

IT-unterstützte Datenerfassung zur Ableitung persönlicher Produktivitätsfaktoren: eine systematische Literaturanalyse

Michael Poppe

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
Universität Rostock
michael.poppe@uni-rostock.de

Michael Fellmann

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
Universität Rostock
michael.fellmann@uni-rostock.de

Fabienne Lambusch

Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
Universität Rostock
fabienne.lambusch@uni-rostock.de

Martin Lichtwark

Universität Rostock
martin.lichtwark@lichtwark.net

ZUSAMMENFASSUNG

Durch die Einführung neuer Methoden und Werkzeuge oder die Veränderung von Arbeitsprozessen, werden neue Anforderungen an die davon betroffenen Mitarbeitenden gestellt. Das kann deren Produktivität, kognitive Performance oder Stresslevel beeinflussen. Um solche Veränderungen erfolgreich umsetzen zu können und gleichzeitig hohe Wirkungen mit geringen individuellen Nebenwirkungen zu erzielen, müssen die Auswirkungen von diesen Veränderungen auf die Mitarbeitenden untersucht werden. Hierfür ist ein Untersuchungsaufbau notwendig, der die Probanden nicht spürbar beeinflusst. Durch den sinkenden Platzbedarf moderner Technik ist es möglich, mehrere verschiedene Sensoren in kleinen Geräten wie Uhren und Stirnbändern zu verbauen, die eine Aufzeichnung unterschiedlicher Parameter ermöglichen und den Nutzer dabei nicht beeinflussen. Diese Parameter wie Herzratenvariabilität (HRV), elektrischer Hautleitwert und physische Aktivität lassen Rückschlüsse auf verschiedene persönliche Produktivitätsfaktoren wie kognitive Performance oder Stress zu. Die in dieser Arbeit durchgeführte systematische Literaturanalyse dient dazu, den aktuellen Stand der Forschung auf diesem Gebiet zu erfassen und darzustellen.

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s).

MuC'19 Workshops, Hamburg, Deutschland

© Proceedings of the Mensch und Computer 2019 Workshop on Smart Collaboration – Mitarbeiter-zentrierte Informationssysteme in der Produktentstehung. Copyright held by the owner/author(s).

<https://doi.org/10.18420/muc2019-ws-300-04>

CCS CONCEPTS

• **General and reference** → *Surveys and overviews*; • **Human-centered computing** → *Ubiquitous and mobile computing*; • **Information systems** → *Mobile information processing systems*.

KEYWORDS

Systematische Literaturanalyse, Produktivität, Arbeitsplatz, Mitarbeitende, Sensor, IT-Unterstützung

1 EINLEITUNG

Eine große Herausforderung, die in der heutigen Arbeitswelt zu beobachten ist, ist eine Intensivierung der Arbeit und eine damit verbundene hohe Arbeitsbelastung [21]. Dadurch hervorgerufener permanenter Stress kann zu physischen und psychischen Beschwerden führen, die sich so stark manifestieren können, dass hohe Fehlzeiten oder Fluktuationen die Folge sind [22]. Studien verschiedenster Institute und Krankenkassen zeigen diesbezüglich, dass die Zahl der Fälle von Arbeitsunfähigkeit aufgrund psychischer Störungen in den letzten 20 Jahren drastisch gestiegen ist [30]. Dies betrifft zahlreiche Tätigkeitsfelder wie bspw. die Büro- und Wissensarbeit sowie die Arbeit an industriellen Produkt- oder Leistungserstellungsprozessen. Um Produktivitätsverluste zu vermeiden, ist es für Unternehmen wichtig, die Faktoren zu identifizieren und zu optimieren, die mit der Leistung der Mitarbeitenden korrelieren. Die individuelle Produktivität bei der Arbeit kann durch verschiedene Produktivitätsfaktoren beeinflusst werden. Im Rahmen der nachfolgend beschriebenen Literaturanalyse zeigte sich, dass hierfür unter anderem das Wohlbefinden, die Stimmung, die kognitive Arbeitsbelastung und Kommunikationsreichtum einer Person als mögliche Einflussfaktoren auf die Produktivität beschrieben und untersucht wurden. Moderne Technologien wie Wearables bieten ein großes Potenzial, um Informationen

zu sammeln und den Benutzer zu unterstützen, z.B. [9, 26]. Die wachsende Anzahl von Sensoren, die unauffällig in den Alltag integriert werden können, ermöglicht die Erfassung kontinuierlicher Daten über Personen oder deren Umfeld. So wird es möglich, neue Einsichten in Faktoren zu gewinnen, die die individuelle Produktivität beeinflussen und Menschen dabei unterstützen, Herausforderungen bei der Arbeit besser zu bewältigen.

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, zu untersuchen, welche Arbeiten bezüglich Produktivitätsfaktoren und ihrer Messung mit Sensortechnologie bereits veröffentlicht wurden. Der Fokus liegt dabei auf der unauffälligen Datenerfassung, bei der die Mitarbeitenden durch die Erfassung der Daten bei ihrer Arbeit nicht beeinflusst oder gestört werden. Im Rahmen dieser systematischen Literaturrecherche wurden 32 relevante Publikationen untersucht. Nachfolgend wird die Vorgehensweise der Literaturanalyse in Kapitel 2 erläutert bevor in Kapitel 3 die Ergebnisse der Arbeit präsentiert und in einer Konzeptmatrix nach Webster & Watson dargestellt werden [38]. Zum Schluss folgen in Kapitel 4 Erklärungs- und Interpretationsversuche der Fakten aus der Literaturanalyse. Kapitel 5 schließt mit einem Ausblick auf mögliche zukünftige Forschungsarbeiten zum Thema IT-unterstützter Datenerfassung von persönlichen Produktivitätsfaktoren.

2 METHODE

Für die Durchführung der Literaturrecherche wurde der strukturierte Ansatz nach Kitchenham gewählt [15], der die drei in Abbildung 1 dargestellten Kernstufen der Planung, Durchführung und Dokumentation vorsieht. Während der Planungsphase wurde der Bedarf einer Literaturrecherche festgestellt. Anschließend erfolgt die Ausarbeitung der in Tabelle 1 aufgeführten Forschungsfragen (FF), die mithilfe der durchzuführenden Literaturrecherche beantwortet werden sollten. Anschließend wurde ein Protokoll entworfen, in dem für jede gefundene und in den Kontext passende Arbeit relevante Aspekte aufgenommen werden konnten. Während der Durchführung wurde nach Schlüsselwörtern gesucht, die zu Literatur führen, die für die behandelte Thematik von Bedeutung ist. Daraus wurde anschließend ein Suchterm aufgebaut, die Suche durchgeführt und die dabei erhaltenen Publikationen schließlich analysiert. Abschließend wurden die Ergebnisse in der Dokumentationsphase dokumentiert.

Der Suchprozess startete durch Auflistung möglicher kontextrelevanter Schlüsselwörter und die Suche nach Synonymen. Anschließend wurde die Literaturdatenbank Scopus¹ initial für die Eingabe der einzelnen gefundenen Wörter gewählt, da sie einen großen Index über eine Vielzahl von Quellen besitzt. Um die Ergebnisse auf aktuelle Forschungsarbeiten zu beschränken, wurden nur die Ergebnisse ab 2010

¹<https://www.scopus.com>



Abbildung 1: Stufen einer strukturierten Literaturanalyse nach Kitchenham [15].

Tabelle 1: Forschungsfragen

FF #	Forschungsfrage
FF1	Welche Faktoren sind für Produktivität am Arbeitsplatz relevant?
FF2	Welche Parameter nehmen Einfluss auf diese Produktivitätsfaktoren?
FF3	Welche Ansätze gibt es, um Produktivität am Arbeitsplatz mittels unauffälliger und nicht beeinflussender Sensortechnik zu ermitteln?

berücksichtigt. Die Anzahl der gefundenen Suchergebnisse wurde protokolliert und eine erste grobe Sichtung erfolgte durch exemplarisches Lesen der gefundenen Arbeitstitel. Bei dieser Suche wurde deutlich, dass Begriffe wie *productivity*, *performance* oder *stress* in sehr vielen und unterschiedlichen Bereichen verwendet werden und unspezifische Ergebnisse hervorbringen, sodass sie nicht sinnvoll einzeln als Suchwort verwendet werden können. Andere Begriffe wie „*human productivity*“ konnten so jedoch direkt ausgeschlossen werden, da sie keine relevanten Ergebnisse lieferten. Mit den einzelnen Termen, die viele Resultate anzeigten, unter denen auch relevante Arbeiten waren, wurden anschließend durch Kombination Suchterme gebildet, um die Ergebnismenge zu verfeinern. Diese konnten wiederum durch Beurteilung des Titels auf Relevanz untersucht werden. Es wurde deutlich, dass für dieses Thema jeweils Begriffe aus den Themenbereichen Produktivität, Mitarbeitende und sensorische Erfassung der Produktivität in einem Suchterm stehen müssen, da andernfalls der Anteil relevanter Arbeiten in der Ergebnismenge zu gering ist. So entstanden in einem iterativen Prozess vier unterschiedliche Suchterme, die relevante Ergebnisse lieferten. Bei der Bildung der Suchterme wurde die Phrasensuche für zusammengesetzte Wörter (Anführungszeichen) und Rechtstrunkierung (Sternsymbol *) sowie logische Operatoren verwendet. Um den Anteil relevanter Beiträge in der Ergebnismenge zu erhöhen, wurde anhand der Titel und Zusammenfassungen geprüft, welche Suchbegriffe in den

Suchtermen zu Treffern führen, die für das zu untersuchte Themengebiet von Bedeutung sind. Nur diese Suchbegriffe blieben anschließend in den Suchtermen erhalten. Die Anzahl der verwendeten Begriffe aus einem Bereich innerhalb der einzelnen Suchterme kann daher variieren. Anschließend stellte sich heraus, dass diese Suchterme nicht in übersichtlicher und leicht verständlicher Form in einen einzelnen Suchterm zusammenzufassen sind, weswegen sie abschließend mit einer logischen ODER-Verknüpfung verbunden wurden. Daraus ergab sich folgender finaler Suchstring:

```
TITLE-ABS-KEY(
(productivity AND measur* AND people AND (worker* OR
workload OR activit* OR job OR office) AND (wearable OR
sensor*)) OR
(„stress recognition“ AND (job OR office OR worker* OR
employe*) AND (wearable OR sensor*)) OR
(„cognitive performance“ AND („heart rate variability“ OR
„heartrate variability“ OR hrv) AND (job OR office OR wor-
ker* OR employe*)) OR
(((measur* AND happiness) OR (productivity AND „know-
ledge work“) AND wearable)
) AND PUBYEAR > 2009
```

Die Suche mit dem entwickelten Suchstring verlief dabei stets über Titel, Abstract und die hinterlegten Schlüsselwörter, da eine Suche lediglich über den Titel zu viele relevante Arbeiten nicht erfasst. Aufgrund der unpräzisen Treffer der initialen Suchen mit einfachen Anfragen und der Komplexität des infolgedessen entstandenen Suchterms, der sich schließlich durch die Verknüpfung der drei Themenbereiche ergab, konnte die Suche nicht mit anderen Literaturdatenbanken durchgeführt werden. Scopus bietet die Möglichkeit Suchen mit einer großen Schachtelungstiefe durchzuführen, die hierbei notwendig war. Eine Übertragung auf die Möglichkeiten anderer Suchmaschinen war mit diesem Suchterm nicht vollumfänglich möglich, weswegen diese nicht bei dieser Literaturrecherche eingesetzt wurden. Nach der durchgeführten Suche mit dem entwickelten Suchterm wurden zum Zeitpunkt der Suche (Februar 2019) bei Scopus 48 Dokumente gefunden. Davon stellten sich nach Sichtung der Titel 7 Suchergebnisse als nicht relevant für das behandelte Thema und eines als doppeltes Ergebnis heraus. Bei einer Untersuchung der Abstracts wurden zusätzlich 6 Publikationen von der verwertbaren Ergebnismenge ausgeschlossen. Durch eine anschließende genauere Betrachtung des Inhaltes der Arbeiten konnte eine Arbeit identifiziert werden, die einen Überblick über mögliche Datenquellen gibt [5]. Eine andere bietet Diskussionsvorschläge und persönliche Meinungen in Bezug auf die Frage, ob mobile Technologien bei der Arbeit helfen oder hinderlich sind [31]. Aufgrund der Tatsache, dass hierbei keine konkreten sensorbasierten Daten verwendet werden um Rückschlüsse auf Produktivitätsfaktoren zu erzielen, wurden diese Arbeiten für die weiteren

Betrachtungen nicht berücksichtigt. Dadurch blieben 32 Veröffentlichungen, die für diese Arbeit von Bedeutung sind. Dieser Exklusionsprozess wird in Abbildung 2 veranschaulicht. Ausgeschlossen wurden dabei Untersuchungen, in denen die Daten nicht mit Sensoren erfasst wurden oder bei denen eine sensorische Aufzeichnung den Arbeitsablauf der teilnehmenden Personen stört. Ebenso wurden Arbeiten, in denen keine direkte Verbindung von aufgezeichneten Daten zu Produktivitätsfaktoren von Arbeitenden gezogen wird, nicht berücksichtigt.

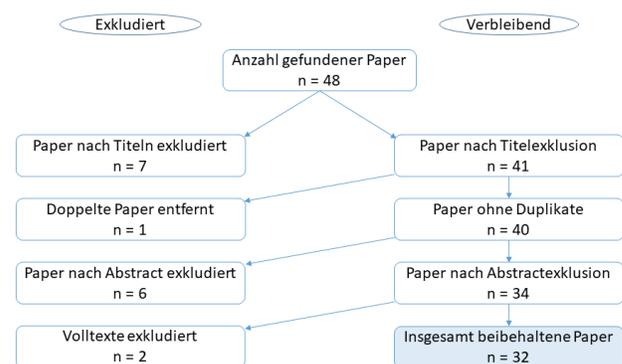


Abbildung 2: Exklusionsschritte.

3 ERGEBNISSE

Bei der Ausführung und Ergründung der Forschungsthemen wurde der konzeptzentrische Ansatz nach Webster & Watson gewählt [38]. Mit diesem Ansatz wurden die untersuchten Literaturquellen Konzepten zugeordnet. Diese sind in Tabelle 2 dargestellt. Die erste Spalte zeigt nach Erscheinungsjahr sortiert Verweise auf die Literatur. Der Tabellenkopf beinhaltet die in der Literatur gefundene Konzepte. In den darunter liegenden Zeilen befinden sich jeweils Kreuze, wenn das Konzept in der entsprechenden Literaturquelle betrachtet wurde. Die im Rahmen dieser Arbeit identifizierten Konzepte lassen sich in die drei Kategorien Ziel, Betrachtungsgegenstand und Parameter aufteilen, die im Nachfolgenden detaillierter erläutert werden.

Tabelle 2: Konzeptmatrix nach Webster & Watson

Paper		Konzepte																	
		Ziel			Betrachtungsgegenstand					Parameter der Zustandserfassung									
		Messung	Datenanalyse	Vorhersage	Kogn. Performance	Stress	Wohlbefinden	Arbeitsumfeld	Glücksgefühl	HRV	Blutdruck	Hautleitwert	Gehirnaktivität	Phys. Aktivität	E-Mail	Pers. Interaktionen	PC Interaktionen	Luftqualität	Licht
[1]	2018	x	x			x						x							
[2]		x	x					x										x	x
[6]		x	x		x		x					x							
[8]		x	x	x			x	x		x									x
[11]		x	x			x							x						
[12]		x	x			x							x						
[13]		x	x			x							x						
[19]		x	x		x	x				x		x							
[23]		x	x		x	x				x									
[25]		x	x	x		x						x							
[41]			x	x	x					x				x					
[3]	2017		x		x		x	x		x									x
[24]				x		x								x			x		
[37]				x	x					x									
[4]	2016		x				x			x				x					
[16]			x	x	x	x									x		x		
[18]			x			x								x					
[27]		x	x		x			x		x				x					
[34]			x		x			x						x		x			
[36]				x	x					x									
[35]	2015			x	x					x									
[39]		x	x											x					
[40]		x												x					
[33]	2014	x	x		x	x				x	x								
[14]	2013		x		x		x											x	
[17]		x	x			x				x									
[32]				x	x	x	x		x							x			
[7]	2011		x		x					x				x					
[10]			x			x						x							
[20]					x					x									
[28]		x							x										
[29]	2010		x		x	x									x				
Summe		16	24	9	17	15	6	5	4	14	1	6	3	9	1	2	2	2	3

Ziel. Bezogen auf die Ziele konnten drei Konzepte festgestellt werden. In 75% der Fälle (24 Publikationen) ist dies eine Datenanalyse von entweder bereits bestehenden (10 Publikationen) oder selbst erfassten Daten (14 Publikationen). Insgesamt befassen sich 16 Arbeiten mit der Erfassung von Daten. In 9 Fällen ist das Ziel der Arbeit eine Vorhersage von Produktivitätsfaktoren, wobei bspw. anhand von Datenanalyse Algorithmen entwickelt werden, die dazu dienen u.a. frühzeitig eine nachlassende kognitive Performance zu erkennen und die betreffende Person oder einen Vorgesetzten darauf aufmerksam machen sollen [37]. Einige Autoren beschreiben auch die Entwicklung einer Methode zur Vorhersage von Stress oder kognitiver Performance.

Betrachtungsgegenstand. Nach einer Bündelung der Betrachtungsgegenstände und der Zustandserfassung sowie der anschließenden Zuordnung zu den Arbeiten, in denen sie verwendet werden, konnte die in Tabelle 2 vorgestellte Konzeptmatrix erstellt werden. Sie verdeutlicht, dass sich die meisten Arbeiten in diesem Gebiet mit der Analyse von aufgezeichneten Daten, bspw. zum Testen auf Korrelationen oder zum Erstellen von Klassifikatoren sowie mit der Vorhersage von Veränderungen der kognitiven Leistungsfähigkeit oder Stress beschäftigen. Die am häufigsten vorkommenden Forschungsgebiete stellen bei den gefundenen Arbeiten die kognitive Performance und der Stress dar. Dabei war mit Stress allerdings immer der negative Stress durch zu hohe Arbeitsbelastung gemeint. Andere untersuchte Bereiche waren die Bestimmung oder Vorhersage des Wohlbefindens von Personen und die Optimierung der Arbeitsplatzgestaltung. Bei diesen Arbeiten bestand die Motivation der Autoren jeweils darin, eine dauerhafte Verbesserung der Bedingungen zu erreichen, damit die Produktivität der arbeitenden Personen langfristig erhalten oder gesteigert werden kann.

Parameter der Zustandserfassung. Die Konzeptmatrix verdeutlicht, dass viele Forscher die Zustände der Personen mithilfe des Einsatzes der Herzratenvariabilität (HRV) zur algorithmischen Vorhersage kognitiver Performance, Leistungsfähigkeit sowie Stress erfassen. Beiträge aus früheren Jahren erwähnen jedoch die Herkunft der Daten für die HRV entweder in den Texten nicht oder es wird angenommen, dass die Pulsratenvariabilität (PRV), die mit einem Photoplethysmogramm-Sensor (PPG-Sensor) von Smartwatches ermittelt werden kann, ein vergleichbarer Ersatz zur HRV ist. Alternativen wären auch die Bestimmung mittels eines Brustgurtes mit Pulssensoren. In Arbeiten aus dem Jahr 2018 wird im Gegensatz dazu sehr häufig ein tragbares Gerät für die Aufzeichnung eines Elektrokardiogramms (EKG) zur Ermittlung der HRV eingesetzt. Aber auch die physische Aktivität am Tag oder bzw. und in der Nacht wird häufig ausgewertet, um möglicherweise Erkenntnisse über den Einfluss auf persönliche Produktivitätsfaktoren gewinnen zu können.

Oft wird in diesem Zusammenhang die Datenerhebung ebenfalls mit unterschiedlichen tragbaren Computersystemen, sogenannten Wearables, durchgeführt, die eine Vielzahl eingebauter Sensoren beinhalten. Ein weiterer Bereich beschäftigt sich mit der Auswertung und Vorhersage von Stress und Belastungen speziell im Arbeitsumfeld. Messungen wurden hier vor allem mittels Überwachung am Handgelenk und des Computers (auch mittels multimodaler Sensormessungen) durchgeführt. Aber auch Untersuchungen, ob aus der alltäglichen beruflichen E-Mail Nutzung Stress oder Produktivität abgeleitet werden kann, wurden durchgeführt. Zur Stresserkennung wird dafür in einigen Versuchen eine Korrelation zwischen Arbeitsweise und Stress gebildet [4, 24, 41]. Dazu wurden auf den Arbeitscomputern der Testpersonen Keylogger und Überwachungsprogramme installiert, die bspw. die Tastaturanschläge oder die Anzahl der Löschvorgänge von Buchstaben pro Minute erfassen können. Auch die Anzahl der geöffneten Programmfenster oder die Bewegungen sowie Klicks der Maus wurden ausgewertet [24]. In einer anderen Arbeit wurde mit Überwachungsprogrammen auch die Häufigkeit des Prüfens des E-Mail-Posteingangs, die Zeit der täglichen E-Mail-Arbeit, sowie die Dauer und Anzahl von persönlichen Interaktionen in Form von Telefonaten oder direkten Gesprächen mit Kollegen erfasst [16]. Bei all diesen Arbeiten wurde aber sehr häufig auch die HRV als Parameter mitefassen. Wenige Arbeiten befassen sich mit dem elektrischen Hautleitwert, welcher sich unter aktuellem oder bevorstehenden Stress verändert. Solche Publikationen sind zunächst zu Beginn des definierten Suchzeitraums zu finden [10, 29]. Nachdem dieser Parameter in den darauffolgenden Jahren nicht mehr zur Erfassung der Zustände in den gefundenen Arbeiten auftauchte, wurde er im Jahr 2018 jedoch wieder verstärkt verwendet. Auch die Hauttemperatur wurde in diesem Jahr in diesen Publikationen erstmals als möglicher Parameter untersucht [1, 41]. Weitere Forschungsarbeiten werden in Verbindung mit Anpassungen des Arbeitsumfeldes zur Steigerung menschlicher Leistung betrieben. So wurde beispielsweise untersucht, in wie weit eine Reduktion von Krankheiten (z.B. bedingt durch langes Sitzen) durch Steh-Arbeitsplätze möglich ist [27]. Ergebnisse hierbei waren unter anderem Meinungen und Diskussionsvorschläge zu Bildschirmarbeitsplätzen. Zur Ermittlung der kognitiven Performance werden von einigen Autoren in ihren Veröffentlichungen im Jahr 2018 auch tragbare Geräte für eine Elektroenzephalografie (EEG) zur Erfassung der Gehirnaktivität verwendet [11–13]. Sie wurden bspw. bei Bauarbeitenden direkt in die Helme eingebaut, sodass die Arbeitenden keine zusätzlichen Geräte tragen mussten, die sie bei ihrer Tätigkeitsausübung behindern oder stören [12]. Einige Arbeiten beschäftigen sich allerdings auch mit Themen, die sich stark von den eben genannten unterscheiden

und nicht die Arbeitsweise von Personen, sondern die Auswirkungen von Veränderungen des Arbeitsumfeldes genauer untersuchen. So wurde bspw. untersucht, welche Auswirkungen das aktuell standardmäßig verwendete kurzwellige weiße Licht auf das Wohlbefinden und die kognitive Performance hat [3]. Die Auswertung der Arbeiten nach ihren Forschungsbereichen zeigt eine Vielzahl unterschiedlicher Disziplinen (vgl. Abbildung 3). Aus technologischer Sicht sind die Forschungen in diesem Themengebiet für die Informatik und Ingenieurwissenschaften von Interesse. Aber auch andere Wissenschaftsbereiche wie die Medizin oder Biologie, aufgrund körperlicher Aspekte, oder die Psychologie, aufgrund der Verhaltens- und Interaktionsforschung, sind im untersuchten Themenumfeld aktiv.



Abbildung 3: Einteilung nach Forschungsbereichen (adaptiert nach scopus.com).

4 DISKUSSION

Trotz der steigenden Beachtung des Themas, „Erhaltung und Steigerung der Produktivität der Mitarbeitenden am Arbeitsplatz“, bleiben Herausforderungen in Bezug auf Datenermittlung und -auswertung sowie die tatsächliche Relevanz für die individuelle Produktivität bestehen. Bezüglich FF1 konnte anhand der einbezogenen Publikationen festgestellt werden, dass die jeweiligen Autoren die kognitive Performance, den Stress, das Wohlbefinden, das Arbeitsumfeld sowie das Glücksgefühl zu den Produktivitätsfaktoren der Mitarbeitenden zählen.

Im Rahmen der in FF2 untersuchten Parameter, die die Produktivitätsfaktoren beeinflussen, konnten 10 Parameter identifiziert werden, mit denen sich die Forscher bisher in dem beschriebenen Kontext auseinandersetzen. Hauptsächlich wurde dabei der HRV (14 Publikationen) als Indikator für kognitive Performance, Stress oder Wohlbefinden betrachtet. Die Ursache dafür wird in der bereits längeren Verfügbarkeit der dafür notwendigen Sensoren in kommerziellen Wearables vermutet. Der zweithäufigste untersuchte Parameter ist die physische Aktivität der Mitarbeitenden und die

daraus resultierende kognitive Performance, der ableitbare Stress oder das persönliche Wohlbefinden bzw. Glücksgefühl. Auch das lässt sich durch die kommerzielle Verbreitung von Wearables und die frühzeitigen Versuche der Bewegungserkennung mittels Beschleunigungssensoren erklären. Im Jahr 2018 wurde als neuer Parameter in den gefundenen Arbeiten erstmals auch die Aktivität des Gehirns mittels Elektroenzephalographie (EEG) untersucht. Die seit einigen Jahren erfolgende Kommerzialisierung tragbarer EEG-Stirnbänder, könnte auch hierbei der Auslöser sein. Diese Stirnbänder ermöglichen eine Aufzeichnung und Auswertung der Daten ohne den Arbeitenden bei seiner Arbeit zu stören oder zu beeinflussen.

Als Ergebnis für FF3 konnten verschiedene Ansätze zur sensorgestützten Erfassung von Produktivität am Arbeitsplatz identifiziert werden. Dabei reicht das Spektrum von Wearables mit unterschiedlichen Sensoren bis hin zu auf Computern installierter Software, die die Aufmerksamkeit und Zielgerichtetheit anhand von PC-Interaktionen misst.

Die in den letzten Jahren feststellbare Steigerung der Forschungsaktivitäten in dem Bereich der Erfassung von Parametern zu Produktivitätssteigerung ist durch steigende Krankheitszahlen aufgrund von Überlastung der Mitarbeitenden zu erklären. Eine andere Erklärung stellen die stetigen technischen Weiterentwicklungen dar, die es ermöglichen, mehr Sensoren in tragbare Geräte wie Smartwatches zu integrieren, sodass auch eine Elektrokardiographie (EKG) mit ihnen möglich ist. Erst diese Fortschritte ermöglichen eine ad-hoc-Auswertung solcher Parameter und die Untersuchung des Einflusses auf persönliche Produktivitätsfaktoren.

5 AUSBLICK

Die Erkenntnisse aus der Literaturanalyse zeigen Aktivitäten in verschiedenen Forschungsbereichen. Dabei fiel auf, dass sich nur wenige Arbeiten mit der Verbesserung der arbeitsatmosphärischen Gestaltung (E-Mail, Pers. Interaktionen, PC Interaktionen, Licht, Luftqualität) beschäftigen, um den Betrachtungsgegenstand Arbeitsumfeld und Wohlbefinden zu beeinflussen. Dies ist verwunderlich, da diese Faktoren einen großen Einfluss auf den Stress und das Wohlbefinden der Mitarbeitenden ausüben [16, 32]. In Zukunft könnten diese Einflussfaktoren weiter untersucht werden.

Darüber hinaus könnten sich zukünftige Forschungsarbeiten damit beschäftigen, die Erkennungsraten für eine frühzeitige Identifizierung von Überbelastung zu erhöhen. Dafür wären unter anderem Untersuchungen denkbar, inwieweit die kontinuierliche, nicht invasive Aufzeichnung der Gehirnaktivität genutzt werden kann, um das Risiko für psychische Erkrankungen vorherzusagen und präventive Handlungsempfehlungen präsentieren zu können.

LITERATUR

- [1] A. S. Anusha, J. Jose, S. P. Preejith, J. Jayaraj, and S. Mohanasankar. 2018. Physiological signal based work stress detection using unobtrusive sensors. *Biomedical Physics & Engineering Express* 4, 6 (2018), 065001. <https://doi.org/10.1088/2057-1976/aadbd4>
- [2] K. Berelson, F. Simini, T. Tryfonas, and P. Cooper. 2018. Sensor-Based Smart Hot-Desking for Improvement of Office Well-Being. In *DTUC'18, Digital Tools & Uses Congress (ICPS)*, Everardo Reyes (Ed.). The Association for Computing Machinery, New York, New York, 1–9. <https://doi.org/10.1145/3240117.3240131>
- [3] M. Canazei, W. Pohl, H. R. Bliem, and E. M. Weiss. 2017. Acute effects of different light spectra on simulated night-shift work without circadian alignment. *Chronobiology International* 34, 3 (2017), 303–317.
- [4] K.-M. Chang, Y.-T. Chun, S.-H. Chen, L. Lu, H.-T.J. Su, H.-M. Liang, J. Santhosh, C.T.-S. Ching, and S.-H. Liu. 2016. The evaluation of physical stillness with wearable chest and arm accelerometer during Chan ding practice. *Sensors (Switzerland)* 16, 7 (2016). <https://doi.org/10.3390/s16071126>
- [5] M.L.L. de Faria, R. F. Da Silva, and C. E. Cugnasca. 2016. Theoretical design for using wearable devices to measure local happiness. In *Proceedings of the International Symposium on Consumer Electronics, ISCE*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, 47–48. <https://doi.org/10.1109/ISCE.2016.7797364>
- [6] E. Di Lascio. op. 2018. Emotion-Aware Systems for Promoting Human Well-being. In *UbiComp/ISWC'18 adjunct*. The Association for Computing Machinery, New York (NY), 529–534. <https://doi.org/10.1145/3267305.3267316>
- [7] A. DiDomenico and M. A. Nussbaum. 2011. Effects of different physical workload parameters on mental workload and performance. *International Journal of Industrial Ergonomics* 41, 3 (2011), 255–260. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2011.01.008>
- [8] P. A. Gloor, A. F. Colladon, F. Grippa, P. Budner, and J. Eirich. 2018. Aristotle Said “Happiness is a State of Activity” – Predicting Mood Through Body Sensing with Smartwatches. *Journal of Systems Science and Systems Engineering* 27, 5 (2018), 586–612. <https://doi.org/10.1007/s11518-018-5383-7>
- [9] C. Gurrin, A. F. Smeaton, and A. R. Doherty. 2014. LifeLogging: Personal Big Data. *Foundations and Trends® in Information Retrieval* 8, 1 (2014), 1–125. <https://doi.org/10.1561/1500000033>
- [10] J. Hernandez, R. R. Morris, and R. W. Picard. 2011. Call center stress recognition with person-specific models. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, Vol. 6974 LNCS. Memphis, TN, 125–134. https://doi.org/10.1007/978-3-642-24600-5_16
- [11] H. Jebelli, S. Hwang, and S. Lee. 2018. EEG-based workers’ stress recognition at construction sites. *Automation in Construction* 93 (2018), 315–324. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.05.027>
- [12] H. Jebelli, M. M. Khalili, S. Hwang, and S. Lee. 2018. A Supervised Learning-Based Construction Workers’ Stress Recognition Using a Wearable Electroencephalography (EEG) Device. In *Construction Research Congress 2018*, C. Wang, C. Harper, Y. Lee, R. Harris, and C. Berryman (Eds.). American Society of Civil Engineers, Reston, 40–50. <https://doi.org/10.1061/9780784481288.005>
- [13] H. Jebelli, M. M. Khalili, and S. Lee. 2018. A Continuously Updated, Computationally Efficient Stress Recognition Framework Using Electroencephalogram (EEG) by Applying Online Multi-Task Learning Algorithms (OMTL). *IEEE journal of biomedical and health informatics* (2018). <https://doi.org/10.1109/JBHI.2018.2870963>
- [14] Y. Jiang, K. Li, R. Piedrahita, Y. Xiang, L. Tian, O. Mansata, Q. Lv, R. P. Dick, M. Hannigan, and L. Shang. 2013. User-centric indoor air-quality monitoring on mobile devices. *AI Magazine* 34, 2 (2013), 11–30.
- [15] B. Kitchenham and S. Charters. 2007. Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. In *Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report*.
- [16] G. Mark, S. T. Iqbal, M. Czerwinski, P. Johns, and A. Sano. 2016. Email duration, batching and self-interruption: Patterns of email use on productivity and stress. In *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*. Association for Computing Machinery, 1717–1728. <https://doi.org/10.1145/2858036.2858262>
- [17] A. Muaremi, B. Arnrich, and G. Tröster. 2013. Towards Measuring Stress with Smartphones and Wearable Devices During Workday and Sleep. *BioNanoScience* 3, 2 (2013), 172–183. <https://doi.org/10.1007/s12668-013-0089-2>
- [18] Y. Nakashima, J. Kim, S. Flutura, A. Seiderer, and E. André. 2016. Stress recognition in daily work. In *Communications in Computer and Information Science*, Giakoumis D., Lopez G., Matic A., Serino S., Cipresso P (Ed.), Vol. 604. Springer Verlag, 23–33. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32270-4_3
- [19] B. Özsever and L. Tavacıoğlu. 2018. Analysing the effects of working period on psychophysiological states of seafarers. *International maritime health* 69, 2 (2018), 84–93. <https://doi.org/10.5603/IMH.2018.0013>
- [20] G. E. Prinsloo, H.G.L. Rauch, M. I. Lambert, F. Muench, T. D. Noakes, and W. E. Derman. 2011. The effect of short duration heart rate variability (HRV) biofeedback on cognitive performance during laboratory induced cognitive stress. *Applied Cognitive Psychology* 25, 5 (2011), 792–801. <https://doi.org/10.1002/acp.1750>
- [21] G. Richter, M. Ribbat, and B. Thomson. 2018. Die Digitalisierung der Arbeit: Arbeitsintegriertes Lernen als Strategie vorausschauender Personalpolitik. In *Interdisziplinäre Perspektiven zur Zukunft der Wertschöpfung*, T. Redlich, M. Moritz, and J. P. Wulfsberg (Eds.). Springer Gabler, Wiesbaden, 219–232. https://doi.org/10.1007/978-3-658-20265-1_17
- [22] Ina Riechert. 2011. *Psychische Störungen bei Mitarbeitern*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-16980-9>
- [23] S. Rodrigues, J. S. Paiva, D. Dias, M. Aleixo, R. M. Filipe, and J. P. S. Cunha. 2018. Cognitive Impact and Psychophysiological Effects of Stress Using a Biomonitoring Platform. *International journal of environmental research and public health* 15, 6 (2018). <https://doi.org/10.3390/ijerph15061080>
- [24] W. Sanchez, A. Martinez, and M. Gonzalez. 2017. Towards job stress recognition based on behavior and physiological features. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, Singh P., Bravo J., Ochoa S.F (Ed.), Vol. 10586 LNCS. Springer Verlag, 311–322. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67585-5_33
- [25] W. Sanchez, A. Martinez, Y. Hernandez, H. Estrada, and M. Gonzalez-Mendoza. 2018. A predictive model for stress recognition in desk jobs. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing* 6, 1 (2018), 37. <https://doi.org/10.1007/s12652-018-1149-9>
- [26] H. Sarker, K. Hovsepian, S. Chatterjee, I. Nahum-Shani, S. A. Murphy, B. Spring, E. Ertin, M. al’Absi, M. Nakajima, and S. Kumar. 2017. From Markers to Interventions: The Case of Just-in-Time Stress Intervention. In *Mobile Health*, James M. Rehg, Susan A. Murphy, and Santosh Kumar (Eds.). Vol. 34. Springer International Publishing, Cham and s.l., 411–433. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51394-2_21
- [27] B. Schwartz, J. M. Kapellusch, A. Schrempf, K. Probst, M. Haller, and A. Baca. 2016. Effect of a novel two-desk sit-to-stand workplace (ACTIVE OFFICE) on sitting time, performance and physiological parameters: Protocol for a randomized control trial. *BMC Public Health* 16, 1 (2016). <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3271-y>
- [28] J.-M. Seigneur. 2011. The emotional economy for the augmented human. In *ACM International Conference Proceeding Series*. Tokyo. <https://doi.org/10.1145/1959826.1959850>

- [29] C. Setz, B. Arnrich, J. Schumm, R. La Marca, G. Tröster, and U. Ehlert. 2010. Discriminating stress from cognitive load using a wearable eda device. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* 14, 2 (2010), 410–417. <https://doi.org/10.1109/TITB.2009.2036164>
- [30] A. Storm (Ed.). 2018. *Gesundheitsreport 2018: Analyse der Arbeitsunfähigkeitsdaten. Update Rückenerkrankungen*. Beiträge zur Gesundheitsökonomie und Versorgungsforschung, Vol. Band 21. medhochzwei Verlag GmbH, Heidelberg. <http://d-nb.info/1154615510>
- [31] J. Taylour and P. W. Jordan. 2015. Mobile technology and new ways of working - is it helping or hindering health and productivity?. In *Contemporary Ergonomics and Human Factors 2015*, Waterson P., Sharples S., Shorrock S (Ed.). CRC Press/Balkema, 379.
- [32] S. Teso, J. Staiano, B. Lepri, A. Passerini, and F. Pianesi. 2013. Ego-centric graphlets for personality and affective states recognition. In *Proceedings - SocialCom/PASSAT/BigData/EconCom/BioMedCom 2013*. Washington, DC, 874–877. <https://doi.org/10.1109/SocialCom.2013.132>
- [33] B. Thielmann, M. Weippert, M. Wilke, and I. Bockelmann. 2014. Abhängigkeit kognitiver Leistungen und Kardioreaktivität von der Ausprägung des Vegetativums. *Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin* 49, 4 (2014), 293–299.
- [34] S. Tsuji, H. Omori, K. Samejima, and K. Yano. 2016. Use of human big data to help improve productivity in service businesses. *Hitachi Review* 65, 2 (2016), 847–852.
- [35] K. Tsunoda, A. Chiba, H. Chigira, T. Ura, and O. Mizuno. 2015. Estimating changes in a cognitive performance using heart rate variability. In *2015 IEEE 15th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering, BIBE 2015*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/BIBE.2015.7367712>
- [36] K. Tsunoda, A. Chiba, H. Chigira, K. Yoshida, T. Watanabe, and O. Mizuno. 2016. Online estimation of a cognitive performance using heart rate variability. In *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS*, Vol. 2016-October. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, 761–765. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2016.7590813>
- [37] K. Tsunoda, A. Chiba, K. Yoshida, T. Watanabe, and O. Mizuno. 2017. Predicting changes in cognitive performance using heart rate variability. In *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol. E100D. Institute of Electronics, Information and Communication, Engineers, IEICE, 2411–2419. <https://doi.org/10.1587/transinf.2016OFF0002>
- [38] J. Webster and R. T. Watson. 2002. Analyzing the Past to Prepare the Future: Writing a Literature Review. *MIS Quarterly* (2002).
- [39] K. Yano, T. Akitomi, K. Ara, J. Watanabe, S. Tsuji, N. Sato, M. Hayakawa, and N. Moriwaki. 2015. Measuring happiness using wearable technology: Technology for boosting productivity in knowledge work and service businesses. *Hitachi Review* 64, 8 (2015), 517–524.
- [40] K. Yano, T. Akitomi, K. Ara, J. Watanabe, S. Tsuji, N. Sato, M. Hayakawa, and N. Moriwaki. 2015. Profiting from IoT: The key is very-large-scale happiness integration. In *Digest of Technical Papers - Symposium on VLSI Technology*, Vol. Digest of Technical Papers - Symposium on VLSI Technology. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, C24–C27. <https://doi.org/10.1109/VLSIT.2015.7223631>
- [41] H. Yoo and K. Chung. 2018. Mining-based lifecare recommendation using peer-to-peer dataset and adaptive decision feedback. *Peer-to-Peer Networking and Applications* 11, 6 (2018), 1309–1320. <https://doi.org/10.1007/s12083-017-0620-2>