

KURZPAUSEN BEI INFORMATORISCHEN ARBEITSTÄTIGKEITEN

Alexander EZZELDIN¹, Annette HOPPE¹

¹Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg, Fachgebiet Arbeitswissenschaft/Arbeitspsychologie, Siemens-Halske-Ring 14, 03046 Cottbus, Tel. +49-355-694327, Fax +49-355-694866, alexander.ezzeldin@b-tu.de, www.b-tu.de/fg-arbeitswissenschaft/

Kurzfassung: Die Arbeitswissenschaft sieht sich in der modernen Welt mit zahlreichen neuen Herausforderungen konfrontiert, wobei die große Herausforderung in der frühen industriellen Arbeitswelt darin bestand, körperlich anstrengende, aber geistig anforderungsarme Tätigkeiten menschengerechter zu gestalten [1]. Während in den vergangenen zwanzig Jahren eine intensive Auseinandersetzung mit einer sich schnell verändernden Altersstruktur der Gesellschaft im Rahmen des demografischen Wandels stattfand, steht gegenwärtig ein neuer Megatrend im Zentrum des Forschungsinteresses, die zunehmende Digitalisierung der Arbeit [2]. Diese ist ein entscheidender Impulsgeber dafür, dass der arbeitende Mensch in vielen Bereichen seiner Tätigkeit zunehmend mit immer komplexerer Technik konfrontiert wird [3] und sich die Arbeitsaufgaben und -tätigkeiten sowie die daraus resultierenden Belastungen und Beanspruchungen weitreichend verändern [4].

Keywords: Digitalisierung, Belastung, Beanspruchung, Pause

1 Die Arbeitswelt im Wandel

Im Rahmen des technologischen Fortschritts eröffnen innovative Entwicklungen in der Informations- und Kommunikationstechnologie den Weg zu einer neuen Qualität der Arbeitswelt. Die Arbeitsentwicklung befindet sich dementsprechend auf einer neuen Stufe der Veränderung, der vierten industriellen Revolution (siehe Abb.1), welche auch mit dem Begriff „Industrie 4.0“ deklariert wird und die reine Computerarbeit um neue Qualitäten ergänzt. Im Rahmen dieser Veränderung beschreitet die „Industrie 4.0“ dabei einen Weg fort von der computerzentrierten Welt hin zu untereinander und über das Internet vernetzten, softwaretechnisch gesteuerten Prozessen, Geräten, Objekten und Umgebungen. Im Zuge dieses Trends entstehen offene, vernetzte, flexibel agierende und interaktive Systeme, die die physikalische Welt mit der virtuellen Welt der Informationstechnik verknüpfen [2]. Auch hier spielt die Entgrenzung eine Rolle, denn in der westlichen Welt scheint es keine wahrnehmbaren Grenzen zwischen den Kulturen und Ländern mehr zu geben, sodass sich Krisen scheinbar auch nicht mehr eindämmen lassen. Ein Beispiel ist gegenwärtig eine weltweite Pandemie mit nie zuvor dagewesenen Ausmaßen zu beobachten, welche die Weltbevölkerung vor Herausforderungen neuer Dimensionen stellt und somit „Resilienz“ von nahezu allen Menschen in nahezu allen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens erfordert.

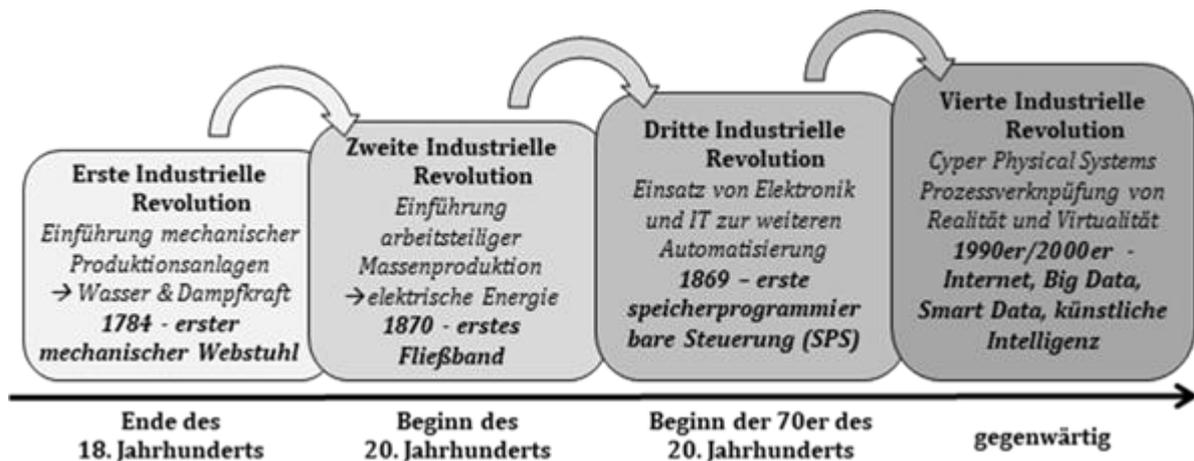


Abbildung 1: Stufen der technologischen Entwicklung.
Quelle: eigene Darstellung, in Anlehnung an [5].

Die relevanten technologischen Entwicklungsbereiche der „Industrie 4.0“ im Rahmen der Digitalisierung können anhand von vier Technologielinien geclustert werden [6]. Diese umfassen Prozessor- und Speichertechnik, Übertragungstechnik, Sensorik sowie Steuerungstechnik einschließlich Robotik, Software, künstlicher Intelligenz sowie Informationsplattformen und die ihnen zugrunde liegende Digitalisierung der Information. Somit werden über die allumfassende Vernetzung via Internet nicht nur Menschen, sondern auch Maschinen und Anlagen koppelbar und dezentral steuerbar. Die Informationstechnik ist außerdem in der Lage, über die Ausweitung der räumlichen und zeitlichen Verfügbarkeit von Informationen die Reduzierung der Informationskosten, die Übernahme von Steuerungsfunktionen in maschinellen Anlagen und letztendlich über das Wachstum der Informations- und Datenbestände selbst, in fast alle Arbeitsbereiche vorzudringen [7]. Der Digitalisierung kommt deshalb eine zentrale Rolle zu, wenn es um die Trends und Entwicklungen auf dem Weg zur Arbeit 4.0 geht. Jedoch wird die Digitalisierung vielfach in erster Linie auf technische Aspekte reduziert und die Konsequenzen jenseits der Technik werden nicht ausreichend thematisiert [8].

Im Kontext des Begriffes „Arbeit 4.0“ wird deshalb versucht, über die primär im industriellen Bereich zu beobachtenden Trends und Entwicklungen der „Industrie 4.0“ hinaus das gesamte System Arbeit mit seinen vielfältigen Facetten und Einflussfaktoren, welche die Arbeitswelt nachhaltig prägen, zu berücksichtigen [8]. Dazu zählen, neben der derzeit stark fokussierten digitalen Transformation, zum einen die Alterung der Gesellschaft und der Belegschaft sowie Entwicklungen im Hinblick auf das Erwerbspersonenpotential. Zum anderen sind die zunehmende Volatilität und Entwicklung zur Wissens- und Innovationsökonomie als entscheidende Treiber der Veränderung zu identifizieren, und nicht zuletzt nehmen Individualisierung und Wertewandel Einfluss auf die „Arbeit 4.0“. Die Konsequenzen, die diese Entwicklungen für jedes Individuum und die Unternehmen mit sich bringen, sind vielfältig und eng miteinander verwoben. Dabei geht es insbesondere um einen tiefgreifenden Wandel der Arbeitsformen und –beziehungen sowie der Kompetenzanforderungen und Berufsbilder [9].

2 Technische Systeme im Wandel

Moderne technische Systeme zur Ausführung und Kontrolle sicherheitskritischer Prozesse werden im Rahmen der Digitalisierung immer komplexer [10]. Während Anlagen vergangener Jahre noch zentraler Überwachung unterlagen, werden heutzutage zunehmend ganze Regionen einschließlich mehrerer Anlagenstandorte dezentral überwacht und gesteuert, weshalb die Operatoren vielfältige Steuerungsfunktionen sowie Kommunikationsmittel beherrschen müssen und dabei häufig an Ihre Grenzen stoßen. Angesichts der komplexer und umfangreicher werdenden Prozesscharakteristik von verfahrenstechnischen Anlagen, überwachen und steuern Operatoren Produktionsprozesse dabei immer häufiger mithilfe von rechnergestützten Prozessleitsystemen [11];[12];[13]. Speziell für sicherheitskritische Aufgaben, wie bspw. die Überwachung oder Steuerung von Kraftwerken und chemischen Anlagen, werden mittlerweile digitale Rechnersysteme jeder Größe eingesetzt [10]. Die Prozessführung solcher prozesstechnischen Anlagen ist dabei heutzutage hochgradig automatisiert [14], weshalb die gegenwärtig weit ausgereifte und inzwischen programmierte Steuerungs-, Regelungs- und Automatisierungstechnik weitaus weniger im Vordergrund arbeitswissenschaftlicher Betrachtungen steht als die komplexe Aufgabe von Operateuren [18]. Denn im Zuge der fortschreitenden Automatisierung durch neue Informations- und Kommunikationstechnologien haben sich die Arbeitstätigkeiten, Arbeitsinhalte, Aufgaben und Funktionen des Operators in der Mensch-Maschine-Interaktion grundlegend verändert [10];[15]. Doch trotz hoher Automatisierungsgrade stellt er nach wie vor einen bedeutenden Teil des Gesamtsystems und der Systemsicherheit dar [16];[12];[17].

Der Operator befindet sich bei der Überwachung und Steuerung dynamischer Prozesse in einer besonders anspruchsvollen und beanspruchenden Arbeitssituation. Er muss sich mit einer Unmenge an mehr oder weniger gesicherten Informationen in oft kurzer Zeit zurechtfinden und situations- sowie zeitgerechte Entscheidungen treffen, um geeignete Aktionen sicher auszuführen und somit die Systemsicherheit zu gewährleisten [18]. Hierbei können sich menschliche Fehlleistungen, wie z.B. Fehlhandlungen oder Fehlkommunikation, in Echtzeitsystemen sehr schnell schädlich auswirken [18] und mit schwerwiegenden Konsequenzen für das Unternehmen, die Beschäftigten, die Bevölkerung und die Umwelt verbunden sein [14]. So können bspw. auf regionaler Ebene wirksame Stromausfälle im Rahmen der Energieerzeugung zu weitreichenden Infrastrukturausfällen mit Auswirkungen auf die gesellschaftliche Versorgung und damit zu erheblichen Einschränkungen führen [19]. In diesem Zusammenhang lässt sich eine „Entgrenzung“ der Verantwortung erkennen, welche nicht mehr nur den Handlungsablauf sondern darüber hinaus ebenso die Auswirkungen auf Gesellschaft und Umwelt umfasst.

Angesichts der Bedeutung und Tragweite sicherheitskritischer Prozessleit- bzw. Arbeitssysteme und ihrer Anwendung, kommt die Wissenschaft daher nicht umhin, die spezifischen Belastungen und die daraus resultierenden Beanspruchungen zu berücksichtigen, die durch die Arbeit in solchen Mensch-Maschine-Systemen bei menschlichen Operatoren auftreten. Denn bei der Nutzung von technisch

hochkomplexen Computer- bzw. Prozessleitsystemen für die Bearbeitung der Arbeitsaufgaben oder der Lösung von Problemsituationen werden Operateure auf vielfältige Art und Weise belastet, da sie bei der Durchführung ihrer Tätigkeiten die unterschiedlichsten Erschwerungen und Hindernisse unter Zeitdruck zu bewältigen haben [18].

3 Belastungen in der veränderten Arbeitswelt

Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept (siehe Abb. 2) definiert Belastung als die äußeren Merkmale der Arbeitssituation, wie z.B. die Arbeitsaufgabe sowie Umgebungsbedingungen, verstanden, während unter Beanspruchung die körperlich-physiologischen sowie erlebens- und verhaltensmäßigen Reaktionen des arbeitenden Menschen auf diese Bedingungen subsumiert werden [20];[21]. Die Beanspruchung ist dabei nicht nur eine Funktion der Belastung, sondern hängt auch von individuellen Eigenschaften und Fähigkeiten des Individuums ab [20], weshalb eine gleiche Belastung bei verschiedenen Menschen zu unterschiedlicher Beanspruchung führt [21].



Abbildung 2: Das einfache Belastungs-Beanspruchungs-Konzept.
Quelle: eigene Darstellung, in Anlehnung an [20].

Gemäß des Belastungs-Beanspruchungs-Konzepts sowie der darauf beruhenden DIN EN ISO 10075 (2000) führt jede Belastung zu Beanspruchung [22]. Dabei kommt es während der Arbeit in Abhängigkeit von den individuellen Leistungsvoraussetzungen des Beschäftigten sowie der Art, Höhe, Verteilung und Dauer von Belastungsfaktoren zu einem Anstieg negativer kurzfristiger, physischer und psychischer Beanspruchungsfolgen [23]; [18];[24];[21].

Wie bereits geschildert, arbeiten im Zuge der Digitalisierung immer mehr Menschen immer länger mit zunehmend komplexeren Computern bzw. Bildschirmgeräten. Diese Komplexität zeigt sich dabei z.B. in den zunehmenden Funktionen, welche die Computer durchführen können und die Arbeitenden beherrschen müssen, und kann ein Indiz für die empfundene „Entgrenzung“ der Arbeit darstellen. Die elektronischen Informationsverarbeitungssysteme sind zur Normalausstattung der meisten Arbeitsplätze geworden. Diese vorangeschrittene Entwicklung hinterlässt jedoch auch ihre Spuren hinsichtlich der spezifischen Anforderungen und Belastungen, die mit einer vorwiegend sitzenden und sehintensiven Tätigkeit der Informationsver- und -bearbeitung einhergehen. In diesem Zusammenhang gaben über zwei Drittel der Befragten an, dass

bei ihnen häufig gesundheitliche Beschwerden während und nach der Arbeit auftreten [25], welche in Tabelle 1 dargestellt werden.

Tabelle 1: Auswirkungen der Bildschirmarbeit auf Gesundheit und Wohlbefinden (n=208).
Quelle: Eigene Darstellung, Daten entnommen aus [25].

Beschwerden	%	Beschwerden	%
Schulter-Nackenschmerzen	62,7	Reizbarkeit	21,9
Rücken-Kreuzschmerzen	53,0	Magenbeschwerden	16,2
Kopfschmerzen	45,3	Niedergeschlagenheit	13,7
Augenbeschwerden	43,9	Geräuschempfindlichkeit	12,5
Vorzeitige Müdigkeit/ Mattigkeit	35,6	Herzklopfen	11,4
Erschöpfung	34,5	Hautrötungen	11,4
Sehschärfeveränderungen	33,6	Schwindelgefühle	9,7
Konzentrationsstörungen	30,8	Atemnot	8,5
Innere Unruhe/ Anspannung	26,8	Appetitlosigkeit/ Völlegefühl	7,7
Lustlosigkeit	26,8	Herzdruck/ Herzschmerzen	6,0
Beschwerden in Händen, Armen & Beinen	24,2	Händezittern	2,6
Schlafstörungen	22,5		

Weder Belastungen noch Beanspruchungen sind vermeidbar, allerdings sind Fehlbelastungen zu vermeiden, die einen Menschen auf längere Zeit zu stark oder einseitig beanspruchen und so zu Störungen des Wohlbefindens oder der Gesundheit führen können. Bei der Arbeit an Computern bzw. Bildschirmgeräten sind solche Fehlbelastungen durch folgende Faktoren gekennzeichnet [25]:

- Sitzarbeit (Zwangshaltungen, Fehlbeanspruchungen des Muskel- und Skelettsystems)
- Sehleistungen (hohe visuelle Anforderungen, Fixierung von Blickrichtung und Sehentfernung)
- Informationsverarbeitung (mentale Belastungen, hohe Anforderungen hinsichtlich der Informationsaufnahme und –verarbeitung)

Die Reaktionen aus Fehlbeanspruchungen können bspw. sein [25]:

- asthenopische Beschwerden (z.B. Druckgefühl in den Augen, Brennen, Tränen der Augen, trockene Augen, rote Augen, Lichtempfindlichkeit)
- körperliche Beschwerden (z.B. Schmerzen im Bereich von Schultern, Nacken, Rücken, Handgelenken, Durchblutungs- und Kreislaufprobleme, Verdauungsstörungen, Kopfschmerzen)
- psychische Beschwerden (z.B. vorzeitige Ermüdung,

Konzentrationsschwierigkeiten, Entspannungsprobleme, Schlaflosigkeit, Aggression, Depression)

Ausgehend vom Wissen über die spezifischen Belastungsfaktoren und den damit verbundenen häufigen Beanspruchungsreaktionen bei der modernen Arbeit an technisch hochkomplexen Computer- und Bildschirmsystemen müssen ergonomische Gestaltungskonzepte formuliert werden, welche die veränderten physischen sowie psychischen Belastungs- und Beanspruchungsmuster im Rahmen der Digitalisierung der Arbeit berücksichtigen. Diese betreffen sowohl die Gestaltung von Arbeitsplätzen als auch die Gestaltung der Arbeitsabläufe und der Arbeitsorganisation [21;[25].

4 Abbau negativer Beanspruchungsfolgen durch (Kurz-)Pausen

Eine adäquate Pausenorganisation als Puffer möglicher negativer Beanspruchungsfolgen gewinnt vor dem Hintergrund des aktuell diskutierten Wandels in der Arbeitswelt einschließlich der Zunahme von Bildschirmarbeitsplätzen, zunehmend an Bedeutung. [22]. Negative kurzfristige Beanspruchungsfolgen, wie z.B. Ermüdung, Monotonie, psychische Sättigung oder Stress, werden als reversibel und daher durch ausreichende Erholungs- und Rückstellprozesse (siehe Abb.3) als neutralisierbar betrachtet [26]. Erholungsvorgänge, die zu einer Rückstellung negativer physischer, kognitiver und affektiver Beanspruchungsfolgen führen und darüber die Leistung, im Sinne ausreichender Leistungsreserven zur Tätigkeitsausführung, beeinflussen, können mithilfe von geeigneten Pausen initiiert werden [22]. Arbeitswissenschaftlich gelten Pausen hierbei als Arbeitsunterbrechungen verschiedener Länge, die zwischen zwei in einer Arbeitsschicht vorkommenden Tätigkeitszeiten auftreten und vorwiegend der Erholung des Arbeiters dienen sollen, wobei Erholung einen Prozess darstellt, durch den die psychophysischen Beanspruchungsfolgen vorangegangener Tätigkeiten ausgeglichen werden [27].

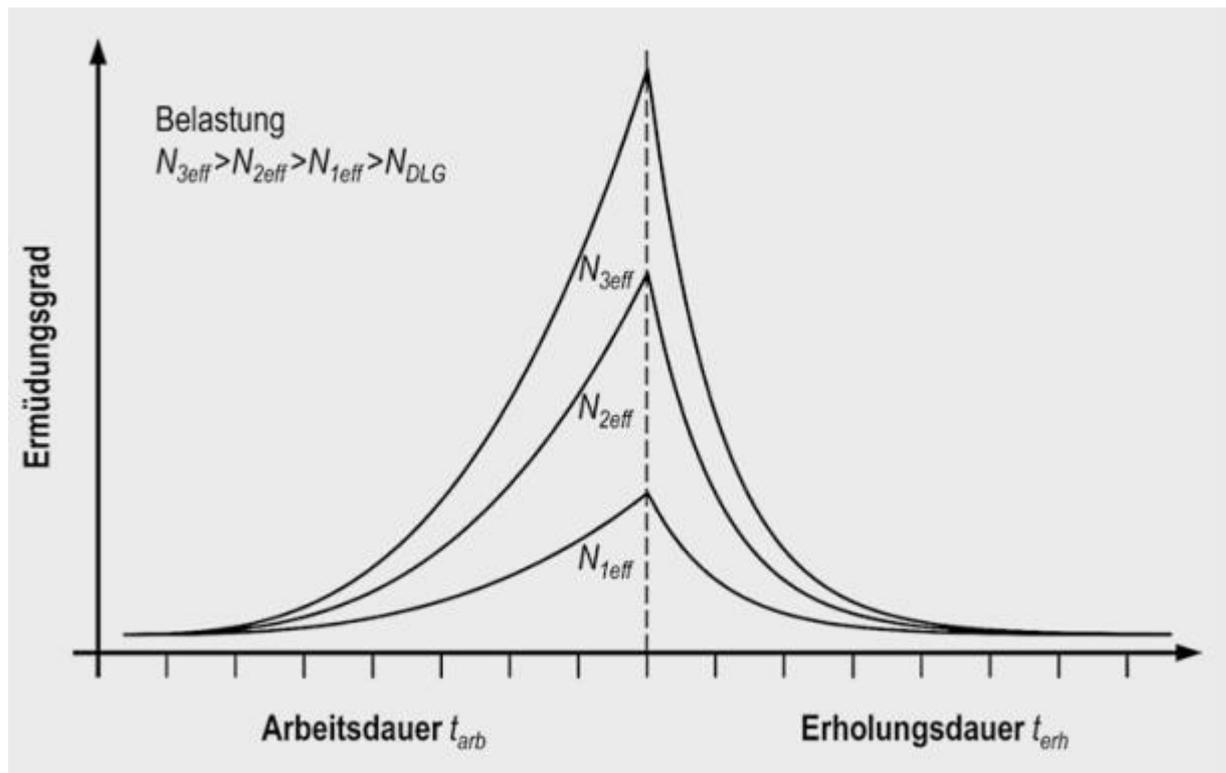


Abbildung 3: Ermüdungsgrad in Abhängigkeit von Arbeitsdauer und Erholungsdauer bei verschiedenen Belastungshöhen Neff. Quelle: Darstellung, in Anlehnung an [26].

4.1 Vorliegende Forschungsbefunde zur Pausengestaltung

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt“ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA 2016) wird deutlich, dass bezüglich der Pausengestaltung bereits umfangreiches Gestaltungswissen vorliegt, aber dennoch weiterführender Forschungsbedarf existiert, gerade in Bezug auf den Abbau der psychischen Beanspruchungsfolgen in der modernen Arbeitswelt. Schließlich beziehen sich die bisherigen Empfehlungen zur Pausenregimegestaltung im Wesentlichen auf dominant physisch anforderungsreiche Tätigkeiten und die Übertragbarkeit auf Arbeitstätigkeiten mit dominant psychischen Anforderungen sowie deren Validierung anhand psychischer Beanspruchungsindikatoren steht bis dato weitgehend aus.

Demnach existieren bereits zahlreiche Belege dafür, dass die Gesamtpausenzeit einen wesentlichen Indikator für die Erholung darstellt, weshalb zukünftig genauer geprüft werden sollte, ob die aktuellen gesetzlichen Grenzwerte für Pausenzeiten auch bei Tätigkeiten mit dominant psychischen Anforderungen angemessen sind. In diesem Zusammenhang wird eine längere Gesamterholdauer generell mit geringeren körperlichen Beschwerden assoziiert, weshalb eine Aufteilung der Gesamtpausendauer in kürzere und häufigere Pausen sinnvoll erscheint. Insbesondere Kurzpausenregime, genauer ausgedrückt häufigere Pausen unter 15 Minuten Länge, sind optimal dafür geeignet, Muskel-Skelett-Beschwerden und physiologischen Destabilisierungsprozessen sowie psychosomatischen Beschwerden vorzubeugen. Zusätzlich fanden sich gleichermaßen protektive Effekte auf das Ermüdungserleben, die Stimmung und die

Arbeitsleistung. Zudem belegen verschiedene Untersuchungsbefunde, dass mit Kurzpausen, welche mit einer Reduktion der tatsächlich produktiven Gesamtarbeitszeit einhergehen, kein tatsächlicher Produktivitätsverlust verbunden ist. Im Kontrast dazu zeigen einzelne Forschungsbefunde auf, dass zahlreiche Beschäftigte dennoch häufig nicht den optimalen Arbeitspausen-Rhythmus für eine geeignete Entmüdung nutzen oder die Arbeitspause(n) sogar zugunsten der Arbeit ausfallen lassen.

Weiterhin legen verschiedene Befunde dar, dass sowohl das Ausführen von Arbeitstätigkeiten während der Pausen als auch das Ausführen von Tätigkeiten mit sehr hohen Selbstkontrollanforderungen eher negative Effekte auf das Befinden hat. Darüber hinaus wurden einige Untersuchungen zum Einfluss des Pausenortes durchgeführt, welche aufzeigen, dass ein Verlassen des Arbeitsplatzes während der Pausen mit einem besseren Wohlbefinden und einer stärker erlebten Erholung in Verbindung steht. Zudem scheinen Kurzpausen in der Natur mit einer besseren Stimmung einherzugehen, während Kurzpausen am Arbeitsplatz die subjektive Erholung einschränken. Die selbstberichtete Erholung während einer Pause geht wiederum mit einem besseren Befinden sowie einer höheren intrinsischen Motivation und Arbeitszufriedenheit einher. Außerdem befördern Napping-Pausen nachweislich die physiologische Restitution und führen zu einer Reduktion des Ermüdungserlebens. Leistungseffekte ergeben sich allerdings kaum. Die Befunde wurden jedoch überwiegend bei Schichtarbeit (speziell Nachtschichten) gewonnen, weshalb nicht abschließend bewertet werden kann, ob die entsprechenden Effekte auch konsistent bei Kurzschlafpausen am Tag auftreten [22].

4.2 Forschungsbedarfe für die Zukunft

In den durchgeführten Untersuchungen ergab sich im Gegensatz dazu bis dato insgesamt wenig Evidenz, dass sich Aktivpausen und Entspannungspausen in ihrer Wirkung unterscheiden. Teilweise gesichtete Unterschiede sind vermutlich durch Tätigkeitsmerkmale bedingt, wobei sich Vorteile kompensatorischer Pausen andeuten. Des Weiteren ergaben sich einige wenige Hinweise, dass individuelle Merkmale, wie z.B. Alter, Geschlecht oder Gesundheit, sowie Organisations- und Tätigkeitsmerkmale die Effekte von Pausen moderieren. In diesem Kontext scheinen in Bezug auf die Leistung sowohl Anforderungswechsel als auch Pauseninhalte mit geringeren Anforderungen gleichermaßen wirksam zu sein. Schließlich sind bei sitzenden Tätigkeiten mit dominant psychischen Anforderungen regelmäßige Kurzpausen mit körperlichen Ausgleichsaktivitäten zu empfehlen, wohingegen bei sitzenden Tätigkeiten mit hohen kognitiven und emotionalen Anforderungen neben körperlichen Ausgleichspausen (Aktivpausen) ebenso regelmäßige passive Entspannungspausen empfohlen werden. Spezifische Forschungsergebnisse bzgl. informativ anforderungsreicher Überwachungstätigkeiten zzgl. verschiedener Rahmenbedingungen, wie z.B. Zeitdruck oder Multitasking, liegen nur vereinzelt vor, weshalb umfänglich zu prüfen bleibt, ob sich die historisch entwickelten Befunde zur Pause gleichermaßen auf geistige Arbeit anwenden lassen [22].

Die dargelegten Befunde sprechen somit einerseits für eine „differentielle Pausenorganisation“ im Sinne des Arbeitsgestaltungsansatzes von Ulich [29], andererseits für die erforderliche Berücksichtigung der Pausenorganisation im Rahmen ganzheitlicher Gefährdungsbeurteilungen [22]. Da eine effektive Pausengestaltung und

deren Wirkung auch immer im Zusammenhang mit der jeweiligen Tätigkeit und den daraus resultierenden Anforderungen stehen muss [22], sollte daher zukünftig vermehrt die Frage, welche Pausenregimegestaltung optimal dafür geeignet ist, um der entstehenden Belastung durch Tätigkeiten mit dominant psychischen Anforderungen zielführend entgegenzuwirken, im Zentrum arbeitswissenschaftlicher sowie arbeitspsychologischer Forschung stehen. Zusammenfassend scheint es erforderlich die Grenzen der Belastbarkeit in Bezug auf mentale Arbeit zu erfassen, um innovative Pausenregime in Abhängigkeit des Wandels der Arbeitswelt zu entwickeln, gesetzlich zu legitimieren und gewinnbringend einzusetzen.

Vor diesem Hintergrund ist das Ziel einer ergonomischen Laborgrundlagenstudie am Fachgebiet Arbeitswissenschaft/ Arbeitspsychologie (Awip) an der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) in Cottbus mit dem Thema „Selektive Aufmerksamkeit bei Bildschirmarbeit“ die Ableitung von Handlungsempfehlungen zur belastungsoptimierten Pausenregimegestaltung für Arbeitnehmer, die an Operatoren- und Kontrollarbeitsplätzen arbeiten und erhöhten Anforderungen an selektiven Aufmerksamkeitsfunktionen ausgesetzt sind. Im Fokus steht die Forschungsfrage, ob sich die geforderte Aufmerksamkeitsleistung sowie die durch die Arbeitsbelastung entstandene psychische Beanspruchung mithilfe der Wirkung eines spezifischen Kurzpausenregimes positiv beeinflussen lässt. Im Ergebnis sollen potentielle Handlungsempfehlungen für Arbeitnehmer entwickelt und konkrete Gestaltungsempfehlungen für Unternehmen mit entsprechenden Beschäftigten abgeleitet werden.

5 Referenzen

- [1] Gündel, H., Glaser, J., Angerer, P. (2014). Arbeiten und gesund bleiben – K.O. durch den Job oder fit im Beruf. Berlin-Heidelberg: Springer.
- [2] Cernavin, O., Thiele, T., Kowalski, M., Winter, S. (2015). Digitalisierung der Arbeit und demografischer Wandel. In: Jeschke, S., Richert, A., Hees, F., Jooß, C. (Hrsg.). Exploring Demographics – Transdisziplinäre Perspektiven zur Innovationsfähigkeit im demografischen Wandel. Wiesbaden: Springer, S.67-82.
- [3] Hoppe, A. (2009). Technikstress – Theoretische Grundlagen, Praxisuntersuchungen und Handlungsregularien. Aachen: Shaker.
- [4] Adolph, L., Rothe, I., Windel, A. (2016). Arbeit in der digitalen Welt – Mensch im Mittelpunkt. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 70, S.77-81.
- [5] Kagermann, H., Wahlster, W., Helbig, J. (2012). Bericht der Promotorengruppe KOMMUNIKATION im Fokus: Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Handlungsempfehlungen zur Umsetzung. Berlin: Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft.
- [6] Vogler-Ludwig, K. (2017). Beschäftigungseffekte der Digitalisierung – eine Klarstellung. Arbeitsmarkt - Analysen und Berichte. In: Wirtschaftsdienst, 12, S.861-870.
- [7] Bauer, W., Hofmann, J. (2018). Arbeit, IT und Digitalisierung. In: Hofmann, J. (Hrsg.). Arbeit 4.0 – Digitalisierung, IT und Arbeit: IT als Treiber der digitalen Transformation. Wiesbaden: Springer, S, 1-16.
- [8] Rump, J., Eilers, S. (2017a). Leben und Arbeiten unter neuen Vorzeichen. In: Rump, J., Eilers, S. (Hrsg.). Auf dem Weg zur Arbeit 4.0 – Innovationen im HR. Berlin: Springer, S.3-78.
- [9] Rump, J., Eilers, S. (2017b). Im Fokus: Digitalisierung und soziale Innovation – Konsequenzen für das System Arbeit. In: Rump, J., Eilers, S. (Hrsg.). Auf dem Weg zur Arbeit 4.0 – Innovationen im HR. Berlin: Springer, S.79-86.
- [10] Börcsök, J. (2006). Funktionale Sicherheit – Grundzüge sicherheitstechnischer Systeme. Heidelberg: Hüthing.

- [11] Bockelmann, M., Nachreiner, F., Nickel, P. (2012). Bildschirmarbeit in Leitwarten – Handlungshilfen zur ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen nach der Bildschirmarbeitsverordnung. In: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.). Forschung Projekt F2249. Dortmund-Berlin-Dresden.
- [12] Stanton, N.A., Salmon, P., Jenkins, D., Walker, D. (2010). Human factors in the design and evaluation of central-control rooms operations. Boca Raton: CRC.
- [13] Ivergård, T., Hunt, B. (2009). Work in control rooms. In: Ivergård, T., Hunt, B. (Hrsg.). Handbook of control room design and ergonomics: a perspective for the future. Boca Raton: CRC.
- [14] Bockelmann, M., Nickel, P., Nachreiner, F. (2019). Empirische Studie zur Gestaltung von Alarmsystemen und Alarmanagement in der Prozessindustrie. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 73, S.91-99.
- [15] Nachreiner, F. (1988). Zur Belastung und Beanspruchung bei Überwachungs-, Kontroll- und Steuerungstätigkeiten. In: Nachreiner, F. (Hrsg.). Aktuelle Probleme der Belastungs- und Beanspruchungsforschung. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- [16] Lee, J.D., Seppelt, B.D. (2012). Human factors and ergonomics in automation design. In: Salvendy, G. (Hrsg.). Handbook of human factors and ergonomics. Hoboken: John Wiley & Sons, S.1615-1642.
- [17] Pretlove, J., Skourup, C. (2007). Der Mensch im System. ABB Tech, 1, S.6-10.
- [18] Herczeg, M. (2014). Prozessführungssysteme – Sicherheitskritische Mensch-Maschine-Systeme und interaktive Medien zur Überwachung und Steuerung von Prozessen in Echtzeit. Oldenburg: De Gruyter.
- [19] Ezzeldin, A. Ganßauge, R., Hoppe, A., Haake, D. (2019). Neue Weiterbildungsoptionen – Anforderungen an Qualifizierungskonzepte für den Netzwiederaufbau. In: Arbeit interdisziplinär analysieren-bewerten-gestalten: Dokumentation des 65. Frühjahrskongresses der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft am Institut für Arbeit und Gesundheit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IAG der DGUV) Dresden. Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V., Dortmund: GfA-Press.
- [20] Rohmert, Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 38, S.193-200.
- [21] Schlick, C., Bruder, R., Luczak, H. (2018). Arbeitswissenschaft, 4. Auflage. Berlin: Springer.
- [22] Wendsche, J., Lohmann-Haislah, A. (2016). Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt – Pausen. In: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Hrsg.). Forschung Projekt F2353. Dortmund-Berlin-Dresden.
- [23] DIN EN ISO 10075-1: (2000). Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 1: Allgemeines und Begriffe. Berlin: Beuth.
- [24] Metz, A.-M., Rothe, H.-J. (2017). Screening psychischer Arbeitsbelastung – Ein Verfahren zur Gefährdungsbeurteilung. Wiesbaden: Springer.
- [25] Molnar, M., Schmidt, H. (2001). Belastungen bei Bildschirmarbeit – aktuelle Forschungsergebnisse. In: Blaha, F. (Hrsg.). Trends der Bildschirmarbeit – Ein Handbuch über Recht, Gesundheit und Ergonomie in der Praxis. Wien: Springer, S.90-96.
- [26] Richter, P., Hacker, W. (2012). Belastung und Beanspruchung: Stress, Ermüdung und Burnout im Arbeitsleben, 3. Auflage. Kröning: Asanger.
- [27] Allmer, H. (1996). Erholung und Gesundheit: Grundlagen, Ergebnisse und Maßnahmen. Göttingen: Hogrefe.
- [28] Rohmert, W. (1962). Untersuchungen über Muskelermüdung und Arbeitsgestaltung. Berlin: Beuth.
- [29] Ulich, E. (2011). Arbeitspsychologie, 7. Auflage. Zürich-Stuttgart: Schäfer-Pöschel.