Universitätsklinikum Ulm
Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. Harald Gündel

Psychophysiologische Zusammenhänge bei Patienten der psychosomatischen Sprechstunde im Betrieb

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Ulm

Viktorija Daniele
geboren in Vilnius, Litauen
2023

Amtierender Dekan: Prof. Dr. Thomas Wirth
1. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Harald Gündel
2. Berichterstatter: Prof. Dr. med. Birgit Abler
Tag der Promotion: 26.04.2024

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis ..... **VII**

Abbildungsverzeichnis ..... **IX**

Tabellenverzeichnis ..... **IX**

1. Einleitung **1**

1.1 Psychische Erkrankungen am Arbeitsplatz 2
1.2 Psychosomatische Sprechstunde im Betrieb 4
1.3 Herzratenvariabilität (HRV) 7
1.3.1 Physiologische und anatomische Grundlagen 7
1.4 Wichtige Parameter der HRV und deren Berechnung 9
1.4.1 Psychische Erkrankungen und HRV 15
1.4.2 HRV als psychophysiologischer Parameter 16
1.5 Fragestellung 18

2 Material und Methoden **20**

2.1 Design und Ziele der Studie 20
2.2 Patientenkollektiv 21
2.3 Messverfahren 24
2.3.1 Fragebogen 24
2.3.2 Dokumentation durch den Therapeuten 26
2.3.3 Anleitung für den Patienten 27
2.3.4 24-Stunden-EKG-Messung 28
2.3.5 Cortisol Messung 29
2.4 Statistische Verfahren 30

3 Ergebnisse **31**

3.1 Beschreibung der Studienpopulation 31
3.2 Veränderung der HRV-Werte bei den Studienteilnehmern vor und nach der Intervention 33
3.3 Psychometrische Variablen des Studienkollektivs 36

4 Diskussion **41**

4.1 Hypothese 1: die HRV-Parameter werden durch die PSIB verbessert 41
4.2 Hypothese 2: subjektive psychische Symptome werden durch die PSIB verbessert 44
4.3 Methodenkritische Diskussion 45
4.4 Fazit und Ausblick 46

5 Zusammenfassung **47**

6 Literaturverzeichnis 49

Teile dieser Dissertation sind erschienen in:

Balint EM, Daniele V, Langgartner D, Reber SO, Rothermund E, Gündel H, Von Wietersheim J, Buckley T, Jarczok MN (2022). **Heart rate variability predicts outcome of short-term psychotherapy at the workplace.** Psychophysiology, e14150. https://doi.org/10.1111/psyp.14150

Mein Anteil am Artikel lag bei der Konzeptualisierung der Studie, bei der Rekrutierung der Studienteilnehmenden und Durchführung der Messungen sowie deren Auswertung. Des Weiteren war ich beteiligt beim Schreiben und Editieren des Artikels.

Abkürzungsverzeichnis

%	prozentualer Anteil
Aufl.	Auflage
AU-Tage	Arbeitsunfähigkeitstage
AV-Knoten	Aschoff-Tawara Knoten
BMI	Body-Mass-Index
Bzw.	beziehungsweise
CRP	C-reaktives Protein
d.h.	das heißt
EKG	Elektrokardiogramm
GLQ	gesundheitsbezogene Lebensqualität
HF	High Frequency
Hrsg	Herausgeber, Herausgeberinnen
HRV	Herzratenvariabilität
Hz	Hertz
IL-6	Interleukin-6
IS	Irritationsskala
LF	Low Frequency
MBI-GS-D	Maslach-Burnout-Inventory
ms	Milisekunde
NN 50	Anzahl der RR-Intervallenpaare, die mehr als 50 ms auseinander liegen
pNN 50	Prozentsatz an RR-Intervallenpaare, die mehr als 50 ms auseinander liegen
NN-Intervall	“normal to normal”, Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Herzschlägen ohne Artefakte
PHQ	Patient-Health-Questionnaire
PSIB	psychosomatische Stunde im Betrieb
RR-Intervall	Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Herzschlägen
rMSSD	“Root Mean Square of successive differences”, Quadratwurzel aus dem arithmetischen Mittel der quadrierten Differenzen zwischen benachbarten RR-Intervallen
s	siehe
SDANN	„Standart Deviation of the Average Normal-to-Normal Intervals“ Standardabweichung der Mittelwerte der RR-Intervalle in 5-Minuten Segmenten
SDNN	„Standart Deviation of Normal-to-Normal Intervals“, Standardabweichung der RR-Intervalle im Messzeitbereich
SDNNi	“Index for Standart Deviation of Normal-to-Normal Intervals” Mittelwert der Standardabweichungen der RR-Intervalle in 5-Minuten Segmenten
SF-12	Short Form Gesundheitsfragebogen
T1	Zeitpunkt Nummer eins

T2	Zeitpunkt Nummer zwei
u.a.	und andere(s)
ULF	Ultra Low Frequency
VLF	Very Low Frequency
WAI	Work-Ability-Index
z.B.	zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Teilnehmer an der Studie. 23
Abbildung 2: Zugehörigkeit zu den verschiedenen rMSSD Perzentilen vor der PSIB (Zeitpunkt T1). 34
Abbildung 3: Zugehörigkeit zu den verschiedenen rMSSD Perzentilen nach drei oder mehr Therapiestunden in der PSIB (Zeitpunkt T2). 35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zeitbereichsparameter der Herzratenvariabilität. 11
Tabelle 2: Frequenzbereiche der Herzratenvariabilität. 13
Tabelle 3: Charakteristika der Studienteilnehmer und anderen Teilnehmer der
Tabelle 4: Werte der verschiedenen HRV-Parameter vor der PSIB (T1) sowie nach Intervention (T2). 33
Tabelle 5: erreichte Punktzahl in verschiedenen Fragebögen vor der PSIB (T1) sowie nach mehr als drei Interventionen (T2). 37
Tabelle 6: Fragen zu subjektiven Einstellungen gegenüber psychischen Krankheiten vor der PSIB (Zeitpunkt T1) sowie nach mehr als drei Interventionen (Zeitpunkt T2). 39
Tabelle 7: Patientenzufriedenheit mit der Behandlung in der PSIB nach mehr als drei Interventionen (Zeitpunkt T2). 40

1. Einleitung

Die Prävalenz von psychischen Erkrankungen in Deutschland beträgt 27,7% (Jacobi et al. 2014). Die dafür entstehenden direkten Kosten betragen ungefähr 44,4 Milliarden Euro im Jahr (Statistisches Bundesamt 2018). Es wird befürchtet, dass aufgrund der Corona Pandemie durch die Kontakteinschränkungen und verpflichtenden Reduzierungen von sozialen Kontakten die Zahl der psychisch erkrankten Menschen noch weiter steigen wird. Durch das Herunterfahren von sozialem Leben ist ein Anstieg der depressiven Störungen wahrscheinlich. Dies war aber in den ersten Monaten der Pandemie, bis September 2020 nicht der Fall (Damerow et al. 2020). Obwohl psychische Störungen häufig auftreten, ist die Behandlung dieser Erkrankungen in Deutschland optimierungsbedürftig – nur knapp 19% der Betroffenen stellen sich bei einem Spezialisten vor (Mack et al. 2014), eine psychotherapeutische Behandlung bekommen 10% bis 15% der Betroffenen (Nübling et al. 2014). Es bestehen auch Geschlechtsunterschiede. Die Rate ist besonders niedrig bei den betroffenen Männern – davon nimmt nur jeder neunte die angebotenen Leistungen in Anspruch (Mack et al. 2014). Die Rate der in Anspruch genommenen psychiatrischen, psychosomatischen oder psychotherapeutischen Behandlung ist bei Frauen 10% höher als bei Männern (Smith et al. 2013). Für den niedrigen Anteil der sich bei den Spezialisten vorstellenden Patienten bestehen mehrere Gründe. Einer davon ist die Stigmatisierung der psychisch erkrankten Menschen – die Bereitschaft sich bei einem Spezialisten vorzustellen ist niedrig, wenn im sozialen Umfeld geglaubt wird, dass der Patient allein die Schuld für seine Krankheit trägt (Mojtabai 2010). Ein weiterer Grund ist die lange Wartezeit bis zum Behandlungsanfang. Nach der Reform der Psychotherapie-Richtlinie im Jahr 2017 wurde zwar die durchschnittliche Wartezeit auf ein Erstgespräch von 12,5 Wochen im Jahr 2011 auf 5,7 Wochen im Jahr 2017 reduziert, die Wartezeit auf Richtlinienpsychotherapie ist jedoch nur minimal reduziert worden und betrug im Jahr 2017 fast 5 Monate (Bundespsychotherapeutenkammer 2018). Die Bereitschaft eine Therapie langfristig zu führen ist auch verbesserungsbedürftig – 20% der Psychotherapien werden seitens des Patienten abgebrochen (Swift et al. 2017).

Das Bedürfnis, die psychiatrischen Behandlungen in Deutschland weiterhin zu optimieren, ist wegen den hier aufgeführten Gründen von hoher Relevanz. Um ein besseres Verständnis über das Thema zu verschaffen, wird im anschließenden Kapitel auf die wichtigen Inhalte von psychischen Störungen am Arbeitsplatz näher eingegangen. Im Folgenden werden die Begriffe psychosomatische Sprechstunde im Betrieb und Herzratenvariabilität erläutert.

1.1 Psychische Erkrankungen am Arbeitsplatz

Die Arbeit und darauffolgend die Arbeitsfähigkeit spielt eine wichtige Rolle in unserer Gesellschaft. Die am Arbeitsplatz verbrachte Zeit wird öfters mit großem Stress verbunden. Das hohe Pensum an Arbeitsanforderungen und Zeitdruck haben darauf einen entscheidenden Einfluss – die Aufgaben müssen schnell und effizient erledigt werden, was nach einer längeren Zeit als physische und psychische Belastung empfunden werden kann. Der Arbeitsplatz ist aus diesem Grund ein Milieu, das die Entstehung der psychischen Krankheiten begünstigen kann. Zwischen Arbeit und psychischer Gesundheit besteht ein bidirektionaler Zusammenhang. Das hat zur Folge, dass beide Faktoren sich gegenseitig beeinflussen können. Auf der einen Seite kann die Arbeitsfähigkeit wesentlich durch die vorhandenen psychischen Störungen beeinträchtigt werden – schwere depressive Störungen sind mit erhöhtem Risiko für längere Arbeitsunfähigkeit vergesellschaftet (Bültmann et al. 2006). Auf der anderen Seite hängen verschiedene ungünstige Faktoren am Arbeitsplatz (hohe Anforderungen, fehlende Sicherheit, geringe soziale Akzeptanz) mit höherem Auftreten depressiver Symptome zusammen (Roesler et al. 2008).

Die Beeinträchtigung der Arbeitsfähigkeit durch psychische Störungen ist groß. Im Jahr 2013 waren die psychischen Krankheiten der dritthäufigste Grund für eine Arbeitsunfähigkeit (Bundespsychotherapeutenkammer 2015). Der durch psychische Erkrankungen entstehende Anteil an den gesamten Arbeitsunfähigkeitstagen im Jahr steigt kontinuierlich an (DAK Gesundheit 2021). Im Jahr 2019 betrug er 16,5% (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2019) und damit 0,7% mehr als im Vorjahr (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2018). Im Jahr 2020 wurde ein Höchststand an Arbeitsunfähigkeitstagen, die durch psychische Störungen hervorgerufen wurde, erreicht. Ob er durch die Corona-Pandemie und daraus entstehender sozialer Isolation hervorgerufen wurde ist aktuell noch unklar. Psychische Erkrankungen führen außerdem zu einer längeren Arbeitsunfähigkeit als körperliche Krankheiten. Im Jahr 2013 betrugen die Fehlzeiten bei den Betroffenen mit psychischen Beschwerden 34,5 Tage, bei den Arbeitnehmern mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen lagen die Fehlzeiten dagegen bei 21,3 Tagen (Bundespsychotherapeutenkammer 2015). Der häufigste Grund für die Arbeitsunfähigkeit wegen psychischen Erkrankungen sind neurotische, Belastungs- und somatoforme Störungen - fast die Hälfte der wegen psychischer Krankheiten entstehender AU-Tagen sind auf die im ICD-10 System von F40 bis F48 kodierten Krankheiten zurückzuführen (DAK Gesundheit 2020). Zu diesen Störungen gehören u.a. verschiedene Phobien, wie z.B. soziale Phobie, Panikstörung,

Zwangsstörung, Anpassungsstörung sowie Somatisierungsstörung. Die affektiven Störungen stellen den zweitgrößten Grund für die Arbeitsunfähigkeit dar – mehr als 40% der Fehltage sind wegen diesen Störungen hervorgerufen (DAK Gesundheit 2020). In diese Kategorie fallen u.a. depressive, manische sowie bipolare Störungen. Die höchste Steigerungsrate kann bei Anpassungsstörungen beobachtet werden, die depressiven Störungen waren zwischen dem Jahr 2016 und 2018 eher rückläufig, sind aber im Jahr 2019 wieder gestiegen (DAK Gesundheit 2020).

Obwohl die psychischen Störungen oft die Arbeitsfähigkeit beeinträchtigen, geht ein Teil der Arbeitnehmer bei den bestehenden Beschwerden trotzdem weiter zum Arbeiten. Dieser Verhaltensweise wurde in der Fachsprache der Begriff *Präsentismus* gegeben (Steinke und Badura 2011). Dem Phänomen werden sowohl betriebliche als auch gesundheitliche Folgen zugeschrieben. Die zur Arbeit erscheinenden Patienten sind weniger leistungsfähig, deshalb passieren mehr Unfälle und Fehler an dem Arbeitsplatz, woraus Kosten für den Betrieb entstehen – für einen Arbeitnehmer betragen diese Kosten fast 2400 € im Jahr (Maar et al. 2011). Außerdem erhöht der Präsentismus das Risiko später im Leben einen schlechteren Gesundheitszustand zu haben (Bergström et al. 2009).

Aufgrund der aufgeführten Folgen, die nicht nur für den Patienten selbst, sondern auch für den Arbeitgeber schädlich sind, ist die frühzeitige Erkennung und Behandlung psychischer Erkrankungen relevant. Das könnte zum Beispiel mit Hilfe von geeigneten Präventions- und Rehabilitationsprogrammen erfolgen. Es wurde bewiesen, dass solche Programme wegen psychischer Krankheiten entstehenden Fehlzeiten wahrscheinlich reduzieren können (Peter et al. 2015).

Die Patienten, die keinen Präsentismus aufzeigen und an ihrem Arbeistplatz während einer psychischen Krankheit fehlen, können später nach ihrer Rückkehr in die Arbeit mit Problemen aufgrund der langen Fehlzeiten konfrontiert werden. Um dies zu vermeiden, sollte man möglichst früh mit der Behandlung anfangen, was wegen der längeren Wartezeiten in der Regelversorgung schwierig ist.

Für die Interventionen der mit dem Arbeitsplatz vergesellschafteten psychischen Erkrankungen gibt es verschiedene Möglichkeiten – es können klinische oder arbeitsbezogene Interventionen im Betracht gezogen werden, sowie die Kombination von beiden Maßnahmen (Braun et al. 2019). Mit den klinischen Interventionen können die Symptome der Krankheit reduziert werden. Bisher konnte jedoch noch nicht bewiesen werden, dass auchdie wegen der Arbeitsunfähigkeit entstehenden Fehltage verringert werden konnten (Ejeby et al. 2014).

Bei arbeitsbezogenen Interventionen wird der Schwerpunkt auf die Organisation sowie strukturelle Änderungen am Arbeitsplatz gesetzt (Braun et al. 2019). Die Verknüpfung beider Interventionen ist nicht nur möglich, sondern sinnvoll – es konnte bewiesen werden, dass die Kombination gute Wirksamkeitsergebnisse in Bezug auf die Reduktion der Fehltage lieferte (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2018). Die Kooperation zwischen klinischen und arbeitsbezogenen Angeboten wurde in Deutschland mit Entstehung der sogenannten betriebsnahen Versorgungsnetzwerken ermöglicht. Laut Rothermund et al. wird mit den betriebsnahen Versorgungsnetzwerken ein Angebot der Interventionen in der Schnittstelle zwischen psychischer Versorgung und von dem Betrieb ausgehenden Gesundheitsmanagement bezeichnet. Es handelt sich hierbei um eine Zusammenarbeit vom Betrieb oder Betriebsarzt und einem externen Anbieter, der für die psychische Gesundheit zuständig ist (Rothermund et al. 2015). In Deutschland gibt es aktuell bedauerlicherweise keine auf Bundesebene gültigen Leitlinien, die zur Behandlung der am Arbeitsplatz entstehenden psychischen Störungen gelten. Die Modelle von betriebsnahen Versorgungsnetzwerken unterscheiden sich deshalb. Zu solchen Angeboten der betriebsnahen Versorgungsnetzwerken gehört auch die psychosomatische Sprechstunde im Betrieb, die in Betrieben in Baden-Württemberg angeboten wird.

1.2 Psychosomatische Sprechstunde im Betrieb

Die psychosomatische Sprechstunde im Betrieb, kurz PSIB, ist eine Form der psychosomatischen Behandlung, die seit einigen Jahren in mehreren Betrieben etabliert wurde (Mayer et al. 2010). Als ein Teil der betriebsnahen Versorgungsnetzwerke (siehe oben) überbrückt die PSIB Grenzen zwischen dem Betrieb und der gesundheitlichen Versorgung und vernetzt beide Ebenen.

Aufgrund der langen Wartezeiten, immer noch vorhandener Stigmatisierung psychisch Kranker und Abbrüchen von bereits laufenden Therapien, was sich nicht nur auf die Gesundheit der Patienten auswirkt, sondern auch hohe Kosten für den Betrieb entstehen lässt (siehe oben), besteht ein hohes Bedürfnis das Versorgungssystem der psychischen Krankheiten zu optimieren. Die PSIB ist somit aus dem dringenden Verbesserungsbedarf der Prävention und Behandlung psychischer Störungen in Deutschland entstanden und ist ein ziemlich neues Angebot. Sie wurde zum ersten Mal im Jahr 2010 an einem Betrieb in Ulm angeboten (Balint et al. 2018).

Die PSIB verfügt über einen festgelegten Ablauf. Der erste Kontakt im Rahmen einer PSIB wird zur Anamnese und Identifizierung des bestehenden Problems oder vorhandener Störungen genutzt (Balint 2020). Nach der ersten Therapiestunde sind weitere Kontakte, die von dem gleichen Therapeuten durchgeführt werden, im Rahmen einer Kurzintervention möglich (Balint et al. 2018).

Die Kernelemente der PSIB wurden im Artikel „Die Psychosomatische Sprechstunde im Betrieb – ein Zukunftsmodell“ von Balint et al. 2018 ausführlich beschrieben. Eine stabile und vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen dem behandelnden Therapeuten und an der PSIB teilnehmenden Patienten wird als eine Voraussetzung für das offene Gespräch gesehen. Als Hauptpunkt der Diagnostik fungiert die Identifizierung der bestehenden Probleme. Dabei wird der Fokus auf die Wahrnehmung des Arbeitsplatzes im Kontext des vorliegenden Problems gesehen. Nach der Identifizierung des Hauptproblems wird seitens des Patienten aktives Auseinandersetzen unterstützt. Gemeinsam wird auch nach hilfreichen Ressourcen für die Problemlösung gesucht. Bei der bestehenden Indikation kann entweder das Verweisen zu externer Regelversorgung erfolgen oder die Kurzintervention im Rahmen einer PSIB weitergeführt werden. Die Kurzintervention beträgt zwischen vier und zehn Stunden und wird normalerweise von dem gleichen Therapeuten durchgeführt. Eine klare Zielsetzung ist sehr wichtig. Die Kurzintervention kann sowohl als Mittel zur Stabilisierung des Patientenzustandes dienen, als auch als Überbrückung bis zur Behandlungsaufnahme in der Regelversorgung. Im Vordergrund der Kurzinterventionen stehen zwar die arbeitsbezogenen Probleme, die Konflikte im persönlichen Leben sollten darüber hinaus auch nicht vergessen werden (Balint et al. 2018).

Die PSIB bietet viele Vorteile: die Sprechstunde ist ein niedrigschwelliges Angebot, das die Patienten leichter erreichen sollte und ggf. als Überbrückung bis zum Anfang einer Behandlung in der Regelversorgung dient (Balint et al. 2018). Für die Interventionen werden normalerweise die Räumlichkeiten der betriebsmedizinischen Versorgung benutzt, was nicht nur den Zugang zur Versorgung erleichtert, sondern auch die Zusammenarbeit von den Therapeuten und betrieblichen Akteuren erhöht (Balint 2020). Auch die Wartezeiten bis zum Erstgespräch sind wesentlich kürzer als bei der Regelversorgung und betragen ungefähr 14 Tage (Bode et al. 2016).

Die in der Regelversorgung bestehenden Geschlechtsunterschiede (siehe oben) wurden in der PSIB nicht beobachtet - die Hälfte der die PSIB besuchenden Patienten sind Männer (Balint 2020). Das gibt einen Hinweis darauf, dass durch das Angebot Männer gut erreicht

werden können, was in der Regelversorgung noch optimierungsbedürftig ist. Der Anteil der Patienten, die davor noch nie in einer psychiatrischen, psychosomatischen oder psychotherapeutischen Behandlung waren, war in der PSIB höher als in der ambulanten Sprechstunde in der Klinik - 65% im Vergleich zu 45% (Rothermund et al. 2017a). Somit kann hiermit auch die Niederschwelligkeit des Angebotes bestätigt werden. Es konnte nachgewiesen werden, dass die PSIB genauso effektiv wie die psychotherapeutische Regelversorgung ist. Die beiden untersuchten Behandlungsangebote haben dazu geführt, mit Hilfe von Kurzinterventionen die Verbesserung der Arbeitsfähigkeit sowie gesundheitsbezogener Lebensqualität zu bewirken (Rothermund et al. 2016). Die innerhalb der PSIB ausgesprochene Empfehlung zu einer Kurzintervention wurde zu 100% von den Patienten umgesetzt. Dabei spielt die Möglichkeit von demselben Therapeuten behandelt zu werden möglicherweise eine große Rolle. (Rothermund et al. 2017b).

Bei den vielen Vorteilen, die die PSIB als Angebot mit sich bringt, bestehen auch Nachteile. Die PSIB ist mit der Therapiereichweite in der Langzeitperspektive eingeschränkt. Die notwendige Psychotherapie in der Regelversorgung kann bei schweren psychischen Krankheiten mit Hilfe der PSIB nicht ersetzt werden (Balint 2020). Falls die psychischen Beschwerden mit Arbeitsbedingungen zusammenhängen, kann durch die PSIB keine strukturelle Veränderung am Arbeitsplatz erfolgen (Preiser et al. 2016).

Die bisher durchgeführten Studien konnten die Wichtigkeit der PSIB bestätigen. Als niederschwelliges Angebot mit kürzeren Wartezeiten als in der Regelversorgung kann die PSIB die betroffenen Patienten früher erreichen. Somit können wichtige präventiven Maßnahmen zur Verhinderung der Entstehung und der Chronifizierung von psychischen Krankheiten rechtzeitig eingeleitet werden. Die bei der Regelversorgung bestehenden Tendenzen zu den Geschlechtsunterschieden wurden im Rahmen einer PSIB erfreulicherweise nicht beobachtet. Auch die Wirksamkeit des Angebots konnte nachgewiesen werden. Die PSIB ist genauso effektiv wie die Angebote in der Regelversorgung, die Zufriedenheit mit der Behandlung in der PSIB ist sogar größer. Die PSIB scheint daher ein wirksames Angebot zur Versorgung der psychisch kranken Patienten im deutschen Gesundheitssystem zu sein.

1.3 Herzratenvariabilität (HRV)

Die Herzratenvariabilität (HRV) stellt die sich verändernde Dauer zwischen einzelnen Herzschlägen dar. Mit Hilfe von diesem Parameter können wichtige objektive Einblicke in das vegetative Nervensystem gewonnen werden, da die HRV durch das autonome Nervensystem beeinflusst wird (Mulcahy et al. 2019). Durch das Zusammenspiel vom sympathischen sowie parasympathischen Nervensystem verändert sich die Dauer zwischen den Herzschlägen. Solche zahlreichen Variationen der Herzfrequenz lassen auf ein gesundes autonomes Nervensystem schließen und stehen im Zusammenhang mit hoher emotionaler Regulation, kognitiver Leistungsfähigkeit und guter Einschätzung der eigenen Gesundheit (Geisler et al. 2013, Jarczok et al. 2015, van Ravenswaaij-Arts et al. 1993, Sztajzel 2004, Thayer et al. 2012, Thayer et al. 2009). Eine hohe HRV bedeutet außerdem, dass der Organismus an verschiedenen Stresssituationen anpassungsfähig ist (Fatisson et al. 2016). Im Gegensatz dazu ist eine reduzierte Herzratenvariabilität ein Hinweis auf eine Regulationsstörung im autonomen Nervensystem und könnte u.a. auf psychische Störungen hindeuten (Birkhofer et al. 2005). Die Reduktion von HRV ist nicht nur mit psychischen, sondern auch mit körperlichen Störungen assoziiert. Fehlende Variationen in der Herzfrequenz können auf koronare Herzerkrankung hinweisen und sind auch mit größerem Risiko für allgemeine Herzerkrankungen verbunden (Liao et al. 2002, Tsuji et al. 1996).
In diesem Kapitel wird näher auf die Physiologie und Anatomie vom Herzen und autonomen Nervensystem eingegangen. Darauffolgend werden die Messverfahren, die Analyse sowie HRV beeinflussende Parameter beschrieben. Um einen Bezug zur Studie herzustellen, wird am Ende dieses Kapitels der Zusammenhang zwischen HRV und Stress dargestellt.

1.3.1 Physiologische und anatomische Grundlagen

Mit der Herzratenvariabilität wird die variierende Zeitspanne zwischen zwei nacheinander folgenden Herzschlägen beschrieben. Die Dauer dieses Intervalls, das auch als RR-Intervall beschrieben wird, verkürzt oder verlängert sich beim gesunden Menschen mit jedem Herzschlag. Der basale Rhythmus im Herz wird durch Rhythmuszellen vorgegeben, die sich im Sinusknoten befinden. Der Sinusknoten und somit der basale Rhythmus werden vom autonomen Nervensystem moduliert und an die Anforderungen angepasst. Dementsprechend entstehen variable Abstände zwischen zwei Herzschlägen, die als Herzratenvariabilität

bezeichnet werden. Mit Hilfe der HRV als nicht-invasiver Marker können die verschiedenen Parameter des autonomen Nervensystems erhoben werden (Eller-Berndl 2015).

Das autonome Nervensystem ist ein Teil des peripheren Nervensystems und setzt sich aus dem sympathischen, parasympathischen und enterischen Nervensystem zusammen (Aumüller et al. 2020). Das Herz ist von den sympathischen sowie parasympathischen Nervenfasern innerviert. Das Zusammenspiel beider Parteien hat somit Auswirkungen auf die Herzratenvariabilität (Eller-Berndl 2015). Das enterische Nervensystem ist nicht an der Innervation des Herzes beteiligt und moduliert die HRV nicht.

Das sympathische Nervensystem (auch Sympathikus genannt) wirkt leistungssteigernd und wird in Stressreaktionen, die hohe körperliche und psychische Leistungen voraussetzen, aktiviert. Der Sympathikus erhöht im Herzen die Herzfrequenz, Schlagkraft und Erregbarkeit sowie beschleunigt die Erregungsleitung im Sinusknoten. Somit wird die Herzleistung gesteigert. Das parasympathische Nervensystem (auch Parasympathikus genannt) wird in Ruhephasen aktiviert und dient der Erholung des Organismus. Somit löst der Parasympathikus an den gleichen Zielorganen wie der Sympathikus gegensätzliche Wirkungen aus. Parasympathische Nervenfasern erreichen das Herz über den Nervus Vagus und führen zu einer Verringerung der Schlagkraft und Herzfrequenz. Im AV-Knoten erhöht der Parasympathikus die Reizleitungsgeschwindigkeit. Beide Systeme agieren als Gegenspieler und passen die Herzleistung an Stress- oder Ruhesituationen an (Aumüller et al. 2020, Eller-Berndl 2015).

Die Herzfrequenz beschreibt, wie oft das Herz in einer Minute schlägt. Die normale Ruhefrequenz liegt bei 60-70 Herzschläge pro Minute. Somit dauert der Herzzyklus, oder R-R Intervall, ungefähr 0,9 Sekunden in Ruhe. Bei körperlicher Anstrengung erhöht sich die Herzfrequenz und der Herzzyklus wird kürzer (Aumüller et al. 2020). Auch in Ruhe ist das R-R Intervall nicht immer gleich. Die Herzfrequenz verändert sich vom Zyklus zum Zyklus, sodass das R-R Intervall mit jedem Schlag kürzer oder länger wird. Ein gleich lang bleibender Herzzyklus wäre im Rahmen eines völlig unphysiologischen Zustandes möglich und würde als ungünstiges klinisches Zeichen bewertet. So eine konstante Herzzykluslänge kann man z.B. bei einem denervierten Herzen beobachten. Hier beträgt die Herzfrequenz ungefähr 100 Schläge pro Minute und bleibt konstant, ohne sich zu verändern. Dies dient als Beweis, dass die Herzfrequenz über eine Steuerung von außen moduliert wird (Eller-Berndl 2015).

Abschließend lässt sich sagen, dass die HRV das autonome Nervensystem widerspiegeln kann und als nicht invasiver Parameter eine attraktive Möglichkeit zur Beurteilung dieses Nervensystems darstellt. Bei einem gesunden Menschen lässt sich eine vielfältige und

komplexe HRV nachweisen, die auch als Beweis für die ausreichende Anpassung des Herzens an Stresssituationen dient. Eine erniedrigte HRV deutet im Gegensatz auf ein Ungleichgewicht im autonomen Nervensystem hin (Kemp u. Quintana 2013), welches möglicherweise das Risiko an bestimmten Krankheiten, z.B. an koronarer Herzerkrankung, zu erkranken, erhöht (Thayer et al. 2010). Bei metabolischen Erkrankungen kann ein Ungleichgewicht des autonomen Nervensystems als vergleichbar starker Risikofaktor, wie Alter, Geschlecht und Rauchverhältnis angesehen werden (Wulsin et al. 2015). Die HRV kann also sowohl in der Diagnostik als auch in der Prävention hilfreich sein.

1.4 Wichtige Parameter der HRV und deren Berechnung

Die HRV kann aus einem herkömmlichem Elektrokardiogramm ausgelesen und berechnet werden. Dafür muss auf die Abtastrate geachtet werden. Die Abtastrate beschreibt wie viel Mal pro Minute das Messsignal mit dem Gerät gemessen wird (Eller-Berndl 2015). Um zuverlässige Zeitbereichsparameter zu erfassen, ist eine Abtastrate von 1000Hz empfohlen (Hejjel u. Roth 2004). Alternativ kann die Messung mit einem modernen Herzfrequenz-Messgerät (englisch: heart rate monitor) im Betracht gezogen werden (Gamelin et al. 2006). Auch der Einsatz von einem funklosen Brustgurtsystem ist möglich und validiert, vor allem in den Bereichen, in denen andere Herzfrequenz-Messgeräte Datenartefakte zeigen (Sammito et al. 2011).

Die Basis der HRV-Messung besteht aus wiederholten Erhebungen der Zeitdauer zwischen zwei benachbarten R-Zacken. Die gemessene Zeitdauer stellt dementsprechend ein Intervall zwischen zwei nacheinander folgenden R-Zacken dar und wird als RR-Intervall bezeichnet. Das RR-Intervall ist umgekehrt proportional zur Herzfrequenz (Eller-Berndl 2015). Für die Auswertung der HRV wird statt RR-Intervall ein normal-to-normal (NN) Intervall benutzt. Der Unterschied liegt hierbei, dass ein RR-Intervall dem Zeitraum zwischen allen aufeinanderfolgenden Herzschlägen entspricht und ein NN-Intervall eine Zeitspanne zwischen zwei benachbarten, vom Sinusknoten ausgelösten Herzschlägen darstellt (Shaffer u. Ginsberg 2017).

Die HRV-Messungen können entweder über eine kurze Zeit (1-20 Minuten) oder als Langzeitmessung (meistens über 24 Stunden) erfolgen. Die Kurzzeitmessungen finden normalerweise ambulant unter streng kontrollierten Bedingungen statt. Bei den Aufzeichnungen über längere Zeiträume, wie z.B. 24-Stunden-EKG Messung werden die Bedingungen nicht

standardisiert, sondern finden die Messungen bei reellen Lebensverhältnissen statt (Eller-Berndl 2015). Für die klinische HRV-Messung wird die Langzeitmessung als Goldstandard gesehen (Shaffer u. Ginsberg 2017).

Die durchgeführten HRV-Messungen werden in Bezug auf zeitbezogene und frequenzbezogene Parameter quantifiziert. Die zeitbezogene HRV-Analyse (Time Domain) bezieht sich auf Messungen von RR-Intervallen über die Zeit, aus denen eine Standardabweichung und andere Parameter berechnet werden. Somit handelt es sich bei dieser Analyse um eine deskriptive Statistik. Bei der frequenzbezogenen HRV-Analyse handelt es sich um die Umwandlung von zeitbezogenen in frequenzbezogenen Daten mittels Spektralanalyse (Eller-Berndl 2015). Dazu wird meistens die Autoregression oder die Methode der Fast Fourier-Transformation genutzt. Die Messungen können somit in verschiedene Frequenzen gespaltet werden, die den verschiedenen zyklischen physiologischen Prozessen zugeordnet werden können (Sammito et al. 2014). Die Frequenzanalyse lässt hiermit auf das Ausmaß der periodisch sich ändernden Herzschläge schließen (Lohninger 2017).

Zeitbereichsparameter

Mit den Zeitbereichsparametern können die Herzfrequenz sowie RR-Intervalle zu jedem Messzeitpunkt erfasst werden. Die Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology hat für die zeitbezogene HRV-Analyse benötigte Parameter empfohlen (Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology 1996). Tabelle Nr. 1 stellt diese Maßzahlen dar.

Der SDNN (englisch: standard deviation of NN intervals) stellt den am leichtesten zu berechnenden Wert unter den Zeitbereichsparametern dar. Er bildet die Standardabweichung aller RR-Intervalle über die ganze Messdauer ab, was statistisch gesehen der Standardabweichung der Quadratwurzel der Varianz entspricht. Der SDNN-Wert spiegelt alle zyklischen Anteile der Messung wider. Somit stellt dieser Parameter die Gesamtvariabilität der Herzfrequenz dar und entspricht der Wirkung des gesamten autonomen Nervensystems. Der SDNN-Wert ist abhängig von der Zeitdauer der Messung. Deshalb sollten die SDNN-Werte, die aus EKG-Messungen mit unterschiedlicher Dauer stammen, nicht verglichen werden. Aus diesem Grund wurde von der Task Force (Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology 1996) vorgeschlagen die Zeitdauer der Messungen zu vereinheitlichen. Die kurzen 5-Minuten-Intervalle

sowie 24-Stunden-Messungen wurden hier als passende Möglichkeiten genannt (Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology 1996).

Tabelle 1: Zeitbereichsparameter der Herzratenvariabilität.

Quelle: in Anlehnung an Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology 1996, Sammito et al. 2014, Eller-Berndl 2015 und Lohninger 2017.

ms = Millisekunde, % = Prozent, RR-Intervall = Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Herzschlägen

Parameter	Einheit	Definition
SDNN	ms	Standardabweichung gesamter RR-Intervalle über die Messzeit
SDNN-Index	ms	Mittelwert der Standardabweichungen aller gemessenen RR-Intervallen über alle 5-Minuten-Abschnitte in der Langzeit-Messung (24-Stunden-Messung)
SDANN	ms	Standardabweichung des Mittelwertes der RR-Intervalle für alle 5-Minuten-Abschnitte in der 24-Stunden-Messung
rMSSD	ms	Quadratwurzel des Mittelwertes der Summe aller quadrierten Differenzen zwischen aufeinanderfolgenden RR-Intervallen
NN50	keine	Anzahl der Paare der aufeinanderfolgenden RR-Intervalle, die mehr als 50ms Abweichung voneinander aufweisen
pNN50	%	Prozentsatz der aufeinanderfolgenden RR-Intervalle, bei denen die Dauer zwischen den Intervallen mehr als 50ms beträgt

Der SDANN-Wert (englisch: standart deviation of the average NN interval) entspricht der Standardabweichung der mittleren NN-Intervallen in allen 5-Minuten-Abschnitten über die Zeit der gesamten Messung. Laut der Task Force stellt dieser Parameter die Herzfrequenzveränderungen dar, die aufgrund von länger als 5 Minuten dauernden zyklischen Prozessen zustande kommen. Für die Veränderungen, die aufgrund der kürzeren Zyklen entstehen, eignet sich der SDNN-Index (SDNN-i). Dieser Parameter entspricht dem Mittelwert der Standardabweichungen der gemessenen NN-Intervallen von allen 5-Minuten-Abschnitten aus der 24-Stunden-EKG Messung (Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology 1996).

Der rMSSD (englisch: Root Mean Square of successive differences) entspricht der Quadratwurzel des Mittelwertes aller quadrierten Abweichungen zwischen nacheinander folgenden NN-Intervallen. Die Anzahl der benachbarten NN-Intervall-Paare, die sich voneinander mehr als 50ms unterscheiden, werden mit dem Parameter NN50 beschrieben. Aus diesem Wert kann der Parameter pNN50 abgeleitet werden, der den Anteil der voneinander mehr als 50ms abweichender NN-Intervall-Paaren an den gesamten NN-Intervall-Paaren während der Messzeit in Prozent darstellt. Die Task Force (Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology 1996) empfiehlt den Parameter rMSSD anstatt NN50 oder pNN50 bei der Auswertung zu benutzen, da der rMSSD statistisch gesehen bessere Eigenschaften aufweist. Der rMSSD sowie der pNN50 spiegeln die Parasympathikusaktivität wider. Zwischen den beiden Werten besteht eine positive Korrelation (Eller-Berndl 2015).

Frequenzbereichsparameter

Mittels HRV-Analyse im Frequenzbereich wird die Zeitreihe der NN-Intervalle in die Frequenzbereichsparameter umgewandelt und in verschiedene Frequenzbänder aufgespaltet. Somit werden die zyklischen Veränderungen der Herzratenvariabilität quantifiziert und in eine der verschiedenen Kategorien anhand ihres Frequenzbereiches zugeteilt (Eller-Berndl 2015, Lohninger 2017). Die Task Force (Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology 1996) beschreibt folgende Kategorien: high frequency (HF), low frequency (LF) und very low frequency (VLF) und ultra-low frequency (ULF) (Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996). Die Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die genannten Kategorien und zugehörigen Frequenzbereiche.

Tabelle 2: Frequenzbereiche der Herzratenvariabilität.
Quelle: in Anlehnung an Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996).
ms = Millisekunde, Hz = Hertz

Parameter	Einheit	Definition
HF	ms^2	High Frequency - 0.15 bis 0.4 Hz
LF	ms^2	Low Frequency - 0.04 bis 0.15 Hz
VLF	ms^2	Very Low Frequency - 0.003 bis 0.04 Hz
ULF	ms^2	Ultra Low Frequency - 0.003 Hz

High Frequency

Die Kategorie der High Frequency wird auch als Atmungs-Frequenzband bezeichnet, da sie die HRV darstellt, die in Zusammenhang mit der Atmung entsteht. Die zyklischen Veränderungen der Herzfrequenz aufgrund der Atmung werden als respiratorische Sinusarrhythmie (RSA) bezeichnet. Sinusarrhythmie hat zur Folge, dass die Herzfrequenz während der Exspiration langsamer wird und damit der Gasaustausch optimiert werden kann (Eller-Berndl 2015). Der Grund dafür stellt die erhöhte Vagusmodulation und daraus resultierende Freisetzung von dem Transmitter Acetylcholin dar (Eckberg u. Eckberg 1982). Der High Frequency Bereich entspricht somit der vagalen oder parasympathischen Modulation der Herzratenvariabilität (Eller-Berndl 2015). Nicht nur der High Frequency Bereich, sondern auch, wie schon beschrieben, die zwei Zeitbereichsparameter pNN50 und rMSSD spiegeln die Modulation des Parasympathikus wider. Aus diesem Grund weist die Leistung in dem High Frequency Bereich eine positive Korrelation mit diesen beiden Zeitbereichsparameter auf (Kleiger et al. 2005).

Low Frequency

Die Auswertung von Ergebnissen in dieser Kategorie, die Schwankungen zwischen 0.04 und 0.15 Hz entspricht, ist laut Task Force (Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996) umstritten. In der Task Force werden die Studien angegeben, die davon ausgehen, dass der LF Bereich nur die

Aktivität des Sympathikus spiegelt (Malliani et al. 1991). Im Gegensatz dazu belegen andere Studien, dass dieser Bereich sowohl die sympathische als auch die parasympathische Modulation darstellt (Appel et al. 1989). Signale im Low Frequency Bereich, die 0.1 Hz betragen, gehören zu dem Barorezeptorreflex. Dieser wird für die ausreichende Durchblutung des Gehirns und aller anderen Organen benötigt. Die sich im arteriellen System befindenden Rezeptoren reagieren auf die Blutdruckveränderung und verändern mit seinen Efferenzen zum Herzen damit die Frequenz. Bei der Blutdruckerhöhung kommt es zu einer reflektorischen Verlangsamung der Herzfrequenz. Mit einer gewissen Latenz entstehen somit auch Veränderungen im EKG, die als Mayer-Wellen-Sinusarrhythmie bezeichnet werden (Eller-Berndl 2015). Aufgrund der verschiedenen Studienergebnisse, durch welchen Teil des autonomen Nervensystems der LF Bereich moduliert wird, bleibt dieser Bereich ein spannendes Gebiet für die weitere Forschung.

Very Low Frequency

Dieser Bereich beinhaltet Frequenzen zwischen 0.0033 und 0.04 Hz. Umgerechnet entspricht das 0.2 bis 3 Schwingungen pro Minute (Eller-Berndl 2015). In der Vergangenheit wurde aufgrund der fehlenden Erklärungen für die Entstehungsmechanismen diesem Bereich nicht viel Aufmerksamkeit geschenkt. Aktuell geht man davon aus, dass die zyklischen Veränderungen im VLF-Bereich einem vom Herzen ausgehenden, sogenannten intrinsischen Rhythmus entsprechen, der dann vom sympathischen Nervensystem moduliert wird (Shaffer et al. 2014). Auch andere beeinflussende Faktoren wie Renin-Angiotensin-System oder Thermoregulation kommen in Frage (Bonaduce et al. 1994, Eller-Berndl 2015). Obwohl die Entstehungsmechanismen von VLF noch nicht klar sind und immer noch diskutiert werden, belegen zahlreiche Studien die Verbindung zwischen Aktivität in diesem Bereich und verschiedenen Krankheiten. Es wurde nachgewiesen, dass Veränderungen in der VLF im Vergleich zu anderen Frequenzbereichen am meisten mit einem Tod wegen Herzarrhyhtmie nach einem Myokardinfarkt verknüpft ist (Bigger et al. 1992). Bei depressiven Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter wurde VLF als stärkster Anhaltspunkt von allen Frequenzbereichen der HRV für depressive Symptome beschrieben (Blood et al. 2015). Es gibt auch Hinweise, dass der VLF-Bereich ein sensitiverer Indikator für die Gesamtmortalität als HF- und LF-Bereiche sein könnte (Hadase et al. 2004, Schmidt et al. 2005).

Ultra Low Frequency

Mit einer Periodendauer zwischen 5 Minuten und 24 Stunden muss zur Beurteilung des Ultra Low Frequency Bereiches eine 24-Stunden-EKG Messung erfolgen. Dieser Bereich beinhaltet Frequenzen unter 0.003 Hz (Kleiger et al. 2005). Die Entstehungsmechanismen sind aktuell unklar, es wird aber der Einfluss von zirkadianen Rhythmen, Körpertemperatur, Stoffwechsel und Renin-Angiotensin-System auf ULF diskutiert (Shaffer et al. 2014, Bonaduce et al. 1994, Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology 1996). Genauso wie im VLF-Bereich ist eine verringerte Aktivität im ULF-Bereich mit der Gesamtmortalität nach Myokardinfarkt assoziiert (Bigger et al. 1992).

Zusamenfassend lässt sich sagen, dass sowohl Zeitbereichsparameter als auch Frequenzbereichsparameter für die Quantifizierung der HRV wichtig sind. Seitens der Zeitbereichsparameter können rMSSD, NN50 sowie pNN50 zur Beurteilung des Parasympathikus genutzt werden. Andere Zeitbereichsparameter wie SDNN, SDANN, sowie SDNN-Index haben keine klare Zuordnung zu den Teilen des autonomen Nervensystems. SDNN ist ein Indikator für die Gesamtvariabilität der HRV (Sammito et al. 2014). Der High Frequency Bereich der Frequenzbereichsparameter spiegelt die Modulation des parasympathischen Nervensystems wider. Andere Frequenzbereiche können nicht eindeutig zugeordnet werden. In Bezug auf die Modulation des Low Frequency Bereichs unterscheiden sich die Meinungen, ob dort vorwiegend der Sympathikus alleine oder Sympathikus zusammen mit Parasympathikus Einfluss auf die Aktivität in diesem Bereich haben. Bei dem Ultra Low Frequency Bereich sind die Entstehungsmechanismen nicht vollständig geklärt, gehen jedoch vermutlich über das autonome Nervensystem hinaus.

1.4.1 Psychische Erkrankungen und HRV

Die Herzratenvariabilität ist kein statischer Parameter, der im Laufe des Lebens gleichbleibt. Da die HRV die Funktion des autonomen Nervensystems widerspiegelt, ist es ein sich ändernder Parameter, der sowohl inter- als auch intrapersonelle Unterschiede nachweist. Die beeinflussenden Faktoren können hier veränderbar (z.B. Ernährung, Bewegung) oder nicht

veränderbar (z.B. Alter, Geschlecht) sein (Sammito et al. 2014). Auch die psychischen Krankheiten nehmen Einfluss auf die Herzratenvariabilität.

Die Vielfalt der psychischen Erkrankungen und ihre Medikation gehen meistens mit der Senkung der HRV einher. Die größte Aktivitätsabnahme der HRV unter verschiedenen psychischen Krankheiten (Schizophrenie, bipolare Störung, Depression und posttraumatische Belastungsstörung) im Vergleich zu gesunden Probanden zeigte die bipolare Störung (Moon et al. 2013). Aber auch andere psychische Krankheiten reduzieren die HRV.
Depression geht mit einer Erniedrigung von SDNN-Werten (Licht et al. 2008). Nicht nur Zeitbereichsparameter sind bei den depressiven Patienten reduziert, sondern auch der HF-Bereich zeigt eine niedrigere Variabilität (Wang et al. 2013). Das Ausmaß an Reduktion der verschiedenen Werte hängt auch vom Schweregrad der Depression ab. Dieser zeigt nämlich eine negative Korrelation mit der Herzratenvariabilität. Viele der für die Behandlung der Depression eingesetzten Medikamente, wie z.B. Mirtazapin, verbessern zwar die Symptomatik, aber nicht die HRV (Kemp et al. 2010).
Die HRV ist auch bei Angststörungen reduziert. Angststörungen sind mit reduzierter Variabilität im HF-Bereich im Vergleich zu den gesunden Individuen vergesellschaftet (Chalmers et al. 2014).
Patienten, die an einer posttraumatischen Belastungsstörung leiden, zeigen eine erhöhte sympathische Aktivität in Ruhebedingungen und, wie bei anderen psychischen Krankheiten auch, eine erniedrigte HRV (Cohen et al. 1997).
Somit haben verschiedene psychische Krankheiten ähnliche Auswirkungen auf die HRV. Daher ist die HRV als Parameter nicht geeignet, zwischen den verschiedenen psychischen Erkrankungen zu unterscheiden. Die HRV kann aber als zusätzlicher Indikator für die Unterscheidung zwischen psychisch kranken und gesunden Personen genutzt werden (Moon et al. 2013).

1.4.2 HRV als psychophysiologischer Parameter

HRV ist, wie oben beschrieben, ein gut geeigneter Parameter, um die Aktivität des autonomen Nervensystems zu beurteilen. Das autonome Nervensystem spielt eine große Rolle für die Anpassung nicht nur an körperliche, sondern auch an psychologische Anforderungen.

Die Zusammenhänge zwischen Psyche und ihre physiologischen Korrelate werden durch Psychophysiologie untersucht (Buddeberg u. Laederach 1998). Im Zusammenspiel zwischen physiologischem und psychischem Zustand spielt der Parasympathikus eine große Rolle. Dies kann mit Hilfe von der Polyvagaltheorie von Porges (Porges 2007) bestätigt werden: der in einer Stressreaktion erfolgende Aktivitätsanstieg vom Sympathikus kann vom parasympathischen Nervensystem moduliert werden. Der Rückzug des Parasympathikus verstärkt die durch den Sympathikus ausgelösten Effekte. Demgegenüber kann die Aktivitätserhöhung des parasympathischen Nervensystems die sympathischen Wirkungen reduzieren, was nach einer Auseinandersetzung mit dem Stressor den Organismus zurück zum Normalzustand führt. Die polyvagale Theorie geht davon aus, dass die Regulierung von Emotionen (psychologischer Zustand) von einem physiologischen Zustand beschränkt wird (Porges 2007). Aufgrund seiner vermittelten Effekte von Erregungshemmung und Förderung der Erholung, die Einfluss auf Selbstregulationsmechanismen haben kann, wurde der Parasympathikus als Indikator für Selbstregulation konzipiert (Porges 2007, Thayer u. Lane 2000). Da die HRV die Aktivität des parasympathischen Nervensystems abbilden kann, spielt die Untersuchungsmethode in der Psychophysiologie eine große Rolle.

Laut Shaffer et al. (2014) und Laborde et al. (2017) gibt es fünf verschiedene Theorien, die HRV mit in eine psychophysiologische Forschung einbeziehen. In seinem neuroviszeralem Integrationsmodell nehmen Thayer et al. (2009) an, dass der vagale Tonus im Zusammenhang mit kognitiver Leistung sowie Regulation der Emotionen steht (Thayer et al. 2009). Die Polyvagaltheorie von Porges (2007) geht von einem vagalen Tonus als Modulator für Selbstregulationsmechanismen aus, die mit sozialem Verhalten verbunden sind (Porges 2007). Grossman u. Taylor (2007) haben die Aussagen der polyvagalen Theorie über die Entwicklung der vagalen Kontrolle der HRV kritisiert, weil sie zu Fehlinterpretationen führen können. Beide Autoren gehen davon aus, dass respiratorische Sinusarrhythmie, die der HF-Bereich darstellt, den Energieaustausch reguliert (Grossman u. Taylor 2007). Das Resonanzfrequenz-Modell von Lehrer (2013) sowie das psychophysiologische Kohärenzmodell von McCraty und Childre (2010) beschreiben eine Erhöhung des vagalen Tonus mit Hilfe der langsamen Atmung (Lehrer 2013, McCraty u. Childre 2010). Obwohl alle Theorien unterschiedliche Aussagen aufweisen, steht die HRV überall im Mittelpunkt - somit gewinnt die HRV als psychophysiologischer Parameter an Wichtigkeit.

Die Eigenschaft von HRV, die Anpassungsfähigkeit des Organismus sowie Emotionsregulation widerzuspiegeln, kann im Bereich der Arbeitsmedizin behilflich sein. Die

Wechselbeziehung von der situationsbezogenen emotionalen Regulation und physiologischem Zustand kann von der HRV erfasst werden. Diese können dann ausgewertet werden und den Patienten in Bezug auf selbst geführte Tagesprotokolle präsentiert werden. Somit wird die Selbstwahrnehmung gesteigert, was für ein gesundes Verhalten einen wichtigen Punkt darstellt (Jarczok et al. 2021). Die HRV als psychophysiologischer Parameter kann also nicht nur für weitere Forschung, sondern zusätzlich im modernen klinischen Leben benutzt werden.

1.5 Fragestellung

Die HRV als nicht invasiver Parameter zur Evaluation des autonomen Nervensystems gewinnt in der letzten Zeit zunehmend an Wichtigkeit. Bisher durchgeführte Untersuchungen haben nachgewiesen, dass die HRV von verschiedenen Faktoren beeinflusst werden kann. Einen solchen Faktor stellen verschiedene psychische Erkrankungen wie Depression, Schizophrenie, bipolare Störung sowie posttraumatische Belastungsstörung dar. Sie gehen laut vielen Studien mit einer Senkung der HRV einher. Obwohl psychische Krankheiten häufig sind, befindet sich ein größerer Teil an diesen Erkrankungen leidenden Patienten nicht in Behandlung. Aus diesem Grund wurde die psychosomatische Sprechstunde im Betrieb als niederschwelliges Angebot geschaffen, um Menschen mit psychischen Beschwerden schneller zu erreichen und diesen Hilfe anzubieten. Es gibt aber nur wenige Studien, die die Wirksamkeit der PSIB untersuchen. Die Zufriedenheit von Patienten, die an der PSIB teilnehmen ist zwar groß, aber die Wirkungen von solchen kurzfristigen Interventionen sind noch nicht ausreichend untersucht. Zuverlässige Daten, die die Wirkung von PSIB nachweisen könnten, würden helfen das Angebot weiterzuentwickeln und das Vertrauen der Patienten gegenüber der Sprechstunde zu steigern. Es ist interessant zu überprüfen, ob unter der Annahme, dass psychische Krankheiten die HRV reduzieren, die PSIB als problemorientiertes Angebot für Individuen mit psychischen Beschwerden mit einer Erhöhung der HRV einhergeht. Auch die mögliche Verbesserung der vorhandenen Symptome durch die PSIB könnte untersucht werden und Auskunft über die Wirkungen des Angebots geben. Somit würde die Wirkung der PSIB auf biologische sowie psychische Parameter überprüft.

Zur PSIB kommen nicht nur Arbeitnehmer mit schon bereits bestehender psychischer Krankheit. Auch Stress am Arbeitsplatz hat negative Auswirkungen auf das psychische Wohlbefinden. Studienergebnisse zeigen, dass arbeitsbedingte Stressoren mit einer Senkung

der HRV einhergehen. Da in der Arbeit normalerweise ein großer Anteil an Zeit verbracht wird, ist das Thema von großer Bedeutung. In der PSIB werden z.B. vorhandene Ressourcen identifiziert, was auch bei der Problemlösung am Arbeitsplatz behilflich sein kann. Deshalb ist an dieser Stelle die Untersuchung der Effektivität der PSIB auf die HRV und das Wohlgefühl des Arbeitnehmers wichtig, um zu bestimmen, ob das Angebot tatsächlich wirkt.
Das Ziel dieser Arbeit ist, die Wirksamkeit der psychosomatischen Sprechstunde im Betrieb festzustellen und ihr Ausmaß zu untersuchen. Dazu werden folgende Hypothesen überprüft:

1. Die HRV-Werte werden durch die Behandlung in der psychosomatischen Sprechstunde im Betrieb verbessert.

2. Die Behandlung in der psychosomatischen Sprechstunde im Betrieb verbessert die subjektiv in den psychometrischen Fragebögen angegebenen psychischen Symptome der Patienten.

2 Material und Methoden

2.1 Design und Ziele der Studie

Die Dissertation beruht auf dem Pilotprojekt psychosomatische Beeinträchtigung bei Patienten der psychosomatischen Sprechstunde im Betrieb, das von Dr. med. Elisabeth Balint geleitet wurde. Das Projekt wurde der Ethikkommission der Universität Ulm vorgelegt und nach der ausführlichen Prüfung genehmigt (Aktenzeichen 143-17).

Bei dem Projekt handelt es sich um eine prospektive Pilotstudie. Die Erhebung der Daten erfolgte über einen Zeitraum vom Mai 2017 bis zum Dezember 2018, wie auch bei Balint et al. 2022 beschrieben. Die Durchführung der Untersuchungen erfolgte in der Klinik für psychosomatische Medizin und Psychotherapie in Ulm sowie vor Ort bei dem an der Untersuchung teilnehmenden Betrieb, einer Einrichtung für Menschen mit Behinderungen in Bayern. Die sich in der PSIB vorstellenden Mitarbeiter wurden konsekutiv über die Studie mündlich und schriftlich aufgeklärt.

Anschließend wurde von den behandelnden Therapeuten bekannte Diagnosen, aktuelle Medikation, Raucher-Status und BMI erfasst und dokumentiert.

Im Folgenden haben die Probanden die Fragebögen und eine Anleitung für den Patienten ausgehändigt bekommen. Die Unterlagen beinhalteten neben den Standard-Fragebögen der PSIB ein Tagesprotokoll, Fragebogen über die Zufriedenheit mit der Studie und Fragebögen über die Arbeitszeiten in den letzten 14 Tagen. Die Beschreibung von den ausgehändigten Unterlagen erfolgt im Kapitel *Messverfahren*. Die Fragebögen entsprechen den sonst in der PSIB verwendeten Standardfragebögen und wurden im Ethikantrag 105/16 der Ethikkommission der Universität Ulm vorgelegt und genehmigt. Zur Dokumentation des Tagesprotokolls und Ausfüllen der Fragebogen wurde eine ausführliche Erklärung durchgeführt. Die Fragebögen sind innerhalb von einer Woche ausgefüllt und beim nächsten Treffen im Rahmen der PSIB abgegeben worden.

Im Anschluss wurden die Patienten zu der Erfassung der biologischen Parameter in die Bedienung eines Einkanal-EKG-Gerätes mit Brustgurt eingewiesen und haben das Gerät für die Messung mit nach Hause bekommen (Balint et al. 2022). Die Messung musste selbstständig für 24 Stunden an einem freien Tag durchgeführt werden. Als nächstes wurden Probanden in die Messung des Cortisolspiegels im Speichel eingeführt. Dafür erhielten die Patienten Watteröllchen und spezielle Gefäße, die genauso wie der Brustgurt nach Hause

mitgenommen wurden. Die selbstständige Abnahme der Cortisol-Proben aus dem Speichel sollte am nächsten Tag, parallel zur laufenden EKG-Messung durchgeführt werden (Balint et al. 2022).
Die Rückgabe des EKG-Messgerätes und der Cortisolproben erfolgte beim nächsten Treffen im Rahmen der PSIB.
Anschließend zu den Messungen wurde bei bestehender Indikation die Kurzintervention des behandelnden Therapeuten durchgeführt (Balint et al. 2022). Die Dauer der Intervention betrug zwischen vier und zwölf Therapiestunden, während dessen die folgenden Themen erarbeitet wurden: Identifizieren von Problembereichen, konzentrieren des Fokus auf einen Schwerpunkt und Besprechung von alternativen Vorgehensweisen, Identifizierung und Stärkung der Ressourcen, Stärkung der Selbstwirksamkeit mit Hilfe von physischer Aktivität oder Entspannung, z.B. durch autogenes Training oder progressive Muskelrelaxation.
Bei den Patienten, die an mindestens vier Therapiesitzungen teilgenommen haben, wurde zwischen letzter und vorletzter Sitzung oder zeitnah nach der letzten Sitzung eine zweite Messung von psychischen und biologischen Parametern durchgeführt.

2.2 Patientenkollektiv

Für die klinische Pilotstudie *psychosomatische Beeinträchtigung bei Patienten der psychosomatischen Sprechstunde im Betrieb* wurden, wie bei Balint et al. 2022 beschrieben, insgesamt 65 Patienten von den Betriebsmitarbeitern, die PSIB in Anspruch nahmen, rekrutiert. Alle Probanden waren an dem Zeitpunkt der Studie berufstätig. Um möglichst ein realitätsnahes Bild mit der Studie zu gewinnen, wurden keine a-priori Ausschlusskriterien formuliert. Aus diesem Grund wurden alle Patienten, die über einen Zeitraum vom Mai 2017 bis zum Dezember 2018 an der PSIB in dem ausgewählten Betrieb teilgenommen haben, über die Studie während den ersten zwei Therapiesitzungen im Rahmen einer PSIB informiert.
Für die Teilnahme an der Studie mussten die Probanden folgende Einschlusskriterien entsprechen:

- Volljährigkeit
- aktuelles Anstellungsverhältnis mit dem Betrieb

In die Analyse der Daten wurden nur vollständig auswertbare Datensätze eingeschlossen. Datensätze mit komplett fehlenden Fragebögen-Angaben, unvollständigen oder nicht auswertbaren EKG-Messungen und/oder fehlenden Cortisol-Proben wurden ausgeschlossen.

Die Abbildung 1 stellt eine Übersicht über Ein- und Ausschlusskriterien der Studie dar. Insgesamt wurden 65 Patienten über das Projekt aufgeklärt. 19 Probanden wollten nicht teilnehmen. Vier Probanden konnten aus logistischen Gründen keinen Brustgurt während den ersten zwei Terminen in der PSIB erhalten, damit konnte ein Einschluss in die Studie auch nicht erfolgen. Somit konnten 23 von 65 Patienten nicht in die Studie eingeschlossen werden.

Von 42 eingeschlossenen Probanden wurden bei fünf Teilnehmern die Cortisol-Messungen nicht vollständig durchgeführt, was zum Ausschluss dieser Probanden führte. Sechs Probanden verfügten über nicht auswertbare EKG-Messungen, zwei Probanden haben die T1 Fragebögen nicht zurückgegeben – somit mussten diese Probanden aus der Studie ausgeschlossen werden. Von den verbleibenden 29 Probanden hatten sechs weniger als vier Termine in der PSIB. Die restlichen 23 nahmen an mindestens vier Terminen teil, führten die Cortisol- und EKG-Messungen durch, die EKG-Messungen waren auswertbar und sie füllten zumindest größtenteils den Fragebogen zu T2 aus. Sie stellen das Analysesample dar. Die Abbildung 1 stellt die Rekrutierung der Studienteilnehmer dar.

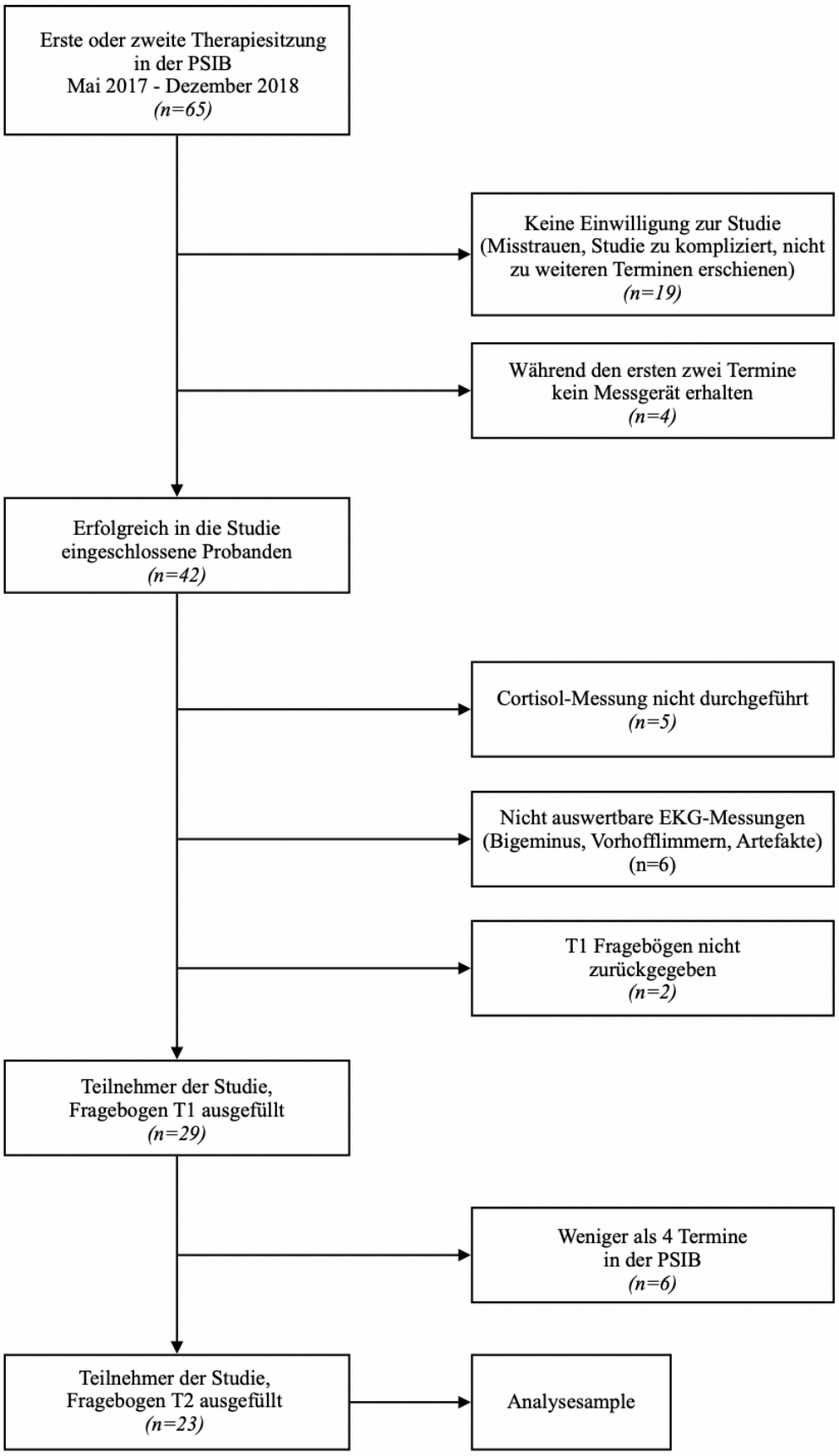


Abbildung 1: Teilnehmer an der Studie.
n = Anzahl, PSIB = psychosomatische Sprechstunde im Betrieb, EKG = Elektrokardiogramm

2.3 Messverfahren

Mit Hilfe von verschiedenen Messinstrumenten wurden für die Studie verschiedene Parameter – psychische und biologische – erhoben. Dafür eignete sich der aus verschiedenen etablierten Testverfahren zusammengesetzte Fragebogen, die HRV- sowie Cortisol-Messung. Die Datenerfassung erfolgte anonymisiert, hiermit erhielt jeder Proband einen Code, der aus drei Buchstaben und fünf Zahlen bestand. Mit diesem Code wurden alle ausgeführten Messungen wie die Fragebögen sowie HRV- und Cortisol-Messungen beschriftet. Die Eingabe der Daten zur Auswertung erfolgte pseudonymisiert.
In diesem Kapitel werden die für die Studie benutzten Messinstrumente ausführlich beschrieben.

2.3.1 Fragebogen

Mit Hilfe des Fragebogens wurden bei der Studie die soziodemographischen sowie psychischen Parameter erhoben. Die Fragebögen wurden an zwei Zeitpunkten an den Patienten ausgehändigt: T1 Fragebogen vor der Intervention, während der ersten zwei Therapiesitzungen im Rahmen einer PSIB, sowie T2 Fragebogen in der vorletzten Therapiestunde bei den Patienten, die an mehr als vier Therapiestunden teilgenommen haben. Die Patienten wurden aufgefordert, den T1 sowie T2 Fragebogen innerhalb von einer Woche auszufüllen. Die Genehmigung des Fragebogens war bereits von der Ethikkommission der Universität Ulm erfolgt.
T1 Fragebogen umfasst elf Seiten, T2 zehn Seiten.
Im soziodemographischen Teil werden Angaben zur Person erhoben: Geschlecht, Alter, Familienstand, Kinder- sowie noch im Haushalt lebenden Personenzahl, höchster Schul- und Berufsabschluss, Berufsgruppe sowie Vorhandensein von Führungsposition, Art des Arbeitsvertrages und Umfang der Arbeitszeit.
Anschließend folgen Fragen zu den Vorbehandlungen, die in den letzten zwölf Monaten wegen seelischer oder körperlicher Beschwerden besuchte Gesundheitseinrichtungen, Fernbleiben von der Arbeit aus gesundheitlichen Gründen sowie erfolgte psychiatrische, psychosomatische oder psychotherapeutische Behandlungen.
Der nächste Teil des Fragebogens enthielt folgende psychometrische Instrumente: Work-Ability-Index in Kurzform (WAI), Patient-Health-Questionnaire (PHQ), Short Form Gesundheitsfragebogen (SF-12), Maslach-Burnout-Inventory (MBI-GS-D), Irritationsskala

(IS), Stigma (Fragebogen, der Einstellungen zu den psychischen Krankheiten erfasst) sowie Fragebogen zur Patientenzufriedenheit (ZUF-8, nur im T2 Fragebogen enthalten).

Der **Work-Ability-Index** wurde in dem T1 sowie T2 Fragebogen als etablierte Kurzform eingesetzt. Mit Hilfe des Fragebogens, der aus 23 Items besteht, kann die Arbeitsfähigkeit des Patienten beurteilt werden (Hasselhorn u. Freude 2007). Für die Datenerhebung wurde die Frage nach der aktuellen Arbeitsfähigkeit im Vergleich zu bester, je erreichter Arbeitsfähigkeit aus dem WAI-Fragebogen genutzt.

Der **Patient-Health-Questionnaire** Fragebogen befasst sich mit den verschiedenen Symptomen psychischer Krankheiten. Damit können auch die Symptomveränderungen über die Zeit erfasst werden (Löwe et al. 2002). Für den T1 und T2 Fragebogen wurden folgende Module von dem PHQ Fragebogen eingesetzt: Depressivität (neun Items), Somatisierung (15 Items), und Ängstlichkeit (sieben Items). Somit erfolgte die Auswertung des PHQ Fragebogens in drei Kategorien: Einschränkungen im Leben aufgrund Depressivität, Ängstlichkeit oder somatischen Symptomen. Je höher die erreichte Punktzahl, desto stärker ausgeprägt sind die Symptome.

Der **Short Form Gesundheitsfragebogen** liefert die Informationen zur mit der Gesundheit verbundenen Lebensqualität (Wirtz et al. 2018). Mit dem SF-12 Fragebogen kann die mit der psychischen und körperlichen Gesundheit verbundene Lebensqualität gemessen werden. Je höher die erreichte Punktzahl in einzelnen Kategorien, desto höher ist die mit der jeweiligen Gesundheit verbundene Lebensqualität.

Mit Hilfe von **Maslach-Burnout-Inventory** kann die psychische Belastung in der Arbeit sowie auf das Burnout hinweisende Tendenzen erfasst werden (Maslach u. Jackson, 1981).

Die **Irritationsskala** enthält mit acht Items verschiedene Fragen zu den Anforderungen am Arbeitsplatz und daraus entstehenden Auswirkungen auf die Gefühle des Probanden. Mit Hilfe der Irritationsskala werden die wegen der Arbeitsanforderungen entstehenden Gefühle und Gedanken der Patienten erfasst. Unterschieden werden die kognitive Irritation (wiederkehrende Gedanken), emotionale Irritation (negative Emotionen) sowie Gesamtindex der Irritation. Je höher die Punktzahl, desto stärker sind die negativen Auswirkungen der Arbeitsanforderungen auf die Gefühle des Patienten (Gereiztheit, wiederkehrende Gedanken über die Arbeit, Nervosität) (Mohr et al. 2005).

Die subjektiven Bewertungen der mit psychischen Krankheiten vergesellschafteten Faktoren wurden mit acht Fragen in drei Kategorien erhoben (**Stigma-Fragen)**. Die erste Kategorie beschäftigt sich mit Fragen über die Selbsteinschätzung der eigenen psychischen Gesundheit

sowie mit psychischen Krankheiten verbundene Schamgefühle. Je höher die Punktzahl, desto psychisch kränker schätzen sich die Probanden ein und umso größer ist deren Schamgefühl. In der zweiten Kategorie wird nach dem Umgang mit dem psychisch kranken Mitarbeiter im Betrieb gefragt. Hohe Punktzahl deutet hier auf unfaire Behandlung in der Firma, Bereitschaft mit den psychisch kranken Kollegen zu interagieren sowie Bereitwilligkeit die eigenen psychischen Erkrankungen am Arbeitsplatz zu erwähnen. Die dritte Kategorie befasst sich mit Behandlungsmöglichkeiten. Eine steigende Punktzahl ist mit hoher Angst aufgrund der Teilnahme an der Psychotherapie als psychisch krank gesehen zu werden sowie mit hoher Bereitschaft die psychotherapeutische Behandlung durchzuführen und Psychopharmaka einzunehmen assoziiert.

Der T2 Fragebogen beinhaltet zusätzlich zu den Fragen im T1 Fragebogen neue Fragen zur Veränderung der beruflichen Situation seit der ersten Therapiesitzung in der PSIB. Dazu werden Fragen zu den Änderungen in Umfang und Art der Arbeitszeit sowie hinsichtlich der Arbeitsstelle gestellt. Außerdem werden im T2 Fragebogen die seit dem ersten Gespräch in der Betriebsambulanz aufgesuchte Gesundheitsspezialisten, geplante aber noch nicht begonnene Behandlungen, Fernbleiben von der Arbeit sowie veränderte Medikation erfasst.
Weiterhin folgen im T2 Fragebogen die gleichen psychometrischen Instrumente wie im T1 Fragebogen, bis auf den Maslach Burnout Inventory, welcher sich beim T2 Fragebogen nicht wiederholt. Der T2 Fragebogen beinhaltet zudem neun Fragen zur Zufriedenheit mit der Sprechstunde. Bei jeder Frage kann man eine Punktzahl zwischen eins und vier erreichen. Vier Punkte deutet hierbei auf eine hohe Zufriedenheit hin.

2.3.2 Dokumentation durch den Therapeuten

Falls der Proband in die Studie einwilligte, erfolgte bei den ersten zwei Therapiesitzungen im Rahmen einer PSIB eine Dokumentation der wichtigen Patientendaten durch den behandelnden Therapeuten. Die aktuellen Diagnosen wurden mittels ICD-Kodierung aufgelistet. Der Patient wurde nach Größe und Gewicht gefragt, aus diesen Daten wurde der BMI ausgerechnet und aufgeschrieben. Die aktuell genommenen Medikamente sowie Raucher-Status wurden erfasst und dokumentiert.

2.3.3 Anleitung für den Patienten

Die Anleitung für den Patienten beinhaltet neben der ausführlichen Beschreibung der Nutzung des EKG-Brustgurts das Tagesprotokoll, eine Tabelle zur Dokumentation der Cortisol-Probenentnahme, einen Fragebogen über die Zufriedenheit mit der Messung und eine Tabelle zur Dokumentation der Arbeitszeiten in den letzten 14 Tagen.

Das Tagesprotokoll setzt sich aus zwei Teilen zusammen. Der erste Teil erfasst die genaue Einschlaf-, Aufwach- und Aufstehzeit sowie die Zeiten, wann der Brustgurt angelegt und abgelegt wurde. Der zweite Teil beinhaltet eine Tabelle für die Auflistung während des Tages durchgeführter Aktivitäten. Das Schreiben von Tagesprotokoll erfolgte in der gleichen Zeit mit den EKG- und Cortisol-Messungen, d. h. die Studienteilnehmer haben am nächsten freien Tag nach dem Gespräch in der PSIB gegen 20:00 Uhr angefangen die Tagestätigkeiten zu dokumentieren. Die Probanden wurden aufgefordert, den ganzen Tagesablauf zu dokumentieren, vor allem die Tätigkeiten wie Sport, Mahlzeiten, stattgefundene Pausen, Rauchen, Alkohol und Einnahme von Medikamenten. Darüber hinaus wurde erwartet, dass die Patienten andere Tätigkeiten, wie z.B. Auto fahren (selbst oder als Beifahrer), Fernsehen, Zeit am Handy oder am PC, Diskussion oder Streit mit einer anderen Person sowie Arbeiten aufschreiben. Es wurde von dem Patienten die genaue Zeitspanne (Anfang und Ende) notiert, genauso wie die genaue Beschreibung der durchgeführten Aktivität. Für die Angabe der Stimmung bei jeder Tätigkeit wurde der Patient aufgefordert, eines von drei Gesichtern (glücklich / neutral / traurig) auszuwählen und anzukreuzen.

Die Anleitung zur Abgabe von Speichel in Salivetten für die Cortisol-Messung beinhaltet einen Probenplan mit genauen Zeitangaben, wann die Abnahme der Proben erfolgen sollte. In der vorgegebenen Tabelle haben die Probanden die geplante Uhrzeit für die Probeentnahme laut dem Plan notiert sowie die Zeit aufgeschrieben, wann die tatsächliche Entnahme erfolgte. Darüber hinaus wurden 30 Minuten vor der Probeentnahme durchgeführte Tätigkeiten, wie z. B. Rauchen, Sport, Kaffeetrinken, in der dafür vorgesehenen Spalte auf der Tabelle notiert.

Der am Ende der Anleitung aufgeführte Fragebogen beinhaltet insgesamt vier Fragen. Die ersten drei erfassen das subjektive Belastungsgefühl des Patienten bzgl. der durchgeführten Messungen und die mögliche Weiterempfehlung der Studie für einen Freund. Die letzte Frage dient zur Erfassung der Arbeitszeiten in den letzten zwei Wochen. Der Patient wurde aufgefordert die genaue Uhrzeit angeben, wann er in den letzten 14 Tagen gearbeitet hat.

Falls es in diesem Zeitpunkt zu einer Erkrankung gekommen ist und der Patient krankgeschrieben wurde, wurde es in der Tabelle als AU aufgeschrieben. Der stattgefundene Urlaub wurde mit dem Buchstaben U notiert.

2.3.4 24-Stunden-EKG-Messung

Für die EKG-Messung wurde ein Einkanal-EKG-Gerät *eMotion Faros 180°, Mega Electronics* mit Brustgurt eingesetzt. Das Gerät wird über Stingray Adapter mit dem Textilgurt verbunden, welcher über 2 Trockenelektroden verfügt (Balint et al. 2022).
Die Messung sollte nach der ersten oder zweiten Therapiesitzung an dem gleichen Tag gegen 20 Uhr starten. Die Patienten führten die Messung selber durch. Die dafür benötigte Anleitung befand sich in der Unterlage *Anleitung für die Patienten*, die die Probanden in der PSIB zur Mitnahme nach Hause bekommen haben.
Zur Anlage des Gurts wurden die auf dem Messgerät befindenden zwei Elektroden mit Wasser befeuchtet. Danach wurde der Gurt unter die Brustmuskulatur aufgesetzt. Nach dem korrekten Auflegen des Gurtes sollte der Stingray Adapter mit dem Messgerät nach vorne zeigen, sich in der Brustmitte befinden und aufrecht positioniert werden. Im Folgenden wurde das Gerät eingeschaltet, hierfür musste der Patient eine Sekunde lang auf die on/off Taste drücken, bis die grüne Lampe an dem Gerät geblinkt hat. Die genaue Startzeit wurde dann im Tagesprotokoll notiert.
Der Gurt wurde von den Patienten mindestens 24 Stunden durchgehend getragen. Die Abnahme in dieser Zeitspanne war nur während des Kontaktes mit Wasser, z.B. während dem Duschen oder in der Sauna gestattet und die Abnahme- sowie Anlagezeiten wurden im Tagesprotokoll aufgeschrieben. Die Patienten wurden darüber informiert, dass der Gurt nach der Abnahme wieder schnellstmöglich angezogen werden sollte, da längere Unterbrechungen zu nicht verwertbaren Messungen führen könnten.
Vor der Ablage des Gurtes nach 24 Stunden wurde das Gerät ausgeschaltet. Die genaue Zeit, wann das Gerät abgenommen wurde, wurde auch im Tagesprotokoll notiert.
Die HRV-Parameter wurden nicht invasiv gemessen, deshalb war das Risiko Komplikationen zu erleiden gering. In seltenen Fällen hätte es zu einer Hautreizung an der Auflagefläche des EKG-Brustgurtes kommen können. Die Patienten wurden darüber informiert und aufgeklärt, bei solchem Ereignis den Gurt abzulegen.

Falls in der HRV-Messung eine Herzrhythmusstörung aufgefallen wäre, hätte der behandelnde Therapeut den Patienten angeboten, sich beim Hausarzt vorzustellen.
Die EKG-Messungen wurden mit dem Softwareprogramm *Cardiscope* ausgewertet. Die Software verfügt über automatische Artefaktkorrektur. Die ausgewerteten Daten wurden als Excel Tabellen gespeichert und statistisch ausgewertet. Die erreichten Werte bei dem rMSSD Parameter wurden den verschiedenen Perzentilen anhand der von Jarczok et al. 2021 angebotenen Referenzwerten zugeordnet (Jarczok et al. 2021)

2.3.5 Cortisol Messung

Die Messung des Cortisol-Spiegels, wie bei Balint et al., 2022 beschrieben, erfolgte mit Hilfe von *Salivetten* – ein zur hygienischen Speichelgewinnung entwickeltes System von dem deutschen Hersteller *Sarstedt AG & Co*. Die Patienten wurden zur selbständigen Messung aufgeklärt und erhielten acht Salivetten zur Probeentnahme. Die Salivette besteht aus einem großen Plastikröhrchen, in dem sich ein kleineres Röhrchen mit Saugrolle befindet. Die aus dem Röhrchen entnommene Saugrolle wird in den Mund genommen und für mindestens 60 Sekunden dort gehalten. Im Anschluss ist die Saugrolle zurück in das kleine Röhrchen zu stecken, die blaue Kappe muss danach wieder aufgesetzt werden.
Die erste Probenentnahme erfolgte direkt nach dem Erwachen. Eine Stunde nach dem Aufwachen durften die Probanden weder essen noch rauchen, als Erfrischung wurden nur zucker- und koffeinfreie Getränke zugelassen. Die zweite Probenentnahme erfolgte eine halbe Stunde, die dritte, vierte und fünfte dementsprechend zwei, fünf, acht und zwölf Stunden nach dem Aufwachen. Die sechste Probenentnahme wurde beim Zubettgehen durchgeführt. 30 Minuten vor der Probenentnahme durften die Patienten weder essen noch trinken, um die mögliche Verfälschung der Daten zu vermeiden. In der halben Stunde vor der Entnahme durchgeführten Tätigkeiten, wie z.B. Rauchen oder Sport, wurden in den dafür vorgesehenen Feldern auf dem Tagesprotokoll dokumentiert. Die abgenommene Cortisolproben wurden bis zur Abgabe lichtgeschützt im Gefrierschrank gelagert und gefroren mit Hilfe einer ausgehändigten Kühltasche sowie zwei Kühlakkus in die PSIB zurückgebracht (Balint et al. 2022).

2.4 Statistische Verfahren

Das Analysesample bezieht sich auf das primäre Zielkriterium HRV und beinhaltet N=23 Teilnehmer (s. Abbildung 1). Für sekundäre Zielkriterien (Hypothese 2) ergibt sich teilweise ein kleineres N durch fehlende Werte in einzelnen Fragebögen (s. Tabelle 5). Die Dropout-Analyse bezieht sich auf das Haupt-Analysesample.

Die statistischen Rechnungen sowie Signifikanzprüfungen wurden mit Hilfe von SPSS Statistics Version 28.0 (IBM, NY, USA) durchgeführt.

Zum Vergleich der Nicht-Teilnehmer mit den Teilnehmern wurden Chi-Quadrat-Tests bei nominalen und Mann-Whitney-U-Tests bei ordinalen und metrischen Variablen eingesetzt.

Die psychometrischen Summenskalen vor und nach der PSIB zeigten visuell eine Normalverteilung und der Kolmogorov-Smirnov-Test widersprach nicht. Daher wurden sie als normalverteilte Variablen eingestuft und mit t-Tests für verbundene Stichproben verglichen. Zu diesen Variablen gehören Depressivität, Ängstlichkeit, somatische Beschwerden, Symptombelastung, Summenskalen für psychische und körperliche Gesundheit, emotionale sowie kognitive Irritation und Zufriedenheit mit der Behandlung. Die ordinalskalierten Variablen aktuelle Arbeitsfähigkeit und Stigma-Fragen wurden mittels eines Wilcoxon-Vorzeichenrangtests bei verbundenen Stichproben getestet.

Bei den HRV Parametern (Frequenzparameter HF, LF, VLF; Zeitparameter rMSSD, SDANN, SDNN, SDNN-i sowie pNN50) sowie der Herzfrequenz handelte es sich um metrische Variablen, die visuell normalverteilt waren. Der Kolmogorov-Smirnov-Test widersprach dem nicht, deshalb wurde bei diesen Variablen der t-Test für verbundene Stichproben angewendet. Die Verteilung der rMSSD Perzentile wurde als ordinale normalverteilte Variable mit dem Exakten Test nach Fisher-Freeman-Hilton, der für kleine Zahlen geeignet ist, ausgewertet.

Als Signifikanz-Niveau wurde $p<0,05$ festgelegt.

3 Ergebnisse

3.1 Beschreibung der Studienpopulation

Die Stichprobe der Studie beinhaltet 23 Probanden, die an der psychosomatischen Sprechstunde im Betrieb teilgenommen haben. Die Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die soziodemographischen Daten der Studienteilnehmer im Vergleich zu den anderen die PSIB aufsuchenden Arbeitnehmern im gleichen Unternehmen.
Der signifikante Unterschied zwischen beiden Gruppen besteht hinsichtlich der Anzahl aufgesuchter Sprechstunden in der PSIB. Die Gruppe der Studienteilnehmer hat somit mehr Kontakte im Rahmen einer PSIB als die Gruppe der anderen Teilnehmer der PSIB. Beide Gruppen sind anhand aller anderen Variablen wie Alter, Geschlecht, Zuweisung in die PSIB, Hauptdiagnose, Arbeitsplatzproblematik im Zusammengang mit psychischen Krankheiten sowie Empfehlungen für weitere Therapien vergleichbar. Hinsichtlich dieser Kategorien bestehen keine signifikanten Unterschiede.

Tabelle 3: Charakteristika der Studienteilnehmer und anderen Teilnehmer der PSIB.

Aus den Patientenfragebögen, Erhebungszeitraum Mai 2017 bis Dezember 2018. N = Anzahl, MED = Median, Q1 = untere Quartile, Q3 = obere Quartile, % = Häufigkeit in Prozentzahl, p = p-Wert, PSIB = psychosomatische Sprechstunde im Betrieb

	Teilnehmer an der Studie (N=23)			Kein Teilnehmer an der Studie oder ausgeschlossen (N=42)			Statistische Auswertung
	Q1	***MED***	***Q3***	***Q1***	***MED***	***Q3***	***Mann-Whitney-U-Test***
Alter in Jahren	34	42	52	34,75	45,50	50,25	p = 0,902
Anzahl Sprechstunden im Rahmen der PSIB	4	6	10	2	3	5	p < 0,001
	N (%)			**N (%)**			***Chi-Quadrat-Test***
Geschlecht männlich weiblich	5 (21,7) 18 (78,3)			13 (31) 29 (69)			p = 0,565
Zuweisung zur PSIB erfolgt über Patient selbst Betriebsarzt andere Akteure	16 (69,6) 4 (17,4) 3 (13)			27 (64,3) 5 (11,9) 10 (23,8)			p = 0,545
Hauptdiagnose: psychische Störung Depressive Störungen Anpassungsstörungen sonstige psychische Störungen keine psychische Störung	4 (17,4) 8 (34,8) 4 (17,4) 7 (30,4)			9 (21,4) 20 (47,6) 8 (19) 5 (11,9)			p = 0,353
Arbeitsplatzproblematik als Ursache für psychische Krankheit Hauptursache Mitursache Arbeit ist stabilisierend Kein Zusammenhang	4 (17,4) 12 (52,2) 4 (17,4) 3 (13)			8 (19) 18 (42,9) 9 (21,4) 7 (16,7)			p = 0,898
Empfehlung für weitere Therapie PSIB ambulante Psychotherapie stationäre Psychosomatik sonstiges	19 (82,6) 2 (8,7) 2 (8,7) 0			23 (54,8) 9 (21,4) 4 (9,5) 6 (14,3)			p = 0,080

3.2 Veränderung der HRV-Werte bei den Studienteilnehmern vor und nach der Intervention

Die Herzratenvariabilität wurde bei den Teilnehmern an der Studie vor der Intervention (Zeitpunkt T1) sowie nach drei oder mehr Therapiestunden im Rahmen einer PSIB jeweils 24 Stunden gemessen (Zeitpunkt T2).

Für den Vergleich wurden die gängigsten HRV-Parameter ausgewählt: Herzfrequenz, Gesamt-Power, High Frequency, Low Frequency, Very Low Frequency, rMSSD, SDANN, SDNN, SDNN-index sowie pNN50. Die Tabelle 4 stellt eine Übersicht über diese Parameter an den Zeitpunkten T1 (vor Intervention) sowie T2 (nach Intervention) dar.

Tabelle 4: Werte der verschiedenen HRV-Parameter vor der PSIB (T1) sowie nach Intervention (T2).
Aus den mit Hilfe vom Einkanal-EKG-Gerät eMotion Faros 180° gesammelten HRV-Daten. Erhebungszeitraum Mai 2017 bis Dezember 2018. Messzeitraum: jeweils 24 Stunden.
N = Patientenzahl, M = Mittelwert, SA = Standardabweichung, HF = High Frequency, LF = Low Frequency, VLF = Very Low Frequency, rMSSD = Quadratwurzel aus dem arithmetischen Mittel der quadrierten Differenzen zwischen benachbarten RR-Intervallen, SDANN = Standardabweichung der Mittelwerte der RR-Intervalle in 5-Minuten Segmenten, SDNN = Standardabweichung der RR-Intervalle im Messbereich, SDNN-I = Mittelwert der Standardabweichungen der RR-Intervallen in 5-Minuten Segmenten, pNN50 =Prozentsatz aufeinander folgender RR-Intervalle, die mehr als 50 Millisekunden voneinander abweichen, bezogen auf die Gesamtzahl der RR-Intervalle, RR-Intervall = Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Herzschlägen, HRV = Herzratenvariabilität, PSIB = psychosomatische Sprechstunde im Betrieb, EKG = Elektrokardiogramm

	T1			T2			p-Wert
	N	M	SA	N	M	SA	
Herzfrequenz	23	77,86	5,19	23	76,88	5,11	0,189
Gesamt-Power	23	3475,5	1261,23	23	3497,17	1791,42	0,462
HF	23	322,49	191,08	23	343,8	273,85	0,306
LF	23	964,12	535,28	23	1022,99	656,46	0,412
VLF	23	1937,23	686,9	23	1959,75	896,66	0,413
rMSSD	23	27,71	7,54	23	28,59	10,66	0,272
SDANN	23	128,19	29,7	23	126,4	35,27	0,379
SDNN	23	141,94	27,47	23	142,12	37,51	0,487
SDNN-i	23	57,19	10,6	23	57,06	14,77	0,474
pNN50	23	7,05	4,87	23	7,85	6,89	0,204

Die Veränderungen der einzelnen HRV-Parameter vor der PSIB und nach den Interventionen in der PSIB waren statistisch nicht signifikant.

Die erreichten Werte bei dem Parameter rMSSD wurden den verschiedenen Perzentilen, zugeordnet. Abbildungen 2 (vor Intervention) sowie 3 (nach Intervention) geben dazu eine Übersicht.

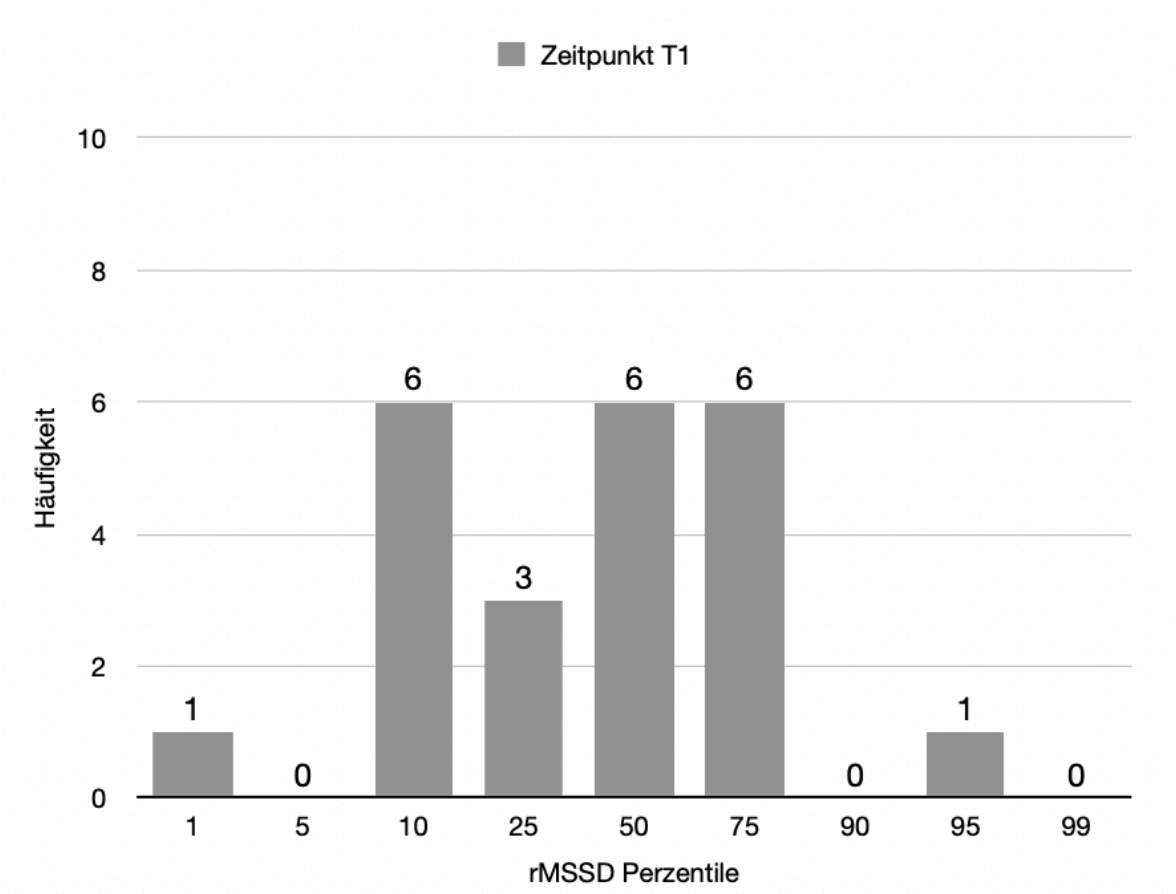


Abbildung 2: Zugehörigkeit zu den verschiedenen rMSSD Perzentilen vor der PSIB (Zeitpunkt T1).
Aus den mit Hilfe vom Einkanal-EKG-Gerät eMotion Faros 180° gesammelten HRV-Daten. Erhebungszeitraum Mai 2017 bis Dezember 2018. Messzeitraum: jeweils 24 Stunden. Eine Einordnung bei „10“ bedeutet, dass der individuelle rMMSD-Wert zwischen der 10. und 25. Perzentile der rMSSD-Referenzwerten liegt. rMSSD = Quadratwurzel aus dem arithmetischen Mittel der quadrierten Differenzen zwischen benachbarten RR-Intervallen, HRV = Herzratenvariabilität, PSIB = psychosomatische Sprechstunde im Betrieb, EKG = Elektrokardiogramm

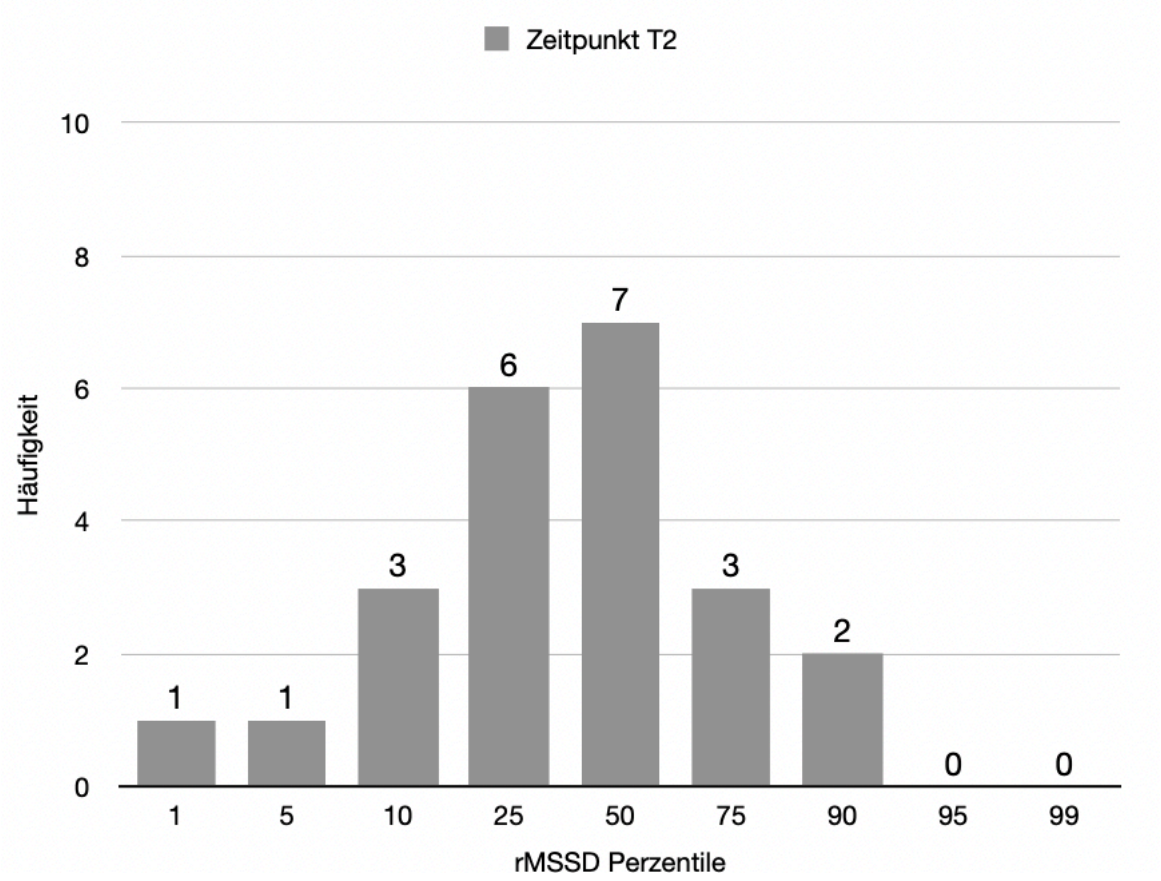


Abbildung 3: Zugehörigkeit zu den verschiedenen rMSSD Perzentilen nach drei oder mehr Therapiestunden in der PSIB (Zeitpunkt T2).

Aus den mit Hilfe vom Einkanal-EKG-Gerät eMotion Faros 180° gesammelten HRV-Daten. Erhebungszeitraum Mai 2017 bis Dezember 2018. Messzeitraum: jeweils 24 Stunden. Eine Einordnung bei „10“ bedeutet, dass der individuelle rMMSD-Wert zwischen der 10. und 25. Perzentile der rMSSD-Referenzwerten liegt. rMSSD = Quadratwurzel aus dem arithmetischen Mittel der quadrierten Differenzen zwischen benachbarten RR-Intervallen, HRV = Herzratenvariabilität, PSIB = psychosomatische Sprechstunde im Betrieb, EKG = Elektrokardiogramm

Der Abbildung 3 lässt sich entnehmen, dass sich im Vergleich zu dem Zeitpunkt T1 (vor Intervention) die Perzentilenverteilung verändert hat. Die Zahl der Probanden unter der 25. Perzentile vor Intervention wurde nach drei oder mehr Therapiestunden im Rahmen einer PSIB reduziert. Die Veränderung zwischen den Zeitpunkten T0 und T1 war statistisch signifikant (p-Wert = 0,014) entsprechend Hypothese 2: der davor reduzierte HRV-Wert wurde durch die Therapiestunden verbessert.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich die HRV-Mittelwerte vor und nach den Interventionen nicht signifikant verändert haben. Die Verteilung der rMSSD-Werten in den Perzentilenbereichen hat sich signifikant gebessert.

3.3 Psychometrische Variablen des Studienkollektivs

Die psychometrischen Variablen der Studienteilnehmer wurden von den Fragebogen T1 und T2 ermittelt, die vor der Teilnahme an der PSIB (T1) und nach erfolgter Intervention im Rahmen der PSIB (T2) ausgefüllt wurden. Die an den zwei Zeitpunkten erhobenen Daten wurden hinsichtlich der verschiedenen Fragebogenanteile miteinander verglichen.

Fragebogen

Tabelle 5 gibt eine Übersicht über die erreichten Punktzahlen in den verschiedenen Fragebögen (aktuelle Arbeitsfähigkeit, Depressivität, Ängstlichkeit, somatische Beschwerden, Summenskalen für körperliche sowie psychische Gesundheit und kognitive sowie emotionale Irritation) vor sowie nach Intervention im Rahmen der PSIB an.

Tabelle 5: erreichte Punktzahl in verschiedenen Fragebögen vor der PSIB (T1) sowie nach mehr als drei Interventionen (T2).

Aus den Patientenfragebögen. Durch unbeantwortete Items konnten bei einzelnen der 23 Teilnehmer nicht alle Fragebögen ausgewertet werden. Erhebungszeitraum Mai 2017 bis Dezember 2018.

N = Patientenzahl, M = Mittelwert, SA = Standardabweichung, PHQ = Patient Health Questionnaire, PSIB = psychosomatische Sprechstunde im Betrieb.

	T1			T2			p-Wert
	N	M	SA	N	M	SA	
aktuelle Arbeitsfähigkeit	22	5,45	2,22	22	5,91	2,52	0,215
PHQ Depressivität	21	10,76	5,35	21	8,57	5,09	0,009
PHQ Ängstlichkeit	21	9,05	4,97	21	7,05	4,79	0,03
PHQ somatische Beschwerden	20	10,55	4,98	20	8,85	4,18	0,064
Summenskala für körperliche Gesundheit	22	47,31	10,74	22	47,95	8,75	0,356
Summenskala für psychische Gesundheit	22	33,01	8,6	22	43,32	9,99	p <0,001
kognitive Irritation	21	13,57	4,42	21	10,62	4,79	0,023
emotionale Irritation	21	18,05	7,5	21	15,67	6,9	0,001

Es zeigte sich eine signifikante Verbesserung bei depressiven und ängstlichen Symptomen. Ebenso besserte sich der Wert der Summenskala für psychische Gesundheit. Die kognitive und emotionale Irritation verringerte sich signifikant. Keine Veränderungen waren sichtbar bei der Arbeitsfähigkeit, somatischen Beschwerden sowie Summenskala für körperliche Gesundheit.

Einstellungen gegenüber psychischen Krankheiten

Tabelle 6 gibt eine Übersicht über die Einstellung gegenüber psychischen Krankheiten vor und nach der PSIB.

Hinsichtlich der Einstellung gegenüber psychischer Erkrankung zeigten sich signifikante Unterschiede bei der subjektiven Einschätzung der psychischen Gesundheit zwischen Zeitpunkt T1 und T2 (p-Wert = 0,002). Die mediane Punktzahl ist gesunken und somit haben sich die Probanden nach den Interventionen psychisch gesünder eingeschätzt als vor Intervention. Auch bei der Bereitschaft Psychopharmaka einzunehmen wurden statistisch signifikante Veränderungen nachgewiesen (p-Wert = 0,022). Die verbliebenen sechs Fragen haben keine signifikanten Unterschiede gezeigt (s. Tabelle 6).

Tabelle 6: Fragen zu subjektiven Einstellungen gegenüber psychischen Krankheiten vor der PSIB (Zeitpunkt T1) sowie nach mehr als drei Interventionen (Zeitpunkt T2).

Quelle: eigene Darstellung eigene Darstellung aus den Patientenfragebögen. Erhebungszeitraum Mai 2017 bis Dezember 2018.

N = Patientenzahl, MED = Median, Q1 = untere Quartile, Q3 = obere Quartile, PSIB = psychosomatische Sprechstunde im Betrieb.

	T1				T2				p-Wert
	N	Q1	MED	Q3	N	Q1	MED	Q3	
Ich bin: psychisch gesund (1)…..psychisch schwer krank (9)	22	3	4	6	22	2	3	4,25	0,002
Wie stark würde ich mich für meine psychische Krankheit schämen: gar nicht (1)…..sehr stark (9)	22	2	4	7	22	1	3	5	0,252
Psychisch kranke Mitarbeiter werden unterstützt: stimmt nicht (1)…..stimmt völlig (9)	22	5	6	8	22	2	4,5	7,25	0,058
Mit psychisch kranken Kollegen möchte ich so wenig wie möglich interagieren; stimmt nicht (1)…..stimmt völlig (9)	22	1	1	3	22	1	2	2,25	0,641
Über meine psychische Krankheit würde ich meinen Kollegen erzählen: sicher nicht (1)…..auf jeden Fall (9)	22	1,75	5	7,25	20	2	3	7,75	0,199
Durch die Teilnahme an der PSIB fürchte ich selbst als „psychisch krank“ abgestempelt zu werden: sicher nicht (1)…..auf jeden Fall (9)	22	1	2	5	20	1	2	4	0,446
Ich bin bereit Psychotherapie durchzuführen: sicher nicht (1)…..auf jeden Fall (9)	22	8,75	9	9	22	7	9	9	0,751
Ich bin bereit Psychopharmaka einzunehmen: sicher nicht (1)…..auf jeden Fall (9)	29	2	2	5,5	22	2	3	9	0,022

Zufriedenheit mit der Behandlung

Tabelle 7 gibt eine Übersicht über die bei den einzelnen Fragen erreichte mittlere Punktzahl nach mehr als drei Interventionen.

Tabelle 7: Patientenzufriedenheit mit der Behandlung in der PSIB nach mehr als drei Interventionen (Zeitpunkt T2).

Aus den Patientenfragebögen. Erhebungszeitraum Mai 2017 bis Dezember 2018.

N = Patientenzahl, M = Mittelwert, SA = Standardabweichung, Min = minimale erreichte Punktzahl pro eine Frage, Max = maximale erreichte Punktzahl pro eine Frage

	T2				
	N	M	SA	Min	Max
Zufriedenheit mit der Behandlung	22	3,75	0,25	3,25	4,00

Mit der durchschnittlichen Punktzahl von 3,75 Punkten pro Frage lagen die Antworten nah an der maximal erreichbaren Punktzahl von 4 Punkten pro Frage. Somit kann auf eine sehr hohe Zufriedenheit der Patienten mit dem Angebot der PSIB geschlossen werden.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Behandlungen im Rahmen der PSIB in folgenden Bereichen zu einer Verbesserung geführt haben: Depressivität, Ängstlichkeit, mit psychischer Gesundheit verbundene Lebensqualität, emotionale und kognitive Irritation, subjektive Einschätzung der psychischen Gesundheit sowie Bereitschaft Psychopharmaka einzunehmen. Somit wurde für diese Variablen die Hypothese 1 bestätigt. Auch die Zufriedenheit mit der Behandlung war sehr groß. Nicht signifikant verändert werden konnten folgende Bereiche: aktuelle Arbeitsfähigkeit, somatische Beschwerden, körperliche Gesundheit, Schamgefühle, Umgang mit den psychisch kranken Mitarbeitern und Bereitschaft Psychotherapie anzufangen.

4 Diskussion

In der Studie wurden die Auswirkungen einer psychosomatischen Sprechstunde im Betrieb auf die HRV-Werte sowie subjektiv angegebene psychometrische Daten untersucht. Im folgenden Kapitel erfolgt die Diskussion über die Ergebnisse der Studie sowie angewandte Methodik. Abschließend werden die Ergebnisse zusammengefasst und ein Ausblick gegeben.

4.1 Hypothese 1: die HRV-Parameter werden durch die PSIB verbessert

Es hat sich die Frage gestellt, ob durch die Intervention im Rahmen der PSIB die HRV-Parameter verbessert werden können. Es zeigte sich eine leichte Verschiebung hin zu besseren Werten in der Verteilung der in alters- und geschlechtsspezifischen Perzentilen eingeordneten rMSSD-Werte. Die Verbesserung in den unteren Perzentilen ist aus medizinischer Sicht sehr wichtig, da in diesen Bereichen sich befindende rMSSD-Werte mit erhöhtem Risiko für kardiovaskuläre Ereignisse assoziiert sind (Jarczok et al. 2019).
Im Gegensatz dazu zeigte sich bei keinem von den ausgewählten 24-Stunden-HRV-Werten – Herzfrequenz, High Frequency, Low Frequency, Very Low Frequency, rMSSD, SDANN, SDNN, SDNN-i, pNN50 –im Mittel ein signifikanter Unterschied vor und nach Intervention. Bei den Mittelwerten wurde weder Alter noch Geschlecht berücksichtigt. Zwar könnte beim Vergleich der Mittelwerte Alter und Geschlecht als Kontrollvariable mit einbezogen werden, es unterscheidet sich jedoch qualitativ von dem Ansatz, jeden einzelnen Probanden unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht in eine Perzentile zu klassifizieren. Da sich die HRV-Werte sowohl bei verschiedenen Altersgruppen als auch zwischen den Geschlechtern unterscheiden (Finley u. Nugent 1995; Umetani et al. 1998; Koenig u. Thayer 2016), könnte die Betrachtung der Mittelwerte für alle teilgenommene Patienten ohne Alter und Geschlecht zu berücksichtigen die fehlende Veränderung der HRV-Werte erklären. Die beiden Einflussfaktoren wurden jedoch bei der Zuteilung der rMSSD-Werte in Perzentile berücksichtigt.
Die 24-Stunden-HRV-Messungen sind zwar ein gut geeignetes Mittel für die HRV-Analyse und ziemlich stabil im Vergleich zu den kurzen HRV-Messungen, die Messungen von 24-Stunden Dauer sind aber von den persönlichen Aktivitäten (wie Sport) sowie Umgebungsfaktoren beeinflussbar (Li et al. 2019). Diese Faktoren wurden als Einflussvariablen bei der

Auswertung von Mittelwerten der HRV-Werte nicht berücksichtigt. Dies könnte noch ein Grund für die fehlende Besserung der HRV-Mittelwerte nach den Interventionen sein.

Nach meinem aktuellen Kenntnisstand wurde der Einfluss der PSIB auf die HRV-Werte in der vorliegenden Studie zum ersten Mal untersucht. Es liegen jedoch einige Studien zum Vergleich von HRV-Mittelwerten vor und nach psychotherapeutischen Interventionen vor, von denen die meisten, im Einklang mit der vorgelegten Studie, keine Veränderung der Mittelwerte feststellen konnten. Bei der Studie von Neyer et al. 2021 ging die Reduktion der depressiven Symptomatik nach den psychotherapeutischen Interventionen nicht mit einer Verbesserung der HRV-Werte einher (Neyer et al. 2021). Hier wurden jedoch die 5-Minuten-HRV-Werte in Betracht gezogen, die nicht mit den 24-Stunden-HRV-Werten vergleichbar sind (Shaffer u. Ginsberg 2017). Fast die gleichen Resultate hatten auch Caldwell und Steffen 2018 – die Psychotherapie allein hat die davor reduzierten HRV-Werte bei den depressiven Patienten nicht verbessert (Caldwell u. Steffen 2018). Auch die kognitive Psychotherapie verbesserte zwar die depressive Symptomatik, hatte aber keinen Einfluss auf die HRV (Wheeler et al. 2014). Die Veränderung bei den 24-Stunden-HRV-Werten vor und nach Intervention bei depressiven Patienten haben Carney et al. 2000 untersucht. Hierbei ist festgestellt worden, dass von allen HRV-Parametern nur Herzfrequenz und rMSSD sich nach Intervention gebessert haben. Die Veränderung fand nur bei den an schwerer Depression leidenden Patienten statt. Bei den Patienten mit leichter Depression wurden keine Veränderungen der HRV-Werte vor und nach den Interventionen nachgewiesen. Da bei der vorliegenden Stichprobe dieser Studie nur ein Patient die Diagnose einer schwergradigen Depression aufwies, könnte auch dadurch der fehlende Unterschied bei den Mittelwerten erklärt werden (Carney et al. 2000). Es kann also eine Tendenz gesehen werden, dass die nichtpharmakologischen Therapien zwar die Symptomatik verbessern, die HRV-Werte aber im Mittel unverändert bleiben. Damit bleibt die Frage offen, ob durch eine Psychotherapie auch somatische Werte wie die HRV verändert werden können bzw. wie diese Veränderung am besten nachgewiesen werden kann.

Die Verteilung bei den rMSSD-Perzentilen zeigt, dass etwas mehr als die Hälfte (N=17, 59%) der Patienten vor den Interventionen unterhalb der 50. rMSSD-Perzentile lagen. Die HRV-Werte waren also vor der Intervention zwar vermindert, jedoch nicht ausgeprägt. Dies muss bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden. Da schon vor der

Intervention nur einige Teilnehmer reduzierte HRV-Werte hatten, kann auch nur wenig Verbesserung erwartet werden. Andererseits sind die nicht allzu stark reduzierten HRV-Werte ermutigend. Es wurde bereits beschrieben, dass bei Patienten mit Depression und anderen Psychopathologien die HRV-Werte reduziert sind (Beauchaine u. Thayer 2015, Hartmann et al. 2019, Koch et al. 2019). In der durchgeführten Studie lagen viele der teilgenommenen Patienten oberhalb der 50. Perzentile, das könnte darauf hindeuten, dass die PSIB die Studienteilnehmer relativ früh im Behandlungsverlauf erreicht hat. Die nicht allzu stark reduzierten HRV-Werte bei den Probanden sind somit möglicherweise ein Indikator, dass die PSIB im Allgemeinen ein niederschwelliges Angebot ist und die psychisch kranken Patienten früh auffängt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Verteilung auf alters- und geschlechtsspezifischen Perzentilen der rMSSD durch die PSIB leicht verbessert wurde, was im medizinischen Bereich einen großen Stellenwert hat und zu weiteren Untersuchungen ermutigt. Einschränkend ist dabei die nur geringe Anzahl der in dieser Studie untersuchten Teilnehmer und es muss abgewartet werden, ob das Ergebnis replizierbar ist. Die HRV-Mittelwerte wurden durch die Interventionen im Rahmen der PSIB nicht verbessert. Der Grund dafür könnte sein, dass diese nicht alters- und geschlechtsbezogene Mittelwerte wenig sensitiv auf Veränderungen sind. Die Umgebungsfaktoren wurden bei der Auswertung auch nicht berücksichtigt. Außerdem gab es insgesamt nur eine niedrige Zahl der Patienten mit reduzierten HRV-Werten, weil die PSIB möglicherweise die Patienten relativ früh im Behandlungsverlauf erreicht hat. Wenn die psychischen Beschwerden der Patienten nicht mit erniedrigten HRV-Werten einhergehen, kann auch bei Besserung der Beschwerden eher keine HRV-Erhöhung erwartet werden.

4.2 Hypothese 2: subjektive psychische Symptome werden durch die PSIB verbessert

Mehr als vier Termine in der PSIB haben die subjektiv von den Patienten angegebene Depressivität, Ängstlichkeit, mit psychischer Gesundheit verbundene Lebensqualität, emotionale und kognitive Irritation sowie die Einschätzung von der eigenen psychischen Gesundheit signifikant verbessert. Die Zufriedenheit mit der Behandlung war sehr hoch.
Dies entspricht den Ergebnissen von Balint et al. 2021, die ebenso Symptomverbesserung bei Depressivität und Ängstlichkeit sowie eine hohe Zufriedenheit bei über 180 Teilnehmern der PSIB beschrieben hat. Die Depressivität und Ängstlichkeit waren nach den Interventionen signifikant reduziert und die subjektive Einschätzung der psychischen Gesundheit haben sich signifikant verbessert. Die Zufriedenheit mit der Behandlung war beinahe so hoch wie in der vorliegenden Studie (Balint et al. 2021). Den Rückgang von Depressivität und Ängstlichkeit mit Hilfe von PSIB hat auch Hölzer im Jahr 2012 beschrieben (Hölzer 2012).
Die beobachtete hohe Zufriedenheit mit der Behandlung kann die Folge der ausgeprägten Symptomverbesserung sein. Das stimmt mit der in anderen Studien gezeigten positiven Korrelation zwischen Zufriedenheit und Behandlungserfolg überein (Rothermund et al. 2019, Kriz et al. 2008).
Da in dieser Studie eine Vergleichsgruppe fehlt, können keine Rückschlüsse gezogen werden, ob die Symptombesserung durch die Intervention verursacht wurde oder spontan eingetroffen ist. Die positive Wirkung der Psychotherapie auf depressive Symptome ist auf einer Seite nachgewiesen (Härter et al. 2018), auf der anderen Seite variiert die Remission der Depression ohne Behandlung bei verschiedenen Studien zwischen 12% und 53%, abhängig von dem Zeitraum (Mekonen et al. 2021, Whiteford et al. 2013).
Es kann auch nicht bewertet werden, ob weniger Therapiestunden für die Besserung der Symptome ebenfalls ausgereicht hätten. Rothermund et al. 2016 konnten bereits mit ein oder zwei Therapiestunden im Rahmen einer PSIB einen Rückgang der Depressivität und Ängstlichkeit zeigen (Rothermund et al. 2016).
Die aktuelle Arbeitsfähigkeit im Vergleich zu der besten je erreichten Arbeitsfähigkeit zeigte vor und nach Intervention im Rahmen der PSIB keine signifikanten Veränderungen. Dies könnte in Verbindung mit den verschiedenen zu der Arbeitsfähigkeit beitragenden Faktoren laut Tempel und Ilmarinen, 2013 stehen. Die Arbeitsfähigkeit ist nicht nur durch die Gesundheit der Person bestimmt, sondern wird auch durch andere Faktoren wie persönliche

Kompetenz, Werte, Motivation, Arbeitsumfeld, Arbeitsorganisation sowie persönliches Umfeld und Familie beeinflusst (Tempel u. Ilmarinen 2013). Somit kann mit Hilfe der PSIB zwar die psychische Gesundheit der Teilnehmer verbessert werden, die anderen beitragenden Faktoren wie persönliches Umfeld oder Arbeitsumfeld bleiben aber unbeeinflusst.
Die fehlende Veränderung bei den somatischen Symptomen und Einschätzung der körperlichen Gesundheit kann damit erklärt werden, dass die psychosomatische Sprechstunde im Betrieb ein Angebot primär für die psychische Gesundheit ist. Von den Interventionen im Rahmen einer PSIB ist es deshalb nicht zu erwarten die körperlichen Symptome zu verbessern.
Die erhobenen Daten weisen darauf hin, dass die psychosomatische Sprechstunde im Betrieb die subjektiv angegebenen psychischen Symptome verbessern kann und ein geeignetes Angebot zur Verbesserung der psychischen Gesundheit ist.

4.3 Methodenkritische Diskussion

Meines Wissens nach ist die vorliegende Studie die erste, die die Auswirkung der Interventionen im Rahmen einer PSIB auf die HRV-Werte untersucht.
Die besondere Stärke der Studie war die gleichzeitige Untersuchung der PSIB als geeignete Therapie zur Verbesserung nicht nur der subjektiv angegebenen Symptome, sondern auch der objektiven HRV-Werte. Somit konnten die Auswirkungen der PSIB auf verschiedenen Ebenen ausgewertet werden. Darüber hinaus entspricht die Stichprobe der Studie gut der die PSIB aufsuchenden Population. Der Unterschied zwischen den Teilnehmern und Nicht-Teilnehmern besteht lediglich in der Anzahl der stattgefundenen Termine. Des Weiteren sind für die Abfrage der psychischen Symptome etablierte Fragebögen genutzt worden, die die Symptome in verschiedenen Dimensionen (Depressivität, Ängstlichkeit, somatische Symptome, Arbeitsfähigkeit, kognitive sowie emotionale Irritation) eruieren.
Die Studie hat einige Limitationen. Einige Patienten haben die zweite Messung nicht durchgeführt oder hatten nicht verwertbare EKGs. Dies wurde von den Patienten insbesondere mit dem Zeitaufwand der Messung sowie den unangenehmen Umständen (Tragen des Brustgurtes, Abgabe der Speichelproben für Cortisol) begründet. Es ist nicht auszuschließen, dass gerade besonders belastete oder unzufriedene Patienten die Wiederholungsmessung nicht durchgeführt haben. Hier sollte in Zukunft zumindest eine Befragung mittels Fragebogen

durchgeführt werden. Andere Faktoren, die die 24-Stunden-HRV beeinflussen, wie die körperliche Aktivität, wurden nicht erfragt und konnten daher nicht berücksichtigt werden.
Die Überschätzung der subjektiv angegebenen Symptome und Zufriedenheit mit der Behandlung kann nicht ausgeschlossen werden. Darüber hinaus gab es keine Kontrollgruppe, mit der die Verbesserung verglichen werden konnte.
Eine weitere Limitation ist die geringe Anzahl der untersuchten Probanden. Des Weiteren wurde nur aus einem Betrieb rekrutiert, was die Generalisierbarkeit einschränkt.

4.4 Fazit und Ausblick

In der vorliegenden Studie wurde bestätigt, dass sich bei Teilnehmern der psychosomatischen Sprechstunde im Betrieb die subjektive psychische Gesundheit verbessert. Dieser Effekt konnte mit einer niedrigen psychotherapeutischen Dosis (vier bis 13 Terminen) erreicht werden. Nicht nur die von den Patienten angegebenen subjektiven Werte, sondern auch die gemessene objektive Verteilung der Patienten auf die rMSSD Perzentilen wurde mit Hilfe der PSIB verbessert, obwohl wenige Patienten deutlich erniedrigte HRV-Werte gezeigt haben. Diese Studie war die erste Studie, die die Auswirkung der PSIB auf die HRV-Werte untersucht hat. Die Verbesserung besonders der rMSSD-Werte in niedrigen Perzentilen nach der Intervention ist wichtig, da niedrige rMSSD-Werte mit schlechtem Outcome assoziiert sind. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die psychosomatische Sprechstunde im Betrieb ein geeignetes niederschwelliges Angebot für die Verbesserung der psychischen Gesundheit ist, und geben den Anlass für die weitere Erforschung der Auswirkungen der psychotherapeutischen Angebote auf dem Arbeitsplatz für die psychische und somatische Gesundheit des Arbeitnehmers.
Es ist wichtig, die psychosomatische Sprechstunde im Betrieb weiterhin zu erforschen, um die möglichen Perspektiven dieser Behandlung zu entdecken und die bestmögliche Versorgung der psychisch beanspruchten Arbeitnehmer anbieten zu können. Somit wäre es interessant, die weitere Forschung in diesem Gebiet mit einer Vergleichsgruppe der Arbeitnehmer, die nicht an der PSIB teilnehmen, durchzuführen, um feststellen zu können, ob die Symptomverbesserung auch ohne PSIB als Therapieangebot stattfinden kann. Des Weiteren wäre es auch interessant zu untersuchen, ob psychotherapeutische Interventionen im Allgemeinen die Perzentilenverteilung von HRV-Parametern verbessern können. Mit Hilfe einer solchen Studie könnte die Wichtigkeit des Angebots von PSIB am Arbeitsplatz bestätigt werden.

5 Zusammenfassung

Psychische Erkrankungen nehmen einen immer größeren Einfluss auf das tägliche Leben. In Zeiten der Corona Pandemie mit der fehlenden Sozialisierung, Schließung vieler Einrichtungen sowie Umsteigen vom Arbeiten im Büro auf das Home Office Modell, was die soziale Isolierung noch weiter verstärkt, sind psychische Krankheiten sowie ihre Behandlung wichtiger als je zuvor. Obwohl psychische Störungen große Auswirkungen auf die Freizeit und das Arbeitsleben haben, ist die Behandlung dieser Störungen in Deutschland verbesserungsbedürftig. Lange Wartezeiten auf psychologische Behandlung, Stigmata in der Gesellschaft sowie fehlende Bereitschaft langfristig an der Therapie teilzunehmen stehen im Weg für die rechtzeitige und erfolgreiche Behandlung. Dabei leiden psychisch Kranke nicht nur seelisch, auch körperlich zeigen sich Auswirkungen, z.B. in einer erhöhten Herzinfarkt-Rate bei Menschen mit Depression. Die Entwicklung neuer Angebote, um die psychische Gesundheit zu verbessen, ist daher wichtig. Ein solches Angebot ist die psychosomatische Sprechstunde im Betrieb, die seit dem Jahr 2010 in mehreren Unternehmen etabliert wurde. Die psychosomatische Sprechstunde im Betrieb ist ein kurzfristig verfügbares, niederschwelliges Angebot, mit dessen Hilfe die psychischen Beschwerden der Arbeitnehmer eruiert und behandelt werden können.

Da die psychosomatische Sprechstunde im Betrieb ein verhältnismäßig neues Angebot ist, gibt es bis jetzt nicht genug Studien, um die Nützlichkeit sowie Perspektiven solcher Initiativen in den Betrieben zu untersuchen. Somit besteht ein großer Forschungsbedarf in diesem Bereich. Ziel der vorliegenden Studie war es, die psychosomatische Sprechstunde im Betrieb nicht nur im Hinblick auf die psychische Symptomverbesserung, sondern auch mit Hilfe somatischer Parameter zu untersuchen. Hierfür wurde die Messung der Herzratenvariabilität ausgewählt, mit welcher nicht-invasiv die Aktivität des autonomen Nervensystems aufgezeichnet werden kann. Sie ist mit relevanten Endpunkten wie Mortalität und Morbidität sowie mit Stress am Arbeitsplatz assoziiert und ein unspezifischer Marker für psychische und physische Gesundheit.

Die Datenerhebung erfolgte im Zeitraum Mai 2017 bis Oktober 2018. Es wurden 42 Probanden für die Studie rekrutiert, von denen 23 Patienten zwischen vier und zwölf Therapiestunden im Rahmen der psychosomatischen Sprechstunde im Betrieb in Anspruch nahmen sowie zu Beginn und zum Abschluss Fragebögen sowie zwei 24-Stunden-

Herzratenvariabilitäts-Messungen durchführten. Das mediane Alter in der Stichprobe lag bei 42 Jahren, unter den Probanden waren 18 Frauen und fünf Männer.

Bei den subjektiv angegebenen psychischen Symptomen zeigte sich ein signifikanter Untergang bei der Depressivität, Ängstlichkeit, mit psychischer Gesundheit verbundener Lebensqualität, emotionaler und kognitiver Irritation und subjektiver Einschätzung der psychischen Gesundheit. Die Teilnehmer haben über hohe Zufriedenheit mit der Behandlung im Rahmen einer psychosomatischen Sprechstunde im Betrieb berichtet. Die somatischen Symptome sowie Einschätzung körperlicher Gesundheit haben keinen signifikanten Unterschied vor und nach Intervention gezeigt, was aber auch von der psychosomatischen Sprechstunde im Betrieb als einem Angebot für die Verbesserung der psychischen Gesundheit nicht erwartet wurde. Weiterhin haben sich die Mittelwerte der Herzratenvariabilität-Parameter nicht signifikant verbessert. Die fehlende Verbesserung könnte zum einen mit fehlender Berücksichtigung von Alter und Geschlecht, zum anderen mit der kleinen Anzahl der Patienten mit reduzierten Herzratenvariabilitäts-Werten vor Intervention erklärt werden. Die Verteilung auf rMSSD Perzentilen wurde durch die psychosomatische Sprechstunde im Betrieb leicht verbessert. Dies ist besonders wichtig, da niedrige rMSSD-Werte mit schlechtem Outcome vergesellschaftet sind.

Die Studienergebnisse zeigen, dass die psychosomatische Sprechstunde im Betrieb als niederschwelliges Angebot die betroffenen Arbeitnehmer früh erreichen kann. Des Weiteren ist die psychosomatische Sprechstunde im Betrieb eine geeignete Möglichkeit die subjektiven Symptome des Patienten zu verbessern. Drittens deutet die Verbesserung der rMSSD-Perzentile darauf hin, dass die psychosomatische Sprechstunde im Betrieb auch objektive Auswirkungen auf die im Körper verlaufenden Prozesse hat. Die Ergebnisse bestätigen somit die Nützlichkeit solchen Angebotes im Betrieb. Es sollten jedoch weiteren Studien durchgeführt werden, um noch mögliche Zukunftsperspektiven und Nutzen der psychosomatischen Sprechstunde im Betrieb zu untersuchen sowie die Ergebnisse zu replizieren.

6 Literaturverzeichnis

1. **Agelink MW, Boz C, Ullrich H, Andrich J** (2002) Relationship between major depression and heart rate variability.: Clinical consequences and implications for antidepressive treatment. Psychiatry Res 113: 139-149. doi: 10.1016/s0165-1781(02)00225-1
2. **Appel ML, Berger RD, Saul JP, Smith JM, Cohen RJ** (1989) Beat to beat variability in cardiovascular variables: noise or music? J Amm Coll Cardiol 14: 1139–1148. doi: 10.1016/0735-1097(89)90408-7
3. **Aumüller G, Aust G, Engele J, Kirsch J, Maio G, Mayerhofer A, Mense S, Reißig D, Salvetter J, Schmidt W, Schmitz F, Schulte E, Spanel-Borowski K, Wennemuth K, Wolff W, Wurzinger LJ, Zilch H-G** (2020) Duale Reihe Anatomie, 5. Auflage, Georg Thieme, Stuttgart, pp 212-219, 596-599
4. **Balint EM, Daniele V, Langgartner D, Reber SO, Rothermund E, Gündel H, Von Wietersheim J, Buckley T, Jarczok MN** (2022). Heart rate variability predicts outcome of short-term psychotherapy at the workplace. Psychophysiology, e14150. doi: 10.1111/psyp.14150. CC BY 4.0 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
5. **Balint EM, Gantner M, Gündel H, Herrmann K, Pössnecker T, Rothermund E** (2021) Rasche Hilfe bei psychischen Belastungen am Arbeitsplatz: Die Psychosomatische Sprechstunde Im Betrieb. Psychother Psychosom Med Psychol 71: 1-9. doi: 10.1055/a-1479-3045
6. **Balint EM** (2020) Die psychosomatische Sprechstunde im Betrieb. In: Stößel, U., Reschauer, G., Michaelis, M. (Hrsg) Arbeitsmedizin im Gesundheitsdienst, Band 33, Auflage 650, FFAS Freiburger Forschungsstelle Arbeits- und Sozialmedizin, Freiburg, pp 197-203.
7. **Balint EM, Von Wietersheim J, Gündel H, Hölzer M, Rothermund E** (2018) Die Psychosomatische Sprechstunde im Betrieb - ein Zukunftsmodell? Praxis Klinische Verhaltensmedizin und Rehabilitation 101: 38-47. https://www.lpcu.de/fileadmin/website_uni_ulm/med.lpcu/Publikationen/PSIB/Balint_et_al._-_2018_-_Die_Psychosomatische_Sprechstunde_im_Betrieb_-_ein_Zukunftsmodell.pdf. Accessed 01 Feb 2021.
8. **Beauchaine TP, Thayer JF** (2015) Heart rate variability as a transdiagnostic biomarker of psychopathology. Int J Psychophysiol 98: 338-350. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2015.08.004
9. **Bergström G, Bodin L, Hagberg J, Lindh T, Aronsson G, Josephson M** (2009) Does sickness presenteeism have an impact on future general health? Int Arch Occup Environ Health 82: 1179–1190. doi: 10.1007/s00420-009-0433-6
10. **Bigger JT Jr, Fleiss JL, Steinman RC, Rolnitzky LM, Kleiger RE, Rottman JN** (1992) Frequency domain measures of heart period variability and mortality after myocardial infarction. Circulation 85: 164–171. doi: 10.1161/01.cir.85.1.164

11. **Birkhofer A, Schmidt G, Förstl H** (2005) Herz und Hirn – Die Auswirkungen psychischer Erkrankungen und ihrer Therapie auf die Herzfrequenzvariabilität. Fortschr Neurol Psychiatr 73: 192-205. doi: 10.1055/s-2004-830109
12. **Blood JD, Wu J, Chaplin TM, Hommer R, Vazquez L, Rutherford HJ, Potenza MN, Mayes LC, Crowley MJ** (2015) The variable heart: High frequency and very low frequency correlates of depressive symptoms in children and adolescents. J Affect Disord 186: 119-126. doi: 10.1016/j.jad.2016.02.040
13. **Böckelmann I, Sammito S** (2020) Herzfrequenzvariabilitätsanalyse in der betriebsärztlichen Praxis. Zentralbl Arbeitsmed Arbeitsschutz Ergon 70: 269–277. doi: 10.1007/s40664-020-00401-x
14. **Bode K, Wunsch E-M, Finger F, Kröger C** (2016) Interdisziplinäre Versorgung von Arbeitnehmern mit psychischen Störungen: Ein Faktencheck am Beispiel des Salzgitter-Modells. Psychother Psychosom Med Psychol 66: 235-241 doi: 10.1055/s-0042-106728
15. **Bonaduce D, Marciano F, Petretta M, Migaux ML, Morgano G, Bianchi V, Salemme L, Valva G, Condorelli M** (1994) Effects of converting enzyme inhibition on heart period variability in patients with acute myocardial infarction. Circulation 90: 108–113. doi: 10.1161/01.CIR.90.1.108
16. **Braun S, Kessemeier F, Balint EM, Schwarz E, Hölzer M, Gündel H, Rothermund E** (2019) Psychische Erkrankungen im Arbeitskontext – eine Verortung im Versorgungssystem. Psychother Psychosom Med Psychol 69: 505-516 doi: 10.1055/a-1021-8209
17. **Buddeberg C, Laederach K** (1998) Psychophysiologie. In: Buddeberg, C., Willi, J. (Hrsg) Psychosoziale Medizin. Springer-Lehrbuch. Springer, Berlin, Heidelberg, p 301. doi: 10.1007/978-3-642-97728-2_8
18. **Bültmann U, Rugulies R, Lund T, Christensen K, Labriola M, Burr H** (2006) Depressive symptoms and the risk of long-term sickness absence A prospective study among 4747 employees in Denmark. Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol 41: 875-880. doi: 10.1007/s00127-006-0110-y
19. **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin** (2021) Volkswirtschaftliche Kosten durch Arbeitsunfähigkeit 2019 https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitswelt-und-Arbeitsschutz-im-Wandel/Arbeitsweltberichterstattung/Kosten-der-AU/pdf/Kosten-2019.pdf?__blob=publicationFile&v=3. Accessed 01 Apr 2021

20. **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin** (2020) Volkswirtschaftliche Kosten durch Arbeitsunfähigkeit 2018 https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitswelt-und-Arbeitsschutz-im-Wandel/Arbeitsweltberichterstattung/Kosten-der-AU/pdf/Kosten-2018.pdf?__blob=publicationFile&v=4. Accessed 03 Mar 2021
21. **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin** (2018) Psychische Erkrankungen in der Arbeitswelt und betriebliche Wiedereingliederung, BAuA Bericht. Tagungsdokumentation, Kolloquium vom 13. bis 14. Juni 2017 in Berlin. 1. Auflage, Dortmund, Berlin, Dresden, pp 11-17, 41-56. doi: 10.21934/baua:bericht20180313
22. **Bundespsychotherapeutenkammer** (2018) BPtK-Studie „Ein Jahr nach der Reform der Psychotherapie-Richtlinie – Wartezeiten 2018 https://www.bptk.de/wp-content/uploads/2019/01/20180411_bptk_studie_wartezeiten_2018.pdf. Accessed 08 Apr 2022
23. **Bundespsychotherapeutenkammer** (2015) BPtK Studie zur Arbeitsunfähigkeit Psychische Erkrankungen und Krankengeldmanagement 2015 https://www.bptk.de/wp-content/uploads/2019/01/20150305_bptk_au-studie_psychische-erkrankungen_und_krankengeldmanagement.pdf. Accessed 22 Feb 2021
24. **Cacioppo JT, Berntson GG, Malarkey WB, Kiecolt-Glaser JK, Sheridan JF, Poehlmann KM, Burleson MH, Ernst JM, Hawkley LC, Glaser R** (1998) Autonomic, neuroendocrine, and immune responses to psychological stress: the reactivity hypothesis. Ann N Y Acad Sci 840: 664–673. doi: 10.1111/j.1749-6632.1998.tb09605.x
25. **Caldwell YT, Steffen PR** (2018) Adding HRV biofeedback to psychotherapy increases heart rate variability and improves the treatment of major depressive disorder. International Journal of Psychophysiology 131: 96-101. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2018.01.001
26. **Carney RM, Freedland KE, Stein PK, Skala JA, Hoffman P, Jaffe AS** (2000) Change in heart rate and heart rate variability during treatment for depression in patients with coronary heart disease. Psychosom med 62: 639-647. doi: 10.1097/00006842-200009000-00007
27. **Chalmers JA, Quintana DS, Abbott MJ, Kemp AH** (2014) Anxiety Disorders are Associated with Reduced Heart Rate Variability: A Meta-Analysis. Front Psychiatr 5: 80. doi: 10.3389/fpsyt.2014.00080
28. **Cohen H, Kotler M, Matar MA, Kaplan Z, Miodownik H, Cassuto Y** (1997) Power spectral analysis of heart rate variability in posttraumatic stress disorder patients. Biol psychiatry 41: 627–629. doi: 10.1016/s0006-3223(96)00525-2
29. **Cohen J** (1988) Set correlation and contingency tables. Applied Psychol Meas 12: 425-434. doi: 10.1177/014662168801200410

30. **DAK Gesundheit** (2021) Psychreport 2021. Entwicklungen der psychischen Erkrankungen im Job: 2010 - 2020. IGES Institut GmbH https://www.dak.de/dak/bundesthemen/psychreport-2429400.html#/. Accessed 23 Mar 2022
31. **DAK Gesundheit** (2020) Psychreport 2020. Arbeitsunfähigkeit aufgrund psychischer Erkrankungen. Entwicklungen der Jahre 1997-2019. IGES Institut GmbH https://www.dak.de/dak/bundesthemen/dak-psychoreport-2020-2335930.html#/. Accessed 03 Mar 2021
32. **Damerow S, Rommel A, Prütz F, Beyer AK, Hapke U, Schienkiewitz A, Starker A, Richter A, Baumert J, Fuchs J, Gaertner B, Mütters S, Lemcke J, Allen J** (2020) Die gesundheitliche Lage in Deutschland in der Anfangsphase der COVID-19-Pandemie. Zeitliche Entwicklung ausgewählter Indikatoren der Studie GEDA 2019/2020-EHIS. J Health Monit 5: 3–22. doi: 10.25646/7171
33. **Eckberg DL, Eckberg MJ** (1982) Human sinus node responses to repetitive, ramped carotid baroreceptor stimuli. Am J Physiol 242: 638–644. doi: 10.1152/ajpheart.1982.242.4.H638
34. **Ejeby K, Savitskij R, Öst L-G, Ekbom A, Brandt L, Ramnerö J, Asberg M, Backlund L** (2014) Symptom reduction due to psychosocial interventions is not accompanied by a reduction in sick leave: Results from a randomized controlled trial in primary care. Scand J Prim Health Care 32: 67-72. doi: 10.3109/02813432.2014.909163
35. **Eller-Berndl D** (2015) Herzratenvariabilität, 2 Auflage, Verlagshaus der Ärzte, Wien, pp 1-7
36. **Fatisson J, Oswald V, Lalonde F** (2016) Influence Diagram of Physiological and Environmental Factors Affecting Heart Rate Variability: An Extended Literature Overview. Heart Int 11: 32-40. doi: 10.5301/heartint.5000232
37. **Finley JP, Nugent ST** (1995) Heart rate variability in infants, children and young adults. J Auton Nerv Syst 51: 103-108. doi: 10.1016/0165-1838(94)00117-3
38. **Franche R, Cullen K, Clarke J, Irvin E, Sinclair S, Frank J, Institute for Work & Health (IWH) Workplace-Based RTW Intervention Literature Review Research Team** (2005) Workplace-based return-to-work interventions: a systematic review of the quantitative literature. J Occup Rehabil 15: 607-631. doi: 10.1007/s10926-005-8038-8
39. **Gamelin FX, Berthoin S, Bosquet L** (2006) Validity of the polar S810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. Med Sci Sports Exerc 38: 887-893. doi: 10.1249/01.mss.0000218135.79476.9c

40. **Gehi A, Mangano D, Pipkin S, Browner WS, Whooley MA** (2005) Depression and heart rate variability in patients with stable coronary heart disease: findings from the Heart and Soul Study. Arch Gen Psychiatry 62: 661-666. doi: 10.1001/archpsyc.62.6.661

41. **Geisler FC, Kubiak T, Siewert K, Weber H** (2013) Cardiac vagal tone is associated with social engagement and self-regulation. Biol Psychol 93: 279–286. doi: 10.1016/j.biopsycho.2013.02.013

42. **Grossman P, Taylor EW** (2007) Toward understanding respiratory sinus arrhythmia: relations to cardiac vagal tone, evolution and biobehavioral functions. Biol Psychol 74: 263–285. doi: 10.1016/j.biopsycho.2005.11.014

43. **Hadase M, Azuma A, Zen K, Asada S, Kawasaki T, Kamitani T, Kawasaki S, Sugihara H, Matsubara H** (2004) Very low frequency power of heart rate variability is a powerful predictor of clinical prognosis in patients with congestive heart failure. Circ J 68: 343–347. doi: 10.1253/circj.68.343

44. **Härter M, Jansen A, Berger M, Baumeister H, Bschor T, Harfst T, Hautzinger M, Kriston L, Kühner C, Schauenburg H, Schorr SG, Schneider F, Meister R** (2018) Psychotherapie depressiver Störungen: Evidenz bei chronischer Depression und bei Komorbidität. Nervenarzt 89: 252-262. doi: 10.1007/s00115-018-0485-5

45. **Hartmann R, Schmidt FM, Sander C, Hegerl U** (2019) Heart rate variability as indicator of clinical state in depression. Front Psychiatry 9: 735. doi: 10.3389/fpsyt.2018.00735

46. **Hasselhorn HM, Freude G** (2007) Der Work-ability-Index: Ein Leitfaden. 1 Auflage, Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven, pp 14-21

47. **Hejjel L, Roth E** (2004) What is the adequate sampling interval of the ECG signal for heart rate variability analysis in the time domain? Physiol Meas 25: 1405-1411. doi: 10.1088/0967-3334/25/6/006

48. **Hölzer M** (2012) Psychische Gesundheit im Betrieb. PiD-Psychotherapie im Dialog 13: 52-55. doi: 10.1055/s-0032-1305132

49. **Jacobi F, Höfler M, Strehle J, Mack S, Gerschler A, Scholl L, Busch MA, Maske U, Hapke U, Gaebel W, Maier W, Wagner M, Zielasek J, Wittchen H-U** (2014) Psychische Störungen in der Allgemeinbevölkerung: Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland und ihr Zusatzmodul Psychische Gesundheit (DEGS1-MH). Nervenarzt 85: 77–87. doi: 10.1007/s00115-013-3961-y

50. **Jangpangi D, Mondal S, Bandhu R, Kataria D, Gandhi A** (2016) Alteration of heart rate variability in patients of depression. J Clin Diagn Res 10: CM04 – CM06. doi: 10.7860/JCDR/2016/22882.9063

51. **Jarczok MN, Buckley T, Guendel HO, Boeckelmann I, Mauss D, Thayer JF, Balint EM** (2021) 24 h-Heart Rate Variability as a Communication Tool for a Personalized Psychosomatic Consultation in Occupational Health. Front Neurosci 15: Artikelnummer 600865 doi: 10.3389/fnins.2021.600865
52. **Jarczok MN, Koenig J, Wittling A, Fischer E., Thayer JF** (2019) First evaluation of an index of low vagally-mediated heart rate variability as a marker of health risks in human adults: proof of concept. J Clin Med 8: 1940. doi: 10.3390/jcm8111940
53. **Jarczok MN, Kleber ME, Koenig J, Loerbroks A, Herr RM, Hoffmann K, Fischer JE, Benyamini Y, Thayer JF** (2015) Investigating the associations of self-rated health: heart rate variability is more strongly associated than inflammatory and other frequently used biomarkers in a cross sectional occupational sample. PloS One 10: e0117196. doi: 10.1371/journal.pone.0117196
54. **Kemp AH, Quintana DS** (2013) The relationship between mental and physical health: insights from the study of heart rate variability. International Journal of Psychophysiology 89: 288-296. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2013.06.018
55. **Kemp A, Quintana, DS, Gray MA, Felmingham KL, Brown K, Gatt JM** (2010) Impact of depression and antidepressant treatment on heart rate variability: a review and meta-analysis. Biol Psychiatry 67: 1067–1074. doi: 10.1016/j.biopsych.2009.12.012
56. **Kleiger RE, Stein PK, Bigger JT Jr** (2005) Heart rate variability: measurement and clinical utility. Ann Noninvasive Electrocardiol 10: 88–101 doi: 10.1111/j.1542-474X.2005.10101.x
57. **Koch C, Wilhelm M, Salzmann S, Rief W, Euteneuer F** (2019) A meta-analysis of heart rate variability in major depression. Psychol Med 49: 1948-1957. doi: 10.1017/S0033291719001351
58. **Koenig J, Thayer JF** (2016) Sex differences in healthy human heart rate variability: A meta-analysis. Neurosci Biobehav Rev 64: 288–310. doi: 10.1016/j.neubiorev.2016.03.007
59. **Kriz D, Nübling R, Steffanowski A, Wittmann WW, Schmidt J** (2008) Patientenzufriedenheit in der stationären Rehabilitation: Psychometrische Reanalyse des ZUF-8 auf der Basis multizentrischer Stichproben verschiedener Indikation. Z Med Psychol 17: 67-79
60. **Laborde S, Mosley E, Thayer JF** (2017) Heart Rate Variability and Cardiac Vagal Tone in Psychophysiological Research - Recommendations for Experiment Planning, Data Analysis, and Data Reporting. Front Psychol 8: Artikelnummer 213. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00213
61. **Lehrer P** (2013) How does heart rate variability biofeedback work? Resonance, the baro-reflex, and other mechanisms. Biofeedback 41: 26-31. doi: 10.5298/1081-5937-41.1.02

62. **Li K, Rüdiger H, Ziemssen T** (2019) Spectral analysis of heart rate variability: time window matters. Front Neurol 10: 545. doi: 10.3389/fneur.2019.00545

63. **Liao D, Carnethon M, Evans GW, Cascio WE, Heiss G** (2002) Lower heart rate variability is associated with the development of coronary heart disease in individuals with diabetes: the atherosclerosis risk in communities (ARIC) study. Diabetes 51: 3524–3531. doi: 10.2337/diabetes.51.12.3524

64. **Licht CM, de Geus EJ, Zitman FG, Hoogendijk WJ, van Dyck R, Penninx BW** (2008) Association between major depressive disorder and heart rate variability in the Netherlands Study of Depression and Anxiety (NESDA). Arch Gen Psychiatry, 65*:* 1358-1367. doi: 10.1001/archpsyc.65.12.1358

65. **Lohninger A** (2017) Herzratenvariabilität: Das HRV-Praxis-Lehrbuch, 1. Auflage, Facultas Verlags- und Buchhandels AG, Wien, pp 58-74

66. **Löwe B, Spitzer RL, Herzog W** (2002) PHQ-D: Gesundheitsfragebogen für Patienten, 2. Auflage, Pfizer GmbH, Karlsruhe, p 4

67. **Maar C, Fricker R, Hildebrandt N, Drechsler M** (2011) Vorteil Vorsorge – Die Rolle der betrieblichen Gesundheitsvorsorge für die Zukunftsfähigkeit des Wirtschaftsstandortes Deutschland. Felix Burda Stiftung und Booz&Company, p 7 https://www.felix-burda-stiftung.de/sites/default/files/documents/Studie_FBS_Booz_Vorteil_Vorsorge_2011.pdf Accessed 03 Mar 2021

68. **Mack S, Jacobi F, Gerschler A, Strehle J, Höfler M, Busch MA, Maske UE, Hapke U, Seiffert I, Gaebel W, Zielasek J, Maier W, Wittchen HU** (2014) Self-reported utilization of mental health services in the adult German population–evidence for unmet needs? Results of the DEGS1-Mental Health Module (DEGS1-MH). Int J Methods Psychiatr Res 23: 289–303. doi: 10.1002/mpr.1438

69. **Malliani A, Pagani M, Lombardi F, Cerutti S** (1991) Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. Circulation 84: 482–492. doi: 10.1161/01.cir.84.2.482

70. **Maslach C, Jackson SE** (1981) The measurement of experienced burnout. J Organ Behav 2: 99-113. doi: 10.1002/job.4030020205

71. **Mayer D, Schmidt H, Hölzer M** (2010) „Psychosomatische Sprechstunde“ und „Psychosomatische Grundversorgung in der Arbeitsmedizin“. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 45: 593–597. https://www.asu-arbeitsmedizin.com/sites/default/files/ulmer/de-asu/document/file_295122.pdf. Accessed 03.03.2021

72. **McCraty R, Childre D** (2010) Coherence: bridging personal, social, and global health. Altern Ther Health Med 16: 10–24. http://www.rediviva.sav.sk/53i3/85.pdf. Accessed 18.03.2021

73. **Mekonen T, Ford S, Chan GC, Hides L, Connor JP, Leung J** (2021) What is the short-term remission rate for people with untreated depression? A systematic review and meta-analysis. J Affect Disord 296: 17-25. doi: 10.1016/j.jad.2021.09.046

74. **Mohr G, Rigotti T, Müller A** (2005) Irritation - Ein Instrument zur Erfassung psychischer Beanspruchung im Arbeitskontext. Skalen- und Itemparameter aus 15 Studien. Zeitschrift Fur Arbeits- Und Organisationspsychologie 49: 44–48. doi: 10.1026/0932-4089.49.1.44

75. **Mojtabai R** (2010) Mental illness stigma and willingness to seek mental health care in the European Union. Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol 45: 705–712. doi: 10.1007/s00127-009-0109-2

76. **Moon E, Lee SH, Kim DH, Hwang B** (2013) Comparative study of heart rate variability in patients with schizophrenia, bipolar disorder, post-traumatic stress disorder, or major depressive disorder. Clin Psychipharmacol Neurosci 11: 137-143 doi: 10.9758/cpn.2013.11.3.137

77. **Mulcahy JS, Larsson D, Garfinkel SN, Critchley HD** (2019) Heart rate variability as a biomarker in health and affective disorders: A perspective on neuroimaging studies. NeuroImage 202: 116072. doi: 10.1016/j.neuroimage.2019.116072

78. **Neyer S, Witthöft M, Cropley M, Pawelzik M, Lugo RG, Sütterlin S** (2021) Reduction of depressive symptoms during inpatient treatment is not associated with changes in heart rate variability. PloS One 16: e0248686. doi: 10.1371/journal.pone.0248686

79. **Nübling R, Bär T, Jeschke K, Ochs M, Sarubin N, Schmidt J** (2014) Versorgung psychisch kranker Erwachsener in Deutschland. Bedarf und Inanspruchnahme sowie Effektivität und Effizienz von Psychotherapie. Psychotherapeutenjournal 4: 389-397. https://www.lpk-bw.de/sites/default/files/fachportal/fachartikel/nuebling-et-al-2014-versorgung.pdf. Accessed 02 Feb 2021

80. **Peter R, March S, Schröder H, du Prel J-B** (2015) Besteht ein Zusammenhang von psychischen Erkrankungen und Arbeitsunfähigkeit unabhängig von soziodemografischen Faktoren? Das Gesundheitswesen 77: e70-e76. doi: 10.1055/s-0034-1398598

81. **Porges SW** (2007) The polyvagal perspective. Biol Psychol: 116–143. doi: 10.1016/j.biopsycho.2006.06.009

82. **Preiser C, Rothermund E, Wittich A, Gündel H, Rieger MA** (2016) Psychosomatic consultation in the workplace: opportunities and limitations of the services offered—results of a qualitative study. Int Arch Occup Environ Health 89: 599–608. doi: 10.1007/s00420-015-1098-y

83. **van Ravenswaaij-Arts CM, Kollée LA, Hopman JC, Stoelinga GB, van Geijn HP** (1993) Heart rate variability. Ann Intern Med 118: 436-447. doi: 10.7326/0003-4819-118-6-199303150-00008

84. **Roesler U, Stephan U, Hoffmann K, Schuller K, Müller-Alcazar A, Rau R** (2008) Psychosoziale Merkmale der Arbeit, Überforderungserleben und Depressivität. Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie A&O 52: 191-203. doi: 10.1026/0932-4089.52.4.191

85. **Rothermund E, Kilian R, Balint EM, Rottler E, Von Wietersheim J, Gündel H, Hölzer M** (2019) Wie bewerten Nutzer das neue Versorgungsmodell „Die Psychosomatische Sprechstunde im Betrieb“? Ergebnisse einer kontrollierten Beobachtungsstudie. Bundesgesundheitsbl 62: 1-9. doi: 10.1007/s00103-018-2869-x

86. **Rothermund E, Kilian R, Rottler E, Mayer D, Hölzer M, Rieger MA, Gündel H** (2017a) Improving Access to Mental Health Care by Delivering Psychotherapeutic Care in the Workplace: A Cross-Sectional Exploratory Trial. PloS One 12: e0169559. doi: 10.1371/journal.pone.0169559

87. **Rothermund E, Rottler E, Kilian R, Bardosch M, Gündel H, von Wietersheim J** (2017b) Compliance bezüglich der Umsetzung von Behandlungsempfehlungen bei Nutzern eines Frühinterventionsangebotes am Arbeitsplatz im Vergleich zu den Nutzern einer Hochschulambulanz. Poster Session. Deutscher Kongress für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie, Berlin 154. https://docplayer.org/56454430-Kongresspraesident-prof-dr-med-dipl-psych-bernd-loewe-hamburg.html. Accessed 15 Apr 2021

88. **Rothermund E, Gündel H, Rottler E, Hölzer M, Mayer D, Rieger M, Kilian R** (2016) Effectiveness of psychotherapeutic consultation in the workplace: a controlled observational trial. BMC Public Health 16 (1), 891. doi: 10.1186/s12889-016-3567-y

89. **Rothermund E, Gündel H, Wege N** (2015) Betriebsnahe Versorgungsnetzwerke bei allgemeinen psychischen Störungen - Überblick und internationale Studienlage. In Angerer P, Glaser H, Henningsen P, Lahmann C, Letzel S, Nowak D (Hrsg) Psychische und psychosomatische Gesundheit in der Arbeit, 1. Auflage, ecomed Medizin, Landsberg am Lech, pp 299-308

90. **Sammito S, Thielmann B, Seibt R, Klussmann A, Weippert M, Böckelmann I** (2014) S2k-Leitlinie: Nutzung der Herzschlagfrequenz und der Herzfrequenzvariabilität in der Arbeitsmedizin und der Arbeitswissenschaft. AWMF-Register Nr. 002/042 http://www.iam.ovgu.de/unimagdeburg_mm/Downloads/Institute/IAM/Leitlinie+Herzfrequenzanalyse-EGOTEC-55d4ec5d17956f95d536eb078c7849a4.pdf. Accesed 07 Jun 2021

91. **Sammito S, Darius S, Böckelmann I** (2011) Validierungsstudie zum Einsatz eines funklosen Brustgurtsystems zur Messung der Herzratenvariabilität unter Ruhebedingungen und in Fahrzeugen. Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin 46: 60-65. https://www.asu-arbeitsmedizin.com/heftartikel/validierungsstudie-zum-einsatz-eines-funklosen-brustgurtsystems-zur-messung-der. Accessed 04 Apr 2021

92. **Schmidt H, Müller-Werdan U, Hoffmann T, Francis DP, Piepoli MF, Rauchhaus M, Prondzinsky R, Loppnow H, Buerke M, Hoyer D, Werdan K** (2005) Autonomic dysfunction predicts mortality in patients with multiple organ dysfunction syndrome of different age groups. Crit Care Med 33: 1994–2002. doi: 10.1097/01.ccm.0000178181.91250.99

93. **Shaffer F, Ginsberg JP** (2017) An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. Front Publich Health 5: 258. doi: 10.3389/fpubh.2017.00258

94. **Shaffer F, McCraty R, Zerr CL** (2014) A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart's anatomy and heart rate variability. Front Psychol 5: 1040. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01040

95. **Smith KL, Matheson FI, Moineddin R, Dunn JR, Lu H, Cairney J, Glazier RH** (2013) Gender differences in mental health service utilization among respondents reporting depression in a national health survey. Health 10: 1561-1571. doi: 10.4236/health.2013.510212

96. **Statistisches Bundesamt** (2018) Statistisches Jahrbuch Deutschland und Internationales 2018, Statistisches Bundesamt (Destatis), p 153 https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Jahrbuch/statistisches-jahrbuch-2018-dl.pdf?__blob=publicationFile. Accessed 20 Mar 2022

97. **Steinke M, Badura B** (2011) Präsentismus. Ein Review zum Stand der Forschung. Baua Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, 1. Auflage, Dortmund, Berlin, Dresden https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/Gd60.html. Accessed 10 Mar 2021

98. **Swift JK, Greenberg RP, Tompkins KA, Parkin SR** (2017) Treatment refusal and premature termination in psychotherapy, pharmacotherapy, and their combination: A meta-analysis of head-to-head comparisons. Psychotherapy 54: 47–57. doi: 10.1037/pst0000104

99. **Sztajzel J** (2004) Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system. Swiss Med Wkly 134: 514-522 https://boccignone.di.unimi.it/CompAff2016_files/Heart-rate-variability_a-noninvasive-electrocardiographic-_2004.pdf. Accessed 11 Mar 2021

100. **Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology** (1996) Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Circulation 93: 1043-65. doi: 10.1161/01.CIR.93.5.1043

101. **Tempel J, Ilmarinen J** (2013) Arbeitsleben 2025. Das Haus der Arbeitsfähigkeit im Unternehmen bauen. 1. Auflage, VSA Verlag, Hamburg, pp 40-49, 66-88

102. **Thayer JF, Ahs F, Fredrikson M, Sollers JJ 3rd, Wager TD** (2012) A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. Neurosci Biobehav Rev 36: 747–756. doi: 10.1016/j.neubiorev.2011.11.009

103. **Thayer JF, Yamamoto SS, Brosschot JF** (2010) The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. Int J Cardiol 141: 122-131. doi: 10.1016/j.ijcard.2009.09.543

104. **Thayer JF, Hansen AL, Saus-Rose E, Johnsen BH** (2009) Heart rate variability, prefrontal neural function, and cognitive performance: the neurovisceral integration perspective on self-regulation, adaptation, and health. Ann Behav Med 37: 141–153. doi: 10.1007/s12160-009-9101-z

105. **Thayer JF, Lane RD** (2000) A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. Journal of affective disorders 61: 201–216. doi: 10.1016/s0165-0327(00)00338-4

106. **Tsuji H, Larson MG, Venditti FJ, Manders ES, Evans JC, Feldman CL, Levy D** (1996) Impact of reduced heart rate variability on risk for cardiac events: the Framingham Heart Study. Circulation 94: 2850-2855. doi: 10.1161/01.cir.94.11.2850

107. **Umetani K, Singer DH, McCraty R, Atkinson M** (1998) Twenty-four hour time domain heart rate variability and heart rate: relations to age and gender over nine decades. J Am Coll Cardiol: 593–601. doi: 10.1016/s0735-1097(97)00554-8

108. **Wang Y, Zhao X, O'Neil A, Turner A, Liu X, Berk M** (2013) Altered cardiac autonomic nervous function in depression. BMC psychiatry 13: 1-7. doi: 10.1186/1471-244X-13-187

109. **Wheeler A, Denson L, Neil C, Tucker G, Kenny M, Beltrame JF, Schrader G, Proeve M** (2014) Investigating the effect of mindfulness training on heart rate variability in mental health outpatients: a pilot study. Behav Change 31: 175-188. doi: 10.1017/bec.2014.14

110. Whiteford HA, Harris MG, McKeon G, Baxter A, Pennell C, Barendregt JJ, Wang J (2013) Estimating remission from untreated major depression: a systematic review and meta-analysis. Psychol Med 43: 1569-1585. doi: 10.1017/S0033291712001717

111. Wirtz MA, Morfeld M, Glaesmer H, Brähler E (2018) Normierung des SF-12 Version 2.0 zur Messung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität in einer deutschen bevölkerungsrepräsentativen Stichprobe. Diagnostica 64: 215-226. doi: 10.1026/0012-1924/a000205

112. Wulsin LR, Horn PS, Perry JL, Massaro JM, D'Agostino RB (2015) Autonomic imbalance as a predictor of metabolic risks, cardiovascular disease, diabetes, and mortality. J Clin Endocrinol Metab 100: 2443-2448. doi: 10.1210/jc.2015-1748

Danksagung

Die Danksagung wurde aus Gründen des Datenschutzes entfernt

Lebenslauf

Der Lebenslauf wurde aus Gründen des Datenschutzes entfernt