe von einer Person trainiert wurde. Zur Veranschaulichung ein Beispiel: Eine Probandin hat 16 Trainingseinheiten trainiert. Dies entspricht 3 Tagen visuellem n-back-Training, 3 Tagen auditivem n-back-Training und 10 Tagen dualem n-back-Training. Der Trainingserfolgs-Score besteht damit zu jeweils 3/16 aus den beiden Differenzwerten des erreichten n der visuellen und auditiven n-back-Aufgaben und zu 10/16 aus dem Differenzwert der dualen n-back-Aufgabe.

Für die CFM-Gruppe wurde der Trainingserfolg ebenfalls als Differenzwert definiert. Da nur ein Aufgabentyp trainiert wurde bestand dieser aus lediglich einem Wert, nämlich – analog zum EWM-Score – aus der Differenz zwischen dem erreichten Punktescore bei der ersten Trainingseinheit und dem maximalen erreichten Score der übrigen Trainingseinheiten.

3.1.5 Psychometrie

Die Probanden beantworteten bei MZ1 die folgenden bereits in Studie I (s. 3.1.5) beschriebenen Fragebögen zu klinischen Charakteristika: DERS, ERQ, DBT-WCCL, BDI-II, BSL-23, FDS. Bei MZ2 füllten sie die Fragebögen DSS-4 und SAM (jeweils vor der Baseline-Messung, nach dem EWMT und nach dem Experiment zur ER) sowie STAI-S (vor der Baseline-Messung) zu ihrem Zustand vor, während und nach den Experimenten aus. Zusätzlich beantworteten die Probanden bei MZ2 einen von der Autorin entworfenen Fragebogen zur Akzeptanz des jeweiligen Computertrainings:

Δ FBAT (Fragebogen zur Akzeptanz des Trainings; Walther & Krause-Utz, 2014): Der Fragebogen zur Akzeptanz des Computertrainings bestand aus sieben Fragen, mit denen eine Einschätzung auf einer 5-stufigen Likert-Skala (von 1 - *trifft überhaupt nicht zu* bis 5 - *trifft voll und ganz zu*) zu folgenden Themen vorgenommen wurde: subjektiv wahrgenommene Nützlichkeit des Trainings (3 Items, z. B. *Ich sehe zu diesem Zeitpunkt für mich persönlich einen Sinn darin, das Training durchgeführt zu haben*), Trainingsmotivation (1 Item: *Ich war insgesamt in den letzten vier Wochen motiviert, das Training durchzuführen*), Anwendbarkeit (2 Items, z. B. *Insgesamt war für mich persönlich der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben angemessen*) und Bedienbarkeit auf technischer Ebene (1 Item: *Insgesamt hat die Bedienung des Computers im Zusammenhang mit dem Training gut funktioniert*). Zudem gaben die Probanden als zusätzliche Einschätzung zur Anwendbarkeit an, ob der Trainingszeitraum für sie angemessen war oder ob dieser als zu kurz oder zu lang wahrgenommen wurde. In drei Fragen mit offenem Antwortformat gaben die Probanden an, was beim Trainieren hilfreich

bzw. weniger hilfreich war und brachten Vorschläge zur Verbesserung des Trainings einbringen. Für die Auswertung wurde neben einer detaillierten Beschreibung der Ergebnisse auf Itemebene ein Summen-Score aus den sieben Items mit Likert-Skala gebildet. Es wurde festgelegt, dass eine niedrige Akzeptanz bei einem Wert zwischen 7-16, eine mittlere bei einem Score von >16-25 und eine hohe Akzeptanz bei einem Wert von >25-35 vorliegt.

Interne Konsistenz der psychometrischen Fragebögen

Die interne Konsistenz der Fragebögen zu beiden Messzeitpunkten ist bis auf zwei Ausnahmen als akzeptabel (ab Cronbachs $\alpha=0.70$, trifft zu bei 7 von 27 Skalen), gut (ab Cronbachs $\alpha=0.80$, trifft zu bei 8 von 27 Skalen) oder sogar exzellent (ab Cronbachs $\alpha=0.90$, trifft zu bei 10 von 27 Skalen) einzuschätzen (für detaillierte Angaben s. Anhang 8, Tabelle 28).²⁶ Lediglich die Subskala DCS-1 des DBT-WCCL und die Subskala Dissoziative Amnesie des FDS zeigen mit einem Cronbachs α von jeweils 0.67 eine eher schwache interne Konsistenz.

3.1.6 Statistische Analysen

Alle Berechnungen wurden mit dem Statistik-Programm IBM SPSS Statistics 23 und auf einem Fehlerniveau von $\alpha=.05$ (zweiseitig) durchgeführt. Die Normalverteilungsannahme der im Folgenden analysierten aVs wurde mittels Kolmogorov-Smirnov-Tests überprüft. Effektstärken wurden ebenso wie in Studie I nach Cohen (1988) eingeordnet:

- Cohens d : 0.20 = klein, 0.50 = mittelgroß, ab 0.80 = groß,
- Korrelationskoeffizient r : 0.10 = klein, 0.30 = mittelgroß, ab 0.50 = groß,
- η_p^2 : 0.01 = klein, 0.06 = mittelgroß, ab 0.14 = groß.

Analyse der demographischen und klinischen Charakteristika, der Verhaltensdaten zu MZ1 sowie der Daten zur Trainingsdurchführung

Vor der Analyse der Fragestellungen von Studie II wurde überprüft, ob sich die beiden Trainingsgruppen zu MZ1 bzgl. demographischer und klinischer Charakteristika, der Verhaltensdaten sowie hinsichtlich der Trainingsdurchführung (Trainingsdauer und Trainingserfolg) unterschieden. Es wurden dazu für intervallskalierte Merkmale t -Tests und für ordinalskalierte Merkmale Kolmogorov-Smirnov-Tests durchgeführt. Die Freiheitsgrade der t -Tests (auch in den folgenden Analysen) wurden bei heterogenen Varianzen, die durch einen signifikanten Levene-Test auf Varianzhomogenität aufgedeckt wurden, entsprechend korrigiert. Es wurde zudem untersucht, ob sich die Gruppe der Trainingsabbrecher ($n=13$) von der übrigen Gesamtgruppe zu MZ1 unterschied. Beim EWMT wurden die aVs (korrekte

²⁶ Der Fragebogen SAM zur subjektiven Anspannung der Probanden besteht aus nur einem Item, sodass die Berechnung von Cronbachs α nicht möglich war.

Antworten; Reaktionszeit) der einzelnen Distraktoren durch sog. Poolen als Mittelwert zusammengefasst um die statistische Power zu erhöhen. Der Trainingserfolg wurde für die Gruppen getrennt auf deskriptive Weise untersucht, da aufgrund unterschiedlicher Maße kein inferenzstatistischer Vergleich möglich war (s. 3.1.4).

Analyse des Treatments-Effekts beim emotionalen Arbeitsgedächtnis (Fragestellung 5)

Die im Folgenden beschriebenen längsschnittlichen Analysen zur Beantwortung der Fragestellungen 5 und 6 wurden jeweils mit der ITT-Stichprobe ($n=45$) und der Completer-Stichprobe ($n=38$) durchgeführt. Das Vorliegen eines Treatment-Effekts bzgl. des emotionalen WM (erfasst durch den EWMT) wurde mit einer zweifaktoriellen Kovarianzanalyse (ANCOVA) mit Messwiederholung auf einem Faktor überprüft. Unabhängige Variablen waren die Faktoren *Gruppe* (EWM-Gruppe; CFM-Gruppe) und *Zeit* (MZ1, MZ2). AVs waren der Anteil korrekter Antworten sowie die Reaktionszeiten beim EWMT. Die Gesamt-Trainingsdauer wurde als Kovariate eingesetzt um für den möglichen Einfluss auf den Treatment-Effekt zu kontrollieren. Ein signifikanter Treatment-Effekt wäre bei einem signifikanten Interaktionseffekt *Gruppe* x *Zeit* gegeben. Zur Richtungsbestimmung eines Treatment-Effekts würden *t*-Tests für abhängige Stichproben berechnet werden. Die Sphärizitätsannahme wurde nicht geprüft, da dies erst ab drei Messzeitpunkten möglich ist.

Analyse des Treatment-Effekts bei der ER (Fragestellung 6)

Das Vorliegen eines Treatment-Effekts bzgl. der ER (erfasst durch das ER-Experiment) wurde je Bildvalenz (negativ, positiv, neutral) mit einer ANCOVA mit Messwiederholung auf einem Faktor überprüft. Unabhängige Variablen waren bei den Analysen für negative und positive Bilder die Faktoren *Gruppe* (EWM-Gruppe; CFM-Gruppe), *Zeit* (MZ1, MZ2) und *Instruktion* (vermindern; belassen) und bei neutralen Bildern nur die Faktoren *Gruppe* und *Zeit* (hier gab es lediglich die Instruktion *belassen*). AVs waren für alle Analysen (analog zu Studie I) der aktuelle Affekt (-10 bis +10) sowie die Anspannung (0-10). Die Gesamt-Trainingsdauer wurde wie in Fragestellung 5 als Kovariate eingesetzt. Ein signifikanter Treatment-Effekt wäre für negative und positive Bilder bei einem signifikanten Interaktionseffekt *Gruppe* x *Zeit* x *Instruktion* gegeben (bei negativen Bildern: Instruktion *vermindern*; bei positiven Bildern: Instruktion: *belassen*). Die übrigen Bedingungen (neutrale und negative Bilder + *belassen*; positive Bilder + *vermindern*) fungierten als Kontrollbedingungen. Zur Richtungsbestimmung eines Treatment-Effekts würden *t*-Tests für abhängige Stichproben berechnet werden.

Analyse des Dosis-Effekts für das emotionale Arbeitsgedächtnis und die ER (Fragestellung 7)

Zur Analyse eines Dosis-Effekts wurden für die beiden Trainingsgruppen getrennt die Zusammenhänge zwischen der Gesamt-Trainingsdauer und der Differenz im EWMT bzw. den einzelnen Versuchsbedingungen des ER-Experiments zwischen MZ1 und MZ2 untersucht. Hierfür wurden Pearson-Korrelationen berechnet und die berechneten Korrelationskoeffizienten auf Gruppenunterschiede untersucht (Lenhard & Lenhard, 2014)

Analyse der Akzeptanz der Computertrainings (Fragestellung 8)

Die Akzeptanz beider Trainingsbedingungen wurde mit den Mitteln der deskriptiven Statistik untersucht. Die hier zu untersuchenden Variablen waren ordinal- und nominalskaliert (Likert-Skala von *trifft überhaupt nicht zu* bis *trifft voll und ganz zu* sowie dichotome Ja/Nein-Antwortmöglichkeit). Zusätzlich wurden die qualitativen Daten hinsichtlich der Akzeptanz der Computertrainings (freie schriftliche Kommentare) inhaltlich zusammengefasst.

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Klinische Charakteristika

Tabelle 14 zeigt die per Fragebogen erhobenen klinischen Charakteristika der zwei Gruppen (wenn nicht anders angegeben zu MZ1). Es zeigten sich mit Ausnahme von zwei Fragebögen (DSS-4 zu MZ2; DBT-WCCL) keine signifikanten Gruppenunterschiede in den genannten Parametern (alle Gruppenvergleiche außer DSS-4 zu MZ2 und DBT-WCCL $p > .057$). Die CFM-Gruppe wandte in schwierigen Situationen in den vier Wochen vor MZ1 im Vergleich zur EWM-Gruppe signifikant mehr DBT-Skills (Subskala DSS des DBT-WCCL: $p = .010$, $d = -0.69$; mittlerer Effekt) sowie weniger die dysfunktionale Strategie *Beschuldigung anderer* an (Subskala DCS-2 des DBT-WCCL: $p = .042$, $d = 0.54$; mittlerer Effekt) und zeigte im Trend ($p = .058$, $d = -0.48$) mehr die funktionale ER-Strategie kognitive Neubewertung und mehr Zustandsangst zu MZ2 ($p = .063$, $d = -0.58$). Zu MZ2 schilderte die CFM-Gruppe bei allen drei Zeitpunkten (vor der Baseline-Messung sowie nach beiden Experimenten) signifikant und mit großen Effektstärken stärkere gegenwärtige Dissoziation (DSS-4 zu MZ2: alle Gruppenvergleiche $p < .01$ und $d > 0.91$) sowie im Trend eine größere Anspannung ($p = .088$, $d = -0.52$) und Zustandsangst ($p = .063$, $d = -0.58$) im Vergleich zur EWM-Gruppe. Dies könnte für einen anti-dissoziativen Effekt des EWM-Trainings sprechen. Bei einer Post-hoc-Analyse zum Gruppenvergleich unterscheiden sich die Differenzen in den Variablen DSS-4, SAM (vor der Baseline) und STAI zwischen MZ1 und MZ2 innerhalb der Gruppen jedoch nicht signifikant (alle $p > .280$), sodass die zu MZ2 beschriebenen Gruppenunterschiede nicht als Hinweis auf einen signifikanten Treatment-Effekt gewertet wurden.

Tabelle 14

Klinische Charakteristika der Studienteilnehmer von Studie II zu MZ1 (ITT-Stichprobe; n=63; davon n=34 EWM-Gruppe und n=29 CFM-Gruppe) und MZ2 (ITT-Stichprobe; n=45; davon n=22 EWM-Gruppe und n=23 CFM-Gruppe) sowie Ergebnisse der Post-hoc-t-Tests

	EWM	CFM	Gruppenvergleiche (t-Tests)
DSS-4 zu MZ1			
Vor Baseline-Messung	1.12 ± 1.56	1.56 ± 1.50	$t_{(61)}=-1.14, p=.258, d=-0.29$
Nach EWMT	1.65 ± 2.31	2.53 ± 2.16	$t_{(61)}=-1.56, p=.123, d=-0.39$
Nach ER-Experiment	1.93 ± 2.53	2.61 ± 2.44	$t_{(61)}=-1.08, p=.285, d=-0.27$
DSS-4 zu MZ2			
Vor Baseline-Messung	0.87 ± 0.93	2.08 ± 1.61	$t_{(36,82)}=-3.02, p=.005, d=-0.92$
Nach EWMT	0.92 ± 0.96	2.95 ± 1.90	$t_{(32,94)}=-4.55, p<.001, d=-1.35$
Nach ER-Experiment	1.17 ± 1.55	2.82 ± 2.00	$t_{(43)}=-3.07, p=.004, d=-0.92$
SAM (Anspannung) zu MZ1			
Vor Baseline-Messung	4.76 ± 1.91	4.85 ± 2.00	$t_{(61)}=-0.04, p=.967, d=-0.05$
Nach EWMT	6.21 ± 1.56	6.40 ± 2.20	$t_{(61)}=-0.46, p=.644, d=-0.10$
Nach ER-Experiment	6.32 ± 2.10	6.53 ± 1.71	$t_{(61)}=-0.42, p=.677, d=-0.11$
SAM (Anspannung) zu MZ2			
Vor Baseline-Messung	4.33 ± 1.43	5.34 ± 2.33	$t_{(36,77)}=-1.75, p=.088, d=-0.52$
Nach EWMT	4.57 ± 1.74	5.22 ± 2.78	$t_{(37,15)}=-0.95, p=.349, d=-0.28$
Nach ER-Experiment	4.75 ± 2.01	5.59 ± 2.56	$t_{(43)}=-1.22, p=.231, d=-0.36$
STAI zu MZ1			
	48.69 ± 11.66	52.72 ± 9.58	$t_{(61)}=-1.50, p=.140, d=-0.38$
STAI zu MZ2			
	46.10 ± 9.71	52.35 ± 11.76	$t_{(42)}=-1.91, p=.063, d=-0.58$
DERS Gesamtscore			
	129.46 ± 21.80	129.30 ± 17.16	$t_{(60)}=0.03, p=.977, d=0.01$
DERS Subskalen:			
NONACCEPTANCE	20.21 ± 5.74	21.60 ± 5.69	$t_{(60)}=-0.96, p=.341, d=-0.24$
GOALS	21.09 ± 3.55	21.14 ± 3.08	$t_{(60)}=-0.06, p=.949, d=-0.02$
IMPULSE	19.26 ± 5.75	18.21 ± 6.26	$t_{(60)}=0.69, p=.494, d=0.17$
AWARENESS	21.85 ± 5.86	22.70 ± 3.52	$t_{(55,27)}=-0.70, p=.485, d=-0.18$
STRATEGIES	28.97 ± 6.48	28.36 ± 5.68	$t_{(60)}=0.39, p=.696, d=0.10$
CLARITY	18.07 ± 4.86	17.29 ± 3.96	$t_{(60)}=0.69, p=.493, d=0.18$
ERQ			
Kognitive Neubewertung	3.36 ± 1.33	3.91 ± 0.91	$t_{(58,51)}=-1.94, p=.058, d=-0.48$
Unterdrückung	3.77 ± 1.37	4.04 ± 1.42	$t_{(61)}=-0.77, p=.444, d=-0.19$
DBT-WCCL Subskalen:			
DSS	1.38 ± 0.52	1.78 ± 0.64	$t_{(58)}=-2.66, p=.010, d=-0.69$
DCS-1	2.42 ± 0.61	2.42 ± 0.60	$t_{(59)}=0.02, p=.983, d=0.00$
DCS-2	1.91 ± 0.75	1.52 ± 0.69	$t_{(60)}=2.08, p=.042, d=0.54$
BDI-II			
	29.68 ± 13.66	31.71 ± 9.49	$t_{(58,47)}=0.02, p=.493, d=-0.17$
BSL-23			
	1.79 ± 0.87	2.06 ± 0.64	$t_{(59,21)}=-1.41, p=.164, d=-0.35$
FDS Gesamtscore			
	19.10 ± 11.48	23.64 ± 11.98	$t_{(60)}=-1.52, p=.133, d=-0.39$
FDS Subskalen:			
Dissoziative Amnesie	8.97 ± 8.46	11.96 ± 9.77	$t_{(60)}=-1.29, p=.201, d=-0.33$
Imaginäre Erlebnisreisen	33.73 ± 17.15	38.45 ± 16.45	$t_{(60)}=-1.10, p=.276, d=-0.28$
Depersonalisation/Dereal.	20.39 ± 18.37	28.15 ± 18.62	$t_{(60)}=-1.65, p=.105, d=-0.41$
Konversion	11.27 ± 10.26	14.68 ± 13.81	$t_{(60)}=-1.11, p=.270, d=-0.28$

Anmerkung: Es werden Mittelwerte \pm Standardabweichungen berichtet bzw. bei den Fragebögen STAI, DERS, BDI-II Summenscores \pm Standardabweichungen. MZ1=Messzeitpunkt 1; MZ2= Messzeitpunkt 2; DSS-4=Dissoziations-Spannungs-Skala-4 (gegenwärtige Dissoziation); SAM=Self-Assessment-Manikin (Anspannung); STAI=State-Trait-Angstinventar (State-Form; Zustandsangst); DERS=Difficulties in Emotion Regulation Scale (Schwierigkeiten bei der Emotionsregulation); DERS Subskalen: NONACCEPTANCE=Nichtakzeptanz emotionaler Reaktionen, GOALS=Schwierigkeiten, zielgerichtetes Verhalten zu zeigen, IMPULSE=Impulskontrollschwierigkeiten, AWARENESS=Mangel an emotionalem Bewusstsein, STRATEGIES=begrenzter Zugang zu ER-Strategien, CLARITY=Mangel an emotionaler Klarheit; ERQ=Emotion Regulation Questionnaire (Einsatz von kognitiver Neubewertung bzw. Unterdrückung als ER-Strategien in den letzten 7 Tagen); DBT-WCCCL=Dialectical Behavior Therapy Ways of Coping Checklist (Anwendungshäufigkeit von DBT-Skills bzw. dysfunktionaler Strategien); BDI-II=Becks Depressionsinventar-II (Depressivität); BSL-23=Borderline Symptom-Liste-23 (Schwere der BPS-Symptomatik); FDS=Fragebogen zu dissoziativen Symptomen (Häufigkeit dissoziativer Phänomene).

Analyse zum Unterschied der Gruppe der Trainingsabbrecher zur Gesamtgruppe

Zur Überprüfung, ob sich die Gruppe der Trainingsabbrecher ($n=13$) zu MZ1 hinsichtlich der klinischen Charakteristika von der übrigen Gesamtgruppe ($n=50$) unterschied, wurden t -Tests berechnet. Es wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede beobachtet (Ergebnisse der t -Tests: s. Anhang 9).

3.2.2 Verhaltensdaten zu Messzeitpunkt 1

Tabelle 15 zeigt für beide Gruppen die Verhaltensdaten des EWMT und des ER-Experiments zu MZ1. Die Gruppen unterschieden sich zu MZ1 weder im emotionalen WM (EWMT: beide $p>.230$) noch maßgeblich in ihrer ER (ER-Experiment: alle $p>.180$ außer aktueller Affekt in der Bedingung *Vermindern* + positive Bilder). In der Bedingung *Vermindern* von positiven Bildern zeigte die CFM-Gruppe einen positiveren Affekt als die EWM-Gruppe ($p=.049$, $d=-0.51$). Dies erscheint jedoch vernachlässigbar, weil der Gruppenunterschied eine Kontrollbedingung betrifft und nicht eine der für die Fragestellungen 5-7 relevanten Bedingungen (*vermindern* negativer Bilder; *belassen* positiver Bilder).

Tabelle 15

Verhaltensdaten (Experiment zum emotionalen WM [EWMT]; ER-Experiment) der Studienteilnehmer von Studie II zu MZ1 (ITT-Stichprobe; $n=63$; davon $n=34$ EWM-Gruppe und $n=29$ CFM-Gruppe) sowie Ergebnisse der Post-hoc- t -Tests

	EWM	CFM	Gruppenvergleiche (t -Tests)
EWMT			
Korrekte Antworten (%)	86.25 ± 7.38	88.49 ± 6.77	$t_{(57)}=-1.20, p=.234, d=-0.32$
Reaktionszeit (ms)	1174.72 ± 158.44	1198.21 ± 168.46	$t_{(57)}=-0.55, p=.584, d=-0.14$
ER-Experiment			
AKTUELLER AFFEKT			
Negative Bilder			
<i>Belassen</i>	-6.05 ± 2.11	-6.37 ± 2.61	$t_{(60)}=0.54, p=.593, d=0.13$
<i>Vermindern</i>	-4.88 ± 2.47	-4.37 ± 2.71	$t_{(60)}=-0.78, p=.437, d=-0.20$
Positive Bilder			
<i>Belassen</i>	4.25 ± 3.25	5.36 ± 3.28	$t_{(60)}=-1.34, p=.187, d=-0.34$
<i>Vermindern</i>	0.31 ± 3.66	2.39 ± 4.51	$t_{(60)}=-2.01, p=.049, d=-0.51$
Neutrale Bilder			
<i>Belassen</i>	0.57 ± 2.30	1.02 ± 3.24	$t_{(60)}=-0.64, p=.525, d=-0.16$
ANSPANNUNG			
Negative Bilder			
<i>Belassen</i>	6.50 ± 2.14	6.73 ± 2.24	$t_{(60)}=-0.42, p=.678, d=-0.10$
<i>Vermindern</i>	5.92 ± 2.42	6.38 ± 1.78	$t_{(59.32)}=-0.82, p=.414, d=-0.22$
Positive Bilder			
<i>Belassen</i>	2.99 ± 2.19	2.58 ± 1.92	$t_{(60)}=0.77, p=.442, d=0.19$
<i>Vermindern</i>	4.34 ± 2.57	3.85 ± 2.41	$t_{(60)}=0.76, p=.449, d=0.20$
Neutrale Bilder			
<i>Belassen</i>	3.01 ± 2.27	3.34 ± 2.48	$t_{(60)}=-0.54, p=.592, d=-0.14$

Anmerkung: Es werden Mittelwerte ± Standardabweichungen berichtet. MZ1=Messzeitpunkt 1; MZ2= Messzeitpunkt 2. EWMT= Emotional Working Memory Task. ER-Experiment= Experiment zur Emotionsregulation. Bei zwei Probanden wurde bei MZ2 festgestellt, dass bei MZ1 die Instruktion des EWMT nicht korrekt verstanden wurde. Die Daten dieses Experiments wurden daher für diese zwei Probanden nicht analysiert.

3.2.3 Daten zur Trainingsdurchführung: Trainingsdauer und Trainingserfolg

Trainingsdauer

Tabelle 16 zeigt getrennt für die EWM- und die CFM-Gruppe die Gesamt-Trainingsdauer aller Trainingseinheiten in Sekunden, die Anzahl trainierter Trainingseinheiten sowie die Ergebnisse der Post-hoc- t -Tests zum Gruppenvergleich. Die Analysen wurden jeweils für die ITT- und die Completer-Stichprobe durchgeführt.

Sowohl für die ITT- als auch für die Completer-Stichprobe zeigten sich in der Gesamt-Trainingsdauer keine Gruppenunterschiede (beide $p>.340$). Beide Gruppen haben insgesamt ca. 6-6.5 Stunden Zeit zum Trainieren aufgewendet. Es fällt jedoch auf, dass sich die Gruppen mit großen Effektstärken sowohl in der ITT- als auch in der Completer-Stichprobe jeweils bzgl. der Anzahl der absolvierten Trainingseinheiten unterscheiden (beide $p<.05$). Demnach

hat die CFM-Gruppe mehr Trainingseinheiten absolviert als die EWM-Gruppe. Da sich jedoch die Gesamt-Trainingsdauer der Gruppen nicht unterscheidet, ist dies ein Hinweis dafür, dass die EWM-Gruppe zwar etwas weniger Trainingseinheiten absolvierte, jedoch pro Trainingseinheit eine etwas längere Trainingsdauer erreichte.

Tabelle 16

Trainingsdauer der Studienteilnehmer von Studie II (ITT-Stichprobe n=45; davon n=22 EWM-Gruppe und n=23 CFM-Gruppe; Completer-Stichprobe n=38; davon n=18 EWM-Gruppe und n=20 CFM-Gruppe) sowie Ergebnisse der Post-hoc-t-Tests

Stichprobe		EWM	CFM	Gruppenvergleiche (t-Tests)
ITT	Gesamt-Trainingsdauer (Sek.)	21926.73 ± 8246.57	21758.60 ± 5170.10	$t_{(38)}=0.75$, $p=.940$, $d=0.02$
	Anzahl Trainingseinheiten	16.36 ± 4.62	19.13 ± 3.15	$t_{(43)}=-2.35$, $p=.023$, $d=-0.70$
Completer	Gesamt-Trainingsdauer (Sek.)	24438.61 ± 5750.84	22737.92 ± 4499.50	$t_{(32)}=0.95$, $p=.348$, $d=0.33$
	Anzahl Trainingseinheiten	18.17 ± 1.43	20.10 ± 1.92	$t_{(36)}=-3.50$, $p=.001$, $d=-1.14$

Anmerkung: Es werden Mittelwerte ± Standardabweichungen berichtet. Aufgrund technischer Schwierigkeiten bei der Speicherung auf dem lokalen Server der Medical Research Council Cognition and Brain Sciences Unit konnte die Gesamt-Trainingsdauer mit genauen Sekundenangaben von 5 Probanden der CFM-Gruppe nicht oder nicht vollständig gespeichert werden und fehlt daher für diese Probanden.

Hinzu kommt, dass in beiden Gruppen einige wenige Probanden trotz der expliziten Bitte, nur eine Trainingseinheit pro Tag zu absolvieren, vereinzelt zwei Trainingseinheiten am Tag absolvierten. Wenn diese zweite Trainingseinheit des Tages mindestens 10 Minuten dauerte, wurde sie als absolvierte Trainingseinheit gewertet. Aufgrund dieser Vorgehensweise resultierten in der CFM-Gruppe 8 Probanden, die insgesamt 21-25 Trainingseinheiten an maximal 20 Tagen absolvierten. Die Gesamt-Trainingsdauer ist damit zusätzlich zur größeren Genauigkeit dieses Maßes (Zeitangabe in Sekunden) ein valideres Maß für die Trainingsdauer als die Anzahl der trainierten Einheiten. Es wurde daher davon ausgegangen, dass sich die Trainingsdauer der beiden Gruppen nicht signifikant voneinander unterschied.

Trainingserfolg

Trainingserfolg der EWM-Gruppe: Die EWM-Gruppe verbesserte sich gemessen mit dem oben beschriebenen Trainingserfolgs-Maß über alle drei trainierten n-back-Aufgaben hinweg im Durchschnitt um 1.43 n (ITT-Stichprobe; $SD=0.98$) bzw. 1.52 n (Completer-Stichprobe; $SD=1.05$), sodass von einem gewissen Trainingserfolg auszugehen ist. Abbildung 9

veranschaulicht für die ITT-Stichprobe das erreichte n pro Trainingseinheit dar, ist jedoch nicht identisch mit dem berechneten Trainingserfolgs-Maß der EWM-Gruppe.

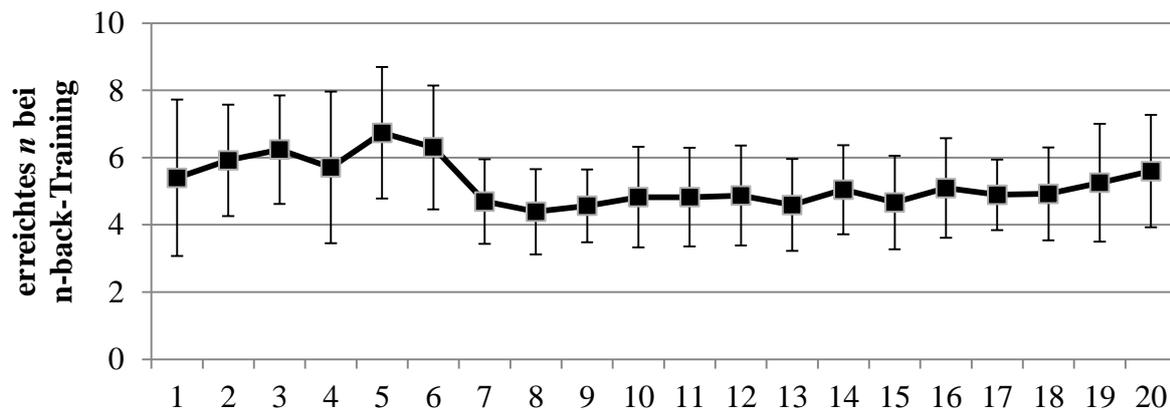


Abbildung 9. Erreichtes n-back-Level der EWM-Gruppe (ITT-Stichprobe: $n=22$) bei einzelnen n-back-Aufgaben der Trainingseinheiten 1-20.

Anmerkung: Tag 1, 3 und 5: Training einer visuellen n-back-Aufgabe; Tag 2, 4 und 6: Training einer auditiven n-back-Aufgabe; ab Tag 7: Training einer dualen n-back-Aufgabe.

Auch bei Betrachtung von Abbildung 9 ist ein leichter Trainingserfolg erkennbar. Es fällt auf, dass das erreichte n ab Tag 7 etwas abfällt. Dies ist durch den Wechsel des Aufgabentyps erklärbar (Tag 1-6: visuelle und auditive n-back-Aufgaben pro Tag im Wechsel; ab Tag 7: duale n-back-Aufgaben) und verdeutlicht den höheren Schwierigkeitsgrad der dualen n-back-Aufgaben im Vergleich zu n-back-Aufgaben mit einer Modalität. Die relativ großen Standardabweichungen des jeweils erreichten n sprechen für ein eher heterogenes Fertigungsniveau der Probanden.

Trainingserfolg der CFM-Gruppe: Der CFM-Gruppe gelang bei ihrem Training mit dem oben beschriebenen geschätzten Trainingserfolgs-Maß im Durchschnitt eine Verbesserung von 3817.12 Punkten (ITT-Stichprobe; $SD=2694.17$) bzw. 3792.00 Punkten (Completer-Stichprobe; $SD=2857.59$), sodass auch hier ein gewisser Trainingserfolg festzustellen ist. Abbildung 10 stellt für die ITT-Stichprobe den erreichten Punktescore pro Trainingseinheit dar. Diese Darstellung ist ebenfalls zur Veranschaulichung gedacht und nicht identisch mit dem Trainingserfolgs-Maß für die CFM-Gruppe.

Es ist ein deutlicher Trainingserfolg in der CFM-Gruppe erkennbar (Abbildung 10). Die Trainingseinheiten 21-25 stellen Trainingseinheiten von Probanden dar, die trotz gegenteiliger Instruktion zweimal pro Tag trainierten. Die Anzahl von 20 Tagen, an denen trainiert wurde, wurde dabei jedoch nicht überschritten. Die relativ großen Standardabweichungen sprechen ähnlich wie in der EWM-Gruppe für ein heterogenes Fertigungsniveau.

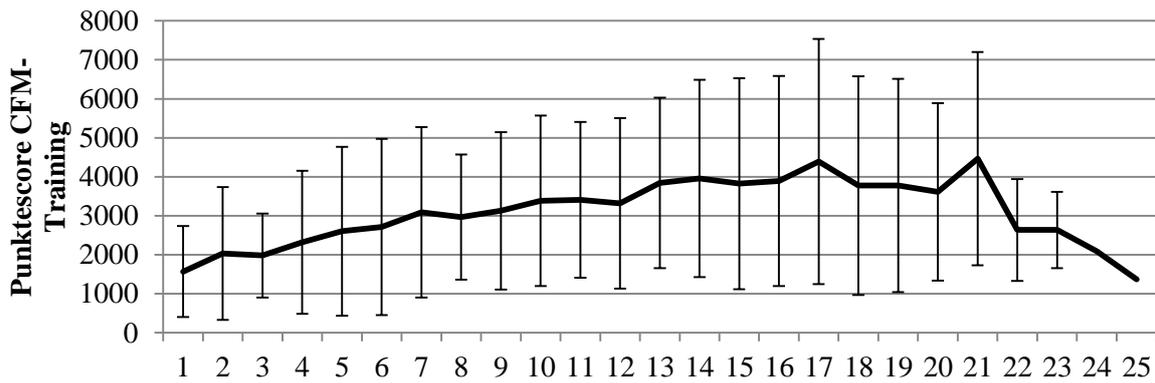


Abbildung 10. Punkte des CFM-Trainings der CFM-Gruppe (ITT-Stichprobe: $n=18$) bei einzelnen Trainingseinheiten.

Anmerkung: Aufgrund technischer Schwierigkeiten bei der Datenspeicherung fehlen die Daten von 5 Probanden. Die Trainingseinheiten 21-25 stellen Trainingseinheiten von Probanden dar, die trotz gegenteiliger Instruktion vereinzelt zweimal pro Tag trainierten (jedoch ebenfalls an maximal 20 Tagen).

Fazit zur Vergleichbarkeit der Gruppen zu MZ1

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die zwei Gruppen zu MZ1 weitgehend ähnliche Eigenschaften hinsichtlich demographischer und klinischer Charakteristika aufwiesen. Sie zeigten zudem eine in weiten Teilen ähnliche Performanz bei den zwei durchgeführten Experimenten zu MZ1 und trainierten das ihnen jeweils zugeteilte Training ähnlich lange bzw. jeweils mit einem gewissen Erfolg auf deskriptiver Ebene. Die durch die Randomisierung angestrebte gleichmäßige Verteilung von Einflussfaktoren auf beide Gruppen kann somit als erfolgreich angesehen werden.

3.2.4 Treatment-Effekt für das emotionale Arbeitsgedächtnis

Für die summative Trainingsevaluation wurde der Treatment-Effekt des Experiments zum emotionalen WM (EWM) untersucht (Fragestellung 5). Es wurde je aV (korrekte Antworten; Reaktionszeit) eine 2x2-ANCOVA mit Messwiederholung durchgeführt (Zwischensubjektfaktor *Gruppe*; Innersubjektfaktor *Zeit*; Kovariate: Gesamt-Trainingsdauer).

Prüfung der Normalverteilungsannahme

Für die aV *korrekte Antworten* konnte in der ITT-Stichprobe bei der EWM-Gruppe zu MZ1 (jedoch nicht zu MZ2: $p=.001$) und bei der CFM-Gruppe zu MZ2 (jedoch nicht zu MZ1: $p=.003$) die Normalverteilungsannahme angenommen werden. Für die aV *Reaktionszeit* wurde für beide Gruppen und zu beiden Zeitpunkten die Normalverteilungsannahme angenommen (alle $p>.05$). Analog zu Studie I wurden auch in Studie II bei teilweise abgelehnter Normalverteilungsannahme die ANCOVAs durchgeführt (Bortz & Schuster,

2010). Es wird zunächst die Analyse der Daten auf Grundlage der ITT-Stichprobe von MZ1 und MZ2 beschrieben und danach die Analyse der etwas kleineren Completer-Stichprobe.

Analyse der ITT-Stichprobe

Die Mittelwerte der korrekten Antworten und Reaktionszeiten beim EWMT beider Gruppen sind in Abbildung 11 und 12 veranschaulicht (für die Rohwerte sowie die Differenzwerte von MZ2-MZ1 s. Anhang 10, Tabelle 29). Bei zwei Probanden wurde bei MZ2 festgestellt, dass bei MZ1 die Instruktion des EWMT nicht korrekt verstanden wurde. Die Daten dieses Experiments wurden daher für diese zwei Probanden nicht analysiert.

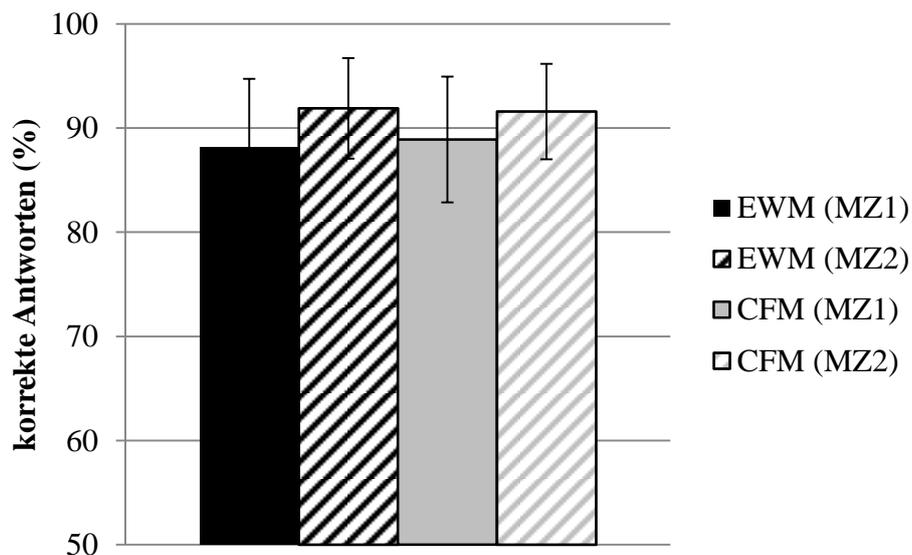


Abbildung 11. Korrekte Antworten (in %) für den EWMT bei der EWM-Gruppe ($n=21$) und CFM-Gruppe ($n=22$) zu MZ1 und MZ2.

Anmerkung: EWMT= Emotional Working Memory Task MZ1= Messzeitpunkt 1; MZ2= Messzeitpunkt 2. Dargestellt sind die Werte der ITT-Stichprobe.

Deskriptiv lässt sich auf den zwei Abbildungen erkennen, dass sich beide Gruppen bzgl. des Anteils an korrekten Antworten minimal verbesserten von MZ1 zu MZ2, während sich für die Reaktionszeiten bei beiden Gruppen kaum eine Änderung über die Trainingszeit hinweg ergab. Die CFM-Gruppe schien zudem insgesamt minimal langsamer zu reagieren als die EWM-Gruppe.

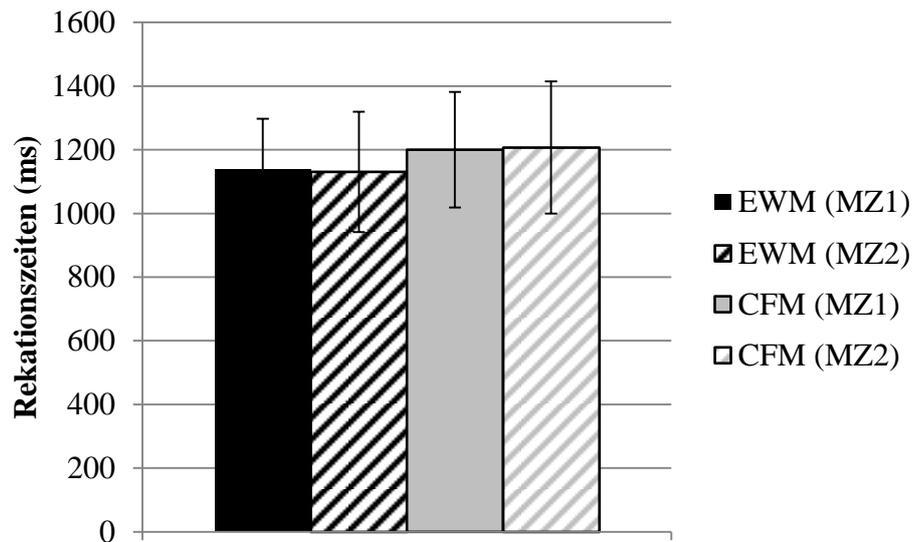


Abbildung 12. Reaktionszeiten (in ms) für den EWMT bei der EWM-Gruppe ($n=21$) und CFM-Gruppe ($n=22$) zu MZ1 und MZ2.

Anmerkung: EWMT= Emotional Working Memory Task; MZ1= Messzeitpunkt 1; MZ2= Messzeitpunkt 2. Dargestellt sind die Werte der ITT-Stichprobe.

Die Ergebnisse der ANCOVAs sind für beide aVs (korrekte Antworten; Reaktionszeiten) in Tabelle 17 dargestellt.

Tabelle 17

2x2-Messwiederholungs-ANCOVA zur Analyse eines Treatment-Effekts der Verhaltensdaten des EWMT (ITT-Stichprobe; aVs: korrekte Antworten, Reaktionszeiten; Innersubjektfaktor: Zeit; Zwischensubjektfaktor: Gruppe; Kovariate: Gesamt-Trainingsdauer).

	<i>F</i>	<i>df 1, df2</i>	<i>p</i>	η_p^2
Korrekte Antworten				
<i>Zeit</i>	0.07	1, 35	.800	0.002
<i>Gruppe</i>	0.22	1, 35	.642	0.006
<i>Zeit x Gruppe</i>	0.06	1, 35	.815	0.002
<i>Kovariate Trainingsdauer</i>	0.76	1, 35	.390	0.021
Reaktionszeit				
<i>Zeit</i>	0.54	1, 35	.467	0.015
<i>Gruppe</i>	3.30	1, 35	.078	0.086
<i>Zeit x Gruppe</i>	1.07	1, 35	.308	0.030
<i>Kovariate Trainingsdauer</i>	0.44	1, 35	.512	0.012

Anmerkung: EWMT= Emotional Working Memory Task. Aufgrund technischer Schwierigkeiten bei der Speicherung der Trainingsdauer auf dem lokalen Server der Medical Research Council Cognition and Brain Sciences Unit konnten die Daten von $n=5$ Probanden der CFM-Gruppe für diese Analyse nicht berücksichtigt werden. Die Verhaltensdaten des EWMT mit und ohne diese Probanden unterscheiden sich jedoch nicht statistisch signifikant.

Für die Anzahl an korrekten Antworten ließen sich keine statistisch signifikanten Haupt- oder Interaktions-Effekte feststellen. Die deskriptiv beschriebene minimale Verbesserung beider

Gruppen über die Trainingszeit schlug sich nicht in einem signifikanten Haupteffekt *Zeit* nieder ($p=.800$, $\eta_p^2=0.002$). Ebenso fand sich für die korrekten Antworten kein signifikanter Treatment-Effekt (Interaktion *Zeit* x *Gruppe*: $p=.815$, $\eta_p^2=0.002$).

Für die Reaktionszeiten des EWMT ließen sich ebenfalls keine statistisch signifikanten Haupt- oder Interaktionseffekte feststellen. Der deskriptiv erkennbare Gruppenunterschied mit etwas langsameren Reaktionszeiten der CFM-Gruppe im Vergleich zur EWM-Gruppe (unabhängig vom MZ) zeigte sich in einem Trend für einen mittelgroßen Haupteffekt *Gruppe* ($p=.078$, $\eta_p^2=0.086$). Ein Treatment-Effekt war auch bei den Reaktionszeiten statistisch nicht feststellbar (Interaktion *Zeit* x *Gruppe*: $p=.308$, $\eta_p^2=0.030$). Die für die Analyse konstant gehaltene Kovariate *Trainingsdauer* erklärte zudem sowohl bei den korrekten Antworten ($p=.390$, $\eta_p^2=0.021$) als auch bei den Reaktionszeiten ($p=.512$, $\eta_p^2=0.012$) keinen statistisch bedeutsamen Anteil der Varianz.

Analyse der Completer-Stichprobe

Die Ergebnisse der ANCOVAs für die Completer-Stichprobe sind für beide aVs (korrekte Antworten; Reaktionszeiten) in Tabelle 18 dargestellt (für die Rohwerte sowie die Differenzwerte von MZ2-MZ1: s. Anhang 11, Tabelle 30).

Tabelle 18

2x2-Messwiederholungs-ANCOVA zur Analyse eines Treatment-Effekts der Verhaltensdaten des EWMT (Completer-Stichprobe; aVs: korrekte Antworten, Reaktionszeiten; Innersubjektfaktor: Zeit; Zwischensubjektfaktor: Gruppe; Kovariate: Gesamt-Trainingsdauer).

	<i>F</i>	<i>df 1, df2</i>	<i>p</i>	η_p^2
Korrekte Antworten				
<i>Zeit</i>	0.75	1, 29	.393	0.025
<i>Gruppe</i>	0.90	1, 29	.351	0.030
<i>Zeit x Gruppe</i>	0.04	1, 29	.848	0.001
<i>Kovariate Trainingsdauer</i>	3.22	1, 29	.083	0.100
Reaktionszeit				
<i>Zeit</i>	2.10	1, 29	.158	0.068
<i>Gruppe</i>	3.28	1, 29	.081	0.102
<i>Zeit x Gruppe</i>	0.05	1, 29	.825	0.002
<i>Kovariate Trainingsdauer</i>	0.06	1, 29	.802	0.002

Anmerkung: EWMT= Emotional Working Memory Task. Aufgrund technischer Schwierigkeiten bei der Speicherung der Trainingsdauer auf dem lokalen Server der Medical Research Council Cognition and Brain Sciences Unit konnten die Daten von $n=4$ Probanden der CFM-Gruppe für diese Analyse nicht berücksichtigt werden. Die Verhaltensdaten des EWMT mit und ohne diese Probanden unterscheiden sich jedoch nicht statistisch signifikant.

Die Analyse-Ergebnisse der Completer-Stichprobe unterschieden sich nicht bedeutsam von denen der ITT-Stichprobe. Für die korrekten Antworten waren ebenfalls keine signifikanten Haupteffekte von *Zeit* ($p=.393, \eta_p^2=0.025$) oder *Gruppe* ($p=.351, \eta_p^2=0.030$) bzw. kein signifikanter Treatment-Effekt ($p=.848, \eta_p^2=0.001$) festzustellen. Lediglich die Kovariate Trainingsdauer erklärt im Trend einen bedeutsamen Anteil der Varianz ($p=.083, \eta_p^2=0.100$).

Die Ergebnisse der Reaktionszeiten des EWMT zeigten bei der Completer-Stichprobe ein identisches Muster im Vergleich zur ITT-Stichprobe: es zeigten sich – unabhängig vom MZ – etwas langsamere Reaktionszeiten der CFM-Gruppe (Trend für einen Haupteffekt *Gruppe*: $p=.081, \eta_p^2=0.102$), jedoch ansonsten keine signifikanten Haupteffekte und ebenfalls kein signifikanter Treatment-Effekt ($p=.825, \eta_p^2=0.002$).

Beantwortung von Fragestellung 5 (Treatment-Effekt beim emotionalen Arbeitsgedächtnis)

Es konnte weder für die ITT- noch für die Completer-Stichprobe ein Treatment-Effekt des EWM-Trainings für das emotionale WM (gemessen mit dem EWMT) gefunden werden. Ein EWM-Training verbesserte demnach im Vergleich zu einem aktiven Kontrolltraining (Aufmerksamkeits-Training) bei konstant gehaltener Trainingsdauer nicht stärker das emotionale WM von BPS-Patienten. Basierend auf dieser Analyse erscheint ein Nahtransfer-Effekt des EWM-Trainings auf das emotionale WM von BPS-Patienten (gemessen mit einer untrainierten emotionalen WM-Aufgabe) unwahrscheinlich.

3.2.5 Treatment-Effekt für die Emotionsregulation

Als weiterer Bestandteil der summativen Evaluation wurde der Treatment-Effekt des ER-Experiments analysiert (Fragestellung 6). Es wurde dafür je Bildvalenz (negativ, positiv, neutral) eine ANCOVA mit Messwiederholung durchgeführt. Unabhängige Variablen waren bei den Analysen für negative und positive Bilder der Zwischensubjektfaktor *Gruppe* sowie die Innersubjektfaktoren *Zeit* und *Instruktion*. Bei neutralen Bildern gab es lediglich die Instruktion *belassen*, sodass die ANCOVA mit dem Zwischensubjektfaktor *Gruppe* und dem Innersubjektfaktor *Zeit* durchgeführt wurde. Die Gesamt-Trainingsdauer wurde als Kovariate eingesetzt. AVs waren der aktuelle Affekt (-10 bis +10) sowie die Anspannung (0-10).

Prüfung der Normalverteilungsannahme

Für die aV *aktueller Affekt* konnte in der ITT-Stichprobe zu MZ1 bis auf eine Ausnahme (EWM-Gruppe: *vermindern* + positive Bilder, $p=.006$) und zu MZ2 bis auf drei Ausnahmen (*vermindern* + positive Bilder, $p=.001$ in EWM-Gruppe, $p=.009$ in CFM-Gruppe; *vermindern* + negative Bilder, $p=.042$ in EWM-Gruppe) die Normalverteilungsannahme angenommen werden (alle übrigen $p>.05$). Für die aV *Anspannung* wurde in beiden Gruppen und zu beiden

Zeitpunkten die Normalverteilungsannahme angenommen (alle $p > .05$). Zunächst werden nun die Analyse-Ergebnisse auf Grundlage der ITT-Stichprobe von MZ1 und MZ2 beschrieben und anschließend jene der Completer-Stichprobe.

Analyse der ITT-Stichprobe

Die Differenzwerte von MZ2-MZ1 beider Gruppen für den aktuelle Affekt sowie Anspannung beim ER-Experiment sind in den Abbildungen 13 und 14 dargestellt (für die Rohwerte sowie die Differenzwerte von MZ2-MZ1 s. Anhang 12, Tabelle 31)²⁷.

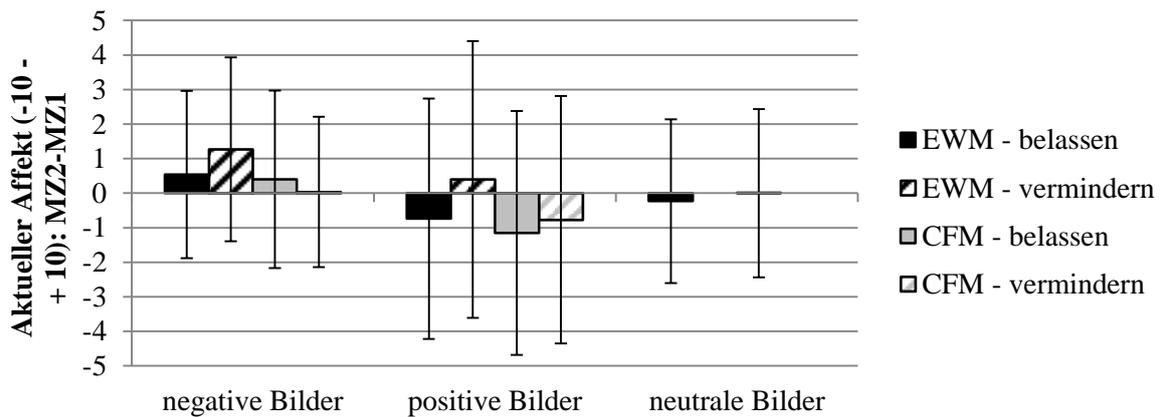


Abbildung 13. Differenzwerte (MZ2-MZ1) des aktuellen Affekts (-10-+10) von EWM-Gruppe ($n=22$) und CFM-Gruppe ($n=23$) beim ER-Experiment zur ER.

Anmerkung: MZ1= Messzeitpunkt 1; MZ2= Messzeitpunkt 2. Dargestellt sind die Werte der ITT-Stichprobe.

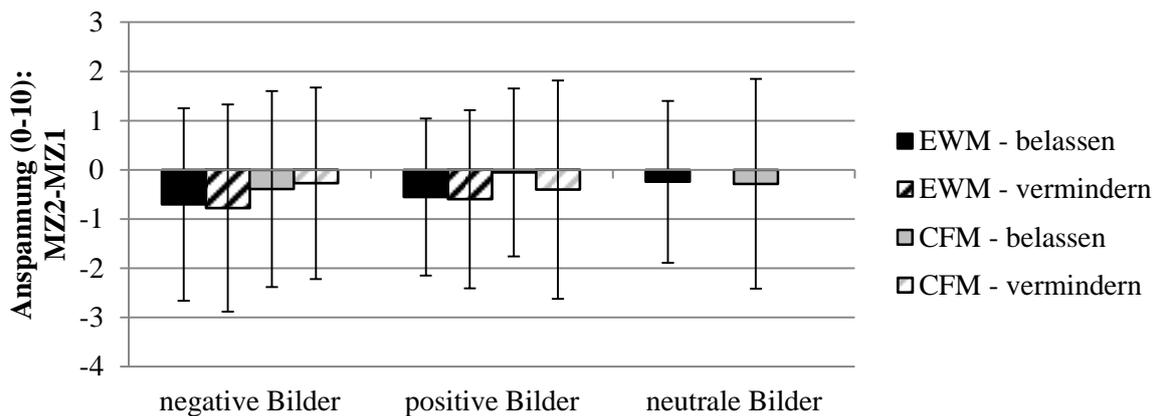


Abbildung 14. Differenzwerte (MZ2-MZ1) der Anspannung (0-10) von EWM-Gruppe ($n=22$) und CFM-Gruppe ($n=23$) beim ER-Experiment.

Anmerkung: MZ1= Messzeitpunkt 1; MZ2= Messzeitpunkt 2. Dargestellt sind die Werte der ITT-Stichprobe.

²⁷ Auf eine Veranschaulichung der Mittelwerte von MZ1 und MZ2 von aktuellem Affekt und Anspannung bei den einzelnen Versuchsbedingungen des ER-Experiments wurde aufgrund der schweren Lesbarkeit einer solchen Grafik verzichtet.

Deskriptiv waren sowohl für den aktuellen Affekt als auch für die Anspannung eher kleine Veränderungen, gemessen an den jeweiligen Skalen (-10 bis + 10 aktueller Affekt; 0-10 Anspannung) erkennbar. Es fielen zudem eher große Standardabweichungen auf, die für eine möglicherweise eher heterogene Verteilung der Veränderungen durch die Trainings sprechen. Die Ergebnisse der ANCOVAs sind für beide aVs in Tabelle 19 dargestellt. Weder für den aktuellen Affekt noch für die Anspannung ließen sich signifikante Treatment-Effekte finden. Die Interaktionseffekte von *Zeit x Gruppe x Instruktion* erbrachten weder für negative Bilder (aktueller Affekt: $p=.145$, $\eta_p^2=0.057$; Anspannung: $p=.614$, $\eta_p^2=0.007$) noch für positive Bilder (aktueller Affekt: $p=.450$, $\eta_p^2=0.016$; Anspannung: $p=.541$, $\eta_p^2=0.010$) statistisch signifikante Ergebnisse. Die Kontrollbedingung mit neutralen Bildern zeigte ebenfalls keine für die Gruppen unterschiedlichen Veränderungen (Interaktion *Zeit x Gruppe*; aktueller Affekt: $p=.544$, $\eta_p^2=0.010$; Anspannung: $p=.170$, $\eta_p^2=0.050$).

Die in der Analyse konstant gehaltene Kovariate *Trainingsdauer* erklärte weder für den aktuellen Affekt (negative Bilder: $p=.808$, $\eta_p^2=0.002$; positive Bilder: $p=.626$, $\eta_p^2=0.006$; neutrale Bilder: $p=.185$, $\eta_p^2=0.047$) noch für die Anspannung (negative Bilder: $p=.574$, $\eta_p^2=0.009$; positive Bilder: $p=.442$, $\eta_p^2=0.016$; neutrale Bilder: $p=.765$, $\eta_p^2=0.002$) einen statistisch bedeutsamen Anteil der Varianz. Es fand sich jedoch für negative Bilder ein statistisch signifikanter Haupteffekt *Instruktion* (aktueller Affekt: $p=.026$, $\eta_p^2=0.126$) mit negativerem Affekt bei der Instruktion *belassen* im Vergleich zu *vermindern* unabhängig von Gruppe und Zeitpunkt. Umgekehrt bestand ebenfalls bei positiven Bildern ein Haupteffekt *Instruktion* (aktueller Affekt: $p=.028$, $\eta_p^2=0.124$; Trend bei Anspannung: $p=.086$, $\eta_p^2=0.077$) mit positiverem Affekt bei *belassen* und negativerem Affekt bei *vermindern* bzw. einem Trend zu geringerer Anspannung bei *belassen* und höherer Anspannung bei *vermindern*. Es wurden keine weiteren signifikanten Haupt- oder Interaktionseffekte beobachtet.

Tabelle 19

Messwiederholungs-ANCOVAs zur Analyse eines Treatment-Effekts der Verhaltensdaten des ER-Experiments (ITT-Stichprobe; aVs: aktueller Affekt, Anspannung; Innersubjektfaktor: Zeit und Instruktion bei negativen und positiven Bildern und Zeit bei neutralen Bildern; Zwischensubjektfaktor: Gruppe; Kovariate: Gesamt-Trainingsdauer).

	<i>F</i>	<i>df 1, df2</i>	<i>p</i>	η_p^2
AKTUELLER AFFEKT				
Negative Bilder				
<i>Zeit</i>	1.23	1, 37	.275	0.032
<i>Gruppe</i>	2.39	1, 37	.131	0.061
<i>Instruktion</i>	5.34	1, 37	.026	0.126
<i>Zeit x Gruppe x Instruktion</i>	2.22	1, 37	.145	0.057
<i>Kovariate Trainingsdauer</i>	0.06	1, 37	.808	0.002
Positive Bilder				
<i>Zeit</i>	0.33	1, 37	.567	0.009
<i>Gruppe</i>	4.03	1, 37	.626	0.006
<i>Instruktion</i>	5.26	1, 37	.028	0.124
<i>Zeit x Gruppe x Instruktion</i>	0.58	1, 37	.450	0.016
<i>Kovariate Trainingsdauer</i>	0.24	1, 37	.626	0.006
Neutrale Bilder				
<i>Zeit</i>	0.07	1, 37	.791	0.002
<i>Gruppe</i>	1.50	1, 37	.229	0.039
<i>Zeit x Gruppe</i>	0.38	1, 37	.544	0.010
<i>Kovariate Trainingsdauer</i>	1.82	1, 37	.185	0.047
ANSPANNUNG				
Negative Bilder				
<i>Zeit</i>	1.43	1, 37	.240	0.037
<i>Gruppe</i>	0.50	1, 37	.486	0.013
<i>Instruktion</i>	0.36	1, 37	.553	0.010
<i>Zeit x Gruppe x Instruktion</i>	0.26	1, 37	.614	0.007
<i>Kovariate Trainingsdauer</i>	0.32	1, 37	.574	0.009
Positive Bilder				
<i>Zeit</i>	0.04	1, 37	.852	0.001
<i>Gruppe</i>	0.31	1, 37	.583	0.008
<i>Instruktion</i>	3.12	1, 37	.086	0.077
<i>Zeit x Gruppe x Instruktion</i>	0.38	1, 37	.541	0.010
<i>Kovariate Trainingsdauer</i>	0.61	1, 37	.442	0.016
Neutrale Bilder				
<i>Zeit</i>	0.03	1, 37	.866	0.001
<i>Gruppe</i>	0.16	1, 37	.691	0.004
<i>Zeit x Gruppe</i>	1.96	1, 37	.170	0.050
<i>Kovariate Trainingsdauer</i>	0.09	1, 37	.765	0.002

Anmerkung: Aufgrund technischer Schwierigkeiten bei der Speicherung der Trainingsdauer auf dem lokalen Server der Medical Research Council Cognition and Brain Sciences Unit konnten die Daten von $n=5$ Probanden der CFM-Gruppe für diese Analyse nicht berücksichtigt werden. Die Verhaltensdaten des ER-Experiments mit und ohne diese Probanden unterscheiden sich jedoch nicht statistisch signifikant.

Analyse der Completer-Stichprobe

Die ANCOVA-Ergebnisse auf Grundlage der Completer-Stichprobe sind für beide aVs (aktueller Affekt; Anspannung) in Tabelle 20 dargestellt (für die Rohwerte sowie die Differenzwerte von MZ2-MZ1 s. Anhang 13, Tabelle 32).

Tabelle 20

Messwiederholungs-ANCOVAs zur Analyse eines Treatment-Effekts der Verhaltensdaten des ER-Experiments (Completer-Stichprobe; aVs: aktueller Affekt, Anspannung; Innersubjektfaktor: Zeit und Instruktion bei negativen und positiven Bildern und Zeit bei neutralen Bildern; Zwischensubjektfaktor: Gruppe; Kovariate: Gesamt-Trainingsdauer).

	<i>F</i>	<i>df 1, df2</i>	<i>p</i>	η_p^2
AKTUELLER AFFEKT				
Negative Bilder				
<i>Zeit</i>	0.04	1, 31	.853	0.001
<i>Gruppe</i>	3.69	1, 31	.064	0.106
<i>Instruktion</i>	0.76	1, 31	.389	0.024
<i>Zeit x Gruppe x Instruktion</i>	0.23	1, 31	.637	0.007
<i>Kovariate Trainingsdauer</i>	1.54	1, 31	.224	0.047
Positive Bilder				
<i>Zeit</i>	0.08	1, 31	.778	0.003
<i>Gruppe</i>	5.96	1, 31	.021	0.161
<i>Instruktion</i>	9.92	1, 31	.004	0.242
<i>Zeit x Gruppe x Instruktion</i>	0.98	1, 31	.330	0.031
<i>Kovariate Trainingsdauer</i>	3.00	1, 31	.093	0.088
Neutrale Bilder				
<i>Zeit</i>	0.16	1, 31	.691	0.005
<i>Gruppe</i>	1.85	1, 31	.183	0.056
<i>Zeit x Gruppe</i>	1.28	1, 31	.266	0.040
<i>Kovariate Trainingsdauer</i>	0.41	1, 31	.525	0.013
ANSPANNUNG				
Negative Bilder				
<i>Zeit</i>	0.002	1, 31	.964	<0.001
<i>Gruppe</i>	0.74	1, 31	.396	0.023
<i>Instruktion</i>	0.65	1, 31	.427	0.020
<i>Zeit x Gruppe x Instruktion</i>	0.47	1, 31	.500	0.015
<i>Kovariate Trainingsdauer</i>	0.09	1, 31	.772	0.003
Positive Bilder				
<i>Zeit</i>	0.33	1, 31	.571	0.010
<i>Gruppe</i>	0.04	1, 31	.835	0.001
<i>Instruktion</i>	2.38	1, 31	.133	0.071
<i>Zeit x Gruppe x Instruktion</i>	0.33	1, 31	.568	0.011
<i>Kovariate Trainingsdauer</i>	0.02	1, 31	.878	0.001
Neutrale Bilder				
<i>Zeit</i>	0.02	1, 31	.893	0.001
<i>Gruppe</i>	1.55	1, 31	.223	0.048
<i>Zeit x Gruppe</i>	1.30	1, 31	.264	0.040
<i>Kovariate Trainingsdauer</i>	0.79	1, 31	.382	0.025

Anmerkung: Aufgrund technischer Schwierigkeiten bei der Speicherung der Trainingsdauer auf dem lokalen Server der Medical Research Council Cognition and Brain Sciences Unit konnten die Daten von $n=5$ Probanden der CFM-Gruppe für diese Analyse nicht berücksichtigt werden. Die Verhaltensdaten des ER-Experiments mit und ohne diese Probanden unterscheiden sich jedoch nicht statistisch signifikant.

Auch für die Completer-Stichprobe ließ sich kein statistisch signifikanter Treatment-Effekt nachweisen. Es zeigten sich für die Interaktionen *Zeit x Gruppe x Instruktion* weder bei negativen Bildern (aktueller Affekt: $p=.637, \eta_p^2=0.007$; Anspannung: $p=.500, \eta_p^2=0.015$) noch bei positiven Bildern (aktueller Affekt: $p=.330, \eta_p^2=0.031$; Anspannung: $p=.568, \eta_p^2=0.011$) statistisch signifikante Ergebnisse. In der Kontrollbedingung mit neutralen Bildern zeigten sich ebenfalls keine signifikanten Interaktionen von *Gruppe x Zeit* (aktueller Affekt: $p=.266, \eta_p^2=0.040$; Anspannung: $p=.264, \eta_p^2=0.040$). Auch die für die ANCOVAs konstant gehaltene Kovariate *Trainingsdauer* erklärte keinen statistisch signifikanten Anteil der Varianz bei aktuellem Affekt (negative Bilder: $p=.224, \eta_p^2=0.047$; positive Bilder: $p=.093, \eta_p^2=0.088$; neutrale Bilder: $p=.525, \eta_p^2=0.013$) oder Anspannung (negative Bilder: $p=.772, \eta_p^2=0.003$; positive Bilder: $p=.878, \eta_p^2=0.001$; neutrale Bilder: $p=.382, \eta_p^2=0.025$).

Es wurden zwei Haupteffekte *Gruppe* beobachtet: ein Trend zu positiverem Affekt der EWM-Gruppe im Vergleich zur CFM-Gruppe bei negativen Bildern ($p=.064, \eta_p^2=0.106$) und zu positiverem Affekt der CFM-Gruppe im Vergleich zur EWM-Gruppe bei positiven Bildern ($p=.021, \eta_p^2=0.161$), jeweils unabhängig von *Zeit* und *Instruktion*. Die CFM-Gruppe schien also bzgl. des aktuellen Affekts bei positiven und negativen Bildern eine extremere Ausprägung aufzuweisen. Der in der ITT-Stichprobe mehrfach gefundene Haupteffekt *Instruktion* wurde lediglich bei aktuellem Affekt zu positiven Bildern gefunden (positiverer Affekt bei *belassen* im Vergleich zu *vermindern*; $p=.004, \eta_p^2=0.242$). Darüberhinaus fanden sich keine weiteren statistisch signifikanten Haupt- oder Interaktionseffekte.

Beantwortung von Fragestellung 6 (Treatment-Effekt bei der ER)

Es ließ sich weder für die ITT- noch für die Completer-Stichprobe ein Treatment-Effekt des EWM-Trainings für die ER (gemessen mit einem ER-Experiment) finden. Die EWM-Gruppe befolgte also bei konstant gehaltener Trainingsdauer im Vergleich zur aktiven KG (CFM-Gruppe) nach absolviertem Training nicht erfolgreicher die Instruktion *vermindern* beim Anschauen negativer Bilder bzw. die Instruktion *belassen* bei positiven Bildern (im Sinne von positiverem Affekt und geringerer Anspannung). Ein Ferntransfer-Effekt des EWM-Trainings auf die ER von BPS-Patienten erscheint auf Grundlage dieser Analyse unwahrscheinlich.

3.2.6 Dosis-Effekte für emotionales Arbeitsgedächtnis und Emotionsregulation

Es wurde desweiteren untersucht, ob neben einem reinen (konservativ berechneten) Treatment-Effekt der Trainings (Fragestellung 5 und 6) ein Dosis-Effekt der Trainings für das emotionale WM und die ER bestand (Fragestellung 7). Hierfür wurden für die Gruppen getrennt Korrelationen zwischen der Trainingsdosis (Gesamt-Trainingsdauer in Sekunden) und der Differenz der jeweiligen aVs des EWMT bzw. des ER-Experiments zwischen MZ1 und MZ2 berechnet und diese auf Gruppenunterschiede getestet²⁸.

Dosis-Effekt für das emotionale Arbeitsgedächtnis

Es zeigten sich in der **ITT-Stichprobe** in keiner der beiden Gruppen Zusammenhänge der Gesamt-Trainingsdauer mit Differenzen in korrekten Antworten (EWM: $r_{(21)}=0.263$, $p=.124$; CFM: $r_{(17)}=0.212$, $p=.207$) oder Reaktionszeiten (EWM: $r_{(21)}=-0.048$, $p=.419$; CFM: $r_{(17)}=-0.200$, $p=.220$) des EWMT. Es fanden sich zudem keine Gruppenunterschiede der Korrelationen (korrekte Antworten: $p=.440$; Reaktionszeiten: $p=.332$).

In der **Completer-Stichprobe** zeigte sich ein etwas anderes Bild: Es wurden in der EWM-Gruppe Trends für eine positive Korrelation der Trainingsdauer mit korrekten Antworten ($r_{(17)}=0.362$, $p=.077$) und eine negative Korrelation mit Reaktionszeiten ($r_{(17)}=-0.335$, $p=.094$) beobachtet. Je länger die Probanden der EWM-Gruppe, die das Training ausreichend absolviert hatten, demnach trainierten, desto größer war zwischen MZ1 und MZ2 im Trend die Steigerung der korrekten Antworten im EWMT und desto größer die Reduktion der Reaktionszeiten im Trainingszeitraum. In der CFM-Gruppe wurde dagegen kein Zusammenhang zwischen der Trainingsdauer und des Anteils korrekter Antworten ($r_{(15)}=0.189$, $p=.250$) oder den Reaktionszeiten ($r_{(15)}=-0.120$, $p=.335$) beobachtet. Beim Vergleich der berechneten Korrelationskoeffizienten zeigten sich jedoch keine signifikanten Gruppenunterschiede (korrekte Antworten: $p=.316$; Reaktionszeiten: $p=.117$).

Dosis-Effekt für die ER

In der **ITT-Stichprobe** wurden für die EWM-Gruppe bei negativen Bildern und der Instruktion *vermindern* keine signifikanten Zusammenhänge von Trainingsdauer und Affekt ($r_{(22)}=-0.035$, $p=.439$) oder Anspannung ($r_{(22)}=-0.067$, $p=.383$) gefunden. Es wurden jedoch für die Instruktion *belassen* bei positiven Bildern ein positiver Zusammenhang von Trainingsdauer und Affekt ($r_{(22)}=0.392$, $p=.036$) und ein negativer Zusammenhang der Trainingsdauer mit Anspannung ($r_{(22)}=-0.536$, $p=.005$) gefunden. Je länger die Probanden der EWM-Gruppe also trainierten, desto größer waren die Steigerung im Affekt und die Reduktion der Anspannung beim Anschauen positiver Bilder im Trainingszeitraum. In der

²⁸ Erneut fehlten hier aufgrund eines technischen Fehlers die Daten von $n=5$ Probanden der CFM-Gruppe.

CFM-Gruppe wurde dieser Zusammenhang nicht gefunden (*belassen* + positive Bilder; Affekt: $r_{(18)}=-0.036$, $p=.444$; Anspannung: $r_{(18)}=-0.071$, $p=.390$). Beim *vermindern* negativer Bilder wurde in der CFM- Gruppe jedoch ein statistisch nur knapp nicht signifikanter positiver Zusammenhang von Trainingsdauer und Anspannungsdifferenz ($r_{(18)}= 0.393$, $p=.053$) gefunden: je länger die CFM-Gruppe trainierte, desto größer war die Steigerung in der Anspannung beim *vermindern* negativer Bilder im Trainingszeitraum. Ein Zusammenhang zwischen Affekt und Trainingsdauer wurde in dieser Gruppe nicht beobachtet ($r_{(18)}=-0.200$, $p=.213$). Der Gruppenvergleich der jeweiligen Korrelationskoeffizienten erbrachte folgende Ergebnisse: In der Bedingung *belassen* positiver Bilder unterschieden sich die Gruppen im Trend voneinander (Affekt: $p=.096$; Anspannung: $p=.063$). Beim *vermindern* negativer Bilder wurde für Anspannung ($p=.063$) ein Trend für einen Gruppenunterschied gefunden, nicht jedoch für den Affekt ($p=.314$).

In der EWM-Gruppe der **Completer-Stichprobe** wurden wie in der ITT-Stichprobe keine Zusammenhänge von Trainingsdauer und Affekt ($r_{(18)}=0.316$, $p=.101$) oder Anspannung ($r_{(18)}=-0.222$, $p=.188$) beim *vermindern* negativer Bilder gefunden. Für das *belassen* positiver Bilder zeigte sich ebenfalls ein ähnliches Bild wie in der ITT-Stichprobe: ein positiver Zusammenhang von Trainingsdauer und Affekt ($r_{(18)}=0.421$, $p=.041$) und ein Trend zu einem negativem Zusammenhang der Trainingsdauer mit Anspannung ($r_{(18)}=-0.340$, $p=.084$). In der CFM-Gruppe zeigten sich in dieser Stichprobe im Gegensatz zur ITT-Stichprobe keine statistisch signifikanten Zusammenhänge von Trainingsdauer und dem *vermindern* negativer Bilder (Affekt: $r_{(16)}=-0.113$, $p=.338$; Anspannung: $r_{(16)}=0.094$, $p=.364$) bzw. dem *belassen* positiver Bilder (Affekt: $r_{(16)}=-0.107$, $p=.347$; Anspannung: $r_{(16)}=-0.212$, $p=.215$). Beim Vergleich der Korrelationskoeffizienten wurde ebenso wie in der ITT-Stichprobe ein Trend für einen Gruppenunterschied für das *belassen* positiver Bilder beobachtet, jedoch nur für den Affekt ($p=.071$) und nicht für Anspannung ($p=.357$). Für das *vermindern* negativer Bilder wurden keine Gruppenunterschiede festgestellt (Affekt: $p=.122$; Anspannung: $p=.194$).

Beantwortung von Fragestellung 7 (Dosis-Effekt für emotionales Arbeitsgedächtnis und ER)

Für die EWM-Gruppe konnte in der Completer-Stichprobe ein Trend für einen Dosis-Effekt des EWM-Trainings auf das emotionale WM (Nahtransfer-Effekt; gemessen mit dem EWMT) festgestellt werden. Dieser war für die CFM-Gruppe – wie in der Hypothese vermutet – nicht feststellbar. Wurden die gefundenen Zusammenhänge jedoch verglichen, konnte kein signifikanter Gruppenunterschied gefunden werden, was diesen Befund etwas schwächt. In Bezug auf die ER (gemessen mit einem ER-Experiment) konnte in der EWM-Gruppe ein Dosis-Effekt für das *belassen* positiver Bilder sowohl in der ITT- als auch in der

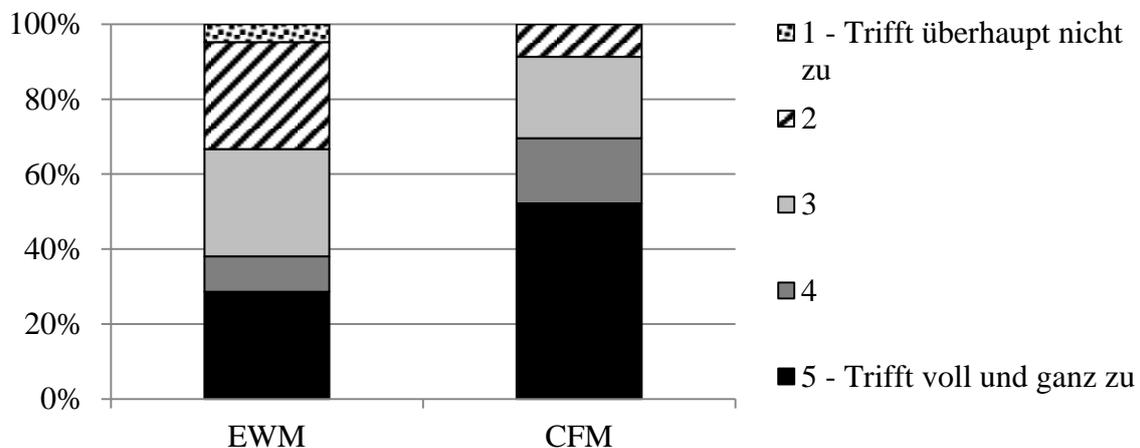
Completer-Stichprobe beobachtet werden. Dieser wurde in der CFM-Gruppe hypothesenkonform nicht gefunden. Hier konnte ein gegenläufiger Trend für eine Anspannungssteigerung beim *vermindern* negativer Bilder beobachtet werden. Es bestanden zudem in der ITT-Stichprobe weitgehend Trends zu Gruppenunterschieden der errechneten Korrelationen (und in reduzierter Form auch in der Completer-Stichprobe). Dies spricht v. a. in Bezug auf den Ferntransfer zur ER für einen Trend zu einem Dosis-Effekt des EWM-Trainings.

3.2.7 Akzeptanz der zwei Computertrainings

Für die formative Trainingsevaluation (Fragestellung 8) füllten alle Probanden einen Fragebogen zur Akzeptanz ihres jeweiligen Trainings aus. Von einer Person der EWM-Gruppe ging dieser Fragebogen auf dem Postweg verloren, sodass die Ergebnisse von $n=21$ Personen der EWM-Gruppe bzw. $n=23$ Personen der CFM-Gruppe berichtet werden.

Trainingsmotivation

Die Trainingsmotivation der EWM-Gruppe war deskriptiv betrachtet etwas niedriger als jene in der CFM-Gruppe (s. Abbildung 15). Während in der CFM-Gruppe rund die Hälfte der Probanden (52.2%) angaben, dass sie voll und ganz motiviert waren, das Training durchzuführen, traf dies in der EWM-Gruppe nur auf ein Viertel der Probanden (27.3%) zu.



Ich war insgesamt in den letzten vier Wochen motiviert, das Training durchzuführen.

Abbildung 15. Trainingsmotivation der EWM-Gruppe ($n=21$) und CFM-Gruppe ($n=23$) bzgl. ihres jeweiligen Computertrainings.

Subjektiv wahrgenommene Nützlichkeit der Trainings

Die subjektiv wahrgenommene Nützlichkeit des Trainings wurde von drei Items erfasst (s. Abbildung 16).

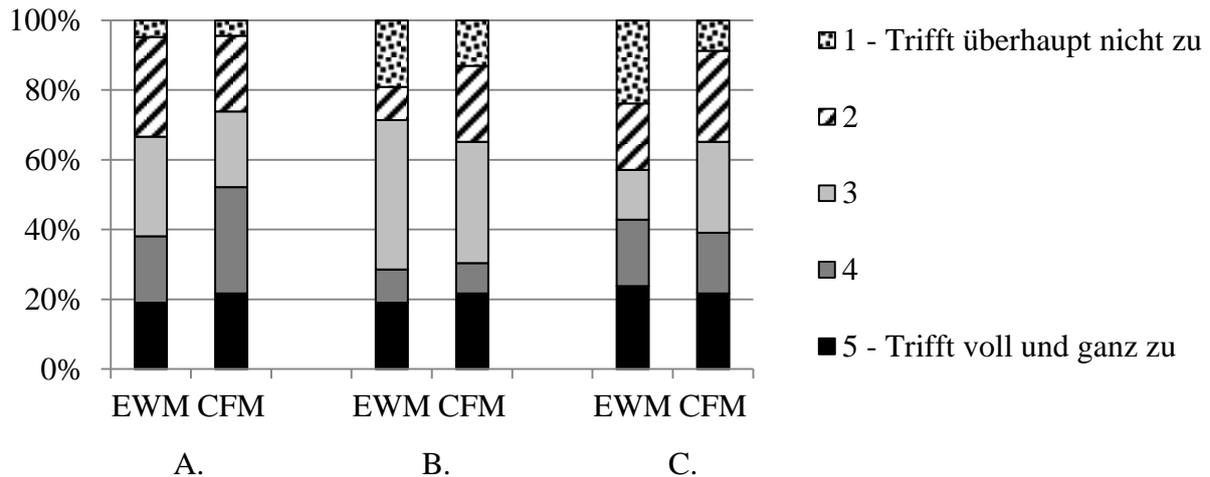


Abbildung 16. Subjektiv wahrgenommene Nützlichkeit durch die EWM-Gruppe ($n=21$) und die CFM-Gruppe ($n=23$) bzgl. ihres jeweiligen Computertrainings. A. *Ich sehe zu diesem Zeitpunkt für mich persönlich einen Sinn darin, das Training durchgeführt zu haben.* B. *Ich glaube, dass mir das Training etwas gebracht hat.* C. *Ich würde einer Freundin oder einem Freund ohne zu zögern empfehlen, das Training ebenfalls durchzuführen.*

Die Gruppen empfanden ihre Trainings (mit jeweils einer großen Streuung) als in etwa ähnlich nützlich. In der EWM-Gruppe gaben etwas weniger Teilnehmer an, für sich persönlich einen Sinn darin zu sehen, das Training durchgeführt zu haben (Antwort mit 4 oder 5; EWM: 36.4%; CFM: 52.1%). In beiden Gruppen verneinten etwa ähnlich viele Teilnehmer diese Frage (Antwort mit 1 oder 2; EWM: 33.3%; CFM: 26.1%). Auf die Frage, ob die Probanden glauben, dass ihnen das Training etwas gebracht hat, stimmten in beiden Gruppen ca. 30% eher zu (Antwort mit 4 oder 5) sowie ebensoviele eher nicht zu (Antwort mit 1 oder 2). Ebenso auf die Frage, ob sie ihr Training einem/r Freund/in empfehlen würden, stimmten in beiden Gruppen jeweils ca. 40% zu (Antwort mit 4 oder 5) oder lehnten dies eher ab (Antwort mit 1 oder 2).

Subjektiv wahrgenommene Anwendbarkeit der Trainings

Die Anwendbarkeit der Trainings wurde durch zwei Items erfasst (s. Abbildung 17). Auf deskriptiver Ebene ist erkennbar, dass große Anteile beider Gruppen, jedoch etwas weniger in der EWM-Gruppe, den Schwierigkeitsgrad der Aufgaben als angemessen empfanden (EWM: 66.7%; CFM: 82.6%). Während nur knapp 40% der EWM-Probanden eher zustimmten, dass die Einbindung des Trainings in den Alltag gut funktioniert hatte, waren dies in der CFM-Gruppe knapp 80% der Teilnehmer. Vor dem Hintergrund der deutlich komplexeren Aufgabenstellung des EWM-Trainings ergibt dies durchaus Sinn. Zusätzlich gaben ca. zwei Drittel der EWM-Gruppe (63.6%) und 87% der CFM-Gruppe an, dass sie den

Trainingszeitraum angemessen fanden (dichotomes Antwortformat). Die übrigen Teilnehmer der EWM-Gruppe empfanden den Zeitraum entweder als eher zu kurz ($n=5$ EWM-Gruppe; $n=1$ CFM-Gruppe) oder als zu lang ($n=2$ EWM-Gruppe; $n=2$ CFM-Gruppe).

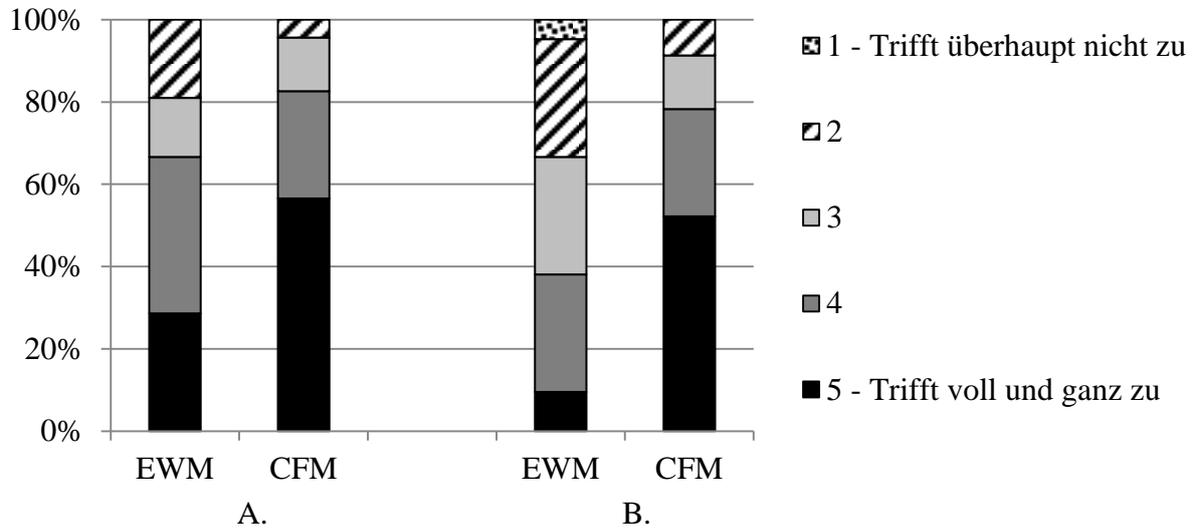
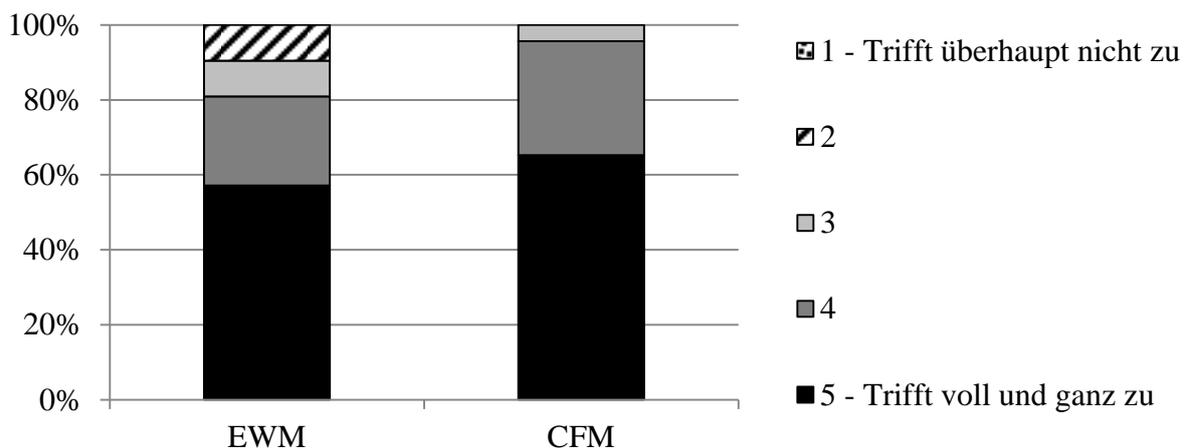


Abbildung 17. Subjektiv wahrgenommene Anwendbarkeit durch die EWM-Gruppe ($n=21$) und die CFM-Gruppe ($n=23$) bzgl. ihres jeweiligen Computertrainings. A. Insgesamt war für mich der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben angemessen. B. Insgesamt hat die Einbindung des Trainings in meinen Alltag gut funktioniert.

Subjektiv wahrgenommene technische Bedienbarkeit der Trainings

Die technische Bedienbarkeit der Trainings wurde von beiden Gruppen als vorwiegend positiv wahrgenommen (s. Abbildung 18). Dies gaben gut 80% der EWM-Gruppe und 22 der 23 Probanden der CFM-Gruppe an (Antwort mit 4 oder 5).



Insgesamt hat die Bedienung des Computers im Zusammenhang mit dem Training gut funktioniert.

Abbildung 18. Subjektiv wahrgenommene technische Bedienbarkeit der Trainings durch die EWM-Gruppe ($n=21$) und die CFM-Gruppe ($n=23$).

Summenscore zur Akzeptanz der Trainings

Um eine quantitative Gesamteinschätzung der Akzeptanz der Trainings zu erhalten, wurde diese mittels Summenscore aller Items (bis auf das Item mit dichotomem Antwortformat) als niedrig (7-16), mittel (>16-25) oder hoch (>25-35) eingestuft (s. Abbildung 19).

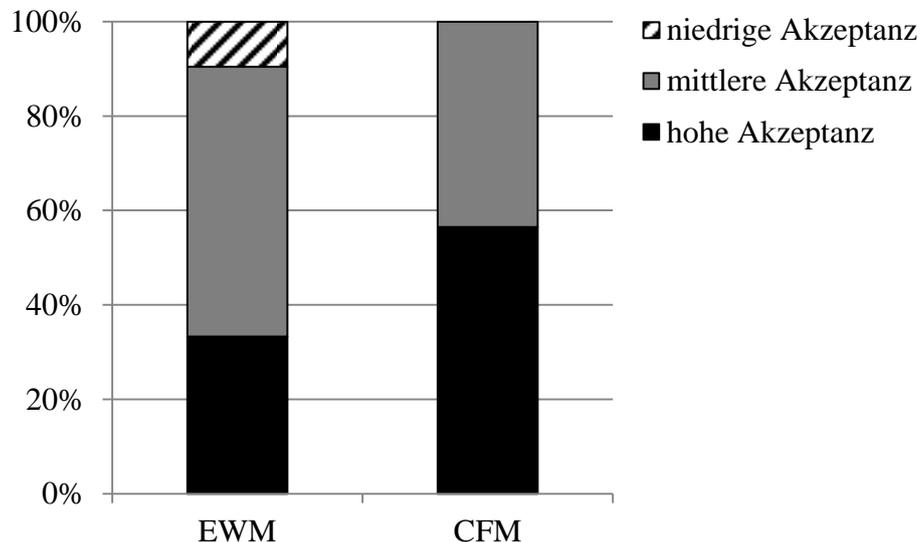


Abbildung 19. Summenscore zur Akzeptanz der Trainings der EWM-Gruppe ($n=21$) und der CFM-Gruppe ($n=23$).

Ein Drittel der EWM-Gruppe und etwas mehr als die Hälfte der CFM-Gruppe (56.5%) gaben eine hohe Akzeptanz ihres Trainings an. Eine mittlere Akzeptanz beschrieben etwas mehr EWM-Probanden als CFM-Probanden (EWM: 57.1%; CFM: 43.5%) und eine niedrige Akzeptanz wurde nur in der EWM-Gruppe bei zwei Probanden (9.5%) beobachtet.

Freie Kommentare

Alle Probanden konnten in einem offenen Antwortformat beschreiben, was beim Trainieren hilfreich bzw. weniger hilfreich war und Verbesserungsvorschläge einbringen (wortwörtliche Kommentare der Probanden: s. Anhang 14).

Als **hilfreich** empfanden die Probanden beider Gruppen Maßnahmen, die dazu führten, dass sie sich gut konzentrieren konnten (z. B. eine ruhige Umgebung, alleine sein beim Trainieren, sich innerlich vollständig auf das Training einlassen sowie das Ausschalten externer Störquellen, wie z. B. Handy). Während manche Teilnehmer – aus beiden Gruppen – es hilfreich fanden, sich das Training zu festen Zeiten einzuplanen, bemerkten wiederum andere positiv die Flexibilität der Trainingszeiten. Einige Teilnehmer der EWM-Gruppe fanden es hilfreich, nach zehn Minuten das Training beenden zu dürfen. In der CFM-Gruppe wurde mit der Anzeige der aktuell erreichten Punkte mehrfach die kompetitive Facette des Trainings als hilfreich angegeben sowie von Einzelnen die sofortige Rückmeldung über die Richtigkeit der

Aufgabenlösung, der Begrüßungstext jeder Trainingseinheit, die Trainingsmappe sowie die gewisse Monotonie des Trainings.

Als **weniger hilfreich** empfanden alle Probanden Faktoren, die zu unkonzentriertem Trainieren führten (z. B. Anwesenheit anderer Personen, Haustiere, Lärm, Müdigkeit, Stress durch Zeitdruck, Motivationsschwierigkeiten etc.). Teilnehmer beider Gruppen bemängelten desweiteren, dass die absolvierten Trainingstage auf der Benutzeroberfläche nicht markiert wurden. Vereinzelt gab es zudem technische Probleme durch verschiedene Betriebssysteme und installierte Treiber, die zwar im Trainingsverlauf individuell gelöst werden konnten, jedoch verständlicherweise von den Teilnehmern als störend empfunden wurden. Die EWM-Teilnehmer beschrieben darüberhinaus mehrfach mündlich und schriftlich das Erleben dissoziativer Zustände bzw. starke aversive Gefühle (z. B. Wut) durch die im EWM-Training verwendeten negativen Wörter. Eine EWM-Probandin beschrieb Konzentrationsschwierigkeiten durch einen zu raschen Wechsel der Schwierigkeitsstufen. CFM-Teilnehmer kritisierten vereinzelt, dass es keinen intra- bzw. interindividuellen Highscore der erreichten Punkte gab sowie den als aggressiv wahrgenommenen Charakter des Tons, der die Rückmeldung zu einer falschen Antwort gab. Eine CFM-Teilnehmerin schilderte Sehschwierigkeiten durch das „Anstarren“ der Figuren beim Trainieren.

Fast alle EWM-Probanden, jedoch weniger als ein Drittel der CFM-Probanden machten **Verbesserungsvorschläge**. Dies könnte an der deutlich höheren Schwierigkeit des Trainings gelegen haben, die damit mehr Raum für potentielle Schwierigkeiten bot. Es wurde von den Probanden beider Gruppen mehrfach ein ansprechendes Design der Trainings sowie die Anzeige bereits absolvierter Trainingstage benannt. Die EWM-Probanden wünschten sich eine Modifikation des Trainingszeitraumes (länger oder kürzer je nach Teilnehmer) mit geringerer Frequenz der Trainingseinheiten und Pausenmöglichkeit, Sichtbarkeit des *n*-Levels während des Trainierens, längeres Verweilen in der Schwierigkeitsstufe, Angaben zum individuellen Trainingserfolg sowie häufigere Nachfragen des Versuchsleiters zum Trainingsprozess. Die CFM-Teilnehmer schlugen primär eine Möglichkeit zum inter- und intraindividuellen Vergleich („Highscore“) vor.

Beantwortung von Fragestellung 8 (Akzeptanz der Computertrainings)

Aufgrund des explorativen Charakters dieser Fragestellung, bestand keine a-priori-Hypothese. Auch wenn beide Trainings von dem Großteil der Probanden mindestens zufriedenstellend akzeptiert wurden, schilderten die CFM-Probanden in der Summe eine etwas höhere Akzeptanz ihres Trainings als die EWM-Probanden. Beide Gruppen empfanden ihr jeweiliges Training jedoch als ähnlich nützlich und technisch gut bedienbar. Die EWM-Probanden gaben

dennoch eine etwas geringere Trainingsmotivation an sowie größere Schwierigkeiten, das Training in ihren Alltag zu integrieren. Möglicherweise hing dies mit der höheren Komplexität des EWM-Trainings bzw. dem daraus vermutlich bei einigen Teilnehmern entstehenden Gefühl der Überforderung zusammen. Aus den zusammengefassten Kommentaren zu hilfreichen, störenden sowie verbesserungswürdigen Facetten der Trainings, lassen sich zudem wertvolle Hinweise zur zukünftigen Trainingsgestaltung entnehmen.

4 DISKUSSION

Die Diskussion der Ergebnisse beider Studien dieser Arbeit ist jeweils nach den Fragestellungen und Hypothesen der Studien gegliedert. Nach einer überblicksartigen Zusammenfassung der Ergebnisse (Studie I: 4.1.1; Studie II: 4.2.1) werden diese vor dem Hintergrund des aktuellen Forschungsstandes interpretiert und eingeordnet (Studie I: 4.1.2-4.1.5; Studie II: 4.2.2-4.2.6). Zur Einordnung der Aussagekraft der einzelnen Ergebnisse werden dabei spezifische methodische Limitationen diskutiert. Im Anschluss werden allgemeine Limitationen der Studien aufgezeigt und daraus resultierende Gestaltungshinweise für zukünftige wissenschaftliche Untersuchungen zusammengefasst (Studie I: 4.1.6; Studie II: 4.2.7). Abschließend wird auf zentrale klinische Implikationen der Forschungsergebnisse für die Behandlung der BPS (4.3) eingegangen.

4.1 Vergleich von Patienten mit Borderline-Persönlichkeitsstörung und Gesunden in impliziter und expliziter Emotionsregulation

4.1.1 Ergebnisse von Studie I im Überblick

In Studie I wurden in einer Querschnittsstudie unmedizierte BPS-Patienten mit gesunden Kontrollprobanden verglichen bzgl. ihrer emotionalen Ablenkbarkeit bei einer WM-Aufgabe (EWMT) und in der Anwendung einer instruierten ER-Strategie (kognitive Neubewertung) bei einem experimentellen ER-Paradigma. Zudem wurde die HF-HRV beider Gruppen sowohl im Ruhezustand als auch während der zwei experimentellen Paradigmen untersucht. Mit der Untersuchung der HF-HRV von BPS-Patienten bei kognitiver Neubewertung wurde eine wichtige Forschungslücke geschlossen. Es wurden etablierte experimentelle Paradigmen zur Untersuchung des emotionalen WM und der ER verwendet. Darüber hinaus konnte eine relativ große unmedizierte Stichprobe untersucht werden. Es kann somit ein Einfluss von Medikamenten auf die Ergebnisse, insbesondere auf die HRV-Ergebnisse ausgeschlossen werden. Die Diagnostik der BPS-Patienten und gesunden Kontrollen erfolgte zudem auf einem hohen klinischen Standard.²⁹

²⁹ Es wird aktuell vor dem Hintergrund des neuen Diagnosesystems DSM-5 (American Psychiatric Association, 2013) und des in Kürze zu erwartenden ICD-11 eine rege Debatte darüber geführt, ob Persönlichkeitsstörungen kategorial oder dimensional klassifiziert werden sollten (Herpertz et al., 2017; Clarkin & Huprich, 2011). Das DSM-5 hat zwar eine dimensionale Klassifikation von Persönlichkeitsstörungen eingeführt, lässt jedoch die Möglichkeit der kategorialen Diagnosen einiger Persönlichkeitsstörungen, u. a. der BPS, zu. Nach wie vor fehlen Befunde zu einer validen Faktorstruktur der Psychopathologie von Persönlichkeitsstörungen, sodass ein ausschließlich dimensionaler Ansatz verfrüht erscheint (Herpertz et al., 2017).

Zusammengefasst zeigte Studie I bei BPS-Patienten (im Vergleich zu Gesunden) auf der Verhaltens- bzw. Affektebene keine höhere Ablenkbarkeit bei einer emotionalen WM-Aufgabe (Fragestellung 1), jedoch eine weniger erfolgreiche Emotionsregulation (bei instruierter kognitiver Neubewertung) und höhere emotionale Reaktivität unabhängig von der Bildvalenz (Fragestellung 2).

Tabelle 21

Gegenüberstellung von Fragestellungen bzw. Hypothesen von Studie I (Vergleich von BPS-Patienten mit gesunder KG) mit den jeweiligen Ergebnissen.

Fragestellung	Hypothese	Ergebnisse
1) EWMT: Gruppenunterschiede in emotionaler Ablenkbarkeit?	1) <i>Höhere Ablenkbarkeit der BPS-Gruppe (vgl. mit KG) bei negativen und neutralen Stimuli.</i>	Keine höhere emotionale Ablenkbarkeit der BPS-Gruppe. <i>Hypothese nicht bestätigt.</i>
2) ER-Paradigma (Affektebene): Gruppenunterschiede in instruierter kognitiver Neubewertung und in emotionaler Reaktivität?	2) <i>Weniger erfolgreiche ER und höhere emotionale Reaktivität der BPS-Gruppe (vgl. mit KG) unabhängig vom Bildtyp und spezifisch für negative Bilder.</i>	Weniger erfolgreiche Emotionsregulation der BPS-Gruppe bei instruierter kognitiver Neubewertung und höhere emotionale Reaktivität unabhängig von der Bildvalenz. Keine Gruppenunterschiede spezifisch für negative Bilder. <i>Hypothese zum Teil bestätigt.</i>
3) Herzratenvariabilität: Gruppenunterschiede in HF-HRV a) im Ruhezustand? b) beim EWMT? c) bei einem ER-Paradigma?	3a) <i>Keine gerichtete Hypothese</i> 3b und c) <i>Hypoaktivierung des Parasympathikus bei Stressinduktion (niedrigere HF-HRV der BPS-Gruppe vgl. mit KG)</i>	a) Keine Gruppenunterschiede der HF-HRV im Ruhezustand. b) Keine Gruppenunterschiede der HF-HRV während des EWMT. <i>Hypothese nicht bestätigt.</i> c) Keine Gruppenunterschiede in absoluten HF-HRV-Werten, jedoch niedrigere normalisierte HF-HRV der BPS-Gruppe (mglw. Hinweis auf Hypoaktivierung des Parasympathikus der BPS-Gruppe). <i>Hypothese nicht eindeutig bestätigt.</i>
4) nur BPS-Gruppe: Zusammenhänge zwischen HF-HRV während des ER-Paradigmas und klinischen Charakteristika?	4) <i>keine a-priori-Hypothese</i>	Keine signifikanten Zusammenhänge klinischer Charakteristika mit absoluten HF-HRV-Werten während des ER-Paradigmas, jedoch negative Korrelation normalisierter HF-HRV-Werte und der Häufigkeit der Anwendung einer dysfunktionalen ER-Strategie.

Anmerkung: BPS= Borderline-Persönlichkeitsstörung; KG=gesunde Kontrollgruppe; EWMT= Emotional Working Memory Task; ER-Paradigma=Emotionsregulations-Paradigma; HF-HRV=Hochfrequenz-Herzratenvariabilität.

Auf psychophysiologischer Ebene wurden keine Gruppenunterschiede der HRV im Ruhezustand (Fragestellung 3a) sowie bei der WM-Aufgabe (Fragestellung 3b) beobachtet. Die HRV der BPS-Gruppe wies allerdings (verglichen mit der gesunden KG) während des ER-Experiments einen geringeren Anteil an parasympathischer Aktivität im Vergleich zur

sympathischen Aktivität auf (Fragestellung 3c). Innerhalb der BPS-Gruppe fand sich zudem ein negativer Zusammenhang einer dysfunktionalen ER-Strategie (Beschuldigung anderer) mit der HRV (Fragestellung 4). Tabelle 21 stellt diese Ergebnisse in Bezug auf die zugrundeliegenden Fragestellungen und Hypothesen übersichtlich dar. Die einzelnen Ergebnisse werden in den folgenden Abschnitten (4.1.2-4.1.5) detaillierter ausgeführt.

4.1.2 Implizite Emotionsregulation (emotionales Arbeitsgedächtnis)

In **Hypothese 1** wurde für BPS-Patienten im Vergleich zu einer gesunden KG bei einer emotionalen WM-Aufgabe (EWMT) eine höhere Ablenkbarkeit (mehr Fehler, längere Reaktionszeiten) bei negativen und neutralen Bildern (Gesichter und interpersonelle Szenen), jedoch nicht bei einer neutralen Kontrollbedingung (Kreuz) angenommen. Die Ergebnisse zeigten keine Gruppenunterschiede bei negativen und neutralen Bildern im EWMT, sodass die Hypothese in diesem Punkt nicht bestätigt werden konnte. Für die Kontrollbedingung wurden zwar – wie postuliert – in den Gruppen ähnlich viele Fehler beobachtet, jedoch in der BPS-Gruppe im Trend ($p=.073$) kürzere Reaktionszeiten, sodass auch hier die Hypothese nur zum Teil zutraf.

Frühere Studienergebnisse zum EWMT sind bei (ebenfalls unmedizierten) BPS-Patienten inkonsistent (s. 1.2.5). Die vorliegenden EWMT-Ergebnisse stimmen auf der Verhaltensebene mit der EWMT-Studie von Krause-Utz et al. (2017) überein, in der keine Gruppenunterschiede zwischen nicht-dissoziierten BPS-Patienten und einer gesunden KG gefunden wurden. Die Probanden von Studie I sind hier vergleichbar mit der nicht-dissoziierten BPS-Stichprobe von Krause-Utz et al., da sie vor und nach dem EWMT nur in geringem Maße dissoziative Symptome berichteten (durchschnittlich 1-2 Punkte auf einer 11-stufigen Likert-Skala des DSS-4). In zwei weiteren Studien (Krause-Utz et al., 2012; 2014) wurden im Gegensatz zu den vorliegenden Ergebnissen auf der Verhaltensebene Hinweise auf ein eingeschränktes emotionales WM gefunden. Diese Ergebnisse sind jedoch nicht eindeutig, da sie nur auf jeweils einer von zwei aVs beobachtet wurden (langsamere Reaktionszeiten von korrekten Antworten in Krause-Utz et al., 2012; weniger korrekte Antworten in Krause-Utz et al., 2014). Die vorliegenden EWMT-Ergebnisse stützen daher die Annahme, dass zumindest auf der Verhaltensebene keine Einschränkungen im emotionalen WM von BPS-Patienten vorliegen, wie dies ebenfalls in Paradigmen ohne emotionale Stimuli in einigen Studien bei BPS-Patienten gefunden wurde (Lazzaretti et al., 2012; Liu et al., 2017; Prehn et al., 2013). Die Ergebnisse unterscheiden sich damit von Studien, die ein eingeschränktes emotionales WM postulieren (Kaiser et al., 2016; Krause-Utz et al., 2012; Krause-Utz et al., 2014; Prehn et al., 2013). Die fehlenden Gruppenunterschiede der vorliegenden EWMT-Ergebnisse

widersprechen zudem der Annahme einer erhöhten Sensitivität für negative und (aufgrund ihrer Ambiguität) neutrale Gesichter bei BPS-Patienten im Vergleich zu gesunden Personen (Daros et al., 2013; Domes, Schulze, & Herpertz, 2009). Es müssen jedoch einige methodische Limitationen beachtet werden, die möglicherweise vorhandene Gruppenunterschiede maskiert haben könnten.

Methodenkritik des EWMT

Verschiedene Gesichtspunkte schränken die **Validität** des EWMT in der durchgeführten Version ein. So unterschied sich überraschenderweise die Performanz der Gesamtgruppe bei der Kontrollbedingung nicht von jener bei emotionalen Bildern. Dies wirft die Frage auf, ob bei der Durchführung des EWMT ein im Vergleich zu früheren Studien geringerer Stresslevel induziert wurde. Beim Vergleich der vorliegenden Rohwerte mit den Daten der Studien von Krause-Utz et al. fiel zudem auf, dass (auf deskriptiver Ebene) die Probanden von Studie I trotz des vergleichbaren Versuchsdesigns langsamer reagierten und mehr korrekte Antworten erzielten (v. a. im Vergleich zu Krause-Utz et al. 2012 und 2014).³⁰ Möglicherweise hat das Paradigma im Vergleich zu früheren Studien weniger Stress induziert oder die Versuchsleiter haben nicht nachdrücklich genug auf eine möglichst rasche Bearbeitung des EWMT hingewiesen, sodass (durch den geringeren Stress) eine gesteigerte EWMT-Performanz resultierte. Auch ein Versuchsleiter-Effekt (Rosenthal & Jacobson, 1966) hätte theoretisch zu einem geringeren Stresslevel führen können (unterschiedlich stark stressinduzierende Hinweise durch die drei Versuchsleiter). Ein (in dieser Arbeit nicht berichteter) Vergleich der Performanz der Probanden-Subgruppen pro Versuchsleiter erbrachte jedoch keine Hinweise auf einen solchen Effekt.

Eine explorative Analyse des signifikanten Haupteffekts *Distraktor* zeigte (auf deskriptiver Ebene und zum Teil statistisch signifikant) in der Gesamtgruppe ähnlich wie bei Krause-Utz et al. (2014) langsamere Reaktionszeiten und mehr Fehler bei interpersonellen Szenen im Vergleich zu Gesichtern. Ein Grund dafür könnte die größere Komplexität und Heterogenität dieser Bilder sein, die mehr Potential für Ablenkung bieten als gleich groß dargebotene Gesichter verschiedener Menschen. Aufgrund des **unbalancierten Designs** der verwendeten EWMT-Version (eine Kontrollbedingung, zwei Bedingungen mit interpersonellen Szenen,

³⁰ So lag die von den einzelnen Bedingungen geringste Quote korrekter Antworten in der vorliegenden Arbeit bei ca. 84% (KG) bzw. 86% (BPS), während sie bei Krause-Utz et al. (2014) bei 81% (KG) und 69% (BPS) lag (bei Krause-Utz et al., 2012 wurden diese Daten bis auf die fehlende Signifikanz der Ergebnisse nicht berichtet). Die Reaktionszeiten beliefen sich in der vorliegenden Arbeit auf knapp 1200ms, während sie in den Studien von Krause-Utz et al. bei ca. 1000-1100 ms angesiedelt waren.

drei Bedingungen mit Gesichtern) konnte jedoch nicht wie bei Krause-Utz et al. (2014) der Faktor Distraktortyp (Szenen und Gesichter) analysiert werden.

Ebenso könnte es einen Einfluss auf die Ergebnisse gehabt haben, dass die **Rekrutierung** für die Studien von Krause-Utz et al. sowie jene der vorliegenden Arbeit aus dem gleichen Probandenpool erfolgte. Eventuell könnte bei einzelnen Probanden durch frühere Studienteilnahmen eine Habituation an den EWMT, die verwendeten IAPS-Stimuli oder die Situation einer Laboruntersuchung Grund für die geringere emotionale Reaktivität sein.³¹

Weitere methodische Limitationen des EWMT betreffen grundsätzliche Herausforderungen des Designs. So bestand keine Kontrolle darüber, ob die Probanden bei der Bearbeitung des EWMT im Moment der Bildpräsentation die emotionalen Bilder tatsächlich auf dem Bildschirm anschauten oder ob sie den Blick abwendeten. Zudem wurden die verwendeten Bilder des EWMT nicht im Nachhinein bzgl. Valenz und Arousal beurteilt. Es war auf diese Weise kein Vergleich mit einer repräsentativen Stichprobe möglich sowie keine Einschätzung über das (evtl. gruppenspezifische) Potential der Bilder zur Ablenkbarkeit. Unklar ist desweiteren der Mechanismus, der beim EWMT zu Fehlern führt. Die Annahme besteht darin, dass das jeweilige Bild, das während des Verzögerungsintervalls präsentiert wird, durch seinen (emotionalen) Inhalt den WM-Prozess stört und so zu einer verzögerten und/oder falschen Antwort führt. Neben dem Einfluss der Bilder könnte jedoch auch die kognitive Belastung zu Fehlern im EWMT führen. Es wäre zudem möglich, dass die Ablenkung durch ein emotionales Bild noch während nachfolgender Trials nachwirkt und so bei einem Trial mit vermeintlich geringer Ablenkung (z. B. Kontrollbedingung) dennoch eine schlechtere Performanz resultiert (sog. Spillover-Effekt). Da die Reihenfolge der EWMT-Distraktoren nicht randomisiert wurde, konnte hierfür nicht kontrolliert werden.

Gestaltungshinweise für zukünftige EWMT-Studien: Da die Auswertung des EWMT in der vorliegenden Arbeit erschwert wurde durch das unbalancierte Design, wäre in zukünftigen Studien ein balanciertes Design mit einer gleichen Anzahl an Bedingungen von z. B. Gesichtern und/oder interpersonellen Szenen hilfreich. Um für potentielle Spillover-Effekt zu kontrollieren, wäre es empfehlenswert, die Reihenfolge der Stimuli im EWMT zu randomisieren. Desweiteren sollte bei einer erneuten Durchführung des EWMT darauf geachtet werden, dass möglichst studienunerfahrene Probanden teilnehmen, um auszuschließen, dass sie das Experiment bereits kennen oder sich an die Stimuli gewöhnt

³¹ Im Rahmen der *Klinischen Forschergruppe 256* wurde eine Probanden-Datenbank mit einer Übersicht zu Studienteilnahmen angelegt, der jedoch bei den früheren Studien von Krause-Utz et al. noch nicht existierte. Da die bisherige Studienerfahrung der Probanden jedoch nicht vollständig erfasst wurde, ist eine weiterführende Klärung dieser Frage in der vorliegenden Arbeit nicht möglich.

haben. Darüberhinaus könnte mittels eines Eyetrackers kontrolliert werden, ob die Probanden während des EWMT ihren Blick tatsächlich auf den Bildschirm richten. Für einen Vergleich mit Normwerten sollten die verwendeten Stimuli von den Probanden nach dem Experiment bzgl. Valenz und Arousal beurteilt werden.

4.1.3 Explizite Emotionsregulation

Hypothese 2 betraf die Emotionsregulation und emotionale Reaktivität von BPS-Patienten in Bezug auf die Affektebene bei einem ER-Experiment mit instruierter kognitiver Neubewertung. Es wurde angenommen, dass BPS-Patienten im Vergleich zu Gesunden eine weniger erfolgreiche ER (Instruktion *vermindern*) sowie eine höhere emotionale Reaktivität (Instruktion *belassen*) jeweils im Sinne von höherer Anspannung und negativerem aktuellen Affekt, v. a. bei negativen Bildern, zeigen. Die Ergebnisse bzgl. der ER (Vergleich von vermindern vs. belassen bei negativen vs. positiven Bildern) zeigten für BPS-Patienten eine höhere Anspannung und einen im Trend negativeren Affekt unabhängig von Bildtyp und Instruktion, jedoch nicht spezifisch bei der Instruktion *vermindern* (vs. *belassen*) und negativen (vs. positiven) Bildern. BPS-Patienten zeigten zudem eine höhere emotionale Reaktivität (bei der aV *Anspannung*), jedoch ebenfalls nicht spezifisch bei negativen (vs. positiven und neutralen) Bildern.

Die höhere emotionale Reaktivität bei BPS-Patienten (höhere aversive Anspannung) stimmt überein mit früheren Befunden zu signifikant höherer aversiver Anspannung bzw. mehr negativen Emotionen von BPS-Patienten im Alltag (Ebner-Priemer et al., 2007; Russell et al., 2007; Stiglmayr et al., 2005; Wolff et al., 2007) bzw. bei experimentell induziertem Stress durch emotionale Stimuli (Barnow et al., 2012; Gratz et al., 2010; Jacob et al., 2009). Die Studienlage bzgl. emotionaler Reaktivität v. a. bei experimentellen Paradigmen ist jedoch inkonsistent (vgl. Herpertz et al., 1999; Herpertz et al., 2001; Jacob et al., 2008; Pfaltz et al., 2015; Woodberry et al., 2008). Dies spiegelt sich selbst in den vorliegenden Ergebnissen wieder, denn eine höhere emotionale Reaktivität von BPS-Patienten wurde nur auf einer von zwei aVs gefunden.

Hinsichtlich der instruierten kognitiven Neubewertung konnte zwar erwartungsgemäß eine höhere Anspannung und ein (im Trend) negativerer Affekt bei BPS-Patienten beobachtet werden, jedoch wurde darüberhinaus keine gruppenspezifische Interaktion mit der Instruktion beobachtet. BPS-Patienten konnten damit – kongruent zu Befunden bei anderen ER-Strategien (s. 1.2.3) – in einem experimentellen ER-Paradigma emotionale Stimuli ähnlich erfolgreich wie Gesunde kognitiv Neubewerten (signifikanter Interaktionseffekt *Instruktion x Bildvalenz*), waren dabei jedoch angespannter und zeigten (bei Nicht-Beachtung neutraler

Bilder) im Trend einen negativeren Affekt. Die BPS-Patienten von Studie I zeigten damit zwar in einem unspezifischen Sinne einen geringeren ER-Erfolg, jedoch hing dieser nicht mit der angewandten ER-Strategie oder der Bildvalenz zusammen (kein signifikanter Interaktionseffekt *Gruppe x Bildvalenz x Instruktion*). Bisherige Studien hatten unerwarteterweise auf der Affektebene keine Gruppenunterschiede zwischen BPS-Patienten und Gesunden in instruierter kognitiver Neubewertung gefunden (vgl. 1.2.3; Koenigsberg et al., 2009; Lang et al., 2012; Marissen et al., 2010; Schulze et al., 2011).

Zusammenfassend stützen die Ergebnisse des ER-Experiments damit nur teilweise Linehans (1993) biosoziale Theorie, weil die angenommenen spezifischen Ergebnisse bzgl. negativen Bildern nicht hypothesenkonform zutrafen. Zur Einschätzung der Aussagekraft der Ergebnisse sind einige methodische Limitationen zu beachten.

Methodenkritik des ER-Experiments

Die **Validität** des durchgeführten ER-Paradigmas kann als positiv beurteilt werden, da (in der Gesamtgruppe) bei negativen Bildern der negativste Affekt bzw. die höchste Anspannung gefunden wurde, während sich bei positiven Bildern der positivste Affekt bzw. eine eher geringe Anspannung und bei neutralen Bildern ein annähernd neutraler Affekt sowie eine ebenfalls geringe Anspannung fanden (jeweils signifikante Haupteffekte der *Bildvalenz*), was die emotionale Reaktivität widerspiegelt. Zudem zeigte sich in Bezug auf die ER unabhängig von der Gruppe ein spezifischer Effekt der Instruktionen auf die aVs je nach Bildvalenz. Sollten die Probanden bei negativen Bildern aufkommende Emotionen *belassen* oder bei positiven Bildern *vermindern*, zeigte sich erwartungsgemäß eine höhere Anspannung und ein negativerer Affekt als wenn sie sie bei negativen Bildern *vermindern* oder bei positiven Bildern *belassen* sollten (jeweils signifikante Interaktionseffekte von *Instruktion x Bildvalenz*). Einschränkend ist hinzuzufügen, dass bei Paradigmen dieser Art immer sozial erwünschte Antworten denkbar sind. Zudem wäre es möglich, dass BPS-Patienten in einem geringerem Ausmaß über die Fertigkeit verfügen, emotionale Reaktionen zu beschreiben (Domes et al., 2009; Linehan, 1993), auch aufgrund einer evtl. höheren Ausprägung von Alexithymie (Guttman & Laporte, 2002).

Die **kognitive Neubewertung positiver Stimuli** kann im sozialen Kontext eine wichtige Fertigkeit sein (z. B. Freude über ein Lob im Beisein Anderer nicht zeigen um nicht als selbstgefällig zu gelten), wurde jedoch in ER-Paradigmen bei BPS-Patienten bisher nicht realisiert. Selbst eine Studie zur ER von BPS-Patienten, die positive Stimuli verwendete, nutzte diese nur in der Kontroll- und nicht in der Regulationsbedingung (Marissen et al., 2010). Die positiven Bilder des ER-Experiment in Studie I waren daher eine Neuerung,

standen jedoch nicht im Fokus der Analyse. Obwohl positive Stimuli bei BPS-Patienten – möglicherweise aufgrund einer anderen nicht-positiven Bewertung – als besonders irritierend gelten (Hagenhoff et al., 2013a; Sieswerda, Arntz, Mertens, & Vertommen, 2007; Thome et al., 2016), zeigten sich in den vorliegenden Ergebnissen keine diesbezüglichen Gruppenunterschiede (keine signifikanten Interaktionseffekte *Gruppe x Bildvalenz* oder *Gruppe x Bildvalenz x Instruktion*).

Ebenso wie beim EWMT sind als **weitere methodische Limitationen** des ER-Experiments zu nennen, dass keine Kontrolle darüber bestand, ob die Probanden während des Experiments die Bilder tatsächlich anschauten und dass die verwendeten IAPS-Bilder für einen Vergleich mit den Normwerten nicht im Nachhinein bzgl. Valenz und Arousal beurteilt wurden.

Gestaltungshinweise für zukünftige Studien mit dem ER-Experiment: Die Stimuli des ER-Experiments sollten von den Probanden hinsichtlich Valenz und Arousal in zukünftigen Untersuchungen nach der Durchführung des Experiments beurteilt werden. Dies wäre insbesondere für eine weiterführende Analyse zu positiven Stimuli sinnvoll, da zu vermuten ist, dass diese bei BPS-Patienten eine andere Valenz aufweisen. Wie beim EWMT wäre zudem ein Eyetracker sinnvoll um die Blickrichtung der Probanden zu kontrollieren.

4.1.4 Herzratenvariabilität

Herzratenvariabilität im Ruhezustand

Hypothese 3a testete auf statistischer Ebene Gruppenunterschiede zwischen BPS-Patienten und Gesunden der HF-HRV im Ruhezustand, ließ jedoch die inhaltliche Ausrichtung der Hypothese aufgrund der widersprüchlichen Studienlage offen. Die Ergebnisse zeigten keine Gruppenunterschiede der HF-HRV im Ruhezustand. Es fanden sich zudem keine Hinweise darauf, dass gegenwärtige Dissoziation die HF-HRV der BPS-Patienten beeinflusst haben könnte.

Der vorliegende Befund stimmt vor allem mit Studienergebnissen zur HF-HRV im Ruhezustand von ebenfalls unmedizierten BPS-Patienten überein (Austin et al., 2007; Meyer et al., 2016; Reitz et al., 2015). Ähnliche Ergebnisse wurden zudem auch vereinzelt bei medizierten BPS-Patienten (Gratz et al., 2013), bei Frauen mit unterschiedlich stark ausgeprägten BPS-Eigenschaften (ohne Angaben zur Medikation; Dixon-Gordon et al., 2011) sowie bei sich selbstverletzenden (größtenteils medizierten) Jugendlichen (Anteil von BPS-Patienten: ca. 60%; Koenig et al., 2017) gefunden. Dagegen stehen die vorliegenden Ergebnisse im Widerspruch zu einigen Studien (Kuo et al., 2016; Kuo & Linehan, 2009; Weinberg et al., 2009) und einer Metaanalyse (Koenig et al., 2016), die im Ruhezustand eine niedrigere HRV und damit eine Hypoaktivierung des Parasympathikus bei BPS-Patienten

fanden. Da in den letztgenannten Studien jedoch überwiegend Daten medizierter Patienten verwendet wurden, liegt die Schlussfolgerung nahe, dass die Medikation einen Einfluss auf die HRV der Patienten hatte. Bisherige Studien (Austin et al., 2007; Dixon-Gordon et al., 2011; Koenig et al., 2017; Kuo et al., 2016; Reitz et al., 2015) vernachlässigten zudem bisweilen den potentiell dämpfenden Einfluss von Dissoziation auf die HRV (Barnow et al., 2012; Ebner-Priemer et al., 2005). Die vorliegenden Ergebnisse werden dadurch untermauert, dass dieser Einfluss in der BPS-Gruppe untersucht wurde und nicht anzunehmen ist.

Herzratenvariabilität während des EWMT und des ER-Experiments

In **Hypothese 3b und 3c** wurde im Sinne einer Hypoaktivierung des Parasympathikus eine niedrigere HF-HRV von BPS-Patienten (im Vergleich zur KG) während des EWMT und während des ER-Experiments angenommen.

Die **HRV-Ergebnisse während des EWMT** bestätigten Hypothese 3b nicht, da keine Gruppenunterschiede zwischen BPS-Patienten und der KG beobachtet wurden. Die HRV konnte hier aufgrund der kurzen Trial-Länge nur in der Gesamtheit der Messstrecke analysiert werden, sodass keine detailliertere Aussage möglich war. Es existieren zudem weder bei BPS-Patienten noch bei anderen Populationen frühere Befunde zur HF-HRV während eines WM-Experiments, sodass das vorliegende Ergebnis eher explorativen Charakter hat. Für einen Vergleich mit anderen HRV-Studien könnte das EWMT-Paradigma am ehesten mit Studien zu emotionaler Reaktivität bzw. zur Stressinduktion verglichen werden. Die Studienlage ist hier für BPS-Patienten inkonsistent (s. 1.2.4). So finden sich ähnlich wie beim vorliegenden Ergebnis einerseits Befunde zu einer unveränderten HRV während oder nach einer Stressinduktion bei Personen mit stark ausgeprägten BPS-Eigenschaften im Vergleich zu Personen mit einer geringen Ausprägung (Dixon-Gordon et al., 2011; Reeves, 2007). Andererseits bestehen ebenso Befunde einer niedrigeren HRV von BPS-Patienten (im Vergleich zu Gesunden oder einer klinischen KG) bei einer Stressinduktion (Austin et al., 2007; Weinberg et al., 2009; Wilson et al., 2016). Da jedoch die Validität der EWMT-Ergebnisse möglicherweise eingeschränkt ist (s. 4.1.1 zur Methodenkritik des EWMT), sollten zur Klärung weitere EWMT-Studien mit HRV-Messung durchgeführt werden.

Die **HRV-Ergebnisse während des ER-Experiments** zeigten zwar eine vergleichbare parasympathische Aktivität der Gruppen (absolute HF-HRV-Werte), jedoch sowohl beim *Vermindern* als auch beim *Belassen* emotionaler Stimuli einen signifikant geringeren Anteil an parasympathischer Aktivität im Vergleich zur sympathischen Aktivität bei den BPS-Patienten im Vergleich zur KG (normalisierte HF-HRV-Werte; kleine Effektgröße). Die Ergebnisse der normalisierten HF-HRV-Werte weisen damit auf die angenommene

Hypoaktivierung des Parasympathikus während des ER-Experiments hin. Die Hypothese konnte jedoch aufgrund der absoluten HF-HRV-Werte nicht eindeutig bestätigt werden. Eine BPS-spezifische Analyse erbrachte weder für den EWMT noch für das ER-Experiment Hinweise auf einen Einfluss von gegenwärtiger Dissoziation auf die HF-HRV.

Bisherige Studien zur HRV bei kognitiver Neubewertung hatten bei Gesunden eine erhöhte HRV (Denson et al., 2011) sowie bei Personen mit einem erhöhten Risiko für Psychopathologie eine niedrigere HRV (Di Simplicio et al., 2012) gefunden. Zur HRV von BPS-Patienten während kognitiver Neubewertung liegen dagegen bisher keine veröffentlichten Studien vor. Die aus den normalisierten Werten lesbare experimentell induzierte niedrigere parasympathische Aktivität der BPS-Patienten von Studie I sollte daher mit Vorsicht interpretiert werden. Mögliche messmethodische Gründe für die Unterschiedlichkeit der Ergebnisse aus absoluten und normalisierten Werten werden in der Methodenkritik der HRV-Messung ausgeführt (s. u.). Die vorliegenden HRV-Ergebnisse sowie die (unspezifisch) weniger erfolgreiche ER auf der Affektebene (größere Anspannung und teilweise negativerer Affekt; Fragestellung 2) bei dem ER-Experiment stimmen überein mit vergleichsweise robusten Befunden zu einem positiven Zusammenhang von HRV und ER-Fertigkeiten (Appelhans & Luecken, 2006; Holzman & Bridgett, 2017). Zudem wurde in zwei früheren Studien (Austin et al., 2007; Reitz et al., 2015) ebenfalls eine niedrigere parasympathische Aktivität während eines ER-Experiments bzw. einer Stressinduktion in Kombination mit nicht unterschiedlichen HRV-Werten im Ruhezustand bei unmedizierten BPS-Patienten im Vergleich zu Gesunden gefunden. Demgegenüber stehen Studien mit vorwiegend medizierten Probanden, die HRV-Unterschiede zwischen BPS-Patienten und Gesunden im Ruhezustand, jedoch nicht während eines ER-Experiments fanden (z. B. Kuo & Linehan, 2009). oder aber weder auf Baseline- noch auf Experiment-Ebene (z. B. Dixon-Gordon et al., 2011) bzw. sowohl in der Baseline als auch im Experiment (z. B. Weinberg et al., 2009) HRV-Unterschiede feststellten. In Bezug auf BPS-Patienten ist die Forschungslage zum Zusammenhang von ER und HRV damit gemischt, möglicherweise aufgrund von konfundierenden Variablen wie Medikation und Dissoziation (s. 1.2.4). Hinzu kommen auf messmethodischer Ebene diverse Herausforderungen bei der Messung der HRV. Sie werden im Folgenden zusammengefasst.

Methodenkritik der HF-HRV-Messung

Es bestehen bisher keine einheitlichen **Standards zur Messmethodik** von HRV. Es wird jedoch eine anhaltende Debatte darüber geführt, welche Praxis (z. B. die Wahl der HRV-

Parameter bei verschiedenen Studiendesigns) am sinnvollsten ist (Heathers, 2014). Bisherige Studien weisen daher große Unterschiede bei der Messung und Analyse von HRV auf.

Bei den vorliegenden HRV-Ergebnissen des ER-Experiments kommen verschiedene Gründe für die **Unterschiedlichkeit der Ergebnisse aus absoluten und normalisierten Werten** in Frage. Im Falle einer tatsächlich niedrigeren HRV der BPS-Patienten ist es möglich, dass die sehr hohen Standardabweichungen der absoluten HF-HRV-Werte einen Effekt verdeckt haben könnten. Auch eine zu geringe statistische Power von HRV-Werten aufgrund einer zu kleinen Stichprobe ist ein übliches Problem (Quintana, 2017) und daher als Erklärung in Betracht zu ziehen. Andersherum besteht die Möglichkeit, dass die Power des LF-Bandes bei den BPS-Patienten signifikant höher war als bei der KG. So wäre der Anteil des HF-Bandes bei den normalisierten Werte erniedrigt, was jedoch nicht zwangsläufig mit einer geringeren Aktivität des Parasympathikus zusammenhängt. Abschließend zu klären ist dies leider nicht.

Bei der HRV-Analyse des EWMT und des ER-Experiments wurde der potentielle Einfluss von Dissoziation überprüft sowie die HRV im Ruhezustand als Kovariate eingesetzt. Es wurde jedoch nicht zusätzlich die **Atemfrequenz als Kovariate** verwendet. Diese kann jedoch einen signifikanten Einfluss auf die HRV haben (Berntson et al., 1997; Heathers, 2014). Andere Autoren vertreten dagegen die These, dass auch eine für die Atmung unkontrollierte HRV auf akkurate Weise den vagalen Tonus (parasympathische Aktivität) widerspiegelt, vorausgesetzt es wird während der gemessenen Aktivität keine große Variation der Atemfrequenz erwartet, z. B. bei Messungen des Ruhezustandes oder mentaler Stressinduktion (Houtveen, Rietveld, & Geus, 2002). Zudem sollte bedacht werden, dass auch bei Ergebnissen, die für die Atmung "kontrolliert" haben, der Einfluss von Atmung nicht eliminiert werden kann, sondern auch die Möglichkeit besteht, dass vorhandene Effekte aufgrund der durch die Kovariate bedingten Varianzreduktion verdeckt werden (Allen, Chambers, & Towers, 2007). Da der EWMT und das ER-Experiment im Sitzen durchgeführt wurde und zu einer mentalen Stressinduktion gezählt werden können, ist nicht zu vermuten, dass große interindividuelle Unterschiede der Atemfrequenz bestanden und so die Ergebnisse signifikant beeinflusst haben. Dennoch sollten in zukünftigen Studien die Analysen sowohl mit als auch ohne die Atemfrequenz als Kovariate durchgeführt werden um die Ergebnisse zu untermauern. Auch eine Berücksichtigung des Menstruationszyklus als Kovariate wäre in zukünftigen Studien sinnvoll, da dieser einen Einfluss auf die HRV haben kann (Bai, Li, Zhou, & Li, 2009). Für den Nachweis der Reliabilität der HRV-Messung sollten zudem nicht nur wie in der vorliegenden Studie eine, sondern mindestens zwei identische HRV-Messungen durchgeführt werden (Bertsch et al., 2012).

Gestaltungshinweise für zukünftige Studien mit HRV-Messung: In künftigen HRV-Untersuchungen (unabhängig ob der Ruhezustand oder während einer Stressinduktion gemessen wird) sollte die Atmung als Kovariate in den Analysen berücksichtigt werden. Desweiteren sollten zwei identische HRV-Messungen durchgeführt werden um die Reliabilität der Messung dokumentieren zu können. Bei weiblichen Probanden wäre es zudem sinnvoll für den Menstruationszyklus zu kontrollieren. Grundsätzlich ist es überdies dringend notwendig, dass Standards für die Messung von HRV formuliert werden, die neben Hinweisen zum Messvorgang auch Empfehlungen zur Wahl bzw. Auswertung der HRV-Parameter in Zusammenhang mit den jeweiligen Studiendesigns und -zielen liefern.

4.1.5 Zusammenhang von Herzratenvariabilität und Psychometrie

Fragestellung 4 befasste sich auf explorative Weise damit, ob innerhalb der BPS-Gruppe lineare Zusammenhänge zwischen der HF-HRV während des ER-Experiments und den per Fragebogen erhobenen klinischen Charakteristika (BDI-II, BSL-23, DERS, ERQ, DBT-WCCL) bestanden. Es zeigten sich keine signifikanten Zusammenhänge auf Grundlage der absoluten HF-HRV-Werte, jedoch negative Zusammenhänge der normalisierten HF-HRV während des ER-Experiments mit der Subskala DCS-2 (Beschuldigung anderer) des DBT-WCCL. Je häufiger die BPS-Gruppe also angab, in schwierigen Situationen der letzten vier Wochen die (dysfunktionale) ER-Strategie *Beschuldigung anderer* zu verwenden, desto geringer war ihre HF-HRV n. u. und damit der Anteil parasympathischer Aktivität (vs. dem Anteil an sympathischer Aktivität) während des ER-Experiments. Für die anderen psychometrischen Maße zeigten sich statistisch nicht signifikante negative Zusammenhänge der HRV mit Depressivität (BDI-II), BPS-Symptomatik (BSL-23) und Schwierigkeiten mit der ER (DERS) und positive Zusammenhänge mit kognitiver Neubewertung (ERQ).

Die Tendenz der Ergebnisse zu Fragestellung 4 steht in Einklang mit Ergebnissen zu relativ robusten positiven Zusammenhängen von HRV und ER-Kapazität, die unabhängig von klinischen Charakteristika der Stichprobe und der jeweiligen Operationalisierung von ER gefunden wurde (s. 1.2.4). Bisherige Studien mit ER-Fragebögen hatten zudem bei gesunden studentischen Stichproben Hinweise auf negative Zusammenhänge von Baseline-HRV mit Schwierigkeiten bei der ER (Visted et al., 2017; Williams et al., 2015) bzw. positive Zusammenhänge von Baseline-HRV mit einer funktionalen ER-Strategie (Selbstmitgefühl) gefunden. Da die genannten Studien mit über doppelt so großen Stichproben durchgeführt wurden, ist es nicht verwunderlich, dass die vorliegenden korrelativen Zusammenhänge zwar in der Richtung kongruieren, jedoch die statistische Signifikanz verfehlten. Aufgrund der unterschiedlichen Ergebnisse von absoluten und normalisierten HF-HRV-Werten sollten die

Ergebnisse jedoch mit Zurückhaltung interpretiert werden (vgl. 4.1.3: Diskussion der Ergebnisse von Fragestellung 3c).

4.1.6 Allgemeine Limitationen von Studie I und Hinweise für künftige Studien

Neben limitierenden Details des EWMT (s. 4.1.1), des ER-Experiments (s. 4.1.2) und der HRV-Messung (s. 4.1.3) sind weitere allgemeine Punkte zu nennen, die die Aussagekraft von Studie I begrenzen und aus denen sich Hinweise für künftige Studien ergeben.

Untersuchungsdesign: Es ist kritisch anzumerken, dass die Reihenfolge der Experimente nicht randomisiert wurde, sodass der EWMT möglicherweise die Ergebnisse des unmittelbar danach durchgeführten ER-Experiments beeinflusst hat. In künftigen Untersuchungen sollte daher darauf geachtet werden, die Reihenfolge der Experimente zu randomisieren. Da es sich bei Studie I zudem um eine Querschnittsuntersuchung handelt, lassen die Ergebnisse keine Rückschlüsse auf kausale Zusammenhänge zu, z. B. in Bezug auf den Zusammenhang zwischen Symptomatik und HRV. Dies könnte im Rahmen groß angelegter Längsschnittstudien untersucht werden und bisher bestehendes Wissen zur Ätiologie psychischer Störungen ergänzen.

Auswahl und Charakteristika der Stichprobe: Es wurde keine Diagnostik anderer Achse-II-Erkrankungen (außer der BPS) durchgeführt. Daher kann keine Aussage zur Spezifität der vorliegenden Ergebnisse getroffen werden, auch da neben der gesunden KG keine klinische KG untersucht wurde. Es wurden zudem keine komorbiden Achse-I-Diagnosen, wie z. B. ADHS oder PTBS, gesondert in den Analysen berücksichtigt. Für eine Aussage zur Spezifität der Ergebnisse sollte in künftigen Studien die Diagnostik der Probanden zusätzlich Achse-II-Erkrankungen einschließen. Da eine eingeschränkte ER-Fertigkeit nicht spezifisch für BPS-Patienten ist (Santangelo et al., 2014), wäre außerdem ein Vergleich mit klinischen KGs sinnvoll sowie (bei einer genügend großen Stichprobe) die Untersuchung von Subgruppen mit bzw. ohne bestimmte komorbide Diagnosen, z. B. PTBS, interessant. Möglicherweise hat zudem in Studie I – trotz der vergleichsweise großen Stichprobe – die statistische Power nicht ausgereicht um Gruppenunterschiede sowohl in absoluten als auch in normalisierten HRV-Werten sowie korrelative Zusammenhänge der HRV mit psychometrischen Maßen abzubilden, was ebenfalls für eine noch größere Stichprobe in künftigen Studien spricht.

Da die Mehrheit der sich in Behandlung befindenden BPS-Patienten weiblich ist (Skodol & Bender, 2003) und um einen konfundierenden Effekt des Geschlecht auf die HRV zu vermeiden (Verkuil et al., 2015) wurden für die vorliegende Arbeit ausschließlich weiblichen Probanden rekrutiert. Es ist daher unklar, ob die Ergebnisse auch für männliche Probanden generalisierbar sind, was Thema künftiger Studien sein könnte.

Aufgrund der Einschlusskriterien für die Studien der vorliegenden Arbeit bestand die BPS-Gruppe aus einer Selektion ambulant betreuter Patienten. Diese waren folglich vergleichsweise psychisch stabil und damit nicht gänzlich repräsentativ für die Bandbreite der BPS-Symptomatik. Die BPS-Gruppe von Studie I fällt zudem durch eine hohe Schulbildung auf (50% haben Abitur; kein signifikanter Unterschied zur KG). BPS-Patienten haben jedoch oft – auch im Vergleich mit anderen klinischen Stichproben – massive Schwierigkeiten, sich im Schul- und Berufsleben zu integrieren (Gescher, Will, & Malevani, 2013; Skodol et al., 2002). Vor diesem Hintergrund ist die vergleichsweise hohe Schulbildung der BPS-Stichprobe von Studie I ein weiterer Indikator für eine verhältnismäßig funktionale BPS-Stichprobe. Auch war ein Teil der Patienten nicht nur unmediziert, weil die Einschlusskriterien der Studie dies vorsahen (d. h. die Medikation wurde gegebenenfalls extra für die Studie abgesetzt), sondern schlicht, weil ihr ambulanter Behandlungsplan keine Medikamente beinhaltete.³² Dennoch erfüllten alle untersuchten BPS-Probanden das Vollbild dieser Störung. Auch die BPS-Symptomatik sowie die Depressivität der BPS-Patienten waren im deskriptiven Vergleich psychometrischer Maße (BPS-Symptomatik: BSL-23; Depressivität: BDI-II) ähnlich zu vergleichbaren Studien mit ebendiesen Maßen (Krause-Utz et al., 2012; Krause-Utz et al., 2014; Krause-Utz et al., 2017; Meyer et al., 2016).³³ Diese Studien wurden jedoch ebenfalls mit unmedizierten und ambulant betreuten BPS-Patienten durchgeführt, sodass die Ergebnisse nicht repräsentativ sind für die Bandbreite der Symptomatik von BPS-Patienten. Gleichzeitig leuchtet es vor diesem Hintergrund ein, dass bestehende Gruppenunterschiede zwischen BPS-Patienten und Gesunden in Studie I nicht so massiv hervortreten, wie dies die Theorie nahelegt. Diese Hypothese könnte z. B. mittels einer stärker belasteten BPS-Stichprobe zu Beginn einer stationären Behandlung (um eine Beeinflussung der Ergebnisse durch die stationäre Therapie zu vermeiden) überprüft werden.

Studien- und Psychotherapieerfahrung der Stichprobe: Die Stichprobe bestand aus unterschiedlich erfahrenen Probanden bzgl. Studienteilnahmen, was die Ergebnisse beeinflusst haben könnte (z. B. bessere Performanz der studien erfahrenen Probanden aufgrund weniger Nervosität).³⁴ Vor dem Hintergrund von Befunden zu HRV-Veränderungen im Zusammenhang mit Psychotherapie bei klinischen Stichproben (Davies, Niles, Pittig,

³² Die Gründe dafür, warum ein BPS-Patient nicht mediziert war, wurden nicht systematisch erfasst und daher nicht gesondert in den Analysen berücksichtigt, was jedoch in künftigen Studien erfolgen sollte.

³³ Auch der vorliegende Befund des ERQ-Fragebogens zu weniger kognitiver Neubewertung und mehr Unterdrückung als ER-Strategien bei BPS-Patienten im Vergleich zur KG war kongruent zu anderen Studien, (Beblo et al., 2010; Svaldi, Griepenstroh, Tuschen-Caffier, & Ehring, 2012b).

³⁴ Der subjektive Eindruck der Autorin der vorliegenden Arbeit war, dass studienunerfahrene Probanden teilweise deutlich nervöser waren als studien erfahrene Probanden. Einzelne unerfahrene Probanden berichteten auch mündlich, dass sie aufgrund der unbekannteren Situation sehr angespannt seien.

Arch, & Craske, 2015; Howells, Laurie Rauch, Ives-Deliperi, Horn, & Stein, 2014; Jang, Hwang, Padhye, & Meininger, 2017) ist zudem ein Einfluss von Psychotherapieerfahrung (abgeschlossene oder aktuelle Psychotherapien) als konfundierende Variable innerhalb der BPS-Gruppe möglich. Weder die Psychotherapie- noch die Studienerfahrung wurden jedoch systematisch erfasst, sodass in den Analysen eine Berücksichtigung als Kovariaten nicht möglich war. In künftigen Studien sollten daher sowohl die Studienerfahrung (inkl. möglichst genauen Angaben zu Zeitpunkt, verwendeten Stimuli etc.) als auch vergangene bzw. aktuelle Psychotherapieerfahrung systematisch erfasst sowie als Kovariate beachtet werden.

4.2 Wirksamkeit eines emotionalen Arbeitsgedächtnis-Trainings bei Patienten mit Borderline-Persönlichkeitsstörung

4.2.1 Ergebnisse von Studie II im Überblick

In Studie II wurde erstmals die Wirksamkeit eines emotionalen WM-Trainings bei BPS-Patienten untersucht. In Ergänzung zu den vielversprechenden Studienergebnissen von Schweizer et al. (2013) zu einem Ferntransfer des emotionalen WM-Trainings auf die ER wurde damit eine wichtige Anwendung bei einer klinischen Population untersucht, deren Kernsymptom in einer beeinträchtigten ER liegt. Die BPS-Patienten wurden mittels Randomisierung zwei Gruppen zugewiesen: eine Gruppe trainierte ein emotionales WM-Training mit adaptiven n-back-Aufgaben (EWM-Gruppe), während die andere Gruppe als aktive KG ein Aufmerksamkeitstraining trainierte (CFM-Gruppe). Die zwei Trainingsgruppen wurden in einer Laboruntersuchung vor (MZ1) und nach (MZ2) dem Training bzgl. ihres emotionalen WM (Nahtransfer) und ihrer ER (Ferntransfer) untersucht. Für ein möglichst naturalistisches Setting wurden in Studie II auch medizierte BPS-Probanden eingeschlossen.

Es ist positiv zu beurteilen, dass die Untersuchung durch ein randomisiert-kontrolliertes Studiendesign erfolgte (Phase-III-Studie; Metzler & Krause, 1997) und die Stichprobe im Vorhinein einer fundierten klinischen Diagnostik unterzogen wurde. Um für Placebo-Effekte zu kontrollieren und um den spezifischen Effekt des emotionalen WM-Trainings zu evaluieren wurde als Kontrollbedingung eine aktive KG eingesetzt (vgl. Melby-Lervåg et al., 2016; Melby-Lervåg & Hulme, 2013). Es wurden zudem zwei untrainierte Transfer-Aufgaben mittels experimenteller Paradigmen untersucht (Nahtransfer zum emotionalen WM; Ferntransfer zur ER). Desweiteren ist hervorzuheben, dass sich die zwei Trainingsgruppen in Bezug auf demographische und klinische Charakteristika nicht signifikant voneinander unterschieden und sich auch in ihrer Performanz zu MZ1 (EWM und ER) bzw. der

absolvierten Trainingsdauer weitestgehend ähnelten, sodass ähnliche Startbedingungen bestanden.

Zusammengefasst zeigte die Wirksamkeitsprüfung der Trainings (summative Evaluation) weder für den Nahtransfer auf das emotionale WM (Fragestellung 5) noch für den Ferntransfer auf die ER (Fragestellung 6) einen positiven Treatment-Effekt für die EWM-Gruppe im Vergleich zu der aktiven KG (CFM-Gruppe).

Tabelle 22

Gegenüberstellung von Fragestellungen bzw. Hypothesen von Studie II (Wirksamkeit eines emotionalen WM-Trainings bei BPS-Patienten) mit den jeweiligen Ergebnissen.

Fragestellung	Hypothese	Ergebnisse
<i>Summative Evaluation</i>	5) <i>Stärker verbessertes emotionales WM in EWM-Gruppe (vgl. mit aktiver KG: CFM-Gruppe) bei statistischer Kontrolle der Gesamt-Trainingsdauer.</i>	Kein statistisch signifikanter Treatment-Effekt des EWM-Trainings in Bezug auf das emotionale WM (kein Nahtransfer). <i>Hypothese nicht bestätigt.</i>
5) Treatment-Effekt im EWMT (Nahtransfer): Verbesserung des emotionalen WM bei BPS-Patienten durch ein EWM-Training?		
6) Treatment-Effekt im ER-Paradigma (Ferntransfer): Verbesserung der Emotionsregulation (ER-Paradigma) bei BPS-Patienten durch ein EWM-Training?	6) <i>Stärker verbesserte Emotionsregulation in EWM-Gruppe (vgl. mit aktiver KG: CFM-Gruppe) bei statistischer Kontrolle der Gesamt-Trainingsdauer.</i>	Kein statistisch signifikanter Treatment-Effekt des EWM-Trainings in Bezug auf die Emotionsregulation (kein Ferntransfer). <i>Hypothese nicht bestätigt.</i>
7) Dosiseffekte: Zusammenhänge zwischen der Gesamt-Trainingsdauer und der Veränderung im EWMT (Nahtransfer) bzw. beim ER-Paradigma (Ferntransfer)?	7) <i>EWM-Gruppe: Positiver Zusammenhang zwischen Trainingsdauer und Performanz-Verbesserung von MZ1 zu MZ2 (EWMT; ER-Paradigma) CFM-Gruppe: keine ebensolchen Zusammenhänge Zusätzlich: signifikante Gruppenunterschiede der gefundenen Zusammenhänge</i>	EWMT (Nahtransfer): leichter Dosis-Effekt des EWM-Trainings, jedoch kein signifikanter Unterschied zu Zusammenhang in CFM-Gruppe. ER-Paradigma (Ferntransfer): Dosis-Effekt des EWM-Trainings für das Belassen positiver Bilder mit signifikantem Unterschied zu Zusammenhang in CFM-Gruppe. <i>Hypothese teilweise bestätigt.</i>
<i>Formative Evaluation</i>	8) <i>keine a-priori-Hypothese</i>	Im Durchschnitt zufriedenstellende Akzeptanz beider Trainings mit einer etwas höheren Akzeptanz des CFM-Trainings vgl. mit dem EWM-Training.
8) Akzeptanz der zwei Trainingsbedingungen?		

Anmerkung: BPS= Borderline-Persönlichkeitsstörung; EWMT= Emotional Working Memory Task; EWM-Training/-Gruppe= Emotional Working Memory Training bzw. Gruppe, die dieses trainiert; CFM-Training/-Gruppe= Cognitive Feature Match Training bzw. aktive Kontrollgruppe, die dieses trainiert; ER-Paradigma=Emotionsregulations-Paradigma.

Es zeigte sich jedoch ein leichter Dosis-Effekt in Bezug auf die Trainingsdauer des EWM-Trainings für das emotionale WM sowie für die ER beim *belassen* positiver Bilder (Fragestellung 7). Die Untersuchung der Akzeptanz beider Interventionsarme (formative Evaluation; Fragestellung 8) ergab eine etwas geringere, jedoch im Durchschnitt noch

zufriedenstellende Akzeptanz des EWM-Trainings im Vergleich zum CFM-Training. Dies ist vor dem Hintergrund des höheren Schwierigkeitsgrades des EWM-Trainings zu erklären. Tabelle 22 bezieht diese Ergebnisse noch einmal im Überblick auf die zugrundeliegenden Fragestellungen und Hypothesen.

Die nachfolgende Diskussion erörtert zunächst die Vergleichbarkeit der Gruppen und nimmt dabei insbesondere Bezug auf die methodische Herausforderung, abseits von Nah- und Ferntransfer den reinen Trainingserfolg zu beschreiben (4.2.2). Nachfolgend werden die Ergebnisse von Studie II analog zu den Fragestellungen 5-8 vor dem Hintergrund des aktuellen Forschungsstandes eingeordnet (4.2.3-4.2.6). Abschließend werden allgemeine Limitationen der Studie dargelegt sowie daraus gewonnene Erkenntnisse für die Durchführung weiterer Untersuchungen zusammengefasst (4.2.7).

4.2.2 Vergleichbarkeit von EWM- und CFM-Gruppe

Studien mit einem randomisiert-kontrollierten Design stellen den Goldstandard zur Wirksamkeitsprüfung von Interventionen dar (Pittler et al., 2011). Der Zweck der Randomisierung, also der zufälligen Zuordnung der Teilnehmer zu einer Gruppe, besteht dabei darin, die Charakteristika der Teilnehmer sowie (bekannte und unbekannte) Einflussfaktoren, denen sie unterliegen, zufällig auf die Gruppen zu verteilen um eine systematische Verzerrung der Ergebnisse zu vermeiden.

In Studie II wurden die Teilnehmer mittels Randomisierung entweder der EWM-Gruppe (Interventionsgruppe) oder der CFM-Gruppe (aktive KG) zugeteilt. Wie erwartet unterschieden sich die Gruppen weder in **demographischen Charakteristika** (Alter, Bildung, Intelligenz) noch in **klinischen Eigenschaften** (z. B. Anzahl medizierter Patienten, BPS-Symptomschwere, Depressivität etc.) signifikant voneinander. Auch in der **Performanz beim EWMT und dem ER-Experiment zu MZ1** ähnelten sich die Gruppen weitgehend. Überdies unterschied sich die Gruppe der **Trainingsabbrecher** ($n=13$) nicht signifikant von den Teilnehmern, die zu beiden Messzeitpunkten untersucht wurden (ITT-Stichprobe), sodass ein Dropout aus systematischen Gründen unwahrscheinlich ist. Zusammenfassend war daher davon auszugehen, dass ein Treatment-Effekt kausal auf das jeweilige Training zurückgeführt werden kann. Limitationen für diese Annahme werden in der Methodenkritik (4.2.6) diskutiert.

Es wurde desweiteren überprüft, ob die Gruppen in ihrer Trainingsdurchführung (Trainingsdauer und Trainingserfolg) vergleichbar waren. Beide Gruppen wiesen mit durchschnittlich 6-6.5 Stunden eine ähnliche **Trainingsdauer** auf. Im Vergleich zu den Studien von Schweizer et al., in denen die Trainingsdauer nicht als Zeitangabe sondern als

Anzahl der trainierten Einheiten berichtet wurde, trainierte die EWM-Gruppe von Studie II mit ca. 18 Trainingseinheiten (Completer-Stichprobe) geringfügig weniger (Schweizer et al., 2011 und 2013: durchschnittlich knapp 19 Trainingseinheiten; Schweizer et al., 2017: 20 Trainingseinheiten).

In Bezug auf den reinen **Trainingserfolg** bei der trainierten n-back-Aufgabe war keine direkte Berechnung eines Gruppenvergleichs möglich. Diese Aufgabe war nur von der EWM-Gruppe im Rahmen ihres Trainings durchgeführt worden und nicht Teil der standardisierten Laboruntersuchung der Gruppen. Es war daher neben den Untersuchungen zu Nah- und Ferntransfer (EWMT und ER-Experiment) keine Analyse zu einem reinen Trainingserfolg im Gruppenvergleich realisierbar. Um dennoch einen Eindruck des Trainingserfolgs zu erhalten, wurde basierend auf den Trainingsrohdaten die Differenz zwischen dem individuellen n-back-Level zu Beginn des Trainings und dem maximal erreichten n-back-Level berechnet (Details hierzu s. 3.1.4). Für beide Gruppen war auf deskriptiver Ebene erwartungsgemäß eine Verbesserung der Performanz in ihrer jeweiligen Trainingsaufgabe erkennbar. Das Ausmaß der Verbesserungen in beiden Trainingsbedingungen war zudem vergleichbar mit den drei Studien von Schweizer et al. (2011, 2013, 2017). Die EWM-Probanden von Studie II erreichten im Laufe des dualen n-back-Trainings ähnlich wie in Schweizer et al. (2011) im Durchschnitt ein n-back-Level von $n=6$ (Mittelwert zu Beginn des Trainings: ca. $n=4.5$), wobei die Probanden in Schweizer et al. (2013) im Mittel nur ein Level von ca. $n=5$ erreichten (zu Beginn des Trainings: $n=$ ca. 3.2).³⁵ Dies ist bemerkenswert, da die Probanden in beiden Studien von Schweizer et al. gesunde Erwachsene waren und spricht erneut für ein vergleichsweise hohes kognitives Niveau der BPS-Gruppe in der vorliegenden Arbeit.³⁶ Die CFM-Probanden von Studie II zeigten in ihrer Trainingsbedingung mit einer durchschnittlichen Verbesserung ihres Scores von ca. 2000 Punkte auf gut 4000 Punkte eine ähnliche Verbesserung wie diejenigen von Schweizer et al. (2011, 2013).³⁷

Für das Maß des EWM-Trainingserfolgs ist kritisch zu bemerken, dass das maximale erreichte n-back-Level in einer Trainingseinheit u. a. von der jeweiligen Dauer dieser Einheit abhing, da mit einer längeren Trainingsdauer auch ein höheres erreichtes n wahrscheinlicher wurde. Die tägliche Trainingsdauer konnte durch die vorzeitige Beendigungsmöglichkeit nach

³⁵ In Schweizer et al. (2017) war die n-back-Level-Veränderung auf einem niedrigeren Niveau angesiedelt (Mittelwert zu Beginn des Trainings 1.13 und am Ende 3.4). Die Probanden waren jedoch Jugendliche und litten an einer PTBS.

³⁶ Zu beachten ist jedoch, dass die EWM-Gruppe von Studie II erst an Tag 7 mit dem dualen n-back-Training begann und zuvor n-back-Aufgaben mit einer Modalität trainiert hatte. Da in den Trainingsstudien von Schweizer et al. von Beginn an duale n-back-Aufgaben trainiert wurden, unterschieden sich damit die Bedingungen von denen in Studie II.

³⁷ In Schweizer et al. (2017) wurden die entsprechenden Trainingsergebnisse der CFM-Gruppe nicht berichtet.

10 Minuten (bei angedachter Trainingsdauer von 20-30 Minuten) zwischen den Probanden nicht konstant gehalten werden. Auf diese Weise konnte ein niedriger Differenzwert beim Trainingserfolgs-Maß entweder dadurch entstehen, dass ein Proband nach 10 Minuten z. B. wegen geringer Motivation das Training beendete oder aber sich nach 20-30 Minuten aufgrund z. B. fehlender kognitiver Ressourcen nur ein geringer Trainingserfolg einstellte. Eine ähnliche Abhängigkeit von täglicher Trainingsdauer und geschätztem Trainingserfolg ist auch bei dem CFM-Trainingserfolgsmaß zu kritisieren. Zufällige Schwankungen der Performanz hätten jedoch auch bei einem standardisierten Maß, das unter Laborbedingungen erhoben wurde, entstehen können. Eine weitere Schwäche beider Trainingserfolgs-Maße ist die Tatsache, dass die berechneten Werte nicht negativ werden konnten, sodass eine potentielle Verschlechterung der Probanden nicht abgebildet werden konnte. Nichtsdestotrotz stellen beide Maße eine – wenn auch kritisierbare – Annäherung an den wahren Trainingserfolg dar. In künftigen Studien sollte für eine validere Einschätzung des Trainingserfolgs die n-back-Performanz aller Teilnehmer im Rahmen der Laboruntersuchungen gemessen werden. Dies hätte zudem den Vorteil, dass die EWM-Probanden bereits vor Trainingsbeginn ihre Trainingsaufgabe verstanden haben und würde damit einer initialen Überforderung vorbeugen. Auch die Trainingsaufgaben der Kontrollgruppe(n) sollten den entsprechenden Teilnehmern kurz erläutert werden um Verständnisschwierigkeiten vorzubeugen und gleiche Startbedingungen zu ermöglichen.

4.2.3 Treatment-Effekt für das emotionale Arbeitsgedächtnis (Nahtransfer)

In **Hypothese 5** wurde für die EWM-Gruppe (im Vergleich zur CFM-Gruppe) ein Treatment-Effekt mit schnelleren Reaktionszeiten und mehr korrekten Antworten bei einer untrainierten WM-Aufgabe, dem EWMT, angenommen (Nahtransfer-Effekt). Die Ergebnisse zeigten bei konstant gehaltener Trainingsdauer weder für die ITT- noch für die Completer-Stichprobe einen solchen Treatment-Effekt (kein signifikanter Interaktionseffekt *Gruppe x Zeit*). Auf Grundlage dieser Analyse konnte daher kein Nahtransfer von einer emotionalen n-back-Aufgabe auf eine untrainierte EWM-Aufgabe (EWMT) festgestellt werden. Detailliertere Aussagen zu den einzelnen Bedingungen des EWMT konnten aufgrund der statistischen Analyse, die auf dem gepoolten Mittelwert des EWMT basierte, nicht getroffen werden.

Schweizer et al. (2011) hatten ebenfalls den Nahtransfer des EWM-Trainings auf untrainierte WM-Aufgaben – allerdings bei gesunden Personen – untersucht. Sie fanden sowohl für n-back-Trainings mit neutralen als auch für Trainings mit emotionalen Stimuli einen Nahtransfer auf eine untrainierte WM-Aufgabe mit neutralen Stimuli und – im Gegensatz zu den vorliegenden Ergebnissen – für die EWM-Gruppe einen Nahtransfer auf eine untrainierte

WM-Aufgabe mit emotionalen Stimuli (emotionaler Stroop-Test). Die untrainierte WM-Aufgabe bei Schweizer et al. bestand allerdings aus einem Test, bei dem die Probanden eine Zahlenfolge aus dem Gedächtnis wiedergeben (sog. *Digit-Span-Test*) und war daher nur eingeschränkt vergleichbar mit dem EWMT. In der Meta-Analyse von Soveri et al. (2017) mit gesunden Erwachsenen war ebenfalls ein Nahtransfer-Effekt von n-back-Trainings (mit neutralen Stimuli) auf untrainierte WM-Aufgaben sowie n-back-Aufgaben gefunden worden. In Anbetracht der möglicherweise geschwächten Validität des EWMT (vgl. Studie I: keine Unterschiede zwischen BPS-Patienten und Gesunden im EWMT), war dieses Paradigma in der verwendeten Version möglicherweise nicht geeignet um eventuell vorhandene Nahtransfer-Effekte auf das emotionale WM abzubilden.

Kritisch anzumerken ist, dass bei MZ1 und MZ2 die gleichen (nicht randomisierten) Distraktorstimuli verwendet wurden, sodass theoretisch eine Gewöhnung an die Stimuli möglich war. Desweiteren wurde aufgrund des unbalancierten Designs für eine größere statistische Power der gepoolte Mittelwert der EWMT-Performanz als Grundlage für die Analysen verwendet. Es waren daher keine detaillierteren Aussagen als die beschriebenen Ergebnisse zum EWMT im Längsschnitt möglich.

4.2.4 Treatment-Effekt für die Emotionsregulation (Ferntransfer)

Hypothese 6 nahm für die EWM-Gruppe (im Vergleich zur CFM-Gruppe) einen Treatment-Effekt mit weniger Anspannung und positiverem aktuellen Affekt bei einem ER-Experiment an (Ferntransfer-Effekt). Auch diese Hypothese konnte nicht bestätigt werden. Es wurde weder für die ITT- noch für die Completer-Stichprobe bei konstant gehaltener Trainingsdauer ein Treatment-Effekt bzgl. der ER gefunden (keine signifikanten Interaktionseffekte *Gruppe x Zeit x Instruktion*), sodass auf diese Weise kein Ferntransfer-Effekt erkennbar war.

Schweizer et al. hatten dagegen in zwei Studien einen Ferntransfer des EWM-Trainings auf eine verbesserte ER gefunden. In Schweizer et al. (2013) war dies bei Gesunden mittels eines ER-Experiments mit Film-Stimuli und nicht wie in Studie II mit emotionalen Bildern untersucht worden. Schweizer et al. (2017) hatten die verbesserte ER mittels eines Fragebogens zu adaptiven ER-Strategien festgestellt und zusätzlich eine Reduktion der PTBS-Symptomatik beobachtet. Diese Studie wies jedoch einige (kritisierbare) Merkmale auf, die einen Vergleich mit Studie II erschweren (s. 1.3.2: u. a. keine experimentelle Untersuchung der ER, keine Überprüfung eines Nahtransfers zum WM; mangelhafte Verblindung durch Trainingsdurchführung in Gruppen). Zwei andere Studien zur Wirksamkeit von emotionalen WM-Trainings hatten inkonsistente Ergebnisse bzgl. eines Ferntransfers auf eine Reduktion von Psychopathologie gefunden (Iacoviello et al., 2014; Leone de Voogd et al., 2016). Wie in

1.3.2 dargelegt, ist damit die Studienlage zur Wirksamkeit von emotionalen WM-Trainings noch ausbaufähig. In der Methodenkritik (4.2.6) werden mögliche Auswirkungen von methodischen Limitation auf die Resultate erörtert.

4.2.5 Dosis-Effekte der Computertrainings

Zusätzlich zu den Treatment-Effekten wurden in **Fragestellung 7** Dosis-Effekte der Trainings untersucht, d. h. ob Zusammenhänge zwischen der Gesamt-Trainingsdauer und der Performanzveränderung zwischen MZ1 und MZ2 in Bezug auf den Nahtransfer (EWMT) bzw. Ferntransfer (ER-Experiment) bestanden. Die Annahme war hier, dass in der EWM-Gruppe eine längere Trainingsdauer mit einer im Verlauf besseren Performanz im EWMT (d. h. positive Korrelation mit der Änderung des Anteils korrekter Antworten; negative Korrelation mit der Änderung der Reaktionszeiten) und im ER-Experiment (positive Korrelation mit der Änderung im Affekt; negative Korrelation mit der Änderung der Anspannung bei negativen Bildern und *vermindern* bzw. bei positiven Bildern und *belassen*) zusammenhängt. Es wurde angenommen, dass diese Zusammenhänge in der CFM-Gruppe nicht bestehen und sich die innerhalb der Gruppen gefundenen Zusammenhängen signifikant voneinander unterscheiden.

In Bezug auf den **Nahtransfer (EWMT)** zeigte sich ein leichter Dosis-Effekt: je länger die EWM-Probanden insgesamt ihr Training absolviert hatten, desto mehr erreichten sie (im Trend) von MZ1 zu MZ2 eine Verbesserung im EWMT (mehr korrekte Antworten und geringere Reaktionszeiten). Dies galt jedoch nur für Probanden, die mindestens 16 Trainingseinheiten absolviert hatten (Completer-Stichprobe), da der Effekt beim Einschluss aller Probanden (ITT-Stichprobe) verschwand. In der CFM-Gruppe wurden diese Zusammenhänge hypothesenkonform nicht gefunden. Es bestand jedoch kein signifikanter Gruppenunterschied beim Vergleich der Stärke dieser Zusammenhänge, sodass von einem eher leichten Dosis-Effekt des EWM-Trainings bei einer untrainierten EWM-Aufgabe auszugehen ist.

Hinsichtlich des **Ferntransfer (ER-Experiment)** wurde wie angenommen ein Dosis-Effekt des EWM-Trainings auf das *belassen* positiver Bilder gefunden (ITT- und Completer-Stichprobe), der sich zudem auch weitgehend von der CFM-Gruppe unterschied. Das *vermindern* negativer Bilder dagegen verfehlte in der EWM-Gruppe die Signifikanz. Die Korrelationskoeffizienten fielen jedoch zumindest in der Richtung erwartungsgemäß aus, was möglicherweise ein Hinweis auf eine zu geringe statistische Power der Korrelationsanalyse ist. Die CFM-Gruppe dagegen zeigte im Verlauf eine Anspannungssteigerung beim *vermindern* negativer Bilder. Diese leichte Verschlechterung der CFM-Gruppe wurde nur in

der ITT-Stichprobe vorgefunden, sodass nicht davon auszugehen ist, dass das CFM-Training bei einer ausdauernden Durchführung zu Schaden führt.³⁸

Bisherige Befunde zu Dosis-Effekten bei WM-Trainings sind inkonsistent (s. 1.3.2). In den Trainings-Studien von Schweizer et al. wurden zudem keine Ergebnisse zu Dosis-Effekten berichtet. Die durchschnittliche Trainingsdauer der Probanden von Studie II (ca. 6-6.5 Stunden) ist jedoch vergleichbar mit der durchschnittlichen Trainingsdauer in der neuesten Meta-Analyse zur Wirksamkeit von n-back-Trainings bei (gesunden) Erwachsenen (Soveri et al., 2017). Dort wurde keine statistisch signifikante Bedeutung der Dosis von WM-Trainings als Moderator der Wirksamkeit gefunden.

Die Analyse zur Untersuchung des Dosis-Effekts von Studie II wurde für die Gruppen getrennt berechnet. Sie verfügte daher über eine größere statistische Power und war weniger konservativ in ihrer Schätzung. Die beschriebenen Dosis-Effekte des EWM-Trainings sind vor dem Hintergrund des (konservativ berechneten) fehlenden Treatment-Effekts ein Hinweis darauf, dass das EWM-Training zumindest bei ausdauernder Durchführung im Durchschnitt einen positiven Effekt aufweist, der jedoch zu schwach für den berechneten Treatment-Effekt war. Interessanterweise bezieht sich der Dosis-Effekt bei der Performanz des ER-Experiments v. a. auf das *belassen* positiver Bilder. Möglicherweise ist dies darin begründet, dass der auditive Teil des EWM-Trainings zu einem Drittel auch positive Wörter beinhaltete. Die Probanden trainierten, bei positiven (und bei neutralen und negativen) Wörtern den emotionalen Inhalt zu ignorieren und die Aufmerksamkeit auf die Reihenfolge der Wörter zu lenken, was möglicherweise einen Einfluss darauf hatte, positive Bilder im ER-Experiment besser *belassen* zu können als vor dem Training. Für das *vermindern* negativer Bilder hatte sich zwar ein in der Richtung erwartungsgemäßer, jedoch statistisch nicht signifikanter Dosis-Effekt gezeigt. Weitere Vermutungen zu Zusammenhängen der gefundenen Ergebnisse mit bestimmten Limitationen der Studie finden sich in der Methodenkritik (4.2.6).

4.2.6 Akzeptanz der Computertrainings

In **Fragestellung 8** wurde auf explorative Weise die Akzeptanz der Computertrainings mittels eines Fragebogens zu Trainingsmotivation, Nützlichkeit, Anwendbarkeit und technischer Bedienbarkeit untersucht (formative Evaluation). Desweiteren hatten die Probanden die Möglichkeit, in freien schriftlichen Kommentaren anzugeben, was beim Trainieren hilfreich bzw. weniger hilfreich war und welche Verbesserungsvorschläge sie für ihr Training haben.

³⁸ Es ist eher davon auszugehen, dass einzelne Probanden der CFM-Gruppe, die wegen hoher psychischer Belastung zu wenig trainierten, bei MZ2 eine höhere Anspannung als bei MZ1 zeigten.

Die Akzeptanz einer Intervention stellt insbesondere bei einer selbstständigen Nutzung einen entscheidenden Faktor für die Wirksamkeit dar, da (trivialerweise) nur bei tatsächlicher Nutzung eine positive Wirkung entstehen kann (Donkin et al., 2011). Wird eine Intervention nicht akzeptiert, kann ihre Wirkung zudem unter klinischen Alltagsbedingungen geschwächt werden (Kaltenthaler et al., 2008). Auch aus ethischer Sicht ist es notwendig, die Vor- und Nachteile einer Intervention aus Sicht des Patienten zu untersuchen (Kaltenthaler et al., 2008). Trotz dieser offensichtlichen Relevanz der Akzeptanz einer Intervention ist das emotionale WM-Training von Schweizer et al. in den bisherigen Studien diesbezüglich nicht untersucht worden. Sowohl das EWM- als auch das CFM-Training wurden damit erstmals auch aus Probandensicht beurteilt.

Zusammengefasst wurden beide Trainings von den meisten Teilnehmern als zumindest zufriedenstellend akzeptiert. Das EWM-Training, dessen Akzeptanz vor dem Hintergrund einer potentiellen Wirksamkeit vorwiegend interessierte, schnitt dabei etwas weniger gut als das CFM-Training ab. Die Aufgaben des EWM-Trainings (adaptive n-back-Aufgaben mit emotionalen Stimuli) hatten einen deutlich höheren Schwierigkeitsgrad und erforderten weitaus größere kognitive Ressourcen als das CFM-Training. Zudem steigerte sich im Gegensatz zum CFM-Training der Schwierigkeitsgrad der EWM-Aufgaben in Abhängigkeit der individuell erbrachten Leistungen. Die Probanden trainierten also jeweils an der oberen Grenze ihrer Leistungsfähigkeit, sodass möglicherweise negative Kognitionen und Gefühle entstanden (z. B. Überforderung, Angst zu scheitern etc.). Es ist daher zu vermuten, dass die geringere Akzeptanz des EWM-Trainings mit seiner höheren Komplexität zusammenhing. Auch die explizite Frage nach der Angemessenheit des Schwierigkeitsgrades beantworteten ca. 20% der EWM-Teilnehmer und nur ca. 5% der CFM-Probanden so, dass sie den Schwierigkeitsgrad ihres Trainings als wenig angemessen empfanden.³⁹ Obwohl die Probanden beider Trainings die Nützlichkeit und technische Bedienbarkeit als ähnlich gut empfanden, schilderte die EWM-Gruppe im Durchschnitt eine etwas geringere Trainingsmotivation sowie größere Schwierigkeiten, das Training in den Alltag zu integrieren. Aufgrund der retrospektiven Erfassung ist davon auszugehen, dass dies ebenfalls mit der herausfordernden Trainingserfahrung zusammenhing.

Als impliziten Marker für die Akzeptanz der zwei Trainings ist die Dropout-Rate zu nennen. Auch hier zeigte sich, dass mehr als doppelt so viele Probanden der EWM-Gruppe (n=9) das Training abbrachen im Vergleich zur CFM-Gruppe (n=4). Drei Personen der EWM-Gruppe

³⁹ Es ist kritisch anzumerken, dass im Wortlaut tatsächlich nach der „Angemessenheit“ des Schwierigkeitsgrades gefragt wurde, sodass bei Verneinung auch gemeint gewesen sein könnte, dass dieser als zu gering empfunden wurde. Insbesondere für das EWM-Training ist diese Interpretation der Frage jedoch unwahrscheinlich.

gaben dabei als Grund an, dass das Training sie überfordert hatte. In den Studien von Schweizer et al. hatte es ungewöhnlicherweise entweder keinen (Schweizer et al., 2011; Schweizer et al., 2017) oder nur einen sehr geringen Dropout von Teilnehmern gegeben (n=2 in der aktiven KG; Schweizer et al., 2013). Verglichen mit den Dropout-Raten anderer Wirksamkeitsstudien von WM-Trainings – wenn diese berichtet wurden (z. B. Chooi & Thompson, 2012; Lawlor-Savage & Goghari, 2016) – und einer Meta-Analyse zur Akzeptanz von computerbasierter Psychotherapie (Andrews, Cuijpers, Craske, McEvoy, & Titov, 2010) lag die Dropout-Rate von Studie II mit 26.47% jedoch im Durchschnitt. Neben den in der Flowchart von Studie II genannten Gründen für den Dropout, spielten möglicherweise auch unzureichende Kenntnisse im Umgang mit dem Computer, Unsicherheit bzgl. Datensicherheit oder die sog. Internetangst eine Rolle (Celik & Yesilyurt, 2013; Young, 2005).

Die freien Kommentare der Teilnehmer zu den Trainings nahmen Bezug zu individuellen Begleitumständen, Vorlieben oder Ritualen, die die Konzentration auf und die Motivation für das Training erleichterten (z. B. feste Tageszeit zum Trainieren) bzw. sich als störend dafür herausstellten (z. B. Haustiere im Zimmer). Hier zeigten sich ähnliche Themen wie in Untersuchungen zur Akzeptanz von kognitiven Trainingsprogrammen, wie z. B. dem kommerziell vertriebenen Programm *Cogmed* (Hardy, Hardy, Schatz, Thompson, & Meier, 2016; Kuni, 2015; Sadeghi et al., 2017). Die konkreten Verbesserungsvorschläge der Teilnehmer werden im folgenden Abschnitt aufgegriffen.

4.2.7 Allgemeine Limitationen von Studie II und Hinweise für künftige Studien

Studie II hatte erstmals eine Wirksamkeitsprüfung eines emotionalen WM-Trainings bei BPS-Patienten vorgenommen, sodass trotz fehlender Treatment-Effekte und vor dem Hintergrund der genannten Limitationen keine verfrühten Schlussfolgerungen gezogen werden sollten. Die bereits in Studie I ausgeführten Limitationen des EWMT und des ER-Experiments sowie von Untersuchungsdesign (keine randomisierte Reihenfolge der Experimente) und Stichprobe (keine Diagnostik von Achse-II-Störungen außer BPS; keine klinische KG; ausschließlich weibliche Probanden) gelten mit ihren beschriebenen Implikationen für künftige Studien ebenfalls für Studie II.

Aufgrund einer bisher fehlenden Theorie zum Prozess einer trainingsinduzierten Veränderung des WM werden Untersuchungen gefordert, die sich mit aufgabenspezifischen Aspekten zu Mechanismen des Transfers sowie der Entwicklung valider Trainingsaufgaben beschäftigen (Engen & Kanske, 2013; Soveri et al., 2017). Auch Fragen zur Reichweite und Dauer von Transfereffekten und zu den Mechanismen, unter denen WM-Trainings bei verschiedenen Populationen am effektivsten sind, sind bisher nicht ausreichend beantwortet (Jaeggi

& Buschkuehl, 2014). Neben diesen übergeordneten Forschungsfragen, sind dennoch in Bezug auf Studie II konkrete zu kritisierende Details zu nennen, die bei der Durchführung künftiger Replikationsstudien von Belang sind.

Untersuchungsdesign: Da Studie II keine follow-up-Untersuchung beinhaltete, konnten keine Aussagen über eine längerfristige Wirkung gemacht werden. Bisherige Studien hatten hier inkonsistente Ergebnisse gefunden (Jaeggi & Buschkuehl, 2014). In manchen Studien wurden zwar direkt nach dem Training keine Transfer-Effekte gefunden, jedoch zu einem späteren Zeitpunkt bei einer follow-up-Untersuchung (z. B. Holmes, Gathercole, & Dunning, 2009). Untersuchungen zur Langzeit-Wirkung der Trainings wären daher in künftigen Studien sinnvoll. Fernerhin war Studie II lediglich einfach verblindet. Die Probanden wurden erst am Ende von MZ2 über die Gruppenzuteilung aufgeklärt, jedoch war der Untersuchungsleiter auch bei MZ1 schon darüber informiert. Aufgrund der computerbasierten experimentellen Erhebung ist jedoch ein systematischer Einfluss dieses Wissens auf die Performanz der Probanden bei der Laboruntersuchung unwahrscheinlich. Desweiteren war der Abstand von MZ2 nach Beendigung des Trainings mit maximal sieben Tagen nach dem letzten Trainingstag größer als in den Trainingsstudien von Schweizer et al., bei denen dies am nächsten oder übernächsten Tag erfolgte. Wenn allerdings im Fall von Studie II ein Treatment-Effekt in diesen wenigen Tagen nach Trainingsende schon verschwunden wäre, würde sich gleichzeitig die Frage nach dessen Relevanz stellen. Im Allgemeinen wäre es zudem möglich, die Trainings im Gruppensetting wie in Schweizer et al. (2017) durchzuführen. Dies wäre vermutlich förderlich für die Motivation und Adhärenz der Probanden, insbesondere bei klinischen Populationen. Es sollte jedoch bedacht werden, dass die reine Treatment-Wirkung der Trainings möglicherweise nur schwer von gruppentherapeutischen Wirkfaktoren, wie z. B. der Universalität des Leidens (Yalom, 2016) zu trennen ist. Grundsätzlich interessant wären desweiteren Analysen zum Zusammenhang von Treatment-Wirkung und BPS-Symptomschwere, unterschiedliche Ferntransfer-Maße (z. B. verschiedene ER-Strategien) sowie Studien, die der Frage nachgehen, ob ein EWM-Training die Effektivität von gleichzeitig stattfindender Psychotherapie steigern kann.

Stichprobe: Knapp die Hälfte der Probanden war mediziert. Diese waren zwar per Randomisierung gleichmäßig auf die zwei Trainingsgruppen verteilt, dennoch ist ein (wie auch immer gearteter) Einfluss der Psychopharmaka auf die Ergebnisse möglich. Um diesen Einfluss auszuschließen wäre eine unmedizierte Stichprobe notwendig. Generell wurde durch die begrenzte Stichprobengröße bei der Analyse der Treatment- und Dosis-Effekte die Schwierigkeit einer genügend großen statistischen Power deutlich. Die Stichprobengröße war

im Vorhinein aufgrund der Effektgröße bei Schweizer et al. (2013) berechnet worden. Jene Studie wurde jedoch mit gesunden Probanden durchgeführt, die demzufolge auch nicht gleichzeitig eine Psychotherapie absolvierten. Wie bereits in Studie I erwähnt, befanden sich einige Probanden in ambulanter Psychotherapie, was jedoch nicht systematisch erfasst wurde. Der Einfluss dieser konfundierenden Variable ist daher nicht festzustellen. Möglicherweise hat also eine gleichzeitig stattgefundenene Psychotherapie die Ergebnisse einzelner Probanden beeinflusst und so z. B. bei diesen Teilnehmern für einen Deckeneffekt gesorgt.

Trainingsdesign: Möglicherweise wurden die Treatment- bzw. Dosis-Effekte von Studie II dadurch geschwächt, dass die Probanden eine geringere Trainingsdosis erhielten als in den Studien von Schweizer et al.. So trainierten sie erst ab Tag 7 (und nicht von Beginn an) das duale n-back-Training und davor n-back-Aufgaben mit nur einer Modalität.⁴⁰ Desweiteren unterschieden sich die Trainingsstimuli in Studie II geringfügig von denen bei Schweizer et al.. So wies ein Drittel der auditiven Trainingsstimuli eine positive Valenz auf und auch das ER-Experiment enthielt nicht nur neutrale und negative, sondern ebenfalls positive Stimuli. Zum einen war damit die Dosis der negativen Stimuli im EWM-Training und im ER-Experiment geringer und zum anderen wurde so die statistische Power der Analysen geschwächt. Die Valenz der Stimuli sollte daher je nach Zielsetzung künftiger Studien ausgerichtet bedacht werden.

Ein signifikanter Treatment-Effekt der EWM-Gruppe hätte auch durch die reine Konfrontation mit emotionalen Stimuli (ohne WM-Training) verursacht worden sein können.⁴¹ Dies hätte mit einer dementsprechenden Trainingsbedingung überprüft werden können (Konfrontation mit emotionalen Stimuli, aber ohne WM-Training). Es fehlte zudem ein Vergleich des EWM-Trainings mit einem neutralen WM-Training um auszuschließen, dass ein Ferntransfer-Effekt des EWM-Trainings auch durch ein neutrales WM-Training hätte erreicht werden können. Um eine genügend große statistische Power zu gewährleisten wäre jedoch bei diesem Design (EWM-Gruppe und drei KGs) eine vergleichsweise große Stichprobe notwendig. Für einen weiteren Replikationsversuch der Ergebnisse von Schweizer et al. sollten die in jenen Studien verwendeten Transfermaße verwendet werden. Dies wären analog zu Schweizer et al. (2011) für den Nahtransfer ein Digit-Span-Test (neutrales WM) sowie der emotionale Stroop-Test (emotionales WM) und für den Ferntransfer ein ER-

⁴⁰ Der Grund für diese Veränderung des Designs war die Befürchtung, dass ein duales n-back-Training ab Beginn des Trainings die Probanden überfordert hätte. Da jedoch Hinweise darauf bestehen, dass einfache und duale n-back-Aufgaben ähnlich effektiv zu sein scheinen hinsichtlich Transfereffekten (Jaeggi, Buschkuhl, Perrig, & Meier, 2010; Jaeggi & Buschkuhl, 2014), ist diese Limitation vermutlich wenig bedeutsam.

⁴¹ Im Fall von Studie II war kein signifikanter Treatment-Effekt des EWM-Trainings zu beobachten. Dennoch ist diese Limitation relevant, da auch alle drei Trainingsstudien von Schweizer et al. in dieser Hinsicht limitiert sind.

Experiment (möglicherweise ebenfalls mit Filmstimuli wie bei Schweizer et al., 2013). Gleichzeitig könnte analog zu Schweizer et al. in Betracht gezogen werden, das EWM-Training ausschließlich mit dualen n-back-Aufgaben (ohne n-back-Aufgaben mit einer Modalität) auszustatten, was vermutlich unproblematisch wäre, wenn die Aufgaben bei der Laboruntersuchung erklärt würden.

Vor dem Hintergrund, dass ca. ein Drittel der Stichprobe komorbid an einer PTBS litt, sollten zukünftige Studien bei den auditiven Trainingsstimuli des EWM-Trainings eine Unterscheidung zwischen eindeutig trauma-assoziierten und anderen negativen Worten machen, was in der vorliegenden Studie versäumt wurde.⁴² Zu erwähnen ist zudem die Betreuung der Probanden durch die Autorin der vorliegenden Arbeit. Diese bestand neben Telefon- oder Mailkontakten aufgrund organisatorischer Formalitäten auch in der Unterstützung bei technischen oder Verständnisproblemen und fiel daher bei den Probanden je nach Bedarf unterschiedlich intensiv aus. Obwohl diese Moderatorvariable in einer Meta-Analyse von Schwaighofer et al. (2015) keinen systematischen Einfluss auf die Ergebnisse hatte, ist dies dennoch im Einzelfall nicht auszuschließen. Da Studie II jedoch eine Phase-III-Studie war, sollte ein solcher Einfluss gegebenenfalls erst in einer Phase-IV-Studie überprüft werden.

Gamifizierung der Trainings in künftigen Studien? Vor dem Hintergrund der im Vergleich geringeren Akzeptanz des EWM-Trainings wäre eine Gamifizierung des Trainings denkbar, d. h. die Verwendung spielerischer Elemente beim Trainingsdesign, die ansonsten bei z. B. Computerspielen Anwendung finden (für einen Überblick s. z. B. Pereira, Duarte, Rebelo, & Noriega, 2014). Für die Trainings von Studie II könnten dies z. B. eine ansprechendere Benutzeroberfläche, persönliche Highscores sowie Belohnungen bei Erreichen bestimmter Levels sein, womit vermutlich eine deutliche Steigerung der Akzeptanz und Motivation erfolgen würde. Grundsätzlich wäre es zudem möglich, die auditiven Trainingsstimuli teilweise oder ganz an bestimmte Erfordernisse oder Krankheitsbilder (z. B. PTBS) anzupassen. Auch die Teilnehmer von Studie II hatten sich auf die Frage nach Verbesserungsvorschlägen ein ansprechenderes Design und die Berücksichtigung motivierender Elemente gewünscht (z. B. Dokumentation des persönlichen Trainingserfolgs; Rückmeldung darüber, welche Trainingseinheiten bereits absolviert wurden; angenehmere Geräusche, die eine richtige oder falsche Lösung signalisieren). Auch die Entwicklung einer App für mobile Endgeräte für eine noch flexiblere Nutzung im Alltag wäre denkbar.

⁴² Einzelne Teilnehmer berichteten eine erhöhte psychische Belastung durch bestimmte negative Trainingsstimuli (sowohl Gesichter als auch Wörter).

Aufgrund der erst in den letzten Jahren entstandenen technischen Möglichkeiten steckt die Forschung zur Gamifizierung von internet-basierten Interventionen im Gesundheitswesen noch in den Kinderschuhen. So wurde in einem systematischen Review zu internet-basierten Interventionen bei psychischen Erkrankungen von Brown et al. (2016) berichtet, dass keine der eingeschlossenen Studien den Zusammenhang zwischen Komponenten der Gamifizierung und Adhärenz bei der Intervention untersucht hatte. Eine gamifizierte Version der Trainings sollte daher zunächst wieder in einem randomisiert-kontrollierten Design (Phase-III-Studie) erfolgen und erst in einem zweiten Schritt unter klinischen Alltagsbedingungen (Phase-IV-Studie) erprobt werden.

4.3 Klinische Implikationen von Studie I und II und Ausblick

Aus den zwei Studien der vorliegenden Arbeit lassen sich relevante klinische Implikationen ableiten. Die Ergebnisse von **Studie I** deuten darauf hin, dass bei BPS-Patienten auf der Affektebene eine höhere emotionale Reaktivität sowie ein höheres Level an subjektiver aversiver Anspannung und negativem Affekt bei instruierter ER besteht. Dies bestätigt die elementare Bedeutung von psychotherapeutisch vermittelten Strategien zum Umgang mit aversiver Anspannung und negativen Emotionen, wie es in der DBT erfolgt (Linehan, 1993). Auf psychophysiologischer Ebene konnte gezeigt werden, dass sich die HRV von BPS-Patienten im Ruhezustand nicht signifikant von Gesunden unterscheidet, was aufgrund der unmedizierten Stichprobe eine höhere Validität hat als anderslautende Ergebnisse mit vorwiegend medizierten Stichproben (vgl. Koenig et al., 2016). Es wurden jedoch in Ergänzung von Befunden zum Zusammenhang von HRV und ER-Strategien Hinweise auf eine Hypoaktivierung des Parasympathikus bei BPS—Patienten während eines ER-Experiments gefunden. In Anbetracht der wachsenden Literatur zur HRV bei BPS-Patienten ist dieses psychophysiologische Maß daher möglicherweise als Marker für ER-Fertigkeiten geeignet oder sogar in längsschnittlichen Untersuchungen als Prädiktor für Behandlungserfolg einzusetzen. Dies könnte Thema weiterer Forschungsarbeiten sein.

Vor dem Hintergrund begrenzter finanzieller Ressourcen und Behandlungsergebnissen, die bei BPS-Patienten zwar eine Symptomreduktion, jedoch oft nur geringfügige Besserungen in der psychosozialen Integration erreichen, sind insbesondere kostengünstige Interventionen gefragt, die als Zusatzangebot während einer Psychotherapie oder in der Wartezeit auf eine solche angewendet werden könnten. Die erstmalige Evaluation eines emotionalen WM-Trainings bei BPS-Patienten in **Studie II** verfehlte eine statistisch nachweisbare Treatment-Wirkung in Bezug auf einen Nahtransfer zu einem verbesserten emotionalen WM bzw. den

Ferntransfer auf eine verbesserte ER. Die vielversprechenden Studienergebnisse der Vorgängerstudien von Schweizer et al. (2011, 2013, 2017) konnten damit nicht repliziert werden. Es kann daher zum jetzigen Zeitpunkt keine klare Empfehlung für die Anwendung des EWM-Trainings bei BPS-Patienten gegeben werden. Dennoch wurde ein leichter Dosis-Effekt des EWM-Trainings gefunden, der einen Zusammenhang fand zwischen einer längeren Trainingsdauer und Verbesserungen im emotionalen WM sowie beim Anschauen positiver Stimuli. Die vorliegenden Ergebnisse haben gezeigt, dass das EWM-Training möglicherweise hilfreich sein kann für Patienten, die eine regelmäßige selbstständige Durchführung eines Trainings als stabilisierend erleben und (aufgrund der dargebotenen negativen Stimuli) eine vergleichsweise geringe Dissoziationsneigung haben. Aufgrund der bisher dürftigen Studienlage zur Wirksamkeit von WM-Trainings insbesondere bei klinischen Populationen sind trotz fehlender theoretischer Fundierung dennoch weitere Wirksamkeitsstudien zu empfehlen. Die aus der Durchführung von Studie II resultierenden Hinweise für weitere Studien sind daher ein wertvoller Ertrag der vorliegenden Arbeit und bei der Konzeption weiterer Studien unbedingt zu beachten. Ein abschließendes Urteil über die Wirksamkeit von EWM-Trainings bei BPS-Patienten sollte jedoch erst bei einer ausreichend fundierten Studienlage gefällt werden. Die vorliegende Arbeit hat dafür den Grundstein gelegt.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit untersucht die implizite und explizite Emotionsregulation (ER) von Patienten mit einer Borderline-Persönlichkeitsstörung (BPS) mit einem Schwerpunkt auf der Evaluation eines emotionalen Arbeitsgedächtnis-Trainings. In der bisherigen Literatur sind sowohl die Ergebnisse auf behavioraler als auch auf psychophysiologischer Ebene inkonsistent. So wird auf behavioraler Ebene teilweise eine emotionale Hyperreaktivität von BPS-Patienten berichtet. Gleichzeitig zeigen einige Befunde aus experimentellen Laborsettings, dass BPS-Patienten (auf der Affektebene) ähnlich erfolgreich wie Gesunde, instruierte ER-Strategien anwenden. Auf psychophysiologischer Ebene kann die Herzratenvariabilität (HRV) als ein vielversprechender Marker für ER betrachtet werden. Bisherige Ergebnisse zur HRV bei BPS-Patienten sind aufgrund methodischer Limitationen, wie z. B. dem Einfluss von Medikation, sowohl für den Ruhezustand als auch für spontane oder instruierte ER inkonsistent. Studien zur HRV bei kognitiver Neubewertung, einer wichtigen ER-Strategie, fehlen zudem bisher in Bezug auf diese Patientengruppe. Studie I der vorliegenden Arbeit behebt diesen Mangel.

Neben diesen gemischten Befunden zur expliziten ER sind die Ergebnisse zum emotionalen Arbeitsgedächtnis (WM), das als exekutive Funktion eine bedeutsame Rolle für eine effektive ER spielt und damit als implizite (unbewusst angewandte) ER bezeichnet werden kann, nicht eindeutig. Bisherige Befunde weisen bei BPS-Patienten einerseits auf eine eingeschränkte Fertigkeit zur Unterdrückung emotionaler Ablenkung hin. Andererseits sind diese Ergebnisse insbesondere auf der Verhaltensebene gemischt, sodass auch hier weiterer Forschungsbedarf besteht.

In **Studie I** der vorliegenden Arbeit wurden in einer Querschnittsuntersuchung 36 unmedizierte BPS-Patientinnen mit 28 gesunden Kontrollprobandinnen verglichen. Sie absolvierten zwei experimentelle Paradigmen: die Emotional Working Memory Task als Maß für emotionale Ablenkbarkeit (abhängige Variablen: Anteil korrekter Antworten und Reaktionszeit) sowie ein ER-Paradigma mit instruierter kognitiver Neubewertung als ER-Strategie (abhängige Variablen: Anspannung und Affekt im Selbstreport). Auf psychophysiologischer Ebene wurde währenddessen die HRV gemessen sowie davor eine HRV-Messung im Ruhezustand durchgeführt. Zudem wurden verschiedene Fragebögen zu klinischen Charakteristika eingesetzt. Aufgrund des nachweislichen Einflusses psychotroper Medikation auf die Herzrate wurden in Studie I nur unmedizierte Patienten untersucht. Es zeigte sich bei BPS-Patienten auf der Verhaltensebene keine höhere Ablenkbarkeit bei einer

emotionalen WM-Aufgabe, jedoch eine weniger erfolgreiche Emotionsregulation bei instruierter kognitiver Neubewertung und eine höhere emotionale Reaktivität. Auf psychophysiologischer Ebene wurden keine Gruppenunterschiede der HRV im Ruhezustand sowie bei der WM-Aufgabe gefunden. Bei der HRV während des ER-Experiments konnte jedoch für die BPS-Gruppe (verglichen mit Gesunden) ein geringerer Anteil an parasympathischer Aktivität im Vergleich zur sympathischen Aktivität beobachtet werden. Mit der Untersuchung der HRV bei BPS-Patienten während kognitiver Neubewertung wurde eine wichtige Forschungslücke geschlossen. Zudem konnte innerhalb der BPS-Gruppe ein negativer Zusammenhang einer dysfunktionalen ER-Strategie (Beschuldigung anderer) mit der HRV gefunden werden.

Trotz vergleichsweise wirksamer störungsspezifischer Psychotherapie-Ansätze für BPS-Patienten persistieren im Langzeitverlauf weiterhin massive psychosoziale Einschränkungen bei den Betroffenen. Die aktuelle Versorgungssituation von BPS-Patienten muss zudem aufgrund von zu wenig verfügbaren Therapieplätzen und einer Finanzierungslücke als unzureichend eingestuft werden. Es besteht daher ein Bedarf an kosteneffektiven Hilfsangeboten, wie z. B. computerbasierten Interventionen, die zur Überbrückung von Wartezeiten oder zur Effizienzsteigerung laufender Therapien eingesetzt werden können. Computerbasierte WM-Trainings stellen diesbezüglich womöglich eine beachtenswerte Option dar. In **Studie II** der vorliegenden Arbeit untersucht erstmalig die Wirksamkeit eines computerbasierten emotionalen WM-Trainings bei BPS-Patienten. Dieses hatte in vorherigen Studien bei gesunden Probanden und Jugendlichen mit Posttraumatischer Belastungsstörung neben einem verbesserten emotionalen Arbeitsgedächtnis einen Ferntransfer-Effekt zu einer verbesserten Emotionsregulation bewirkt. In einer randomisiert-kontrollierten Längsschnittuntersuchung wurden in Studie II zwei Gruppen von BPS-Patienten verglichen: eine Gruppe trainierte ein emotionales WM-Training mit adaptiven n-back-Aufgaben (EWM-Gruppe; $n=22$), während die andere Gruppe als aktive Kontrollgruppe ein Aufmerksamkeitstraining trainierte (CFM-Gruppe; $n=23$). Beide Gruppen wurden in einer Laboruntersuchung vor (MZ1) und nach (MZ2) dem Training bzgl. ihres emotionalen WM (Nahtransfer) und ihrer ER (Ferntransfer) untersucht. Für ein möglichst naturalistisches Setting wurden auch medizierte BPS-Probanden eingeschlossen. Die summative Evaluation erbrachte entgegen der früheren Befunde weder für den Nahtransfer (emotionales WM) noch für den Ferntransfer (ER) einen positiven Treatment-Effekt der EWM-Gruppe im Vergleich zur CFM-Gruppe. Jedoch wurde ein leichter Dosis-Effekt in Bezug auf die Trainingsdauer des EWM-Trainings für das emotionale WM sowie für die ER beim Anschauen positiver Bilder

beobachtet. Die formative Evaluation zeigte eine zufriedenstellende Akzeptanz beider Interventionsarme. Die etwas geringere Akzeptanz des EWM-Trainings ist vor dem Hintergrund des höheren Schwierigkeitsgrades dieses Trainings zu erklären.

Die vorliegende Arbeit ergänzt bisherige Forschungsergebnisse zur impliziten und expliziten ER von BPS-Patienten auf behavioraler und psychophysiologischer Ebene und überprüft erstmalig die Wirksamkeit eines computerbasierten WM-Trainings bei dieser Patientengruppe. Methodische Limitationen sowie relevante Hinweise für künftige Studien werden ausführlich diskutiert. Die Ergebnisse implizieren für therapeutische Interventionen die Bedeutsamkeit der Vermittlung von Strategien zum Umgang mit aversiver Anspannung und negativen Emotionen, wie es z. B. in der Dialektisch-Behavioralen Therapie erfolgt. Der gefundene Dosis-Effekt des EWM-Trainings deutet trotz der fehlgeschlagenen Replikation früherer Befunde darauf hin, dass ein computerbasiertes WM-Training für BPS-Patienten eine hilfreiche therapeutische Ergänzung darstellen könnte. Für ein abschließendes Urteil hierzu sind unter Beachtung der aus der vorliegenden Arbeit resultierenden Hinweise weitere Wirksamkeitsstudien notwendig.

6 LITERATURVERZEICHNIS

- Abler, B., & Kessler, H. (2009). Emotion Regulation Questionnaire—Eine deutschsprachige Fassung des ERQ von Gross und John. *Diagnostica*, 55(3), 144–152.
- Aldao, A., Nolen-Hoeksema, S., & Schweizer, S. (2010). Emotion-regulation strategies across psychopathology: A meta-analytic review. *Clinical Psychology Review*, 30(2), 217–237.
- Allen, J. J. B., Chambers, A. S., & Towers, D. N. (2007). The many metrics of cardiac chronotropy: A pragmatic primer and a brief comparison of metrics. *Biological Psychology*, 74(2), 243–262.
- Alvarez-Tomas, I., Soler, J., Bados, A., Martin-Blanco, A., Elices, M., Carmona, C., et al. (2017). Long-Term Course of Borderline Personality Disorder: A Prospective 10-Year Follow-Up Study. *Journal of Personality Disorders*, 31(5), 590–605.
- Amad, A., Ramoz, N., Thomas, P., Jardri, R., & Gorwood, P. (2014). Genetics of borderline personality disorder: Systematic review and proposal of an integrative model. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 40, 6–19.
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (5th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Association.
- Andrews, G., Cuijpers, P., Craske, M. G., McEvoy, P., & Titov, N. (2010). Computer therapy for the anxiety and depressive disorders is effective, acceptable and practical health care: A meta-analysis. *PloS one*, 5(10), e13196.
- Appelhans, B. M., & Luecken, L. J. (2006). Heart rate variability as an index of regulated emotional responding. *Review of General Psychology*, 10(3), 229–240.
- Arntz, A., & van Genderen, H. (2009). *Schema therapy for borderline personality disorders*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Au, J., Buschkuehl, M., Duncan, G. J., & Jaeggi, S. M. (2016). There is no convincing evidence that working memory training is NOT effective: A reply to Melby-Lervag and Hulme (2015). *Psychonomic Bulletin & Review*, 23(1), 331–337.
- Au, J., Sheehan, E., Tsai, N., Duncan, G. J., Buschkuehl, M., & Jaeggi, S. M. (2015). Improving fluid intelligence with training on working memory: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22(2), 366–377.

- Austin, M. A., Riniolo, T. C., & Porges, S. W. (2007). Borderline personality disorder and emotion regulation: Insights from the Polyvagal Theory. *Social Cognitive and Affective Neuroscience: Developmental and Clinical Perspectives*, 65(1), 69–76.
- Backs, R. W., da Silva, S. P., & Han, K. (2005). A comparison of younger and older adults' self-assessment manikin ratings of affective pictures. *Experimental aging research*, 31(4), 421–440.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science (New York, N.Y.)*, 255(5044), 556–559.
- Baer, R. A., Peters, J. R., Eisenlohr-Moul, T. A., Geiger, P. J., & Sauer, S. E. (2012). Emotion-related cognitive processes in borderline personality disorder: A review of the empirical literature. *Clinical Psychology Review*, 32(5), 359–369.
- Bai, X., Li, J., Zhou, L., & Li, X. (2009). Influence of the menstrual cycle on nonlinear properties of heart rate variability in young women. *American journal of physiology. Heart and circulatory physiology*, 297(2), H765-H774.
- Bardeen, J. R., Fergus, T. A., & Orcutt, H. K. (2012). An Examination of the Latent Structure of the Difficulties in Emotion Regulation Scale. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 34(3), 382–392.
- Barnow, S., Limberg, A., Stopsack, M., Spitzer, C., Grabe, H. J., Freyberger, H. J., & Hamm, A. (2012). Dissociation and emotion regulation in borderline personality disorder. *Psychological Medicine*, 42(4), 783–794.
- Barnow, S. (2012). Emotionsregulation und Psychopathologie: Ein Überblick. *Psychologische Rundschau*, 63(2), 111–124.
- Baschnagel, J. S., Coffey, S. F., Hawk, L. W., Schumacher, J. A., & Holloman, G. (2013). Psychophysiological assessment of emotional processing in patients with borderline personality disorder with and without comorbid substance use. *Personality Disorders: Theory, Research, and Treatment*, 4(3), 203–213.
- Bastian, C. C. von, & Oberauer, K. (2014). Effects and mechanisms of working memory training: A review. *Psychological Research*, 78(6), 803–820.
- Bateman, A. W., & Fonagy, P. (2007). *Mentalization-based treatment for borderline personality disorder: A practical guide*. Oxford: Oxford University Press.
- Bayes, A., & Parker, G. (2017). Borderline personality disorder in men: A literature review and illustrative case vignettes. *Psychiatry Research*, 257, 197–202.

- Beauchaine, T. P., & Thayer, J. F. (2015). Heart rate variability as a transdiagnostic biomarker of psychopathology. *International Journal of Psychophysiology*, *98*(2), 338–350.
- Beblo, T., Pastuszak, A., Griepenstroh, J., Fernando, S., Driessen, M., Schütz, A., et al. (2010). Self-reported emotional dysregulation but no impairment of emotional intelligence in borderline personality disorder: an explorative study. *The Journal of nervous and mental disease*, *198*(5), 385–388.
- Beck, S. J., Hanson, C. A., Puffenberger, S. S., Benninger, K. L., & Benninger, W. B. (2010). A controlled trial of working memory training for children and adolescents with ADHD. *Journal of clinical child and adolescent psychology*, *39*(6), 825–836.
- Bernstein, E. M., & Putnam, F. W. (1986). Development, reliability, and validity of a dissociation scale. *The Journal of nervous and mental disease*, *174*(12), 727–735.
- Berntson, G. G., Bigger, J. T., JR, Eckberg, D. L., Grossman, P., Kaufmann, P. G., Malik, M., et al. (1997). Heart rate variability: Origins, methods, and interpretive caveats. *Psychophysiology*, *34*(6), 623–648.
- Bertsch, K., Hagemann, D., Naumann, E., Schachinger, H., & Schulz, A. (2012). Stability of heart rate variability indices reflecting parasympathetic activity. *Psychophysiology*, *49*(5), 672–682.
- Bohus, M., Schmahl, C., Herpertz, S. C., Lieb, K., Berger, M., Roepke, S., et al. (2016). Leitliniengerechte stationäre psychiatrisch-psychotherapeutische Behandlung der Borderline-Persönlichkeitsstörung: Normative Personalbedarfsermittlung. *Der Nervenarzt*, *87*(7), 739–745.
- Bohus, M., Kleindienst, N., Limberger, M. F., Stieglitz, R.-D., Domsalla, M., Chapman, A. L., et al. (2009). The short version of the Borderline Symptom List (BSL-23): development and initial data on psychometric properties. *Psychopathology*, *42*(1), 32–39.
- Bortz, J., & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (7. Auflage). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: the Self-Assessment Manikin and the Semantic Differential. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, *25*(1), 49–59.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1999). *Affective norms for English words (ANEW): Stimuli, instruction manual and affective ratings. Technical report C-1*. The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida.

- Brown, M., O'Neill, N., van Woerden, H., Eslambolchilar, P., Jones, M., & John, A. (2016). Gamification and Adherence to Web-Based Mental Health Interventions: A Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research Mental Health*, 3(3), e39.
- Burmeister, K., Höschel, K., Barenbrügge, J., Chrysanthou, C., Rist, F., Neacsiu, A. D., & Pedersen, A. (2016). Die Dialectical Behavior Therapy Ways of Coping Checklist (DBT-WCCL). *Diagnostica*, 1–13.
- Butler, E. A., Wilhelm, F. H., & Gross, J. J. (2006). Respiratory sinus arrhythmia, emotion, and emotion regulation during social interaction. *Psychophysiology*, 43(6), 612–622.
- Cavazzi, T., & Becerra, R. (2014). Psychophysiological Research of Borderline Personality Disorder: Review and Implications for Biosocial Theory. *Europe's Journal of Psychology*, 10(1), 185–203.
- Celik, V., & Yesilyurt, E. (2013). Attitudes to technology, perceived computer self-efficacy and computer anxiety as predictors of computer supported education. *Computers & Education*, 60(1), 148–158.
- Chalmers, J. A., Quintana, D. S., Abbott, M. J.-A., & Kemp, A. H. (2014). Anxiety Disorders are Associated with Reduced Heart Rate Variability: A Meta-Analysis. *Frontiers in psychiatry*, 5, 80.
- Chapman, A. L., Rosenthal, M. Z., & Leung, D. W. (2009). Emotion suppression in borderline personality disorder: An experience sampling study. *Journal of Personality Disorders*, 23(1), 29–47.
- Chapman, A. L., Gratz, K. L., & Brown, M. Z. (2006). Solving the puzzle of deliberate self-harm: the experiential avoidance model. *Behaviour Research and Therapy*, 44(3), 371–394.
- Chooi, W.-T., & Thompson, L. A. (2012). Working memory training does not improve intelligence in healthy young adults. *Intelligence*, 40(6), 531–542.
- Clamor, A., Lincoln, T. M., Thayer, J. F., & Koenig, J. (2016). Resting vagal activity in schizophrenia: meta-analysis of heart rate variability as a potential endophenotype. *The British Journal of Psychiatry*, 208(1), 9–16.
- Clarkin, J. F., & Huprich, S. K. (2011). Do DSM-5 personality disorder proposals meet criteria for clinical utility? *Journal of Personality Disorders*, 25(2), 192–205.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.

- Cortese, S., Ferrin, M., Brandeis, D., Buitelaar, J., Daley, D., Dittmann, R. W., et al. (2015). Cognitive training for attention-deficit/hyperactivity disorder: Meta-analysis of clinical and neuropsychological outcomes from randomized controlled trials. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, *54*(3), 164–174.
- Daros, A. R., Zakzanis, K. K., & Ruocco, A. C. (2013). Facial emotion recognition in borderline personality disorder. *Psychological Medicine*, *43*(09), 1953–1963.
- Davies, C. D., Niles, A. N., Pittig, A., Arch, J. J., & Craske, M. G. (2015). Physiological and behavioral indices of emotion dysregulation as predictors of outcome from cognitive behavioral therapy and acceptance and commitment therapy for anxiety. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, *46*, 35–43.
- Denson, T., Grisham, J., & Moulds, M. (2011). Cognitive reappraisal increases heart rate variability in response to an anger provocation. *Motivation & Emotion*, *35*(1), 14–22.
- Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie und Psychotherapie, Psychosomatik und Nervenheilkunde (2015). *S3-Leitlinie Unipolare Depression: Langfassung*. Abgerufen von <https://www.leitlinien.de/nvl/html/depression/anhang>
- Di Simplicio, M., Costoloni, G., Western, D., Hanson, B., Taggart, P., & Harmer, C. J. (2012). Decreased heart rate variability during emotion regulation in subjects at risk for psychopathology. *Psychological Medicine*, *42*(8), 1775–1783.
- Dixon-Gordon, K. L., Chapman, A. L., Lovasz, N., & Walters, K. (2011). Too upset to think: The interplay of borderline personality features, negative emotions, and social problem solving in the laboratory. *Personality Disorders: Theory, Research, and Treatment*, *2*(4), 243.
- Dixon-Gordon, K. L., Turner, B. J., Zachary Rosenthal, M., & Chapman, A. L. (2017). Emotion Regulation in Borderline Personality Disorder: An Experimental Investigation of the Effects of Instructed Acceptance and Suppression. *Behavior Therapy*, *48*(6), 750–764.
- Dixon-Gordon, K. L., Yiu, A., & Chapman, A. L. (2013). Borderline personality features and emotional reactivity: the mediating role of interpersonal vulnerabilities. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, *44*(2), 271–278.
- Dolcos, F., & McCarthy, G. (2006). Brain Systems Mediating Cognitive Interference by Emotional Distraction. *The Journal of Neuroscience*, *26*(7), 2072–2079.
- Dolcos, F., Miller, B., Kragel, P., Jha, A., & McCarthy, G. (2007). Regional brain differences in the effect of distraction during the delay interval of a working memory task. *Brain research*, *1152*, 171–181.

- Domes, G., Schulze, L., & Herpertz, S. C. (2009). Emotion recognition in borderline personality disorder—A review of the literature. *Journal of Personality Disorders*, 23(1), 6–19.
- Donkin, L., Christensen, H., Naismith, S. L., Neal, B., Hickie, I. B., & Glozier, N. (2011). A systematic review of the impact of adherence on the effectiveness of e-therapies. *Journal of medical Internet research*, 13(3), e52.
- Dougherty, M. R., Hamovitz, T., & Tidwell, J. W. (2016). Reevaluating the effectiveness of n-back training on transfer through the Bayesian lens: Support for the null. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23(1), 306–316.
- Ebner-Priemer, U. W., Badeck, S., Beckmann, C., Wagner, A., Feige, B., Weiss, I., et al. (2005). Affective dysregulation and dissociative experience in female patients with borderline personality disorder: A startle response study. *Journal of Psychiatric Research*, 39(1), 85–92.
- Ebner-Priemer, U. W., Mauchnik, J., Kleindienst, N., Schmahl, C., Peper, M., Rosenthal, M., Zachary, et al. (2009). Emotional learning during dissociative states in borderline personality disorder. *Journal of Psychiatry & Neuroscience*, 34(3), 214–222.
- Ebner-Priemer, U. W., Welch, S. S., Grossman, P., Reisch, T., Linehan, M. M., & Bohus, M. (2007). Psychophysiological ambulatory assessment of affective dysregulation in borderline personality disorder. *Psychiatry Research*, 150(3), 265–275.
- Egloff, B., Schmukle, S. C., Burns, L. R., & Schwerdtfeger, A. (2006). Spontaneous emotion regulation during evaluated speaking tasks: associations with negative affect, anxiety expression, memory, and physiological responding. *Emotion*, 6(3), 356–366.
- Engen, H., & Kanske, P. (2013). How working memory training improves emotion regulation: neural efficiency, effort, and transfer effects. *The Journal of Neuroscience*, 33(30), 12152–12153.
- Etkin, A., Buchel, C., & Gross, J. J. (2015). The neural bases of emotion regulation. *Nature reviews. Neuroscience*, 16(11), 693–700.
- Evans, D., Howard, M., Dudas, R., Denman, C., & Dunn, B. D. (2013). Emotion Regulation in Borderline Personality Disorder: Examining the Consequences of Spontaneous and Instructed Use of Emotion Suppression and Emotion Acceptance when Viewing Negative Films. *Journal of Experimental Psychopathology*, 4(5), 546–565.
- Fassbinder, E., Rudolf, S., Bussiek, A., Kroger, C., Arnold, R., Greggersen, W., et al. (2007). Effektivität der dialektischen Verhaltenstherapie bei Patienten mit Borderline-

- Personlichkeitsstörung im Langzeitverlauf. *Psychotherapie, Psychosomatik, medizinische Psychologie*, 57(3-4), 161–169.
- First, M. B., Spitzer, R. L., Gibbon, M., Williams, J. B. W., & Benjamin, L. S. (1997). *User's guide for the structured clinical interview for DSM-IV Axis I disorders (SCID-I) - clinical version*. Washington: American Psychiatric Press.
- Fitzpatrick, S., & Kuo, J. R. (2015). A comprehensive examination of delayed emotional recovery in borderline personality disorder. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 47, 51–59.
- Fitzpatrick, S., & Kuo, J. R. (2016). The impact of stimulus arousal level on emotion regulation effectiveness in borderline personality disorder. *Psychiatry Research*, 241, 242–248.
- Fonagy, P., & Bateman, A. (2008). The development of borderline personality disorder—a mentalizing model. *Journal of Personality Disorders*, 22(1), 4–21.
- Franzen, N., Hagenhoff, M., Baer, N., Schmidt, A., Mier, D., Sammer, G., et al. (2011). Superior 'theory of mind' in borderline personality disorder: An analysis of interaction behavior in a virtual trust game. *Psychiatry Research*, 187(1-2), 224–233.
- Freyberger, H. J., Spitzer, C., Stieglitz, R.-D., Kuhn, G., Magdeburg, N., & Bernstein-Carlson, E. (1998). Fragebogen zu dissoziativen Symptomen (FDS): Deutsche Adaptation, Reliabilität und Validität der amerikanischen Dissociative Experience Scale (DES). *Psychotherapie, Psychosomatik, medizinische Psychologie*, 48(6), 223–229.
- Frias, A., & Palma, C. (2015). Comorbidity between post-traumatic stress disorder and borderline personality disorder: a review. *Psychopathology*, 48(1), 1–10.
- Gescher, D. M., Will, B., & Malevani, J. (2013). Psychosoziale Integration von stationären Patienten mit Borderline-Persönlichkeitsstörung: Abbild eines auf Symptomremission fokussierten Therapie- und Versorgungssystems. *Der Nervenarzt*, 84(3), 326–333.
- Grant, B. F., Chou, S. P., Goldstein, R. B., Huang, B., Stinson, F. S., Saha, T. D., et al. (2008). Prevalence, correlates, disability, and comorbidity of DSM-IV borderline personality disorder: results from the Wave 2 National Epidemiologic Survey on Alcohol and Related Conditions. *The Journal of clinical psychiatry*, 69(4), 533–545.
- Gratz, K. L., Rosenthal, M., Zachary, Tull, M. T., Lejuez, C. W., & Gunderson, J. G. (2010). An experimental investigation of emotional reactivity and delayed emotional recovery in borderline personality disorder: the role of shame. *Comprehensive Psychiatry*, 51(3), 275–285. Retrieved 2010/6//.

- Gratz, K. L., Tull, M. T., Matusiewicz, A. M., Breetz, A. A., & Lejuez, C. W. (2013). Multimodal examination of emotion regulation difficulties as a function of co-occurring avoidant personality disorder among women with borderline personality disorder. *Personality Disorders: Theory, Research, and Treatment*, 4(4), 304–314.
- Gratz, K., & Roemer, L. (2004). Multidimensional Assessment of Emotion Regulation and Dysregulation: Development, Factor Structure, and Initial Validation of the Difficulties in Emotion Regulation Scale. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 26(1), 41–54.
- Gross, J. J. (1998). Antecedent- and Response-Focused Emotion Regulation: Divergent Consequences for Experience, Expression, and Physiology. *Journal of Personality & Social Psychology*, 74(1), 224–237.
- Gross, J. J. (2014). Emotion Regulation: Conceptual and Empirical Foundations. In J. J. Gross (Ed.), *Handbook of emotion regulation* (pp. 3–20). New York: Guilford Press.
- Gross, J. J., & John, O. P. (2003). Individual differences in two emotion regulation processes: implications for affect, relationships, and well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(2), 348–362.
- Gunderson, J. G., Stout, R. L., McGlashan, T. H., Shea, M. T., Morey, L. C., Grilo, C. M., et al. (2011). Ten-year course of borderline personality disorder: Psychopathology and function from the collaborative longitudinal personality disorders study. *Archives of General Psychiatry*, 68(8), 827–837.
- Guttman, H., & Laporte, L. (2002). Alexithymia, empathy, and psychological symptoms in a family context. *Comprehensive Psychiatry*, 43(6), 448–455.
- Hagenhoff, M., Franzen, N., Gerstner, L., Koppe, G., Sammer, G., Netter, P., et al. (2013a). Reduced sensitivity to emotional facial expressions in borderline personality disorder: effects of emotional valence and intensity. *Journal of Personality Disorders*, 27(1), 19–35.
- Hagenhoff, M., Franzen, N., Koppe, G., Baer, N., Scheibel, N., Sammer, G., et al. (2013b). Executive functions in borderline personality disorder. *Psychiatry Research*, 210(1), 224–231.
- Hansen, A. L., Johnsen, B. H., & Thayer, J. F. (2003). Vagal influence on working memory and attention. *International Journal of Psychophysiology*, 48(3), 263–274.
- Hansen, A. L., Johnsen, B. H., & Thayer, J. F. (2009). Relationship between heart rate variability and cognitive function during threat of shock. *Anxiety, stress, and coping*, 22(1), 77–89.

- Hardy, S. J., Hardy, K. K., Schatz, J. C., Thompson, A. L., & Meier, E. R. (2016). Feasibility of Home-Based Computerized Working Memory Training With Children and Adolescents With Sickle Cell Disease. *Pediatric blood & cancer*, *63*(9), 1578–1585.
- Hautzinger, M., Keller, F., & Kühner, C. (2009). *Beck-Depressions-Inventar (BDI-II)* (2nd ed.). Frankfurt: Pearson Assessment.
- Hazlett, E. A., Speiser, L. J., Goodman, M., Roy, M., Carrizal, M., Wynn, J. K., et al. (2007). Exaggerated Affect-Modulated Startle During Unpleasant Stimuli in Borderline Personality Disorder. *Biological Psychiatry*, *62*(3), 250–255.
- Heathers, J. A.J. (2014). Everything Hertz: methodological issues in short-term frequency-domain HRV. *Frontiers in Physiology*, *5*, 177.
- Herpertz, S. C., Kunert, H. J., Schwenger, U. B., & Sass, H. (1999). Affective responsiveness in borderline personality disorder: a psychophysiological approach. *The American journal of psychiatry*, *156*(10), 1550–1556.
- Herpertz, S. C., Werth, U., Lukas, G., Qunaibi, M., Schuerkens, A., Kunert, H.-J., et al. (2001). Emotion in criminal offenders with psychopathy and borderline personality disorder. *Archives of General Psychiatry*, *58*(8), 737–745.
- Herpertz, S. C., Huprich, S. K., Bohus, M., Chanen, A., Goodman, M., Mehlum, L., et al. (2017). The Challenge of Transforming the Diagnostic System of Personality Disorders. *Journal of Personality Disorders*, *31*(5), 577–589.
- Herpertz, S. C., & Koetting, K. (2005). Startle response in inpatients with borderline personality disorder vs. healthy controls. *Journal of Neural Transmission*, *112*(8), 1097–1106.
- Holmes, J., Gathercole, S. E., & Dunning, D. L. (2009). Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental science*, *12*(4), F9-15.
- Holzman, J. B., & Bridgett, D. J. (2017). Heart rate variability indices as bio-markers of top-down self-regulatory mechanisms: A meta-analytic review. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *74*, 233–255.
- Hoorelbeke, K., Koster, E. H., Demeyer, I., Loeys, T., & Vanderhasselt, M. A. (2016). Effects of Cognitive Control Training on the Dynamics of (Mal)Adaptive Emotion Regulation in Daily Life. *Emotion*, *16*(7), 945–956.
- Houtveen, J. H., Rietveld, S., & Geus, E. J. C. de (2002). Contribution of tonic vagal modulation of heart rate, central respiratory drive, respiratory depth, and respiratory

- frequency to respiratory sinus arrhythmia during mental stress and physical exercise. *Psychophysiology*, 39(4), 427–436.
- Howells, F. M., Laurie Rauch, H. G., Ives-Deliperi, V. L., Horn, N. R., & Stein, D. J. (2014). Mindfulness based cognitive therapy may improve emotional processing in bipolar disorder: Pilot ERP and HRV study. *Metabolic brain disease*, 29(2), 367–375.
- Iacoviello, B. M., Wu, G., Alvarez, E., Huryk, K., Collins, K. A., Murrough, J. W., et al. (2014). Cognitive-emotional training as an intervention for major depressive disorder. *Depression & Anxiety*, 31(8), 699–706.
- Jordan, A. D., Dolcos, S., & Dolcos, F. (2013). Neural signatures of the response to emotional distraction: A review of evidence from brain imaging investigations. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 200.
- Jacob, G. A., Hellstern, K., Ower, N., Pillmann, M., Scheel, C. N., Rusch, N., & Lieb, K. (2009). Emotional reactions to standardized stimuli in women with borderline personality disorder: stronger negative affect, but no differences in reactivity. *The Journal of nervous and mental disease*, 197(11), 808–815.
- Jacob, G. A., Arendt, J., Kolley, L., Scheel, C. N., Bader, K., Lieb, K., et al. (2011). Comparison of different strategies to decrease negative affect and increase positive affect in women with borderline personality disorder. *Behaviour Research and Therapy*, 49(1), 68–73.
- Jacob, G. A., Guenzler, C., Zimmermann, S., Scheel, C. N., Rüschi, N., Leonhart, R., et al. (2008). Time course of anger and other emotions in women with borderline personality disorder: A preliminary study. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 39(3), 391–402.
- Jaeggi, S. M., & Buschkuhl, M. (2014). Working memory training and transfer: Theoretical and practical considerations. In *New Frontiers of Multidisciplinary Research in STEAM-H (Science, Technology, Engineering, Agriculture, Mathematics, and Health)* (pp. 19–43). Springer.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(19), 6829–6833.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Perrig, W. J., & Meier, B. (2010). The concurrent validity of the N-back task as a working memory measure. *Memory*, 18(4), 394–412.

- Jang, A., Hwang, S.-K., Padhye, N. S., & Meininger, J. C. (2017). Effects of Cognitive Behavior Therapy on Heart Rate Variability in Young Females with Constipation-predominant Irritable Bowel Syndrome: A Parallel-group Trial. *Journal of neurogastroenterology and motility*, 23(3), 435–445.
- Kaiser, D., Jacob, G. A., Domes, G., & Arntz, A. (2016). Attentional Bias for Emotional Stimuli in Borderline Personality Disorder: A Meta-Analysis. *Psychopathology*, 49(6), 383–396.
- Kaltenthaler, E., Sutcliffe, P., Parry, G., Beverley, C., Rees, A., & Ferriter, M. (2008). The acceptability to patients of computerized cognitive behaviour therapy for depression: a systematic review. *Psychological Medicine*, 38(11), 1521.
- Karbach, J., & Verhaeghen, P. (2014). Making Working Memory Work. *Psychological Science*, 25(11), 2027–2037.
- Kemp, A. H., Quintana, D. S., Gray, M. A., Felmingham, K. L., Brown, K., & Gatt, J. M. (2010). Impact of depression and antidepressant treatment on heart rate variability: a review and meta-analysis. *Biological Psychiatry*, 67(11), 1067–1074.
- Kleindienst, N., Bohus, M., Ludascher, P., Limberger, M. F., Kuenkele, K., Ebner-Priemer, U. W., et al. (2008). Motives for nonsuicidal self-injury among women with borderline personality disorder. *The Journal of nervous and mental disease*, 196(3), 230–236.
- Kliem, S., Kröger, C., & Kosfelder, J. (2010). Dialectical behavior therapy for borderline personality disorder: A meta-analysis using mixed-effects modeling. *Journal of consulting and clinical psychology*, 78(6), 936–951.
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlstrom, K., et al. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD—a randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44(2), 177–186.
- Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(6), 781–791.
- Koenig, J., Kemp, A. H., Feeling, N. R., Thayer, J. F., & Kaess, M. (2016). Resting state vagal tone in borderline personality disorder: A meta-analysis. *Progress in neuro-psychopharmacology & biological psychiatry*, 64, 18–26.
- Koenig, J., Rinnewitz, L., Parzer, P., Resch, F., Thayer, J. F., & Kaess, M. (2017). Resting cardiac function in adolescent non-suicidal self-injury: The impact of borderline

- personality disorder symptoms and psychosocial functioning. *Psychiatry Research*, 248, 117–120.
- Koenigsberg, H. W., Fan, J., Ochsner, K. N., Liu, X., Guise, K. G., Pizzarello, S., et al. (2009). Neural correlates of the use of psychological distancing to regulate responses to negative social cues: a study of patients with borderline personality disorder. *Biological Psychiatry*, 66(9), 854–863.
- Krause-Utz, A., Oei, N Y L, Niedtfeld, I., Bohus, M., Spinhoven, P., Schmahl, C., & Elzinga, B. M. (2012). Influence of emotional distraction on working memory performance in borderline personality disorder. *Psychological Medicine*, 42(10), 2181–2192.
- Krause-Utz, A., Elzinga, B. M., Oei, Nicole Y L, Spinhoven, P., Bohus, M., & Schmahl, C. (2014). Susceptibility to Distraction by Social Cues in Borderline Personality Disorder. *Psychopathology*, 47(3), 148–157.
- Krause-Utz, A., Winter, D., Schriener, F., Chiu, C.-D., Lis, S., Spinhoven, P., et al. (2017). Reduced amygdala reactivity and impaired working memory during dissociation in borderline personality disorder. *European archives of psychiatry and clinical neuroscience*.
- Kühner, C., Burger, C., Keller, F., & Hautzinger, M. (2007). Reliabilität und Validität des revidierten Beck-Depressionsinventars. *Der Nervenarzt*, 78(6), 651–656.
- Kuni, B. J. (2015). *A Feasibility Study of Working Memory Training for Individuals With Pediatric-Onset Multiple Sclerosis*. Dissertation, York University, Toronto. Retrieved November 29, 2017.
- Kuo, J. R., Fitzpatrick, S., Metcalfe, R. K., & McMain, S. (2016). A multi-method laboratory investigation of emotional reactivity and emotion regulation abilities in borderline personality disorder. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 50, 52–60.
- Kuo, J. R., & Linehan, M. M. (2009). Disentangling emotion processes in borderline personality disorder: physiological and self-reported assessment of biological vulnerability, baseline intensity, and reactivity to emotionally evocative stimuli. *Journal of Abnormal Psychology*, 118(3), 531–544.
- Kuo, J. R., Neacsiu, A. D., Fitzpatrick, S., & MacDonald, D. E. (2014). A Methodological Examination of Emotion Inductions in Borderline Personality Disorder: A Comparison of Standardized Versus Idiographic Stimuli. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 36(1), 155–164.

- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2008). *International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. Technical report A-8*. University of Florida, Gainesville, Florida.
- Lang, S., Kotchoubey, B., Frick, C., Spitzer, C., Grabe, H. J., & Barnow, S. (2012). Cognitive reappraisal in trauma-exposed women with borderline personality disorder. *NeuroImage*, *59*(2), 1727–1734.
- Laux, L., Glanzmann, P., Schaffner, P., & Spielberger, C. D. (1981). *Das State-Trait-Angstinventar: Theoretische Grundlagen und Handanweisung*. Weinheim: Beltz Test GmbH.
- Lawlor-Savage, L., & Goghari, V. M. (2016). Dual N-Back Working Memory Training in Healthy Adults: A Randomized Comparison to Processing Speed Training. *PloS one*, *11*(4), e0151817.
- Lazarus, R. S. (1991). Progress on a cognitive-motivational-relational theory of emotion. *American Psychologist*, *46*(8), 819–834.
- Lazzaretti, M., Morandotti, N., Sala, M., Isola, M., Frangou, S., Vidovich, G. de, et al. (2012). Impaired working memory and normal sustained attention in borderline personality disorder. *Acta neuropsychiatrica*, *24*(6), 349–355.
- Lehrl, S. (1989). *Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest: MWT-B* (2. Aufl.). Erlangen: Perimed-Fachbuch-Verlag.
- Lejuez, C. W., Kahler, C. W., & Brown, R. A. (2003). A modified computer version of the Paced Auditory Serial Addition Task (PASAT) as a laboratory-based stressor. *the Behavior Therapist*, *26*(4), 290–293.
- Lenhard, W. & Lenhard, A. (2014). *Testing the Significance of Correlations: (Online-Rechner)*. Abgerufen von <https://www.psychometrica.de/korrelation.html>
- Lenzenweger, M. F., Lane, M. C., Loranger, A. W., & Kessler, R. C. (2007). DSM-IV personality disorders in the National Comorbidity Survey Replication. *Biological Psychiatry*, *62*(6), 553–564.
- Leone de Voogd, E., Wiers, R. W., Zwitser, R. J., & Salemink, E. (2016). Emotional working memory training as an online intervention for adolescent anxiety and depression: A randomised controlled trial. *Australian Journal of Psychology*, *68*(3), 228–238.

- Limberg, A., Barnow, S., Freyberger, H. J., & Hamm, A. O. (2011). Emotional Vulnerability in Borderline Personality Disorder Is Cue Specific and Modulated by Traumatization: Genes and Anxiety. *Biological Psychiatry*, *69*(6), 574–582.
- Linehan, M. (1993). *Cognitive-behavioral treatment of borderline personality disorder. Diagnosis and treatment of mental disorders*. New York: Guilford Press.
- Liu, Y., Zhong, M., Xi, C., Jin, X., Zhu, X., Yao, S., & Yi, J. (2017). Event-related potentials altered in patients with borderline personality disorder during working memory tasks. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, *11*, 67.
- Lundqvist, D., Flykt, A., & Öhman, A. (1998). The Karolinska Directed Emotional Faces [CD-Rom]. Department of Clinical Neuroscience, Psychology section, Karolinska Institutet.
- Malik, M. (1996). Heart Rate Variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, *1*(2), 151–181.
- Malliani, A., Lombardi, F., & Pagani, M. (1994). Power spectrum analysis of heart rate variability: A tool to explore neural regulatory mechanisms. *Heart*, *71*(1), 1–2.
- Marissen, M. A. E., Meuleman, L., & Franken, I. H. A. (2010). Altered emotional information processing in borderline personality disorder: an electrophysiological study. *Psychiatry Research*, *181*(3), 226–232.
- Mauchnik, J., Ebner-Priemer, U. W., Bohus, M., & Schmahl, C. (2010). Classical Conditioning in Borderline Personality Disorder With and Without Posttraumatic Stress Disorder. *Zeitschrift für Psychologie*, *218*(2), 80–88.
- Max Planck Institute for Human Development and Stanford Center on Longevity (2014). *A Consensus on the Brain Training Industry from the Scientific Community*. Abgerufen von <http://longevity.stanford.edu/a-consensus-on-the-brain-training-industry-from-the-scientific-community-2/>
- McRae, K. (2013). Emotion regulation frequency and success: Separating constructs from methods and time scale. *Social and Personality Psychology Compass*, *7*(5), 289–302.
- Melby-Lervag, M., & Hulme, C. (2016). There is no convincing evidence that working memory training is effective: A reply to Au et al. (2014) and Karbach and Verhaeghen (2014). *Psychonomic Bulletin & Review*, *23*(1), 324–330.

- Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental psychology, 49*(2), 270–291.
- Melby-Lervåg, M., Redick, T. S., & Hulme, C. (2016). Working Memory Training Does Not Improve Performance on Measures of Intelligence or Other Measures of “Far Transfer”. *Perspectives on Psychological Science, 11*(4), 512–534.
- Mensebach, C., Wingenfeld, K., Driessen, M., Rullkoetter, N., Schlosser, N., Steil, C., et al. (2009). Emotion-induced memory dysfunction in borderline personality disorder. *Cognitive Neuropsychiatry, 14*(6), 524–541.
- Metcalf, R. K., Fitzpatrick, S., & Kuo, J. R. (2015). A Laboratory Examination of Emotion Regulation Skill Strengthening in Borderline Personality Disorder. *Personality Disorders: Theory, Research, and Treatment*.
- Metzler, P., & Krause, B. (1997). Methodischer Standard bei Studien zur Therapieevaluation. *Methods of Psychological Research Online, 2*, 55–67.
- Meyer, P.-W., Müller, L. E., Zastrow, A., Schmidinger, I., Bohus, M., Herpertz, S. C., & Bertsch, K. (2016). Heart rate variability in patients with post-traumatic stress disorder or borderline personality disorder: relationship to early life maltreatment. *Journal of Neural Transmission, 123*(9), 1107–1118.
- Moher, D., Hopewell, S., Schulz, K. F., Montori, V., Gotzsche, P. C., Devereaux, P. J., et al. (2010). CONSORT 2010 explanation and elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *British Medical Journal (Clinical research ed.), 340*, c869.
- Mombour, W., Zaudig, M., Berger, P., Gutierrez, K., Berner, W., Berger, K., et al. (1996). *International Personality Disorder Examination von A.W. Loranger (IPDE): Deutschsprachige Ausgabe*. Bern: Huber.
- Motter, J. N., Pimontel, M. A., Rindskopf, D., Devanand, D. P., Doraiswamy, P. M., & Sneed, J. R. (2016). Computerized cognitive training and functional recovery in major depressive disorder: A meta-analysis. *Journal of affective disorders, 189*, 184–191.
- Neacsiu, A. D., Bohus, M., & Linehan, M. M. (2014). Dialectical Behavior Therapy: An Intervention for Emotion Dysregulation. In J. J. Gross (Ed.), *Handbook of emotion regulation* (pp. 491–507). New York: Guilford Press.
- Neacsiu, A. D., Rizvi, S. L., Vitaliano, P. P., Lynch, T. R., & Linehan, M. M. (2010). The dialectical behavior therapy ways of coping checklist: development and psychometric properties. *Journal of Clinical Psychology, 66*(6), 563–582.

- Niedtfeld, I., & Schmahl, C. (2012). Emotionale Dysregulation bei der Borderline-Persönlichkeitsstörung. *Zeitschrift für Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie*, *60*(3), 185–193.
- Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2014). The Neural Architecture of Emotion Regulation. In J. J. Gross (Ed.), *Handbook of emotion regulation* (pp. 87–109). New York: Guilford Press.
- Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2005). The cognitive control of emotion. *Trends in Cognitive Sciences*, *9*(5), 242–249.
- Oei, Nicole Y L, Tollenaar, M. S., Elzinga, B. M., & Spinhoven, P. (2010). Propranolol reduces emotional distraction in working memory: a partial mediating role of propranolol-induced cortisol increases? *Neurobiology of Learning and Memory*, *93*(3), 388–395.
- Onraedt, T., & Koster, E. H. W. (2014). Training Working Memory to Reduce Rumination. *PloS one*, *9*(3), 1–12.
- Owen, A. M., McMillan, K. M., Laird, A. R., & Bullmore, E. (2005). N-back working memory paradigm: A meta-analysis of normative functional neuroimaging studies. *Human Brain Mapping*, *25*(1), 46–59.
- Pagura, J., Stein, M. B., Bolton, J. M., Cox, B. J., Grant, B., & Sareen, J. (2010). Comorbidity of borderline personality disorder and posttraumatic stress disorder in the U.S. population. *Journal of Psychiatric Research*, *44*(16), 1190–1198.
- Paret, C., Kluetsch, R., Zaehring, J., Ruf, M., Demirakca, T., Bohus, M., et al. (2016). Alterations of amygdala-prefrontal connectivity with real-time fMRI neurofeedback in BPD patients. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, *11*(6), 952–960.
- Paris, J., & Zweig-Frank, H. (2001). A 27-year follow-up of patients with borderline personality disorder. *Comprehensive Psychiatry*, *42*(6), 482–487.
- Pereira, P., Duarte, E., Rebelo, F., & Noriega, P. (2014). A Review of Gamification for Health-Related Contexts. In D. Hutchison, T. Kanade, J. Kittler, J. M. Kleinberg, A. Kobsa, F. Mattern, et al. (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science. Design, User Experience, and Usability. User Experience Design for Diverse Interaction Platforms and Environments* (pp. 742–753). Cham: Springer International Publishing.
- Pfaltz, M. C., Schumacher, S., Wilhelm, F. H., Dammann, G., Seifritz, E., & Martin-Soelch, C. (2015). Acoustic Emotional Processing in Patients With Borderline Personality Disorder: Hyper- or Hyporeactivity? *Journal of Personality Disorders*, *29*(6), 809–827.

- Pittler, M., Blümle, A., Meerpohl, J., & Antes, G. (2011). CONSORT 2010: Aktualisierte Leitlinie für Berichte randomisierter Studien im Parallelgruppen-Design. *DMW - Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 136(08), e20-e23.
- Porges, S. W. (1995). Orienting in a defensive world: mammalian modifications of our evolutionary heritage. A Polyvagal Theory. *Psychophysiology*, 32(4), 301–318.
- Porges, S. W. (2007). The polyvagal perspective. *Special Issue of Biological Psychology on Cardiac Vagal Control, Emotion, Psychopathology, and Health*, 74(2), 116–143.
- Prehn, K., Schulze, L., Rossmann, S., Berger, C., Vohs, K., Fleischer, M., et al. (2013). Effects of emotional stimuli on working memory processes in male criminal offenders with borderline and antisocial personality disorder. *The World Journal of Biological Psychiatry*, 14(1), 71–78.
- Priebe, K., Roth, M., Kruger, A., Glockner-Fink, K., Dyer, A., Steil, R., et al. (2016). Psychiatrische Behandlungskosten von Patientinnen mit Posttraumatischer Belastungsstörung nach sexuellem Missbrauch vor und nach stationärer DBT-PTSD. *Psychiatrische Praxis*, 44(2), 75–84.
- Quintana, D. S. (2017). Statistical considerations for reporting and planning heart rate variability case-control studies. *Psychophysiology*, 54(3), 344–349.
- Redick, T. S., Shipstead, Z., Harrison, T. L., Hicks, K. L., Fried, D. E., Hambrick, D. Z., et al. (2013). No evidence of intelligence improvement after working memory training: A randomized, placebo-controlled study. *Journal of Experimental Psychology: General*, 142(2), 359–379.
- Reeves, M. (2007). *Effect of Invalidation on Emotion Regulation: An Empirical Investigation of Linehan's Biosocial Theory*. Dissertation, Florida State University.
- Reitz, S., Kluetsch, R., Niedtfeld, I., Knorz, T., Lis, S., Paret, C., et al. (2015). Incision and stress regulation in borderline personality disorder: neurobiological mechanisms of self-injurious behaviour. *The British Journal of Psychiatry*, 207(2), 165–172.
- Richter, C., Steinacher, B., Zum Eschenhoff, A., & Bermpohl, F. (2016). Psychotherapy of Borderline Personality Disorder: Can the Supply Meet the Demand? A German Nationwide Survey in DBT Inpatient and Day Clinic Treatment Facilities. *Community mental health journal*, 52(2), 212–215.
- Rosenthal, R., & Jacobson, L. (1966). Teachers' expectancies: Determinants of pupils' IQ gains. *Psychological reports*, 19(1), 115–118.

- Ruocco, A. C., & Carcone, D. (2016). A neurobiological model of borderline personality disorder: Systematic and integrative review. *Harvard Review of Psychiatry*, 24(5), 311–329.
- Russell, J. J., Moskowitz, D. S., Zuroff, D. C., Sookman, D., & Paris, J. (2007). Stability and variability of affective experience and interpersonal behavior in borderline personality disorder. *Journal of Abnormal Psychology*, 116(3), 578–588.
- Sadeghi, M., Barlow-Krelina, E., Gibbons, C., Shaikh, K. T., Fung, W. L. A., Meschino, W. S., & Till, C. (2017). Feasibility of computerized working memory training in individuals with Huntington disease. *PloS one*, 12(4), e0176429.
- Salsman, N. L., & Linehan, M. M. (2012). An Investigation of the Relationships among Negative Affect, Difficulties in Emotion Regulation, and Features of Borderline Personality Disorder. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 34(2), 260–267.
- Sammito, S., & Böckelmann, I. (2014). Analyse der Herzfrequenzvariabilität: Mathematische Basis und praktische Anwendung. *Herz*, 40, 76–84.
- Sammito, S., Thielmann, B., Zimmermann, P., & Bockelmann, I. (2015). Einfluss einer posttraumatischen Belastungsstörung auf die Herzfrequenzvariabilität als Marker des autonomen Nervensystems - eine systematische Literaturübersicht. *Fortschritte der Neurologie-Psychiatrie*, 83(1), 30–37.
- Sandercock, G. R. H., Bromley, P. D., & Brodie, D. A. (2005). The reliability of short-term measurements of heart rate variability. *International journal of cardiology*, 103(3), 238–247.
- Sanislow, C. A., Grilo, C. M., Morey, L. C., Bender, D. S., Skodol, A. E., Gunderson, J. G., et al. (2002). Confirmatory factor analysis of DSM-IV criteria for borderline personality disorder: findings from the collaborative longitudinal personality disorders study. *The American journal of psychiatry*, 159(2), 284–290.
- Santangelo, P., Bohus, M., & Ebner-Priemer, U. W. (2014). Ecological momentary assessment in borderline personality disorder: a review of recent findings and methodological challenges. *Journal of Personality Disorders*, 28(4), 555–576.
- Scalabrini, A., Cavicchioli, M., Fossati, A., & Maffei, C. (2017). The extent of dissociation in borderline personality disorder: A meta-analytic review. *Journal of Trauma & Dissociation*, 18(4), 522–543.

- Schmahl, C., Herpertz, S. C., Bertsch, K., Ende, G., Flor, H., Kirsch, P., et al. (2014). Mechanisms of disturbed emotion processing and social interaction in borderline personality disorder: state of knowledge and research agenda of the German Clinical Research Unit. *Borderline Personality Disorder and Emotion Dysregulation*, *1*, 12.
- Schmitt, R., Winter, D., Niedtfeld, I., Herpertz, S. C., & Schmahl, C. (2016). Effects of psychotherapy on neuronal correlates of reappraisal in female patients with borderline personality disorder. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*.
- Schulz, K. F., Altman, D. G., & Moher, D. (2010). CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *British Medical Journal (Clinical research ed.)*, *340*, c332.
- Schulze, L., Domes, G., Krüger, A., Berger, C., Fleischer, M., Prehn, K., et al. (2011). Neuronal Correlates of Cognitive Reappraisal in Borderline Patients with Affective Instability. *Genes and Anxiety*, *69*(6), 564–573.
- Schwaighofer, M., Fischer, F., & Bühner, M. (2015). Does Working Memory Training Transfer? A Meta-Analysis Including Training Conditions as Moderators. *Educational Psychologist*, *50*(2), 138–166.
- Schweizer, S., & Dalgleish, T. (2011). Emotional working memory capacity in posttraumatic stress disorder (PTSD). *Behaviour Research and Therapy*, *49*(8), 498–504.
- Schweizer, S., & Dalgleish, T. (2016). The impact of affective contexts on working memory capacity in healthy populations and in individuals with PTSD. *Emotion*, *16*(1), 16–23.
- Schweizer, S., Grahn, J., Hampshire, A., Mobbs, D., & Dalgleish, T. (2013). Training the Emotional Brain: Improving Affective Control through Emotional Working Memory Training. *The Journal of Neuroscience*, *33*(12), 5301–5311.
- Schweizer, S., Hampshire, A., & Dalgleish, T. (2011). Extending brain-training to the affective domain: increasing cognitive and affective executive control through emotional working memory training. *PloS one*, *6*(9), 1–7.
- Schweizer, S., Samimi, Z., Hasani, J., Moradi, A., Mirdoraghi, F., & Khaleghi, M. (2017). Improving cognitive control in adolescents with post-traumatic stress disorder (PTSD). *Behaviour Research and Therapy*, *93*, 88–94.
- Shipstead, Z., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2010). Does working memory training generalize? *Psychologica Belgica*, *50*(3-4), 245–276.

- Sieswerda, S., Arntz, A., Mertens, I., & Vertommen, S. (2007). Hypervigilance in patients with borderline personality disorder: Specificity, automaticity, and predictors. *Behaviour Research and Therapy*, 45(5), 1011–1024.
- Skodol, A. E., & Bender, D. S. (2003). Why are women diagnosed borderline more than men? *The Psychiatric quarterly*, 74(4), 349–360.
- Skodol, A. E., Gunderson, J. G., McGlashan, T. H., Dyck, I. R., Stout, R. L., Bender, D. S., et al. (2002). Functional impairment in patients with schizotypal, borderline, avoidant, or obsessive-compulsive personality disorder. *The American journal of psychiatry*, 159(2), 276–283.
- Soveri, A., Antfolk, J., Karlsson, L., Salo, B., & Laine, M. (2017). Working memory training revisited: A multi-level meta-analysis of n-back training studies. *Psychonomic Bulletin & Review*.
- Sternberg, S. (1966). High-speed scanning in human memory. *Science*, 153(3736), 652–654.
- Stiglmayr, C. E., Grathwol, T., Linehan, M. M., Ihorst, G., Fahrenberg, J., & Bohus, M. (2005). Aversive tension in patients with borderline personality disorder: a computer-based controlled field study. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 111(5), 372–379.
- Stiglmayr, C., Schimke, P., Wagner, T., Braakmann, D., Schweiger, U., Sipos, V., et al. (2010). Development and psychometric characteristics of the Dissociation Tension Scale. *Journal of personality assessment*, 92(3), 269–277.
- Stiglmayr, C., Schmahl, C., Bremner, J. D., Bohus, M., & Ebner-Priemer, U. (2009). Development and psychometric characteristics of the DSS-4 as a short instrument to assess dissociative experience during neuropsychological experiments. *Psychopathology*, 42(6), 370–374.
- Stoffers, J. M., Vollm, B. A., Rucker, G., Timmer, A., Huband, N., & Lieb, K. (2012). Psychological therapies for people with borderline personality disorder. *The Cochrane database of systematic reviews*. (8), CD005652.
- Svaldi, J., Dorn, C., Matthies, S., & Philipsen, A. (2012a). Effects of suppression and acceptance of sadness on the urge for non-suicidal self-injury and self-punishment. *Psychiatry Research*, 200(2–3), 404–416.
- Svaldi, J., Griepenstroh, J., Tuschen-Caffier, B., & Ehring, T. (2012b). Emotion regulation deficits in eating disorders: a marker of eating pathology or general psychopathology? *Psychiatry Research*, 197(1-2), 103–111.

- Tarvainen, M. P., Niskanen, J.-P., Lipponen, J. A., Ranta-aho, P. O., & Karjalainen, P. A. (2014). Kubios HRV – Heart rate variability analysis software. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, *113*(1), 210–220.
- Taylor, J., & James, L. M. (2009). Evidence for a putative biomarker for substance dependence. *Psychology of Addictive Behaviors*, *23*(3), 491–499.
- Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2000). A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Journal of Affective Disorders*, *61*(3), 201–216.
- Thayer, J. F., Ahs, F., Fredrikson, M., Sollers, J. J., & Wager, T. D. (2012). A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *36*(2), 747–756.
- Thayer, J. F., Hansen, A. L., Saus-Rose, E., & Johnsen, B. H. (2009). Heart rate variability, prefrontal neural function, and cognitive performance: the neurovisceral integration perspective on self-regulation, adaptation, and health. *Annals of Behavioral Medicine*, *37*(2), 141–153.
- Thayer, J. F., Yamamoto, S. S., & Brosschot, J. F. (2010). The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. *International journal of cardiology*, *141*(2), 122–131.
- Thome, J., Liebke, L., Bungert, M., Schmahl, C., Domes, G., Bohus, M., & Lis, S. (2016). Confidence in facial emotion recognition in borderline personality disorder. *Personality disorders*, *7*(2), 159–168.
- Thompson, T. W., Waskom, M. L., Garel, K.-L. A., Cardenas-Iniguez, C., Reynolds, G. O., Winter, R., et al. (2013). Failure of working memory training to enhance cognition or intelligence. *PloS one*, *8*(5), e63614.
- Tomko, R. L., Trull, T. J., Wood, P. K., & Sher, K. J. (2014). Characteristics of borderline personality disorder in a community sample: comorbidity, treatment utilization, and general functioning. *Journal of Personality Disorders*, *28*(5), 734–750.
- Tottenham, N., Tanaka, J. W., Leon, A. C., McCarry, T., Nurse, M., Hare, T. A., et al. (2009). The NimStim set of facial expressions: Judgments from untrained research participants. *Psychiatry Research*, *168*(3), 242–249.
- Unoka, Z., & Richman, M. (2016). Neuropsychological deficits in BPD patients and the moderator effects of co-occurring mental disorders: A meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, *44*, 1–12.

- Verkuil, B., Brosschot, J. F., Marques, A. H., Kampschroer, K., Sternberg, E. M., & Thayer, J. F. (2015). Gender differences in the impact of daily sadness on 24-h heart rate variability. *Psychophysiology*, *52*(12), 1682–1688.
- Visted, E., Sørensen, L., Osnes, B., Svendsen, J. L., Binder, P.-E., & Schanche, E. (2017). The Association between Self-Reported Difficulties in Emotion Regulation and Heart Rate Variability: The Salient Role of Not Accepting Negative Emotions. *Frontiers in psychology*, *8*, 328.
- Võ, M. L., Am Jacobs, & Conrad, M. (2006). Cross-validating the Berlin Affective Word List. *Behavior Research Methods*, *38*(4), 606–609.
- Võ, M. L. H., Conrad, M., Kuchinke, L., Urton, K., Hofmann, M. J., & Jacobs, A. M. (2009). The Berlin Affective Word List Reloaded (BAWL-R). *Behavior Research Methods*, *41*(2), 534–538.
- Wagner, T., Roepke, S., Marschall, P., Stiglmayr, C., Renneberg, B., Gieb, D., et al. (2013). Krankheitskosten der Borderline Persönlichkeitsstörung aus gesellschaftlicher Perspektive. *Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie*, *42*(4), 242–255.
- Walther, J.-C., & Krause-Utz, A. (2014). *Fragebogen zur Akzeptanz des Trainings*. Unveröffentlichtes Manuskript. Zentralinstitut für Seelische Gesundheit Mannheim.
- Weicker, J., Villringer, A., & Thöne-Otto, A. (2016). Can impaired working memory functioning be improved by training? A meta-analysis with a special focus on brain injured patients. *Neuropsychology*, *30*(2), 190–212.
- Weinberg, A., Klonsky, E. D., & Hajcak, G. (2009). Autonomic impairment in borderline personality disorder: a laboratory investigation. *Brain and cognition*, *71*(3), 279–286.
- Welch, S. S., Linehan, M. M., Sylvers, P., Chittams, J., & Rizvi, S. L. (2008). Emotional responses to self-injury imagery among adults with borderline personality disorder. *Journal of consulting and clinical psychology*, *76*(1), 45–51.
- Williams, D. P., Cash, C., Rankin, C., Bernardi, A., Koenig, J., & Thayer, J. F. (2015). Resting heart rate variability predicts self-reported difficulties in emotion regulation: A focus on different facets of emotion regulation. *Frontiers in psychology*, *6*, 261.
- Williams, J. M., Mathews, A., & MacLeod, C. (1996). The emotional Stroop task and psychopathology. *Psychological Bulletin*, *120*(1), 3–24.
- Wilson, S. T., Chesin, M., Fertuck, E., Keilp, J., Brodsky, B., Mann, J. J., et al. (2016). Heart rate variability and suicidal behavior. *Psychiatry Research*, *240*, 241–247.

- Wiltink, J., Glaesmer, H., Canterino, M., Wölfling, K., Knebel, A., Kessler, H., et al. (2011). Regulation of emotions in the community: Suppression and reappraisal strategies and its psychometric properties. *German Medical Science: Psycho-Social-Medicine*, 8.
- Winter, D., Elzinga, B., & Schmahl, C. (2014). Emotions and memory in borderline personality disorder. *Psychopathology*, 47(2), 71–85.
- Wolff, S., Stiglmayr, C., Bretz, H. J., Lammers, C.-H., & Auckenthaler, A. (2007). Emotion identification and tension in female patients with borderline personality disorder. *The British journal of clinical psychology*, 46(Pt 3), 347–360.
- Woodberry, K. A., Gallo, K. P., & Nock, M. K. (2008). An experimental pilot study of response to invalidation in young women with features of borderline personality disorder. *Psychiatry Research*, 157(1–3), 169–180.
- Yalom, I. D. (2016). *Theorie und Praxis der Gruppenpsychotherapie: Ein Lehrbuch* (12. Aufl.). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Yeomans, F. E., Clarkin, J. F., & Kernberg, O. F. (2015). *Transference-focused psychotherapy for borderline personality disorder: A clinical guide* (First edition). Washington, District of Columbia, London, England: American Psychiatric Publishing.
- Young, J. E. (1990). *Cognitive therapy for personality disorders: A schema-focused approach*. Sarasota, FL: Professional Resource Exchange.
- Young, K. S. (2005). An empirical examination of client attitudes towards online counseling. *Cyberpsychology & Behavior*, 8(2), 172–177.
- Zanarini, M. C., Frankenburg, F. R., Reich, D. B., & Fitzmaurice, G. (2010). The 10-year course of psychosocial functioning among patients with borderline personality disorder and axis II comparison subjects. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 122(2), 103–109.
- Zanarini, M. C., Frankenburg, F. R., Reich, D. B., Fitzmaurice, G., Weinberg, I., & Gunderson, J. G. (2008). The 10-year course of physically self-destructive acts reported by borderline patients and axis II comparison subjects. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 117(3), 177–184.
- Zanarini, M. C., Frankenburg, F. R., Reich, D. B., & Fitzmaurice, G. M. (2016). Fluidity of the Subsyndromal Phenomenology of Borderline Personality Disorder Over 16 Years of Prospective Follow-Up. *The American journal of psychiatry*, 173(7), 688–694.

Zilverstand, A., Parvaz, M. A., & Goldstein, R. Z. (2017). Neuroimaging cognitive reappraisal in clinical populations to define neural targets for enhancing emotion regulation. A systematic review. *NeuroImage*, *151*, 105–116.

7 EIGENE VERÖFFENTLICHUNGEN

Spahn, C., **Walther, J.-C.**, & Nusseck, M. (2016). The effectiveness of a multimodal concept of audition training for music students in coping with music performance anxiety. *Psychology of Music*, 44(4), 893-909.

Krause-Utz, A., **Walther, J.-C.**, Lis, S., Schmahl, C., Bohus, M. (2018). Heart rate variability during a cognitive reappraisal task in female patients with Borderline Personality Disorder: The role of comorbid Posttraumatic Stress Disorder and dissociation. *Psychological Medicine*, 1-12.

Krause-Utz, A., Kyrgiou, A. I.*, **Walther, J.-C.***, Law, W. W., Schmahl, C., Bohus, M., Lis, S. (2018). Childhood Maltreatment Severity and Rejection Sensitivity predict Distractibility by Neutral Facial Expressions in Borderline Personality Disorder. *Manuskript zur Veröffentlichung eingereicht*.

* diese Autoren trugen gleichermaßen bei.

8 ANHANG

Anhang 1: Nummern der IAPS-Distraktorstimuli des EWMT in Studie I und II

Negative Bilder: 2352.2, 2205, 2800, 6570.1, 3005.1, 3060, 3068, 3102, 3130, 3530, 6312, 6313, 6315, 6530, 6540, 6561, 6838, 9041, 9250, 9252

Neutrale Bilder: 2036, 2038, 2191, 2235, 2377, 2381, 2487, 2514, 2745.1, 2575, 2579, 2580, 2593, 2597, 2635, 2870, 7496, 7497, 7550, 8312

Anhang 2: Nummern der IAPS-Stimuli des ER-Experiments in Studie I und II

Set 1

Negative Bilder: 3550, 9921, 2703, 3400, 9427, 9570, 9635, 3181, 9254, 3059, 2811, 8230, 2053, 6415, 9420, 3010, 6370, 9325, 3051, 9332, 9185, 2691, 3064, 3220, 9163, 9412, 9181, 2095, 3301, 9491, 9187, 6350, 9571, 9321, 6230, 9910, 3103, 3063, 9905, 3300, 3100, 9908

Neutrale Bilder: 2383, 7026, 2890, 7001, 5635, 2025, 7019, 7041, 2495, 2200, 7002, 2411, 2499, 7032, 2594, 7513, 2480, 7010, 2305, 7003, 2357

Positive Bilder: 1460, 2035, 5830, 2058, 7330, 5200, 5820, 1710, 2331, 2050, 8185, 2151, 4610, 5001, 5210, 2209, 2340, 2311, 1811, 8190, 8200, 8496, 2045, 1750, 1604, 2530, 2216, 5480, 2341, 7502, 1500, 5910, 1590, 2154, 5833, 1340, 5831, 2332, 2057, 5825, 2071, 1999

Set 2

Negative Bilder: 2141, 6821, 2799, 3195, 2375, 9410, 3212, 9433, 6550, 9300, 9253, 9140, 9925, 3213, 3016, 9075, 3230, 2981, 9301, 1525, 8480, 3120, 9940, 3030, 9040, 3071, 6360, 3185, 6560, 9429, 2900, 9419, 9435, 2457, 3500, 6021, 3080, 3180, 6231, 9911, 9302, 3019

Neutrale Bilder: 7490, 7004, 7505, 7059, 2214, 2595, 7090, 2393, 2435, 2590, 7014, 7006, 2442, 2190, 7009, 7020, 2515, 2600, 7150, 2102, 7190

Positive Bilder: 8540, 2314, 5760, 1721, 2660, 2274, 2550, 2260, 2091, 5779, 1440, 2345, 5829, 2304, 1920, 2165, 2040, 5202, 8185, 1463, 2224, 5780, 2540, 1630, 4628, 1620, 2347, 4626, 1610, 2170, 1600, 2150, 5621, 5551, 2388, 1441, 7200, 2650, 2387, 2080, 5600, 5811

Anhang 3: Explorative Analyse des Haupteffekts *Distraktor* beim EWMT (Studie I)

Tabelle 23

Ergebnisse der Post-hoc-t-Tests mit Bonferroni-Korrektur für verbundene Stichproben (Gesamt-n= 62, df=61) zur explorativen Analyse des Haupteffekts Distraktor beim EWMT

	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
Korrekte Antworten (%)			
Kreuz vs. IAPS neutral	0.62	.536	0.08
Kreuz vs. IAPS negativ	0.46	.647	0.06
Kreuz vs. Gesicht neutral	-2.29	.025	-0.29
Kreuz vs. Gesicht ängstlich	-3.30	.002	-0.42
Kreuz vs. Gesicht ärgerlich	-1.50	.139	-0.19
IAPS neutral vs. IAPS negativ	-0.23	.822	-0.03
IAPS neutral vs. Gesicht neutral	-2.87	.006	-0.37
IAPS neutral vs. Gesicht ängstlich	-3.74	<.001	-0.48
IAPS neutral vs. Gesicht ärgerlich	-2.40	.019	-0.31
IAPS negativ vs. Gesicht neutral	-3.19	.002	-0.41
IAPS negativ vs. Gesicht ängstlich	-3.72	<.001	-0.48
IAPS negativ vs. Gesicht ärgerlich	-2.08	.042	-0.27
Gesicht neutral vs. Gesicht ängstlich	-0.991	.326	-0.13
Gesicht neutral vs. Gesicht ärgerlich	0.95	.347	0.12
Gesicht ängstlich vs. Gesicht ärgerlich	2.08	.041	0.26
Reaktionszeit (ms)			
Kreuz vs. IAPS neutral	-4.83	<.001	-0.67
Kreuz vs. IAPS negativ	-0.88	0.383	-0.05
Kreuz vs. Gesicht neutral	2.57	0.013	0.16
Kreuz vs. Gesicht ängstlich	1.52	0.134	0.10
Kreuz vs. Gesicht ärgerlich	2.16	0.035	0.11
IAPS neutral vs. IAPS negativ	4.33	<.001	0.23
IAPS neutral vs. Gesicht neutral	7.05	<.001	0.44
IAPS neutral vs. Gesicht ängstlich	6.43	<.001	0.39
IAPS neutral vs. Gesicht ärgerlich	5.87	<.001	0.38
IAPS negativ vs. Gesicht neutral	4.32	<.001	0.21
IAPS negativ vs. Gesicht ängstlich	3.00	0.004	0.15
IAPS negativ vs. Gesicht ärgerlich	3.12	0.003	0.16
Gesicht neutral vs. Gesicht ängstlich	-1.20	0.237	-0.06
Gesicht neutral vs. Gesicht ärgerlich	-0.75	0.457	-0.04
Gesicht ängstlich vs. Gesicht ärgerlich	0.37	0.716	0.02

Anmerkung: Das Bonferroni-korrigierte Signifikanzniveau beträgt $0.05/15=0.003$. EWMT= Emotional Working Memory Task.

Anhang 4: Einfluss von Dissoziation auf die HRV der BPS-Gruppe während des ER-Experiments (Studie I)

Tabelle 24

Korrelationen zwischen absoluten bzw. normalisierten Werten der HF-HRV während des ER-Experiments und dem DSS-4-Fragebogen vor und nach dem ER-Experiment innerhalb der BPS-Gruppe (n=31)

	DSS-4 vor ER-Experiment		DSS-4 nach ER-Experiment	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
ABSOLUTE WERTE (ms²)				
Negative Bilder				
<i>Belassen</i>	0.05	.772	0.13	.492
<i>Vermindern</i>	-0.22	.246	-0.22	.239
Positive Bilder				
<i>Belassen</i>	0.04	.844	-0.03	.863
<i>Vermindern</i>	-0.19	.306	-0.22	.234
Neutrale Bilder				
<i>Belassen</i>	-0.03	.876	-0.07	.691
NORMAL. WERTE (%)				
Negative Bilder				
<i>Belassen</i>	-0.14	.470	-0.21	.261
<i>Vermindern</i>	-0.17	.349	-0.34	.063
Positive Bilder				
<i>Belassen</i>	-0.11	.563	-0.17	.353
<i>Vermindern</i>	-0.15	.409	-0.26	.162
Neutrale Bilder				
<i>Belassen</i>	-0.13	.471	-0.25	.176

Anmerkung: HF-HRV= Hochfrequenz-Herzratenvariabilität. DSS-4= Dissoziation-Spannungs-Skala.

Anhang 5: Zusammenhänge zwischen der HF-HRV während des ER-Experiments und klinischer Charakteristika innerhalb der BPS-Gruppe (Studie I)

Tabelle 25

Korrelationen zwischen absoluten Werten der HF-HRV während des ER-Experiments und den Fragebögen BSL-23, BDI-II, DERS, ERQ und DBT-WCCL innerhalb der BPS-Gruppe

		neg. Bilder + <i>belassen</i>	neg. Bilder + <i>vermindern</i>	pos. Bilder + <i>belassen</i>	pos. Bilder + <i>vermindern</i>	neutr. Bilder + <i>belassen</i>	
BSL-23	<i>r</i>	0.053	-0.261	0.045	-0.186	-0.257	
	<i>p</i>	0.779	0.164	0.814	0.325	0.171	
	<i>n</i>	30	30	30	30	30	
BDI-II	<i>r</i>	0.126	-0.074	-0.039	-0.121	-0.16	
	<i>p</i>	0.508	0.698	0.838	0.523	0.398	
	<i>n</i>	30	30	30	30	30	
DERS Gesamtscore	<i>r</i>	0.025	-0.279	-0.072	-0.101	-0.317	
	<i>p</i>	0.896	0.136	0.707	0.595	0.088	
	<i>n</i>	30	30	30	30	30	
NONACCEPTANCE	<i>r</i>	-0.034	-0.268	-0.145	-0.232	-.377	
	<i>p</i>	0.859	0.152	0.445	0.217	0.04	
	<i>n</i>	30	30	30	30	30	
GOALS	<i>r</i>	0.12	0.028	-0.007	0.06	-0.144	
	<i>p</i>	0.529	0.881	0.969	0.753	0.447	
	<i>n</i>	30	30	30	30	30	
IMPULSE	<i>r</i>	-0.081	-0.335	-0.062	-0.161	-0.356	
	<i>p</i>	0.67	0.07	0.745	0.395	0.054	
	<i>n</i>	30	30	30	30	30	
AWARENESS	<i>r</i>	-0.038	-0.137	-0.047	0	-0.108	
	<i>p</i>	0.843	0.47	0.805	0.998	0.571	
	<i>n</i>	30	30	30	30	30	
STRATEGIES	<i>r</i>	0.05	-0.317	-0.052	-0.106	-0.265	
	<i>p</i>	0.795	0.088	0.786	0.576	0.156	
	<i>n</i>	30	30	30	30	30	
CLARITY	<i>r</i>	0.157	-0.041	0.037	0.114	-0.035	
	<i>p</i>	0.408	0.828	0.848	0.549	0.853	
	<i>n</i>	30	30	30	30	30	
ERQ							
	kogn. Neubewertung	<i>r</i>	0.157	0.119	0.109	0.132	0.152
		<i>p</i>	0.4	0.523	0.559	0.477	0.415
		<i>n</i>	31	31	31	31	31
	Unterdrückung	<i>r</i>	0.087	-0.151	-0.135	-0.165	0.027
		<i>p</i>	0.64	0.419	0.468	0.374	0.886
		<i>n</i>	31	31	31	31	31
DBT-WCCL							
	DSS	<i>r</i>	-0.073	0.104	0.118	0.07	0.08
		<i>p</i>	0.703	0.584	0.535	0.713	0.673

DCS-1	<i>n</i>	30	30	30	30	30
	<i>r</i>	0.126	-0.255	-0.14	-0.082	-0.138
	<i>p</i>	0.509	0.175	0.462	0.666	0.467
DCS-2	<i>n</i>	30	30	30	30	30
	<i>r</i>	-0.024	-0.299	-0.17	-0.152	-0.208
	<i>p</i>	0.898	0.109	0.37	0.423	0.271
	<i>n</i>	30	30	30	30	30

Anmerkung: HF-HRV= Hochfrequenz-Herzratenvariabilität; BSL-23=Borderline Symptom-Liste-23; BDI-II=Becks Depressionsinventar-II; DERS=Difficulties in Emotion Regulation Scale; DERS Subskalen: NONACCEPTANCE=Nichtakzeptanz emotionaler Reaktionen, GOALS=Schwierigkeiten, zielgerichtetes Verhalten zu zeigen, IMPULSE=Impulskontrollschwierigkeiten, AWARENESS=Mangel an emotionalem Bewusstsein, STRATEGIES=begrenzter Zugang zu ER-Strategien, CLARITY=Mangel an emotionaler Klarheit; ERQ=Emotion Regulation Questionnaire; DBT-WCCL=Dialectical Behavior Therapy Ways of Coping Checklist;

Tabelle 26

Korrelationen zwischen normalisierten Werten der HF-HRV während des ER-Experiments und den Fragebögen BSL-23, BDI-II, DERS, ERQ und DBT-WCCL innerhalb der BPS-Gruppe

		neg. Bilder + <i>belassen</i>	neg. Bilder + <i>vermindern</i>	pos. Bilder + <i>belassen</i>	pos. Bilder + <i>vermindern</i>	neutr. Bilder + <i>belassen</i>
BSL-23	<i>r</i>	-0.324	-0.205	-0.136	-0.319	-0.255
	<i>p</i>	0.081	0.277	0.473	0.085	0.173
	<i>n</i>	30	30	30	30	30
BDI-II	<i>r</i>	-0.342	-0.157	-0.202	-0.286	-0.266
	<i>p</i>	0.064	0.407	0.283	0.125	0.155
	<i>n</i>	30	30	30	30	30
DERS Gesamtscore	<i>r</i>	-0.177	-0.188	-0.018	-0.243	-0.146
	<i>p</i>	0.348	0.32	0.926	0.196	0.442
	<i>n</i>	30	30	30	30	30
NONACCEPTANCE	<i>r</i>	-0.204	-0.235	-0.133	-0.304	-0.125
	<i>p</i>	0.281	0.211	0.483	0.103	0.512
	<i>n</i>	30	30	30	30	30
GOALS	<i>r</i>	-0.105	-0.124	0.123	-0.007	0.097
	<i>p</i>	0.582	0.514	0.516	0.969	0.61
	<i>n</i>	30	30	30	30	30
IMPULSE	<i>r</i>	-0.213	-0.091	-0.129	-0.198	-0.185
	<i>p</i>	0.258	0.633	0.497	0.293	0.327
	<i>n</i>	30	30	30	30	30
AWARENESS	<i>r</i>	0.113	-0.001	0.228	0.027	0.057
	<i>p</i>	0.551	0.996	0.226	0.888	0.767
	<i>n</i>	30	30	30	30	30
STRATEGIES	<i>r</i>	-0.184	-0.27	-0.046	-0.297	-0.262
	<i>p</i>					

CLARITY	<i>p</i>	0.332	0.15	0.807	0.11	0.163
	<i>n</i>	30	30	30	30	30
	<i>r</i>	-0.118	-0.042	-0.002	-0.165	-0.085
	<i>p</i>	0.534	0.825	0.993	0.383	0.654
	<i>n</i>	30	30	30	30	30
	<hr/>					
ERQ						
kogn. Neubewertung	<i>r</i>	0.185	0.248	0.171	0.268	0.291
	<i>p</i>	0.319	0.179	0.357	0.145	0.113
	<i>n</i>	31	31	31	31	31
Unterdrückung	<i>r</i>	0.025	0.029	0.127	0.024	0.031
	<i>p</i>	0.893	0.879	0.497	0.897	0.869
	<i>n</i>	31	31	31	31	31
<hr/>						
DBT-WCCL						
DSS	<i>r</i>	0.068	0.03	0.063	0.236	0.122
	<i>p</i>	0.719	0.874	0.739	0.209	0.52
	<i>n</i>	30	30	30	30	30
DCS-1	<i>r</i>	-0.167	-0.159	-0.196	-.432*	-0.298
	<i>p</i>	0.378	0.401	0.3	0.017	0.11
	<i>n</i>	30	30	30	30	30
DCS-2	<i>r</i>	-.500**	-.443*	-.422*	-.498**	-.642**
	<i>p</i>	0.005	0.014	0.02	0.005	0
	<i>n</i>	30	30	30	30	30

Anmerkung: HF-HRV= Hochfrequenz-Herzratenvariabilität; BSL-23=Borderline Symptom-Liste-23; BDI-II=Becks Depressionsinventar-II; DERS=Difficulties in Emotion Regulation Scale; DERS Subskalen: NONACCEPTANCE=Nichtakzeptanz emotionaler Reaktionen, GOALS=Schwierigkeiten, zielgerichtetes Verhalten zu zeigen, IMPULSE=Impulskontrollschwierigkeiten, AWARENESS=Mangel an emotionalem Bewusstsein, STRATEGIES=begrenzter Zugang zu ER-Strategien, CLARITY=Mangel an emotionaler Klarheit; ERQ=Emotion Regulation Questionnaire; DBT-WCCL=Dialectical Behavior Therapy Ways of Coping Checklist;

Anhang 6: Informationsmappe zum Computertraining (Studie II; Version für EWM-Gruppe)



Computertraining zur Verbesserung der Emotionsregulation

Computertraining zur Verbesserung der Emotionsregulation



Zentralinstitut für Seelische Gesundheit

Landesanstalt
des öffentlichen Rechts

- Lieber Studienteilnehmer,
Wir freuen uns, dass Sie sich entschieden haben am Computertraining zur Verbesserung der Emotionsregulation teilzunehmen!
Sie finden in dieser Informationsmappe:
- eine kurze Beschreibung zum **Zweck und Ziel des Trainings**
 - eine kurze **Anleitung, wie Sie Ihr Training starten**
 - Ihren **Trainingsplan** zum Abhaken, so behalten Sie immer einen Überblick, wie weit Sie schon gekommen sind!
 - einige **Trainings-Tipps**, die Ihnen das Trainieren erleichtern können. Bitte lesen Sie sich diese unbedingt durch!
 - eine **Anleitung der Trainingsaufgabe**, falls Sie diese noch einmal in Ruhe nachlesen möchte. Die Anleitung wird jedoch auch vor **jedem** Training noch einmal am Computer angezeigt.
 - Ihre **individuelle Trainings-Email-Adresse** und das dazugehörige Passwort

Bei Fragen zum Training oder Problemen in der Durchführung wenden Sie sich bitte an:

Julia-Caroline Walther, M. Sc.
Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Klinik für Psychosomatik und Psychotherapeutische Medizin
Telefon: 0621-1703-4402
Email: caroline.walther@zi-mannheim.de

Dr. Annegret Krause-Utz, Dipl.-Psych.
Wissenschaftliche Mitarbeiterin
Klinik für Psychosomatik und Psychotherapeutische Medizin
Telefon: 0621-1703-4403
Email: annegret.krause-utz@zi-mannheim.de

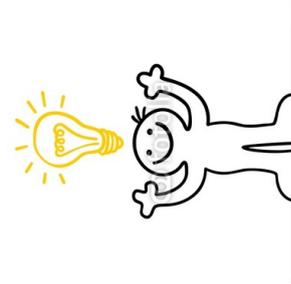


Was ist der Zweck und das Ziel des Computertrainings?

Für Menschen mit einer Borderline-Störung kann es schwierig sein, sich auf Aufgaben zu konzentrieren oder positive (oder auch nur neutrale) Gedanken oder Erinnerungen zu haben, weil sich negative Gedanken und Gefühle aufdrängen. Sie finden es oft auch schwierig, positive (oder neutrale) Dinge in Ihrer Umgebung zu bemerken, weil sie ihre Aufmerksamkeit eher automatisch auf negative Informationen richten, die auch zu ihrer Stimmung passen. Wir glauben, dass es wichtig ist, die mentale Kontrolle zu trainieren, um mehr Kontrolle über Ihre Gedanken zu bekommen und negative Gedanken und Gefühle fernzuhalten.

Dieses Training wurde entwickelt um die mentale Kontrolle zu üben, die Sie befähigt, auszuwählen, welche Information Sie im Kopf behalten und welche nicht.

Bei Teilnehmern ohne eine Borderline-Störung konnte gezeigt werden, dass dieses Training darüber hinaus die Emotionsregulation verbessert hat. Wir möchten nun herausfinden, ob dieses Training auch Menschen mit einer Borderline-Störung helfen kann.



So starte ich mein Training:

Bitte beginnen Sie spätestens eine Woche nach Ihrer ersten Labor-Untersuchung im Rahmen dieser Studie mit dem Training! Danke ☺

1. Sie benötigen:
 - ✓ einen Computer mit Internetzugang
 - ✓ Kopfhörer oder Lautsprecher
 - ✓ einen Platz, an dem Sie für 20-30 Minuten möglichst ungestört trainieren können
2. Schalten Sie Ihren Computer ein und öffnen Sie den Internet-Browser (z. B. *Internet Explorer, Firefox* o. ä.)
3. Geben Sie den Link für die Internet-Adresse Ihres Trainings in die Adresszeile Ihres Browsers ein. Die Adresse finden Sie ganz hinten in dieser Infomappe auf einem Extra-Blatt.
4. Klicken Sie auf *Login* in der rechten oberen Ecke der Seite, die sich nun geöffnet hat.



5. Geben Sie nun Ihre individuelle Trainings-Email-Adresse und das dazugehörige Passwort (siehe weiter hinten in dieser Infomappe auf einem Extrablatt) in die jeweiligen Felder ein.

CBSTraining Login

Email*

Password*

Remember me

Login

6. Nun kann es losgehen: viel Spaß beim Trainieren ☺ !!!

Bitte zögern Sie nicht, sich bei Fragen oder Problemen an uns zu wenden (s. Kontakt auf der vorigen Seite!)

Computertraining zur Verbesserung der Emotionsregulation

Mehr Trainingsplan

Wir begrüßen Sie herzlich zum Computertraining zur Verbesserung der Emotionsregulation! Bitte trainieren Sie innerhalb der nächsten 28 Tage (4 Wochen) an 20 Tagen. Sie können die Tage flexibel verteilen und z. B. immer am Wochenende eine Trainingspause einlegen. Falls Sie die 20 Tage nicht ganz schaffen, ist das nicht schlimm. **Versuchen Sie aber mindestens an 16 Tagen zu trainieren. Falls Sie an weniger an 16 Tagen trainieren, müssen wir Sie leider von der zweiten Untersuchung ausschließen.**

Wenn Sie möchten, nutzen Sie das Kommentarfeld im folgenden Trainingsplan für persönliche Notizen.

Wir melden uns bei Ihnen um einen Termin für die zweite Untersuchung im Rahmen dieser Studie auszumachen!

Trainings- tag	Bezahlung	Datum	Ich habe heute ... Min. trainiert.	Kommentare
1	1 €			
2	1 €			
3	1 €			
4	1 €			
5	1 €			
6	1 €			
7	1 €			
8	1 €			
9	1 €			
10	1 €			Halbzeit!! ☺
11	2 €			
12	2 €			
13	2 €			
14	2 €			
15	2 €			

Computertraining zur Verbesserung der Emotionsregulation

16	2 €			
17	2 €			
18	2 €			
19	2 €			
20	2 €			Glückwunsch, sie haben es geschafft! ☺

Computertraining zur Verbesserung der Emotionsregulation



Trainings-Tipps

- Sorgen Sie für eine ruhige Trainingsumgebung:
 - Trainieren Sie an einem möglichst ungestörten Ort. Falls es nötig ist, bitten Sie Ihre Mitmenschen um Verständnis, Sie in Ihrer Trainingszeit nicht zu stören.
 - Es kann helfen, z. B. das Telefon oder Handy während der Trainingszeit auszuschalten.
- Die Trainingsaufgaben sind für die meisten Menschen anfangs nicht leicht. Lassen Sie sich daher nicht entmutigen, wenn Sie viele Fehler machen. Das Training passt sich an Ihren individuellen Trainingsstand an und wird erst schwieriger, wenn Sie Fortschritte gemacht haben!
- Es ist normal, dass Sie an manchen Tagen weniger motiviert sind als an anderen. Aber bleiben Sie am Ball! Denken Sie daran, dass Sie mit diesem Training Ihre Emotionsregulation trainieren können. Und denken Sie daran: Je mehr Tage Sie trainieren, desto mehr können wir Ihnen am Ende für die Teilnahme der Studie bezahlen!
- Manchen Menschen hilft es, sich jeweils morgens oder am Vorabend zu überlegen, wann Sie an diesem Tag trainieren möchten. Nutzen Sie auch den Trainingsplan um den Überblick zu behalten, wie weit Sie schon gekommen sind.
- Lassen Sie sich nicht davon frustrieren, dass Sie an manchen Tagen mehr Fehler machen als an anderen – diese Schwankungen sind völlig normal.
- Wir möchten Sie außerdem informieren, welche Stellen Sie kontaktieren sollten, wenn Sie im Rahmen des Trainings unter sich zunehmend aufdrängenden Suizidgedanken leiden oder eine andere Notfallsituation eintritt. Sollten Sie tagsüber in eine solche Situation geraten, kontaktieren Sie bitte **einen Studienleiter (Reihenfolge s. u.)**. Sollten Sie **nachts** in eine solche Situation geraten, kontaktieren Sie bitte den diensthabenden Arzt des Notfallmanagements des Zentralinstituts für Seelische Gesundheit über die Zentrale unter [redacted]. Es ist äußerst wichtig, dass Sie diese Kontaktdaten an einer Stelle aufbewahren, zu der Sie jederzeit Zugang haben ohne dass Sie beispielsweise suchen müssen. Vielleicht speichern Sie sich diese Telefonnummern beispielsweise in Ihre Handykontakte. Wir möchten Sie dringend darum bitten, diese Kontaktmöglichkeiten im Notfall zu nutzen!

1. Dr. Ansgret Krause-Utz, Dipl.-Psych. (primäre Ansprechpartnerin bei Notfall)
 Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Klinik für Psychosomatik und Psychotherapeutische Medizin
 Telefon: [redacted] oder [redacted]
 Email: [redacted]
2. Julia-Caroline Walther, M. Sc.
 Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Klinik für Psychosomatik und Psychotherapeutische Medizin
 Telefon: [redacted] oder [redacted]
 Email: [redacted]
3. Prof. Dr. Martin Bohus Tel. [redacted] oder [redacted]

Computertraining zur Verbesserung der Emotionsregulation



Anleitung der Trainingsaufgabe für Tag 1, Tag 3 und Tag 5

Die Anleitung wird jedoch auch vor jedem Training noch einmal am Computer angezeigt. Bevor Sie mit der Aufgabe beginnen, stellen Sie bitte sicher, dass der Ton angeschaltet ist. Bei dieser Aufgabe wird Ihnen eine Reihe von Gesichtern auf einem 4x4-Raster auf dem Bildschirm gezeigt. Bei jedem Gesicht sollen Sie entscheiden, ob es an derselben Position des Bildschirms gezeigt wurde wie das Gesicht N Positionen zuvor. Wenn z. B. N = 2 ist, entscheiden Sie bitte, ob die Position, auf der ein Gesicht präsentiert wurde, mit der Position des vorletzten Gesichtes übereinstimmt. Der Wert von N wird am Beginn jedes Blockes angezeigt.

Das heißt: Bei jedem Gesicht entscheiden Sie bitte, ob das Gesicht an derselben Position gezeigt wurde wie das Gesicht N Positionen zuvor. Bitte drücken Sie die LINKE PFEILTASTE, wenn das Gesicht an DERSELBEN POSITION wie das Gesicht N Positionen zuvor erschienen ist. Sie brauchen nicht die Identität der zwei Gesichter zu vergleichen. Das heißt, Sie brauchen nur die Position des Gesichtes zu beachten, nicht das Gesicht an sich.

Wenn die Position des Gesichtes nicht mit derjenigen N Positionen zuvor übereinstimmt, drücken Sie bitte KEINE TASTE. Wenn Ihre Antwort richtig war, hören Sie einen einzelnen hohen Ton. Wenn Ihre Antwort falsch war, hören Sie zweimal einen tiefen Ton. Damit Sie diese Rückmeldungen hören können, schalten Sie bitte den Ton Ihres Computers an.

Wenn Sie häufig richtig antworten, wird sich das N erhöhen, um Sie auf Trapp zu halten. Es wird sich verringern, wenn Sie zu viele Fehler machen. Ihr Ziel ist es, Ihr N so hoch wie möglich zu bekommen. N kann übrigens nie kleiner als 1 werden.

Eine Trainingseinheit besteht aus mehreren Blöcken, die nacheinander folgen. Am Anfang jedes Blockes wird das N angezeigt (z. B. am Anfang wird z. B. 1 **back** angezeigt; **back**= englisch für zurück)

Viel Erfolg beim Trainieren!

Computertaining zur Verbesserung der Emotionsregulation



Anleitung der Trainingsaufgabe für Tag 2, Tag 4 und Tag 6

Die Anleitung wird jedoch auch vor jedem Training noch einmal am Computer angezeigt.

Bevor Sie mit der Aufgabe beginnen, stellen Sie bitte sicher, dass der Ton angeschaltet ist. Bei dieser Aufgabe hören Sie eine Reihe von Wörtern über den Kopfhörer. Für jedes Wort sollen Sie entscheiden, ob es das gleiche ist, wie das Wort N Positionen zuvor. Wenn z. B. N = 2 ist, entscheiden Sie bitte, ob das Wort, das Sie gerade hören, gleich dem vorletzten Wort ist. Der Wert von N wird zu Beginn jedes Blocks angegeben. Das heißt, entscheiden Sie bitte für jedes Wort e entscheiden, ob es das gleiche ist, wie dasjenige Wort, das N Positionen zuvor gehört wurde. Bitte drücken Sie die RECHTE PFEILTASTE, wenn das Wort das Gleiche ist wie das Wort N Positionen zuvor. Wenn das Wort nicht mit dem Wort übereinstimmt, das N Positionen zuvor gehört wurde, drücken Sie bitte KEINE TASTE.

Wenn Ihre Antwort richtig war, hören Sie einen einzelnen hohen Ton. Wenn Ihre Antwort falsch war, hören Sie zweimal einen tiefen Ton.

Wenn Sie häufig richtig antworten, wird sich das N erhöhen, um Sie auf Trapp zu halten. Es wird sich verringern, wenn Sie zu viele Fehler machen. Ihr Ziel ist es, Ihr N so hoch wie möglich zu bekommen. Das N kann übrigens nie kleiner als 1 werden.

Eine Trainingseinheit besteht aus mehreren Blöcken, die nacheinander folgen. Am Anfang jedes Blockes wird das N angezeigt (z. B. am Anfang wird z. B. 1 **back** angezeigt; **back**= englisch für zurück). **Es ist daher wichtig, dass Sie auch bei dieser Aufgabe auf den Bildschirm schauen!**

Viel Erfolg beim Trainieren!

Computertaining zur Verbesserung der Emotionsregulation



Anleitung der Trainingsaufgabe für Tag 7 bis Tag 20

Die Anleitung wird jedoch auch vor jedem Training noch einmal am Computer angezeigt.

Bevor Sie mit der Aufgabe beginnen, stellen Sie bitte sicher, dass der Ton angeschaltet ist. Bei dieser Aufgabe werden zu derselben Zeit gesprochene Wörter (über Kopfhörer) und Gesichter (auf dem Bildschirm) präsentiert. Bei jedem Wort sollen Sie entscheiden, ob es mit dem Wort N Positionen zuvor übereinstimmt. Gleichzeitig sollen Sie bei jedem Gesicht e entscheiden, ob es an derselben Position auf dem Bildschirm erschien wie das Gesicht N Positionen zuvor. Wenn z. B. N = 2 ist, sollen Sie entscheiden, ob die Position, auf der ein Gesicht präsentiert wurde, dieselbe war wie das vorletzte Gesicht und ob das Wort, das Sie gehört haben, mit dem vorletzten Wort übereinstimmt.

Der Wert von N wird am Beginn jedes Blockes angezeigt. Bei jedem Gesichts- und Wortpaar sollen Sie entscheiden, ob das Gesicht an derselben Position gezeigt wurde wie das Gesicht N Positionen zuvor. Bitte drücken Sie die LINKE PFEILTASTE, wenn das Gesicht an derselben Position wie das Gesicht N Positionen zuvor erschien.

Sie brauchen nicht die Identität der zwei Gesichter vergleichen. Das heißt, Sie brauchen nur die Position des Gesichtes beachten, nicht das Gesicht an sich.

Gleichzeitig sollen Sie entscheiden ob das Wort, das Sie hörten, mit dem Wort N Positionen zuvor übereinstimmt. Bitte drücken Sie die RECHTE PFEILTASTE, wenn das präsentierte Wort mit dem Wort N Positionen zuvor übereinstimmt.

Wenn die Position des Gesichtes und des Wortes beide mit dem Gesichts-/ Wortpaar N Positionen zuvor übereinstimmen, drücken Sie bitte BEIDE TASTEN GLEICHZEITIG. Wenn beide nicht übereinstimmen, drücken Sie bitte KEINE TASTE.

Wenn Ihre Antwort richtig war, hören Sie einen einzelnen hohen Ton. Wenn Ihre Antwort falsch war, hören Sie zweimal einen tiefen Ton.

Wenn Sie häufig richtig antworten, wird sich das N erhöhen, um Sie auf Trapp zu halten. Es wird sich verringern, wenn Sie zu viele Fehler machen. Ihr Ziel ist es, Ihr N so hoch wie möglich zu bekommen. Das N kann übrigens nie kleiner als 1 werden.

Eine Trainingseinheit besteht aus mehreren Blöcken, die nacheinander folgen. Am Anfang jedes Blockes wird das N angezeigt (z. B. am Anfang wird z. B. 1 **back** angezeigt; **back**= englisch für zurück)

Viel Erfolg beim Trainieren!

Anleitung zum Computertraining für die CFM-Gruppe:

Computertraining zur Verbesserung der Emotionsregulation



Anleitung der Trainingsaufgabe

Die Anleitung wird jedoch auch vor jedem Training noch einmal am Computer angezeigt.

Dieses Training trainiert die Fertigkeit Ihres Gehirns komplexe visuelle Reize wahrzunehmen und zu verarbeiten.

Es werden zwei Felder auf dem Bildschirm erscheinen. Jedes Feld enthält eine Ansammlung von Figuren.

Sind die beiden Felder identisch oder unterschiedlich? Das heißt, sind die gleichen Figuren in der gleichen Reihenfolge angeordnet (GLEICH - MATCH) oder sind die Figuren oder die Anordnung unterschiedlich (UNGLEICH-MISMATCH)? Klicken Sie bitte MATCH (=GLEICH) oder MISMATCH (=UNGLEICH) um Ihre Antwort anzugeben.

Wenn Sie richtig liegen, wird die nächste Aufgabe ein wenig schwieriger sein.

Wenn Sie falsch liegen, wird die nächste Aufgabe ein wenig einfacher sein.

Viel Erfolg beim Trainieren!

Anhang 7: Auditive Stimuli des n-back-Trainings der EWM-Gruppe (Studie II)

Tabelle 27

Stimuli des auditiven n-back-Trainings der EWM-Gruppe an Trainingstag 2, 4 und 6 bis 20 mit Zuordnung des Geschlechts der Sprecherstimme und der Wortvalenzkategorie

	Sprecherstimme		Wort	Wortvalenzkategorie		
	weiblich	männlich		negativ	positiv	neutral
Tag 2	x		beunruhigt	x		
	x		Krieg	x		
		x	fett	x		
		x	Scheidung	x		
	x		Hoffnung		x	
	x		Strand		x	
		x	Erfüllung		x	
		x	Herz		x	
	x		Statue			x
		x	Phase			x
Tag 4	x		gewalttätig	x		
	x		alleine	x		
		x	Läuse	x		
		x	tot	x		
	x		brillant		x	
	x		Sonnabend		x	
		x	Befreiung		x	
		x	Energie		x	
	x		Spalte			x
		x	Gegenstand			x
Tag 6	x		Hass	x		
	x		Krankheit	x		
		x	kreuzigen	x		
		x	schuldig	x		
	x		Weisheit		x	
	x		Küste		x	
		x	vertrauen		x	
		x	Himmel		x	
	x		Kessel			x
		x	Ellbogen			x

	Sprecherstimme		Wort	Wortvalenzkategorie		
	weiblich	männlich		negativ	positiv	neutral
Tag 7	x		Dieb	x		
	x		grausam	x		
		x	Depression	x		
		x	besiegt	x		
	x		Erdbeere		x	
	x		helfen		x	
		x	freuen		x	
		x	loyal		x	
	x		Fuß			x
		x	Schere			x
Tag 8	x		wütend	x		
	x		egoistisch	x		
		x	Hölle	x		
		x	traurig	x		
	x		Held		x	
	x		Blume		x	
		x	lächeln		x	
		x	Jubel		x	
	x		Gabel			x
		x	Wagen			x
Tag 9	x		illoyal	x		
	x		erbrechen	x		
		x	Elend	x		
		x	Dämon	x		
	x		schlafen		x	
	x		Reise		x	
		x	lebendig		x	
		x	Wahrheit		x	
	x		Stuhl			x
		x	Lampe			x
Tag 10	x		gequält	x		
	x		Angriff	x		
		x	untreu	x		
		x	Alptraum	x		
	x		Gefühl		x	
	x		perfekt		x	
		x	positiv		x	
		x	Blüte		x	
	x		Patent			x
		x	Schnur			x

	Sprecherstimme		Wort	Wortvalenzkategorie		
	weiblich	männlich		negativ	positiv	neutral
Tag 11	x		Trauma	x		
	x		Opfer	x		
		x	Verlierer	x		
		x	ertrinken	x		
	x		Geduld		x	
	x		Pracht		x	
		x	feiern		x	
		x	strahlen		x	
	x		Korken			x
		x	Motor			x
Tag 12	x		giftig	x		
	x		Made	x		
		x	Leiche	x		
		x	verzweifelt	x		
	x		heilfroh		x	
	x		ehrlich		x	
		x	Zukunft		x	
		x	Luft		x	
	x		Aufzug			x
		x	Butter			x
Tag 13	x		verstümmeln	x		
	x		Mörder	x		
		x	Lähmung	x		
		x	Gift	x		
	x		Begabung		x	
	x		Oase		x	
		x	begeistern		x	
		x	reisen		x	
	x		Fabrik			x
		x	ehrfürchtig			x
Tag 14	x		Vergewaltigung	x		
	x		bedauernd	x		
		x	nutzlos	x		
		x	hilflos	x		
	x		Insel		x	
	x		Humor		x	
		x	Natur		x	
		x	Chance		x	
	x		Gerät			x
		x	klappern			x

	Sprecherstimme		Wort	Wortvalenzkategorie		
	weiblich	männlich		negativ	positiv	neutral
Tag 15	x		depressiv	x		
	x		angewidert	x		
		x	Stress	x		
		x	Beerdigung	x		
	x		genießen		x	
	x		Retter		x	
		x	super		x	
		x	Zuhause		x	
	x		Kinn			x
		x	Werkzeug			x
Tag 16	x		Lepra	x		
	x		Killer	x		
		x	Tod	x		
		x	Malaria	x		
	x		Idylle		x	
	x		Harmonie		x	
		x	Frieden		x	
		x	genial		x	
	x		konzentrieren			x
		x	Spind			x
Tag 17	x		verachten	x		
	x		dumm	x		
		x	Gestank	x		
		x	Infektion	x		
	x		beliebt		x	
	x		sonnig		x	
		x	Abendrot		x	
		x	Sommer		x	
	x		Tuch			x
		x	Schale			x
Tag 18	x		Gefängnis	x		
	x		Beleidigung	x		
		x	verfault	x		
		x	unsicher	x		
	x		Spaß		x	
	x		Geschenk		x	
		x	Klugheit		x	
		x	Fee		x	
	x		Kontext			x
		x	Finger			x

	Sprecherstimme		Wort	Wortvalenzkategorie		
	weiblich	männlich		negativ	positiv	neutral
Tag 19	x		Leichenhalle	x		
	x		Tragödie	x		
		x	Ärger	x		
		x	bankrott	x		
	x		Erholung		x	
	x		topfit		x	
		x	Guttun		x	
		x	tolerant		x	
	x		Durchgang			x
		x	Haarnadel			x
Tag 20	x		verabscheuen	x		
	x		hässlich	x		
		x	Suizid	x		
		x	Armut	x		
	x		toll		x	
	x		Glück		x	
		x	Feier		x	
		x	Erfolg		x	
	x		Fass			x
		x	Zeitschrift			x

Anhang 8: Cronbachs α der psychometrischen Fragebögen (Studie II)

Tabelle 28

Cronbachs α der psychometrischen Fragebögen von Studie II (ITT-Stichprobe; n=63) und MZ2 (ITT-Stichprobe; n=45).

	Cronbachs α
DSS-4 zu MZ1	
Vor Baseline-Messung	0.79
Nach EWMT	0.90
Nach ER-Experiment	0.91
DSS-4 zu MZ2	
Vor Baseline-Messung	0.75
Nach EWMT	0.85
Nach ER-Experiment	0.85
STAI zu MZ1	
	0.93
STAI zu MZ2	
	0.93
DERS Gesamtscore	
	0.90
DERS Subskalen:	
NONACCEPTANCE	0.82
GOALS	0.74
IMPULSE	0.91
AWARENESS	0.79
STRATEGIES	0.81
CLARITY	0.86
ERQ	
Kognitive Neubewertung	0.80
Unterdrückung	0.71
DBT-WCCL Subskalen:	
DSS	0.92
DCS-1	0.67
DCS-2	0.75
BDI-II	
	0.90
BSL-23	
	0.93
FDS Gesamtscore	
	0.94
FDS Subskalen:	
Dissoziative Amnesie	0.67
Imaginäre Erlebnisreisen	0.81
Depersonalisation/Derealisation	0.83
Konversion	0.78

Anmerkung: MZ1= Messzeitpunkt 1; MZ2= Messzeitpunkt 2; DSS-4=Dissoziations-Spannungs-Skala-4; STAI=State-Trait-Angstinventar (State-Form); DERS=Difficulties in Emotion Regulation Scale; DERS Subskalen: NONACCEPTANCE=Nichtakzeptanz emotionaler Reaktionen, GOALS=Schwierigkeiten, zielgerichtetes Verhalten zu zeigen, IMPULSE=Impulskontrollschwierigkeiten, AWARENESS=Mangel an emotionalem Bewusstsein, STRATEGIES=begrenzter Zugang zu ER-Strategien, CLARITY=Mangel an emotionaler Klarheit; ERQ=Emotion Regulation Questionnaire; DBT-WCCL=Dialectical Behavior Therapy Ways of Coping Checklist; BDI-II=Becks Depressionsinventar-II; BSL-23=Borderline Symptom-Liste-23; FDS=Fragebogen zu dissoziativen Symptomen.

Anhang 9: Analyse zum Unterschied der Gruppe der Trainingsabbrecher ($n=13$) zu MZ1 zur Gesamtgruppe ($n=50$) in Bezug auf klinische Charakteristika (Studie II)

- gegenwärtige Dissoziation (DSS-4)
 - vor der Baseline-Messung: $t_{(61)}=-0.90, p=.374, d=-0.29$
 - nach dem EWMT: $t_{(61)}=-1.03, p=.310, d=-0.30$
 - nach dem ER-Experiment: $t_{(61)}=-1.87, p=.066, d=-0.64$
- Anspannung (SAM)
 - vor der Baseline-Messung: $t_{(61)}=-0.18, p=.860, d=-0.05$
 - nach dem EWMT: $t_{(61)}=-0.43, p=.667, d=-0.13$
 - nach dem ER-Experiment: $t_{(61)}=-0.13, p=.896, d=-0.04$
- Zustandsangst (STAI): $t_{(61)}=-0.32, p=.753, d=0.10$
- Schwierigkeiten bei der Emotionsregulation (DERS)
 - DERS Gesamtscore: $t_{(60)}=-0.06, p=.953, d=-0.02$
 - DERS Subskalen
 - NONACCEPTANCE: $t_{(60)}=-0.85, p=.401, d=-0.25$
 - GOALS: $t_{(60)}=1.33, p=.189, d=0.47$
 - IMPULSE: $t_{(60)}=-0.08, p=.936, d=0.03$
 - AWARENESS: $t_{(60)}=-0.70, p=.484, d=-0.20$
 - STRATEGIES: $t_{(60)}=-0.51, p=.613, d=0.17$
 - CLARITY: $t_{(14.20)}=-0.16, p=.877, d=-0.05$
- Einsatz von ER-Strategien in den letzten 7 Tagen (ERQ)
 - kognitiver Neubewertung: $t_{(61)}=-0.18, p=.860, d=-0.05$
 - Unterdrückung: $t_{(61)}=-0.88, p=.385, d=-0.28$
- Anwendungshäufigkeit von DBT-Skills bzw. dysfunktionaler Strategien (DBT-WCCL)
 - DSS: $t_{(58)}=-0.68, p=.501, d=-0.22$
 - DCS-1: $t_{(59)}=-0.04, p=.972, d=0.01$
 - DCS-2: $t_{(60)}=-0.80, p=.425, d=0.25$
- Depressivität (BDI-II): $t_{(60)}=-0.32, p=.752, d=0.10$
- Schwere der BPS-Symptomatik (BSL-23): $t_{(60)}=-0.23, p=.816, d=-0.08$
- Häufigkeit dissoziativer Phänomene (FDS)
 - FDS Gesamtscore: $t_{(60)}=-0.56, p=.579, d=-0.19$
 - FDS Subskalen
 - Dissoziative Amnesie: $t_{(60)}=-0.88, p=.381, d=-0.30$
 - Imaginäre Erlebnisreisen: $t_{(60)}=-0.39, p=.702, d=-0.11$

- Depersonalisation/Derealisation: $t_{(60)}=-0.63$, $p=.533$, $d=-0.22$
- Konversion: $t_{(60)}=-0.43$, $p=.673$, $d=-0.15$

Anhang 10: Rohwerte des EWMT zu MZ1 und MZ2 (Studie II: ITT-Stichprobe)

Tabelle 29

Verhaltensdaten des EWMT (korrekte Antworten; Reaktionszeiten) der zwei Trainingsgruppen (EWM-Gruppe; CFM-Gruppe) zu MZ1 und MZ2 (ITT-Stichprobe) sowie die Differenz MZ2-MZ1.

	EWM (n= 21)	CFM (n= 22)
Korrekte Antworten (%)		
MZ1	88.21 ± 6.53	88.90 ± 6.03
MZ2	91.90 ± 4.83	91.59 ± 4.59
MZ2-MZ1	3.69 ± 6.25	2.69 ± 4.48
Reaktionszeit (ms)		
MZ1	1137.22 ± 160.13	1200.12 ± 181.65
MZ2	1130.62 ± 189.04	1207.37 ± 207.43
MZ2-MZ1	-6.60 ± 88.73	7.25 ± 96.73

Anmerkung: Es werden Mittelwerte ± Standardabweichungen berichtet. MZ1=Messzeitpunkt 1; MZ2= Messzeitpunkt 2. EWMT= Emotional Working Memory Task.

Anhang 11: Rohwerte des EWMT zu MZ1 und MZ2 (Studie II: Completer-Stichprobe)

Tabelle 30

Verhaltensdaten des EWMT (korrekte Antworten; Reaktionszeiten) der zwei Trainingsgruppen (EWM-Gruppe; CFM-Gruppe) zu MZ1 und MZ2 (Completer-Stichprobe) sowie die Differenz MZ2-MZ1.

	EWM (n= 17)	CFM (n= 19)
Korrekte Antworten (%)		
MZ1	88.38 ± 6.44	88.64 ± 6.24
MZ2	92.06 ± 4.62	91.27 ± 4.05
MZ2-MZ1	3.68 ± 6.26	2.63 ± 4.68
Reaktionszeit (ms)		
MZ1	1119.34 ± 161.23	1207.09 ± 191.27
MZ2	1122.39 ± 202.79	1206.81 ± 219.50
MZ2-MZ1	3.05 ± 92.11	-0.28 ± 101.82

Anmerkung: Es werden Mittelwerte ± Standardabweichungen berichtet. MZ1=Messzeitpunkt 1; MZ2= Messzeitpunkt 2. EWMT= Emotional Working Memory Task.

Anhang 12: Rohwerte des ER-Experiments zu MZ1 und MZ2 (Studie II: ITT-Stichprobe)

Tabelle 31

Verhaltensdaten des ER-Experiments (aktueller Affekt; -10 bis + 10 und Anspannung; 0 bis 10) der zwei Trainingsgruppen (EWM-Gruppe; CFM-Gruppe) zu MZ1 und MZ2 (ITT-Stichprobe) sowie die Differenz MZ2-MZ1.

	EWM (n=22)	CFM (n= 23)
AKTUELLER AFFEKT		
Negative Bilder		
<i>Belassen</i>		
MZ1	-5.67 ± 2.24	-6.66 ± 2.57
MZ2	-5.12 ± 2.97	-6.26 ± 3.09
MZ2-MZ1	0.54 ± 2.42	0.40 ± 2.57
<i>Vermindern</i>		
MZ1	-4.60 ± 2.53	-4.81 ± 2.51
MZ2	-3.33 ± 2.78	-4.77 ± 2.87
MZ2-MZ1	-1.27 ± 2.66	0.04 ± 2.18
Positive Bilder		
<i>Belassen</i>		
MZ1	4.55 ± 3.31	5.75 ± 2.84
MZ2	3.81 ± 3.68	4.60 ± 3.24
MZ2-MZ1	-0.74 ± 3.48	-1.15 ± 3.53
<i>Vermindern</i>		
MZ1	0.11 ± 4.17	2.68 ± 4.26
MZ2	0.51 ± 3.29	1.91 ± 3.00
MZ2-MZ1	0.40 ± 4.00	-0.77 ± 3.58
Neutrale Bilder		
<i>Belassen</i>		
MZ1	0.46 ± 2.67	1.18 ± 3.23
MZ2	0.23 ± 2.78	1.18 ± 2.93
MZ2-MZ1	-0.23 ± 2.37	0.00 ± 2.44
ANSPANNUNG		
Negative Bilder		
<i>Belassen</i>		
MZ1	6.87 ± 1.56	7.03 ± 2.32
MZ2	6.16 ± 2.43	6.64 ± 2.59
MZ2-MZ1	-0.71 ± 1.95	-0.39 ± 1.99
<i>Vermindern</i>		
MZ1	6.37 ± 1.93	6.46 ± 1.89
MZ2	5.59 ± 2.45	6.19 ± 2.34
MZ2-MZ1	-0.78 ± 2.11	-0.28 ± 1.95
Positive Bilder		
<i>Belassen</i>		
MZ1	3.12 ± 2.30	2.71 ± 2.02
MZ2	2.57 ± 1.84	2.65 ± 2.36
MZ2-MZ1	-0.55 ± 1.60	-0.05 ± 1.71
<i>Vermindern</i>		
MZ1	4.70 ± 2.61	4.03 ± 2.41
MZ2	4.10 ± 2.67	3.63 ± 2.54
MZ2-MZ1	-0.60 ± 1.81	-0.40 ± 2.22

Neutrale Bilder		
<i>Belassen</i>		
MZ1	3.05 ± 2.27	3.47 ± 2.59
MZ2	2.81 ± 2.09	3.18 ± 2.35
MZ2-MZ1	-0.24 ± 1.64	-0.29 ± 2.13

Anmerkung: Es werden Mittelwerte ± Standardabweichungen berichtet. MZ1=Messzeitpunkt 1; MZ2= Messzeitpunkt 2.

Anhang 13: Rohwerte des ER-Experiments zu MZ1 und MZ2 (Studie II: Completer-Stichprobe)

Tabelle 32

Verhaltensdaten des ER-Experiments (aktueller Affekt; -10 bis + 10 und Anspannung; 0 bis 10) der zwei Trainingsgruppen (EWM-Gruppe; CFM-Gruppe) zu MZ1 und MZ2 (Completer-Stichprobe) sowie die Differenz MZ2-MZ1.

	EWM (n=18)	CFM (n= 20)
AKTUELLER AFFEKT		
Negative Bilder		
<i>Belassen</i>		
MZ1	-5.47 ± 2.27	-6.85 ± 2.38
MZ2	-4.86 ± 3.03	-6.43 ± 3.02
MZ2-MZ1	0.62 ± 2.65	0.42 ± 2.43
<i>Vermindern</i>		
MZ1	-4.25 ± 2.57	-5.02 ± 2.57
MZ2	-3.42 ± 2.96	-5.03 ± 2.72
MZ2-MZ1	0.83 ± 2.69	-0.01 ± 2.07
Positive Bilder		
<i>Belassen</i>		
MZ1	4.20 ± 3.38	5.35 ± 2.75
MZ2	3.85 ± 3.65	4.53 ± 3.30
MZ2-MZ1	-0.34 ± 3.57	-0.82 ± 3.50
<i>Vermindern</i>		
MZ1	-0.48 ± 4.02	2.20 ± 4.12
MZ2	0.07 ± 2.99	1.68 ± 2.76
MZ2-MZ1	0.55 ± 4.30	-0.51 ± 3.50
Neutrale Bilder		
<i>Belassen</i>		
MZ1	0.00 ± 1.79	0.84 ± 2.78
MZ2	-0.21 ± 2.40	1.18 ± 2.93
MZ2-MZ1	-0.21 ± 2.00	0.34 ± 2.32
ANSPANNUNG		
Negative Bilder		
<i>Belassen</i>		
MZ1	6.86 ± 1.66	7.32 ± 1.85
MZ2	6.16 ± 2.62	6.87 ± 2.41
MZ2-MZ1	-0.67 ± 2.16	-0.45 ± 1.87
<i>Vermindern</i>		
MZ1	6.27 ± 1.93	6.49 ± 1.87
MZ2	5.53 ± 2.59	6.42 ± 2.19
MZ2-MZ1	-0.74 ± 2.27	-0.07 ± 1.67

Positive Bilder

Belassen

MZ1	3.33 ± 2.42	2.96 ± 2.04
MZ2	2.40 ± 1.76	2.85 ± 2.39
MZ2-MZ1	-0.93 ± 1.32	-0.11 ± 1.61

Vermindern

MZ1	4.70 ± 2.57	4.27 ± 2.34
MZ2	4.09 ± 2.86	3.88 ± 2.49
MZ2-MZ1	-0.60 ± 1.84	-0.39 ± 1.85

Neutrale Bilder

Belassen

MZ1	2.95 ± 2.20	3.89 ± 2.51
MZ2	2.55 ± 2.05	3.35 ± 2.21
MZ2-MZ1	-0.40 ± 1.70	-0.54 ± 1.85

Anmerkung: Es werden Mittelwerte ± Standardabweichungen berichtet. MZ1=Messzeitpunkt 1; MZ2= Messzeitpunkt 2.

Anhang 14: Freie Kommentare der Probanden von EWM- und CFM-Gruppe zur Akzeptanz der Computertrainings (Studie II)

Was war beim Trainieren hilfreich?

EWM-Gruppe (n=21):

- Anfangs Erfolgserlebnisse
- Auf jeden Fall ganz alleine im Raum zu sein, sogar Tiere können ablenken
- Dass man nach jeweils 10 Min. aufhören konnte, dass man die jeweiligen Einheiten so oft durchführen konnte, wie man wollte
- Mich konzentrieren zu müssen
- Flexibilität, den Trainingszeitpunkt selbst zu bestimmen, jeden Tag neue Wörter
- Zeit und Ruhe
- Einfache Bedienung, auf dem Sofa liegen können
- Ruhige Umgebung
- Ruhe und wenn ich das Training gleich morgens gemacht habe
- Kopfhörer, Handy aus, abends trainieren
- Viel Licht (→ keine Müdigkeit), alles leise geschaltet
- Sich an einen ungestörten Ort zu begeben, es tagsüber zu absolvieren. Dass man nach 10 Min. aufhören durfte
- Wenn sich die Katze nicht auf die Tastatur gelegt hat
- Mich nur darauf zu konzentrieren. Musik und Fernseher aus
- Feste Uhrzeit, als Tagesziel definiert, Ruhe im Haus
- Feste Zeiten einhalten → morgens besser als abends
- Ich habe Musik (ohne Gesang) im Hintergrund gehört, das machte alles entspannter

CFM-Gruppe (n=23):

- Dass es Punkte zu erspielen gab □ Anreiz den „Weltrekord“ zu erreichen war groß
- Sofortige Rückmeldung falsch/richtig. Punktehighscore
- Die immer gleiche Abfolge

- Anzeige der erreichten Punktzahl
- Ruhige Umgebung
- Eine ruhige Umgebung
- Ton/Signal, Text vor Beginn (wie viel schon geschafft ist)
- Lautsprecher ausschalten
- Allen zu sagen, dass ich die nächsten 30 Min nicht zu sprechen bin und mir ein ruhiges Zimmer zu suchen
- Ruhige Umgebung, abends
- Sich komplett darauf zu fokussieren
- Dass es routiniert war, gleiche Abläufe
- Ich konnte selbst die Zeit bestimmen und die Voraussetzung, unter welcher ich das Training absolvierte
- Tagsüber Zeit dafür einplanen
- Die Vorgabe, dass ich es 20x durchführen sollte
- Dass jedes Training denselben Ablauf und die gleiche Zeitspanne hatte
- Absolute Ruhe im Zimmer, kein Radio etc.
- Zeitangabe während des Trainierens, angemessene Trainingszeit (gut in den Alltag integrierbar)
- Die Begrüßung zu Beginn jeder Trainingseinheit war bezüglich Motivation hilfreich
- Mappe mit Tabelle: Eintragen der Daten + abhaken, eigenen „Termin“ gemacht (Tag vorher überlegt, wann ich das Training am nächsten Tag absolviere)

Was war beim Trainieren weniger hilfreich oder hat Sie gestört?

EWM-Gruppe (n=21):

- Dass das „Spielfeld“, also der 4x4 Kasten, sehr klein war. So habe ich kaum auf die Gesichtsausdrücke geachtet bzw. achten können. Und der „falsch“-Ton hat mich ziemlich schnell wütend gemacht, wodurch ich mich kaum noch konzentrieren konnte
- Menschen, Haustiere
- Die absolvierten Tage werden im Account nicht markiert. Das Gefühl zu versagen, wenn man unkonzentriert war (+ berichtet von Dissoziationen, ausgelöst durch das Training)
- Es ist sehr schwierig in einer Tiefphase, sich selbst zu motivieren
- Der Aufbau war langweilig und dadurch demotivierend
- Dass ich manchmal nebenbei noch den TV laufen hatte
- Unruhige Umgebung (Telefon klingelt etc.), Probleme technischer Natur (regeln der Lautstärke ebenfalls über Pfeiltasten führte zu Fehlern usw.)
- Wenn ich unter Zeitdruck stand und das Training nur schnell beenden wollte, bisschen monoton nach der ersten Woche
- Ich musste das Programm häufig neu starten, da es nicht funktionierte (Eingaben wurden nicht angenommen)
- Außengeräusche
- Rückmeldung über den Trainingsstand nach Beendigung der Sitzung
- Die Länge der Trainingseinheiten
- Die Töne waren nervig und die immer gleichen Bilder und Stimmen. Die Länge von 20-30 Minuten

- Müdigkeit, Katzen, die über die Tastatur laufen
- Durch meine Schichtarbeit konnte ich oft nur abends nach dem Arbeiten, war da schon vom Tag müde
- Wenn es über den Tag schon sehr anstrengend war, Trigger-Wörter
- Zu schneller Wechsel der einzelnen Schwierigkeitsstufen → dadurch starker Konzentrationsverlust
- Sobald Gedanken an aktuelle Probleme aufkommen, mache ich sehr viele Fehler

CFM-Gruppe (n=23):

- Der „brutale“ Ton bei Mismatch (Wort nicht eindeutig lesbar)
- Der starke schwarz/weiß Kontrast der Figuren, manchmal ist nach einer Weile darauf starren alles vor den Augen verschwommen
- Umgebungsgeräusche
- Gelegentlich meine Umgebung (Ablenkung), ich war oft unkonzentriert
- Die Geräusche! (Habe sie oft lautlos gestellt). Die fehlende digitale Aufzeichnung der absolvierten Einheiten.
- Morgens, Lärm
- Ich habe mir Zeit genommen dafür und mich sehr darauf konzentriert. Also kann ich Ihnen nichts benennen.
- Dass ich für das Training nicht bei mir bleiben konnte, nicht am Handy trainieren konnte.
- Sehr gestört hat mich, dass ich die Fehler nicht nachvollziehen konnte und ich oft nicht notieren konnte, welche Punkte ich erreicht hatte, da es sofort aus war, das Training.
- Wenn ich gestresst war, noch Dinge zu erledigen hatte
- Kein Highscore, kein Vergleich mit anderen Teilnehmern
- Das „falsch“-Geräusch hat mich jedes Mal erschreckt.
- Zu Anfang war ich abgelenkt durch Musik aus dem Nebenraum
- Lärm v.a. Stimmen
- Dass ich mich selbst auch dabei unter immensen Leistungsdruck gesetzt hab, da die Punkte, die man erreicht hat, angezeigt wurden.
- Anfängliche Missverständnisse, was nach 10 Min. möglich ist (lag aber an mir)

Haben Sie Vorschläge zur Verbesserung des Trainings oder des Trainingsablaufs (z. B. Trainingszeitraum, tägliche Trainingsdauer, Information über das Training etc.)?

EWM-Gruppe (n=21):

- Vielleicht lag es einfach nur daran, dass ich nur 16 Tage trainiert hatte, aber die letzten ~6 Tage hatte ich kaum noch Erfolgserlebnisse, bzw. kam nie weiter als 7. Für mich wäre es glaube ich effektiver, wenn der Trainingszeitraum länger wäre und das Training nur ca. 3-4 mal in der Woche durchgeführt werden müsste, ~5 mal war mir eindeutig zu oft, wurde manchmal echt nervig
- Ansprechenderes Design
- Erinnerung zu trainieren, eventuell kürzere Sitzungen über einen kürzeren Zeitraum
- Die tägliche Trainingsdauer ist zu lang, ist kaum zu schaffen, so lange intensiv konzentriert zu bleiben

- Das Training selbst abwechslungsreicher gestalten
- Mehr Abwechslung. Anzeige, welche Trainings gemacht wurden/welche noch nicht.
- Das N könnte während des gesamten Trainings sichtbar sein (anstatt eines einmaligen Einblendens zu Beginn der Runde).
- Ich fand den Wechsel an den ersten Tagen abwechslungsreicher als jeden Tag Worte + Gesichter merken
- Evtl. dass man das 2x täglich üben kann, evtl. eine Skala sich anschauen zu können, wie der Trainingsverlauf war, Prozentangaben wie viel man richtig gemacht hat
- Möglichkeit einer Pause nach ca. halber Trainingsdauer (15 min)
- Persönliche Information und Aufklärung über das Training, größerer Zeitraum, da man nicht immer Zeit hat, es einzubauen in den Alltag, minimum 3-4 Einheiten pro Woche wären gut
- 6 Wochen, für mich persönlich zweimal am Tag lieber, dafür á 10-15 Min, kürzere Phase für den einfachen Modus, lieber eher das kombinierte Programm (Bilder + Worte)
- Evtl. öfters nachfragen, wie und ob das Training läuft
- Pausenfunktion (wenn man den Tab wechselt wird zwar pausiert, die Zeit läuft aber trotzdem weiter), Übersichtlicher Startbildschirm (die Tage erscheinen nicht der Reihenfolge nach)
- Eine Auswertung am Schluss wäre schön (täglich), keine Trigger (wäre auch ohne schon schwierig genug)
- Länger in den einzelnen Schwierigkeitsstufen bleiben
- Ich hatte keine Info, ob man früher als 30 Min. aufhören kann, ohne dass es tatsächlich weniger sinnvoll ist. Vielleicht eine Zeitangabe mit einblenden oder „nur noch n Vorgänge“ zur Motivation

CFM-Gruppe (n=23):

- Etwas einbauen, damit das Training tatsächlich nach den ersten 20 Min beendet werden kann.
- 20 Min. täglich sind auf Dauer etwas lang. Und immer dieselben schwarz/weißen Figuren auf Dauer etwas langweilig.
- Evtl. etwas bunter gestalten
- Übersicht über bereits absolvierte Trainings könnte sehr viel übersichtlicher sein
- Bereits absolvierte Tests rot anzeigen z.B. oder einen Haken daran sehen. Töne entfernen oder zumindest weniger markant machen.
- Das einzige, was ich vielleicht noch mit einfügen würde, wäre eine Punkteskala und eine Einschätzungsergänzung, wie man sich fühlt nach dem Training und dann diese Gesamteinschätzung abspeichern und ausdrucken kann zum Vergleich.
- Für mich waren täglich 20 Min. zu viel
- Highscore, mehr Infos
- War alles ok.
- War alles prima und sehr verständlich erklärt!

9 LEBENS LAUF

PERSONALIEN

Name und Vorname: Julia-Caroline Walther

Geburtsdatum: 22.09.1985

Geburtsort: Oldenburg (Oldbg.)

Familienstand: verheiratet

Vater: Dr. Eckhart Walther

Mutter: Christa-Maria Walther

SCHULISCHER WERDEGANG

1992-1995 Grundschule Uhlandstraße, Bad Zwischenahn

1995-1997 Orientierungsstufe, Bad Zwischenahn

1997-2004 Gymnasium Bad Zwischenahn-Edeweicht

22.06.2004 Abitur (Note: 1,6)

UNIVERSITÄRER WERDEGANG

WS 2004 – SS 2009 Musikstudium an der Hochschule für Musik Freiburg

2006-2007 Diplomarbeit *„Die Förderung der Leistungsmotivation im Instrumentalunterricht“*

16.07.2009 Diplom Künstlerische Ausbildung und Musiklehrer im Hauptfach Violine (Note jeweils: sehr gut)

WS 2008 – SS 2013 Psychologiestudium an der Universität Basel und an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

2011 Bachelorarbeit *„Modulation des Zusammenhangs zwischen der Cortisol-Stress-Reaktion und Persönlichkeitseigenschaften durch soziale Unterstützung“*

16.08.2011 Bachelor of Science Psychologie (Note: 1,3)

WS 2012 Universität i Bergen, Norwegen (Erasmus-Aufenthalt)

2012-2013 Masterarbeit *„Evaluation eines Probespieltrainings für Streicher in der Musikhochschulausbildung“*

15.08.2013 Master of Science Psychologie (Note: 1,0)

BERUFLICHER WERDEGANG

- 09/2011 - 07/2013 Institut für Psychologie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg:
Wissenschaftliche Hilfskraft
- 10/2013-10/2017 Institut Psychiatrische und Psychosomatische Psychotherapie am
Zentralinstitut für Seelische Gesundheit Mannheim:
Wissenschaftliche Mitarbeiterin (AG Experimentelle Psychotherapie,
Prof. Dr. Martin Bohus)
- 10/2013 – 09/2017 Zentrum für Psychologische Psychotherapie Mannheim:
Beginn der Postgradualen Ausbildung in Psychologischer
Psychotherapie (Verhaltenstherapie)
- seit 02/2014 Fortbildung in Dialektisch-Behavioraler Therapie (Arbeitsgemeinschaft
Wissenschaftliche Psychotherapie Freiburg)
- 10/2014 – 09/2015 Klinik für Psychosomatik und Psychotherapeutische Medizin (Station
4C, Borderline-Station) des Zentralinstituts für Seelische Gesundheit
Mannheim: Durchführung von Dialektisch-Behavioraler Therapie unter
Supervision (Praktische Tätigkeit I der Ausbildung zur Psychologischen
Psychotherapeutin)
- 10/2015 – 03/2016 Ambulanz der Klinik für Psychosomatik und Psychotherapeutische
Medizin des Zentralinstituts für Seelische Gesundheit Mannheim:
Durchführung von Diagnostik, Einzeltherapie und Skillsgruppen unter
Supervision (Praktische Tätigkeit II der Ausbildung zur
Psychologischen Psychotherapeutin)
- 10/2015 – 04/2016 Zentrum für Psychologische Psychotherapie Heidelberg: Erwerb der
erweiterten Fachkunde für Psychotherapie in Gruppen
(Verhaltenstherapie)
- 04/2016 – 11/2016 Zentrum für Psychologische Psychotherapie Mannheim: Durchführung
von ambulanter Verhaltenstherapie unter Supervision (Praktische
Ausbildung der Ausbildung zur Psychologischen Psychotherapeutin)
- seit 10/2017 Zentrum für Psychotherapie am Institut für Psychologie der Humboldt-
Universität zu Berlin: Weiterführung der Postgradualen Ausbildung in
Psychologischer Psychotherapie (Verhaltenstherapie)

10 DANKSAGUNG

Ich danke meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Martin Bohus für das Überlassen des Themas, seine exzellente fachliche Unterstützung und die erstklassigen Ressourcen, die ich für die Studiendurchführung nutzen durfte. Besonders herzlich danke ich Dr. Annegret Krause-Utz für die ausdauernde, tatkräftige und hilfreiche Betreuung dieser Arbeit. Großen Dank schulde ich außerdem Susanne Schweizer, Adam Hampshire und Tim Dalgleish vom Medical Research Council Cognition and Brain Sciences Unit der University of Cambridge für die ausgezeichnete Unterstützung bei der Implementierung des Arbeitsgedächtnis-Trainings und für die zur Verfügung gestellten Daten und PD Dr. Stefanie Lis, die diese Kooperation initiierte.

Desweiteren möchte ich mich ganz besonders herzlich bei allen Personen bedanken, die als Probanden an den zwei Studien teilnahmen und durch ihre Bereitschaft zur Studienteilnahme diese Arbeit und die daraus gewonnenen Erkenntnisse ermöglicht haben. Für die zuverlässige Unterstützung bei den Labormessungen danke ich außerdem sehr herzlich Antje Roth und Giuliana Blunck. Für die motivationale Unterstützung und inhaltlich anregende Diskussionen möchte ich allen Kollegen und Freunden aus C4 meinen Dank aussprechen, insbesondere Sophie Rausch, Julia Herzog, Nora Görg sowie PD Dr. Inga Niedtfeld.

Schließlich möchte ich mich sehr herzlich bei meinen Eltern bedanken, auf die ich immer zählen konnte und kann und die mir durch vielfältige Unterstützung Beistand leisteten. Mein größter Dank gilt meinem Mann Jan, der mich in jeder Lebenslage mit liebevoller und schier unendlicher Ausdauer begleitet und unterstützt und so die Vollendung dieser Arbeit ermöglichte, und unserer gemeinsamen Tochter Clara Josephine, die mir jeden Tag aufs Neue zeigt, was im Leben wichtig ist.