

**Experimentelle Untersuchung der Auswirkung von Zeitdruck  
auf die kognitive Leistung unter der Berücksichtigung von  
kardiovaskulären Parametern**

Yvonne Ferreira / Sandra Sülzenbrück (Hrsg.)

Anna-Maria Gugel / Katrin Knausdorf / Theresa Kunz (Autorinnen)

Kontakt zu den Autorinnen:

Anna-Maria Gugel

E-Mail: [anna1gugel@gmail.com](mailto:anna1gugel@gmail.com)

Katrin Knausdorf

E-Mail: [katrinknausdorf@web.de](mailto:katrinknausdorf@web.de)

Theresa Kunz

E-Mail: [kunz.theresa@web.de](mailto:kunz.theresa@web.de)

## Vorwort

In der letzten Dekade kann in den westlichen Industrienationen gleichzeitig eine Arbeitsintensivierung (Ahlers & Erol, 2019) sowie die Zunahme psychischer Erkrankungen von Beschäftigten beobachtet werden (DAK 2022). So äußern im Rahmen der Betriebsrätebefragung des Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Instituts der Hans-Böckler-Stiftung 89 % der Teilnehmenden, dass das Thema „Arbeitsverdichtung“ bereits Gegenstand von Verhandlungen mit der Arbeitgeberseite war, 77 % geben an, dass die Anzahl von gesundheitlichen Problemen bei den Beschäftigten zugenommen hat (Ahlers & Erol, 2019). Zeitdruck wird dabei als eine Facette von unterschiedlichen Belastungsmomenten, wie z. B. erhöhten qualitativen Arbeitsanforderungen, höherem Ergebnisdruck und reduzierten Personaldecken, beschrieben. In eine ähnliche Richtung weisen die Ergebnisse des DAK Gesundheitsberichts 2022: Hier wird deutlich, dass psychische Erkrankungen nach Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems die Krankheitsart mit dem zweitgrößten Anteil an Fehltagen darstellen, die Autoren verweisen daneben auf einen deutlichen Zuwachs der AU-Tage aufgrund psychischer Erkrankungen (DAK 2022).

Die Autorinnen Anna-Maria Gugel, Katrin Knausdorf und Theresa Kunz setzen sich im Rahmen dieses Beitrags mit dem Zusammenhang zwischen Zeitdruck und psychischer Belastung auseinander. Sie untersuchen in einem experimentellen Setting, wie sich Zeitdruck auf Fehlleistungen sowie auf physiologische Werte, konkret die Herzfrequenz sowie die Herzratenvariabilität, auswirkt. Diese Fragestellung zur psychischen Belastung ist hochrelevant, denn aktuell besteht in der Forschung noch kein Konsens dahingehend, ab welchem Schwellenwert psychische Belastung negative Auswirkungen auf die Leistung und das Befinden von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern hat. In der Folge fehlen bislang auch rechtliche Vorgaben als Basis für die Durchführung von Gefährdungsbeurteilungen. Das Fehlen solcher verbindlichen Vorgaben führt dazu, dass es im Ermessen der Organisationen liegt, wann und welche Präventivmaßnahmen zum Schutz vor psychischer Belastung eingesetzt werden.

Die Forscherinnen leisten mit diesen empirischen Studien einen wichtigen Beitrag im Diskurs zu Grenzwerten von psychischer Belastung im Arbeitskontext. Sie analysieren wissenschaftlich präzise die Auswirkungen des Belastungsfaktors Zeitdruck und zeigen, dass bereits geringe Reduktionen der Bearbeitungszeit die Anzahl der Fehlleistungen signifikant erhöht. Im Hinblick auf die Festlegung von Grenzwerten wird die Komplexität des Belastungsfaktors Zeitdruck deutlich und damit auch die Notwendigkeit, in zukünftigen Untersuchungen die Wirkungen von Belastungskombinationen in den Blick zu nehmen. Des Weiteren leiten die Forscherinnen auf Basis ihrer Ergebnisse praxisrelevante Implikationen zur Reduktion von Belastung in Arbeitssystemen ab.

Frankfurt am Main, im Januar 2023

Prof. Dr. habil. Yvonne Ferreira

Leiterin des Fachgebiets  
Arbeitspsychologie des iwip  
Institut für Wirtschafts-  
psychologie in Frankfurt a. M.

Prof. Dr. habil. Sandra Sülzenbrück

Direktorin des iwip Institut für  
Wirtschaftspsychologie an  
der FOM Hochschule in Dortmund

**Abstract**

Im Rahmen dieses Beitrags werden drei Studien vorgestellt, die mithilfe eines experimentellen Forschungsdesigns den Zusammenhang zwischen dem psychischen Belastungsfaktor Zeitdruck sowie der kognitiven Leistung untersuchen. Die Zielsetzung der Forschung besteht konkret darin, einen Beitrag zur Festlegung einheitlicher Grenzwerte für die psychische Belastung am Arbeitsplatz zu leisten.

In den empirischen Studien werden Fehlbelastungen durch physiologische Messungen der Herzfrequenz (Knausdorf, 2020) und der Herzratenvariabilität (Gugel, 2020; Kunz, 2020) erhoben. Zur Operationalisierung des Faktors Zeitdruck erfolgt eine Variation der Bearbeitungszeit bei einer modifizierten Form des Farbe-Wort-Interferenztests (FWIT) nach J. R. Stroop.

Die Ergebnisse der Studien zeigen einen negativen Zusammenhang zwischen der zur Verfügung stehenden Bearbeitungszeit und der Fehlerquote auf. So erhöht sich in der Stichprobe von Knausdorf (2020) bei jedem Reduktionsschritt der Bearbeitungszeit (90, 80, 70, 60 und 50 %) die Fehleranzahl unter Kontrollbedingungen. Außerdem wirkt sich die Reduktion der Bearbeitungszeit auf 70 bzw. 60 % auf die mittlere Herzfrequenz der Versuchspersonen aus. Auch die Ergebnisse von Gugel (2020) und Kunz (2020) zeigen, dass die Bearbeitungszeit einen negativen Effekt auf die abhängige Variable der Fehleranzahl aufweist. Sie weisen nach, dass für alle Reduktionen die Anzahl der Fehler signifikant höher ist als die der Kontrollgruppe. Bezüglich der Auswirkungen der Bearbeitungszeit auf die Herzfrequenz und Herzratenvariabilität werden keine signifikanten Unterschiede zwischen der Experimental- und der Kontrollgruppe gemessen.

Die Ergebnisse der durchgeführten Experimente weisen darauf hin, dass bereits eine geringfügige Erhöhung des Belastungsfaktors Zeitdruck zu einer Fehlbelastung in Form einer erhöhten Fehlerquote führt. Des Weiteren kann geschlussfolgert werden, dass der Parameter RMSSD ein geeignetes Variabilitätsmaß für die Untersuchung der psychischen Belastung innerhalb der Kontrollgruppe darstellt.

## **Herausgeberschaft**

### **Yvonne Ferreira**

Yvonne Ferreira studierte Psychologie an der Technischen Universität Darmstadt und war anschließend 16 Jahre am Institut für Arbeitswissenschaft der Technischen Universität Darmstadt als wissenschaftliche Mitarbeiterin tätig. Während dieser Zeit promovierte sie am Fachbereich Humanwissenschaften. Anschließend war sie drei Jahre als Konfliktberaterin der Landeshauptstadt Wiesbaden und Arbeitspsychologin an den Horst-Schmidt-Kliniken tätig. 2016 habilitierte der FB Humanwissenschaften der Technischen Universität Darmstadt Frau Prof. Ferreira zum Thema „Arbeitszufriedenheit in Theorie und Praxis. Vergangenheit – Gegenwart – Zukunftsperspektive“. Die Venia Legendi wurde für das Fach Psychologie verliehen.

Seit 2013 lehrt und forscht Yvonne Ferreira am iwip Institut für Wirtschaftspsychologie an der FOM Hochschule, hier ist sie Leiterin des Fachbereichs Arbeitspsychologie. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen im Bereich der Arbeitszufriedenheit sowie der psychischen Belastung.

Neben ihrer Tätigkeit als Professorin an der FOM Hochschule ist sie Redaktionsleiterin der Zeitschrift für Arbeitswissenschaft sowie Privatdozentin an der Technischen Universität Darmstadt.

### **Sandra Sülzenbrück**

Sandra Sülzenbrück war nach ihrem Studium der Psychologie an der Friedrich-Schiller-Universität in Jena wissenschaftliche Mitarbeiterin und Nachwuchsgruppenleiterin am IfADo – Leibniz-Institut für Arbeitsforschung in Dortmund – und forschte dort im Bereich der kognitiven Ergonomie. Sie promovierte an der TU Dortmund und habilitierte an der Philosophischen Fakultät der RWTH Aachen, von der ihr auch die Venia Legendi für das Fach Psychologie verliehen wurde. Seit 2014 ist sie Professorin für Wirtschaftspsychologie an der FOM Hochschule. Gemeinsam

mit Herrn Prof. Dr. Manuel Pietzonka leitet sie das iwp Institut für Wirtschaftspsychologie an der FOM Hochschule. Nebenberuflich ist sie als systemische Beraterin, Coach und Organisationsentwicklerin tätig.

## **Autorenschaft**

### **Anna-Maria Gugel**

Anna-Maria Gugel beendete im Jahr 2021 ihr berufsbegleitendes Bachelorstudium im Studiengang Betriebswirtschaft und Wirtschaftspsychologie an der FOM Hochschule am Hochschulzentrum in Frankfurt a. M. Sie ist derzeit als Gruppenleiterin im Kundenservice einer der führenden deutschen Fondsgesellschaften tätig. Daneben arbeitet sie im Change-Management und setzt sich so für die Schaffung einer wertschätzenden Unternehmenskultur und die Förderung einer kunden- und mitarbeiterzentrierten Arbeits- und Denkweise in ihrem Unternehmen ein.

### **Theresa Kunz**

Theresa Kunz, ausgebildete Industriekauffrau, startete ihre berufliche Laufbahn im Bereich Human Resources eines pharmazeutischen Unternehmens in Frankfurt a. M. Ihr berufsbegleitendes Studium der Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftspsychologie schloss sie im Jahr 2021 erfolgreich ab. In ihrer Funktion als HR Business Partnerin betreut und berät sie Fach- und Führungskräfte diverser Unternehmensbereiche in personal-, arbeits- und betriebsverfassungsrechtlichen Fragestellungen. Darüber hinaus leitet sie globale HR-Projekte und ist Teil des Managementteams.

### **Katrin Knausdorf**

Katrin Knausdorf studierte zunächst Betriebswirtschaftslehre mit dem Schwerpunkt Dienstleistungsmarketing an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg. Nach ihrem erfolgreichen Abschluss als Bachelor of Arts im Jahr 2015 arbeitete sie in der Geschäftskundenberatung eines deut-



schen Logistikkonzerns. Während ihrer Anstellung absolvierte sie ihr berufsbegleitendes Master-Studium im Fach Wirtschaftspsychologie an der FOM Hochschule am Hochschulzentrum Frankfurt a. M.

Das Master-Studium beendete sie im Jahr 2020 als Master of Arts, Wirtschaftspsychologie. Beruflich wechselte Katrin Knausdorf im Jahr 2020 zu einem mittelständischen Software-Unternehmen in Oberfranken. Dort ist sie als Key Account Managerin tätig und berät Geschäftskunden bei der Implementierung der angebotenen Personalmanagement-Software.

**Inhalt**

Vorwort .....	III
Abstract .....	V
Herausgeberschaft .....	VII
Autorenschaft .....	IX
Abkürzungsverzeichnis .....	XIII
1 Einführung .....	1
1.1 Problemstellung .....	1
1.2 Zielsetzungen der Studienarbeiten.....	3
1.3 Definitionen .....	4
1.3.1 Psychische Arbeitsbelastung, psychische Belastung, psychische Beanspruchung .....	4
1.3.2 Psychische Fehlbelastung.....	6
1.3.3 Psychischer Belastungsfaktor Zeitdruck .....	7
1.3.4 Herzfrequenz und Herzratenvariabilität .....	7
1.4 Aktueller Forschungsstand .....	9
1.4.1 Belastungsfaktor Zeitdruck .....	9
1.4.2 Psychische Belastung und Leistung .....	17
1.4.3 Psychische Belastung und kardiovaskuläre Parameter.....	21
1.4.4 Kognitive Leistung und kardiovaskuläre Parameter .....	28
2 Methode .....	32
2.1 Versuchsaufbau .....	32
2.2 Stichproben.....	35
2.3 Durchführung.....	35

---

2.4	Auswertung .....	40
3	Ergebnisse.....	43
4	Diskussion .....	45
4.1	Interpretation zentraler Ergebnisse.....	45
4.2	Implikationen.....	53
4.3	Limitationen und Ausblick.....	60
4.4	Fazit.....	67
	Literaturverzeichnis .....	69

**Abkürzungsverzeichnis**

DFA	Detrended Fluctuation Analysis
FWIT	Farbe-Wort-Interferenztests
HF	High Frequency
HRV	Herzratenvariabilität
IGT	Iowa Gambling Task
LF	Low Frequency
pNN50	Prozentsatz aufeinander folgender RR-Intervalle, welche mehr als 50mx voneinander abweichen
RHF	Ruhe-Herzfrequenz
RMSSD	Root Mean Square of Successive Differences
RR-Intervall	Abstand zwischen zwei R-Zacken im EKG
SDNN	Standard Deviation of the NN Intervall
SDRR	Standardabweichung der RR-Zeiten

## **1 Einführung**

In dieser Veröffentlichung werden drei Studien vorgestellt, in denen mithilfe eines experimentellen Ansatzes der Zusammenhang zwischen dem psychischen Belastungsfaktor Zeitdruck und der kognitiven Leistung untersucht wird.

Zunächst wird in das Forschungsziel der Studien eingeleitet, indem die zugrunde liegende Problemstellung der untersuchten Thematik und begriffliche Definitionen erläutert werden. Es folgen ein Überblick über den aktuellen Forschungsstand, eine Beschreibung der in den Studien genutzten Methoden und eine Darstellung und Diskussion der Studienergebnisse.

### **1.1 Problemstellung**

Bereits seit Ende 2013 stellt die Beurteilung der psychischen Belastung im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ein zentrales Handlungsfeld des modernen Arbeitsschutzes dar. Seitdem schreibt das Arbeitsschutzgesetz §5 Abs. 3 Nr. 6 Unternehmen vor, eine Beurteilung der Gefährdungen vorzunehmen, die sich aus der psychischen Belastung ergeben können. Im Falle einer drohenden gesundheitlichen Gefährdung ist es die Pflicht der Unternehmen, präventive Maßnahmen zur Sicherstellung des Arbeitsschutzes einzuleiten. Psychische Belastung wird definiert als „die Gesamtheit aller erfassbaren Einflüsse, die von außen auf den Menschen zukommen und diesen psychisch beeinflussen“ (DIN EN ISO 10075-1:2018-01, 2018, S. 6). Definitionsgemäß ist psychische Belastung zunächst als neutral zu betrachten (DIN EN ISO 10075-1:2018-01, 2018, S. 5). Sie führt demnach nicht zwangsläufig zu psychischen Erkrankungen. Sie kann sich jedoch negativ auf die Leistung und das Befinden von Beschäftigten auswirken. Im wissenschaftlichen Sprachgebrauch wird die negative Konnotation der psychischen Belastung als Fehlbelastung beschrieben (Ferreira & Schat, 2020, S. 4). Trotz des wissenschaftlichen Interesses zum Thema psychische Belastung besteht aktuell in der Forschung keine

Einigkeit über das zulässige Maß der psychischen Belastung am Arbeitsplatz. Es ist nicht klar, ab welchem Punkt sie negative Auswirkungen auf die Leistung und das Befinden der Beschäftigten hat. Einer der Gründe hierfür liegt in den fehlenden gesetzlichen Vorgaben zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung. Eine Herausforderung ergibt sich aus den fehlenden Grenzwerten für die Beurteilung der psychischen Belastung. Ohne Schwellenwerte für die Belastungsfaktoren und entsprechende Richtlinien ist es Unternehmen nur bedingt möglich, effektive Präventivmaßnahmen einzuleiten. Welche konkreten Maßnahmen zum Schutz vor psychischer Fehlbelastung eingeführt werden, liegt derzeit im Ermessensspielraum der Unternehmen. An dieser Stelle setzt die vorliegende Arbeit an und beabsichtigt einen Beitrag zur wissenschaftlichen Bestimmung von Grenzwerten in Bezug auf den Belastungsfaktor Zeitdruck leisten zu können.

Die Ergebnisse des DAK-Gesundheitsreports aus dem Jahr 2019 zeigen eine Zunahme der Krankenstandkennziffer in Bezug auf psychische Erkrankungen (DAK, 2019, S. 21). Neben Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems und des Atmungssystems gehören psychische Erkrankungen zu den häufigsten Beschwerden (DAK, 2019, S. VII) und reihen sich mit einem Anteil von 15.2 % der Ausfalltage hinter diesen ein (DAK, 2019, S. 19). Die Ergebnisse des kürzlich veröffentlichten DAK-Psychoports 2020 führen den Trend der Vorjahre fort und verzeichnen einen Anstieg der Arbeitsausfälle aufgrund psychischer Erkrankungen. Ein Höchststand von 260 Fehltagen pro 100 DAK-Versicherten ist im vergangenen Jahr psychischen Beschwerden zuzuschreiben (DAK-Pressemeldung, 2020, S. 1). DAK-Vorstandschef Andreas Storm kommentiert diese Entwicklung mit den Worten: „Psychische Erkrankungen sind nicht nur eine große Belastung für die Betroffenen, sie stellen unsere ganze Gesellschaft vor enorme Herausforderungen“ (DAK-Pressemeldung, 2020, S. 1). Seiner Ansicht nach ist es entscheidend, dass Unternehmen das Thema psychische Belastung aus der „Tabuzone holen und ihren Mitarbeitern Hilfe anbieten“ (DAK-Pressemeldung, 2020, S. 1). Am 05. Oktober 2020 veröf-

fentlicht das Bundesministerium für Gesundheit (BMG) eine Pressemitteilung über die „Offensive psychische Gesundheit“, welche beabsichtigt, eine größere Offenheit in Bezug auf das Thema psychische Belastung zu schaffen (BMG-Pressemeldung, 2020). Sie zielt darauf ab, mit einer Vielzahl von Institutionen die Präventionslandschaft in Deutschland zu verbessern. Die Initiative mehrerer Ministerien versucht Menschen zu sensibilisieren, verstärkt auf ihre persönliche psychische Belastung und Grenzen zu achten und aktiv mit ihrem Umfeld darüber zu sprechen (BMG-Pressemeldung, 2020). Sowohl die Ergebnisse des DAK-Psychoreports als auch die Nachrichten um die Initiative der Bundesregierung unterstreichen die gesellschaftliche und politische Bedeutung des Themas. Vor dem Hintergrund der gesetzlichen Auflagen regen auch die steigende Zahl der Krankentage sowie die damit verbundenen Kosten für Unternehmen und Krankenkassen dazu an, den Einfluss von psychischer Belastung näher zu beleuchten. Es zeigt sich die Notwendigkeit einer detaillierten und spezifischen Auseinandersetzung mit den arbeitsbedingten psychischen Belastungsfaktoren, mit denen Beschäftigte der modernen Arbeitswelt konfrontiert werden.

## **1.2 Zielsetzungen der Studienarbeiten**

Wie die soeben geschilderte Problemstellung verdeutlicht, fehlen derzeit einheitlich festgelegte Grenzwerte für psychische Belastung am Arbeitsplatz. Die hier vorgestellten Arbeiten haben das Ziel, einen Beitrag zur Festsetzung solcher Grenzwerte zu leisten. Knausdorf (2020) hat hierfür zunächst ein Experiment zur tiefergehenden Untersuchung des arbeitsbezogenen Belastungsfaktors Zeitdruck entwickelt und durchgeführt. Die Ergebnisse wurden von Kunz (2020) und Gugel (2020) validiert. Die zentralen Forschungsfragen befassen sich demnach mit der zur Verfügung stehenden Bearbeitungszeit für eine Aufgabe und ihrer Auswirkung auf die Anzahl der Fehler, die Herzfrequenz sowie die Herzratenvariabilität. Die

Bearbeitungszeit ist demnach als Operationalisierung des Belastungsfaktors Zeitdruck zu verstehen. Anhand der Anzahl der Fehler sowie der Herzfrequenz und Herzratenvariabilität als physiologische Messung soll die Fehlbelastung operationalisiert werden.

### **1.3 Definitionen**

Im Verlauf des Kapitels werden die für die vorliegende Arbeit relevanten Konstrukte der psychischen Arbeitsbelastung, psychischen Belastung, psychischen Fehlbelastung und psychischen Beanspruchung voneinander abgegrenzt und definiert. Zudem wird der Belastungsfaktor Zeitdruck definiert sowie die Grundlagen der Herzfrequenz und HRV erläutert.

#### **1.3.1 Psychische Arbeitsbelastung, psychische Belastung, psychische Beanspruchung**

Sowohl im umgangssprachlichen als auch im wissenschaftlichen Kontext herrschen unterschiedliche Auffassungen über die Konstrukte der psychischen Belastung und psychischen Beanspruchungen vor (DIN EN ISO 10075-1:2018-01, 2018, S. 5). Auf Grundlage des Belastungs- und Beanspruchungsmodells nach Rohmert und Rutenfranz (1975) sind die Begrifflichkeiten voneinander abzugrenzen. Zur Förderung eines einheitlichen Sprachgebrauchs wird 2018 eine internationale Norm veröffentlicht, welche die Begriffe der psychischen Belastung und psychischen Beanspruchung klar voneinander trennt. Psychische Belastung wird definiert als „die Gesamtheit aller erfassbaren Einflüsse, die von außen auf einen Menschen zukommen und diesen psychisch beeinflussen“ (DIN EN ISO 10075-1:2018-01, 2018, S. 6). Unter psychischer Beanspruchung wird die Auswirkung der psychischen Belastung auf kognitive und emotionale Vorgänge des Menschen verstanden. Diese Auswirkungen können sowohl positiv als auch negativ ausfallen (DIN EN ISO 10075-1:2018-01, 2018, S.



10). Folglich ist die psychische Belastung zunächst neutral anzusehen. Der im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersuchte Aspekt *Zeitdruck* stellt nur einen von vielen möglichen Belastungsfaktoren dar. Neben den Anforderungen der gestellten Aufgabe, zu denen Zeitvorgaben gezählt werden, können weitere Faktoren, wie z. B. physikalische Bedingungen, soziale und organisatorische sowie gesellschaftliche Aspekte, einen Einfluss auf die psychische Belastung nehmen (DIN EN ISO 10075-1:2018-01, 2018, S. 12). Die Kombination dieser äußeren Belastungsfaktoren bildet die „Gesamtheit aller erfassbaren Einflüsse“ (DIN EN ISO 10075-1:2018-01, 2018, S. 10).

Ein uneinheitlicher Sprachgebrauch zeigt sich auch in den Begrifflichkeiten der psychischen Arbeitsbelastung und psychischen Belastung. Die DIN EN ISO 10075 betrachtet die psychische Arbeitsbelastung (engl. *mental workload*) zunächst als einen übergreifenden oder generischen Begriff, unter welchem die spezifischen Konzepte der psychischen Belastung und psychischen Beanspruchung fallen (DIN EN ISO 10075-1:2018-01, 2018, S. 1, 6). Jedoch zeigen sich Inkonsistenzen innerhalb der DIN EN ISO 10075, da bei der Erläuterung des Begriffes psychische Belastung auf die synonyme Verwendung des Begriffes „Arbeitsbelastung“ in DIN EN ISO 6385 verwiesen wird (DIN EN ISO 10075-1:2018-01, 2018, S. 7). Gemäß DIN EN ISO 6385 wird der Begriff Arbeitsbelastung allerdings als „äußere Bedingungen und Anforderungen in einem Arbeitssystem [...], die auf die physiologische und/oder psychische Beanspruchung einer Person einwirken“ (2016, S. 8) definiert. Für die vorliegende Studie wird die psychische Arbeitsbelastung gemäß DIN EN ISO 6385 definiert und ist demnach nicht mit der psychischen Belastung nach DIN EN ISO 10075 gleichzusetzen (DIN EN ISO 6385:2016-12, 2016, S. 8). Psychische Beanspruchung wird definiert als eine „unmittelbare Auswirkung der psychischen Belastung [...] im Individuum in Abhängigkeit von seinem aktuellen Zustand“ (DIN EN ISO 10075-1:2018-01, 2018, S. 7). Die psychische Beanspruchung ist folglich ein Resultat aus psychischer Belastung

und den individuellen Eigenschaften des Menschen. In Abhängigkeit dieser Eigenschaften kann die psychische Beanspruchung positive als auch negative Effekte auslösen (DIN EN ISO 10075-1:2018-01, 2018, S. 12). Anregungseffekte stellen positive Auswirkungen dar, welche kurzfristig z. B. Lerneffekte oder eine Aktivierung auslösen können oder langfristig sogar Kompetenzentwicklungen ermöglichen. Negative Folgen sind unter anderem kurzfristige ermüdungsähnliche Zustände, herabgesenkte Wachsamkeit oder aber langfristige Folgen, welche sich im Krankheitsbild wie Burnout äußern können (DIN EN ISO 10075-1:2018-01, 2018, S. 12).

### 1.3.2 Psychische Fehlbelastung

Im Gegensatz zur psychischen Belastung wird die Fehlbelastung nicht explizit durch eine internationale Norm definiert. Die DIN EN ISO 10075 spricht lediglich von „[...] eine[r] psychische[n] Belastung, die das menschliche Vermögen zur Informationsverarbeitung übersteigt [und] direkt zu einer fehlerhaften menschlichen Leistung führ[t]“ (DIN EN ISO 10075-1:2018-01, 2018, S. 10). An dieser Stelle setzt die Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie (GDA) an und bietet eine Begriffsbestimmung, welche wie folgt lautet: „Anforderungen und Belastungen [...], die in ihrer Ausprägung bei Beschäftigten zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen können“ (GDA, 2018, S. 28).

In Anlehnung an die Formulierungen der DIN EN ISO 10075 und GDA wird der vorliegenden Arbeit folgende Definition zugrunde gelegt:

„Psychische Fehlbelastung entsteht aus objektiven Faktoren, die von außen auf den Menschen einwirken und aufgrund ihrer Dauer, Intensität (Lage) und/oder Kombination die menschliche kognitive und emotionale Informationsverarbeitungskapazität übersteigen und sich somit negativ auf die Leistung und das Befinden auswirken.“ (Ferreira & Schat, 2020, S. 4).

### **1.3.3 Psychischer Belastungsfaktor Zeitdruck**

Bei der Analyse des aktuellen Forschungsstandes zum Belastungsfaktor Zeitdruck zeigt sich, dass im untersuchten Forschungsgebiet keine konkreten Definitionen des Begriffes vorliegen. Auf Basis qualitativer Forschungen entwickeln Ferreira und Vogt (2021) folgende Definition, welche für die vorliegende Arbeit zugrunde gelegt wird: "Diskrepanz von zur Verfügung stehender Zeit und der erforderlichen Zeit zur Bewältigung von Aufgabe(n) in angemessener und regulärer Arbeitsgeschwindigkeit." (S. 15).

### **1.3.4 Herzfrequenz und Herzratenvariabilität**

Mit dem Zitat „A healthy heart is not a metronome“ beschreiben Shaffer, McCraty und Zerr die natürlichen Schwankungen eines gesunden Herzens (Shaffer et al., 2014, S. 5). Damit verdeutlichen sie, dass die Herzfrequenz auch unter Ruhebedingungen ständigen Schwankungen unterworfen ist und sich den Anforderungen des Körpers anpasst (Shaffer et al., 2014, S. 5; Haus et al., 2020, S. 28). Unter der Herzfrequenz wird die Anzahl der gemessenen Herzkontraktionen pro Zeiteinheit verstanden und vermehrt im klinischen Bereich als Herzschläge pro Minute quantifiziert (Sammito et al., 2014, S. 3; Hughes et al., 2019, S. 2). Die physiologische Variation der Abstände zwischen zwei aufeinanderfolgenden Herzschlägen wird als HRV bezeichnet. Basis für die Berechnung der HRV-Parameter ist die Abfolge der Zeitintervalle (NN-Intervalle) zwischen den Herzschlägen (Thayer et al., 2012, S. 748). Das Herz wird durch den Sympathikus und Parasympathikus des autonomen Nervensystems reguliert, sodass eine Steigerung der sympathischen Aktivität zu einer Zunahme der Herzfrequenz führt. Eine Zunahme der parasympathischen Aktivität ist wiederum mit einer Herzfrequenzsenkung verbunden (Thayer et al., 2012, S. 748). Außerdem bewirkt die sympathische Zunahme, dass das Intervall zwischen den Herzschlägen kürzer wird. Der parasympathische Einfluss trägt dazu bei, dass die Zeit zwischen den Schlägen länger wird (Thayer et

al., 2012, S. 748). Aus diesem Grund sinkt die HRV in Folge von sympathischer Aktivität und steigt aufgrund von parasympathischen Einflüssen. Die Frequenz eines gesunden Herzens ist spontan und zeigt eine hohe HRV. Die Variabilität gibt demnach Aufschluss über die allgemeine Gesundheit des Herzens, sodass eine hohe HRV mit einem gesunden Herzen in Zusammenhang gebracht wird. Ein krankes Herz weist unter bestimmten Bedingungen fast keine Variabilität mehr auf (Thayer et al., 2012, S. 748).

Weist die HRV in Ruhe einen hohen Wert auf, bedeutet dies, dass der Organismus flexibel in der Lage ist, sich an wechselnde Anforderungen anzupassen (Haus et al., 2020, S. 29). Dementsprechend spiegelt die HRV die Anpassungsfähigkeit des Organismus wider. Als objektive Indikatoren geben die Herzfrequenz und HRV Aufschluss über die Beanspruchung des Herz-Kreislaufsystems des Menschen infolge von Belastung (Sammito et al., 2014, S. 3). Unabhängig von der psychischen Belastung werden die Herzfrequenz und die HRV durch weitere Faktoren beeinflusst (Sammito et al., 2014, S. 19). Hierzu gehören unter anderem die Atmung, der Fitnesszustand, das Geschlecht, die Tageszeit, das Lebensalter, Herzkreislauferkrankungen, Temperatureinflüsse, Rauchen oder Lärm (Sammito et al., 2014, S. 19, 20, 21, 22). Anhand des neuroviszeralen Integrationsmodells verdeutlichen Thayer und Lane (2009), dass das Herz direkt mit dem Gehirn verbunden ist. Sie nehmen an, dass die HRV mit den physiologischen, kognitiven und emotionalen Regulationsprozessen des Menschen in Beziehung steht. Die HRV ist somit in der Lage, die Aktivität eines neuronalen Netzwerkes anzuzeigen, welches als Antwort auf wechselnde Bedingungen dynamisch reagiert. Auf Basis dieses Modells stehen höhere HRV-Werte im Zusammenhang mit einer verbesserten Leistung bei kognitiven Aufgaben (Thayer & Lane, 2009, S. 88). Eine Vielzahl an Parametern kann die HRV des Menschen operationalisieren. Etablierte Verfahren der HRV-Analyse werden gemäß den Standards der Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing Electrophysiology (Task Force) in drei Gruppen unterteilt: Zeit-,

Frequenz- und nichtlinearer Bereich (Task Force, 1996, S. 355, 357, 363). Zu den Parametern des Zeitbereiches gehören unter anderem SDNN, RMSSD und pNN50 (Task Force, 1996, S. 355). Zum Frequenzbereich der HRV gehören unter anderem die Parameter (normalisierte) HF, (normalisierte) LF und LF/HF (Task Force, 1996, S. 360). Verfahren des nichtlinearen Bereiches sind die Poincaré-Plot Analyse und mit ihr die Variabilitätsmaße SD1 (Kurzzeitvariabilität) und SD2 (Langzeitvariabilität) sowie die trendbereinigte Fluktuationsanalyse (DFA, engl. *detrended fluctuation analyse*) mit den Parametern  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  (Sammito et al., 2014, S. 18).

## **1.4 Aktueller Forschungsstand**

Im Folgenden wird zunächst der aktuelle Forschungsstand zum Zusammenhang von psychischer Belastung und Leistung erörtert. Hierzu werden im ersten Schritt Studien vorgestellt, welche die psychische Belastung und insbesondere den Belastungsfaktor Zeitdruck in Bezug auf die Leistung untersuchen. Im Anschluss daran werden Studien vorgestellt, welche die Auswirkung der psychischen Belastung auf die Herzfrequenz und HRV untersuchen. Der theoretische Hintergrund wird schließlich abgeschlossen mit der Vorstellung von Studien, welche die Beziehung der kardiovaskulären Parameter und der kognitiven Leistung analysieren.

### **1.4.1 Belastungsfaktor Zeitdruck**

Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick über Studien zu psychischer Belastung, Zeitdruck und Leistung. Das Sichten verschiedener Untersuchungen hat dabei gezeigt, dass die Begriffe Arbeitsbelastung, psychische Belastung, psychische Beanspruchung und Stress nicht einheitlich verwendet werden. So werden hinter den Begriffen teils unterschiedliche Konstrukte verstanden und untersucht. Aus diesem Grund werden im folgenden Abschnitt auch Studien vorgestellt, die nicht explizit psychische Belastung oder den psychischen Belastungsfaktor Zeitdruck untersuchen,

dennoch aber in Bezug auf das geplante Forschungsvorhaben wertvolle Erkenntnisse aufzeigen.

In Bezug auf Zeitdruck zeigt die Literaturrecherche, dass es kein eindeutiges Ergebnis gibt, wenn es um den Einfluss von Zeitdruck auf die Leistung geht. Es existieren vier gegensätzliche Theorien, die jeweils durch entsprechende Forschungsergebnisse gestützt werden. Demnach kann Zeitdruck sowohl positiv als auch negativ auf die Leistung wirken; ebenso gibt es Untersuchungen, die keinen Zusammenhang beider Konstrukte zeigen, oder aber einen kurvilinearen Zusammenhang. Einen guten Überblick zu allen vier Theorien in Bezug auf Stress und Leistung liefert die Meta-Analyse von Muse et al. aus dem Jahr 2003. Insgesamt untersuchen Muse et al. 52 Studien, von denen 46 % die negative Theorie und 13 % die positive Theorie stützen; 4 % sprechen für einen kurvilinearen Zusammenhang, während bei 12 % kein Zusammenhang gefunden wird (Muse et al., 2003, S. 353). 25 % der gesichteten Untersuchungen zeigen gemischte Ergebnisse (Muse et al., 2003, S. 353). Insgesamt zeigt die Recherche für die vorliegende Arbeit in Bezug auf Zeitdruck und Leistung jedoch, dass überwiegend Studienergebnisse existieren, die einen negativen Zusammenhang stützen. Zudem baut die vorliegende Arbeit auf der Studie von Knausdorf (2020) auf, die ebenfalls einen negativen Zusammenhang zwischen Zeitdruck und der Leistung findet. Dementsprechend wird ein negativer Zusammenhang zwischen Zeitdruck und Leistung postuliert und das Hauptaugenmerk auf Studien gelegt, die einen negativen Zusammenhang aufzeigen.

Bereits 1985 führt Jamal (S. 409) eine Studie zum Zusammenhang zwischen Arbeitsstress und Arbeitsleistung durch. Wichtig ist zu betonen, dass das von Jamal untersuchte Konstrukt Arbeitsstress nicht im Einklang mit der in der vorliegenden Arbeit untersuchten psychischen Belastung steht. Die Untersuchungen von Jamal werden dennoch kurz vorgestellt, um die Historie der Forschung zum allgemeinen Zusammenhang der Konstrukte Stress, Belastung und Beanspruchung auf die Leistung aufzuzei-

gen. In dieser Studie untersucht Jamal (1985, S. 409) 227 Versuchspersonen aus dem mittleren Management sowie 283 Fabrikarbeitende. Die Ergebnisse zeigen primär eine negative Beziehung zwischen Arbeitsstress und der Leistung, die anhand direkter Vorgesetzter beurteilt wird (Jamal, 1985, S. 409). In begrenztem Maße stützen die Ergebnisse auch die Theorie eines kurvilinearen Zusammenhangs und die Theorie, dass kein Zusammenhang bestehe (Jamal, 1985, S. 422). Im Rahmen dieser Studie spricht Jamal (1985, S. 420) das bekannte Problem in der Wissenschaft an, dass das Konstrukt Stress nicht einheitlich definiert und somit auch nicht einheitlich gemessen werde. Vor diesem Hintergrund weist er darauf hin, dass die Ergebnisse mit Vorsicht zu betrachten sind (Jamal, 1985, S. 421). In seiner Studie hat Jamal (1985) lediglich dysfunktionalen Stress am Arbeitsplatz untersucht. Nach Jamal (1985, S. 421) bedarf es weiterer Forschung, die auch funktionale Komponenten von Stress untersucht, um zu prüfen, ob sich auch hier Belege für die negative lineare Theorie finden lassen.

Im Jahr 2007 führt Jamal (S. 175) erneut eine Untersuchung zur Beziehung zwischen arbeitsbezogenem Stress und der Arbeitsleistung durch. Dazu untersucht er insgesamt 630 Versuchspersonen, wobei 305 aus Malaysia und 325 aus Pakistan stammen (Jamal, 2007, S. 175). Über einen Fragebogen werden der arbeitsbezogene Stress und die Kündigungsabsicht erhoben, während Angaben zu Arbeitsleistung und Fehlzeiten aus Unternehmensdaten gewonnen werden (Jamal, 2007, S. 175). Mit dieser Untersuchung möchte Jamal (2007, S. 175 f.) drei seiner vorangegangenen Studien unter Krankenschwestern und Krankenpflegern sowie Managern und Fabrikarbeitenden replizieren, von denen letztere weiter oben vorgestellt wird. Wichtig ist hier erneut als Einschränkung zu erwähnen, dass Jamal das Konstrukt Stress und nicht die Belastung oder den Belastungsfaktor Zeitdruck untersucht. Jamal definiert arbeitsbezogenen Stress als Reaktionen von Individuen auf Aspekte ihrer Arbeitsumgebung, die körperlich oder emotional gefährdend erscheinen (Jamal, 2007, S. 176). Da-

mit entspricht das bei ihm untersuchte Konstrukt Stress eher der Beanspruchung als der Belastung. Hier zeigt sich für beide Länder eine negative Korrelation zwischen dem allgemeinen Arbeitsstress und der Arbeitsleistung mit  $r = -.39$  ( $p < .05$ ) für Malaysia und  $r = -.42$  ( $p < .05$ ) für Pakistan (Jamal, 2007, S. 182). Auch eine multiple Regressionsanalyse stützt die negativ lineare Theorie zur Auswirkung von Arbeitsstress auf die berufliche Leistung (Jamal, 2007, S. 182 f.). Insgesamt sprechen 90 % der Ergebnisse für eine negative Beziehung, wobei 10 % einen kurvilinearen Zusammenhang stützen (Jamal, 2007, S. 184). Jamal (2007, S. 185) erwähnt, dass die Untersuchungen in verschiedenen Ländern (Kanada, Malaysia, Pakistan) durchgeführt werden, um Unterschiede auszumachen, wobei er über alle Länder hinweg ähnliche Effekte findet. Er schlussfolgert, dass seine Ergebnisse zum negativen Zusammenhang zwischen arbeitsbezogenem Stress und der Leistung sich mit der Meta-Analyse von Muse et al. (2003) decken (Jamal, 2007, S. 184).

Neben Jamals Untersuchungen zu arbeitsbezogenem Stress finden sich auch zahlreiche Studien, die konkret das Konstrukt Zeitdruck untersuchen. So führen Szalma et al. im Jahr 2008 (S. 1513) eine Meta-Analyse zum Einfluss von Zeitdruck auf die menschliche Leistung durch. Dabei beziehen sie 125 Studien in ihre Untersuchung mit ein und finden insgesamt einen kleinen, aber negativen Effekt von Zeitdruck auf die Leistung (Szalma et al., 2008, S. 1513). Dieser Effekt variiert in seiner Stärke je nach Aufgabenart und in Abhängigkeit der Messung der Leistung (Genauigkeit versus Geschwindigkeit) (Szalma et al., 2008, S. 1513). Über alle Aufgabentypen und Messmethoden für Leistung hinweg, zeigt sich mit einer durchschnittlichen Effektgröße von  $g = -0.9$  ein kleiner, aber negativer Effekt von Zeitdruck (Szalma et al., 2008, S. 1514). Betrachtet man die unterschiedlichen Messungen der Leistung genauer, beeinträchtigt Zeitdruck zwar die Genauigkeit, hat aber zeitgleich einen förderlichen Effekt auf die Geschwindigkeit bei der Aufgabenlösung (Szalma et al., 2008, S. 1513). Damit führt Zeitdruck zwar zu schnelleren, gleichzeitig aber zu we-



niger akkuraten Reaktionen (Szalma et al., 2008, S. 1514). Dieser beeinträchtigende Effekt auf die Genauigkeit fällt für kognitive Aufgaben am stärksten aus (Szalma et al., 2008, S. 1514).

Insgesamt zeigt sich eine hohe Variabilität in den Ergebnissen der im Rahmen der Meta-Analyse gesichteten Studien (Szalma et al., 2008, S. 1513). Dies deutet nach Szalma et al. (2008, S. 1513) darauf hin, dass andere moderierende Variablen den Zusammenhang zwischen Zeitdruck und Leistung beeinflussen und so empfehlen sie, künftig andere Variablen – wie zum Beispiel das Geschlecht – zu untersuchen (S. 1515).

Im selben Jahr publizieren DeDonno und Demaree (2008, S. 636) eine Studie zur Auswirkung von wahrgenommenem Zeitdruck auf die Leistung bei Entscheidungsaufgaben. Sie rekrutieren 165 Versuchspersonen, die randomisiert auf eine Experimental- und auf eine Kontrollgruppe aufgeteilt werden (DeDonno & Demaree, 2008, S. 636). Beide Gruppen führen im Rahmen einer experimentellen Untersuchung die Iowa Gambling Task (IGT) durch, die als lernbasierte Aufgabe bekannt ist, in der es um Entscheidungssituationen unter Unsicherheit geht (DeDonno & Demaree, 2008, S. 636). Im Rahmen des IGT werden den Versuchspersonen vier Kartendecks (Stapel A, B, C und D) auf einem Computerbildschirm und ein Startguthaben von 2.000 Dollar präsentiert (DeDonno & Demaree, 2008, S. 638). Die Aufgabe besteht darin, aus einem der Decks eine Karte zu ziehen, für die die Versuchspersonen entweder belohnt (Geldgewinn) oder bestraft (Verlust von Geld) werden (DeDonno & Demaree, 2008, S. 638). Die Versuchspersonen werden gebeten, sich innerhalb von zwei Sekunden zu entscheiden und eine Karte von einem beliebigen Stapel zu ziehen (DeDonno & Demaree, 2008, S. 638). Beiden Gruppen werden dieselben Aufgaben unter identischen Bedingungen präsentiert, sie erhalten jedoch unterschiedliche Instruktionen. So wird die Experimentalgruppe informiert, dass die Zeit zur Vorbereitung und Lösung der Aufgaben nicht ausreichend sei (DeDonno & Demaree, 2008, S. 636). Versuchspersonen der Kontrollgruppe erfahren, dass genügend Zeit zur Vorbereitung und Bearbeitung der Aufgaben zur Verfügung steht (DeDonno & Demaree, 2008,

S. 636). Um die Leistung zu beurteilen, werten DeDonno und Demaree (2008, S. 638) aus, wie viele gute und wie viele schlechte Entscheidungen die Versuchspersonen getroffen haben (DeDonno & Demaree, 2008, S. 638). Dabei stellt die Auswahl einer Karte von Deck A und B eine schlechte Wahl dar, das Ziehen einer Karte von Deck C und D eine gute Wahl (DeDonno & Demaree, 2008, S. 638). Insgesamt stehen je Versuchsperson 100 Karten zur Verfügung, die auf fünf Durchgänge mit jeweils 20 Karten aufgeteilt sind (DeDonno & Demaree, 2008, S. 638). Die Ergebnisse einer Varianzanalyse (ANOVA) zeigen, dass ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen besteht ( $F(1,161) = 8.404, p = 0.004$ ) (DeDonno & Demaree, 2008, S. 638). So treffen Versuchspersonen der Kontrollgruppe im Mittel über 22 ( $M = 22.49, SD = 30.53$ ) gute Entscheidungen, Versuchspersonen der Experimentalgruppe tun dies in weniger als zehn Fällen ( $M = 9.14, SD = 27.90$ ) (DeDonno & Demaree, 2008, S. 638). DeDonno und Demaree (2008, S. 639) schlussfolgern aus ihren Ergebnissen, dass die Annahme unter Zeitdruck zu stehen ausreicht, um die Leistung zu beeinträchtigen. Daneben weisen sie darauf hin, dass schon der einmalige Hinweis auf Zeitdruck ausreicht, um die Entscheidungsfindung der Versuchspersonen negativ zu beeinflussen (DeDonno & Demaree, 2008, S. 639).

Moore und Tenney publizieren 2012 (S. 305) eine Literaturanalyse zu den Konstrukten Zeitdruck, Leistung und Produktivität. Dabei soll die Frage beantwortet werden, ob es ein optimales Level an Zeitdruck gibt (Moore & Tenney, 2012, S. 305).

Sie berichten, dass Zeitdruck generell die Leistung beeinträchtigt (Moore & Tenney, 2012, S. 305). Er schränke kognitive Kapazitäten ein und damit die Fähigkeit, überlegt zu Denken und zu Handeln (Moore & Tenney, 2012, S. 320). Unter Zeitdruck nutzen Menschen kognitive Strategien, die zwar ressourcenschonender, dafür aber auch fehleranfälliger sind (Moore & Tenney, 2012, S. 308 f. und S. 321). Sie hinterfragen Sachverhalte weniger kritisch und verlassen sich in ihrer Entscheidungsfindung eher auf Heuristiken (Moore & Tenney, 2012, S. 305). Diese Strategien

führen dazu, dass die Genauigkeit bei der Aufgabenlösung durch Schnelligkeit ausgetauscht wird (Moore & Tenney, 2012, S. 321). Demnach erhöhe Zeitdruck zwar die Geschwindigkeit bei der Aufgabenlösung, dies gehe aber auf Kosten der Qualität (Moore & Tenney, 2012, S. 305). Moore und Tenney (2012, S. 305) betonen in diesem Zusammenhang, dass es wichtig sei, die Begriffe Leistung und Produktivität klar voneinander abzugrenzen. Obwohl Zeitdruck grundsätzlich schlecht für die Leistung sei, wirke er förderlich auf die Produktivität (Moore & Tenney, 2012, S. 306 und S. 319).

Dabei definieren sie Produktivität als „Leistung pro Zeiteinheit“ (Moore & Tenney, 2012, S. 307). Zeitliche Restriktionen können die Produktivität steigern, indem sie Menschen davon abhalten an etwas weiterzuarbeiten, wenn der zusätzliche Zeitaufwand die potenziell bessere Leistung nicht rechtfertigen würde (Moore & Tenney, 2012, S. 306). Moore und Tenney empfehlen deshalb, Deadlines sinnvoll einzusetzen, um damit die Produktivität der Mitarbeitenden zu erhöhen (Moore & Tenney, 2012, S. 305). Die gesichtete Literatur zeigt den beiden Forschern jedoch deutlich, dass Zeitdruck die Leistung bei sämtlichen Aufgaben beeinträchtigt (Moore & Tenney, 2012, S. 308). Auch in Bezug auf die Arbeitsleistung in Gruppen finden Moore und Tenney negative Effekte (Moore & Tenney, 2012, S. 308). So verstärkte Zeitdruck beispielsweise Probleme, sich innerhalb einer Gruppe zur Aufgabenlösung richtig zu koordinieren (Moore & Tenney, 2012, S. 321).

Sowohl für Zeitdruck als auch für Arbeitsbelastung zeigen sich signifikante, negative Korrelationen mit der Arbeitsleistung (Murali et al., 2017, S. 25). Dabei ist der negative Zusammenhang des Zeitdrucks mit  $r = -.483$  ( $p < .01$ ) stärker als die Korrelation der Arbeitsbelastung mit der Leistung ( $r = -.333$ ,  $p < .01$ ) (Murali et al., 2017, S. 25). Eine multiple Regressionsanalyse zeigt, dass Zeitdruck einen signifikanten, negativen Einfluss auf die Arbeitsleistung hat ( $\beta = -0.26$ ,  $p = .014$ ), während kein signifikanter Effekt der Arbeitsbelastung ( $p = .147$ ) gefunden wird (Murali

et al., 2017, S. 26). Insgesamt kann anhand der vier untersuchten unabhängigen Variablen eine Varianz von 33.8 % erklärt werden (Murali et al., 2017, S. 26). Murali et al. (2017, S. 27) schlussfolgern, dass Zeitdruck sowohl die Produktivität als auch die Leistung der Mitarbeitenden negativ beeinflusst.

Das randomisierte, kontrollierte Experiment besteht aus zwei Teilen (ALQahtani et al., 2018, S. 1291). Im ersten Teil wird den Teilnehmenden ein medizinischer Fall präsentiert und die Versuchspersonen sollen die aus ihrer Sicht wahrscheinlichste medizinische Diagnose notieren (ALQahtani et al., 2018, S. 1291). Zeitdruck wird in der Experimentalgruppe durch verschiedene visuelle Reize auf dem Display (Anzeige der verbleibenden Zeit und verbleibenden Fälle) erzeugt (ALQahtani et al., 2018, S. 1291).

Im zweiten Teil werden den Versuchspersonen erneut die medizinischen Fälle aus dem ersten Teil gezeigt (ALQahtani et al., 2018, S. 1291 f.). Die Teilnehmenden sollen alle weiteren, potenziellen Diagnosen notieren, die ihnen zu diesen Fällen in den Sinn kommen, wobei hier weder in der Kontroll- noch in der Experimentalbedingung Zeitdruck erzeugt wird (ALQahtani et al., 2018, S. 1291 f.).

Eine einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) zeigt in Bezug auf die Reaktionszeit einen signifikanten Unterschied zwischen der Kontroll- und der Experimentalgruppe auf (ALQahtani et al., 2018, S. 1293). Mit einem Signifikanzniveau von  $p < .001$  sind die Versuchspersonen in der Experimentalgruppe mehr als doppelt so schnell wie die der Kontrollgruppe (ALQahtani et al., 2018, S. 1293 f.). Demnach verbringen die Versuchspersonen unter Zeitdruck wesentlich weniger Zeit (86 Sekunden) damit, Diagnosen aufzustellen als die Kontrollgruppe (182 Sekunden) (ALQahtani et al., 2018, S. 1294). Daraus ergeben sich auch in Bezug auf die diagnostische Genauigkeit signifikante Unterschiede (ALQahtani et al., 2018, S. 1293 f.). Unter Zeitdruck machen die Teilnehmenden mehr Fehler als ohne (ALQahtani et al., 2018, S. 1293 f.). Auch auf die anderen

beiden abhängigen Variablen wirkt Zeitdruck beeinträchtigend. So sind die Versuchspersonen unter Zeitdruck subjektiv gestresster und kommen zu weniger plausiblen alternativen Diagnosen als in der Kontrollbedingung (ALQahtani et al., 2018, S. 1293 f.). Zusammenfassend betrachtet, unterstreichen die Ergebnisse von ALQahtani et al. (2018, S. 1294) den negativen Effekt von Zeitdruck auf die diagnostische Genauigkeit von Ärzten und Ärztinnen und damit auf eine entscheidende Komponente ihrer Arbeitsleistung. Zeitdruck führt zu 14 % weniger Diagnosen, die gleichzeitig eine schlechtere Qualität aufweisen (ALQahtani et al., 2018, S. 1295).

Donnelly et al. untersuchen 2019 (S. 46) die Beziehung zwischen individuellen Charakteristika von Studierenden (Kontrollüberzeugung und Bedürfnis nach Struktur) auf ihre Zufriedenheit mit dem gewählten Hauptfach und ihre akademische Leistung. Sie nehmen an, dass folgende Variablen die Beziehung medieren: wahrgenommener Zeitdruck, persönliches Zeitmanagement-Verhalten und angenommene Kontrolle über die Zeit (Donnelly et al., 2019, S. 46). Auch wenn in der Untersuchung andere Konstrukte als in der vorliegenden Arbeit untersucht werden, zeigt sich ein Effekt für Zeitdruck. Donnelly et al. (2019, S. 51) führen zur Erfassung des Zeitdrucks Befragungen mit insgesamt 111 Studierenden durch, während die akademische Leistung anhand des selbstberichteten Notendurchschnitts gemessen wird (S. 52). Die Ergebnisse zeigen, dass ein kleiner negativer Effekt ( $r = -.08$ ) zwischen Zeitdruck und der akademischen Leistung besteht, der mit  $p = .04$  signifikant ist (Donnelly et al., 2019, S. 54 f.).

#### **1.4.2 Psychische Belastung und Leistung**

Die arbeitspsychologische Forschung bietet unterschiedliche theoretische Ansätze zur Erklärung des Einflusses von psychischer Belastung auf die Leistung. Es zeigt sich jedoch, dass bis heute kein eindeutiger Zusammenhang der beiden Konstrukte definiert werden kann. Es finden sich Belege für einen positiven (Muse et al., 2003, S. 353), negativen (Muse et

al., 2003, S. 353; Arshadi & Damiri, 2013, S. 708) und kurvilinearen Zusammenhang (Muse et al., 2003, S. 351; Brüggem, 2015, S. 2385; Zhang et al., 2020, S. 8). Weitere Studien nehmen an, dass zwischen der psychischen Belastung und der Leistung kein Zusammenhang besteht (Muse et al., 2003, S. 353).

Im Vergleich zu allen anderen genannten theoretischen Strömungen finden sich vermehrt Belege für einen negativen Zusammenhang zwischen der psychischen Belastung und der Leistung. Mit einem Fokus auf den Belastungsfaktor Zeitdruck, zeigt sich ein weniger breit gestreutes Ergebnisbild.

Vermehrt jüngere Forschungsarbeiten deuten auf einen Trend in Richtung eines negativen Zusammenhangs hin (DeDonno & Demaree, 2008; Murali et al., 2017; ALQahtani et al., 2018; Plessas et al., 2019; Bothias et al., 2020). Auf Basis des aktuellen Forschungsstandes nimmt auch Knausdorf (2020) in ihrer Arbeit an, dass Zeitdruck in einem negativen Zusammenhang zur Leistung steht. Im Kontrast dazu steht die Annahme, dass Zeitdruck einen positiven Einfluss auf die Leistung hat (Yu et al., 2015, Salleh et al., 2020). Im Folgenden werden detailliert Studien vorgestellt, die den Einfluss von Zeitdruck und Leistung untersuchen.

Plessas et al. (2019) beschäftigen sich ebenfalls mit dem Einfluss von Zeitdruck auf die diagnostische Genauigkeit von Ärztinnen und Ärzten. Ihre Ergebnisse stützen die Befunde von ALQahtani et al. (2018) und zeigen eine signifikante Verschlechterung der diagnostischen Sensitivität (Anzahl der Diagnosefehler sowie Nicht-Identifizieren von Pathologien). Aufgeteilt in vier randomisierte Gruppen haben 40 Teilnehmende die Aufgabe, pathologische Befunde anhand von Röntgenaufnahmen zu erkennen. Zur Untersuchung des Einflusses werden zwei Versuchsbedingungen aufgestellt. Der erste Durchgang erfolgt unter keiner zeitlichen Einschränkung, wohingegen der zweite Durchgang unter Zeitdruck durchgeführt wird (Plessas et al., 2019, S. 39). In Abhängigkeit des pathologischen Merkmals verschlechtert sich die Leistung (Sensitivität) um 30 %, 40 %

oder um 67 % des Medians im Vergleich zu der Bedingung ohne Zeitdruck (Plessas et al., 2019, S. 42). Die Versuchspersonen werden zudem mithilfe eines Fragebogens nach ihrem subjektiven Stressempfinden sowie der wahrgenommenen Schwierigkeit der Aufgabe befragt. Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen den Bedingungen mit und ohne Zeitdruck. Die Mittelwerte des Stressempfindens sowie der wahrgenommenen Aufgabenschwierigkeit sind unter der Bedingung mit Zeitdruck signifikant höher (Plessas et al., 2019, S. 40). Dies spricht für eine negative Wirkung des Zeitdrucks auf das Befinden der Testpersonen (Plessas et al., 2019, S. 43).

Boithias et al. (2020) untersuchen die Veränderung der Leistung von pädiatrischen Assistenzärzten unter reduziertem Zeitdruck. Im Rahmen ihrer Simulationsstudie stellen sie fest, dass aufgrund der Reduktion des Zeitdrucks die Qualität der Leistung zunimmt. Der Zeitbedarf für die Aufgabenerledigung bleibt jedoch unverändert (Boithias et al., 2020, S. 4). Die Versuchspersonen werden in dieser Studie mit standardisierten Neugeborenen-Szenarien konfrontiert. Dies erfordert die Einleitung eines international festgelegten 4-Schritte-Verfahrens zur Wiederbelebung von Neugeborenen. Mithilfe einer Simulationspuppe wird untersucht, ob die Erhöhung der zugeteilten Zeit für Schritt A dieses Verfahrens, zu einer besseren Leistung führt (Boithias et al., 2020, S. 1, 2). Das 4-Schritte-Verfahren umfasst acht Teilaufgaben und endet mit dem Beginn der Überdruckbeatmung. Die Beurteilung der Schnelligkeit und Leistung der Assistenzärzte bei der Durchführung von Schritt A erfolgt anhand von Videoaufzeichnungen (Boithias et al., 2020, S. 3). Boithias et al. (2020) stellen fest, dass bei einer Durchführungszeit von 30 Sekunden in nur 12 % der Videoaufzeichnungen alle acht Schritte absolviert werden, bevor mit der Überdruckbeatmung begonnen wird. Bei der Erhöhung der Durchführungszeit auf 60 Sekunden sind es 54 % (Boithias et al., 2020, S. 4). Zudem ist die Ausführungsleistung der acht Teilschritte nach der Erhöhung der Durchführungszeit signifikant besser. Die Versuchsbedingungen unterscheiden sich ausschließlich hinsichtlich der zugewiesenen Zeit bis zum Beginn der

Überdruckbeatmung. Auffällig hierbei ist, dass der Zeitbedarf für die Ausführung der acht Teilschritte vor und nach der Änderung konstant bleibt und bei ca. 60 Sekunden liegt (Boithias et al., 2020, S. 4). Boithias et al. (2020) schlussfolgern, dass eine Verbesserung der Leistung aufgrund der Verringerung von zeitlichen Beschränkungen eintritt und die Teilnehmenden weniger Zeitdruck empfinden (S. 6).

Entgegen der Annahme eines negativen Zusammenhangs finden sich auch Studien, welche einen positiven Einfluss von Zeitdruck auf die Leistung annehmen. Yu et al. (2015) liefern bei der Untersuchung der Auswirkung von Zeitdruck auf die dynamische, visuelle Suchleistung stützende Belege für einen positiven Zusammenhang. Mithilfe eines experimentellen Ansatzes untersuchen sie die Veränderungen der Suchleistung von 60 Studierenden. Jeweils 20 Suchaufgaben werden unter vier Experimentalbedingungen durchgeführt, wobei die Bewegungsgeschwindigkeit der Suchreize und der Zeitdruck variiert werden (Yu et al., 2015, S. 4662). Die Ergebnisse zeigen, dass bei dynamischer, visueller Suche die Leistung durch Zeitdruck signifikant verbessert werden kann. Allerdings lassen die Ergebnisse der jeweiligen Experimentalbedingungen darauf schließen, dass der Effekt des Zeitdrucks abhängig von der Geschwindigkeit der Suchreize ist (Yu et al., 2015, S. 4664).

Salleh et al. (2020) untersuchen ebenfalls den Effekt von Zeitdruck und der Arbeitsbelastung (engl. *workload*) auf die Arbeitsleistung (engl. *perceived job performance*). Bei dieser Studie handelt es sich um querschnittliche Daten, welche ausschließlich über einen Fragebogen erhoben werden. Salleh et al. (2020) verzeichnen anhand von 91 Fragebogendaten moderate und positive Korrelationen zwischen der Arbeitsbelastung, dem Zeitdruck und der wahrgenommenen Arbeitsleistung von Mitarbeitenden eines Verwaltungsbüros in Malaysia (Salleh et al., S. 59, 65). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Teilnehmenden unter Zeitdruck in der Lage sind, ihre Arbeitsleistung zu steigern (Salleh et al., 2020, S. 65). Salleh et al. (2020) schlussfolgern jedoch, dass für ausgezeichnete Arbeitsleistungen genügend Zeit zur Verfügung stehen muss (S. 67).



Die eben dargestellten Untersuchungen verdeutlichen, dass eine Vielzahl von Forschungsarbeiten Belege für die negative Theorie liefern. Knausdorf (2020) kann mithilfe ihrer Studienergebnisse die Annahme eines negativen Zusammenhangs ebenfalls stützen (S. 71). Der theoretische Rahmen dieser Arbeit basiert daher auf der Annahme, dass ein negativer Zusammenhang zwischen dem Belastungsfaktor Zeitdruck und der Leistung besteht. Das nachfolgende Kapitel dient zur weiteren Untersuchung des Zusammenhangs. Es werden hierzu weitere Studien vorgestellt, welche zudem den Grad der psychischen Belastung mithilfe der Herzfrequenz und HRV auf physiologischer Ebene quantifizieren.

### **1.4.3 Psychische Belastung und kardiovaskuläre Parameter**

Im Rahmen einer metaanalytischen Untersuchung erzielten Hughes et al. (2019, S. 10) mittlere bis große Effektstärken für die Validität und Reliabilität der Beurteilung der kognitiven Arbeitsbelastung (engl. *cognitive workload*) anhand physiologischer Parameter. Insgesamt fließen 36 Studien zur Herzfrequenz und 22 Studien zur HRV mit einer Gesamtstichprobengröße von 3.064 Teilnehmenden in die metaanalytische Betrachtung ein (Hughes et al., 2019, S. 7). Auf Basis der Ergebnisse wird angenommen, dass die Herzfrequenz und die HRV mit relativ stabilen Effekten sensitiv auf Veränderungen kognitiver Anforderungen reagieren (Hughes et al., 2019, S. 9, 12). Die HRV-Forschung zeigt auch, dass Studien in denen Leistungsmessungen und subjektive Reaktionen keinen Effekt aufweisen, sich anhand der HRV signifikante Veränderungen der Arbeitsbelastung belegen lassen (Brookings et al., 1996, zitiert nach Hughes et al., 2019, S. 10). Hughes et al. (2019) kommen zu der Schlussfolgerung, dass es kein optimales physiologisches Maß zur Erfassung der kognitiven Arbeitsbelastung gibt. Vielmehr ist die Wahl eines Indikators an dem geplanten Versuchsdesign, dem Aufgabentyp und der Leistungsbewertung im Verhältnis zu den Aufgabenanforderungen auszurichten (Hughes et al., 2019, S. 11). Des Weiteren muss bei der Analyse und Interpretation der

Ergebnisse mit anderen Studien darauf geachtet werden, dass diese bei einer im besten Fall identischen Aufzeichnungsdauer gewonnen werden. Grundlage hierfür ist die Zunahme der Gesamtvarianz der HRV mit der Aufzeichnungslänge (Task Force, 1996, S. 355). Bei den Versuchsdurchgängen des Stroop-Tests nach Knausdorf (2020) handelt es sich um Kurzeitaufzeichnungen (ca. zwei bis drei Minuten). Um die Vergleichbarkeit mit weiteren Studien zu wahren, sind für die vorliegende Arbeit nur jene Studien als Referenz verwendbar, die eine Aufzeichnungsdauer der HRV von maximal fünf Minuten untersuchen.

Eine Studie von Jafari et al. (2020) untersucht die psychische Arbeitsbelastung (engl. *mental workload*) im Arbeitskontext des U-Bahnbetriebs. Sie verfolgt das Ziel, den Grad der psychischen Arbeitsbelastung bei routinemäßigem und nicht routinemäßigem Betrieb des U-Bahnsystems zu ermitteln. Eine Stichprobe mit 11 männlichen Zugführern durchläuft im Rahmen einer Simulationsstudie unterschiedliche Fahrscenarien (Jafari et al., 2020, S. 3). Die Teilnehmenden erhalten zwei Aufgabenkategorien: Aufgaben des Routinebetriebs z. B. Vorbereitung des Fahrens, Fahren zwischen Stationen ohne Unterbrechung sowie nicht routinemäßige Aufgaben z. B. Reaktion auf einen Tunnelbrand, Umgang mit einer hohen Anzahl von Fahrgästen und Reaktion auf einen Zugausfall (Jafari et al., 2020, S. 4). Zur Erfassung der psychischen Arbeitsbelastung werden die Herzfrequenz und HRV-Parameter erhoben sowie ergänzend dazu subjektive Fragebogenantworten zur Beurteilung der wahrgenommenen Arbeitsbelastung herangezogen. Die Leistung der Teilnehmenden wird anhand der Reaktionszeit und der Fehleranzahl operationalisiert (Jafari et al., 2020, S. 3). Die Ergebnisse der Studie zeigen einen signifikanten Unterschied der Herzfrequenz zwischen der Ausgangssituation und dem Routinebetrieb, jedoch keinen Unterschied der Herzfrequenz zwischen Routinebetrieb und Nicht-Routinebetrieb. Die meisten HRV-Parameter (einschließlich SDNN, RMSSD und pNN50) weisen signifikant niedrigere Werte im Nicht-Routinebetrieb im Vergleich zum Routinebetrieb auf (Ja-

fari et al., 2020, S. 5). Die Leistung der Teilnehmenden ist im Nicht-Routinebetrieb signifikant schlechter als im Routinebetrieb. Jafari et al. (2020) schlussfolgern, dass die Versuchspersonen während der Untersuchung unterschiedliche Stufen der psychischen Arbeitsbelastung erfahren (S. 6). Die gesteigerte psychische Arbeitsbelastung des Nicht-Routinebetriebs äußert sich in einer signifikanten Reduktion der HRV-Parameter (SDNN, RMSSD und pNN50) sowie in einer Verschlechterung der Reaktionszeit und signifikanten Erhöhung der Fehleranzahl (Jafari et al., 2020, S. 6). Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Herzfrequenz und HRV-Parameter Variationen der Aufgabenschwierigkeiten im U-Bahnbetrieb aufzeigen können. Des Weiteren erweist sich die Kombination unterschiedlicher Messverfahren als ein geeignetes Instrument zur Erfassung der psychischen Arbeitsbelastung in komplexen Arbeitssystemen (Jafari et al., 2020, S. 9).

Weitere Studien können nachweisen, dass die Herzfrequenz infolge von Zeitdruck erhöhte Werte annimmt, welche wiederum in einem negativen Zusammenhang mit der Leistung bei kognitiven Aufgaben stehen (Shi et al., 2015; Rendon-Velez et al., 2016). Im Hinblick auf die HRV zeigt sich, dass sie unter Zeitdruck mit einer Reduktion reagiert und im Allgemeinen zu schlechteren Leistungen führt (Nickel & Nachreiner, 2003; Shi et al., 2015). Bei dem Versuch die Eignung der HRV als Indikator der mentalen Arbeitsbelastung herzuleiten, erzielen Nickel und Nachreiner (2003) keine signifikanten Ergebnisse. Bei der Untersuchung stellen sie jedoch fest, dass die HRV als Indikator für Zeitdruck angesehen werden kann, einen spezifischen Faktor der psychischen Arbeitsbelastung (Nickel & Nachreiner, 2003, S. 588).

Zwei Jahre später können Heiden et al. (2005) im Rahmen der experimentellen Untersuchung der Auswirkungen von Zeitdruck und Präzisionsanforderungen keine signifikanten Veränderungen der Herzfrequenz und HRV unter Zeitdruck feststellen (Heiden et al., 2005, S. 105). 45 Studierende erhalten die Aufgabe, auf einem Computerbildschirm angezeigte

Rechtecke mit der Computermaus nachzumalen. Diese werden nacheinander an unterschiedlichen Stellen des Bildschirms präsentiert (Heiden et al., 2005, S. 98). Zur Untersuchung der Veränderungen der Herzfrequenz, HRV sowie Leistung unter erhöhten Anforderungen werden zwei Versuchsbedingungen erzeugt. Die erste Bedingung sieht keine zeitliche Einschränkung bei der Aufgabenerledigung vor. Die Teilnehmenden werden angewiesen ca. zwei Rechtecke pro Minute zu malen (Heiden et al., 2005, S. 98). In der Experimentalbedingung wird zusätzlich Zeitdruck induziert, indem die zur Verfügung stehende Zeit pro Rechteck zwischen 15 und 25 Sekunden variiert wird. Präzisionsanforderungen werden anhand von Noten für das Malen der Rechtecke an die Versuchspersonen gestellt. Rechtecke, die innerhalb der Zeit zu mindestens 80 % ausgefüllt sind, werden mit einem Punkt bewertet (Heiden et al., 2005, S. 99). Die Herzfrequenz und Parameter der HRV (LF, HF, normalisierte LF und HF, LF/HF) werden vor und während der beiden Versuchsbedingungen erfasst (Heiden et al., 2005, S. 100). Die Ergebnisse zeigen eine Verbesserung der Malleistung unter erhöhten Anforderungen (Heiden et al., 2005, S. 104). Für die HRV und die Herzfrequenz werden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Aufgabenbedingungen festgestellt (Heiden et al., 2005, S. 105). Heiden et al. (2005) schlussfolgern, dass akuter Zeitdruck und Präzisionsanforderungen bei der Arbeit mit der Computermaus für junge, gesunde Teilnehmende physiologisch nicht beanspruchend sind (Heiden et al., 2005, S. 105).

Im Gegensatz zu Heiden et al. (2005) stellen Jiang et al. (2009) signifikante Veränderungen der HRV unter Zeitdruck fest. Sie untersuchen neben dem Zusammenhang zwischen Zeitdruck und Leistung, auch die Auswirkung von Entspannung auf die kardiovaskuläre Regulation der Versuchspersonen. Mithilfe ihrer Ergebnisse stellen Jiang et al. (2009) die Vorteile der trendbereinigten Fluktuationsanalyse (DFA, engl. *detrended fluctuation analysis*) gegenüber der konventionellen Leistungsspektralanalyse heraus (Jiang et al., 2009, S. 1527). Fünf männliche und fünf weibliche Studierende erhalten die Aufgabe, über einen Bildschirm angezeigte

sechsstellige Zahlen über eine Tastatur einzugeben. Das Experiment besteht insgesamt aus sieben achtminütigen Durchgängen. Zwei Ruhebedingungen, eine vor den Tests sowie eine nach den Tests, sind ebenso Bestandteil des Experiments. Eine Kontrollbedingung ohne Zeitdruck dient zur Erfassung der durchschnittlichen Bearbeitungszeit, die zur Eingabe einer Nummer benötigt wird. Daran schließen zwei weitere Bedingungen an, in denen Zeitdruck durch die Reduktion der Bearbeitungszeit um 10 % und 20 % provoziert wird. Die darauffolgenden Bedingungen sehen eine Bearbeitungszeit von 100 % und 150 % der ursprünglichen Zeit vor. Die Leistung der Testpersonen wird anhand der Anzahl der korrekten Nummern beurteilt (Jiang et al., 2009, S. 1528). Während des gesamten Experiments wird die Herzfrequenz und HRV (LF, HF, LF/HF und  $\alpha 1$  sowie  $\alpha 2$ ) der Testpersonen erfasst (Jiang et al., 2009, S. 1530). Die Anzahl der richtigen Ziffern ist in allen Bedingungen unter Zeitdruck signifikant niedriger im Vergleich zur Kontrollbedingung (Jiang et al., 2009, S. 1530). Je stärker der Zeitdruck ausfällt, desto niedriger ist die Anzahl der korrekt eingegebenen Ziffern. Die Herzfrequenz ist in der Gruppe mit 20 % weniger Zeit signifikant höher im Vergleich zu allen Versuchsbedingungen. Sie geht signifikant zurück in den Bedingungen, in denen die Versuchspersonen weniger belastet sind (Jiang et al., 2009, S. 1531). Die Ergebnisse der DFA zeigen, dass die HRV ( $\alpha 2$ ) in der Bedingung mit dem stärksten Zeitdruck signifikant niedriger ist, im Vergleich zu allen anderen Versuchsbedingungen. In der Ruhebedingung nach dem Experiment nimmt die HRV ( $\alpha 2$ ) signifikant zu. Die konventionelle Spektralanalyse ist in dieser Studie nicht in der Lage, signifikante Unterschiede zwischen zwei beliebigen Situationen aufzuzeigen (Jiang et al., 2009, S. 1531). Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Zahleneingabe unter Zeitdruck und Provokation, operationalisiert durch die Anzeige des Zeitbalkens, zu mehr Fehlern und einer erhöhten Herzfrequenz führt. Die DFA liefert zuverlässige Ergebnisse, indem der HRV-Parameter  $\alpha 2$  in der Bedingung mit dem stärksten Zeitdruck deutlich abnimmt. Sie erweist sich als ein geeignetes Verfahren

zur Untersuchung autonomer Zustände während der Computer- Maus-Arbeit. Des Weiteren zeigen die Ergebnisse, dass eine Entspannung nach hohem Zeitdruck einen positiven Einfluss auf das Herz-Kreislauf-System hat (Jiang et al., 2009, S. 1533).

Shi et al. (2015) beschäftigen sich ebenfalls mit der Herzaktivität von 20 Versuchspersonen während der Computerarbeit unter Zeitdruck. Ihre Ergebnisse decken sich mit der von Jiang et al. (2009) berichteten mangelnden Aussagekraft der konventionellen Spektralanalyse. Im Rahmen der Poincaré-Analyse, einer Analyse des nicht-linearen Bereiches der HRV, generieren Shi et al. (2015) zusätzliche Erkenntnisse über die Reaktivität des autonomen Nervensystems der Testpersonen (S. 41, 42). Ein achtminütiger, standardisierter Zifferneingabetest unter fünf Durchführungsbedingungen dient als Testinstrument des Experiments. Jeder der fünf Durchgänge erfordert von den Teilnehmenden eine serielle Eingabe von sechsstelligen Sequenzen über eine Tastatur. Die Kontrollbedingung wird von den Versuchspersonen unter normaler Geschwindigkeit und ohne Zeitdruck durchgeführt. Die durchschnittliche Bearbeitungszeit pro Sequenz dient für die nachfolgenden Experimentalbedingungen als Referenzwert (Shi et al., 2015, S. 41). In der zweiten Bedingung wird jede Sequenz innerhalb von 80 % der ursprünglichen Bearbeitungszeit absolviert. Die verbleibende Bearbeitungszeit wird den Teilnehmenden während des Durchgangs über einen Zeitbalken angezeigt. In der dritten Bedingung müssen die Teilnehmenden alle Sequenzen innerhalb von 100 % und in der vierten Testbedingung innerhalb von 90 % der ursprünglichen Bearbeitungszeit abschließen. Im letzten Durchgang erhalten die Versuchspersonen 150 % der ursprünglichen Bearbeitungszeit. Zwischen zwei aufeinanderfolgenden Durchgängen wird den Testpersonen eine fünfminütige Pause eingeräumt (Shi et al., 2015, S. 41). Die Leistung der Teilnehmenden wird durch die Anzahl korrekter Ziffern und der korrekten Sequenzen operationalisiert. Anhand der Herzfrequenz und HRV (SDRR, normalisierte LF und HF, HF/LF) wird zusätzlich die Herzaktivität der Teilneh-

menden untersucht. Die Testergebnisse zeigen eine signifikante Verschlechterung der Leistung zwischen den Bedingungen unter Zeitdruck im Vergleich zur Kontrollbedingung und den Bedingungen unter 100 % und 150 % der Bearbeitungszeit. Die Herzfrequenz steigt infolge des Zeitdrucks und sinkt in der Bedingung unter 150 % der Bearbeitungszeit (Shi et al., 2015, S. 42). Für die HRV (SDRR) wird eine Reduktion unter Zeitdruck verzeichnet. Weitere signifikante Mittelwertsunterschiede können zwischen der Ruhebedingung nach dem Test und der Kontrollbedingung sowie den Testbedingungen unter 80 %, 100 % und 90 % der Bearbeitungszeit beobachtet werden. Die HRV-Parameter normalisierte LF und HF zeigen keine signifikanten Mittelwertsunterschiede zwischen den Bedingungen auf (Shi et al., 2015, S. 42). Zusätzlich zur konventionellen Spektralanalyse findet die Poincaré-Analyse der HRV Anwendung. Die Analyse der Poincaré-Plots zeigt in der Bedingung unter 80 % und 90 % der Bearbeitungszeit eine verengte Streuung, welche auf der Zunahme der sympathischen Aktivität basiert. Eine erhöhte Streuung, welche die Werte der Versuchsbedingung unter 150 % der Bearbeitungszeit und unter Ruhebedingungen repräsentieren, zeigt eine erhöhte parasympathische Aktivität (Shi et al., 2015, S. 44). Auf Basis der Ergebnisse treffen Shi et al. (2015) die Aussage, dass die Teilnehmenden während den Bedingungen ohne Zeitdruck einen erhöhten Parasympathikotonus aufweisen sowie während der Aufgabe mit zusätzlichem Zeitdruck sympathisch aktiviert sind (S. 44). Sie schlussfolgern, dass die Poincaré-Analyse in der Lage ist, Veränderungen der HRV während der Computer-Maus-Arbeit unter Zeitdruck aufzuzeigen (Shi et al., 2015, S. 44).

Rendon-Velez et al. (2016) stellen im Rahmen einer Simulationsstudie fest, dass die Leistung (Spurhaltepräzision) der Versuchspersonen in der Bedingung unter Zeitdruck im Vergleich zur Kontrollbedingung ohne Zeitdruck schlechter ist. Zudem nimmt die Herzfrequenz aufgrund einer erhöhten physiologischen Aktivität zu (Rendon-Velez et al., 2016, S. 164). In Bezug auf die HRV wird keine signifikante Veränderung unter Zeitdruck festgestellt. Es wird die Schlussfolgerung gezogen, dass zwei

Hauptprobleme ursächlich für dieses Ergebnis sind: Zum einen die Vielzahl an möglichen Variabilitätsmaßen und zum anderen die erschwerte Interpretation der HRV bei dynamischen Aufgaben. Die gestellte Aufgabe ist über die Zeit nicht konstant und verlangt von 54 Teilnehmenden das Fahren einer Stadtstrecke mit verschiedenen Überhol-, Autofolge- und Kreuzungsszenarien (Rendon-Velez et al., 2016, S. 151, 165).

Zusammenfassend legen die eben dargestellten Studien nahe, dass die psychische Arbeitsbelastung und der Zeitdruck zu einer niedrigeren HRV der Teilnehmenden führen.

Versuchspersonen, die infolge von erhöhten Anforderungen wie z. B. Zeitdruck eine verminderte HRV aufweisen, verzeichnen zudem schlechtere Testergebnisse. Nichtsdestotrotz zeigen insbesondere die Ergebnisse von Rendon-Velez et al. (2016), dass Studienergebnisse in Bezug auf die HRV von verschiedenen Faktoren abhängig sind. Die Vielzahl an Variabilitätsmaßen und teilweise differierenden Studiendesigns und Testverfahren führen zu Unterschieden in den einzelnen Studienergebnissen. Aus diesem Grund wird im nachfolgenden Kapitel der theoretische Rahmen erweitert, indem der aktuelle Forschungsstand zum Zusammenhang der kardiovaskulären Parameter und der Leistung aufgearbeitet wird. Hierzu werden Studien vorgestellt, die sich mit dem Einfluss der HRV und Herzfrequenz auf die kognitive Leistung beschäftigen.

#### **1.4.4 Kognitive Leistung und kardiovaskuläre Parameter**

Forte et al. (2019) analysieren in ihrer systematischen Übersichtsarbeit 20 Studien, welche im Zeitraum von 2001 bis 2018 veröffentlicht wurden und den Zusammenhang zwischen der HRV und der kognitiven Leistung untersuchen. Die Ergebnisse zeigen, dass die exekutiven Funktionen sowie die globale kognitive Funktion die am meisten untersuchten Dimensionen in Bezug auf die HRV sind (Forte et al., 2019, S. 8). Es finden sich acht Studien zur globalen kognitiven Funktion, acht Studien zur



Gedächtnisleistung, zwei Studien zur Sprache, fünf Studien zur Aufmerksamkeit, 13 Studien zu den exekutiven Funktionen und zwei Studien zur visuell-räumlichen Fähigkeit sowie eine Studie zu Verarbeitungsgeschwindigkeit (Forte et al., 2019, S. 5). Sieben der acht Studien zur globalen kognitiven Leistung stellen fest, dass eine niedrigere HRV mit schlechteren Leistungen in den Testverfahren einhergeht (Forte et al., 2019, S. 5). Lediglich Britton et al. (2008) schlussfolgern in ihrer Untersuchung, dass eine verminderte kardiovaskuläre autonome Funktion (niedrige HRV) nicht zu einer kognitiven Beeinträchtigung in der untersuchten Stichprobe führt (S. 120). In Bezug auf die Dimensionen Sprache und exekutive Funktionen finden Britton et al. (2008) ebenfalls keinen Zusammenhang zwischen der HRV und der kognitiven Leistung. 11 von 13 Studien, welche die exekutive Funktion untersuchen, schließen aus ihren Ergebnissen, dass eine niedrigere HRV schlechtere Leistungen bei der Aufgabenerledigung vorhersagen kann (Forte et al., 2019, S. 7). Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die HRV-Parameter unterschiedlich stark mit den verschiedenen kognitiven Dimensionen assoziiert sind (Forte et al., 2019, S. 7). Die Arbeit von Forte et al. (2019) unterstreicht die Annahme des neuroviszeralen Integrationsmodells, welchem zufolge das autonome Nervensystem in enger Interaktion mit dem neurokognitiven System steht (Forte et al., 2019, S. 9).

Eine der ersten Studien, die einen Zusammenhang zwischen den exekutiven Funktionen und der HRV feststellt, ist die Arbeit von Hansen et al. (2003). Bei einer Stichprobe von 53 Seemännern zeigen zwei kognitive Tests, dass die Versuchsgruppe mit höheren Herzfrequenzwerten und niedrigeren HRV-Werten während der Ausgangs- und Aufgabenbedingung schlechtere Testergebnisse verzeichnen (Hansen et al., 2003, S. 266, 296, 270). Mithilfe von Subtests gelingt es den Autoren, die Unterschiede auf jene Tests zurückzuführen, welche vorrangig exekutive Funktionen erfordern. Für die Subtests, welche keine exekutiven Funktionen erfordern, können keine Gruppenunterschiede festgestellt werden (Hansen et al., 2003, S. 270).

Schaich et al. (2020) führen zu unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten eine multiethische Studie zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen 10-Sekunden-Aufnahmen der HRV und der Leistung in kognitiven Tests durch. 3.018 Versuchsteilnehmende im Alter von 45 bis 84 Jahren nehmen an der Studie teil und leiden zu Beginn der Untersuchung nicht an kardiovaskulären Erkrankungen. Die Erfassung der HRV (SDNN und RMSSD) erfolgt sowohl zum ersten Untersuchungszeitpunkt (2000-2002) als auch zum zweiten Untersuchungszeitpunkt (2010- 2012). Die Leistung der Versuchspersonen wird lediglich zum zweiten Untersuchungszeitpunkt erhoben (Schaich et al., 2020, S. 2). Die kognitive Leistung wird anhand einer Testbatterie erfasst, welche die globalen kognitiven Funktionen, Verarbeitungsgeschwindigkeit und das Arbeitsgedächtnis erfordern (Schaich et al., 2020, S. 3). Neben der Messung der HRV, der Ruhe-Herzfrequenz (RHF) und der Leistung werden Kovariablen, wie beispielsweise Alter, ethnische Herkunft, Geschlecht, Raucherstatus, Einnahme von Medikamenten und Erkrankungen, erfasst.

Diese Daten nutzen Schaich et al. (2020, S. 3) für weiterführende Analysen. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass höhere HRV-Werte, unabhängig von kardiovaskulären Risikofaktoren und Erkrankungen, mit einer besseren globalen kognitiven Leistung, Verarbeitungsgeschwindigkeit und dem Arbeitsspeicher assoziiert sind (Schaich et al., 2020, S. 8). Ihre Ergebnisse stützen die Verwendung von HRV-Parametern wie die SDNN und RMSSD als Korrelate der kognitiven Leistung (Schaich et al., 2020, S. 8). Weitere Erkenntnisse generieren Schaich et al. (2020), indem der Zusammenhang zwischen den HRV-Parametern und der kognitiven Leistung nach Ausschluss der RHF abgeschwächt ist. Es zeigt sich, dass eine höhere RHF selbst mit schlechteren Testleistungen verbunden ist (Schaich et al., 2020, S. 7). Schaich et al. (2020) erklären dies damit, dass sowohl die HRV als auch die Herzfrequenz das Gleichgewicht der parasymphatischen und sympathischen Aktivität widerspiegeln und die Bereinigung um die RHF zu einer Entfernung von Varianz führt (Schaich et al., 2020, S. 7).

In Kontrast dazu stehen die Ergebnisse von Stenfors et al. (2016, S. 1), die mit ihrer Arbeit das Ziel verfolgen, die Zusammenhänge zwischen verschiedenen HRV-Parametern und exekutiven, kognitiven Prozessen zu untersuchen. Im Rahmen ihrer experimentellen Untersuchung stellen sie bei 119 gesunden Arbeitnehmenden zunächst signifikante Zusammenhänge zwischen höheren SDNN- und RMSSD-Werten und einer besseren Leistung in kognitiven Tests fest. Nach Bereinigung der Ergebnisse um die demographischen Daten und Gesundheitsdaten sind diese Zusammenhänge primär durch das Alter der Versuchspersonen zu erklären (Stenfors et al., 2016, S. 7). Stenfors et al. (2016) schlussfolgern, dass die Beziehung zwischen der HRV (SDNN und RMSSD) und den kognitiven Funktionen der Exekutive größtenteils durch das Alter erklärt werden kann (S. 11).

## 2 Methode

Im folgenden Kapitel wird der grundlegende Versuchsaufbau der drei Studien beschrieben. Darauffolgend werden die Stichproben, Durchführungen sowie Auswertungsverfahren der Studie von Knausdorf (2020) und den darauf basierenden, modifizierten Studien von Gugel (2020) und Kunz (2020) dargestellt.

### 2.1 Versuchsaufbau

Ziel der Studien ist die Prüfung, ob Fehlbelastung durch physiologische Messungen nachgewiesen werden kann. Zu diesem Zweck wurde der Faktor Bearbeitungszeit als Operationalisierung von Zeitdruck variiert und die Auswirkung auf die Fehlerhäufigkeit sowie die Herzfrequenz bei Knausdorf (2020) sowie die Herzratenvariabilität bei Gugel (2020) und Kunz (2020) erhoben. Bei Gugel (2020) und Kunz (2020) findet zusätzlich eine Unterteilung in Experimental- und Kontrollgruppe statt, was in den folgenden Beschreibungen des modifizierten Studienablaufes berücksichtigt wird.

Bei dem eingesetzten Testverfahren handelt es sich um eine modifizierte Form des Farbe-Wort-Interferenztests (FWIT) nach J. R. Stroop. Das Verfahren gilt als stressprovozierend und kann demnach auch herangezogen werden, um Stressbewältigungsstrategien unter den Versuchspersonen zu beobachten (Bäumler, 1985, S.7). Der klassische FWIT besteht aus drei Aufgabenbereichen, von denen nur der letzte für die vorliegende Bachelor-Thesis herangezogen wird. Demnach werden den Versuchspersonen im Rahmen der experimentellen Untersuchung die Farbwörter Blau, Gelb, Grün und Rot auf einem Computerbildschirm präsentiert. Im Gegensatz zum ursprünglichen FWIT müssen sie jedoch nicht die Bedeutung der Worte benennen, sondern beurteilen, ob die Bedeutung des Farbworts mit der Schriftfarbe übereinstimmt. Hierzu werden den Versuchspersonen die Antwortoptionen „richtig“ und „falsch“ angezeigt. Ist die Schriftfarbe mit der Bedeutung des Farbworts kongruent, stellt die Antwortoption „richtig“

die korrekte Lösung dar; sind Schriftfarbe und Wortbedeutung inkongruent, ist die Antwortoption „falsch“ auszuwählen. Der klassische FWIT besteht ausschließlich aus inkongruenten Farbe-Wort-Kombinationen und wird dahingehend von Knausdorf (2020, S. 41 f.) angepasst. So besteht der in der vorliegenden Arbeit verwendete FWIT aus 72 Einzelaufgaben je Durchgang, von denen 50 % kongruent und 50 % inkongruent sind.

In jeder Experimentalbedingung wird jedes Farbwort 18-mal präsentiert. Dabei gilt für jedes Farbwort, dass dessen Bedeutung in jeweils neun Fällen kongruent und in den anderen neun Fällen inkongruent mit der Schriftfarbe ist.

Für die Experimental- und Kontrollgruppe werden die gleichen Testversionen genutzt. Das Experiment besteht demnach für beide Gruppen aus insgesamt sieben Durchgängen, wobei der erste Durchgang lediglich zur Übung dient. Ab dem dritten Durchgang unterscheidet sich das Vorgehen, je nachdem ob es sich um Teilnehmende der Experimentalgruppe oder Teilnehmende der Kontrollgruppe handelt. Der Versuchsablauf in der Experimentalgruppe ist wie folgt:

1. Durchgang: Übungsaufgaben
2. Durchgang: Kontrollbedingung, um die Startzeit zu erfassen
3. Durchgang: Experimentalbedingung 1: die Bearbeitungszeit zur Aufgabenlösung beträgt 90 % der Startzeit
4. Durchgang: Experimentalbedingung 2: die Bearbeitungszeit zur Aufgabenlösung beträgt 80 % der Startzeit
5. Durchgang: Experimentalbedingung 2: die Bearbeitungszeit zur Aufgabenlösung beträgt 70 % der Startzeit
6. Durchgang: Experimentalbedingung 2: die Bearbeitungszeit zur Aufgabenlösung beträgt 60 % der Startzeit
7. Durchgang: Experimentalbedingung 2: die Bearbeitungszeit zur Aufgabenlösung beträgt 50 % der Startzeit

In der Kontrollgruppe ist der Versuchsablauf wie folgt:

1. Durchgang: Übungsaufgaben
2. Durchgang: Kontrollbedingung, ohne Erfassung einer Startzeit
3. bis 7. Durchgang: fünf Experimentaldurchgänge, ohne Einschränkung der Bearbeitungszeit zur Aufgabenlösung

Diese Beschreibung bezieht sich auf die Stichprobe der Studie von Gugel (2020) und Kunz (2020). Bei Knausdorf (2020) wurde zum Vergleich keine separate Kontrollgruppe, sondern nur die Kontrollbedingung im zweiten Durchgang herangezogen.

Für die Experimental- und Kontrollgruppe werden zur späteren Auswertung nur die erhobenen Daten aus Durchgang zwei bis sieben berücksichtigt, da der erste Durchgang lediglich als Übung dient. Es existieren insgesamt sechs Testversionen in Form von Microsoft PowerPoint-Dateien. Demnach gibt es für jede Versuchsperson eine Testversion, die nicht zum Einsatz kommt. In jeder Experimentalbedingung wird eine andere Testversion eingesetzt, um mögliche Lerneffekte zu vermeiden. So variiert die Reihenfolge der angezeigten Items je Versuchsperson von Durchgang zu Durchgang. Ebenso erfolgt eine Randomisierung in der Reihenfolge der eingesetzten Testversionen von Versuchsperson zu Versuchsperson.

Im Rahmen des Experiments werden die Variablen *Fehleranzahl pro Durchgang* und die *Bearbeitungszeit pro Durchgang* erhoben. Dabei wird die Leistung der Versuchspersonen als abhängige Variable anhand der *Fehleranzahl pro Durchgang* operationalisiert. Die unabhängige Variable *Zeitdruck* ergibt sich aus der zur Verfügung stehenden Bearbeitungszeit pro Durchgang, welche innerhalb der Experimentalgruppe sukzessive reduziert wird.

## 2.2 Stichproben

An der Studie von Knausdorf (2020) nehmen 32 Personen am Experiment teil, davon sind 12 männlich (37,5 %) und 20 weiblich (62,5 %). Die Altersspanne liegt zwischen 21 und 62 Jahren. Im Mittel sind die Teilnehmenden 34,25 Jahre alt, der Median liegt bei 29 Jahren. Bei der Stichprobe finden sich zwei Modi, der erste bei 26 Jahren, der zweite bei 27 Jahren, wobei jeweils vier Versuchspersonen das jeweilige Alter haben.

Bei Gugel (2020) und Kunz (2020) teilt sich die Gesamtstichprobe von 32 Versuchspersonen gleichmäßig auf die Experimental- und Kontrollgruppe auf, wobei insgesamt 11 männliche und 21 weibliche Versuchspersonen am Experiment teilnehmen. Es befinden sich 6 männliche Versuchspersonen und 10 weibliche Versuchspersonen (62,5 %) in der Experimentalgruppe. In der Kontrollgruppe befinden sich 5 männliche Versuchspersonen und 11 weibliche Versuchspersonen (69 %). Der Mittelwert der Experimentalgruppe liegt im Alter bei 28,81 Jahren ( $SD = 3,90$ ). Die Altersspanne liegt in ihrem Minimum bei 23 Jahren und ihrem Maximum bei 39 Jahren. Die Kontrollgruppe weist einen Mittelwert von 32,75 Jahren ( $SD = 9,15$ ) auf. Das Alter der Teilnehmenden der Kontrollgruppe erstreckt sich von 25 bis 58 Jahren.

Alle Teilnehmenden haben zuvor durch die Unterzeichnung der datenschutzrechtlichen Aufklärung und Teilnahme Einwilligung ihr Einverständnis zur damit verbundenen Verarbeitung der Daten erteilt.

## 2.3 Durchführung

Die Durchführung des Experiments erfordert aufgrund der notwendigen Versuchsmaterialien und der Begleitung durch die Versuchsleiterinnen die physische Anwesenheit der Teilnehmenden. Die Versuchsleiterinnen nehmen während des Experiments vorwiegend eine passive Rolle ein und sind lediglich im Rahmen der Testinstruktionen und der Übungsaufgaben aktiv involviert. Im Anschluss daran nehmen sie eine beobachtende

Rolle ein. Zudem wird den Teilnehmenden mitgeteilt, dass keine simultane Bewertung der Leistung vorgenommen wird und die Versuchsleiterinnen lediglich am Versuchsablauf beteiligt sind. Dadurch soll verhindert werden, dass sich die Teilnehmenden durch die Anwesenheit der Versuchsleiterinnen selbst unter Leistungsdruck setzen. Dieser Leistungsdruck kann wiederum einen Einfluss auf die psychische Belastung nehmen. Um den Einfluss von Störquellen ausschließen zu können, finden die Experimente in einem ruhigen und gut ausgeleuchteten Raum, ausgestattet mit einem großen Tisch und Stühlen, statt. Außer dem Versuchspersonen und den Versuchsleiterinnen befinden sich keine weiteren Personen im Raum. Die Dauer der Experimente variiert zwischen 30 und 45 Minuten. Es wird aufgrund der COVID-19-Pandemie darauf geachtet, dass während des Experiments ein Mindestabstand von 1,5 Meter eingehalten wird. Die Teilnahme am Test erfolgt über ein mobiles Arbeitsgerät. Zur Messung der Herzfrequenz und HRV wird der eSense Pulse-Brustgurt der Marke Mindfield Biosystems verwendet, welcher eine 1-Kanal-EKG-Messung durchführen kann (Gugel, 2020; Kunz, 2020). Die aufgezeichneten Daten werden direkt über Bluetooth an die dazugehörige eSense App Version 4.8.7. auf ein Apple iPad 4.4 übertragen. Knausdorf (2020) verwendet bei ihrer Untersuchung für die Messung der Herzfrequenz einen Computer und Brustgurt der Marke POLAR.

Die Teilnehmenden werden von der Versuchsleiterin an der Tür in Empfang genommen und zunächst gebeten sich gründlich die Hände zu waschen. Danach wird der Teilnehmende gebeten am Tisch Platz zu nehmen, wo bereits die Datenschutzerklärung zum Unterzeichnen bereitliegt. Die Versuchsleiterin nimmt mit einem Abstand von 1,5 Metern neben dem Teilnehmenden Platz. Sofern die Testpersonen vor dem Experiment nicht die Gelegenheit haben, die Datenschutzerklärung zu lesen, wird ihnen hierfür an dieser Stelle des Experiments Zeit eingeräumt. Mit erfolgter Unterzeichnung kann das Experiment beginnen. Jeder der sieben Testdurchgänge wird von der Versuchsleiterin über eine separate PowerPoint-Präsentation abgerufen. Vor dem Eintreffen der Versuchsperson wird die erste



Folie des ersten Testabschnitts aufgerufen und der Zeiger der Computermaus als dauerhaft sichtbar während der Präsentation eingestellt. Zuvor werden bereits die Größe und Schnelligkeit der Computermaus entsprechend der Anleitung von Knausdorf (2020, S. 43, 44) eingestellt.

Den Teilnehmenden wird mündlich erklärt, welcher Versuchsgruppe sie angehören. Damit wird beabsichtigt, den Teilnehmenden der Kontrollgruppe zu keinem Zeitpunkt der Studie das Gefühl zu vermitteln, unter Zeitdruck zu stehen. Für jede Testperson der Kontroll- und Experimentalgruppe wird während des Experiments ein Zeitprotokoll geführt. Dieses Zeitprotokoll beinhaltet neben der Start- und Endzeit jedes Testdurchgangs die Bearbeitungszeit in Sekunden, die verwendeten Testversionen (A, B, C, D, E, F), das Geschlecht und Alter der Teilnehmenden sowie das Datum und die Uhrzeit des Experiments. Die Angaben zum Start- und Endzeitpunkt jedes Durchgangs liefern wichtige Informationen über die einzelnen Teilnehmenden und Testdurchgänge. Sie ermöglichen im Nachgang zu den Experimenten eine korrekte Zuordnung der Herzfrequenz- und HRV-Messwerte.

Die Bedienung der Computermaus wird ab diesem Zeitpunkt von der Testperson übernommen. Auf der dritten Folie der Präsentation wird die Versuchsperson dazu aufgefordert, den Brustgurt für die Herzfrequenz- und HRV-Messung anzulegen. Hierzu wird dem Teilnehmenden eine entsprechende Anleitung zum korrekten Anlegen des Brustgurtes ausgehändigt. Der Versuchsteilnehmende erhält die Möglichkeit den Brustgurt in einem Nebenraum anzulegen. Das Kontaktspray dient einer besseren Kontaktfähigkeit zwischen Haut und Gerät und trägt zudem zu einer besseren Messqualität bei. Die Versuchsleiterin startet zur Überprüfung der Funktionstüchtigkeit des Brustgurtes die Messung der Herzaktivität für wenige Sekunden.

Im Anschluss daran werden die 36 Übungsaufgaben vom Teilnehmenden absolviert. In diesem Durchgang werden zum ersten Mal die Bearbeitungszeit sowie die Herzaktivität des Teilnehmenden aufgezeichnet.

Die Bearbeitungszeit wird mithilfe einer Stoppuhr dokumentiert. Diese Messungen dienen lediglich Testzwecken und werden bei der späteren Auswertung nicht berücksichtigt.

Nach Abschluss der Übungsaufgaben stoppt die Versuchsleiterin die Zeit und die Messung der Herzaktivität. Das Ergebnis der Übungsaufgaben wird abgespeichert. Damit ist der erste Teil des Experiments abgeschlossen und ab diesem Zeitpunkt werden von der Versuchsleiterin keine Fragen mehr beantwortet. Bis zu diesem Zeitpunkt des Experiments unterscheidet sich die Durchführung zwischen der Experimental- und Kontrollgruppe nicht. Im folgenden Abschnitt wird zunächst auf das weitere Vorgehen in der Experimentalgruppe eingegangen.

**Experimentalgruppe.** Im zweiten Durchgang der Kontrollbedingung wird die Startzeit der Teilnehmenden erfasst. Die Versuchsleiterin ruft die zugewiesene Testversion auf und stellt die Folienübergänge entsprechend ein, sodass die Folien per Mausklick weitergeklickt werden können. In dieser Versuchsbedingung beantwortet der Teilnehmende erstmalig 72 Stroop-Aufgaben analog zu dem Aufgabentyp der Übung. Die in diesem Durchgang erfasste Bearbeitungszeit dient als Ausgangswert für die Berechnung der Bearbeitungszeit der nachfolgenden Durchgänge. Außerdem wird die Messung der Herzaktivität mit Beginn des Tests gestartet. Sobald die Versuchsperson alle Aufgaben beantwortet hat, speichert die Versuchsleiterin das Ergebnis ab und berechnet auf Basis der Bearbeitungszeit in Sekunden die Anzeigedauer der Folien für die nächsten fünf Testdurchläufe. Dies erfolgt bei Gugel (2020) und Kunz (2020) im Vergleich zu Knausdorf (2020) automatisch mithilfe einer hinterlegten Formel im Zeitprotokoll. Dadurch wird beabsichtigt, Rechenfehler bei der Berechnung der Folienanzeigedauer auszuschließen. Infolge der hinterlegten Berechnungsformel wird die Zeitangabe in Abhängigkeit des jeweiligen Durchgangs mit den Faktoren 0.9, 0.8, 0.7, 0.6 und 0.5 multipliziert.

Für die Berechnung der Anzeigedauer pro Folie wird der daraus generierte Wert im grau hinterlegten Feld durch 72 dividiert, da 72 Aufgaben zu bearbeiten sind. Dies erfolgt hier mithilfe einer exemplarischen Zeit von 100 Sekunden. Der erste Experimentaldurchgang mit 90 % der ursprünglichen Bearbeitungszeit wird gestartet. Die Versuchsleiterin richtet die Anzeigedauer und Folienübergänge gemäß der Berechnung ein. Die ersten beiden Folien werden durch einen Mausklick von den Testteilnehmenden weitergeklickt. Folie drei bis sechs werden genau eine Sekunde eingeblendet und zeigen einen Countdown an. Mit der siebten Folie wird die erste Stroop-Aufgabe angezeigt und signalisiert den Beginn des Tests. Nachdem alle 72 Stroop-Aufgaben beantwortet sind, erscheint eine Schlussfolie, welche das Ende des Testdurchgangs signalisiert. Diese Folie kann nur durch das Drücken der Escape-Taste geschlossen werden. Damit soll verhindert werden, dass der Versuchsteilnehmende das Ergebnis schließt, ohne dass es durch die Testleiterin gesichert wird. Die darauffolgenden vier Experimentaldurchgänge mit 80 %, 70 %, 60 % und 50 % der ursprünglichen Bearbeitungszeit erfolgen nach dem eben geschilderten Prinzip. Mit jedem Durchgang wird die gekürzte Bearbeitungszeit aus dem Zeitprotokoll abgelesen und die Folienanzeigedauer in der PowerPoint-Präsentation eingerichtet. Die Messung der Herzaktivität wird mit der Anzeige der Testitems gestartet. Die Uhrzeiten zu Beginn und Ende jedes Durchgangs werden im Zeitprotokoll festgehalten. Aufgrund der voreingestellten Folienanzeigedauer ist das Stoppen der Bearbeitungszeit nicht mehr notwendig.

**Kontrollgruppe.** Für die Versuchspersonen in der Kontrollgruppe geht die Versuchsleiterin nach einem ähnlichen Ablauf vor. Nach dem Übungsdurchgang folgt die Durchführung der Kontrollbedingung. Allerdings dient dieser Durchgang nicht zur Erfassung der Startzeit. Die benötigte Bearbeitungszeit wird, wie auch in den darauffolgenden Durchgängen, gestoppt und in das Zeitprotokoll eingetragen. Da die Kontrollgruppe bei keinem der Durchgänge unter Zeitdruck gesetzt wird, unterscheiden

sich die Durchgänge in ihrem Ablauf und der Technik nicht. Der Versuchsteilnehmende wird zwar gebeten, die Stroop-Aufgaben so schnell wie möglich zu lösen, jedoch ist die Anzeigedauer der Folien im Gegensatz zu der Experimentalgruppe nicht vorgegeben. Zu Beginn des jeweiligen Testdurchgangs wird betont, dass die erfasste Bearbeitungszeit für die Untersuchung nicht relevant ist. Dadurch soll vermieden werden, dass sich die Teilnehmenden einen subjektiven Zeitdruck auferlegen und ihr Ergebnis dadurch beeinflusst wird. Mit jedem Durchgang werden erneut die Stoppuhr und die Messung der Herzaktivität gestartet. Zwischen den einzelnen Durchgängen wird dem Teilnehmenden eine dreiminütige Erholungspause geboten. Die Uhrzeiten zu Beginn und Ende jedes Durchgangs werden ebenfalls im Zeitprotokoll notiert. Nachdem alle sieben Testdurchgänge absolviert wurden, ist das Experiment abgeschlossen. Der Testperson wird für die Teilnahme gedankt und der Brustgurt darf abgenommen werden. Nach Abschluss des Experiments werden der Arbeitsplatz und die Versuchsmaterialien desinfiziert sowie der Versuchsraum gelüftet. Zu jedem Teilnehmenden wird ein persönlicher Ordner auf dem Rechner der Versuchsleiterin angelegt, um die Daten zu sichern. Der Ordner beinhaltet neben dem Zeitprotokoll, alle sieben Testdurchgänge sowie die Aufzeichnungen der Herzfrequenz und HRV.

## **2.4 Auswertung**

Im Anschluss an die Durchführung werden die gewonnenen Rohdaten für die statistische Untersuchung aufbereitet. Die Aufzeichnungen der Herzaktivität werden in Form einer Excel-Datei von der erfassenden App heruntergeladen. Anhand der dokumentierten Uhrzeiten zu Beginn und Ende jedes Durchgangs, können die einzelnen Messungen den verschiedenen Testdurchgängen der Teilnehmenden zugeordnet werden. Nachdem die Excel-Dateien dem jeweiligen Durchgang und der jeweiligen Testperson zugeordnet wurden, werden die durchschnittliche Herzfrequenz und durchschnittliche HRV (SDNN, RMSSD und pNN50) in die

sogenannte Ergebnisdokumentation, eine Excel-Tabelle mit allen erhobenen Messwerten, übertragen. Sobald alle Werte für den Übungsdurchgang, die Kontrollbedingung und die fünf folgenden Experimentalbedingungen übertragen wurden, ist die Ergebnisdokumentation der kardiovaskulären Parameter abgeschlossen.

Die Testergebnisse des FWIT aller 32 Versuchspersonen werden mithilfe von Auswertungsschablonen ausgewertet. Für alle sieben Testversionen (Kontrollbedingung, A, B, C, D, E, F) werden Musterschablonen erstellt, sodass Versuchsleiterfehler während der Auswertung minimiert und im besten Fall ausgeschlossen werden. Es wird das Ziel verfolgt, die Objektivität bei der Auswertung zu erhöhen. Die Schablonen beinhalten lediglich das richtige Antwortfeld jedes Testitems. Das falsche Antwortfeld sowie die einleitenden Folien vor den Stroop-Aufgaben werden gelöscht. Bei den ausgefüllten Testversionen der Teilnehmenden wird ähnlich vorgegangen, indem das nicht angeklickte Antwortfeld gelöscht wird. Ausschließlich die getroffene Auswahl bleibt bestehen. Für den Fall, dass die Testperson beide Antwortfelder oder keines der beiden Felder aktiviert hat, werden beide Antwortfelder („Richtig“ und „Falsch“) gelöscht. Die bearbeiteten Testversionen werden ausgewertet, indem auf einem Bildschirm die Antworten des Teilnehmenden und auf einem zweiten Bildschirm die Schablone mit den Antwortmustern angezeigt werden. Dadurch können die Antwortfelder miteinander verglichen und Abweichungen von der Musterschablone als Fehler identifiziert werden. Die Dokumentation der Fehler erfolgt bei Gugel (2020) und Kunz (2020) analog zu Knausdorf (2020, S. 60). Neben der Anzahl der Fehler pro Durchgang, wird auch die Stelle des aufgetretenen Fehlers dokumentiert. Die Anzahl der Fehler sowie die Item-Nummer des Fehlers werden in einer Excel-Tabelle dokumentiert. Die Ergebnisse der Kontrollgruppe werden getrennt von denen der Experimentalgruppe innerhalb eines zweiten Excel-Dokuments dokumentiert. Die Gesamtfehleranzahl pro Durchgang fließt in eine weitere Excel-Datei ein, welche als Basis für die statistische Auswertung dient.

Neben den Testergebnissen werden außerdem die Angaben aus den einzelnen Zeitprotokollen in die Ergebnisdokumentation aufgenommen. Die Dokumentation ist abgeschlossen, nachdem die folgenden Angaben übertragen sind: Nummer der Versuchspersonen, Geschlecht, Alter, Datum und Uhrzeit des Experiments, Gruppenzuordnung (Kontroll- oder Experimentalbedingung), Testversionen, Schlafdauer und psychische Ermüdung vor und nach jedem Durchgang (vgl. Gugel, 2020), Bearbeitungszeit und Fehler pro Durchgang sowie Herzfrequenz und HRV-Parameter SDNN, RMSSD und pNN50.

Die Rohdaten werden nach erfolgreicher Aufbereitung zur Prüfung der aufgestellten Hypothesen herangezogen. Zur statistischen Untersuchung wird die Statistiksoftware SPSS Statistics von IBM in der Version 25 bzw. 27 verwendet. Zur Überprüfung der Hypothesen im Rahmen der übergreifenden Forschungsfrage in den Studien werden lineare Regressionsanalysen, t-Tests für unabhängige Stichproben, Mann-Whitney-U-Tests (falls die Voraussetzungen für parametrische Verfahren verletzt sind) sowie zweifaktorielle Varianzanalysen als statistische Verfahren genutzt.

### 3 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der drei vorgestellten Studien hinsichtlich der zentralen Forschungsfrage zusammenfassend dargestellt.

Im Rahmen der ersten Untersuchung dieser Reihe stellt Knausdorf (2020) einen signifikanten und negativen Zusammenhang zwischen dem Belastungsfaktor Zeitdruck und der Leistung der Teilnehmenden fest. Bereits eine geringfügige Reduzierung der Bearbeitungszeit um 10 % resultiert in einer erhöhten Fehleranzahl im Vergleich zur Kontrollbedingung ohne provozierten Zeitdruck. Dies zeigt sich auch bei den weiteren Reduktionen von 20, 30, 40, und 50 % der Bearbeitungszeit anhand signifikanter Wilcoxon-Tests. Des Weiteren untersucht Knausdorf (2020) die Veränderung der mittleren Herzfrequenz zwischen den Experimentalbedingungen und der Kontrollbedingung. Erst bei einer Reduzierung der Bearbeitungszeit um 30 % reagieren die Versuchspersonen mit einer erhöhten mittleren Herzfrequenz. Bei einer reduzierten Bearbeitungszeit von 60 % führt der ausgelöste Zeitdruck ebenfalls zu einer signifikanten Erhöhung der mittleren Herzfrequenz im Vergleich zur Kontrollbedingung. Im letzten Experimentaldurchgang, in welchem die Versuchspersonen den stärksten Zeitdruck erfahren, zeigt sich keine signifikante Erhöhung der mittleren Herzfrequenz im Vergleich zum ersten Testdurchgang.

In den Studien von Gugel (2020) und Kunz (2020) zeigt sich für den ersten Testdurchgang eine schnellere mittlere Bearbeitungszeit für die Experimentalgruppe ( $M = 122.44$ ,  $SD = 19.80$ ) als für die Kontrollgruppe ( $M = 131.36$ ,  $SD = 21.87$ ). Die Kontrollgruppe steht in keinem der Testdurchgänge unter Zeitdruck, jedoch stellt sich für diese Versuchsgruppe eine Senkung der mittleren Bearbeitungszeit über die sechs Testdurchgänge dar. Der Mittelwert innerhalb der ersten Experimentalbedingung liegt bei 120.61 Sekunden ( $SD = 16.19$ ) und sinkt bis zu einem Wert von 104.28 Sekunden ( $SD = 14.60$ ). Der Mittelwert der Fehleranzahl fällt innerhalb der Kontrollbedingung bei der Kontrollgruppe ( $M = 0.94$ ,

$SD = 1.48$ ) im Vergleich zur Experimentalgruppe ( $M = 1.13$ ,  $SD = 1.15$ ) geringer aus.

Auch die inferenzstatistische Untersuchung mittels einfacher linearer Regressionsanalyse zeigt, dass die unabhängige Variable Bearbeitungszeit pro Durchgang einen negativen Effekt auf die abhängige Variable Fehleranzahl pro Durchgang hat ( $B = -.361$ ,  $SE(B) = 0.068$ ,  $\beta = -.936$ ,  $p = .006$ , 95 % KI für  $B$  [-0.549, -0.173]).

Der Determinationskoeffizient nimmt einen Wert von .876 (korrigiertes  $R^2 = .845$ ) an, somit können 88 % der Varianz der Fehleranzahl durch die Dauer des Durchgangs erklärt werden. Der Zusammenhang weist einen starken Effekt auf ( $\beta = -.936$ ).

Ebenfalls ergab sich, dass die Versuchspersonen der Experimentalgruppe insgesamt mehr Fehler machen als jene der Kontrollgruppe. Die Überprüfung mittels Mann-Whitney-U-Test ergibt, dass sich die Experimentalgruppe ( $M_{\text{Rang}} = 24.31$ ) von der Kontrollgruppe ( $M_{\text{Rang}} = 8.69$ ) hinsichtlich ihrer Fehleranzahl signifikant unterscheidet ( $U = 3.00$ ,  $z = -4.72$ ,  $p < .001$ ,  $r = .83$ ). Dies gilt für alle Reduktionen 90 % ( $U = 64.500$ ,  $z = -2.500$ ,  $p = .012$ ), 80 % ( $U = 72.500$ ,  $z = -2.158$ ,  $p = .031$ ), 70 % ( $U = 42.500$ ,  $z = -3.319$ ,  $p = .001$ ), 60 % ( $U = 3.000$ ,  $z = -4.820$ ,  $p < .001$ ) und 50 % ( $U = 0.000$ ,  $z = -4.882$ ,  $p < .001$ ) der ursprünglichen Bearbeitungszeit.

Weiterhin untersucht Kunz (2020) die Auswirkungen der zur Verfügung stehenden Bearbeitungszeit für die Aufgaben auf die Herzfrequenz und zusätzlich auf die Herzratenvariabilität. Hierbei ergeben sich für alle geprüften Reduktionen der Bearbeitungszeit keine signifikanten Unterschiede zwischen der Experimental- und Kontrollgruppe. Es stellt sich in der vorliegenden Stichprobe also kein Einfluss der Bearbeitungszeit auf die Herzfrequenz und Herzratenvariabilität dar. Deskriptivstatistisch zeigen sich aber höhere mittlere Herzfrequenzen in der Experimentalgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe.



## 4 Diskussion

Im abschließenden Kapitel sollen die Erkenntnisse im Hinblick auf die beschriebene Theorie eingeordnet und kritisch gewürdigt werden. Daraus entstehende Implikationen werden ebenso wie Limitationen diskutiert.

### 4.1 Interpretation zentraler Ergebnisse

Mit Blick auf die Forschungsfrage der Studienarbeiten ergibt sich aus den Ergebnissen der Studie von Knausdorf (2020), dass ein negativer Zusammenhang zwischen der zur Verfügung stehenden Bearbeitungszeit und der Fehleranzahl vorliegt. Konkret findet sich eine Erhöhung der Fehleranzahl bei jeder der geprüften Reduktionen der Bearbeitungszeit von 90, 80, 70, 60 und 50 % im Vergleich zur Fehleranzahl in der Kontrollbedingung. Zusammengefasst führt bereits eine geringe Kürzung der Bearbeitungszeit zu signifikant mehr Fehlern. Hinsichtlich der Auswirkung von der Bearbeitungszeit auf die mittlere Herzfrequenz der Teilnehmenden lässt sich ebenfalls ein Einfluss feststellen, allerdings nur bei den Kürzungen auf 70 sowie 60 %.

Anhand der Stichprobe gelingt es Knausdorf (2020), nahezu zwei Drittel der Fehler auf die zur Verfügung stehende Bearbeitungszeit zurückzuführen (S. 68). DeDonno und Demaree (2008) bieten einen weiteren Interpretationsansatz der Ergebnisse. Sie schlussfolgern im Rahmen einer experimentellen Untersuchung, dass die Annahme unter Zeitdruck zu stehen ausreicht, um die Leistung negativ zu beeinflussen (DeDonno & Demaree, 2008, S. 639). Die Ergebnisse von Boithias et al. (2020) decken sich mit denen von DeDonno und Demaree. Sie stellen ebenfalls fest, dass ausschließlich das Wissen über zeitliche Beschränkungen zu schlechteren Leistungen führt. Im Rahmen ihrer Untersuchung wird deutlich, dass sowohl die Qualität als auch Quantität der Leistung infolge von Zeitdruck sinkt (Boithias et al., 2020, S. 4). In der Stichprobe von Gugel (2020) und Kunz (2020) lässt sich aufgrund der Mittelwerte von Bearbeitungszeit und

Fehleranzahl ein ähnlicher Effekt vermuten. Die Experimentalgruppe benötigt im Mittel 122.44 Sekunden ( $SD = 19.80$ ) zur Bearbeitung und macht ohne Zeitdruck im Mittel 0.94 Fehler ( $SD = 1.48$ ). Im Vergleich dazu macht die Kontrollgruppe in der ersten Experimentalbedingung bei einer Bearbeitungszeit von 120.61 Sekunden ( $SD = 16.19$ ) nur 0.64 Fehler ( $SD = 0.81$ ). Ein weiteres Beispiel ist der Vergleich der zweiten Bedingung der Experimentalgruppe und der vierten Bedingung der Kontrollgruppe. Hier zeigt sich, dass die Experimentalgruppe im Mittel 3.44 Fehler ( $SD = 4.02$ ) verursacht und 110.19 Sekunden ( $SD = 17.82$ ) benötigt. Die Kontrollgruppe verursacht im Vergleich zur Experimentalgruppe, bei einer ähnlichen Bearbeitungszeit ( $M = 108.14$ ,  $SD = 14.73$ ) deutlich weniger Fehler ( $M = 0.5$ ,  $SD = 0.82$ ). Die Erkenntnisse von DeDonno und Demaree (2008) sowie Boithias et al. (2020) werden daher auf die vorliegende Studie übertragen und die Vermutung aufgestellt, dass das Wissen über das Bestehen von Zeitvorgaben, zusätzlich zum objektiven Zeitdruck, eine Verstärkung des negativen Effekts auslöst. Letztendlich unterstreichen die Studienergebnisse den aktuellen Forschungsstand, der besagt, dass zwischen dem Belastungsfaktor Zeitdruck und der Leistung ein negativer Zusammenhang besteht.

Auch hinsichtlich des direkten Vergleiches zwischen Experimental- und Kontrollgruppe zeigen sich bei Gugel (2020) und Kunz (2020) die vermuteten Ergebnisse. Die statistischen Ergebnisse zeigen, dass sich die Versuchsgruppen in ihrer Fehleranzahl signifikant unterscheiden und der Zeitdruck in der Experimentalgruppe insgesamt zu mehr Fehlern führt ( $p < .001$ ). Basierend auf den Ergebnissen des Mann-Whitney-U-Tests machen die Versuchspersonen der Experimentalgruppe bereits im ersten Experimentaldurchgang signifikant mehr Fehler als die Teilnehmenden der Kontrollgruppe ( $p = .031$ ). Die Fehleranzahl der Experimentalgruppe beträgt im ersten Durchgang im Mittel 3.44 ( $SD = 4.01$ ) und ist somit im Vergleich zur Kontrollgruppe ( $M = 0.63$ ,  $SD = 0.80$ ) deutlich höher. Daraus lässt sich schließen, dass eine geringfügige Reduktion der Bearbeitungszeit um 10 % bereits zu einer Verschlechterung der Leistung führt.

Mit zunehmendem Zeitdruck verschlechtert sich die Leistung der Teilnehmenden der Experimentalgruppe. Die deskriptivstatistischen Kennwerte verdeutlichen, dass sich der Mittelwert der Fehleranzahl der Experimentalgruppe innerhalb der 80 % Bedingung im Vergleich zu der 70 % Bedingung fast verdoppelt. Der Mittelwert der Fehleranzahl bei 20 % Zeitdruck liegt bei 4.44 ( $SD = 4.70$ ) und bei 30 % Zeitdruck bei 7.94 Fehlern ( $SD = 6.48$ ). Eine ähnliche Veränderung zeigt sich auch im darauffolgenden Durchgang. Der Mittelwert steigt hier auf eine Anzahl von 14.38 Fehler ( $SD = 8.76$ ). Besonders auffällig sind die Ergebnisse des letzten Experimentaldurchgangs, hier beträgt der Mittelwert der Fehleranzahl 24.63 ( $SD = 12.12$ ). Zusammenfassend verdeutlichen die Ergebnisse eine auffällige Veränderung der Fehleranzahl über die Durchgänge.

Bezüglich der Herzfrequenzrate ist in der Studie von Knausdorf (2020) ein weiterer interessanter Aspekt zu betrachten. Laut der Ergebnisse führt eine nicht gesteigerte Herzfrequenz dazu, dass die Fehlerrate konstant bleibt oder sogar reduziert wird. Da eine Kürzung der Bearbeitungszeit auf 70 % und 60 % jedoch zu einer signifikant höheren Herzfrequenz führt, kann daraus geschlossen werden, dass bei diesen Reduktionsgraden auch die Fehlerrate zunimmt. Somit wird die Empfehlung ausgesprochen, die Herzfrequenzrate möglichst unverändert zu lassen. Zum einen, um die psychische Beanspruchung möglichst gering zu halten. Und zum anderen, um eine Fehlbelastung, welche sich in einer steigenden Fehleranzahl zeigt, zu vermeiden.

In der Stichprobe von Kunz (2020) lassen die Ergebnisse hinsichtlich der Prüfung der Herzfrequenz darauf schließen, dass die Teilnehmenden während des Experiments physiologisch beansprucht sind. Allerdings ist die psychische Beanspruchung der Teilnehmenden nicht auf den Zeitdruck zurückzuführen. Es wird vermutet, dass die psychische Beanspruchung durch das Testverfahren selbst ausgelöst wird, da die Herzfrequenz der Teilnehmenden mit Zunahme der Bearbeitungszeit steigt. Im Kontext des aktuellen Forschungsstandes stützen diese Ergebnisse einige wissenschaftliche Studien. Jafari et al. (2020) stellen erhöhte Herzfrequenzwerte

infolge von erhöhter Aufgabenschwierigkeit und damit auch zunehmender psychischer Arbeitsbelastung fest (Jafari et al., 2020, S. 167).

Übereinstimmende Ergebnisse erzielen auch Hughes et al. (2019) im Rahmen einer metaanalytischen Untersuchung. Ihre Ergebnisse zeigen, dass die Herzfrequenz mit relativ stabilen Effekten sensitiv auf Veränderungen kognitiver Anforderungen reagiert (Hughes et al., 2019, S. 9, 10).

Zur über die Prüfung der Herzfrequenz hinausgehenden Erfassung der Herzratenvariabilität schlussfolgert Kunz (2020), dass zwischen der HRV (SDNN, RMSSD und pNN50) und der Bearbeitungszeit allgemein ein negativer Zusammenhang besteht. Dies bedeutet, dass die HRV infolge von zunehmendem Zeitdruck steigt. Im Gegensatz zu den Parametern SDNN und pNN50, liefert der Parameter RMSSD einen signifikanten Effekt ( $p < .05$ ). Für die HRV wird ebenfalls die Vermutung angestellt, dass eine psychische Beanspruchung aus dem Testverfahren resultiert und nicht aufgrund des provozierten Zeitdrucks. Während der Durchführung wird festgestellt, dass die Versuchspersonen zu Beginn des Experiments sehr aufgeregt sind und im Laufe der Testdurchgänge die Nervosität abnimmt. Die Teilnehmenden erklären, dass sie sich aufgrund der Ungewissheit hinsichtlich des Studienablaufs und den dazugehörigen Aufgaben, selbst unter Druck setzen. Es ist denkbar, dass mit fortschreitendem Experiment die Anspannung der Teilnehmenden abfällt. Dies kann ein Erklärungsansatz sein, weswegen der Zusammenhang nicht erwartungsgemäß positiv, sondern negativ ausfällt.

Andere Studien im Kontext der HRV-Forschung zeigen, dass eine erhöhte psychische Arbeitsbelastung zu einer signifikanten Reduktion der HRV führt. Jafari et al. (2020) untersuchen im Rahmen einer Simulationsstudie die Auswirkungen der psychischen Arbeitsbelastung auf die Leistung, die Herzfrequenz sowie die HRV (Jafari et al., 2020, S. 172). Ihre Ergebnisse legen nahe, dass die HRV in der Lage ist, Variationen der Aufgabenschwierigkeit im U-Bahnbetrieb auf physiologischer Ebene aufzuzeigen (Jafari et al., 2020, S. 172). Ergänzend dazu schließen Hughes et al.

(2019) aus den Ergebnissen ihrer metaanalytischen Untersuchung, dass die HRV mit relativ stabilen Effekten sensitiv auf Veränderungen kognitiver Anforderungen reagiert (Hughes et al., 2019, S. 9, 10). Hughes et al. (2019) heben allerdings hervor, dass auf Basis der Ergebnisse nicht angenommen werden kann, dass kontextunabhängig alle HRV-Parameter ähnliche Effekte liefern (Hughes et al., 2019, S. 10). Die Auswahl geeigneter Parameter wird vielmehr an dem Studiendesign, Aufgabentyp und den damit verbundenen Aufgabenanforderungen ausgerichtet (Hughes et al., 2019, S. 11). Die für die vorliegende Studie ausgewählten HRV-Parameter erweisen sich im Rahmen dieser Untersuchung als nicht sensitiv genug, um Veränderungen infolge von Zeitdruck aufzuzeigen. Des Weiteren können die unterschiedlichen Ergebnisse darauf zurückgeführt werden, dass die Ergebnisse anderer Studien unter anderem im Rahmen von Simulationsstudien gewonnen wurden. Untersuchungsgegenstand ist zudem die psychische Arbeitsbelastung und nicht der spezifische Belastungsfaktor Zeitdruck. Die psychische Arbeitsbelastung wird sowohl bei Jafari et al. (2020) als auch bei Hughes et al. (2019) nicht durch Zeitdruck hervorgerufen, sondern lediglich durch die Anforderungen der Aufgabe (Jafari et al., 2020, S. 168; Hughes et al., 2019, S. 5).

Weiterhin untersucht Kunz (2020), ob Versuchspersonen der Experimentalgruppe innerhalb der Experimentalbedingungen eine höhere Herzfrequenz aufweisen als Versuchspersonen der Kontrollgruppe. Ein t-Test für unabhängige Stichproben zeigt für alle Testdurchgänge, dass sich die Versuchsgruppen hinsichtlich ihrer Herzfrequenz nicht signifikant voneinander unterscheiden ( $p > .05$ ). Das Ergebnis zeigt, dass der Mittelwert innerhalb der Experimentalgruppe über alle Durchgänge hinweg höher ist als der Mittelwert der Kontrollgruppe. Allerdings sind diese Mittelwertunterschiede statistisch nicht signifikant ( $p > .05$ ). Es wird die Vermutung angestellt, dass die Teilnehmenden der Experimentalgruppe den provozierten Zeitdruck als nicht beanspruchend wahrnehmen und aus diesem Grund die Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen hinsichtlich der

Herzfrequenz nicht signifikant sind. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit decken sich mit den Erkenntnissen von Heiden et al. (2005), die ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen den Bedingungen unter Zeitdruck und der Bedingung ohne Zeitdruck feststellen. Sie schlussfolgern, dass die Arbeit mit der Computermaus unter Zeitdruck für gesunde und junge Versuchspersonen physiologisch nicht beanspruchend ist (Heiden et al., 2005, S. 105). Die Teilnehmenden der vorliegenden Untersuchung weisen einen vergleichsweise geringen Altersdurchschnitt auf. Die Teilnehmenden der Experimentalgruppe sind im Mittel 28.81 Jahre ( $SD = 3.90$ ) alt und damit jünger als die Teilnehmenden der Kontrollgruppe ( $M = 32.75$ ,  $SD = 9.15$ ). Mit der Teilnahmezustimmung haben die Versuchspersonen erklärt, dass sie nicht an einer Herz-Kreislauf-Erkrankung leiden. Eine Aussage über die Gesundheit der Teilnehmenden beschränkt sich daher auf dieses Krankheitsbild. Es werden keine weiteren Daten zum Gesundheitszustand erhoben. Eine Studie von Jiang et al. (2009), welche ebenfalls die Auswirkung von Zeitdruck auf die Herzfrequenz untersucht, steht im Kontrast zu den vorliegenden Ergebnissen. Jiang et al. (2009) stellen einen signifikanten Unterschied zwischen den verschiedenen Testbedingungen mit und ohne Zeitdruck fest (Jiang et al., 2009, S. 1531).

In der Überprüfung von Kunz (2020), ob sich die beiden Gruppen in der Herzratenvariabilität unterscheiden, zeigen sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede ( $p > .05$ ). Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit decken sich mit den Ergebnissen anderer Studien. Mithilfe der konventionellen Spektralanalyse können auch sie keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Testbedingungen mit und ohne Zeitdruck feststellen (Heiden et al., 2005; Jiang et al., 2009). Heiden et al. (2005) untersuchen anhand der Parameter LF, HF, normalisierte LF und HF sowie LF/HF die Auswirkungen von Zeitdruck auf die Versuchspersonen. Dabei stellen sie zwischen der Aufgabenbedingung ohne Zeitdruck und Aufgabenbedingung mit Zeitdruck keinen signifikanten Unterschied fest (Heiden et al.,

2005, S. 105). Anhand derselben Parameter (normalisierte HF und LF) beobachten auch Shi et al. (2015) keine Unterschiede zwischen den Aufgabenbedingungen. Die Ergebnisse der Poincaré-Analyse hingegen zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen der Experimentalbedingung mit 80 % und 90 % der Bearbeitungszeit im Vergleich zur Versuchsbedingung mit 150 % der ursprünglichen Bearbeitungszeit (Shi et al., 2015, S. 44). Im Rahmen der Untersuchung von Jiang et al. (2009) kann die konventionelle Spektralanalyse keine Unterschiede zwischen zwei beliebigen Testbedingungen aufzeigen. Im Kontrast dazu liefern die DFA und der HRV-Parameter  $\alpha_2$  statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Testbedingungen (Jiang et al., 2009, S. 1531). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Teilnehmenden der Experimentalgruppe aufgrund des provozierten Zeitdrucks nicht stärker beansprucht sind als die Teilnehmenden der Kontrollgruppe.

Gruppenübergreifend zeigt sich inferenzstatistisch ein signifikanter Unterschied zwischen den Messzeitpunkten hinsichtlich des HRV-Parameters RMSSD ( $p = .022$ ). Folglich kommt es in den Gruppen zu einer signifikanten Steigerung der HRV. Jiang et al. (2020) bieten bei der Interpretation der Ergebnisse einen möglichen Erklärungsansatz. Im Rahmen ihrer Untersuchung schlussfolgern sie, dass eine Entspannung nach hohem Zeitdruck positive Einflüsse auf das Herz-Kreislauf-System hat (Jiang et al., 2009, S. 1533). Wird diese Annahme auf die vorliegenden Ergebnisse übertragen, kann daraus geschlossen werden, dass die Pausenzeiten zwischen den Testdurchgängen einen positiven Effekt auf die HRV haben.

Es ergibt sich zudem, dass die Herzfrequenz nicht im Zusammenhang mit der Fehleranzahl steht. In Folge von psychischer Beanspruchung können sowohl beeinträchtigende als auch förderliche Auswirkungen eintreten (DIN EN ISO 10075-1:2018-01, 2018, S. 7). Auf Basis der vorliegenden Ergebnisse kann daher vermutet werden, dass die kurzfristige Exposition der Beanspruchung zu Aufwärmeeffekten und einer Aktivierung der Teilnehmenden führt. Aufgrund der Aktivierung verfügen die Teilneh-

menden über eine gesteigerte geistige Aktivität, die zu einer besseren Leistung im FWIT führen kann. Die Ergebnisse von Kunz (2020) stehen im Kontrast zu der Studie von Hansen et al. (2003). Sie stellen in ihrer Untersuchung anhand von kognitiven Tests einen Zusammenhang zwischen einer erhöhten Herzfrequenz und schlechteren Testergebnissen fest (Hansen et al., 2003, S. 266, 296, 270). Schaich et al. (2020) finden ebenso signifikante Zusammenhänge zwischen einer höheren RHF und schlechteren Testleistungen (S. 7). Demgegenüber stehen die Ergebnisse von Knausdorf (2020). Sie stellt im Rahmen ihrer experimentellen Untersuchung ebenfalls keinen signifikanten Einfluss der Herzfrequenz auf die Fehleranzahl fest (Knausdorf, 2020, S. 63).

Abschließend stellt Kunz (2020) fest, dass hinsichtlich der Untersuchung des Einflusses der HRV auf die Fehleranzahl der Teilnehmenden ein uneinheitliches Bild entsteht. Innerhalb der Experimentalgruppe zeigt sich auch für dieses Maß kein signifikanter Zusammenhang zwischen der HRV (alle Parameter) pro Durchgang und der Fehleranzahl pro Durchgang. Bei Betrachtung der Kontrollgruppe hingegen, zeigt die lineare Regressionsanalyse des HRV-Parameters RMSSD einen signifikanten negativen Effekt ( $p < .05$ ). Folglich lassen sich mithilfe der HRV (RMSSD) 72 % der Varianz der Fehler innerhalb der Kontrollgruppe erklären.

Auf Basis der Ergebnisse der HRV (RMSSD) wird angenommen, dass höhere RMSSD-Werte der Teilnehmenden der Kontrollgruppe zu einer besseren Leistung im FWIT führen. Die Parameter SDNN und pNN50 stützen die Annahme eines negativen Zusammenhangs zwischen der HRV und der Leistung. Sie liefern allerdings kein signifikantes Ergebnis ( $p > .05$ ). Daraus schlussfolgernd ergeben sich nicht nur in Bezug auf die unterschiedlichen Parameter, sondern auch im Hinblick auf die jeweilige untersuchte kognitive Dimension, abweichende Studienergebnisse. Forte et al. (2019) stellen fest, dass die HRV mit den einzelnen kognitiven Dimensionen unterschiedlich stark assoziiert ist (S. 7). Außerdem variiert die autonome Funktion je nach Art und Komplexität der Aufgabe (Forte et al.,



2019, S. 9). Der aktuelle Forschungsstand zeigt, dass keine allgemeingültige Aussage über den Zusammenhang der HRV und der kognitiven Leistung getroffen werden kann. Die Interpretation und Vergleichbarkeit der Studienergebnisse werden dadurch erschwert. Stenfors et al. (2016) untersuchen anhand von kognitiven Tests der exekutiven Funktionen den Zusammenhang zwischen der HRV und der kognitiven Leistung (S. 7). Sie stellen fest, dass die Teilnehmenden mit höheren SDNN- und RMSSD-Werten, bessere Leistungen erzielen. Die Bereinigung der Ergebnisse um die demographischen Daten der Testpersonen offenbart, dass die Zusammenhänge größtenteils durch das Alter erklärt werden können (Stenfors et al., 2016, S. 11).

## 4.2 Implikationen

Die erste Aussage, die auf Basis der vorliegenden Studienergebnisse von Knausdorf (2020) getroffen werden kann, ist, dass eine Verkürzung der zur Verfügung stehenden Bearbeitungszeit zu einer Erhöhung der Fehleranzahl führt. Aufgrund der Ergebnisse wird nicht nur die allgemeine Annahme getroffen, dass eine Reduktion der zur Verfügung stehenden Zeit zu erhöhten Fehlleistungen führt. Es kann zusätzlich gesagt werden, dass bereits eine Reduktion der ursprünglichen Zeit um 10 % signifikant mehr Fehler verursacht. Und auch jede weitere Kürzung mündet in einer Verschlechterung der Leistung.

Da, wie im Einführungskapitel beschrieben, derzeit noch keine Grenzwerte für psychische Belastung festgelegt sind, können diese Ergebnisse eine Hilfestellung bei der Festsetzung solcher Werte sein. Letztendlich sagen die Studienergebnisse des Experiments aus, dass bereits eine geringfügige Verstärkung des Belastungsfaktors Zeitdruck zu einer Fehlbelastung führt, was in der Zunahme der Fehlleistungen erkennbar ist.

Darüber hinaus lassen sich die Ergebnisse auch in den aktuellen Forschungsstand bei der Untersuchung des Zusammenhangs von Zeitdruck

und Leistung einordnen. Wie in der Aufarbeitung im ersten Kapitel geschildert, gibt es die folgenden vier Theorien: Der Zusammenhang ist positiv, der Zusammenhang ist negativ, der Zusammenhang verläuft kurvilinear oder es gibt keinen Zusammenhang. Die Studienergebnisse der hier vorliegenden Untersuchung sind der Theorie zuzuordnen, dass der Zusammenhang negativ ist und somit Zeitdruck einen negativen Effekt auf die Leistung ausübt.

Mit dieser Erkenntnis lässt sich auch die Forschungsfrage, ob Zeitdruck einen Einfluss auf die Leistung hat, beantworten: Die Antwort lautet ja, Zeitdruck hat einen Einfluss auf die Leistung. Es kann darüber hinaus sogar die Aussage getroffen werden, dass der Einfluss negativ ist, wie soeben bereits erläutert.

Darüber hinaus können auf Basis der Studienergebnisse nach Knausdorf (2020) noch weitere Aussagen getroffen werden: Es wird festgestellt, dass eine Verkürzung der Bearbeitungszeit nicht unbedingt zu einer Steigerung der Herzfrequenz führt. Es zeigt sich, dass die Kürzung auf 90 % und 80 % keine Erhöhung der Herzfrequenzrate zur Folge hat. Erst bei der Reduktion der Bearbeitungszeit auf 60 bzw. 70 % erhöht sich die Herzfrequenzrate signifikant.

Überraschend ist hingegen das Ergebnis der Testung bei 50 % Reduktion. Diese zeigt, dass eine Reduktion keine signifikante Steigerung der Herzfrequenz zur Folge hat. Zu erklären ist dies gegebenenfalls dadurch, dass die Versuchspersonen in diesem Durchgang aufgegeben haben und überhaupt nicht mehr versuchen, ein bestmögliches Ergebnis zu erzielen. Manche Testpersonen berichten dem Versuchsleiter nach dem Experiment, dass sie bereits den vorangegangenen Durchgang (Reduktion der Bearbeitungszeit auf 60 %) als fast nicht machbar empfinden. Somit kann es sein, dass die Versuchspersonen sich für den letzten Durchgang nicht mehr anstrengen. Das würde die nicht gesteigerte Herzfrequenz erklären.

Insgesamt zeigt sich jedoch trotzdem, dass sich die Reduktion der Bearbeitungszeit bei den Versuchspersonen auch physiologisch in Form

einer veränderten Herzfrequenzrate auswirkt. Dies ist für die vorliegende Untersuchung ein weiteres relevantes Ergebnis. Denn mithilfe der Herzfrequenz und deren Veränderungen kann auf die psychische Beanspruchung der Versuchspersonen beim Experiment geschlossen werden. Wie in der theoretischen Einführung geschildert, ist die psychische Beanspruchung laut DIN EN ISO 10075-1:2018 die Auswirkung der psychischen Belastung auf das Individuum (S. 6). Dabei wird das Ausmaß der psychischen Beanspruchung von individuellen Faktoren, wie beispielsweise Alter, Geschlecht oder Fertigkeiten, beeinflusst (DIN EN ISO 10075-1:2018, 2018, S. 6). In dem Zusammenhang ist interessant, dass die Stichprobe des durchgeführten Experiments 32 Individuen umfasst, die sich in Faktoren wie den eben aufgezählten unterscheiden. Und dennoch lässt sich für diese ein gemeinsamer Punkt feststellen, ab dem der Zeitdruck zu einer signifikanten Erhöhung der Herzfrequenz (und damit zu einer Steigerung der psychischen Beanspruchung) führt. Für die Festlegung von Grenzwerten für psychische Belastung kann dies durchaus als Indikator genutzt werden. Da die psychische Beanspruchung die direkte Auswirkung der psychischen Belastung ist, kann im hier vorliegenden Fall folgender Rückschluss gezogen werden: Bei einer Kürzung der Bearbeitungszeit auf 70 % und 60 % nimmt die psychische Beanspruchung signifikant zu. Im Umkehrschluss kann dadurch gesagt werden, dass spätestens ab diesem Punkt auch auf der Seite der psychischen Belastung scheinbar eine Fehlbelastung vorliegt.

Hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen der Reduktion der Bearbeitungszeit und der Anzahl der Fehler validieren die Ergebnisse von Gugel (2020) und Kunz (2020) jene von Knausdorf (2020). Es wird die Schlussfolgerung gezogen, dass bereits eine geringfügige Reduktion der Bearbeitungszeit zu einer signifikanten Erhöhung der Fehleranzahl führt. Die Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen hinsichtlich ihrer Fehleranzahl unterstreichen den negativen Einfluss von Zeitdruck auf die Leistung der Teilnehmenden.

In Abhängigkeit zu der erfassten Ausgangszeit innerhalb des Kontrolldurchgangs haben einige Teilnehmenden der Experimentalgruppe im letzten Testdurchgang weniger als eine Sekunde zur Beantwortung eines Items zur Verfügung. Die Versuchspersonen teilen mit, dass diese Zeit kaum dazu ausreicht die Aufgabe zu lesen, erst recht nicht über die Lösung nachzudenken und diese entsprechend umzusetzen. Daraus kann abgeleitet werden, dass die zur Verfügung stehende Bearbeitungszeit teilweise unterhalb der bewussten Wahrnehmungs- und Verarbeitungsgrenze der Teilnehmenden liegt. Folglich ist die Bearbeitung der Aufgabe ab einem gewissen Zeitpunkt kaum zu realisieren. Die Hand-Augen-Koordination, das Scrollen der Maus sowie die Eingabeverzögerung der Hardware erfordern eine gewisse Verarbeitungszeit, welche ab diesem Zeitpunkt nicht mehr gegeben ist. Ferner veranschaulichen die vorliegenden Ergebnisse, dass Zeitdruck auch subjektiv entstehen kann und daher nicht nur objektiv existierende Zeitvorgaben einen Einfluss auf die Leistung ausüben. Zukünftige Forschungen können an dieser Stelle ansetzen und den vermuteten Einfluss tiefergehend untersuchen.

Da Zeitdruck zu Leistungseinbußen führen kann, sollten Unternehmen darauf achten, Zeitvorgaben bewusst und gezielt vorzugeben. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass Zeitvorgaben realistisch gewählt werden, um einer Fehlbelastung vorzubeugen. Ist eine derartige Gestaltung der Tätigkeiten schwierig, können Unternehmen durch die Reduktion weiterer bestehender Belastungsfaktoren innerhalb des Arbeitssystems zu einer Kompensation der psychischen Belastung infolge von Zeitvorgaben beitragen. Dadurch kann möglicherweise verhindert werden, dass die Gesamtheit der Belastungsfaktoren eine Belastungsgrenze überschreitet.

Kunz (2020) versucht außerdem, anhand der psychischen Beanspruchung der Teilnehmenden Rückschlüsse auf das Ausmaß der psychischen Belastung zu ziehen. Hierzu werden, ergänzend zur objektiven Leistungsmessung, physiologische Messungen der Herzfrequenz und HRV der Teilnehmenden vorgenommen. Definitionsgemäß ist die psychische Beanspruchung die „unmittelbare Auswirkung der psychischen Belastung [...]

im Individuum in Abhängigkeit von seinem aktuellen Zustand“ (DIN EN ISO 10075 2018-01, S. 7). Der Zusammenhang zwischen der psychischen Belastung und der psychischen Beanspruchung wird durch eine Vielzahl von individuellen Faktoren (z. B. das Alter, das Geschlecht, die Gesundheit, die Fähigkeiten oder dem aktuellen Zustand) beeinflusst (DIN EN ISO 10075-1:2018-01, S. 12).

Folglich können diese und weitere personenbezogene Aspekte zu einer Verzerrung der Ergebnisse führen und die Interpretation der Ergebnisse dadurch erschweren.

Die Ergebnisse zeigen, dass die HRV-Parameter SDNN, RMSSD und pNN50 sowie die Herzfrequenz nicht in der Lage sind, unterschiedliche Belastungs- und Beanspruchungsgrade der Kontroll- und Experimentalgruppe auf physiologischer Ebene aufzuzeigen. Daher wird die Annahme getroffen, dass der provozierte Zeitdruck eine psychische Belastung erzeugt, welche jedoch zu keiner zusätzlichen Erhöhung der psychischen Beanspruchung der Teilnehmenden führt. Es wird vermutet, dass die durch Zeitdruck ausgelöste Fehlleistung im Rahmen dieser Untersuchung nur geringe Konsequenzen für die Teilnehmenden mit sich bringen. Die Aufgaben des FWIT sind nicht direkt mit den Aufgabenstellungen der beruflichen Praxis vergleichbar und implizieren für die Teilnehmenden lediglich eine geringe Verantwortung. Aus diesem Grund sollten die Untersuchungen im Feld fortgeführt werden, da aufgrund des realen Berufs- und Arbeitslebens die Verantwortlichkeiten der Beschäftigten und Folgen von Fehlleistungen besser abgebildet werden.

Die Folgen der psychischen Belastung können aufgrund der Art und Stärke sowie zeitlichen Exposition unterschiedlich ausfallen (DIN EN ISO 10075-1:2018-01, 2018, S. 10). Für die vorliegende Arbeit kann außerdem angenommen werden, dass der provozierte Zeitdruck aufgrund seiner relativ kurzen Einwirkung während der Testdurchgänge als nicht physiologisch und psychisch beanspruchend wahrgenommen wird. Weiterführende Untersuchungen könnten die Auswirkungen von Zeitvorgaben über einen

längeren Zeitraum untersuchen und den Einfluss von Zeitdruck somit tiefergehend beleuchten. Die psychische Beanspruchung der Teilnehmenden kann aufgrund der Ergebnisse nicht auf den Belastungsfaktor Zeitdruck zurückgeführt werden. Es wird vermutet, dass die Anforderungen seitens der Aufgabe sowie der Dauer des Experiments eine psychische Belastung auslösen und somit die Hauptursache für die psychische Beanspruchung der Testpersonen sind. Dies könnte damit erklärt werden, dass über den Zeitverlauf des Experiments eine Veränderung der Parameter sichtbar wird.

Im Rahmen der Untersuchung erweist sich der HRV-Parameter RMSSD als sensitiv gegenüber der psychischen Belastung. Zwar fallen die Ergebnisse der Hypothesenprüfung 5 nicht erwartungsgemäß aus, da der Zusammenhang zwischen der Bearbeitungszeit pro Durchgang und HRV pro Durchgang innerhalb der Kontrollgruppe negativ ausfällt. Dieser Effekt fällt allerdings signifikant aus. Für die vorliegende Arbeit wird die Schlussfolgerung gezogen, dass der Parameter RMSSD für die Untersuchung der psychischen Belastung innerhalb der Kontrollgruppe ein geeignetes Variabilitätsmaß darstellt. Die Ergebnisse der Hypothese 10 verdeutlichen einen signifikanten negativen Zusammenhang zwischen der HRV (RMSSD) und der Leistung der Teilnehmenden der Kontrollgruppe. Das Ergebnis der Experimentalgruppe fällt hingegen nicht signifikant aus. Folglich kann lediglich über die Kontrollgruppe ausgesagt werden, dass höhere HRV-Werte mit einer besseren Leistung im FWIT verbunden sind. Weitere Erkenntnisse werden im Rahmen der Hypothesenprüfung 8 erzielt. Die deskriptivstatistischen Ergebnisse veranschaulichen, dass der Mittelwert der HRV über die Messzeitpunkte steigt. Dieser Effekt erweist sich für den Parameter RMSSD als signifikant. Für die vorliegende Arbeit wird angenommen, dass die eingeräumten Pausenzeiten zu einer Erholung der Teilnehmenden zwischen den Testdurchgängen beitragen. Dies impliziert für die berufliche Praxis, verstärkt auf die Einhaltung von Pausenzeiten während der Arbeit zu achten. Neben den gesetzlich vorgeschriebenen Pausen- und Ruhezeiten können kürzere Pausen von z. B. drei Minuten

einen förderlichen Einfluss auf die Regulation der HRV und damit auf die Beanspruchung der Beschäftigten ausüben. Diese Pausen können in Form von bewegten Pausen, in denen sich die Beschäftigten von ihrem Arbeitsplatz erheben und sich körperlich bewegen, absolviert werden. Alternativ können mentale Pausen in den Arbeitsalltag integriert werden, in denen die Beschäftigten ihr Herz-Kreislaufsystem herunterfahren und mithilfe von tiefen Atemübungen für einige Minuten vom Arbeitsstress abschalten. Des Weiteren können Unternehmen ihre Beschäftigten dazu ermutigen, ihre Entspannungsfähigkeit zu trainieren. Mithilfe von Biofeedback-Training können Beschäftigte die Regulation der Herzfrequenz und HRV aktiv fördern. Die eben genannten Empfehlungen stellen lediglich Impulse für die berufliche Praxis dar und sollten den Beschäftigten von Seiten der Unternehmen nicht verpflichtend auferlegt werden. Eine Verpflichtung zur Einhaltung dieser Pausen könnte sich wiederum negativ auswirken und gegensätzliche Effekte auslösen. Aus diesem Grund sollten Unternehmen ihre Beschäftigten stets individuell betrachten.

Die dargestellten Studien leisten schlussendlich einen Beitrag zum Forschungsgebiet der psychischen Belastung und dem übergeordneten Forschungsvorhaben der Bestimmung von Grenzwerten. Allerdings zeigt sich hierbei kein eindeutiges Bild. Diese Arbeiten unterstreichen die Notwendigkeit einer detaillierten Untersuchung der Folgen von psychischer Belastung, ihren Belastungsfaktoren sowie Belastungskombinationen. In Bezug auf den Belastungsfaktor Zeitdruck zeigt sich eine Komplexität des Einflusses, welcher durch weiterführende Forschungen näher beleuchtet werden muss.

Eine anhaltende psychische Belastung fördert das Aufkommen von psychischer Fehlbelastung und kann zu einer gesundheitlichen Beeinträchtigung der Beschäftigten führen. Die in der Einleitung dargestellten Vorgaben seitens des Arbeitsschutzgesetzes sowie Entwicklungen hinsichtlich der Zunahme der Krankentage aufgrund von psychischen Erkrankungen, fordern eine detaillierte Auseinandersetzung mit den Formen und Auswirkungen von psychischer Belastung am Arbeitsplatz. Letztendlich müssen

auch Unternehmen wirtschaftliche und ökonomische Einbußen infolge von unkontrollierter psychischer Belastung befürchten. Verminderte Leistungen oder krankheitsbedingte Abwesenheiten der Mitarbeitenden führen zu nicht kalkulierbaren Zusatzkosten.

### **4.3 Limitationen und Ausblick**

Knausdorf (2020) betont in ihrer Studie eine Limitation hinsichtlich des theoretischen Hintergrundes. In der vorliegenden Studie werden die Begriffe psychische Belastung und psychische Beanspruchung gemäß der DIN EN ISO 10075-1:2018 verwendet. Andere Forschenden nutzen die Begriffe jedoch teilweise unterschiedlich, sodass es sich als schwierig gestaltet, Studien zu finden, die eindeutig auf psychische Belastung (gemäß DIN EN ISO 10075-1:2018) abzielen. Die Problematik wird verstärkt, wenn zusätzlich englischsprachige Studien hinzukommen, da die englischen Begriffe für psychische Belastung variieren. Dennoch ist es aus Sicht der Autorin gelungen, geeignete Studien zu finden und anhand dieser einen guten Überblick zum aktuellen Forschungsstand zu geben. Dies gilt auch für die erarbeitete Übersicht zur Erforschung des Zusammenhangs zwischen Zeitdruck und Leistung. Aber auch hier gestaltet es sich aufgrund unterschiedlich verwendeter Begrifflichkeiten als schwierig, eindeutig passende Untersuchungen zu finden. Es findet sich zwar eine Vielzahl an Studien in diesem Forschungsbereich. Problematisch ist jedoch, dass diese nicht immer die unmittelbare Wirkung von Zeitdruck auf Leistung untersuchen, sondern Zeitdruck oftmals nur eine von vielen untersuchten Variablen ist. Häufig wird das Gesamtkonstrukt Stress untersucht, in welches der Faktor Zeitdruck mit einfließt. Aus diesem Grund werden Studien zum Zusammenhang Stress und Leistung vorgestellt, als auch Untersuchungen, welche gezielt die Wirkung von Zeitdruck auf die Leistung untersuchen. Dies ist nach Ansicht der Autorin ein geeigneter Weg, um die gesamte Bandbreite an Studien in diesem umfassenden Forschungsbereich darzustellen.



Weiterhin kritisiert Knausdorf (2020) die von ihr genutzte Methode. So wird auf Basis der Vorgehensweise vorangegangener experimenteller Untersuchungen ein eigenes Experiment entwickelt und durchgeführt. Konkret wird sich hierbei dafür entschieden, die Versuchspersonen Stroop-Aufgaben unter verschiedenen zeitlichen Bedingungen lösen zu lassen. Es muss an dieser Stelle jedoch angemerkt werden, dass dieses Aufgabenformat nur eines von vielen ist, welches zur Untersuchung des arbeitsbezogenen Belastungsfaktors Zeitdruck herangezogen werden könnte. Wie die vorangegangenen experimentellen Studien zeigen, existieren vielfältige Möglichkeiten, wie psychische Belastung mithilfe eines Experiments untersucht werden kann. Dennoch fällt die Wahl bewusst auf dieses Aufgabenformat, da es sich zum einen sehr gut mit den zur Verfügung stehenden technischen Mitteln umsetzen lässt. Und zum anderen, da Stroop-Aufgaben ein „stressprovozierendes Verfahren“ sind (Bäumler, 1985, S. 7), welches in den vorangegangenen experimentellen Untersuchungen zur psychischen Belastung auch von mehreren Wissenschaftlerinnen bzw. Wissenschaftlern Anwendung findet. Um jedoch die Aussagekraft des hier entwickelten Experiments zu verstärken, sollten weiterführende Forschungen dieses auf dessen Validität, Objektivität und Reliabilität testen. Dies wird in der vorliegenden Studie nicht gemacht, was den Gehalt der Studienergebnisse zum aktuellen Zeitpunkt noch einschränkt.

Es muss generell festgestellt werden, dass die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung nur eingeschränkte Gültigkeit besitzen. Ein Punkt, der hierzu führt, ist, dass die untersuchte Stichprobe nicht repräsentativ ist. Denn im Verlauf der Untersuchung zeigt sich, dass sich die gewünschte Gewinnung von Versuchspersonen per Zufallsauswahl als schwierig gestaltet. Auf einen Aufruf über den Online Campus der FOM Hochschule für Oekonomie und Management zur Teilnahme am Experiment melden sich zunächst 28 Studierende an. Mit dieser Anzahl ist die gewünschte Teilnehmeranzahl für das Experiment fast erreicht. Aufgrund vielfältiger Gründe melden sich dann jedoch fast alle Studierenden wieder ab, sodass am Ende lediglich eine Studentin tatsächlich am Experiment

teilnimmt. Dies ist im Verlauf der Untersuchung ein Rückschlag, da innerhalb des begrenzten Zeitfensters zügig eine alternative Stichprobe gefunden werden muss. Aus diesem Grund wird die Entscheidung getroffen, die Daten anhand einer Ad-hoc Stichprobe zu erheben, was zur fehlenden Repräsentativität der Stichprobe führt. Es lassen sich jedoch trotzdem erste Erkenntnisse für die weiterführende Forschung ableiten, was den Umstand der nicht vorhandenen Generalisierbarkeit etwas abmildert. Des Weiteren sind die Ergebnisse des hier durchgeführten Experiments unter Laborbedingungen gewonnen. Somit müssen, um eine Generalisierbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen, ohnehin weitere Experimente in Form von Feldstudien durchgeführt werden.

Auch Gugel (2020) und Kunz (2020) weisen auf die limitierte Repräsentativität in ihrer Studien hin. Untersucht wird eine sehr heterogene Stichprobe, in welcher der Anteil der Frauen sowohl über die Versuchsgruppen hinweg mit 65.63 % als auch innerhalb der Versuchsgruppen überrepräsentiert ist. Des Weiteren unterscheiden sich die Teilnehmenden in Bezug auf ihr Alter, ihre körperliche Konstitution und weiteren Merkmalen. Im Rahmen der Untersuchungen zur HRV und Herzfrequenz erweist sich die Heterogenität der Stichprobe als problematisch, da die Indikatoren von diesen Faktoren beeinflusst werden. Die mangelnde Berücksichtigung personenbezogener Einflussfaktoren führt in der vorliegenden Studie zu nicht eindeutigen Ergebnissen. Folglich sollten zukünftige Studien eine spezifischere Selektion der Teilnehmenden vornehmen und dadurch eine homogenere Stichprobe zugrunde legen. Dies ermöglicht eine bessere Kontrolle der verschiedenen Einflussfaktoren. Die untersuchte Stichprobe wird anhand einer Ad-hoc-Stichprobenziehung rekrutiert. Aus diesem Grund weisen die Ergebnisse nur eine begrenzte Aussagekraft auf und sind nicht repräsentativ für die Grundgesamtheit.

Schließlich führt der Stichprobenumfang von 16 Teilnehmenden pro Versuchsgruppe dazu, dass die Voraussetzungen für parametrische Verfahren teilweise verletzt sind und stattdessen nichtparametrische Ver-

fahren Anwendung finden. Daher empfiehlt es sich für künftige Forschungen einen größeren Stichprobenumfang anzustreben, um diese Einschränkungen zu reduzieren oder zu kompensieren. Der Vergleich zweier unabhängiger Stichproben hinsichtlich der Herzfrequenz und HRV führt in der vorliegenden Untersuchung zu teils widersprüchlichen Ergebnissen. Stattdessen wird die Empfehlung abgeleitet, intrapersonelle Veränderungen der Teilnehmenden zu untersuchen und diese anhand einer längsschnittlichen Untersuchung tiefergehend zu beleuchten. Dadurch kann eine stärkere Berücksichtigung der individuellen RHF und Ruhe-HRV sichergestellt werden. Die experimentelle Studie wird unter Laborbedingungen durchgeführt, sodass ihre Ergebnisse nicht unmittelbar auf die berufliche Praxis übertragen werden können. Aus diesem Grund wird die Empfehlung ausgesprochen, weitere Untersuchungen am Arbeitsplatz verschiedener Berufsgruppen durchzuführen. Dies ermöglicht eine zielgerichtete Untersuchung der psychischen Belastung innerhalb eines Tätigkeitsfeldes. In diesem Zuge sollten auch weitere Einflussvariablen, wie physikalische Arbeitsplatzbedingungen (z. B. Lärm oder Temperatureinflüsse) oder die Tageszeit, in das Forschungsmodell aufgenommen werden. Die Untersuchung der Zusammenhänge im Rahmen einer multiplen Regression kann hierbei von Interesse sein, um mögliche Interaktionseffekte aufzuzeigen und die Gesamtvarianz zu erhöhen.

Obwohl die Daten unter Laborbedingungen gewonnen werden, können während der Durchführung nicht alle Einflussfaktoren kontrolliert werden. Innerhalb der vorliegenden Studie kann dadurch nicht gewährleistet werden, dass die Versuchsbedingungen bei allen Testpersonen identisch sind. Die Versuchspersonen nehmen zum einen an unterschiedlichen Wochentagen und Tageszeiten teil und zum anderen können Störgeräusche aufgrund von Nachbarinnen bzw. Nachbarn nicht vollumfänglich isoliert werden. Diese nicht erfassten Einflussfaktoren führen möglicherweise zu einer Verzerrung der Ergebnisse und werden daher als Einschränkung der vorliegenden Studie angeführt. Des Weiteren wird angenommen, dass der negative Effekt des Zeitdrucks auf die Leistung durch das Wissen von

zeitlichen Vorgaben verstärkt wird. Eine Modifikation des Studiendesigns wäre insofern denkbar, indem neben der Experimental- und Kontrollgruppe eine weitere Versuchsgruppe hinzugezogen wird. Diese Gruppe würde unwissentlich die Fehlinformation erhalten unter Zeitdruck zu stehen. Die Berücksichtigung einer weiteren Kontrollgruppe würde Aufklärungsarbeit darüber leisten, ob und wie stark der vermutete Einfluss tatsächlich ausfällt.

Hinsichtlich des Testverfahrens ist zu kritisieren, dass es aufgrund der physischen Anwesenheit der Teilnehmenden und Versuchsleiterinnen zeit- und kostenintensiv ist. Durch die Umwandlung in ein Online-Testverfahren können diese Aufwendungen gesenkt werden und eine größere Anzahl an Testpersonen angesprochen werden. Allerdings bedeutet dies Abstriche hinsichtlich der Untersuchung der psychischen Beanspruchung, da die Erfassung der kardiovaskulären Parameter in diesem Rahmen nicht mehr möglich ist. Die vorliegende Untersuchung entwickelt eine neue Methode zur Auswertung der Ergebnisse des FWIT. Es werden Auswertungsschablonen erstellt, welche zur Reduzierung von Auswertungsfehlern beitragen. Jedoch kann auch bei dieser Methodik keine uneingeschränkte Objektivität gewährleistet werden. Daher wird die Empfehlung ausgesprochen, eine automatische Auswertung der Testitems zu programmieren und das Testverfahren in das Programm Microsoft Excel zu überführen. Ein weiterer Vorschlag ist die Variation der Abfolge der Versuchsbedingungen. Es ist möglich, dass sich bei den Teilnehmenden der Experimentalgruppe eine Routine einstellt, da die Bearbeitungszeit im Laufe des Experiments kontinuierlich um weitere 10 % reduziert wird. Zur Unterbrechung dieser Routine wird vorgeschlagen, die Testbedingungen in ihrer zeitlichen Abfolge zu verändern und Bedingungen ohne Zeitdruck einzubauen (z. B. 80 %, 60 %, 100 %, 90 %, 150 %, 70 %).

In Bezug auf das experimentelle Vorgehen hat Knausdorf (2020) einen außerordentlichen Beitrag mit der Entwicklung des Experiments geleistet, das für die vorliegende Arbeit herangezogen wird. Dennoch gibt es

an einigen Stellen noch Möglichkeiten, das Experiment weiter zu optimieren. So könnte das Experiment beispielsweise in eine Online-Variante überführt werden, um die Anspannung der Experimentalsituation in künftigen Untersuchungen zu minimieren. Hier müsste zwar auf physiologische Messungen verzichtet werden, dennoch kann der Einfluss von Zeitdruck auf die Leistung untersucht werden und Störfaktoren wie Nervosität könnten dabei weitestgehend eliminiert werden. Ebenso spielt die Auswertung der Testergebnisse eine entscheidende Rolle. Diese erfolgt bei Knausdorf (2020) händisch und wird für die vorliegende Studie bereits weiterentwickelt, indem Musterschablonen für alle Testversionen angefertigt werden. Dennoch besteht auch hier die Gefahr von Fehlern bei der Auswertung, indem fälschlicherweise korrekt gemachte Angaben der Versuchspersonen herausgelöscht werden (zum besseren Verständnis siehe Kapitel 2.4.). In künftigen Untersuchungen könnte demnach ein Makro (Programm) in Excel geschrieben werden, das die Angaben der Versuchspersonen mit der Musterlösung vergleicht und automatisiert auswertet, an welcher Stelle und wie viele Fehler aufgetreten sind. Dies würde auch dazu beitragen, das Untersuchungsverfahren ökonomisch günstiger und sparsamer zu gestalten, da die Auswertung der Stroop-Aufgaben pro Versuchsperson – je nach Fehleranzahl – circa 1-1.5 Stunden in Anspruch nimmt. Die zeitintensive Auswertung erschwert somit die Untersuchung von größeren Stichprobenumfängen, die gerade im Zusammenspiel mit einer Online-Variante des Experiments erreicht werden könnten.

Zukünftige Forschungsarbeiten können auch dem Ansatz von Jiang et al. (2009) folgen und die Auswirkung von Zeitdruck anhand weiterer HRV-Parameter untersuchen. Die bisherige Forschung zeigt, dass die Vielzahl an HRV-Parametern und möglichen Studiendesigns zu teilweise sehr unterschiedlichen Ergebnissen führen. Die vorliegenden Ergebnisse stützen die Annahme, dass einige HRV-Parameter wenig sensitiv auf psychische Belastung reagieren und unterschiedlich stark mit den verschiedenen kognitiven Dimensionen assoziiert sind. Aus diesem Grund wird empfohlen, alternative Parameter und Analysen heranzuziehen und neben der

konventionellen Spektralanalyse auch die DFA oder Poincaré-Analyse der HRV anzuwenden. Allgemein ist bekannt, dass die Herzfrequenz und HRV von einer Vielzahl an Faktoren beeinflusst werden. Des Weiteren könnte die Berücksichtigung zusätzlicher personenbezogener Merkmale dazu führen, dass sich die erklärte Varianz des Modells erhöht. Denkbare Variablen sind beispielsweise das Alter, das Geschlecht, der Raucherstatus, Vorerkrankungen, Medikamenteneinnahme oder die Resilienz und Motivation der Teilnehmenden. Aufgrund der nicht eindeutigen Ergebnisse hinsichtlich der Herzfrequenz und HRV lehnen sich die weiteren Empfehlungen an Sammito et al. (2014) an, hier wird vorgeschlagen, die kardiovaskulären Maße „[...] im individuellen, psychophysiologischen und arbeitsplatzbezogenen Gesamtkontext zu betrachten [...]“ (S. 23). Demnach können zukünftige Arbeiten den vorliegenden Forschungsansatz um beispielsweise Fragebogenerhebungen zur subjektiven Beanspruchung, Stressempfindung oder zum gesundheitlichen Zustand der Teilnehmenden ergänzen (Sammito et al., 2014, S. 23).

Abschließend ist zu berücksichtigen, dass das Experiment als Laborstudie durchgeführt wird und die Ergebnisse nur begrenzt auf die Praxis übertragbar sind. In diesem Zusammenhang haben auch einige Versuchspersonen geäußert, dass die gestellten Aufgaben wenig mit ihrem Arbeitsalltag zu vergleichen sind. Interessant wäre es demnach, wenn im Rahmen künftiger Forschung ein Feldexperiment in der beruflichen Praxis durchgeführt würde. So kann beispielsweise im Rahmen einer Längsschnittstudie ein bestimmtes Berufsfeld und dessen Aufgabenbereich untersucht werden. Ein denkbare Beispiel wären Sachbearbeiter bzw. Sachbearbeiterinnen, die im Arbeitsalltag Vorgänge bearbeiten. Für die Bearbeitungszeit einzelner Vorgänge existieren in den jeweiligen Abteilungen in der Regel feste Zielwerte. Diese Mitarbeitenden könnten in ihrer Arbeit begleitet werden, um die Fehlerquote eines bestimmten Zeitintervalls mit Zeitdruck und eines identischen Zeitintervalls ohne Zeitdruck vergleichen zu können. Somit könnte auch konkret gegenübergestellt werden, wie viel

mehr Fehler durch wie viel Prozent Zeitdruck ausgelöst werden und überprüft werden, bis zu welchem Punkt Zeitdruck betriebswirtschaftlich gesehen möglicherweise sogar sinnvoll ist (weil das zusätzlich geleistete Maß an Arbeit die zusätzlichen Fehler aufwiegt). Eine solche Untersuchung ließe sich auch auf andere Tätigkeiten übertragen, beispielweise Akkordarbeiterinnen und -arbeiter am Fließband oder Sortiererinnen bzw. Sortierer bei der Deutschen Post, die Briefe nach Postleitzahlgebiet aufteilen.

#### **4.4 Fazit**

Die präsentierten Studien verfolgen das Ziel, den Einfluss von Zeitdruck auf die Leistung zu untersuchen. Es wird die Schlussfolgerung gezogen, dass bereits eine geringfügige Reduktion der Bearbeitungszeit zu einer signifikanten Erhöhung der Fehleranzahl führt. Die Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen hinsichtlich ihrer Fehleranzahl unterstreichen den negativen Einfluss von Zeitdruck auf die Leistung der Teilnehmenden. Die Studien von Gugel (2020) und Kunz (2020) leisten mit ihren Ergebnissen einen Beitrag zur Validierung des FWIT nach Knausdorf (2020). Im Rahmen dieser Studie erweist sich das entwickelte Testverfahren als ein valides Instrument zur Erfassung der Auswirkungen von Zeitdruck auf die Leistung. Des Weiteren kann anhand der Ergebnisse, die aufgestellte Forschungsfrage beantwortet werden: Zeitdruck hat einen negativen Einfluss auf die Leistung.

Ein allgemein gültiger Grenzwert, ab dem der Belastungsfaktor Zeitdruck zur Fehlbelastung wird, kann auf Basis dieser Untersuchung zwar nicht festgesetzt werden. Dies liegt vor allem an der mangelnden Repräsentativität der Studie und an der daraus resultierenden fehlenden Generalisierbarkeit der Ergebnisse. Dennoch haben die Ergebnisse Aussagekraft und können als erster Indikator für die Festlegung von Grenzwerten genutzt werden. Es wird schließlich nachgewiesen, dass selbst bei einer

relativ einfachen kognitiven Aufgabe eine geringfügige Kürzung der Bearbeitungszeit ausreicht, um die Versuchspersonen unter Zeitdruck zu setzen. Dies führt wiederum unmittelbar zu einer Erhöhung der Fehlerrate. Somit scheint bereits ein geringer Zeitdruck auszureichen, damit aus einer neutral angesehenen Belastung eine Fehlbelastung wird. Darüber hinaus zeigt sich anhand der Ergebnisse, dass Zeitdruck auch auf die psychische Beanspruchung der Versuchspersonen Einfluss nimmt. Dies wird anhand der teilweise veränderten Herzfrequenzrate und HRV erkennbar.

Insgesamt wird deutlich, dass das Forschungsfeld rund um das Thema psychische Belastung einen großen Stellenwert hat, der künftig noch größer werden wird. Allein die in der Einführung aufgezeigte stetige Zunahme an psychischen Erkrankungen in den letzten Jahren demonstriert die Relevanz des Themas in der heutigen und zukünftigen Welt. Das Ziel von Arbeitgebern, Politik, Krankenkassen und Gewerkschaften – die Arbeitskraft so lang wie möglich zu erhalten und dabei Fehlbelastungen und psychische Erkrankungen zu vermeiden – kann nur erreicht werden, indem künftig in weitere Untersuchungen investiert wird. Demzufolge ist die Erforschung von Grenzwerten psychischer Belastung in diesem Forschungsfeld ein wichtiger und unumgänglicher Meilenstein, um Fehlbelastungen und psychischen Erkrankungen vorbeugen zu können. Auch wenn die Erreichung dieses übergeordneten, umfangreichen Forschungsziels nach heutigem Stand noch weit in der Zukunft liegt, tragen die referierten Studien einen Teil dazu bei.



## Literaturverzeichnis

- Ahlers, E., Erol, S. (2019): Arbeitsverdichtung in den Betrieben? Empirische Befunde aus der WSI-Betriebsrätebefragung. *WSI Policy Brief*, No. 33, Hans-Böckler-Stiftung, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliches Institut (WSI).
- ALQahtani, D. A., Rotgans, J. I., Mamede, S., Mahzari, M. M., Al-Ghamdi, G. A., & Schmidt, H. G. (2018). Factors underlying suboptimal diagnostic performance in physicians under time pressure. *Medical Education*, 52(12), 1288–1298. <https://doi.org/10.1111/medu.13686>
- Arshadi, N., & Damiri, H. (2013). The Relationship of Job Stress with Turnover Intention and Job Performance: Moderating Role of OBSE. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 84, 706–710. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.06.631>
- Bäumler, G. (1985). *Farbe-Wort-Interferenztest (FWIT) nach J. R. Stroop, Handanweisung*. Hogrefe. <https://www.testzentrale.de/shop/farbe-wort-interferenztest.html>
- Boithias, C., Jule, L., Le Foulgoc, S., Jourdain, G., & Benhamou, D. (2020). Allowing more time to ILCOR Step A of neonatal resuscitation leads to better residents' task completion in simulated scenarios. A problem of time pressure? *BMC Pediatrics*, 20(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12887-020-02217-3>
- Britton, A., Singh-Manoux, A., Hnatkova, K., Malik, M., Marmot, M. G., & Shipley, M. (2008). The Association between Heart Rate Variability and Cognitive Impairment in Middle-Aged Men and Women. *Neuroepidemiology*, 31(2), 115–121. <https://doi.org/10.1159/000148257>
- Brookings, J. B., Wilson, G. F., & Swain, C. R. (1996). Psychophysiological responses to changes in workload during simulated air traffic control. *Biological Psychology*, 42(3), 361–377. [https://doi.org/10.1016/0301-0511\(95\)05167-8](https://doi.org/10.1016/0301-0511(95)05167-8)

- Bundesministerium für Gesundheit. (2020, 5. Oktober). *Heil, Giffey und Spahn starten „Offensive Psychische Gesundheit“* [Pressemeldung]. <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/presse/pressemitteilungen/2020/4-quartal/offensive-psychische-gesundheit.html>
- DAK-Gesundheit. (2019, April). *DAK-Gesundheitsreport 2019*. <https://www.dak.de/dak/download/dak-gesundheitsreport-2019-sucht-pdf-2073718.pdf>
- DAK-Gesundheit. (2020, 15. September). *DAK-Psycho-report 2020: rasanter Anstieg der Arbeitsausfälle* [Pressemeldung]. <https://www.dak.de/dak/download/pressemeldung-2335942.pdf>
- DAK-Gesundheit (2022, April). *DAK-Gesundheitsreport 2022*. [https://www.dak.de/dak/bundesthemen/dak-gesundheitsreport-2022-2548220.html#/  
/](https://www.dak.de/dak/bundesthemen/dak-gesundheitsreport-2022-2548220.html#/)
- DeDonno, M., & Demaree, H. (2008). Perceived time pressure and the Iowa Gambling Task. *Judgment and Decision Making*, 3, 636–640.
- Deutsches Institut für Normung e. V. (2018). DIN EN ISO 10075-1:2018-01: Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 1: Allgemeine Aspekte und Konzepte und Begriffe (ISO 10075-1:2017); Deutsche Fassung EN ISO 10075-1:2017. Beuth. <https://dx.doi.org/10.31030/2654667>
- Deutsches Institut für Normung e.V. (2016). DIN EN ISO 6385:2016: Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen (ISO 6385:2016); Deutsche Fassung EN ISO 6385:2016. Beuth. <https://dx.doi.org/10.31030/2429191>
- Donnelly, D. P., Kovar, S. E., & Fischer, D. G. (2019). The Mediating Effects of Time Management on Accounting Students' Perception of Time Pressure, Satisfaction with the Major, and Academic Performance. *Journal of Accounting and Finance*, 19(9), 46–63. <https://doi.org/10.33423/jaf.v19i19.2695>

- Ferreira, Y., & Schat, H.-D. (2020). *Entwicklung eines Modells zur Erfassung psychischer Fehlbelastung unter Berücksichtigung von Ressourcen*. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Hrsg.), *Digitaler Wandel, digitale Arbeit, digitaler Mensch?* (A.10.1., S. 1–6). GfA-Press.
- Ferreira, Y., & Vogt, J. (2021). Psychische Belastung und deren Herausforderungen. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 76, 202–219. <https://doi.org/10.1007/s41449-021-00292-5>
- Forte, G., Favieri, F., & Casagrande, M. (2019). Heart Rate Variability and Cognitive Function: A Systematic Review. *Frontiers in Neuroscience*, 13, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00710>
- Gemeinsame Deutsche Arbeitsschutzstrategie. (2018). *Leitlinie Beratung und Überwachung bei psychischer Belastung am Arbeitsplatz*. [https://www.gda-portal.de/DE/Downloads/pdf/Leitlinie-Psych-Belastung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.gda-portal.de/DE/Downloads/pdf/Leitlinie-Psych-Belastung.pdf?__blob=publicationFile)
- Gugel, A. (2020). *Experimentelle Untersuchung des Einflusses von Zeitdruck auf die Leistung unter Berücksichtigung der Ermüdung* [Unveröffentlichte Bachelor-Thesis]. Frankfurt am Main: FOM Hochschule für Oekonomie & Management.
- Hansen, A. L., Johnsen, B. H., & Thayer, J. F. (2003). Vagal influence on working memory and attention. *International Journal of Psychophysiology*, 48(3), 263–274. [https://doi.org/10.1016/s0167-8760\(03\)00073-4](https://doi.org/10.1016/s0167-8760(03)00073-4)
- Haus, K. M., Held, C., Kowalski, A., Krombholz, A., Nowak, M., Schneider, E., Strauß, G., & Wiedemann, M. (2020). *Praxisbuch Biofeedback und Neurofeedback* (3. Aufl.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-59720-0>

- Heiden, M., Lyskov, E., Djupsjöbacka, M., Hellström, F., & Crenshaw, A. G. (2005). Effects of time pressure and precision demands during computer mouse work on muscle oxygenation and position sense. *European Journal of Applied Physiology*, *94*(1–2), 97–106. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1295-y>
- Hughes, A. M., Hancock, G. M., Marlow, S. L., Stowers, K., & Salas, E. (2019). Cardiac Measures of Cognitive Workload: A Meta-Analysis. *Human factors*, *61*(3), 393–414. <https://doi.org/10.1177/0018720819830553>
- Jafari, M., Zaeri, F., Jafari, A. H., Payandeh Najafabadi, A. T., Al-Qaisi, S., & Hassanzadeh-Rangi, N. (2020). Assessment and monitoring of mental workload in subway train operations using physiological, subjective, and performance measures. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, *30*(3), 165–175. <https://doi.org/10.1002/hfm.20831>
- Jamal, M. (1985). Relationship of Job Stress to Job Performance: A Study of Managers and Blue-Collar Workers. *Human Relations*, *38*(5), 409–424. <https://doi.org/10.1177/001872678503800502>
- Jamal, M. (2007). Job stress and job performance controversy revisited: An empirical examination in two countries. *International Journal of Stress Management*, *14*(2), 175–187. <https://doi.org/10.1037/1072-5245.14.2.175>
- Jiang, D., He, M., Qiu, Y., Zhu, Y., & Tong, S. (2009). Long-range correlations in heart rate variability during computer-mouse work under time pressure. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, *388*(8), 1527–1534. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2008.12.068>
- Knausdorf, K. (2020). *Experimentelle Untersuchung des arbeitsbezogenen Belastungsfaktors Zeitdruck* [Unveröffentlichte Master-Thesis]. Frankfurt am Main: FOM Hochschule für Oekonomie & Management.

- Kunz, T. I. (2020). *Experimentelle Untersuchung der Auswirkung von Zeitdruck auf die kognitive Leistung unter Berücksichtigung von kardiovaskulären Parametern* [Unveröffentlichte Bachelor-Thesis]. Frankfurt am Main: FOM Hochschule für Oekonomie & Management.
- Moore, D. A., & Tenney, E. R. (2012). Time Pressure, Performance, and Productivity. *Research on Managing Groups and Teams*, 305–326. [https://doi.org/10.1108/s1534-0856\(2012\)0000015015](https://doi.org/10.1108/s1534-0856(2012)0000015015)
- Murali, S. B., Basit, B., & Hassan, Z. (2017). Impact of job stress on employee performance. *International Journal of Accounting & Business Management*, 5(2), 13–33.
- Muse, L. A., Harris, S. G., & Feild, H. S. (2003). Has the Inverted-U Theory of Stress and Job Performance Had a Fair Test? *Human Performance*, 16(4), 349–364. [https://doi.org/10.1207/s15327043hup1604\\_2](https://doi.org/10.1207/s15327043hup1604_2)
- Nickel, P., & Nachreiner, F. (2003). Sensitivity and diagnosticity of the 0.1-Hz component of heart rate variability as an indicator of mental workload. *Human Factors*, 45(4), 575–590. <https://doi.org/10.1518/hfes.45.4.575.27094>
- Plessas, A., Nasser, M., Hanoach, Y., O'Brien, T., Bernardes Delgado, M., & Moles, D. (2019). Impact of time pressure on dentists' diagnostic performance. *Journal of Dentistry*, 82, 38–44. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2019.01.011>
- Rendon-Velez, E., van Leeuwen, P. M., Happee, R., Horváth, I., van der Vegte, W. F., & de Winter, J. C. F. (2016). The effects of time pressure on driver performance and physiological activity: A driving simulator study. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 41, 150–169. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.06.013>

- Rohmert, W., & Rutenfranz, J. (1975). *Arbeitswissenschaftliche Beurteilung der Belastung und Beanspruchung an unterschiedlichen industriellen Arbeitsplätzen*. Bundesministerium für Arbeit- und Sozialordnung.
- Salleh, J., Noor, N. M., Abdul Rafil, A. N., Hafizon, N., & DeAlwis, C. (2020). The Relationship Between Employees' Job Stress And Job Performance: A Case Study At Pejabat Residen Bahagian Samarahan, Sarawak. *Jurnal Penyelidikan Sains Sosial (JOSSR)*, 3(6), 59–69.
- Sammito, S., Thielmann, B., Seibt, R., Klussmann, A., Weippert, M., & Böckelmann, I. (2014). 002/042 – S2k-Leitlinie: Nutzung der Herzschlagfrequenz und der Herzfrequenzvariabilität in der Arbeitsmedizin und Arbeitswissenschaft. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF).
- Schaich, C. L., Malaver, D., Chen, H., Shaltout, H. A., Zeki Al Hazzouri, A., Herrington, D. M., & Hughes, T. M. (2020). Association of Heart Rate Variability With Cognitive Performance: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Journal of the American Heart Association*, 9(7), 1–9. <https://doi.org/10.1161/jaha.119.013827>
- Shaffer, F., McCraty, R., & Zerr, C. L. (2014). A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart's anatomy and heart rate variability. *Frontiers in Psychology*, 5, 1–19. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01040>
- Shi, P., Hu, S., & Yu, H. (2015). Influence of computer work under time pressure on cardiac activity. *Computers in biology and medicine*, 58, 40–45. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2015.01.001>
- Stenfors, C. U. D., Hanson, L. M., Theorell, T., & Osika, W. S. (2016). Executive Cognitive Functioning and Cardiovascular Autonomic Regulation in a Population-Based Sample of Working Adults. *Frontiers in Psychology*, 7, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01536>

- Szalma, J. A., Hancock, P. A., & Quinn, S. (2008). A Meta-Analysis of the Effect of Time Pressure on Human Performance. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 52(19), 1513–1516. <https://doi.org/10.1177/154193120805201944>
- Task Force (1996). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use: Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society for Pacing and Electrophysiology. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, 1(2), 151–181. <https://doi.org/10.1111/j.1542-474X.1996.tb00275.x>
- Thayer, J. F., Åhs, F., Fredrikson, M., Sollers, J. J., & Wager, T. D. (2012). A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: Implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(2), 747–756. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.11.009>
- Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2009). Claude Bernard and the heart–brain connection: Further elaboration of a model of neurovisceral integration. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(2), 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.08.004>
- Yu, R., Yang, L., Guo, X., & Zhang, Y. (2015). Effect of time Pressure on Dynamic Visual Search Performance. *Procedia Manufacturing*, 3, 4658–4664. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.556>

## **Folgende Bände sind bisher in dieser Reihe erschienen:**

### **Band 1 (2019)**

Lischka, H. M. / Sauer, S. / Sülzenbrück, S. (Hrsg.)

Typisch! Empirische Beiträge zum Einfluss von Stereotypen auf menschliches Verhalten

ISSN (Print) 2569-0876 ISSN (eBook) 2569-0884

### **Band 2 (2020)**

Kurzenhäuser-Carstens, S. / Sülzenbrück, S. (Hrsg.)

Einfluss von appbasiertem Achtsamkeitstraining auf Gesundheit und Wohlbefinden von Berufstätigen.

ISSN 2569-0876 (Print) – ISSN 2569-0884 (eBook) /

ISBN (Print) 978-3-89275-127-4 – ISBN (eBook) 978-3-89275-128-1

### **Band 3 (2020)**

Sülzenbrück, S. / Sauer, S. (Hrsg.)

Wege zur empirischen Abschlussarbeit in der Wirtschaftspsychologie.

ISSN 2569-0876 (Print) – ISSN 2569-0884 (eBook) /

ISBN (Print) 978-3-89275-139-7 – ISBN (eBook) 978-3-89275-140-3

### **Band 4 (2020)**

Surma, S. / Sülzenbrück, S. (Hrsg.)

Open Space Büroflächen – moderne Arbeitsform oder Belastungsfaktor?

ISSN 2569-0876 (Print) – ISSN 2569-0884 (eBook) /

ISBN (Print) 978-3-89275-166-3 – ISBN (eBook) 978-3-89275-167-0



### **Band 5 (2021)**

Sülzenbrück, S. / Externbrink, K. (Hrsg.)

Ethische Führung in der Finanzbranche – eine Mixed-Methods-Studie zur Bedeutung ethischer Grundsätze in der Führungspraxis sowie zum Zusammenhang von ethischer Führung und psychologischem Kapital von Geführten in Banken

ISSN (Print) 2569-0876 – ISSN (eBook) 2569-0884

ISBN (Print) 978-3-89275-194-6 – ISBN (eBook) 978-3-89275-195-3

### **Band 6 (2021)**

Sachse, K. / Sülzenbrück, S. (Hrsg.)

Qualitative Untersuchung sozialer Kompetenzen im Topsharing und deren Berücksichtigung in der Management-Diagnostik

ISSN (Print) 2569-0876 – ISSN (eBook) 2569-0884

ISBN (Print) 978-3-89275-200-4 – ISBN (eBook) 978-3-89275-201-1

### **Band 7 (2021)**

Sandra Sülzenbrück / Kai Externbrink (Hrsg.)

Eine unzufriedenstellende Organisation bekommt unzufriedenstellende Mitarbeitende:

Konstruktion einer Skala zur inneren Kündigung

ISSN (Print) 2569-0876 – ISSN (eBook) 2569-0884

ISBN (Print) 978-3-89275-202-8 – ISBN (eBook) 978-3-89275-203-5

### **Band 8 (2021)**

Lenka Ďuranová / Sandra Sülzenbrück (Hrsg.)

Der Zusammenhang zwischen IKT-Anforderungen und Erholungsbedarf:  
Zur potenziell mediiierenden und moderierenden Rolle mentalen Abschaltens

ISSN (Print) 2569-0876 – ISSN (eBook) 2569-0884

ISBN (Print) 978-3-89275-226-4 – ISBN (eBook) 978-3-89275-227-1

### **Band 9 (2022)**

Sandra Sülzenbrück / Kai Externbrink (Hrsg.)

Systemische Führung und Wohlbefinden: Beeinflusst ein Systemischer Führungsstil die physische und psychische Gesundheit der Geführten? Eine quantitative Untersuchung unter besonderer Berücksichtigung der Big Five Persönlichkeitseigenschaften

ISSN (Print) 2569-0876 – ISSN (eBook) 2569-0884

ISBN (Print) 978-3-89275-244-8 – ISBN (eBook) 978-3-89275-245-5

### **Band 10 (2022)**

Lenka Ďuranová / Sandra Sülzenbrück (Hrsg.)

Ein oder Aus? Auswirkungen der Mehrarbeit durch Technologienutzung auf die Erholung und das Wohlbefinden von Beschäftigten

ISSN (Print) 2569-0876 – ISSN (eBook) 2569-0884

ISBN (Print) 978-3-89275-248-6 – ISBN (eBook) 978-3-89275-249-3

### **Band 11 (2022)**

Lenka Ďuranová / Kai Externbrink (Hrsg.)

Selbstwirksamkeit, Selbstregulation und Prokrastination – Überprüfung eines Mediationsmodells

ISSN (Print) 2569-0876 – ISSN (eBook) 2569-0884

ISBN (Print) 978-3-89275-262-2 – ISBN (eBook) 978-3-89275-263-9

### **Band 12 (2022)**

Silke Heiss / Kai Externbrink (Hrsg.)

Bin ich ein Unternehmertyp? Literaturanalyse zum Stand der Forschung der Unternehmerpersönlichkeit im Vergleich zur Gründerpersönlichkeit

ISSN (Print) 2569-0876 – ISSN (eBook) 2569-0884

ISBN (Print) 978-3-89275-278-3 – ISBN (eBook) 978-3-89275-279-0

### **Band 13 (2022)**

Sandra Sülzenbrück / Martina Stangel-Meseke (Hrsg.)

Coaching hochsensibler Personen im Arbeitskontext: Eine qualitative Analyse

ISSN (Print) 2569-0876 – ISSN (eBook) 2569-0884

ISBN (Print) 978-3-89275-282-0 – ISBN (eBook) 978-3-89275-283-7

### **Band 14 (2023)**

Bernd-Friedrich Voigt / Kai Externbrink (Hrsg.)

Zielbild authentische Führung. Eine qualitative Studie zur Feststellung begünstigender Antezedenzen

ISSN (Print) 2569-0876 – ISSN (eBook) 2569-0884

ISBN (Print) 978-3-89275-304-9 – ISBN (eBook) 978-3-89275-305-6

### **Band 15 (2023)**

Laura Sophie Aichroth / Sandra Sülzenbrück (Hrsg.)

Is Balance the Key? Der vermittelnde Effekt von Arbeitszufriedenheit auf die Beziehung zwischen Work-Life-Balance und affektivem Commitment von Beschäftigten

ISSN (Print) 2569-0876 – ISSN (eBook) 2569-0884

ISBN (Print) 978-3-89275-306-3 – ISBN (eBook) 978-3-89275-307-0