

2

Vol. 14

Psychologie
des Alltagshandelns

*Psychology
of Everyday Activity*

Editor
P. Sachse

JOURNAL

JOURNAL
Psychologie des Alltagshandelns
Psychology of Everyday Activity
Vol. 14 / No. 2, Oktober 2021
ISSN 1998-9970
innsbruck university press

Impressum

Herausgeber / Editor

Pierre Sachse, Innsbruck (A)

Redaktionsassistent / Editorial Assistent

Thomas Höge, Innsbruck (A)

Christian Seubert, Innsbruck (A)

Mitherausgeber / Associate Editors

Dietrich Dörner, Bamberg (D)

Winfried Hacker, Dresden (D)

Hartmann Hinterhuber, Innsbruck (A)

Oswald Huber, Fribourg (CH)

Wolfgang G. Weber, Innsbruck (A)

Eberhard Ulich, Zürich (CH)

Beirat / Advisory Board

Petra Badke-Schaub, Delft (NL)

Claudia M. Eckert, Milton Keynes (GB)

Marco Furtner, Vaduz (FL)

Jürgen Glaser, Innsbruck (A)

Hakjoon Lee, Seoul (KOR)

Sebastian Pannasch, Dresden (D)

Sylvia Peißl, Graz (A)

John F. Rauthmann, Bielefeld (D)

Birgit E. Schmid, Dornbirn (A)

Philip Strasser, Zürich (CH)

Rüdiger von der Weth, Dresden (D)

Momme von Sydow, München (D)

Anton Wäfler, Olten (CH)

Verlag / Publisher

innsbruck university press (A)

www.uibk.ac.at/iup

Grafisches Konzept / Art Direction

innsbruck university press (A)

Gestaltung / Layout

Carmen Drolshagen, Innsbruck (A)

Organisation / Organization

Gertraud Kirchmair, Innsbruck (A)

Herstellung / Produced

Sterndruck GmbH, Fügen

© 2021 Universität Innsbruck

Alle Rechte vorbehalten. / All rights reserved.

ISSN 1998-9970

Inhalt

Autonom und unfallfrei – Betrachtungen zur Rolle der Technischen Aufsicht im Kontext des autonomen Fahrens	5
<i>Annika Dix, Jens R. Helmert, Thomas Wagner & Sebastian Pannasch</i>	
Short term effects of workload and extending working hours on exhaustion	19
<i>Jonas Mumenthaler, Michaela Knecht & Andreas Krause</i>	
SEA 2.0 – Systematic analysis of company events – www.eval.at/SEA	29
<i>Sylvia Rothmeier-Kubinecz & David Knittl</i>	
Video communication and the successful handling of complex tasks in remote teams – A qualitative study in a business game design	41
<i>Robin Luge & Ulrike Starker</i>	
Kurzbericht: Arbeit und Gesundheit Ivars Udris zum 80. Geburtstag	47
<i>Eberhard Ulich</i>	

Autonom und unfallfrei – Betrachtungen zur Rolle der Technischen Aufsicht im Kontext des autonomen Fahrens¹

Annika Dix*, Jens R. Helmert*, Thomas Wagner** & Sebastian Pannasch*

* Technische Universität Dresden, Fakultät Psychologie und Zentrum für taktiles Internet mit Mensch-Maschine-Interaktion (CeTI)

** DEKRA e. V. Dresden, DEKRA Technology Center Klettwitz

ZUSAMMENFASSUNG

Die Entwicklung des autonomen Fahrens erfährt aktuell große Unterstützung, nicht zuletzt durch einen entsprechenden Gesetzentwurf der Bundesregierung. Der vorliegende Beitrag diskutiert die mit den Entwicklungen zum autonomen Fahren verbundenen Herausforderungen. Im Fokus stehen dabei die zu erwartenden Aufgaben an die Technische Aufsicht, den Menschen, der in schwierigen Situationen Entscheidungen und Freigaben vornehmen muss. Für diese Aufgaben werden Aspekte von Gefahrenwahrnehmung sowie Aufgabenkomplexität betrachtet und aus arbeitspsychologischer Perspektive eingeordnet. Diese stärker individuelle Betrachtung wird in den Zusammenhang gestellt mit zu erwartenden strukturellen Herausforderungen, wie beispielsweise Mischverkehr und technischer Zuverlässigkeit. Der Beitrag schließt mit sieben Empfehlungen in Bezug auf die Gestaltung autonomen Fahrens, deren Erfüllung für die zukünftige Verkehrssicherheit von zentraler Bedeutung erscheinen.

Schlüsselwörter

Autonomes Fahren – technische Aufsicht – Gefahrenwahrnehmung – Situationsbewusstsein

ABSTRACT

The development of autonomous driving is currently strongly supported also by a corresponding draft law by the German government. This article discusses the challenges associated with the development of autonomous driving. The present paper focuses on the expected tasks for the remote operator. The remote operator is, according to the draft law, the human being who has to make decisions and approvals in difficult situations. For these tasks, aspects of hazard perception and task complexity are considered from the perspective of occupational psychology. This more individual consideration is placed in the context of expected structural challenges, such as mixed traffic and technical reliability. The article concludes with seven recommendations regarding the design of autonomous driving. The implementation of these recommendations seems to be of central importance for future road safety.

Keywords

Autonomous driving – remote operator – hazard perception – situational awareness

¹ Der vorliegende Text wurde gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder – EXC 2050/1 – Projektnummer 590696704 – als Exzellenzcluster „Centre for Tactile Internet with Human-in-the-Loop“ (CeTI) der Technischen Universität Dresden.

1 Einleitung

Aktuell gibt es zahlreiche Diskussionen über die zukünftige Gestaltung von Mobilität. Dabei spielen neben der Sicherheit die Fragen der Bedarfe, der Technologien und der gesellschaftlichen Trends eine wesentliche Rolle (Weber, 2020). Im Mai 2021 hat die Bundesregierung den Gesetzentwurf „zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes und des Pflichtversicherungsgesetzes – Gesetz zum autonomen Fahren“ (BT-Drucks. 19/27439, 2021) vorgelegt, welcher den Einsatz fahrerloser Kraftfahrzeuge im öffentlichen Straßenverkehr – z. B. sogenannter People-Mover (automatisierte Personentransportsysteme) – ermöglicht. Der Gesetzentwurf wird ergänzt durch Ausführungsvorschriften, die sich derzeit noch im Status eines Referentenentwurfs im Bearbeitungsstand befinden, und angedachte Festlegungen zu Verfahrensregelungen über die Erteilung von Betriebserlaubnissen für Kraftfahrzeuge mit autonomer Fahrfunktion, über die Genehmigung von festgelegten Betriebsbereichen sowie zu Anforderungen und Sorgfaltsvorschriften für die am Betrieb von Kraftfahrzeugen mit autonomer Fahrfunktion beteiligten Personen enthalten (Referentenentwurf „Autonome Fahrzeug-Genehmigungs- und Betriebsverordnung“ AFGBV, 2021).

Der vorliegende Beitrag konzentriert sich auf die Darstellung und Bewertung verschiedenster Herausforderungen, die mit den aktuellen Bestrebungen im Kontext des autonomen Fahrens verbunden sind. Beginnen wir dazu mit einem Blick in die Zukunft, der uns zu folgendem Szenario führen könnte:

„Die Koffer sind gepackt, die Freude auf den Urlaub ist groß und die Fahrt zum Flughafen ist gebucht. Mit einem autonomen Fahrzeug kann sich die ganze Familie einfach und bequem zum gewünschten Zielort bringen lassen. Damit beginnt der Urlaub bereits jetzt. Da, eine Nachricht auf dem Handy, es kann losgehen.“

So in etwa könnte eine Werbung für die Nutzung eines autonomen Fahrzeugs mit dem höchsten Automatisierungsgrad bei Fahrzeugen gestaltet sein. Dies wäre ein Fahrzeug, welches unter allen Fahr- und Umgebungsbedingungen vollständig automatisiert geführt ist. Im Fahrzeug selbst gibt es keinerlei Möglichkeiten zur Steuerung und Bedienung. Es handelt sich also um ein Auto ohne Lenkrad, bei dem ein Eingriff durch die Fahrgäste weder vorgesehen noch möglich ist. Gemäß der nationalen und internationalen Einteilung wäre dies ein Fahrzeug mit einer Automatisierung ab Stufe 4 (Society of Automotive Engineers - SAE, 2021).

Wie ist es inzwischen der Familie aus dem obigen Szenario ergangen?

„Die Strecke zum Flughafen ist kurz und lässt sich bei guter Verkehrslage in ca. 20 min. bewältigen. Aber aus-

gerechnet heute, bei der Abfahrt in den Urlaub, scheint es wie verhext. Erst gab es Stop & Go auf einer der Ausfallstraßen aus der Stadt, und jetzt blockiert eine Tagesbaustelle die Weiterfahrt. Fahrzeuge können nur durch Überfahren der durchgezogenen Linie passieren. Bei autonomen Fahrzeugen kann so etwas nur die technische Aufsicht entscheiden.“

Technische Aufsicht? Was verbirgt sich hinter diesem Begriff und wozu benötigt ein selbstfahrendes Auto eine Technische Aufsicht? Derartige Fahrzeuge, welche mit Hilfe zahlreicher Überwachungssensoren und künstlicher Intelligenz selbständig fahren, können in Situationen geraten, in denen Algorithmen keine selbständige Entscheidung treffen können. Genau für diese Situationen steht ein Mensch als Technische Aufsicht (TA) bereit: Benötigt ein selbstfahrendes Auto Beistand bei einer Entscheidung, beispielsweise wenn ein Ausweichmanöver ein kurzfristiges Übertreten einer Straßenverkehrsregel erfordert (z. B. Überfahren einer durchgezogenen Linie), wird die Freigabe eines solchen Fahrmanövers durch die TA erforderlich, die dadurch die strategische Kontrolle sensu Michon (1986) über das Fahrzeug übernimmt. Daneben verpflichtet die Novelle des Straßenverkehrsgesetzes die TA zur Deaktivierung des Kraftfahrzeugs mit autonomer Fahrfunktion, sofern das Fahrzeug nicht in der Lage ist, die Fahraufgabe selbstständig zu bewältigen (BT-Drucks. 19/27439, 2021, S. 9). Außerdem kann die TA alternative Fahrmanöver vorschlagen. Hinter dem Begriff der TA verbirgt sich also ein menschlicher Entscheider, der Zugriff auf die sensorischen Informationen des Fahrzeugs bekommen und in der Situation eine Entscheidung fällen kann, um die Schwierigkeiten aufzulösen und eine Weiterfahrt zu ermöglichen. Ein Eingriff der Passagiere ist unter keinen Umständen vorgesehen. So stellt es sich auch in unserem Szenario dar.

„Die Weiterfahrt verzögert sich um wenige Augenblicke, wir bitten um Ihr Verständnis – erklingt eine Stimme aus dem Off. Neugierig schauen wir aus dem Fenster; um die Ursache für den überraschenden Zwischenstopp ausfindig zu machen.“

In diesem Moment fragen sich nicht nur die Passagiere, was wohl die Fahrt behindert. Auch die TA muss sich einen Überblick über die Situation verschaffen. An dieser Stelle ergeben sich gleich mehrere Problemfelder für die Einführung autonomer Fahrfunktionen auf Deutschlands Straßen.

Aus kognitionspsychologischer Perspektive lässt sich das Führen eines Fahrzeuges als Aufgabenbearbeitung auf verschiedenen hierarchischen Stufen darstellen (vgl. Rasmussen, 1983; Michon, 1986). Obwohl die Anforderungen durch die Fahraufgabe mit steigender Fahrerfahrung sinken, spielen regel- und

wissensbasierte Prozesse stets eine wesentliche Rolle. Die Gefahrenvermeidung und Vorbeugung unfallursächlichen Fehlverhaltens setzt somit eine nicht unbedeutende kognitive und psychomotorische Kompetenz des Fahrers voraus. So ist es auch nicht verwunderlich, dass 95,5 % der Unfallursachen auf menschliches Fehlverhalten zurückzuführen sind, wie die GIDAS-Datenbank (German In-Depth Accident Study, <https://www.gidas.org>) ausweist. In der GIDAS-Datenbank werden, auf Initiative der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) und der Forschungsvereinigung Automobiltechnik (FAT), seit 1973 Verkehrsunfälle gesammelt und ausgewertet.

Ein möglicher Lösungsansatz, das Problem menschlichen Fehlverhaltens zu reduzieren, besteht in der Automatisierung einzelner Fahraufgaben bzw. in der autonomen Fahrzeugführung. Aus psychologischer Perspektive bedeutet diese Automatisierung, speziell für den Aufgabenbereich der TA, allerdings eine grundlegende Veränderung unseres bisherigen Verständnisses von Verantwortung und Kontrolle im Straßenverkehr. So wichtig Innovation und Fortschritt im Bereich des Straßenverkehrs auch sein mögen, zum aktuellen Zeitpunkt ist kaum abzusehen, ob die Einführung von selbstfahrenden Fahrzeugen wirklich zur vielfach versprochenen Senkung der Unfallrate führen wird. Hierfür müssen für autonome Fahrzeuge folgende Voraussetzungen zur Gefahrenabwehr erfüllt sein (vgl. Haupt, 2021): (i) sie weisen keine erhöhte Fehleranfälligkeit im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen auf, (ii) sie reagieren ebenso zuverlässig auf widrige Straßenverhältnisse wie menschliche Fahrer, und (iii) sie kommunizieren mit schwächeren Verkehrsteilnehmern (z. B. Fußgänger, Kinder, Radfahrer). Die Erfüllung dieser Voraussetzungen wird zumindest in der Rechtswissenschaft eher zurückhaltend beurteilt (Haupt, 2021). Darüber hinaus bestehen große Bedenken, wie der Arbeitsplatz einer TA gestaltet wird.

Der vorliegende Artikel setzt sich daher mit folgenden Punkten auseinander: In Kapitel 2 Tätigkeitsfeld der TA stehen die Herausforderungen zukünftiger TAs im Mittelpunkt. Dabei betrachten wir neben allgemeinen arbeitspsychologischen Perspektiven auch die spezifische Verlagerung des Kontroll- und Überwachungsdilemmas vom Fahrer zur TA. Kapitel 3 Strukturelle Herausforderungen beschäftigt sich mit der prinzipiellen Einbettung autonomen Fahrens in den Kontext von Mobilität. Dazu zählen neben der Organisation von Mischverkehr auch Fragen von Verantwortung, Schuld und Haftung. Im abschließenden Kapitel 4 Diskussion und Ausblick werden die zentralen Gedanken noch einmal integriert.

2 Tätigkeitsfeld der TA

Die TA befindet sich nicht im Fahrzeug, sondern sehr wahrscheinlich in einer büroähnlichen Umgebung, z. B. einer Leitstelle, die vom Halter des Fahrzeugs bereitgestellt wird (vgl. AFBGV, 2021, S. 107 f.), und reagiert auf Betriebsstörungen, die das Fahrzeug meldet. Vermutlich wird eine TA meist mit einfachen Teilproblemen konfrontiert, die sie zunächst identifiziert, bevor entschieden und gehandelt wird. Ist beispielsweise die Fahrspur versperrt, kann die TA die Freigabe zum Überfahren einer durchgezogenen Linie erteilen, damit das Hindernis passiert werden kann. Meldet die Abstandsmessung bei Regen häufige Fehlalarme für Hindernisse, kann die Empfindlichkeit der Sensorik angepasst werden. Fraglich ist allerdings auf Basis welcher Informationen die TA entscheidet und woher sie weiß, dass ein Hindernis sicher über die Gegenseite passiert werden kann oder die Sensorik Fehlalarme produziert und kein Stau vorliegt, der regelmäßiges Abbremsen verlangt.

Bislang ist das Tätigkeitsfeld der TA nur unzureichend beschrieben, auch der aktuelle Gesetzentwurf der Bundesregierung liefert dazu keine konkreten Aussagen. Die nachfolgende Beschreibung klingt eher nach Science-Fiction, repräsentiert aber ein Szenario mit optimalen Voraussetzungen, welches durch eine TA möglicherweise gelöst werden könnte. Wir wollen deshalb für dieses Szenario Faktoren identifizieren, die den Erfolg einer TA maßgeblich mitbestimmen, aber in der aktuellen Gesetzesvorlage bisher keine explizite Berücksichtigung erfahren.

*„Auf dem Bildschirm über dem Kontrollpanel im Aufsichtsbereich des Control Centers for Automated Road Transport (CART) erscheint ein Warnhinweis: **FZ-372E Fahrspur versperrt – Fahrt unterbrochen.** Darunter steht: **Achtung, durchgehende Fahrbahnbegrenzung.** Zusätzlich zeigt ein rot leuchtender Kontrollschalter eine Handlungsaufforderung an. Die TA bestätigt mit dem Schalter die Übernahme, drückt eine weitere Taste auf dem Kontrollpanel und mehrere Kameraansichten auf die Umgebung von Fahrzeug FZ-372E erscheinen auf dem Bildschirm. Die Frontkamera liefert Bilder von einigen vorausfahrenden Fahrzeugen und einer Baustellenabsperzung. Es zeigt sich, dass die vorausfahrenden Fahrzeuge über die durchgezogene Begrenzungslinie auf die Gegenseite fahren, um die Baustelle zu umfahren. Die Darstellung der Heckkamera lässt erkennen, dass sich hinter dem Fahrzeug FZ-372E eine Warteschlange gebildet hat, deren Ende die TA nicht sehen kann. Es gibt keinen Hinweis darauf, wann die Baustellendurchfahrt für den Gegenverkehr frei gegeben wird. Da der Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug nicht allzu groß scheint, entscheidet sich die TA im Auswahlmenü links für die Option **Spuren-***

wechsel trotz Fahrbahnbegrenzung und gibt durch einen weiteren Tastendruck die Fahrt wieder frei.“

Im beschriebenen Szenario liefern Kamerabilder der TA die Informationen zum Verkehrsgeschehen. Auf dieser Basis muss sie die Situation beurteilen und eine Entscheidung treffen. Im geschilderten Beispiel ist das Fahrzeug zuvor zum Stehen gekommen, befindet sich also im gesicherten Stillstand. Außerdem wird der TA, so wie im Gesetzentwurf vorgesehen, mindestens ein Fahrmanöver vorgeschlagen. Dies bedeutet, dass basierend auf den vom System über die Situation bereitgestellten Informationen der TA ein anforderungsgerechtes Handeln ermöglicht werden muss. In den nachfolgenden Kapiteln stellen wir die kognitionspsychologischen Grundlagen für ein solches Handeln dar, speziell im Kontext von verzögertem Situationsbewusstsein (2.1) und variierender Aufgabenkomplexität (2.2). Abschließend folgt eine arbeitspsychologische Bewertung des Tätigkeitsfeldes der TA (2.3).

2.1 Gefahrenwahrnehmung und Situationsbewusstsein beim automatisierten Fahren

Die Wahrnehmung von Gefahren erfordert die Erkennung der relevanten Informationen einer Situation, ein Verständnis über die vorliegenden Schwierigkeiten und die Ableitung möglicher Handlungsoptionen. Gemäß dieser Betrachtung ist Situationsbewusstsein (SB) die Grundlage für Gefahrenwahrnehmung. Die Definition nach Endsley (1995) unterscheidet drei Stufen von SB: (1) Wahrnehmen (2) Verstehen und (3) Projizieren. Entsprechend muss eine TA beispielsweise die Position und Dynamik eines Hindernisses sowie die des überwachten Fahrzeugs und anderer Fahrzeuge zunächst wahrnehmen können. Aus der Bedeutsamkeit einzelner Elemente im Gesamtkontext resultiert das Verstehen der Situation, etwa der versperrten Fahrspur, die trotz durchgezogener Linie verlassen werden muss. Daran anschließend erfolgt das Projizieren zukünftiger Handlungen (z. B. die Identifikation auftauchenden Gegenverkehrs als Gefahrenquelle) und die Vorhersage der Konsequenzen. Eine aktive Aufgabenbearbeitung bildet die Voraussetzung für ein angemessenes SB; gleichzeitig ist ausreichendes SB eine notwendige Bedingung für anforderungsgerechtes Entscheiden und angemessenes Handeln. Eine Beeinträchtigung des SB kann durch die Entkopplung von der Aufgabe entstehen, beispielsweise durch die Automatisierung von (Teil-)Aufgaben. Anders ausgedrückt kann von den Passagieren im autonomen Fahrzeug keine SB erwartet werden, da sie – ähnlich wie Passagiere in einem Taxi – dem Geschehen im Straßenverkehr vermutlich nur wenig Aufmerksamkeit widmen.

Eine derartige Entkopplung von der Aufgabe kann zum Out-of-the-Loop (aus der Schleife, nicht

mehr in aktuelle Prozesse involviert) Phänomen führen (vgl. Merat et al., 2019). Während ein steuernder Fahrer im Fahrzeug fortlaufend Informationen zum Verkehrsgeschehen bekommt und verarbeitet, wird eine TA sehr plötzlich mit einem Problem konfrontiert. Dies erfolgt in der Funktion eines passiven Beobachters mit selektivem Informationsangebot, welches sich quantitativ, qualitativ und in der zeitlich-dynamischen Entwicklung stark von dem eines aktiven Kraftfahrers unterscheidet. Die TA wird sich vermutlich an relativ abstrakten Parametern orientieren und muss auf fehlende Informationen und Ereignisse schließen. Dies macht die Informationsverarbeitung der TA fehleranfällig, was der Gesetzgeber offensichtlich bereits einkalkuliert hat, da für die TA eine Haftpflichtversicherung verlangt wird, wobei die Haftungsgrenzen bei autonomen Fahrzeugen im Fall von Personenschäden bei zehn Millionen Euro liegen sollen und bei Sachschäden mit zwei Millionen Euro veranschlagt werden (Haupt, 2021). Diese Haftungsgrenzen entsprechen dem Doppelten der Grenzen bei konventionellen Fahrzeugen.

Fehleinschätzungen der TA können z. B. die Fahrgeschwindigkeit betreffen. Die Beurteilung der Geschwindigkeit anderer Fahrzeuge aus dem Gegenverkehr durch Kraftfahrzeugführer „in-the-loop“ schwankt selbst unter experimentellen Bedingungen ganz erheblich und variiert zwischen 50 % Unterschätzung und 15 % Überschätzung (Meyer-Gramcko, 1980). Je nachdem, ob der Beobachter eine Entfernungsschätzung aus der Fahrgastzelle eines Pkw oder daneben auf einem Stuhl (vergleichbar der Situation einer TA in einer Leitstelle) vornimmt, differieren die Schätzungen um bis zu 29 %, selbst wenn alle sonstigen experimentellen Randbedingungen konstant gehalten werden (Moeller et al., 2016). Eine derartig fehlerhafte Nutzung von Informationen, d. h. Orientierungsfehler oder Fehleinschätzungen (z. B. des Abstands oder der Geschwindigkeit), sind jedoch unfallkausale Ursachen, wie Staubach (2009) bei einer Tiefenanalyse von 474 Unfällen feststellte. Die Autorin übertrug das Fehlerklassifikationsmodell der menschlichen Informationsverarbeitung von Hacker (1998) auf den Kontext Autofahren und fand zudem, dass Fehler, die aufgrund eines objektiven Mangels an Informationen entstehen, z. B. in Form von Sichtbehinderungen durch Gebäude, Fahrzeuge oder durch die Witterung, ebenfalls die Unfallgefahr erhöhen (Staubach, 2009).

Diese Beispiele verdeutlichen, dass Verständnis und Interpretation objektiver Bedingungen einer Fahraufgabe ganz wesentlich von der aktuellen Wahrnehmung, dem Feedback während der Verhaltensausführung sowie von Erfahrungen und Erwartungen des Fahrers abhängen. Diese Einflussfaktoren bilden die Grundlage für das Mensch-Maschine-Umwelt-Sy-

stemverständnis, wobei inkorrekte, undifferenzierte und lückenhafte Repräsentationen die Handlungsregulation beeinträchtigen; darauf hingewiesen haben bereits Müller et al. (2018) im Zusammenhang mit automatisierter Fahrfunktion auf Stufe 5. Im Vergleich zu automatisiertem Fahren der Stufe 3 verschärft sich die Illusion der Wahrnehmungsbereitschaft beim autonomen Fahren mit einer TA aufgrund der räumlichen Entkoppelung von der eigentlichen Fahraufgabe. Umso wichtiger ist die Identifikation der möglichen Problemstellungen, mit denen eine TA konfrontiert werden wird, sowie eine Prüfung auf deren Lösbarkeit. Die Aufgaben einer TA sollten entsprechend vor der Einführung autonomer Fahrzeuge im Straßenverkehr definiert werden.

Studien zu SB bei Übernahme-situationen durch Fahrer im automatisierten Fahrzeug zeigen insgesamt eine deutliche Verzögerung (Mok et al., 2017). Während SB auf Stufe 1 (wahrnehmen) noch vergleichsweise schnell aufgebaut werden kann (5-8 s), liegt die Dauer auf Stufe 2, gerade wenn es darum geht das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer zu verstehen, bereits bei über 20 s (Lu et al., 2017). Diese Zahlen sind beachtenswert. Bis die TA in der obigen Beispielsituation das Fahrgeschehen in der Gegenspur verstanden hat und das Alternativmanöver freigeben kann, hat sich aus der ohnehin schon angespannten Stop & Go Situation der Anfang eines Staus entwickelt. Durch jedes weitere autonome Fahrzeug, das nachfolgt und bei dem die Freigabe durch eine TA erteilt werden muss, würde sich diese Situation weiter verschärfen und vermutlich bei konventionellen Fahrzeugführern einen gefährlichen „Überholdruck“ fördern.

Tatsächlich wurde in Studien für einen Remote Operator, also einen Fahrzeugführer außerhalb des Fahrzeuges analog zur TA, in Abhängigkeit vom Problem sogar ein verzögertes SB von 29 s bis über 162 s festgestellt (Scholtz et al., 2004). Zum Vergleich: In 162 s legt ein Auto, das mit einer Geschwindigkeit von 30 km/h fährt, eine Strecke von 1,35 km zurück, bei 120 km/h sogar 5,4 km und im Stand auf einer zweispurigen Autobahn lassen sich in dieser Zeit weit über 200 vorbeifahrende Autos registrieren. Diese Tatsachen illustrieren die Dynamik von Verkehrssituationen, welche die TA bei ihrer Entscheidung berücksichtigen muss. Entsprechend sieht der Gesetzentwurf auch vor, dass die technische Ausrüstung entsprechende Handlungsaufforderungen mit „ausreichender Zeitreserve“ „optisch, akustisch oder sonst wahrnehmbar“ anzeigen kann (BT-Drucks. 19/27439, 2021, S. 8). Auf welcher Basis die technische Ausrüstung zu einer entsprechenden Einschätzung kommt, wird nicht spezifiziert. Insofern scheint der Umgang des Gesetzgebers mit aktuell nicht prüfbar-technischen Anforderungen fraglich: „Um die Triebkraft des automatisierten, autonomen und vernetzten Fahrens nicht zu verlangsamen,

soll, soweit gewisse technische Anforderungen noch nicht überprüfbar sind, diesbezüglich für eine Übergangszeit die Herstellererklärung nach § 1f Absatz 3 genügen.“ (BT-Drucks. 19/27439, 2021, S. 24). Durch Beilegen dieser zum Betriebshandbuch wird „den Nutzerinnen und Nutzern entsprechender Fahrzeuge somit ein vertrauensstiftender Nachweis zur Sicherheit dieser neuen Mobilitätsform gegeben“. Für die Herstellererklärung sieht das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur gemäß der AFGBV vor, dass in einem Sicherheitskonzept „relevante gefährliche Szenarien und Ereignisse identifiziert und in einer Risikoanalyse bewertet werden“ (AFGBV, 2021, S. 46). Die Vollständigkeit des Szenarienkatalogs muss der Hersteller durch entsprechende Validierungsfahrten belegen. Es bleibt also auch für Hersteller zu hoffen, dass die Komplexität des Straßenverkehrs tatsächlich in diesem Katalog möglichst umfangreich abgebildet werden kann.

Neben der Problematik des verzögerten SB und dessen Auswirkungen auf die Handlungsfähigkeit einer TA, bleibt ebenfalls unklar, inwiefern durch den Gesetzgeber eine gleichzeitige Überwachung und/oder Unterstützung mehrerer Fahrzeuge durch eine TA erlaubt bzw. vorgesehen ist. Die Zuordnung mehrerer Fahrzeuge zu einer TA ist aus Unternehmensperspektive naheliegend, zumal die TA nicht zur ständigen Überwachung eines im autonomen Betrieb befindlichen Fahrzeuges verpflichtet sein soll (BT-Drucks. 19/27439, 2021, S. 8). Hierbei gilt zu berücksichtigen, dass im Fall einer Beeinträchtigung des autonomen Fahrzeugs und Handlungsaufforderung an die TA der Aufbau von SB neben Zeit auch kognitive Ressourcen erfordert. Dies kann zur Reduktion der Arbeitsleistung für andere Aufgaben führen. So investierten beispielsweise in einer Usability-Studie zu Such- und Rettungsrobotern die Remote Operators bei der Robotersteuerung 30 % ihrer Zeit ausschließlich in das Erlangen und Aufrechterhalten von SB (Yanco & Drury, 2004). Folglich sind Regelungen notwendig, wie die (nicht ständige) Überwachung weiterer Fahrzeuge im Fall einer Übernahme-situation erfolgen soll. Eine potenzielle Überforderung der TA wird im Allgemeinen vor allem von der Aufgabenart bestimmt sein. Im Folgenden werden denkbare Aufgaben einer TA und die Rolle der Aufgabenkomplexität näher betrachtet.

2.2 Aufgabenkomplexität und Verantwortungsbe-reiche im Tätigkeitsfeld der TA

Der Gesetzentwurf zum autonomen Fahren lässt offen, welche Verantwortlichkeiten einer TA zugewiesen werden, also welche Aufgaben konkret übernommen werden sollen und damit auch mit welcher Aufgabenkomplexität eine TA konfrontiert sein wird. Mögliche Vorkommnisse wie das Überfahren von Ampeln auf

Dauer-Rot werden im Gesetzentwurf dargestellt. Zudem ist geregelt, dass Fahrzeuge ihre Systemgrenzen kennen und in der Lage sind, sich „selbständig in einen risikominimalen Zustand zu versetzen, wenn die Fortsetzung der Fahrt nur durch eine Verletzung des Straßenverkehrsrechts möglich wäre“ (BT-Drucks. 19/27439, 2021, S. 8). Das sind die Momente, in denen die TA ins Spiel kommt. „Der Begriff „Systemgrenzen“ ist nicht näher definiert“ und „bewusst technikoffen gehalten“ (BT-Drucks. 19/27439, 2021, S. 25). Die Grenze der Leistungsfähigkeit eines Fahrzeuges kann allerdings je nach Hersteller variieren. Mit dieser Offenheit bestätigt der Entwurf ein weiteres Mal die Ironien der Automatisierung (Bainbridge, 1983): Das Machbare wird automatisiert, übrig bleiben Aufgabenteile mit zu hoher Komplexität, die fortan von der TA erfüllt werden müssen. Das grundlegende Problem hinter der Vision von weniger Verkehrsunfällen durch autonomes Fahren bleibt somit bestehen und wird ad absurdum geführt. Die Ursachen für Unfälle verschieben sich vom menschlichen Versagen des Fahrers im Auto zum menschlichen Versagen des Designers. Dieses Versagen soll durch den Einsatz einer weiteren Person, der TA, ausgeglichen werden, die wiederum neuen Fehlerquellen ausgesetzt ist (Merat & Louw, 2020).

Aufgrund der zu erwartenden Bandbreite an Technologien des autonomen Fahrens mit entsprechend variierenden „Systemgrenzen“, sowie der Komplexität des Straßenverkehrs, ist von einer hohen Heterogenität hinsichtlich der Anforderungen an eine TA auszugehen. Es stellt sich somit die Frage, wer in welcher Situation welche Verantwortlichkeit übernehmen kann und sollte (vgl. auch Graewe, 2021). In Abhängigkeit von der jeweils an eine TA übergebenen Verantwortlichkeit können sich verschiedene Anforderungen an die vorauszusetzenden Fähigkeiten ergeben. Beispielsweise ist das Erkennen und Umfahren von Hindernissen eine Tätigkeit, die in der Regel nur auf dem Automatisierungslevel Null – in diesem Fall vom Fahrer im Auto – übernommen werden muss und einen Führerschein voraussetzt. Kann diese Tätigkeit auch an eine TA übergeben werden? Diese soll laut AFGBV über eine entsprechende Fahrerlaubnis der jeweiligen Fahrzeugklasse verfügen (AFGBV, 2021, S. 55). Also alles kein Problem oder sollte die TA weitere Voraussetzungen erfüllen? Und für welche Situationen könnten diese Überlegungen relevant werden?

Nehmen wir an, die Tagesbaustelle im genannten Szenario führt streckenweise nicht über die Gegenfahrbahn, sondern über einen Fahrstreifen, der sich genau zwischen der Fahrzeug- und der Gegenspür befindet, es muss also auf der durchgezogenen Begrenzungslinie gefahren werden. Diese Situation wirkt zunächst nicht gefährlicher als die Situation, die unsere TA aufgelöst hat. Allerdings muss das Fahrzeug nun

über einen längeren Zeitraum gegen straßenverkehrsrechtliche Regeln verstoßen. Es ist anzunehmen, dass nicht jede technische Ausrüstung diese Aufgabe erfüllen kann. In diesem Fall schließt das „die Zulässigkeit der Nutzung autonomer Fahrfunktionen nicht aus“, da diese „auch dann zulässig ist, wenn sie innerhalb des festgelegten Betriebsbereichs die an die Fahrzeugführung gerichteten Verkehrsvorschriften erfüllen können“ (BT-Drucks. 19/27439, 2021, S. 21). Sollte sich das autonome Fahrzeug also in einer solch unerwarteten Situation selbst deaktivieren? Oder hätte es gar nicht eingesetzt werden dürfen? Wie können geeignete Betriebsbereiche identifiziert werden, für die keine unerwarteten Situationen auftreten? Ist das Fahrzeug erst einmal in die Baustellendurchfahrt eingefahren, ist Stehenbleiben zumindest keine geeignete Lösung. Allgemeiner formuliert sind zum jetzigen und letztlich zu keinem Zeitpunkt alle Situationen vorher beschreibbar – es wird immer eine Restmenge an unerwarteten Situationen geben.

In den USA ist es möglich einem Remote Operator die Fernsteuerung eines Fahrzeuges (im Sinne einer Teleoperation) zu erlauben (Mutzenich et al., 2021). Sollte also die TA das Fahrzeug durch besagten Streckenabschnitt der Baustelle steuern können? Dies ist im deutschen Gesetzentwurf derzeit noch nicht vorgesehen und würde tatsächlich weit höhere Anforderungen an die Ausbildung der TA und die technischen Lösungen stellen. Derzeit scheint beabsichtigt, dass bei Erreichen der Betriebsgrenzen das Fahrzeug in den risikominimalen Zustand versetzt und die Fahrt durch manuelle Steuerung durch einen Fahrer im Fahrzeug oder außerhalb im Nahfeld des Fahrzeuges (maximale Distanz: 6 m) fortgesetzt wird (AFGBV, 2021, S. 32 & 51). Für den Halter, beispielsweise Betreiber im ÖPNV, resultiert daraus, dass zunächst ein höherer Personalkostenaufwand zu kalkulieren ist. Probleme einer Teleoperation über größere Distanzen wären vor allem die eingeschränkten Informationen und die Latenz zwischen Handlung und Rückmeldungen für die TA. Durch das reduzierte SB verlängert sich bereits für Übernahmesituationen im Fahrzeug die Reaktionsgeschwindigkeit von 1 auf über 3 s (Eriksson & Stanton, 2017). Bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit von 30 km/h bedeutet das im Fall von plötzlich auftretenden Hindernissen einen ungebremsten Fahrweg von 25 m bis zur tatsächlichen Initiierung der Bremsung. Eine Übernahme muss entsprechend vorbereitet werden und selbst dann ergeben sich für die TA außerhalb des Fahrzeuges im Aufsichtsraum des Kontrollzentrums noch zusätzliche Herausforderungen.

Systemverzögerungen bei der Übermittlung der Sensordaten zur TA und der Durchführung von Steuerungsbefehlen durch das Fahrzeug können das Kontrollempfinden und die Steuerungsleistung massiv beeinträchtigen (Neumeier et al., 2019). Im Luft-

verkehr werden für zeitkritische Szenarien, die eine präzise Steuerung des Flugzeuges erfordern, Verzögerungen von insgesamt maximal 100 ms als annehmbar betrachtet (Bailey et al., 2004). Bei über 240 ms kann die Kontrolle des Flugzeuges nicht mehr gewährleistet werden. Eine derart schnelle Informationsübertragung – gerade bei der zu erwartenden Komplexität an erforderlichen sensorischen Daten – setzt eine entsprechende und störungsfreie Infrastruktur voraus, beispielsweise schnelle und sichere Netzwerke auch in ländlichen Gebieten. Um die TA mit allen für die sichere Fernsteuerung relevanten Informationen in einem zeitlich angemessenen Rahmen versorgen zu können, ist zudem ein umfangreiches Wissen über die Prinzipien der menschlichen Wahrnehmung und des zielgerichteten Verhaltens in der Mensch-Maschine Interaktion – also einem Kontext, der hinsichtlich der üblicherweise in unserer Umwelt vorliegenden Informationen abweicht – erforderlich. Hier besteht derzeit noch großer Forschungsbedarf.

Inwieweit beispielsweise die bisher verfügbaren technischen Lösungen den dynamischen Prozess der menschlichen Gefahrenwahrnehmung und -vermeidung auf allen Entfernungsstufen, Fahrersichtachsen und damit verknüpften Fixationsverläufen adäquat simulieren können, ist bislang nicht belegt. Pradhan und Crundall (2016) integrierten neuere Erkenntnisse zur experimentellen Gefahrenwahrnehmungsforschung in das SB-Modell von Endsley (1995) und schlagen verschiedene, dynamisch aufeinanderfolgende Verarbeitungsstufen in Abhängigkeit von der Entfernung und den Raumwahrnehmungsbereichen des Fahrers vor. In einer Aufmerksamkeitszone („vigilance zone“), z. B. mehrere hundert Meter vor dem Fahrzeug, tauchen erwartungsinkongruente Vorboten einer Gefahr am Fluchtpunkt auf. Diese sind noch zu weit weg, um Gefahrenhinweise extrahieren zu können, erhöhen jedoch die Aufmerksamkeit des Fahrers und werden für nachfolgende Prüfungen „vorgemerkt“. Im näheren Orientierungsbereich („strategic zone“) werden Hinweise auf Gefahrenreize fixiert, gewichtet und deren Verlauf antizipiert. Möglicherweise erfolgt eine erste Gegenreaktion, z. B. Verringerung der Geschwindigkeit oder ein Fahrstreifenwechsel als Schutzmaßnahme gegen die potentielle Gefährdung. Auf der nächsten Wahrnehmungsstufe („tactical zone“) wird der Gefahrenreiz umfassend verarbeitet und es erfolgt eine Reaktionsauswahl. In dem am nächsten liegende Raumwahrnehmungsbereich („operational zone“) wird nur noch reagiert und der Unfall vermieden oder es kommt zur Kollision. Wenn der TA nur ausgewählte Ausschnitte dieser zusammenhängenden und dynamischen Verkehrssituation auf unterschiedlichen Bildschirmen präsentiert werden, besteht das Risiko, dass sicherheitsrelevante Hinweise zu spät oder gar nicht erkannt werden.

Die in vielen Aspekten reduzierten Informationen, die einer TA bereitgestellt werden können, bergen zudem das Risiko eines fehlenden Embodiments (UNECE, 2020), d. h. die TA wird die Bedeutung ihrer Handlungen ähnlich wie in einem Computerspiel nicht fühlen können (Mutzenich et al., 2021). Dies kann mit einem reduzierten Verantwortungsgefühl einhergehen, vor allem aber zu Missverständnissen durch Fehleinschätzung der Bedeutung einzelner Informationen führen. Beispielsweise wird Bewegungswahrnehmung durch die Limitierung auf durch Kameras erfasste visuelle Informationen kombiniert mit abstrakten Parametern wie Geschwindigkeitsangaben bedeutsam erschwert. Auch kann eine fehlende Rückmeldung über akustische Informationen aus der Umwelt – ähnlich wie bei zu lauter Musik für einen Fahrer im Fahrzeug – zum Übersehen relevanter Informationen führen (vgl. z. B. Dalton & Behm, 2007)

Einige Probleme, die sich durch die abweichende Wahrnehmung der TA ergeben, lassen sich vermutlich durch die Unterstützung mittels automatisierter Fahrfunktionen, also eine Teilautomatisierung, beheben. So kann eine Kollisionsvermeidung bei eingeschränkter Wahrnehmung auch technisch umgesetzt werden, allerdings sind dafür entsprechende Richtlinien erforderlich. Zudem antizipieren wir für die Durchführung bestimmter Manöver speziell ausgebildete Fachkräfte wie im Flugverkehr, d. h. eine Art Spezialeinsatzgruppe für Notfälle bzw. Hochrisikosituationen. Es gibt verschiedene Ansätze der TA den Umgang mit solchen Situationen zu erleichtern bzw. überhaupt zu ermöglichen. Wir wollen unser Szenario fortsetzen und ein fiktives Notfallmanagement einführen, welches die Notwendigkeit für eine genaue Anforderungsanalyse des Tätigkeitsfeldes der TA und für die entsprechende Festsetzung voraussetzender Qualifikationen noch einmal veranschaulichen soll. Nach dieser Darstellung erfolgt eine zusammenfassende Bewertung des Tätigkeitsfeldes der TA.

2.3 Arbeitspsychologische Bewertung des Tätigkeitsfeldes der TA

Schauen wir uns also das Ende unseres Szenarios für die TA bzw. die Mitarbeiter des Notfallmanagements an, wobei anzumerken ist, dass die Art der Arbeitsteilung zwischen beiden Funktionen bislang durch den Gesetzentwurf nicht berührt wird (BT-Drucks. 19/27439, 2021).

„Der Mitarbeiter des Notfallmanagements hatte sich gerade im Stuhl zurückgelehnt, als der Alarm ertönt. Der Bildschirmhintergrund verschwindet und der Mitarbeiter befindet sich inmitten einer dicht befahrenen Baustellendurchfahrt auf dem Zubringer zu einem Flughafenfeld. Das Fahrzeug, das sich gerade deaktiviert

hat, scheint zu stehen mit leichter Orientierung Richtung rechter Baustellenbegrenzung. Der Virtual-Reality Bildschirm zeigt die Perspektive des Fahrers aus dem Fahrzeug. Im unteren Bereich des Sichtfeldes ist im Vordergrund ein Warnhinweis zu sehen: **FZ-372E Weiterfahrt nicht möglich**. Darunter leuchtet in roten Buchstaben: **Remote Control aktivieren**. Da keine weiteren Warnhinweise vorliegen, kann der Mitarbeiter die manuelle Steuerung bestätigen. Zunächst werden jedoch die Fahrgäste über den Steuerungsvorgang informiert, mit dem Hinweis sich ruhig zu verhalten. Der Mitarbeiter ist mit der TA im Aufsichtsraum per Voice-Chat verbunden und kann neben den Kamera- und Toninformationen aus dem Fahrzeug auch direkt Kontakt mit den Passagieren aufnehmen. Umgekehrt haben die Passagiere auch die Möglichkeit jederzeit einen Notruf an die Mitarbeiter des Notfallmanagements zu senden. Der Mitarbeiter hatte die Baustelle wiedererkannt und auch direkt die durchgezogene Fahrbahnbegrenzung in der Mitte der Baustellenspur entdeckt. Langsam und sicher steuert er, von seinem Arbeitsplatz im Großraumbüro mit seinem Lenkrad in den Händen und dem Head-Mounted Display auf dem Kopf, wie bereits mehrere Male an diesem Vormittag auch das Fahrzeug FZ-372E durch den kritischen Streckenabschnitt.“

Technische Lösungen im Bereich der virtuellen oder erweiterten Realität können helfen, der TA ein möglichst vollständiges Abbild der Verkehrssituation zu vermitteln; auf diese Weise wird es für die TA leichter, sich in die Situation hineinzusetzen bzw. wird es möglich zusätzliche Informationen zu geben, die den Umgang mit den Herausforderungen erleichtern. Anforderungen an diese Technologien, um der TA zur erfolgreichen Erfüllung ihrer Aufgaben dienen zu können, sind basierend auf der bisherigen Studienlage nicht in ausreichendem Umfang formulierbar. Die Entwicklung in diesem Feld zeigt noch verschiedenste Probleme auf, beispielsweise nachteilige Einflüsse von Latenz (Bailey et al., 2004). Die Herausforderungen an technische Lösungen sind hierbei aufgrund der erhöhten Menge an zu übertragenden Informationen besonders groß. Ein weiteres Problem, das u. a. auch im Zusammenhang mit Latenzeinflüssen steht, aber auch generell mit Widersprüchen in der Sinneswahrnehmung (z. B. visueller Bewegungseindruck ohne tatsächliche Bewegung), ist die Motion oder auch Cybersickness. Insgesamt sollten bei der Diskussion dieser Lösungsansätze entsprechend auch immer Konsequenzen für das Anforderungsprofil der TA abgeleitet werden. Dieses sowie weitere arbeitspsychologische Aspekte des Tätigkeitsfeldes der TA sollten vor Einführung autonomer Fahrzeuge auf deutschen Straßen genau betrachtet, beschrieben und möglichst auch optimiert werden.

Ein wichtiges Argument für Automatisierung in allen Branchen ist neben der Sicherheit die Ent-

lastung der Arbeitenden, heutzutage vor allem im Hinblick auf mentale Belastung. Mentale Unterforderung kann aber langfristig ebenso zu gesundheitlichen Problemen führen wie Überlastung (Shultz et al., 2010). Hancock und Warm (1989) beschreiben optimale Belastung als eine umgekehrte U-Funktion, mit der größten physiologischen und psychologischen Anpassungsfähigkeit in der Mitte, und dem größten Stressempfinden an den Rändern. Diese Idee wurde von Young und Stanton (2002) in der malleable theory of attention (Formbare Theorie der Aufmerksamkeit) aufgegriffen und erweitert, indem sie aufzeigen, dass geringere Belastung auch mit geringeren Kapazitäten zur Bewältigung von Anforderungen einhergehen. Das bedeutet, dass eine aktivierte Person eine zusätzliche Anforderung leichter bewältigt als eine unterforderte Person. Solche Kapazitätseinbußen durch Unterforderung können zu Überforderungsszenarien führen (Byrne, 2011), wenn plötzlich Leistung abgefordert wird. Es besteht die Gefahr, dass die Arbeitssituation einer TA genau diese Merkmale aufweisen wird: Unterforderung in ruhigen Zeiten verbunden mit Spitzen, in denen mehrere Fahrzeuge gleichzeitig abgefertigt und Probleme mit unterschiedlicher Priorisierung gelöst werden müssen.

Zudem ist anzunehmen, dass die Tätigkeiten von TAs sowohl tagsüber als auch nachts in Anspruch genommen werden, insbesondere mit zunehmender Anzahl autonom fahrender Fahrzeuge. Daraus resultiert die Anforderung von Schichtarbeit, die eine Belastung des zirkadianen Rhythmus darstellt (Reinberg & Ashkenazi, 2008) und zu Müdigkeit sowie verminderter Leistungsfähigkeit führen kann (Books et al., 2017; Flynn-Evans et al., 2016). Die Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit äußern sich beispielsweise in der Zunahme von Fehlern (de Cordova et al., 2016) aber auch verminderter psychomotorischer Wachsamkeit (Behrens et al., 2019). Insbesondere diese beiden Leistungskriterien sind für den Tätigkeitsbereich der TA von grundlegender Bedeutung für die zuverlässige Aufgabenbearbeitung.

Wie sich wohl die Fahrgäste in der beschriebenen Situation gefühlt haben?

„Nachdem sich der Signalton abgestellt hatte und der Mitarbeiter uns das weitere Vorgehen erklärt hat, bewegen wir uns langsam vorwärts und verlassen bald darauf die Baustellendurchfahrt. Der Mitarbeiter bedankt sich für die Unterstützung und wünscht uns eine gute Weiterfahrt. Wir haben den Schreck bald überwunden und freuen uns auf den anstehenden Urlaub. Nur ein kleines Gefühl der Unsicherheit bleibt: Würde es ein Fahrer nicht vielleicht doch leichter haben.“

3 Strukturelle Herausforderungen

Bislang wurden sicherheitskritische Effekte des autonomen Fahrens nur auf der Ebene von individuellen TAs während der Tätigkeitsausübung diskutiert. Diese Effekte werden durch Kontextbedingungen entsprechend verstärkt, dazu zählen der zu erwartende Mischbetrieb mit Fahrzeugen auf unterschiedlichen Automatisierungsstufen (0-3), die Interaktion dieser verschiedenen Fahrzeuge, das Verhalten weiterer Verkehrsbeteiligter sowie Systemausfälle.

Egal wie schnell sich autonomes Fahren in der Verkehrsgemeinschaft durchsetzen wird, ein Mischbetrieb aus manuell betriebenen und automatisiert fahrenden Fahrzeugen ist für die kommenden Jahrzehnte anzunehmen. Eine im Auftrag des ADAC e.V. durchgeführte Studie prognostiziert erste nennenswerte Zulassungszahlen bei Neufahrzeugen, die autonom von Tür-zu-Tür fahren, erst ab 2040; für 2050 werden 0,5 bis 2,1 Mio. Fahrzeuge dieser Bauart angenommen (PrognosAG, 2018). Ob und in welchem Umfang autonome Fahrzeuge dann tatsächlich genutzt werden, ist heute nur schwer vorherzusagen. Die Studienlage ist komplex und vor allem bezüglich der erhobenen Zielvariablen wie Nutzerintentionen, Akzeptanz, Kaufbereitschaft, persönliche Meinung, Bewertung usw. sehr heterogen. Die Literaturanalyse von Becker und Axhausen (2017), die 16 Studien zwischen 2015 und 2016 umfasste, erlaubt nur vorsichtige und wenig exakte Schlussfolgerungen. Demnach zeigen 18 bis 68 % der Befragten eine positive Affinität zu autonomen Fahrzeugen. Diese ist bei jüngeren Probanden und solchen männlichen Geschlechts stärker ausgeprägt, ebenso bei Personen mit höherem Bedürfnis nach Nervenkitzel, Abwechslung und Abenteuer.

Die Verkehrsmittelwahl wird von rationalen Faktoren beeinflusst, z. B. frühere Erfahrungen mit dem dominanten Verkehrsmittel, den daraus resultierenden Nutzungserfahrungen sowie von Gewohnheitsbildung (Havlíčková & Zámečník, 2020), aber auch von emotionalen Motiven. Das Selbstfahren als aktive Tätigkeit bietet einen intrinsischen Belohnungswert durch handlungsbegleitende Emotionen wie Freude oder Fahrspaß, z. B. für Oldtimer-Begeisterte, und wird zudem mit Vorstellungen über gesundheitliche Vitalität, Unabhängigkeit und Teilhabe am gesellschaftlichen Leben verknüpft. Diese identitätsstiftende Funktion wird besonders deutlich, wenn Kraftfahrzeugführenden der Führerschein entzogen wird; das resultierende Belastungserleben übersteigt sogar jenes für Trennung oder Arbeitslosigkeit (Kieschke et al., 2010). All dies dürfte die Euphorie für autonomes Fahren erheblich reduzieren, sodass die tatsächliche Nutzung von autonom fahrenden Fahrzeugen noch länger hinter dem Marktangebot zurückbleiben dürfte. Das Bundesministerium für Verkehr und digitale

Infrastruktur rechnet in den kommenden fünf Jahren jährlich mit einer Zulassung von 320 Fahrzeugen mit autonomer Fahrfunktion deutschlandweit, wobei sich die Nachfrage vermutlich auf den ÖPNV-Bereich beschränken wird (AFGBV, 2021, S. 73). Zusätzlich hemmen dürften auch die Gebühren von geschätzten 82.000 EUR zum Betrieb eines autonomen Fahrzeugs (Haupt, 2021). Für gewerbliche Halter im ÖPNV wird sogar ein Erfüllungsaufwand zur Befolgung der rechtlichen Vorschriften des Bundes von jährlich über 10 Millionen EUR erwartet (AFGBV, 2021, S. 79 ff.) – unter der Schätzung, dass es zumindest vier Fahrzeuge bedarf, um überhaupt einen entsprechenden Service an 365 Tagen im Jahr anbieten zu können. Insofern scheint die Annahme eines langjährigen Mischbetriebs eine sehr wahrscheinliche Perspektive.

Fachleute sehen in diesem Mischbetrieb eine Störung der „Harmonie des Verkehrsflusses“ mit weniger ausbalancierten Geschwindigkeits- und Abstandsprofilen als gegenwärtig (vgl. Gruber & Sammer, 2019). Autonome Fahrzeuge werden mit deutlich niedrigerer Geschwindigkeit und größeren Abständen zum Vorderfahrzeug im Vergleich zu manuell betriebenen Fahrzeugen unterwegs sein, da sie per se alle Regeln der StVO umsetzen müssen. Diese „StVO-Verpflichtung“ wiederum eröffnet Verhaltensangebote für manuelle Fahrer, z. B. zum Überholen oder zum Einfahren in eine Lücke zwischen zwei Fahrzeugen. Laut Gesetzentwurf dürfen autonom betriebene Fahrzeuge nur in festgelegten Betriebsbereichen fahren, allerdings fehlen vielerorts verfügbare Kapazitäten für zusätzliche Fahrspuren, so dass ein Großteil der bestehenden Infrastruktur gemeinsam genutzt werden wird. Zudem ist die Frage nach möglichen Investitionen in infrastrukturelle Anpassung bisher offengehalten. Vorerst wird vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur betont, „dass ein Kraftfahrzeug mit autonomer Fahrfunktion grundsätzlich in der Lage sein soll, auf der vorhandenen Infrastruktur betrieben werden zu können“ (AFGBV, 2021, S. 105). Die gemeinsame Nutzung im Mischbetrieb könnte zu weiteren Irritationen führen, denn manuelle Fahrer sind längst nicht so regeltreu wie vorgeschrieben. Überhöhte Geschwindigkeit, Vorfahrtsverletzungen, ungenügender Mindestabstand und unangepasstes Fahrverhalten gehören zu den typischen Regelverletzungen auf Deutschlands Straßen (ausführlich bei Wagner et al., 2018) und dürften häufige und vermutlich störende Eingriffe der Steuerungsautomatik im autonomen Fahrzeug erfordern. Ein geminderter subjektiver Fahrkomfort wäre mindestens die Folge, ggf. auch Verkehrskonflikte mit Schadenspotenzial, zumindest bei Berücksichtigung der IT-Systemgrenzen sowie der Fehleranfälligkeit der Überwachungs- und Steuerungsautomatik.

Die gegenwärtigen Kompetenzen der IT-Systeme im Erkennen und der Verhaltensprognose von besonders verletzbaren und schützenswerten Menschen, darunter Kinder, Sehbehinderte und offensichtlich Körperbehinderte bzw. von Fußgängern oder Radfahrern allgemein, stecken noch in den Anfängen. Dadurch sind Konflikte zwischen manuellem und automatisiertem Fahrbetrieb abzusehen. Überdies setzt die Umsetzung der StVO das einwandfreie Funktionieren der Sensortechnik und der programmierten Entscheidungslogik voraus. Diese Funktionsweise ist jedoch fehleranfällig, Gründe hierfür bestehen in Hardwaremängeln (Fehler in Bauteilen, Verschleiß, Manipulation, Beschädigung), in der Erkennung situativer Kontextbedingungen (z. B. Tages- oder Wanderbaustellen), der zuverlässigen Überwachung von Umgebungsbedingungen trotz erschwerter Wahrnehmbarkeit (infolge Witterungsbedingungen, z. B. Schnee, Nebel, Regen) bzw. in schadhafter Infrastruktur (Schlaglöcher oder unterbrochene Fahrbahnmarkierungen). Bereits heute sind die Prävalenzraten für Systemausfälle infolge von Störungen der Sensorik oder der Hardware durchaus markant. Boggs und Kollegen (2020) analysierten die Berichte von 36 Unternehmen, die hochautomatisierte Fahrzeuge in Kalifornien testen und berichteten 2,72 Systemausfälle pro 100 gefahrener Kilometer im hochautomatisierten Modus. Die im Fahrzeug anwesenden Sicherheitsfahrer hatten die Defizite in der Systemsteuerung – darunter nicht-situationsangepasste Fahrmanöver, Probleme bei der Identifikation von Lichtzeichenanlagen oder verzögerte Informationsverarbeitung durch die Sensoren – rechtzeitig erkannt und die Fahrzeugführung übernommen. Mutzenich und Kollegen (2021) weisen darauf hin, dass bei autonom fahrenden Fahrzeugen alle 288 Meilen ein sicherheitskritischer Wahrnehmungsfehler der Sensorik auftrat. Auch mit diesen Herausforderungen wird sich die TA beschäftigen müssen, ggf. indem das Fahrzeug deaktiviert wird.

Als Zwischenfazit lässt sich feststellen, dass eine Vielzahl an meldepflichtigen Betriebsstörungen den Alltag der TA sowohl in quantitativer als auch qualitativer Hinsicht prägen werden. Infolge des Mischbetriebs könnte das Sicherheitsniveau anhaltend Einbußen erleiden. Zudem müssen zusätzliche Erschwernisse einkalkuliert werden, z. B. wenn Betriebsstörungen aufgrund eines Systemfehlers nicht gemeldet werden oder „falsche Alarme“ die mentalen Ressourcen der TA unnötig binden, z. B., weil ein Passagier ohne Anlass den „Notruf“ auslöst. Solche derzeit noch nicht antizipierbaren Ereignisse dürften die Aufgabenkomplexität und -dichte der TA weiter steigern.

4 Diskussion und Ausblick

Aus der Perspektive mitreisender Personen gleicht autonomes Fahren weitgehend der traditionellen Fahrgastbeförderung mit Taxi, Bus oder Mietlimousine. Allerdings wird beim autonomen Fahren auf einen in der Fahrgastzelle anwesenden Fahrer verzichtet. Dennoch muss in beiden Fällen eine sichere Beförderung der Fahrgäste gewährleistet sein, sodass sich ein Vergleich gesetzlicher Regelungen zur Gewährleistung dieser übergeordneten Zielvorgabe lohnt. Sofern ein gewerblicher Chauffeur die Ersterteilung oder Verlängerung einer Fahrerlaubnis zur Fahrgastbeförderung anstrebt, müssen besondere Anforderungen hinsichtlich gesundheitlicher Konstitution, psychofunktionaler Leistungsfähigkeit und persönlicher Zuverlässigkeit erfüllt sein. Hier sind die Anforderungen deutlich höher als beim Pkw-Fahrer, der seine Fahrerlaubnis lediglich für private Zwecke nutzt. In Umsetzung staatlicher Schutzpflichten gemäß Artikel 2 des Grundgesetzes darf der Fahrgast auf eine sichere und adäquate Transportleistung vertrauen (Henschel et al., 2017). Dies soll gewährleistet werden, indem geplant ist, dass die TA über eine Führerscheinklasse verfügen soll, die der von ihr betreuten Fahrzeugart entspricht (AFGBV, 2021, S. 109). Dennoch kann das Konzept der TA – wie in den vorigen Kapiteln skizziert – derzeit noch nicht als hinreichend definiert und „verkehrstauglich“ angesehen werden. Damit Gefährdungen für mitreisende Personen in autonomen Fahrzeugen weitestgehend minimiert werden können, stellen wir nachfolgend relevante Fragen zur Gestaltung autonomen Fahrens bzw. unterbreiten Gestaltungsempfehlungen, damit die Verkehrssicherheit auch zukünftig ausreichend gewährleistet ist.

1. *Das Informationsangebot für die TA* muss so gestaltet sein, dass eine umfassende, reliable und valide Beurteilung der Entscheidungssituation möglich ist, damit zeitnah ein adäquates mentales Modell aktiviert bzw. entwickelt werden kann. Dazu könnte die Bildschirmdarstellung der Verkehrssituation durch markante Hinweise mittels eines „Head-Up-Displays“ ergänzt werden. Zudem sollte eine „Umkreisbeschränkung“ der TA-Zuständigkeit ebenso erwogen werden wie eine Ortskundeprüfung für diesen Zuständigkeitsbereich, z. B. 30 km um den Einsatzort der TA. Da die Fernsteuerung des Fahrzeugs dem Operateur in der Leitzentrale die größten Probleme bereiten dürfte, sollte die Fahrstrecke im „Fernsteuerungsmodus“ begrenzt werden bei vorgeschrieben niedriger Fahrgeschwindigkeit, sofern künftig eine Erweiterung des Aufgaben- und Verantwortungsbereichs der TA erwogen würde (vgl. AFGBV, 2021, S. 52). Eine derartige Ausweitung

des Handlungsfeldes der TA lässt sich langfristig vermutlich nicht verhindern.

2. *Das Tätigkeitsprofil der TA* sollte einer fachlich fundierten arbeitspsychologischen Anforderungsanalyse unterzogen werden, woraus sich nachvollziehbar anforderungsbezogene Qualifikationen sowie Trainings- und Unterstützungsmaßnahmen ableiten lassen. Das Tätigkeitsfeld der TA lässt sich mit dem eines Fluglotsen vergleichen, wobei erschwerend vor allem drei Faktoren wirken dürften: (i) kürzere Distanzen zu anderen Verkehrsteilnehmern, (ii) geringere Zeitintervalle zum Entscheiden und Handeln und (iii) das Fehlen eines menschlichen Kommunikations- und Kooperationspartners vor Ort. Erst wenn entsprechende Ergebnisse zur Anforderungsanalyse vorliegen, können seriös und substantiiert formale Qualifikationsvoraussetzungen abgeleitet werden. Der Vorstoß in der Ausführungsverordnung hinsichtlich einschlägiger Abschlüsse (z. B. als Diplom-Ingenieur oder staatlich geprüfter Techniker) erscheint derzeit noch verfrüht.
3. *Der Arbeitsplatz einer TA* sollte ein menschengerechtes Arbeiten ermöglichen. Dafür müssen die vier Humankriterien „Ausführbarkeit“, „Schädigungslosigkeit“, „Beeinträchtigungsfreiheit“ und „Persönlichkeitsförderlichkeit“ gegeben sein (vgl. Hacker, 1998). Die ersten drei Humankriterien dienen der Gesundheitsprävention und damit dem Erhalt der Leistungsfähigkeit, das vierte der persönlichen Entwicklung. Die Arbeitsorganisation sollte durch vollständige, durchschaubare, sinnhafte und gesundheitsförderliche Tätigkeitsinhalte mit hohem Handlungsspielraum geprägt sein (Richter, 2015), sodass dysfunktionale und pathogene neo-tayloristische Folgeeffekte weitestgehend vermieden werden. Diese dürften kausal sicherheitsrelevant sein. Gleichzeitig wirken diese Tätigkeitsinhalte motivierend, denn sie sagen 25 % der subjektiven Arbeitsleistung sowie 45 % des Arbeitsengagements voraus, wie Richter (2015) unter Verweis auf meta-analytische Studienergebnisse berichtet. Zudem sollte eine Gefährdungsbeurteilung im Kontext des betrieblichen Arbeits- und Gesundheitsschutzes (vgl. § 5 ArbSchG) durchgeführt werden.
4. *Die Anforderungen an den Betriebsbereich* für autonome Fahrzeuge müssen eindeutig geregelt werden. Bislang scheint hier noch vieles ungeklärt. Handelt es sich um rein räumlich oder zusätzlich durch bestimmte Kontextbedingungen ausgestaltete Straßenräume? Sollen vorhandene Straßenverkehrsanlagen im Mischbetrieb genutzt werden oder sind speziell konzipierte Gestaltungslösungen für autonomes Fahren angestrebt? Wie lässt sich gewährleisten, dass unbefugte

Fahrzeuge oder Verkehrsteilnehmer nicht zum Betriebssicherheitsrisiko werden? Welche Infrastrukturmaßnahmen (physisch und digital) sind im Straßenbau erforderlich?

5. *Klare und verständliche Kommunikation* zwischen Fahrzeugen und Verkehrsteilnehmern bildet die Voraussetzung für flüssige und gefahrlose Verkehrsteilnahme, z. B. indem ein automatisiertes Fahrzeug für andere Verkehrsteilnehmer sichtbar anzeigt, dass es deaktiviert wurde, sich in der Interaktion mit der TA befindet oder per Fernsteuerung bewegt wird.
6. *Alle Aspekte des Datenschutzes* sind besonders wichtig, insbesondere in Bezug auf Software-Updates und Cybersicherheit. Dies gilt vor dem Hintergrund, dass pro 1000 Programmierzeilen mindestens ein Fehler auftritt und somit eine hohe Anzahl periodisch ausgerollter Software-Updates zu erwarten ist. Dies wird deutlich an den diesbezüglichen Aktivitäten des Automobilproduzenten TESLA, wonach im Jahr 2020 ca. alle 2-3 Tage neue Updates „via air“ installiert wurden (La Manna et al., 2021). Der Datenschutz betrifft darüber hinaus auch die Interessen der Fahrgäste – welche Informationen sollen die Anbieter eines autonomen Fahrservices über ihre Kunden erhalten?
7. *Die Überwachung und Kontrolle* aller an der Umsetzung der Fahraufgabe beteiligten hard- und softwaretechnischen Systeme stellt neue Herausforderungen gemäß des „third-Party-Prinzips“. Hier sind die einschlägigen Prüfororganisationen mit ihrem Sachverstand gefordert. In die Überwachungszyklen sollten alle Software-Updates einbezogen werden.

Aus den genannten Punkten leiten sich eine Reihe normativer Regelungslücken ab. Die Wissenschaft um den Bereich der Mensch-Maschine-Schnittstelle sieht sich mit einer Vielzahl bislang ungeklärter Fragen konfrontiert, so dass mit einem erhöhten Forschungsbedarf gerechnet werden muss. Der im Februar eingeleitete Gesetzgebungsprozess nahm im Mai 2021 innerhalb einer Woche die parlamentarischen Hürden in Bundestag und Bundesrat, obwohl tangierte Fach- und Interessenskreise sowie Verbände die Gesetzesinitiative als stark verbesserungswürdig kritisiert hatten. Daher darf die praktische Umsetzung dieser neuen Vorschriften mit Spannung erwartet werden und es bleibt zu hoffen, dass politischer Ehrgeiz, technische Systemgrenzen und ökonomisches Profitstreben nicht zu Lasten des „Faktors Mensch“ und einer ansteigenden Unfallstatistik gehen.

Literatur

- AFGBV (2021). *Referentenentwurf des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. Entwurf einer Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes und des Pflichtversicherungsgesetzes*. <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/index.cfm/de/search/?trisaction=search.detail&year=2021&num=344&dLang=DE> Zugegriffen: 23. Juli 2021.
- Bailey, R., Arthur Iii, J. & Williams, S. (2004). Latency requirements for head-worn display S/EVS applications. *Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering*, 5424. <https://doi.org/10.1117/12.554462>
- Bainbridge, L. (1985). Ironies of Automation. *Automatica*, 19 (6), 775-779. [https://doi.org/10.1016/0005-1098\(85\)90046-8](https://doi.org/10.1016/0005-1098(85)90046-8)
- Becker, F. & Axhausen, K. W. (2017). Literature review on surveys investigating the acceptance of automated vehicles. *Transportation*, 44 (6), 1295-1306. <https://doi.org/10.1007/s11116-017-9808-9>
- Behrens, T., Burek, K., Pallapies, D., Kösters, L., Lehner, M., Beine, A., ... T. & Rabstein, S. (2019). Decreased psychomotor vigilance of female shift workers after working night shifts. *PLoS One*, 14 (7), e0219087. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219087>
- Boggs, A. M., Arvin, R. & Khattak, A. J. (2020). Exploring the who, what, when, where, and why of automated vehicle disengagements. *Accident Analysis & Prevention*, 136, 105406. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105406>
- Books, C., Coody, L. C., Kauffman, R. & Abraham, S. (2017). Night shift work and its health effects on nurses. *The Health Care Manager*, 36 (4), 347-355. <https://doi.org/10.1097/hcm.0000000000000177>
- BT-Drucks. 19/27459 (2021). *Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Straßenverkehrsgesetzes und des Pflichtversicherungsgesetzes – Gesetz zum autonomen Fahren*. <https://dserver.bundestag.de/btd/19/274/1927459.pdf> Zugegriffen: 23. Juli 2021.
- Byrne, A. (2011). Measurement of mental workload in clinical medicine: A review study. *Anesthesiology and Pain Medicine*, 1 (2), 90-94. <https://doi.org/10.5812/kowsar.22287525.2045>
- Dalton, B. H. & Behm, D. G. (2007). Effects of noise and music on human and task performance: A systematic review. *Occupational Ergonomics*, 7, 143-152. <https://doi.org/10.5253/OER-2007-7501>
- de Cordova, P. B., Bradford, M. A. & Stone, P. W. (2016). Increased errors and decreased performance at night: A systematic review of the evidence concerning shift work and quality. *Work*, 53 (4), 825-834. <https://doi.org/10.5253/wor-162250>
- Endsley, M. R. (1995). Toward a theory of situation awareness in dynamic systems. *Human Factors*, 37 (1), 52-64.
- Eriksson, A. & Stanton, N. A. (2017). Takeover time in highly automated vehicles: Noncritical transitions to and from manual control. *Human Factors*, 59 (4), 689-705. <https://doi.org/10.1177/0018720816685852>
- Flynn-Evans, E., Gregory, K., Arsintescu, L. & Whitmire, A. (2016). *Risk of performance decrements and adverse health outcomes resulting from sleep loss, circadian desynchronization, and work overload: Evidence Report*. Natl. Aeronaut. Space Admin.
- Graewe, D. (2021). *Autonomes Fahren-Traum der Ingenieure, Alptraum der Juristen?* 26. Interdisziplinäre Wissenschaftliche Konferenz Mittweida, Mittweida.
- Gruber, C. J. & Sammer, G. (2019). Erwartungen, verkehrspolitische Auswirkungen und Handlungsbedarf für automatisierte Fahrzeuge und Mobilitätsdienste. *Straßenverkehrstechnik Themenheft Automatisierte Mobilität*, 245-254.
- Hacker, W. (1998). Fehlhandlungen und Handlungsfehler. In W. Hacker (Ed.), *Allgemeine Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten*. Bern: Huber.
- Hancock, P. A. & Warm, J. S. (1989). A dynamic model of stress and sustained attention. *Hum Factors*, 31 (5), 519-557. <https://doi.org/10.1177/001872088903100503>
- Haupt, T. (2021). Auf dem Weg zum autonomen Fahren – der Entwurf eines Gesetzes zum Autonomen Fahren. *Neue Zeitschrift für Verkehrsrecht (NZV) 04/2021*, 172-177.
- Havlíčková, D. & Zámečník, P. (2020). Considering habit in research on travel mode choice: A literature review with a two-level methodology. *Transactions on Transport Sciences*, 11 (1), 18-32. <https://doi.org/10.5507/tots.2020.004>
- Hentschel, P., König, P. & Dauer, P. (2017). *Straßenverkehrsrecht* (44 ed.). München: C. H. Beck.
- Kieschke, U., Kieschke, T. & Schubert, W. (2010). Fahrerlaubnisentzug als kritisches Lebensereignis. *Zeitschrift für Verkehrssicherheit 03/2010*, 143-148.
- La Manna, M., Trecozzi, L., Perazzo, P., Saponara, S. & Dini, G. (2021). Performance evaluation of attribute-based encryption in automotive embedded platform for secure software over-the-air update. *Sensors*, 21 (2), 515. <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/2/515>
- Lu, Z., Coster, X. & de Winter, J. (2017). How much time do drivers need to obtain situation aware-

- ness? A laboratory-based study of automated driving. *Applied Ergonomics*, 60, 293-304. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.12.005>
- Merat, N., Seppelt, B., Louw, T., Engström, J., Lee, J. D., Johansson, E., ... & Keinath, A. (2019). The „out-of-the-loop“ concept in automated driving: Proposed definition, measures and implications. *Cognition, Technology & Work*, 21 (1), 87-98.
- Merat, N. & Louw, T. (2020). Allocation of function to humans and automation and transfer of control. In D. L. Fisher, W. J. Horrey, J. D. Lee & M. A. Regan (Eds.), *Handbook of Human Factors for Automated, Connected, and Intelligent Vehicles* (pp. 153-173). CRC Press.
- Meyer-Gramcko, F. (1980). Die Schätzung der Fahrgeschwindigkeit. *Der Sachverständige*, 4 (1), 2-12.
- Michon, J. A. I. E. (1986). A critical view of driver behavior models: What do we know, what should we do? In L. Evans & R. C. Schwing (Eds.), *Human Behaviour and Traffic Safety* (pp. 485-524). New York: Springer US.
- Moeller, B., Zoppke, H. & Frings, C. (2016). What a car does to your perception: Distance evaluations differ from within and outside of a car. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23 (3), 781-788. <https://doi.org/10.5758/s15423-015-0954-9>
- Mok, B., Johns, M., Miller, D. & Ju, W. (2017). Tunneled in: Drivers with active secondary tasks need more time to transition from automation. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2840-2844). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3025453.3025713>
- Müller, K., Reimann, C. & Wagner, T. (2018). Automatisiertes Fahren – Neue Anforderungen an die Kraftfahreignung? *Zeitschrift für Verkehrssicherheit*, 3, 228-238.
- Mutzenich, C., Durant, S., Helman, S. & Dalton, P. (2021). Updating our understanding of situation awareness in relation to remote operators of autonomous vehicles. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 6 (1), 9. <https://doi.org/10.1186/s41235-021-00271-8>
- Neumeier, S., Wintersberger, P., Frison, A. K., Becher, A., Facchi, C. & Riener, A. (2019). Teleoperation: The holy grail to solve problems of automated driving? Sure, but latency matters. In *Proceedings of the 11th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications* (pp. 186-197). <https://doi.org/10.1145/3342197.3344534>
- Pradhan, A. K. & Crundall, D. (2016). Hazard avoidance in young novice drivers: Definitions and a framework. In D. L. Fisher, J. Caird, W. Horrey & L. Trick (Eds.), *Handbook of Teen and Novice Drivers – Research, Practice, Policy, and Directions* (pp. 61-73). CRC Press.
- PrognosAG (2018). *Einführung von Automatisierungsfunktionen in der Pkw-Flotte – Auswirkungen auf Bestand und Sicherheit. Forschungsbericht erstellt im Auftrag des ADAC e. V. München.* https://www.adac.de/-/media/pdf/motorwelt/prognos_automatisierungsfunktionen.pdf Zugegriffen: 25. Juli 2021.
- Rasmussen, J. (1985). Skills, rules, and knowledge; signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 5, 257-266.
- Reinberg, A. & Ashkenazi, I. (2008). Internal desynchronization of circadian rhythms and tolerance to shift work. *Chronobiology International*, 25 (4), 625-643.
- Richter, P. (2015). Arbeit zwischen Fremd- und Eigenkontrolle – Möglichkeiten und Grenzen humaner Arbeitsgestaltung in der DDR. *Psychologie des Alltagshandelns*, 8 (2), 4-11.
- Scholtz, J., Antonishek, B. & Young, J. (2004). Operator interventions in autonomous off-road driving: Effects of terrain. In *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (IEEE Cat. No.04CH37583)*, (pp. 2797-2802).
- Shultz, K. S., Wang, M. & Olson, D. A. (2010). Role overload and underload in relation to occupational stress and health. *Stress and Health*, 26 (2), 99-111. <https://doi.org/10.1002/smi.1268>
- Society of Automotive Engineers (2021). SAE International Standard J3016: *Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles.* https://saemobilus.sae.org/content/J3016_202104/. Zugegriffen: 25. Juni 2021
- Staubach, M. (2009). Factors correlated with traffic accidents as a basis for evaluating Advanced Driver Assistance Systems. *Accident Analysis & Prevention*, 41 (5), 1025-1033. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.06.014>
- UNECE (2020). Human factors challenges of remote support and control: A position paper from HF-IRADS. *Informal Document No. 8, September 2020 session of WP.1*, 1-9. <https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2020/wp29grva/GRVA-07-65e.pdf> Zugegriffen: 25. Juli 2021.
- Wagner, T., Strohbeck-Kühner, P. & Koehl, F. (2018). Straftaten und Verstöße gegen verkehrsrechtliche Vorschriften – Kommentar zu den Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung, Kapitel 5.16 und 5.17. In W. Schubert, M. Huetten, C. Reimann, M. Graw, W. Schneider & E. Stephan (Eds.), *Begutachtungsleitlinien zur Kraftfahreignung – Kommentar* (3rd ed., pp. 341-376). Bonn: Kirschbaum Verlag.

- Weber, J. (2020). *Bewegende Zeiten: Mobilität der Zukunft*. Wiesbaden: Springer.
- Yanco, H. A. & Drury, J. (2004). „Where am I?“ Acquiring situation awareness using a remote robot platform. *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics* (IEEE Cat. No.04CH37585), 10.-13. Oktober, Den Haag, Niederlande.
- Young, M. S. & Stanton, N. A. (2002). Attention and automation: New perspectives on mental underload and performance. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 3 (2), 178-194. <https://doi.org/10.1080/14639220210123789>

Korrespondenz-Adresse:

Dr. Annika Dix

Technische Universität Dresden

Fakultät Psychologie

Ingenieurpsychologie und angewandte

Kognitionsforschung

D-01062 Dresden

annika.dix@tu-dresden.de

Short term effects of workload and extending working hours on exhaustion

Jonas Mumenthaler, Michaela Knecht & Andreas Krause

University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland FHNW, School of Applied Psychology

ABSTRACT

Employees exposed to high workload often compensate for this by extending their working hours. This diary study examines the relationship between workload, exhaustion, and two strategies for extending working hours: skipping breaks, and working longer than initially planned. The study analyses a sample of $N = 87$ employees and $N = 639$ measurement points with a multilevel structural equation model to investigate both within and between-person associations. The results showed that on days when the workload is higher than usual, participants were also more exhausted at the end of the working day. Also, the strategies skipping breaks and working longer were used more frequently on these days. However, there is no correlation between daily use of strategies and exhaustion. The study suggests analyzing the two strategies to extend ones working hours as separate constructs. On the between-person level, skipping breaks fully explains the association between workload and exhaustion. In the long run, this might have adverse effects on employees' well-being.

Keywords

Workload – exhaustion – self-endangering work behavior – extending working hours – skipping breaks – working longer

In the modern world of work, the demands on self-regulation are increasing. Employees are increasingly deciding when, where, and how long they work and how they take breaks (Messenger et al., 2017). When working from home, for example, it is very much up to the employees to make sure that they keep to their working hours and take breaks. Employees' choices on taking breaks and on working hours have an impact on both recovery during work and recovery after work. Longer working hours reduce recovery time after work. The current paper investigates two self-regulation strategies employees use to achieve their goals and analyses their associations between workload and exhaustion. The strategies describe two different ways of extending ones working hours. The development towards more self-regulation is supported by (1) a stronger organizational orientation towards goal achievement (e.g., results only work environment (ROWE)) and (2) by the technical possibilities for mobile-flexible working. While the technical possibilities are widely discussed as a component of digitalization in the world of work, the increased orientation towards goal achievement is less reflected in psychology

(Bal & Dóci, 2018). Therefore, we will focus more on this aspect in the following and discuss the ambivalent effects on the health and motivation of employees (e.g., Matta, 2015; Seitz & Rigotti, 2018).

In recent decades, leadership practices such as ROWE, objectives and key results (OKR), management by results (MBR), or management by objectives (MBO) have become more and more prevalent. This may well be because such practices promise higher productivity (Rodgers & Hunter, 1991). For employees, however, these practices mean that success or failure at work is closely linked to how far objectives have (or have not) been achieved. As a result, employees become responsible for their work performance, and economic data become the primary indicator of personal success or goal achievement. Hence, employees are rewarded for achieving their goals but face negative consequences in case of failure. This means that it is no longer enough for employees just to make an effort; goals must also be met. In other words, employees have to behave as if they were self-employed (Bauman, 2000; Peters, 2011; Pongratz & Voß, 2005). This has opposite effects: On the one hand, it means

that employees feel more committed to their goals and can decide for themselves how they want to achieve them: They have higher job autonomy. The job demands-resources theory by Bakker and Demerouti (2017) emphasizes that job autonomy is a significant job resource and may lead to higher motivation and engagement. At the same time, job autonomy may reduce the adverse effects of job demands on strain. Also, the job characteristic model (Hackman & Oldham, 1980) explains the positive relationship between job autonomy and motivation. Drawing on these models, we expect positive effects of these new ways of work on employees' motivation.

On the other hand, new managerial practices confront employees with specific demands; particularly with increased self-regulatory demands (Dettmers & Bredehöft, 2020). In order to meet the goals, employees have to make the right decisions and plan projects efficiently. Self-organization and self-discipline that are important for self-employed people become crucial for employees. Pressures and problems of the organization become the employees' problems (Kratzer & Dunkel, 2015). The responsibility for goal performance leads to pressure to succeed, with a consequence that employees experience a high workload and make unethical decisions (Welsh et al., 2019).

In recent years the way we work has also been changed by new information and communication technologies (ICT) (Demerouti et al., 2014). This digitalization of work brings in more flexibility in terms of time and place of work. Flexibility comes with opportunities and risks. It offers more flexible ways to arrange work and private life hours, which may, for instance, ease childcare responsibilities. Work-related ICT-use offers the possibility of working everywhere and everywhen and thereby extending the working hours substantially. Extended use for work-related ICT may also blur the boundaries between work and private life, increasing the demands on employees' self-regulation (Cooper & Lu, 2019).

To deal with the higher demands on self-regulation (e.g., boundary management), employees may well use strategies that potentially impact negatively on their health. Several strategies with which employees try to cope with increased demands, as well as higher flexibility, have been documented (Krause et al., 2012). On the one hand, these behavior patterns help employees to achieve their goals, but, on the other hand, they are detrimental to health and have been referred to as self-endangering work behaviors (Krause et al., 2015). Such behaviors represent a form of coping strategy with which to deal with heavy workloads and meet the high demands of self-organization (Dettmers, Deci, et al., 2016). Examples of such behaviors are working even when sick (presenteeism), consuming substances (for stimulation or recovery),

and intensifying working hours (e.g., working faster) (Krause et al., 2012).

To sum up: High autonomy and simultaneous pressure for success in combination with the opportunities of modern ICT that allow working almost everywhere and every time, facilitates the extension of working hours to deal with high work demands, i.e., workload. The strategy of extending working hours is highly prevalent in Swiss employees (Krause et al., 2018; Schulthess, 2017).

The positive correlation of workload with exhaustion was described by many researchers (Bowling et al., 2015). This relation not only applies to the between-person level but also to the within-person level (Demerouti et al., 2015; Pindek et al., 2019), meaning that on days when people have a higher workload than usual, they are also more exhausted after work than usual. As far as we know, little is known so far on the processes that might mediate such a relationship on the within-person level (Pindek et al., 2019).

Therefore, in the present study, we focus on the association between daily workload and exhaustion after a working day and the extension of working hours as a possible explanation for this relationship. Working longer is reflected by working unscheduled overtime, lacking sufficient recovery time, being always available for work-related issues, and reducing the time spent on family and private activities (Dettmers, Deci, et al., 2016; Dettmers, Vahle-Hinz, et al., 2016). The concept of extending working hours can be divided into two categories: (1) working longer hours and (2) working instead of engaging in leisure activities (Deci et al., 2016). The first of these categories, working longer hours, can manifest itself in different coping behaviors: For example, it can mean skipping breaks or working longer than planned. However, these two strategies are not necessarily related (Baethge et al., 2019), indicating that a person that uses one of the strategies not automatically uses the other strategy to the same extent. We, therefore, assume that these coping strategies should not be regarded as a shared construct but should be considered independently.

Of the several strategies of extending working hours, we investigate two concrete behaviors in this study. These two strategies might help to extend actual working time in order to get more done and are applicable during a working week: *Skipping breaks* and *working longer than initially planned*. Other strategies that are common to extend one's working hours, such as working during vacation (Fritz & Sonnentag, 2006) and working on weekends (Jamal, 2004), are not in the scope of the current study.

The first aim of the current study is to investigate the prevalence and patterns of these two strategies. In most existing studies, these strategies have been analyzed together as one strategy of extending working

hours (Krause et al., 2015). We are interested in the prevalence of the strategies and in personal preferences of using the two strategies.

Although these two strategies mentioned above might help employees to cope with the high demands at the workplace (at least in the short run), these strategies might well have a negative effect on their well-being. Despite not necessarily leading to the attainment of the goals, these strategies are often used by and considered to be typical coping behavior (Deci et al., 2016).

The two strategies *skipping breaks* and *working longer than initially planned* are a way of extending one's working hours. *Working longer than initially planned* extends hours spent at work and, at the same time, reduces hours spent in the private life domain. The reduced time investment in the private life domain may lead to increased work-family conflict (Adkins & Premeaux, 2012). Furthermore, fewer non-work hours may lead to fewer leisure activities that are beneficial for health, such as doing sports (Bakker et al., 2012). Non-work time is crucial for recovery from work and in the long run for staying healthy.

A break is a specific period within a working day during which there are no work-related tasks to be completed or during which an employee turns his attention away from work tasks (Hunter & Wu, 2016; Trougakos et al., 2008). The positive effects of taking breaks during work on recovery have been shown for decades (Kim et al., 2016). Besides the positive effects on recovery, breaks offer other benefits such as time for social contact with colleagues for communication and information exchange and foster performance and engagement (Kim et al., 2018; Kühnel et al., 2017).

Both strategies have in common that resources (i.e., time and energy) are invested in work goals. That leads to reduced recovery time. According to the effort recovery model by Meijman and Mulder (1998), effort leads to a need for recovery. Therefore, we assume a positive association with these daily work extending strategies and exhaustion at the end of the workday.

The second aim of the current study is to analyze associations between workload, the extending of working hours as self-endangering work behaviors, and exhaustion on the within-person level. Different strategies might have different effects on work-related well-being outcomes (Pindek et al., 2019): For example, the strategy to work longer may correlate more strongly with work engagement than the strategy to skip breaks (Baethge et al., 2019). Self-endangering work behavior strategies might mediate the harmful effects of high workload on subjective well-being, health, and work-related outcomes. We hypothesize that workload is positively associated with self-endangering coping strategies. Furthermore, we assume that self-endangering work behavior might partially ex-

plain the negative association between workload and exhaustion after a workday. We hypothesize that on days with a higher workload than usual, participants of our study will be more exhausted than usual after a working day. Also, we hypothesize that on days with a higher workload than usual, more of these strategies will be used, which partially explains the effect of daily workload on exhaustion. We, therefore, formulated three hypotheses:

Hypothesis 1: There is a positive association between daily workload and exhaustion after a workday.

Hypothesis 2: The positive association between daily workload and exhaustion after a workday is partially explained by skipping breaks.

Hypothesis 3: The positive association between daily workload and exhaustion after a workday is partially explained by working longer than planned.

1 Method

1.1 Sample and procedure

We collected data from 120 employees in Switzerland during two working weeks. Data were assessed via smartphones in a daily diary study on workdays over a period of 2 weeks. A first online questionnaire gathering sociodemographic data as well as some context data was followed by a 2-week daily diary phase. Participants had to answer a questionnaire at the end of each workday. On each workday, we assessed the workload, the use of the two self-endangering work strategies (i.e., *skipping breaks*, *working longer than planned*) and the level of exhaustion after work.

Recruitment took place via personal contact on the one hand and via social media on the other. This procedure resulted in a total of 1.034 data points from 120 employees. We eliminated data if the participants did not fill out the daily questionnaire within one hour after finishing their work to prevent outcome variables from being influenced by leisure activities. Furthermore, we kept only participants who completed five or more daily questionnaires (Bolger & Laurenceau, 2015). As a result, we analyzed 639 observations from 87 individuals.

Of this $N = 87$ employees, 42 were female (48 %), mean age was 36.49 years ($SD = 10.97$, range = 20-64).

1.2 Measures

Due to the study design using daily questionnaires, items had to be kept to a minimum. Self-endangering working strategies were assessed with the following

items adapted from Krause et al.'s subscale *work extension* (Krause et al., 2015):

Self-endangering work behavior 1, *skipping breaks* reads: „Today, during my work I did skip breaks or shortened them significantly.“

Self-endangering work behavior 2, *working longer* reads: „Due to high workload, I worked longer hours today.“

Daily exhaustion was assessed with adjectives from the shortened mood scale from McNair, Looor, and Droppelman (McNair et al., 1971), a sample item reads: „After today's work day, I feel exhausted“. Daily workload was assessed with the German version of the Quantitative Workload Inventory from Spector and Jex (Spector & Jex, 1998). A sample item reads: „I did not have enough time for all my tasks.“

For all scales answering options reached from 1 „applies not at all“ to 5 „fully applies“.

1.3 Statistical analysis

As we were interested in mediation analysis with nested data, we decided to conduct a multilevel structural equation model (MSEM) (Preacher et al., 2011) using Mplus (Version 8).

To distinguish the used variables, we conducted a multilevel confirmatory factor analysis (MCFA). MCFA, unlike single-level CFA, allows researchers to include the two levels of data simultaneously (Dyer et al., 2005). To confirm our hypothesized latent variable factor structure, we conducted the MCFA following the procedure proposed by Dyer et al. (2005). We treated each of the two strategies as a separate factor, which is allowed when the used items measure concrete and distinctive behavior (Petrescu, 2013) as it is the case in our study. We modeled all the factors at both the within-level and the between-level. Our proposed model showed a good fit [$\chi^2(20) = 28.567, p < .001$, comparative fit index (CFI) = .992, Tucker Lewis index (TLI) = .982, root mean square error of approximation (RMSEA) = .026, standardized root mean square residual (SRMR) (within) = .020 and SRMR (between) = .041].

2 Results

Means, standard deviations, ICC(1)s, and correlations of all the measures used in the study are presented in table 1. Working longer correlates with skipping breaks on the within and the between level. To reflect the multilevel structure of the data, two-level alpha was calculated (Geldhof et al., 2014). The scale for workload appears to be more reliable between person [$\alpha = .899, 95\% \text{ CI } (.848, .950)$] than within person [$\alpha = .771, 95\% \text{ CI } (.722, .820)$]. The scale for exhaustion also is more reliable on the between-level [$\alpha = .877, 95\% \text{ CI } (.797, .957)$] than on the within-level [$\alpha = .688, 95\% \text{ CI } (.615, .750)$].

To decide whether a particular strategy was conducted on a day and thus find out more about prevalence, we recoded the answers to the two strategies as follows: If the answer was „does not apply“, we coded the answer with 0, meaning the strategy was not used on this day. In all other cases we coded the answer with 1, meaning the strategy was applied to a certain degree on this workday. Descriptive analyses show that on 355 of the 639 days (55.6%), the strategy *skipping breaks* was applied and on 358 of the days people did *work longer than planned* (56.0%). We can therefore say that in the current sample the strategies *skipping breaks* and *working longer than planned* were used about equally often.

We are interested if people use the two strategies in different ways, e.g., if there are differences in the preference for the two work extension strategies. 9 participants used on 0 to 20% of their working days at least one of the two strategies. 9 participants on 21 to 40%, 7 participants on 41 to 60%, 22 participants on 61 to 80% and 40 participants on 81 to 100% of the workdays. These results suggest that people differ in the way they use the two strategies.

Results of the multilevel structural equation model are presented in figure 1. We used Preacher et al.'s (2010) M-Plus syntax for a 1-(1-1)-1 mediation with random intercepts and fixed slopes to fit our mediation model. As presented in figure 1 we modelled all

Table 1: Means, standard deviations, and correlations.

Variable	M_w	SD_w	M_b	SD_b	ICC(1)	1	2	3	4
1. Workload	2.44	1.05	2.45	0.78	0.49	-	.35**	.49***	.76***
2. Exhaustion	3.06	0.99	3.07	0.67	0.37	.33***	-	.51***	.25*
3. Skipping breaks	2.23	1.40	2.24	0.95	0.40	.41***	.36***	-	.55***
4. Working longer	2.39	1.51	2.42	1.00	0.35	.64***	.27***	.39***	-

Notes: Within level $N = 639$, between level $N = 87$; correlations below the diagonal are within level, above between level. w = within level, b = between level. ICC(1) = intraclass correlation (proportion of the between-person variance compared with the total variance).

relationships between the variables on both the within-person and the between-person level. Our proposed multilevel model showed good data fit [CFI = .995, TLI = .990, RMSEA = .017, SRMR (within) = .018, SRMR (between) = .038].

We expected a positive association between daily workload and exhaustion after the workday (H1). This relationship is shown in the data ($B = .54$, $p = .001$), and hypotheses 1 therefore supported. On the within-person level, we expected the positive association between workload and exhaustion after a workday to be partially explained by the two strategies skipping breaks (H2) and working longer (H3). Workload and skipping breaks are related ($B = .60$, $p < .001$), but skipping breaks and exhaustion are not ($B = .05$, $p = .278$). There is no indirect effect of skipping breaks on exhaustion [.03 (CI = -.02 to .08)]. Thus, hypotheses 2 is rejected. Workload and working longer are related ($B = .97$, $p < .001$), but working longer and exhaustion are not ($B = .06$, $p = .175$). There is no indirect effect of working longer on exhaustion [.06 (CI = -.02 to .14)]. Thus, hypotheses 3 is rejected.

5 Discussion

In the modern world of work, the demands on self-regulation are increasing. Employees assume responsibility in achieving goals and in dealing with the amount

of work involved. A precise understanding of coping strategies for dealing with high workloads and their effects, for example, on recovery and exhaustion, is necessary.

We were able to show that at least two strategies can be distinguished when dealing with high workloads: *skipping breaks* and *working longer than initially planned*. Individuals differ in the extent to which they use the two strategies. Most of the study participants used at least one of the two strategies on almost each workday, while for a minority the strategies are rather the exception.

It is necessary to distinguish between different strategies for dealing with a large amount of work. We suggest that the two strategies have different predictors and different effects. Even if it is specifically about the extension of working time in the context of a high workload, it is worth making a precise distinction. We should, therefore, regard *skipping breaks* and *working longer than initially planned* as separate concepts and examine connections with workload and well-being in a differentiated way. For the first time, these strategies were recorded separately in a diary study.

With regard to the connection between workload and exhaustion, the first hypothesis was confirmed. There is a positive association between daily workload and exhaustion after a workday. The mediation hypotheses on the within level have not been supported. Although on days with a high workload, the study

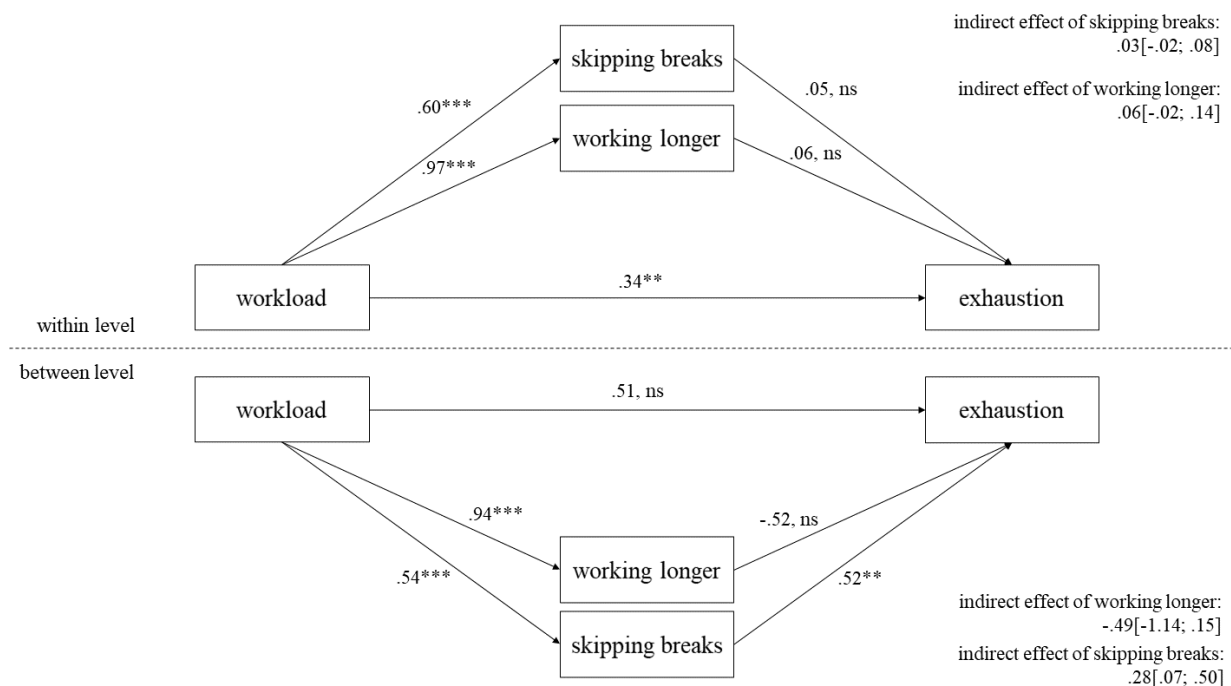


Figure 1: Results of the multilevel structural equation model. Within level $N = 639$, between level $N = 87$; values are unstandardized; values in square brackets represent 95 % confidence interval of indirect effects (Monte Carlo method). * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$ (two-tailed).

participants reported, as expected, that they were more likely to avoid breaks and work longer than planned. Neither strategy is related to exhaustion at the end of the working day. Therefore, no mediating effect could be shown in this study. Strategies such as *skipping breaks* do not mediate the effect of high workloads on exhaustion when we consider the within effects. Although on days with high workload, employees skip breaks and work longer hours, and this is not associated with exhaustion that day. It was shown in research on challenge-hindrance stressor framework, that time pressure had a positive short-term effect on work engagement (Podsakoff et al., 2007; Schmitt et al., 2015). When there was increased time pressure over a more extended period, the effect on work engagement became negative. In the short term, time pressure is considered a challenging effect, while in the long term, it is seen as a hindering effect (Baethge et al., 2018). The two strategies examined in this study may have a similar relationship with exhaustion: There is no short-term association because the negative effect of strategies like working longer on exhaustion only becomes apparent after a specific time, i.e., more than two weeks. This is congruent with the results of the meta-analysis of Pindek et al. (2019) that suggest that strain effects might take some time to fully manifest.

Nonetheless, more workload went hand in hand with more exhaustion also on within level. There may be other strategies and processes that need to be considered and which mediate the effects. A more detailed examination of the work-related cognitions can provide answers here (Sonnentag & Fritz, 2015). Michel et al. (2016) showed that threatening emotions like fear could worsen recovery experience. Work-related worries are positively related to exhaustion (Casper & Sonnentag, 2020).

Remarkable is a finding that was not in the focus of our study and refers to between level: Skipping breaks is particularly important to understand the effects of workload on exhaustion. The higher the workload over the study period, the more employees use the strategies working longer and skipping breaks. On the between level, the strategy skipping breaks fully mediates the association between workload and exhaustion in this study. In other words, employees with higher workload over the study period used the strategy skipping breaks to a higher extent, which explains the association between workload and exhaustion. The skipping of breaks seems to be a typical strategy, especially when dealing with high workloads, which in turn is associated with higher exhaustion. It is a well-known phenomenon that breaks are often taken too late when there is a high level of personal responsibility, for example, in the case of working in the field or working from home (Degenhardt et al., 2014). Recently, Bosch

and Sonnentag (2019) have shown that breaks are not taken when they are needed for recreation, but rather as a reward. On the other hand, the positive effects of breaks on health are very well documented (Sianoja et al., 2016).

Sonnentag (2018) classifies this as recovery paradox. Especially under time pressure, we need rest and breaks, but we still do without these recreational activities. We propose to better understand the recovery paradox by looking at the dark side of active coping strategies. Our study shows that employees use active (respectively problem-oriented, promotion-focused) coping strategies to cope with the stressor of a high workload. To skip breaks or to work longer is an active attempt to reduce the work amount. Even if the amount of work can be classified as a challenge stressor comparable to time pressure, which has positive effects on motivation and commitment, negative effects on health dominate (Mazzola & Disselhorst, 2019). The dark side of active coping is a blind spot in coping research. In general, active strategies are supposed to have a positive impact on health (Zhang et al., 2019). Nevertheless, there are active strategies, that are bad for health: We name it self-endangering work behaviors (Dettmers, Deci, et al., 2016; Krause et al., 2015). Sociological approaches help to understand the ambivalent effects of modern forms of work that emphasize employees have to behave as if they were self-employed (Peters, 2011; Pongratz & Voß, 2005). As a result, employees go beyond their performance limits by using active strategies such as extending working hours in order to be successful.

In view of this trend respectively higher personal responsibility, it is also necessary to look at health-promoting and performance-enhancing strategies, which can be expanded in the course of training and encourage self-care. For example, prioritizing and setting boundaries can have positive effects. Such strategies can be used not only individually, but also together in teams (Krause et al., 2017).

We recommend that future diary studies take into account the two strategies considered when referring to work extensification.

3.1 Limitations

A weakness of our study was the lack of explicit consideration of work-related cognitions (e.g., detachment or work-related worries). Abstaining from recording work-related cognitions may make it more challenging to understand the processes leading to exhaustion in diary studies.

A second limitation concerns the operationalization and the number of measurements. We used only one measurement point per day right after work. Exhaustion at bedtime or in the morning would also have

been interesting and might better explain associations between working during leisure and exhaustion. The strategies were assessed only with one item. We recommend the development of an instrument in which the coping strategies *skipping breaks* and *working longer than initially planned* are measured with at least three statements each.

3.2 Strengths

Daily diary studies allow to look at within-person associations. It has been confirmed that the relationship between workload, coping and exhaustion is different depending on whether we consider within or between effects.

Skipping breaks and *working longer than initially planned* are separate concepts. For the first time, these strategies were recorded separately in a diary study. The results speak in favor of a more detailed analysis of health-promoting versus self-endangering coping strategies for dealing with a high workload.

Strategies like skipping breaks may not be critical to health when they are used as a rare exception. But when a high workload is a permanent state, these strategies are used too often and mediate the connection of workload and exhaustion. In the long run, skipping breaks lead to more time being spent working and less recovery time, which may possibly lead to higher exhaustion and to a reduction in subjective well-being after work.

4 Conclusion / Practical implications

A close look at strategies in dealing with high workload might help to understand the recovery paradox (Sonnentag, 2018) and to develop new interventions and trainings to promote self-regulation. In training courses, employees should reflect on and develop their individual strategies. Here, it is essential to promote conscious reflection so that employees think about how they typically deal with a large amount of work and why they may exhibit health-critical behavior. For example, it is not sufficient to point out the high importance of breaks. Employees must also reflect on why they do not take breaks, what the advantages and disadvantages are, and whether they are willing to change their behavior.

Also, an exchange on strategies promotes the development of common strategies in working teams (Krause et al., 2017). A further implication concerns leadership behavior. In the meantime, the effect of management behavior on the health of employees has been well documented (Franke et al., 2014). Exemplary behavior by managers in dealing with their own health and in dealing with stress at work has a positive

effect on their employees. It is, therefore, worthwhile in companies for managers to consciously deal with a high workload, at least if they rely on motivated and healthy employees (Kelly & Moen, 2020). Top management, lower management, and employees must understand that a high workload has adverse effects on health in the long run, for example, because they then increasingly skip breaks. We, therefore, need open, joint communication in companies in times of high workload.

References

- Adkins, C. L. & Premeaux, S. F. (2012). Spending time: The impact of hours worked on work–family conflict. *Journal of Vocational Behavior, 80* (2), 380–389. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2011.09.003>
- Baethge, A., Deci, N., Dettmers, J. & Rigotti, T. (2019). „Some Days Won’t End Ever“: Working Faster and Longer as a Boundary Condition for Challenge Versus Hindrance Effects of Time Pressure. *Journal of Occupational Health Psychology, 24* (3), 322–332. <https://doi.org/10.1037/ocp0000121>
- Baethge, A., Vahle-Hinz, T., Schulte-Braucks, J. & van Dick, R. (2018). A matter of time? Challenging and hindering effects of time pressure on work engagement. *Work & Stress, 32* (5), 228–247. <https://doi.org/10.1080/02678373.2017.1415998>
- Bakker, A. B. & Demerouti, E. (2017). Job demands–resources theory: Taking stock and looking forward. *Journal of Occupational Health Psychology, 22* (3), 275–285. <https://doi.org/10.1037/ocp0000056>
- Bakker, A. B., Demerouti, E., Oerlemans, W. & Sonnentag, S. (2012). Workaholism and daily recovery: A day reconstruction study of leisure activities. *Journal of Organizational Behavior, 34* (1), 87–107. <https://doi.org/10.1002/job.1796>
- Bal, P. M. & Dóci, E. (2018). Neoliberal ideology in work and organizational psychology. *European Journal of Work and Organizational Psychology, 27* (5), 536–548. <https://doi.org/10.1080/1559432X.2018.1449108>
- Bauman, Z. (2000). *Liquid Modernity*. Cambridge: Polity.
- Bolger, N. & Laurenceau, J.-P. (2013). *Intensive longitudinal methods: An introduction to diary and experience sampling research*. New York: The Guilford Press.
- Bosch, C. & Sonnentag, S. (2019). Should I take a break? A daily reconstruction study on predicting micro-breaks at work. *International Journal of Stress Management, 26* (4), 378–388. <https://doi.org/10.1037/str0000117>
- Bowling, N. A., Alarcon, G. M., Bragg, C. B. & Hartman, M. J. (2015). A meta-analytic examination of the

- potential correlates and consequences of workload. *Work & Stress*, 29 (2), 95-115. <https://doi.org/10.1080/02678375.2015.1035037>
- Casper, A. & Sonnentag, S. (2020). Feeling exhausted or vigorous in anticipation of high workload? The role of worry and planning during the evening. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 93 (1), 215-242. <https://doi.org/10.1111/joop.12290>
- Cooper, C. L. & Lu, L. (2019). Excessive availability for work: Good or bad? Charting underlying motivations and searching for game-changers. *Human Resource Management Review*, 29 (4), Article 100682. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2019.01.005>
- Deci, N., Dettmers, J., Krause, A. & Berset, M. (2016). Coping in Flexible Working Conditions-Engagement, Disengagement and Self-Endangering Strategies. *Psychology of Everyday Activity*, 9 (2), 49-65. http://www.allgemeine-psychologie.info/wp/wp-content/uploads/2019/01/04_deci_korr.pdf
- Degenhardt, B., Gisin, L. & Schulze, H. (2014). *Schweizerische Umfrage «Home Office 2013»* – Teil 1: Vergleich der Rahmenbedingungen aus der Sicht der nie, unregelmässig und regelmässig alternierend im Home Office Arbeitenden. Hochschule für Angewandte Psychologie FHNW.
- Demerouti, E., Bakker, A. B. & Halbesleben, J. R. B. (2015). Productive and counterproductive job crafting: A daily diary study. *Journal of Occupational Health Psychology*, 20 (4), 457-469. <https://doi.org/10.1037/a0039002>
- Demerouti, E., Derks, D., ten Brummelhuis, L. L. & Bakker, A. B. (2014). New Ways of Working: Impact on Working Conditions, Work-Family Balance, and Well-Being. In C. Korunka, P. Hoonakker (Eds.), *The Impact of ICT on Quality of Working Life* (pp. 125-141). Dordrecht / Netherlands: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8854-0_8
- Dettmers, J. & Bredehöft, F. (2020). The Ambivalence of Job Autonomy and the Role of Job Design Demands. *Scandinavian Journal of Work and Organizational Psychology*, 5 (1), 1-15. <https://doi.org/10.16993/sjwop.81>
- Dettmers, J., Deci, N., Baeriswyl, S., Berset, M. & Krause, A. (2016). Self-Endangering Work Behavior. In M. Wiencke, M. Cacace & S. Fischer (Eds.), *Healthy at Work* (pp. 37-51). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32531-2_4
- Dettmers, J., Vahle-Hinz, T., Bamberg, E., Friedrich, N. & Keller, M. (2016). Extended work availability and its relation with start-of-day mood and cortisol. *Journal of Occupational Health Psychology*, 21 (1), 105-118. <https://doi.org/10.1037/a0039602>
- Dyer, N. G., Hanges, P. J. & Hall, R. J. (2005). Applying multilevel confirmatory factor analysis techniques to the study of leadership. *The Leadership Quarterly*, 16 (1), 149-167. <https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2004.09.009>
- Franke, F., Felfe, J. & Pundt, A. (2014). The Impact of Health-Oriented Leadership on Follower Health: Development and Test of a New Instrument Measuring Health-Promoting Leadership. *German Journal of Human Resource Management: Zeitschrift für Personalforschung*, 28 (1-2), 159-161. <https://doi.org/10.1177/239700221402800108>
- Fritz, C. & Sonnentag, S. (2006). Recovery, well-being, and performance-related outcomes: The role of workload and vacation experiences. *Journal of Applied Psychology*, 91 (4), 936-945. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.91.4.936>
- Geldhof, G. J., Preacher, K. J. & Zyphur, M. J. (2014). Reliability estimation in a multilevel confirmatory factor analysis framework. *Psychological Methods*, 19 (1), 72-91. <https://doi.org/10.1037/a0032138>
- Hackman, J. R. & Oldham, G. R. (1980). *Work Redesign*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Hunter, E. M. & Wu, C. (2016). Give me a better break: Choosing workday break activities to maximize resource recovery. *Journal of Applied Psychology*, 101 (2), 302-311. <https://doi.org/10.1037/apl0000045>
- Jamal, M. (2004). Burnout, stress and health of employees on non-standard work schedules: a study of Canadian workers. *Stress and Health*, 20 (3), 115-119. <https://doi.org/10.1002/smi.1012>
- Kelly, E. & Moen, P. (2020). Fixing the Overload Problem at Work. *MIT Sloan Management Review*. <https://sloanreview.mit.edu/article/fixing-the-overload-problem-at-work/>
- Kim, S., Park, Y. & Headrick, L. (2018). Daily micro-breaks and job performance: General work engagement as a cross-level moderator. *Journal of Applied Psychology*, 103 (7), 772-786. <https://doi.org/10.1037/apl0000308>
- Kim, S., Park, Y. & Niu, Q. (2016). Micro-break activities at work to recover from daily work demands. *Journal of Organizational Behavior*, 38 (1), 28-44. <https://doi.org/10.1002/job.2109>
- Kratzer, N. & Dunkel, W. (2015). Neue Steuerungsformen bei Dienstleistungsarbeit – Folgen für Arbeit und Gesundheit. In G. Junghanns & M. Morschhäuser (Hrsg.), *Immer schneller, immer mehr* (S. 41-61). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-01445-2_5
- Krause, A., Baeriswyl, S., Berset, M., Deci, N., Dettmers, J., Dorsemagen, C., Meier, W., Schraner, S., Stetter, B. & Straub, L. (2015). Selbstgefährdung als Indikator für Mängel bei der Gestaltung mobil-flexibler Arbeit: Zur Entwicklung eines

- Erhebungsinstrumente. *Wirtschaftspsychologie*, 4, 49-59.
- Krause, A., Dorsemagen, C., Stadlinger, J. & Baeriswyl, S. (2012). Indirekte Steuerung und interessierte Selbstgefährdung: Ergebnisse aus Befragungen und Fallstudien. Konsequenzen für das betriebliche Gesundheitsmanagement. In B. Badura, A. Ducki, H. Schröder, J. Klose & M. Meyer (Hrsg.), *Fehlzeiten-Report 2012* (S. 191-202). Berlin / Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29201-9_20
- Krause, A., Schulze, H. & Windlinger, L. (2018). Mobile/flexible working and health. In A. Blum-Rüegg (Ed.), *Workplace Health Management: Principles and Trends (Report 7)* (pp. 73-93). Health Promotion Switzerland. https://gesundheitsfoerderung.ch/assets/public/documents/en/5-grundlagen/publikationen/bgm/berichte/Report_007_HPS_2018-11_-_WHM_-_Principles_and_Trends.pdf
- Krause, A., Schwendener, S., Berset, M., Knecht, M. & Bogusch, K. (2017). Team strategies for coping with time pressure. *Psychology of Everyday Activity*, 10 (2), 4-21. http://www.allgemeine-psychologie.info/wp/wp-content/uploads/2019/12/01_Krause.pdf
- Kühnel, J., Zacher, H., de Bloom, J. & Bledow, R. (2017). Take a break! Benefits of sleep and short breaks for daily work engagement. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 26 (4), 481-491. <https://doi.org/10.1080/1359432X.2016.1269750>
- Matta, V. I. (2015). Führen selbstgesteuerte Arbeitszeiten zu einer Ausweitung der Arbeitsstunden? *Zeitschrift für Soziologie*, 44 (4), 253-271. <https://doi.org/10.1515/zfsoz-2015-0405>
- Mazzola, J. J. & Disselhorst, R. (2019). Should we be „challenging“ employees?: A critical review and meta-analysis of the challenge-hindrance model of stress. *Journal of Organizational Behavior*, 40 (8), 949-961. <https://doi.org/10.1002/job.2412>
- McNair, D. M., Lorr, M. & Droppleman, L. F. (1971). *EITS manual of the Profile of Mood States*. Educational & Industrial Testing Services (EITS), San Diego.
- Meijman, T. F. & Mulder, G. (1998). Psychological aspects of workload. In P. J. D. Drenth, H. Thierry & C. J. de Wolff (Eds.), *Handbook of work and organizational psychology, Vol. 2* (pp. 5-35). Hove, UK: Psychology Press.
- Messenger, J., Vargas Llave, O., Gschwind, L., Boehmer, S., Vermeylen, G. & Wilkens, M. (2017). *Working anytime, anywhere: The effects on the world of work*. Publications Office of the EU. <https://doi.org/10.2806/425484>
- Michel, A., Turgut, S., Hoppe, A. & Sonntag, K. (2016). Challenge and threat emotions as antecedents of recovery experiences: findings from a diary study with blue-collar workers. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 25 (5), 674-689. <https://doi.org/10.1080/1359432X.2015.1128414>
- Peters, K. (2011). Indirekte Steuerung und interessierte Selbstgefährdung: Eine 180-Grad-Wende bei der betrieblichen Gesundheitsförderung. In N. Kratzer, W. Dunkel, K. Becker & S. Hinrichs (Hrsg.), *Arbeit Und Gesundheit Im Konflikt – Analysen Und Ansätze Für Ein Partizipatives Gesundheitsmanagement* (S. 105-122). Berlin: edition sigma.
- Petrescu, M. (2015). Marketing research using single-item indicators in structural equation models. *Journal of Marketing Analytics*, 1 (2), 99-117. <https://doi.org/10.1057/jma.2015.7>
- Pindek, S., Arvan, M. L. & Spector, P. E. (2019). The stressor-strain relationship in diary studies: A meta-analysis of the within and between levels. *Work & Stress*, 33 (1), 1-21. <https://doi.org/10.1080/002678573.2018.1445672>
- Podsakoff, N. P., LePine, J. A. & LePine, M. A. (2007). Differential challenge stressor-hindrance stressor relationships with job attitudes, turnover intentions, turnover, and withdrawal behavior: A meta-analysis. *Journal of Applied Psychology*, 92 (2), 438-454. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.92.2.438>
- Pongratz, H. J. & Voß, G. G. (2005). From employee to 'entreeployee'. *Concepts and Transformation*, 8 (3), 239-254. <https://doi.org/10.1075/cat.8.3.04pon>
- Preacher, K. J., Zhang, Z. & Zyphur, M. J. (2011). Alternative methods for assessing mediation in multilevel data: The advantages of multilevel sem. *Structural Equation Modeling*, 18 (2), 161-182. <https://doi.org/10.1080/10705511.2011.557329>
- Preacher, K. J., Zyphur, M. J. & Zhang, Z. (2010). A general multilevel SEM framework for assessing multilevel mediation. *Psychological Methods*, 15 (3), 209-235. <https://doi.org/10.1037/a0020141>
- Rodgers, R. & Hunter, J. E. (1991). Impact of management by objectives on organizational productivity. *Journal of Applied Psychology*, 76 (2), 522-536. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.76.2.522>
- Schmitt, A., Ohly, S. & Kleespies, N. (2015). Time Pressure Promotes Work Engagement. *Journal of Personnel Psychology*, 14 (1), 28-36. <https://doi.org/10.1027/1866-5888/a000119>
- Schulthess, S. (2017). Selbstgefährdung und die Folgen für die Gesundheit – eine Analyse von Kadermitarbeitenden. *Psychology of Everyday Activity*, 10 (2), 22-35. http://www.allgemeine-psychologie.info/wp/wp-content/uploads/2019/12/02_Schulthess.pdf

- Seitz, J. & Rigotti, T. (2018). How do differing degrees of working-time autonomy and overtime affect worker well-being? A multilevel approach using data from the German Socio-Economic Panel (SOEP). *German Journal of Human Resource Management: Zeitschrift Für Personalforschung*, 32 (3-4), 177-194. <https://doi.org/10.1177/2397002218780630>
- Sianoja, M., Kinnunen, U., de Bloom, J., Korpela, K. & Geurts, S. (2016). Recovery during Lunch Breaks: Testing Long-Term Relations with Energy Levels at Work. *Scandinavian Journal of Work and Organizational Psychology*, 1 (1), 1-12. <https://doi.org/10.16993/sjwop.13>
- Sonnentag, S. (2018). The recovery paradox: Portraying the complex interplay between job stressors, lack of recovery, and poor well-being. *Research in Organizational Behavior*, 38, 169-185. <https://doi.org/10.1016/j.riob.2018.11.002>
- Sonnentag, S. & Fritz, C. (2015). Recovery from job stress: The stressor-detachment model as an integrative framework. *Journal of Organizational Behavior*, 36 (1), 72-103. <https://doi.org/10.1002/job.1924>
- Spector, P. E. & Jex, S. M. (1998). Development of four self-report measures of job stressors and strain: Interpersonal Conflict at Work Scale, Organizational Constraints Scale, Quantitative Workload Inventory, and Physical Symptoms Inventory. *Journal of Occupational Health Psychology*, 3 (4), 356-367. <https://doi.org/10.1037/1076-8998.3.4.356>
- Trougakos, J. P., Beal, D. J., Green, S. G. & Weiss, H. M. (2008). Making the Break Count: An Episodic Examination of Recovery Activities, Emotional Experiences, and Positive Affective Displays. *Academy of Management Journal*, 51 (1), 131-146. <https://doi.org/10.5465/amj.2008.50764063>
- Welsh, D., Bush, J., Thiel, C. & Bonner, J. (2019). Reconceptualizing goal setting's dark side: The ethical consequences of learning versus outcome goals. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 150, 14-27. <https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2018.11.001>
- Zhang, Y., Zhang, Y., Ng, T. W. H. & Lam, S. S. K. (2019). Promotion- and prevention-focused coping: A meta-analytic examination of regulatory strategies in the work stress process. *Journal of Applied Psychology*, 104 (10), 1296-1323. <https://doi.org/10.1037/apl0000404>

Correspondence to:

Jonas Mumenthaler, MSc
University of Applied Sciences and
Arts Northwestern Switzerland FHNW
Department of Psychology
Riggenbachstraße 16
CH-4600 Olten
jonas.mumenthaler@fhnw.ch

SEA 2.0 – Systematic analysis of company events – www.eval.at/SEA

Sylvia Rothmeier-Kubinecz* & David Knittl**

* Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (Austrian Workers Compensation Board), Wien

** Unternehmensberatung Rudolf Exel (consultancy), Grafenschachen

ABSTRACT

Talking about the analysis of accidents at work three challenges must be considered. First: An accident cannot be regarded as merely an event that occurs only at a specific point in time. Second: The fact that an accident occurs within a specific work situation must be considered. In addition, when describing the incident, the analysing team should not reflect the possible reasons for this specific accident. This can be tackled by applying the guideline of the Association of German Engineers (VDI) 4006 Part 3 (2013). Salzmann (2011) re-analysed four near-miss events and accidents under consideration of the requirements of the guideline VDI 4006-3. It can be said that analysing under consideration of the guideline delivers results, which are much better suitable, minimizing a possible recurrence of this unwanted event in the company. In this article the technical demands and features of a web-based tool called SEA (Systematic Event Analysis) will be presented. It was originally developed in 2014 and recently updated to version 2.0 by AUVA (Austrian Workers Compensation Board) for a systematic analysis of company events.

Keywords

Risk assessment – human-machine-function allocation – work science – occupational Psychology – holistic event analysis – man-machine system (MMS) – human reliability – human error – operational level

1 Introduction

Description of the situation

In 2010 the first draft of a guideline, VDI 4006 Part 3 was issued. This standard of the Association of German Engineers (VDI) defines specific principles, considering specific requirements, for a holistic event analysis. Salzmann (2011) described in his master's thesis the practical application of the standard in an aluminium-processing company.

In 2014 the AUVA (Austrian Workers Compensation Board) developed a web-based tool called SEA (Systematic Event Analysis) in accordance with VDI 4006 Part 3 (2013): „Methods for event analysis regarding human behaviour“ for the operational use in companies of all sizes in any sector. The information collected can be elaborated for not only cause analysis, but also for the purpose of risk assessment, deriving suitable design measures and prevent the recurrence of unwanted events in the company. Einwögerer

(2020) used the SEA tool for complaint management. SEA provides a holistic event analysis and a risk assessment including the detection of technical defects, organizational weaknesses, latent errors, definition of preventive measures and explanatory fact sheets.

2 Methods for event analysis regarding human behaviour

Company practice shows that concerning this matter there consist three principal issues in Austrian companies.

First: An accident is regarded to be merely an event that occurs only at a specific point in time.

Second: The fact that an accident occurs within a specific work situation is largely ignored.

Third: While analysing the incident the analysing team draws conclusions about the possible reasons for the specific accident too hastily. Due to this it is not cleared up firstly whether the acting person is the cause or

the source of the near miss or the accident, neither of which is necessarily the case. This can be avoided if certain principles are considered, which are described in the standard VDI 4006 Part 3 (2015) of the Association of German Engineers. The standard VDI 4006 (Part 1, 2015; Part 2, 2017; Part 3, 2015) covers human reliability assessment methods.

First: An accident is considered as an event that occurs only at a specific point in time.

Every near miss or accident is preceded by a chain of events. Hence, there are various causes for it, not only one. We owe Reason (1994, p. 255-256) the finding, that if we look at the operational level, possible explanatory factors for errors in the workplace can be found on various levels: On the execution level, where active errors occur, which result directly in a fault or accident. Also on the maintenance level, where latent errors have an undetected and event-enhancing effect. Under certain circumstances, latent errors remain undetected before an active error occurs. The latent error is a contributing cause in triggering the active error and can occur extremely remote in time and space from the active error (Badke-Schaub, et al., 2012, p. 43). Errors in the workplace can also go hand in hand with technical defects or technical failures on the system design level. Organizational weak points can be considered as the cause or source of the near miss or the accident on the organizational level. Last but not least, on the regulatory level the default of legal requirements has to be considered. Faults at the workplace on these levels can be the lack of a guideline, a non-functioning device, inaccurate or missing information or unqualified personnel. The different levels are in mutual interaction and interdependence.

Second: Ignoring the fact that an accident occurs within a specific work situation.

An employee depends on colleagues, work time, order placement, task and job description, work equipment, internal rules, deadlines etc. Therefore, an employee is always part of the work system. The event analysis must be carried out in consideration of the work system.

„A human error always exists in a working system. It is characterized by an undesired or faulty state of the entire system. It then leads to a situation where the requirements of the system are not met or met inadequately. The individual is only part of the working system and interacts together with other portions of the working system. All portions within the working system may be dependent upon each other or may interact in a reciprocal way.“ (Sträter, 2016, p. 47)

Therefore, in addition to an information collection for identifying sub-events on various levels of the operational level, in a holistic event analysis the sub events are registered as individual Man-Machine-Sys-

tems (MMS) (cf. VDI 4006 Part 1, 2 and 3: fig.3, p.15): Task, result, order placement, order fulfilment, communication, system, feedback, human being, activity, environment, situation.

Third: The acting person is not necessarily the cause or source of the near miss or the accident.

If a person commits an error, possibly the cause for the error lies in the person himself, or the error has an external cause - causes are not known at the time the event occurs.

There is a difference between human behaviour, error and cause for human error. Various scientists make this distinction. Sträter, 2016, p. 46 distinguishes between „behaviour“ and „cause for behaviour“ using the terms „Phenotype“ for the observed behaviour and „Genotype“ for the underlying cause.

Hollnagel, (2019) distinguishes also Safety 1 and Safety 2. Safety 1 means that nothing goes wrong. Safety 2 means that things go well. Safety 1 is defined as the condition where the number of accidents, incidents or near misses is as low as possible. From this point of view, only harmful events attract attention, although they are rare and isolated. Another way to look at safety is Safety 2. When something goes wrong, it usually went well many times before. Therefore, safety concerns should be directed at everyday events, meaning they should be directed at events when „nothing“ happens, when work just goes as it should. It is invisible and we take it for granted. What is called Safety 2 is the ability to succeed under varying conditions.

In the tool SEA 2.0 a contribution to Safety 2 is, that in the tool the user is asked whether the activity was a situation-improving measure or a situation-improving reaction and to document this (chapter 3.1). Since a lot of information is collected and documented during event data acquisition in SEA, also the events going well are documented. This means the events can be within the tolerance or acceptance limits or permitted limits, a regular or optimal operation or performance, work equipment functioning well, the execution, the progress or the course of the task goes as it should.

Sträter, 2016, p. 46 also makes the distinction of behaviour and cause for the behaviour; he distinguishes between an appearance-related and a cause-related analysis of human error.

For this reason during the analysis of the incident the analysing team draws the conclusions about the possible reasons for the specific accident too prematurely. Therefore, it is important to distinguish between event data acquisition and event assessment (cf. VDI 4006 Part 3: occurrence-oriented and cause-oriented analysis). In the tool SEA 2.0, the two analyses are strictly separated: First a detailed analysis of „What has happened?“ afterwards „Why did it happen?“ in-

cluding the check of the performance shaping factors (chapter 3).

Description of the practical implementation of the guideline

Salzmann described 2011 in his Master's Thesis the practical application of standard VDI 4006/3 in an aluminium processing company. Four near-miss events and accidents were re-analysed under consideration of the requirements of the guideline VDI 4006-5: unsafe working at height, maintenance work on a press during company vacation, repair of a patronize of junk and a forklift truck tipping-over when transporting goods. In a next step, the specific results were compared. Here are his main results:

As a reminder: At the operational level, five levels have to be considered: execution level, maintenance level, system design level, organizational level and regulatory level.

- Possible explanatory factors for work errors can be found in 3 of the 5 levels in the four examples.
- A further result was, that when comparing the measures derived from the method of the company with those derived from the standard VDI 4006 Part 3 it could be clearly shown that the measures in the first case were more obligations, prohibi-

tions and new instructions, whereas those in the latter case were training courses, explanations and revision of existing rules.

- In addition, this comparison of the derived measures showed that according to the method of the company 13 of the measures were allocated to the behaviour, 4 to the technical and one to the organisation. According to the method of the standard four derived measures were allocated to behaviour, 6 to technical and 13 to the organisation. This is the inverse rank order and corresponds to the STOP principle (substitution before technical before organizational before personal measures) in the Austrian law of safety and health of workers at work (ArbeitnehmerInnenschutzgesetz – ASchG).

The frequency of explanatory factors related to different causes of working errors in this study showed, that task preparation (planning a task) was mentioned most often when applying the standard VDI 4006 Part 3. However, information that is more useful can be obtained by evaluating combinations of causes, as it is often their interplay, which resulted in the event. This is a proposal in the standard VDI 4006 Part 3, p. 22. Interactions can be expressed as the relative frequency of shared mentions of explanatory factors. This matrix was created based on Salzmann's evaluations (Figure1).

Relative Häufigkeit von gemeinsamen Nennungen erklärender Faktoren in %	1 Anordnung	2 Anzeigengenauigkeit	3 Aufgabenvorbereitung	4 Auslegung	5 Bedienbarkeit	6 Deutlichkeit	7 Gestaltung	8 Handhabbarkeit	9 Inhalt	10 Kennzeichnung	11 Komplexität	12 Konstruktion	13 Monotonie	14 Vollständigkeit	15 Vorhandensein	16 Zeitdruck	17 Zuverlässigkeit
Relative Häufigkeit der Nennungen pro erkl. Faktor →	3%		33%	15%	15%	6%			3%		3%	3%			12%	6%	
↓ Prozentanteil pro Faktor																	
A Anordnung	x																
B Anzeigengenauigkeit		x															
C Aufgabenvorbereitung			x														
D Auslegung/Organisationsgestaltung	9%		15%	x													
E Bedienbarkeit					x												
F Deutlichkeit				9%		x											
G Gestaltung							x										
H Handbarkeit								x									
I Inhalt						3%			x								
J Kennzeichnung										x							
K Komplexität/ situativ. kompliziert			15%		15%				3%		x						
L Konstruktion				3%	15%							x					
M Monotonie													x				
N Vollständigkeit														x			
O Vorhandensein/ Anweisungen fehlen			9%						15%						x		
P Zeitdruck/ Aufgabe unter Zeitdruck			9%		3%				3%							x	
Q Zuverlässigkeit																	x

Figure 1: Dependency analysis of explanatory factors.

As you can see in Figure 1 task preparation, planning a task was used in connection with system design, complexity, lack of instructions or time pressure.

- The evaluation criteria of Fahlbruch (2000) were applied. The evaluation of the used forms of analysis demonstrated that the effectiveness in the evaluation criteria is given when applying the standard. For example, prevention or protection of stopping the analysis prematurely, deducing premature conclusions and hypothesis. The results showed that due to the results obtained in the comparison of the two different event analysis and the empirical assessment one can say that the analysis method according to VDI 4006-3 is suitable for finding appropriate measures and for improving safety at work.

3 Procedure of the development of the tool SEA

In this part the features of the tool SEA will be described. During the development of the tool the requirements were to follow the specific principles and to consider the specific requirements for a holistic event analysis using the standard VDI 4006 Part 3, but also to make SEA practicable, usable, and applicable for companies of all kinds.

SEA 1.0 was developed in 2014 by AUVA (Austrian Workers Compensation Board) for a systematic analysis of company events. SEA 2.0 was released in mid-2020 (Rothmeier-Kubinecz, 2020). It is a revised version and includes a Video Tutorial. The Video Tutorial supports the user to get acquainted with the tool, when finishing the tool the first time a personal password can be generated. The new version is now also available in English for the first time.

SEA makes it possible to split up an event into a sequence of sub-events and offers support for gathering the information (What has happened?) and for the preparation of the detailed information on the work system (MMS). Based on this data SEA provides an automatically created time-person diagram. Subsequently, the user searches for deviations between the actual sequence of events and the specified or normative sequence. Comparisons are made and deviations are analysed (Why did it happen?) with regard to the components of the MMS, based on the information collected in the occurrence-oriented analysis. Tolerance limits, regular or optimal operation or performance, functioning working equipment, correct execution, progress or course are the specifications for the normative sequence of events. The normative sequence can be identified based on operational documentation, procedural rules, manuals, law of safety and health of workers at work or personnel interviews.

Suitable information can be copied from search results, in Austria downloaded from e.g. the website of the AUVA (www.auva.at) or in the English version from the OSHA website (www.osha.europa.eu). Information can be also found in the own operational documents of the company. SEA 2.0 provides some deep links to country-specific information. Subsequently in the tool SEA, performance shaping factors (PSF) and the type of human error are checked. Pictures support the user's choice of the explanatory factors for the sub events, such as working time conditions, machinery design or task-design, which helps them in making a fast decision.

Since data collection and data assessment are strictly separated, it is possible to derive specific measures for a sustainable prevention of accidents. Furthermore, SEA offers the possibility to download photos, plans, protocols, company documents and public information about health and safety in a download area.

3.1 Development of the tool SEA

To follow the standard 4006 Part 3 SEA 2.0 consists of four options for data acquisition, data assessment and data evaluation:

1. An event sequence model with a time-person diagram (chapter 4.5), generated automatically at the end of the occurrence-oriented analysis of sub-events, based on a man-machine system.
2. An interim report, generated automatically at the end of the cause-oriented analysis based on deviations.
3. The full report, generated automatically at the end of finding out performance shaping factors (PSF) and
4. Assessing human reliability.

Deviations from the procedure in the standard 4006 Part 3 are:

- To make SEA applicable for companies of all kinds and for time limitation in SEA it isn't distinguished between communication between employees (component „communication“ with the components „order placement“ and „order fulfilment“) and communication between operator and machine (components „feedback“ and „result“). Therefore, eight components are checked instead of eleven. To meet the required standard in the tool SEA, the analysis of sub-events is based on a man-machine system with the components „activity“, „task“, „order placement“, „order fulfilment“, „communication“, „technical system“, „environment“ and „specific work situation“.

- The component „Human being“ is taken into account by finding PSF. Factors that influence a person’s ability to perform a task reliably are called performance-shaping factors. Their layout is a precondition for safe action. Because the individual or the operator intervenes in the technical system with their activities or operations (VDI 4006 Part 3; p.18; see also chapter 2), the cognitive loads arising from the task are verified by „Finding out performance shaping factors“.
- The relevance of the different operational levels (chapter 2) is considered in the occurrence-oriented analysis. If the information on the execution level, maintenance level, system design level, organizational level and regulatory level cannot be found, it must be researched. There are two possibilities: To add additional information or copying data from other event modules. The user himself decides at which level the sub-events are to be analysed.

For assessing human reliability, the type of human error is asked. To have another look at safety (Safety 2), the user is also asked, whether the activity was a situation-improving measure or reaction within the last course, which often stays unperceived and, as a consequence, is not documented (see also chapter 2).

At the end of the process, SEA generates a report containing a list of factors that cause and explain errors based on information from standards.

The event sequence model (ad 1), the interim report (ad 2), and the full report (ad 3) make up an overall assessment. Based on this assessment the analysis team works out suitable measures. In preparation of deriving the design measures, the analysis team identifies and weights the factors, which are of crucial importance to this specific event.

In SEA version 2, there is, additionally, the possibility to assign the list of explanatory factors to typical cause categories as mentioned in VDI 4006 Part 3. Interactions can be expressed as the relative frequency of shared mentions of explanatory factors within an overall event. A Matrix will be created automatically (Figure 1).

3.2 Technical demands

This chapter will describe the technical side of the tool SEA.

SEA is a web-based tool designed to run in any modern web browser. However, due to its complexity we currently don’t support mobile devices. Since we are aware that this topic touches very sensitive data, privacy is of utmost concern for us. That means we don’t store any user data permanently on our server.

After 4 hours of inactivity all data for a given user session is permanently deleted from the server.

This means, obviously, that the user themselves is responsible for their data. Anytime while using the tool, the user can download a file with all their data. We also remind the user after completing crucial steps to download their data file. That file can then be imported the next time they want to continue working with it. Keeping that file confidential is the sole responsibility of the user.

During the phase „Why did it happen?“ we ask the user to compare the actual events as they happened to the „optimal“ outcome and mark any deviations. Hence, the user should compare the events to the company policy, but also to applicable laws and norms. In SEA version 2 we support that task by providing the user with a search feature. They can enter a search term (for example „fork-lift truck“) and we will search several websites and find the search term in their publications. Obviously, laws and norms vary greatly from country to country. Therefore, we let the user choose their preferred country and then look in the respective websites for that country. In Austria, for example, we will search on www.auva.at (the Austrian workers’ compensation board), www.arbeitsinspektion.gv.at (the Austrian labor inspectorate), and a few others. The international version will search on www.osha.europa.eu (which should be applicable across the entire EU). We also aim to add other country-specific websites, which can be done at any time in the future. Whenever new websites that provide suitable information are published, we are happy to collaborate with them and include them in our tool. The goal is that in the future the information provided will become more and more specific and well-tailored.

In SEA version 2 the user can also compare a set of different near-miss events or accidents that they used the tool with. The user can upload several of their data files and the tool will then automatically generate a table like the one in Figure 1. For that to work we need multiple data files, of course.

The values in column x and row y in the table indicate how dependent the two explanatory factors are. It is the number of times both factors are mentioned in the same data set divided by the smaller one of the two frequencies of the two factors being mentioned individually. In math terms it is calculated as follows:

$$h_{x,y} = \frac{h_{\text{both factors } x \text{ and } y \text{ are mentioned in the same data set}}}{\min(h_{\text{factor } x \text{ is mentioned}}, h_{\text{factor } y \text{ is mentioned}})}$$

Equation 1: Formula for the entry in column x and row y of the matrix. The letter „h“ denotes the number of times something is mentioned in the given data set. This formula is taken from Sträter’s dissertation (1997).

4 The practical approach to an accident with the tool SEA

This chapter shows how to use SEA, demonstrating it with an exemplary accident, derived from Salzmann's Master Thesis (2011), contractor activity in the construction sector, unsafe working at height.

4.1 Contractor activity in the construction sector, unsafe working at height

On 30.9.2010, the new part of the hall for production and goods transport was opened. The customer P1 gave the opening verbally to his employees P4. Subsequently, the employees began to set up the hall and start production.

On 6.10.2010 at 9:00, the customer P1 gave the list of building defects and the order for repairs to the contractor P2. The order for the contractor P2 was to complete the work within three weeks. One of the work items was to remove the wooden formwork on the crane runways of the new part of the hall. Contractor P2 received the order from the customer P1. On 20.10.2010 at 7:30, the order to remove the wooden formwork on the crane runways was handed over to the contract worker P3 from the construction company on short notice. The contract worker P3 received the order also verbally from the contractor P2. On

20.10.2010 at 8:00, the contract worker/leased employee P3 drove from the external construction company directly to the front of the new hall extension using the minibus, loaded with a ladder and formwork panels. There was no registration.

On 20.10.2010 at 8:00, P1 was busy in other departments with other contractors.

On 20.10.2010 at 8:30, P3 entered the hall with the ladder and formwork panels. The outer door was kept open by a wooden wedge. On 20.10.2010 at 8:45, the ladder was leaned against the crane runway by P3. In order to get a seat on the crane runways, P3 took a formwork panel via the ladder up to the crane runways.


The forklift truck driver P4 drove into the hall at 8:45 and saw P3 on the ladder. He climbed down and helped P3 to lift the formwork panels up the ladder onto the crane runways.

The safety engineer P5 entered the hall at 9:10, noticed the process and stopped the work.

4.2 Occurrence-oriented analysis

First an empty field must be opened for the event report.

The first step is the description of the course of the event. The information can be entered in the text field; either copied from a given accident report or typed in manually (Figure 2).

SEA - Systematische Ereignisanalyse 

You have been inactive for 0:02:32

What has happened?

Report event + Show instruction text

Tip: Does the description answer the questions "How?", "What?", "Who?" and "Where"? Every accident is a chain of events, so even earlier events may be important.

On 30.9.2010 the new part of the hall for production and goods transport was opened. The opening was given verbally by the customer P(1) to his employees P(4). Subsequently, the employees began to set up the hall and start production.

On 6.10.2010 at 9:00, the list of building defects and the order for repairs was given to the contractor P(2) by the customer P(1). The order was for the contractor P(2) to complete the work within three weeks. One of the work items was to remove the wooden formwork on the crane runways of the new part of the hall. The order was received by contractor P(2) in the office from the customer P(1).

On 20.10.2010 at 7:30, the order to remove the wooden formwork on the crane runways was handed over to the contract worker P(3) with the construction company on short notice. The contract worker P(3) received the order also verbally from the contractor P(2).

On 20.10.2010 at 8:00, the contract worker/leased employee P(3) drove from the external construction company directly to the front of the new hall extension using the minibus, loaded with a ladder and formwork panels. There was no registration.

On 20.10.2010 at 8:00, P(1) was busy in other departments with other contractors.

On 20.10.2010 at 8:30, P(3) entered the hall with ladder and formwork panels. The outer door was kept open by a wooden wedge.

On 20.10.2010 at 8:45, the ladder was leaned against the crane runway by P(3).

In order to get a seat on the crane runways, P(3) took a formwork panel via the ladder up to the crane runways.

The forklift truck driver P(4) drove into the hall at 8:45 and saw P(3) on the ladder. He climbed down and helped P(3) to lift the formwork panels up the ladder onto the crane runways.

The safety engineer P(5) entered the hall at 9:10, notices the process and stops all work.

← Back
Next →

Save working file

[Show introductory video \(opens in a new tab\)](#)

Figure 2: What has happened?

In the next step, the event is split up into event modules, which can be selected separately. The first event module to be selected, is the so called „event occurrence“ (= time of the accident or the near-miss at work). The detailed information will be allocated to the working system with the components „activity“ (1), „task“ (2), „order placement“ (3), „order fulfilment“ (4), „communication“ (5), „technical system“ (6), „environment“ (7), „specific work situation“ (8).

Figure 3 shows a page in the tool SEA 2.0. The first event module is selected, each number represents a component, the first component to analyse is „activity“. To make sure, that the information collection for all components is complete, the basic question is e.g. for

the component „activity“, „What could be observed when considering (only) the component activity“. „What activities were the described persons engaged in at the time?“

If the user finds the relevant information in the text, all he needs to do is click on the sentence and it is marked in yellow (Figure 3). In the given example all information needed is in the text. The question can be answered and the answer only has to be marked: on execution level, the contract worker took a formwork panel via the ladder up to the crane runway, the forklift truck driver helped to lift the formwork panels up the ladder.

SEA - Systematische Ereignisanalyse

Display original text
You have been inactive for 0:00:32

What has happened?

Components of the working system: 1 2 3 4 5 6 7 8

1. Activity ⓘ

Information collection:
Has the activity when the event occurred (=time of the work accident or near-accident) been fully recorded? Please add any missing details.
What was each of the people involved doing when the event occurred? If required for the type of activity: What personal protective equipment was being used?

Examples for manual activities: using, handling with, operating machines, tools, devices, apparatuses, instruments, e.g. steering left, regulating or controlling, actuating switches, plugging in a cable, connecting a hose, filling up syringes, cleaning, releasing a wedged board, transporting, lifting, carrying, starting up, using electrical systems, etc.
 Examples of activities to be observed: Reading / calling up information, identifying messages, monitoring, inspecting, checking, or calculating, estimating, selecting, observing, etc.
 Examples of handling consumables: Filling, mixing, disposing, etc.

On 30. 9. 2010 the new part of the hall for production and goods transport was opened.
 The opening was given verbally by the customer P(1) to his employees P(4).
 Subsequently, the employees began to set up the hall and start production.

On 6. 10. 2010 at 9:00, the list of building defects and the order for repairs was given to the contractor P(2) by the customer P(1).
 The order was for the contractor P(2) to complete the work within three weeks.
 One of the work items was to remove the wooden formwork on the crane runways of the new part of the hall.
 The order was received by contractor P(2) in the office from the customer P(1).

On 20. 10. 2010 at 7:30, the order to remove the wooden formwork on the crane runways was handed over to the contract worker P(3) with the construction company on short notice.
 The contract worker P(3) received the order also verbally from the contractor P(2).

On 20. 10. 2010 at 8:00, the contract worker/leased employee P(3) drove from the external construction company directly to the front of the new hall extension using the minibus, loaded with a ladder and formwork panels.
 There was no registration.

On 20. 10. 2010 at 8:00, P(1) was busy in other departments with other contractors.

On 20. 10. 2010 at 8:30, P(3) entered the hall with ladder and formwork panels.
 The outer door was kept open by a wooden wedge.

On 20. 10. 2010 at 8:45, the ladder was leaned against the crane runway by P(3).
 In order to get a seat on the crane runways, P(3) took a formwork panel via the ladder up to the crane runways.
 The fork-lift truck driver P(4) drove into the hall at 8:45 and saw P(3) on the ladder.
 He climbed down and helped P(3) to lift the formwork panels up the ladder onto the crane runways.

The safety engineer P(5) entered the hall at 9:10, notices the process and stops all work.

Suggested documents

- [Tipps und Hinweise](#)

Your own documents + -

+ Add additional information
↔ Copy data from another event block

← Back
Next →

☑ Save working file

[Show introductory video \(opens in a new tab\)](#)

Figure 3: Analysing component 1 „activity“.

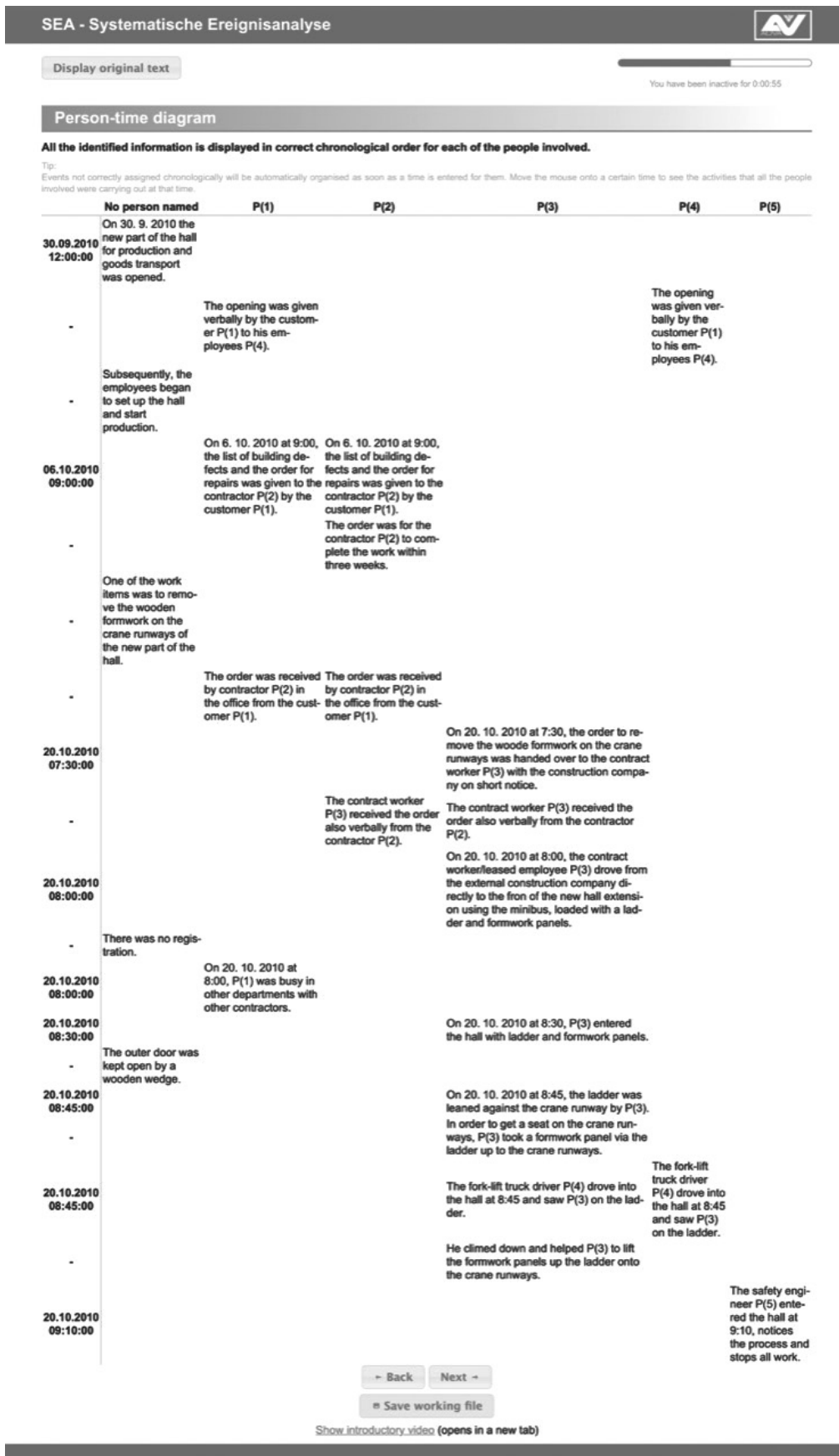


Figure 4: Person-time diagram.

If one cannot find the information, it needs to be researched by asking or looking in the reports or on photos or plans. There are two possibilities: the user can either add additional information or copy data from other event modules. It depends on which operational level is chosen (chapter 3.1). Gerhard Salzmann analysed the component „task“ on organisational level and execution level, the component „technical system“ only on organisational level, but not on maintenance level and so on.

4.3 An event sequence model

All other components are handled as described. At the end of the course a time-person diagram for an event sequence model is generated automatically based on the information collection. All the information gathered is represented here in the correct chronological order for each of the persons involved (Figure 4).

4.4 Cause-oriented analysis

The next step in the tool SEA is to ask „Why did it happen?“. The deviation analysis is carried out based on the information about the actual sequence of events (marked yellow in the SEA Tool) and the specified or normative sequence as well as the tolerance or acceptance limits according to the standard. Comparisons are made and deviations are analysed with regard to the components of the Man Machine System (MMS). Each number stands for a component. All the detected deviations are typed in the text field, or suitable information can be copied from search results (chapter 3).

In the given example, the search result was an information leaflet on the AUVA website under „Publications“ on ladders and contract worker. The appropriate information from the leaflets can be copied in the text field.

SEA - Systematische Ereignisanalyse

Display original text

You have been inactive for 0:00:53

Why did it happen?

Components of the working system: **1** 2 3 4 5 6 7 8

Show instruction text

1. Activity

Perfect Implementation?
For each text passage, compare the activity actually carried out (highlighted in yellow) with the activity that is intended, prescribed or ideal for that text passage. Any differences identified can be entered in the text box or appropriate information can be copied to it from your search results.
How is the activity for each person highlighted in the text ideally carried out?
Have any resulting pollutants or omissions that might occur when carrying out the activity been taken into account?

Selection of search terms:
Use as prescribed of, for example, self-propelled work equipment, loaders, cranes, aerial work platforms, loads, tail lifts, trucks, electrical operating equipment, manual machinery, medical devices, welding equipment, woodworking tools including available personal, fitting and suitable PPE, etc.
Handling of consumables, e.g. biological, hazardous or corrosive substances, chemicals or contaminated wastes, sharp or pointed medical instruments, anaesthetic gases, electromagnetic fields, etc.
Including available, personal, fitting and suitable PPE, danger notes, product ID, etc.

On 30. 9. 2010 the new part of the hall for production and goods transport was opened. The opening was given verbally by the customer P(1) to his employees P(4). Subsequently, the employees began to set up the hall and start production. On 6. 10. 2010 at 9:00, the list of building defects and the order for repairs was given to the contractor P(2) by the customer P(1). The order was for the contractor P(2) to complete the work within three weeks. One of the work items was to remove the wooden formwork on the crane runways of the new part of the hall. The order was received by contractor P(2) in the office from the customer P(1). On 20. 10. 2010 at 7:30, the order to remove the wooden formwork on the crane runways was handed over to the contract worker P(3) with the construction company on short notice. The contract worker P(3) received the order also verbally from the contractor P(2). On 20. 10. 2010 at 8:00, the contract worker/leased employee P(3) drove from the external construction company directly to the front of the new hall extension using the minibus, loaded with a ladder and formwork panels. There was no registration. On 20. 10. 2010 at 8:00, P(1) was busy in other departments with other contractors. On 20. 10. 2010 at 8:30, P(3) entered the hall with ladder and formwork panels. The outer door was kept open by a wooden wedge. On 20. 10. 2010 at 8:45, the ladder was leaned against the crane runway by P(3).

In order to get a seat on the crane runways, P(3) took a formwork panel via the ladder up to the crane runways.

Compliant with the rules? Yes No **It would have proceeded optimally and compliant with the rules, if ...**

Proceeded optimally? Yes No **This was not a short-term work. Ladders are only allowed for short-term work. He took loads with high force require-**

The fork-lift truck driver P(4) drove into the hall at 8:45 and saw P(3) on the ladder.

He climbed down and helped P(3) to lift the formwork panels up the ladder onto the crane runways.

Compliant with the rules? Yes No **It would have proceeded optimally, if ...**

Proceeded optimally? Yes No **non work related activity**

The safety engineer P(5) entered the hall at 9:10, notices the process and stops all work.

Search for documents

Type search term here

Start search

Your own documents

Back Next

Save working file

Show introductory video (opens in a new tab)

Figure 5: Why did it happen?

Within the tool, it looks like Figure 5. The corresponding question is „Was it a perfect execution?“ How is each person’s activity (marked in the text) optimally carried out?

The activity actually performed (Figure 5; marked yellow) is compared with the intended, prescribed or ideal activity. The comparisons made by Salzmann and the search result show that ladders are not allowed for this kind of activity, which require high physical strength and constrained postures and for the forklift truck driver it is an activity not related to his work.

All other components are handled as described. At the end of this section an interim report is generated automatically.

4.5 Finding performance shaping factors

For event assessment with the aid of the MMS structure, the influencing factors are analysed in a cause-oriented analysis. Possible explanatory factors (PSF) for errors within a MMS may be found in the standard VDI 4006 Part 3, but also in Part 1 and 2 as well as in other standards. The conditions of safe working are checked in a user-friendly solution with pictures (Figure 6). The only thing to do is to click or tap on the appropriate button. Nevertheless, it is also possible to skip some pictures or components.

4.6 Assessing human reliability

Finally, the type of human error, also in a user-friendly solution with pictures is asked for.

Following the general classification these are „habitual error“, „errors from utility“, „error from the situation“, „error of judgement“ and „error, because exceptional situation“. After one is selected, a text field opens to document the explanation. Gerhard Salzmann researched, that it was an error because of the situation. The explanation was, that ladder and formwork panel are inadequate work equipment, there was no coordination and no contact person in the hall and there was no information for the other workers about the unplanned construction work.

5 Summary

Salzmann was able to show that the principles of the standard VDI 4006 Part 3 can be applied in practice. With the SEA Tool, the application of this method is substantially simplified.

As mentioned before, SEA 2.0 offers the possibility for a dependency analysis of explanatory factors, by evaluating combination of causes. Since the interactions between the explanatory factors are evaluated in

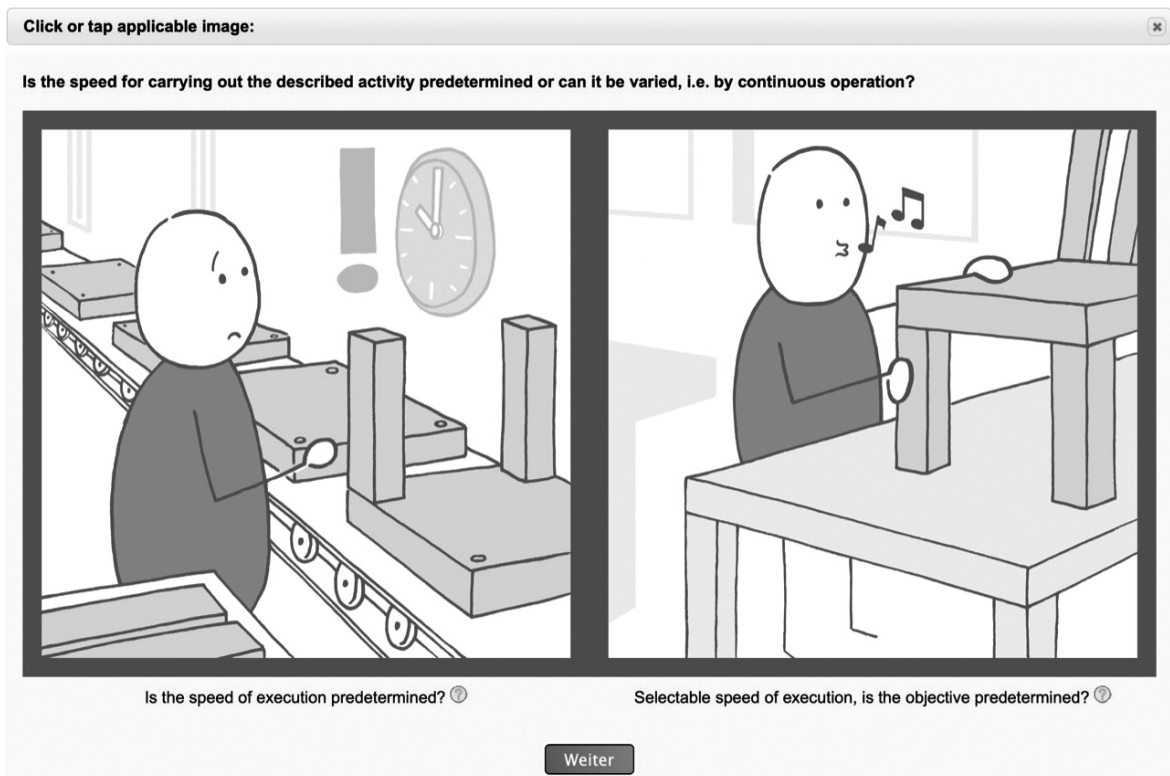


Figure 6: Performance shaping factors (PSF).

SEA 2.0, the effectiveness of improvement measures can be assessed. Higher-level causal areas can be identified in this way.

With SEA 2.0, companies have a free web-based tool at their disposal that can be used in a variety of ways. SEA provides a holistic event analysis AND a risk assessment including the detection of technical defects, organizational weaknesses, latent errors, definition of preventive measures and explanatory fact sheets.

A video tutorial helps to get started. With the English translation, it is now also possible to use this web-based tool in other countries.

Thank you: My gratitude goes to Gerhard Salzmann, who died in a tragic accident on January 28, 2017. In painful memory.

References

- Badke-Schaub, P., Hofinger, G. & Lauche, K. (2012). *Human Factors*. Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen (2. überarb. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Einwögerer, B. (2020). *Reklamationsmanagement mittels ganzheitlicher Ereignisanalyse nach VDI 4006-3 – eine Fallstudie*. Donauuniversität Krems: Department für Wissens- und Kommunikationsmanagement. Fachbereich Qualitätsmanagement, Master Thesis.
- Fahlbruch, B. (2000). *Vom Unfall zu den Ursachen*. Berlin: Mensch & Buch Verlag.
- Hollnagel, E. (2019). What Happens When Something Happens – and What Happens When „Nothing“ Happens? 10th International Conference on the Prevention of Accidents at Work – the Future of Safety in a Digitalized World: WOS 24.9.2019 Vienna.
- Reason, J. (1994). *Menschliches Versagen. Psychologische Risikofaktoren und moderne Technologien*. Heidelberg: Spektrum, Akad. Verlag.
- Rothmeier-Kubinecz, S. (2020). „SEA 2.0 – weiterentwickelt und verbessert.“ *Sichere Arbeit*, 3, 40-45. Wien: Medieninhaber AUVA.
- Rothmeier-Kubinecz, S. (2020). „SEA 2.0 – weiterentwickelt und verbessert.“ *Sichere Arbeit*, 4, 36-39. Wien: Medieninhaber AUVA.
- Salzmann, G. (2011) *Menschliche Zuverlässigkeit: Verein deutscher Ingenieure (VDI) 4006 in der Arbeitssicherheit*. Beschreibung der praktischen Umsetzung der Richtlinie VDI 4006/3 in einem aluminium-verarbeitenden Unternehmen, Donauuniversität Krems: Fakultät für Wirtschaft und Recht-Fachbereich Sicherheit, Master Thesis.
- Sträter, O. (1997). *Beurteilung der menschlichen Zuverlässigkeit auf der Basis von Betriebserfahrung*. Dissertation, TU München.
- Sträter, O. (2016). *Cognition and Safety*. An Integrated Approach to Systems Design and Assessment. Routledge: Taylor & Francis Group.
- Verein Deutscher Ingenieure (2010). *VDI-Richtlinie 4006 – Blatt 3* (Entwurf). Menschliche Zuverlässigkeit – Methoden zur Ereignisanalyse.
- Verein Deutscher Ingenieure (2015). *VDI-Richtlinie 4006 – Blatt 3*. Menschliche Zuverlässigkeit – Methoden zur Ereignisanalyse.
- Verein Deutscher Ingenieure (2015). *VDI-Richtlinie 4006 – Blatt 1*. Menschliche Zuverlässigkeit – Ergonomische Forderungen und Methoden der Bewertung.
- Verein Deutscher Ingenieure (2017). *VDI-Richtlinie 4006 – Blatt 2*. Menschliche Zuverlässigkeit – Methoden zur quantitativen Bewertung menschlicher Zuverlässigkeit.

Correspondence to:

Mag. Sylvia Rothmeier-Kubinecz

AUVA-Hauptstelle

Unfallverhütung und Berufskrankheitenbekämpfung

Vienna Twin Towers

Wienerbergstraße 11

A-1100 Wien

sylvia.rothmeier@auva.at

Video communication and the successful handling of complex tasks in remote teams – A qualitative study in a business game design

Robin Luge & Ulrike Starker

Harz University of Applied Sciences, Wernigerode, Germany

ABSTRACT

Complex problem solving in remote teams is already part of many professionals' daily work, with collaboration via video systems being common. The extent to which this supports or hinders the processing of complex tasks and how these digital possibilities can be used successfully is the topic of our research. First of all, it is important to identify the relevant variables whose conscious modification can lead to faster and higher quality team work results. In this study, 50 participants were divided into six groups and asked to take part in a one-hour online business game. The work processes were documented by video recording and qualitatively evaluated with regard to communication and work flow. As a result, several hypotheses were generated that suggest an influence of the work organisation, the methods and technical applications used, the communication behaviour, the respective expertise of the team members and the group composition on the work result.

Keywords

Complex problem solving – business game – remote teams – video communication – teamwork – digitalisation

1 Research design

Within the framework of our research question, we chose the following procedure.

We decided to use the complex business game „Fruchtgummi GmbH & Co.“ (Luge, 2020), which aims at the creation of a marketing concept and is designed in such a way that it can also be executed exclusively by using a video communication tool. The complexity of the task, according to the characteristics defined by Funke (2003), resulted from the large number of participants and subtasks (many variables), the need for cooperative collaboration (interconnectedness), the small amount of information provided (intransparency), the time pressure in conjunction with the emotions of the participants (dy-

namics), and the restrictions associated with budget planning (polytelie).

After groups of eight to nine people each took on the role of a consumer product manufacturer's marketing team, they were invited into digital meeting rooms. Their one-hour collaboration was videotaped. The results of the group's work resulted in a presentation, which should contain the following parts:

1. An assessment of the status quo on the basis of an online advertising clip and, if necessary, other information they had researched themselves.
2. The current sales figures, which the groups were explicitly allowed to come up with themselves.
3. The actual marketing concept, which could either build on the existing one or be completely new.

4. A timetable that would allow the campaign to be launched in three to four months.
5. An overview of the expected costs, so that these could still be included in the company budget.
6. If the groups still had time, they should add an analysis of other competitors.

To increase the pressure and dynamic, the groups were asked to hand in a first draft after half an hour.

During the presentations, the other participants took on the role of the company's management board and rated the quality of the concept on a ten-point scale („How would you rate the quality of the concept on a scale of 1 (very poor) to 10 (very good)?“).

The simulation was followed by a reflection round and a module for transfer assurance with regard to complex problem solving. During the business game, the participants were able to use all the communication tools available to them.

The evaluation was carried out by two observers who first examined the video material separately and noted their perceptions of the process, the methods and tools used, and the communication. The recordings were then compared and summarized in a structured manner.

Furthermore, a one-factor analysis of variance was used to identify groups whose perceived concept quality differed significantly. Following the method of comparative casuistry (Jüttemann, 1981), their processes were again compared descriptively in order to

explain possible differences and to report them in the form of hypotheses.

2 Results

A total of 50 participants took part in the study as part of the online course Work and Organizational Psychology at the Harz University of Applied Sciences and were divided into six groups.

Table 1: Composition of the groups.

	Number of participants	Thereof female	Thereof male
Groupe 1	9	8	1
Groupe 2	8	7	1
Groupe 3	8	7	1
Groupe 4	8	5	3
Groupe 5	9	6	3
Groupe 6	8	7	1
Total	50	40	10

In order to obtain a general overview of the working processes and the procedure in the various groups, it was analysed which subtasks (see above) were worked on and when. Depending on the tool selected, several tasks could also be processed in parallel. This is expressed in Figure 1 by tasks standing one below the other.

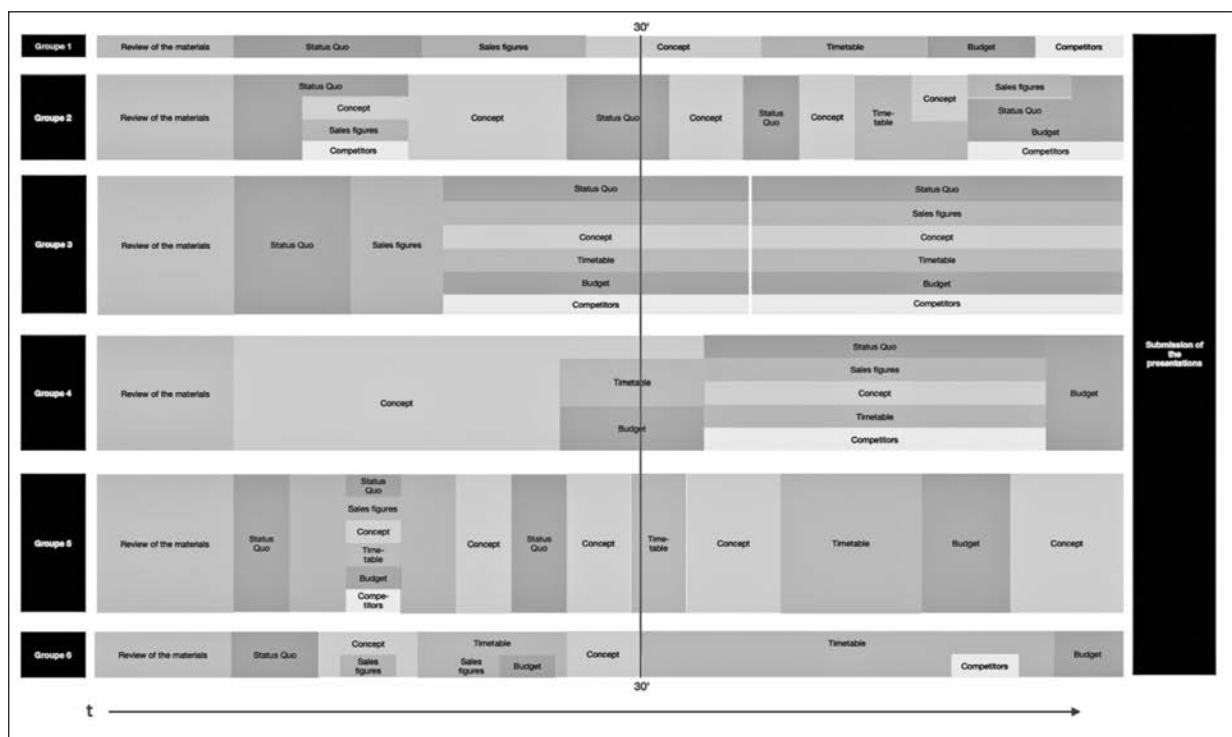


Figure 1: Processing of the subtasks.

Table 2: Work settings in the groups.

Work settings	
Groupe 1	Screen sharing of a presentation (all participants speak, one person takes notes, tasks are worked through one after the other)
Groupe 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Screen sharing of a whiteboard and all participants comment (brainstorming) 2. Screen sharing of a presentation (one person shares main focus, others work partly in parallel)
Groupe 3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Screen sharing (everyone speaks and one person takes notes) 2. Brainwriting in parallel in a document (shared via file hosting service), followed by screen sharing and discussion 3. Screen sharing (all speak and one person takes notes, work through the tasks one after the other in the presentation)
Groupe 4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Screen sharing of a whiteboard and everyone comments (brainstorming/mind map) 2. Screen sharing with a split screen: result of brainstorming and a document (all speak one person notes, work through tasks one after the other) 3. Screen sharing with split screen: document and presentation (shared via file hosting service, one person directs the main focus of the group through screen sharing, others work in parallel on different tasks)
Groupe 5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Brainwriting (everyone writes in their own documents, then screen sharing of the result of one participant and additions by the group). 2. Parallel to the discussion, a partial transfer into a presentation took place 3. Screen sharing (everyone speaks and one person takes notes, working through the tasks in the presentation one after the other)
Groupe 6	Screen sharing of a document and a presentation (shared via file sharing service, one person directs the main focus of the group through screen sharing, others work partially in parallel)

Notes: Screen sharing means that a person makes their screen visible to all group members via the „Share screen“ function.

Figure 1 shows major differences in the order in which the subtasks are processed. For example, group 1 works successively through the subtasks, while group 4 begins by working in detail on the idea generation for the concept. This observation corresponds with the work setting.

Table 2 provides an overview of the respective work settings in which the groups worked on the tasks.

The following results can be summarized from Figure 1 and Table 2.

All groups first reviewed the available material. This took an average of five minutes, with little difference between the teams in this aspect.

The first group immediately began working on the presentation slides, with one person sharing the presentation via „share screen“. Only the person sharing could write on the slides. The group worked through the tasks in the order given. Team members discussed several ideas for each task, and as soon as a consensus appeared, the solution was adopted.

The second group decided to first collect ideas on a whiteboard shared via „share screen“. All members of the team could take notes through the comment function. The results were then partly incorporated into the further processing of the tasks. The entire group was able to work on the presentation in parallel by using a file hosting provider. Due to the screen

sharing, there was a focus on the concept or the status quo several times, while other group members worked on the design of the presentation or other tasks in parallel. After the group had defined the concept and the status quo, the parallel work intensified in the final phase, as some tasks (schedule, budget, competition) still had to be worked out and this could not be done otherwise in terms of time, as the group found out. In contrast to the first group, a more decentralised form of cooperation could be observed here.

The third group started like group one. One person shared their screen with the assignment and wrote down the group's ideas and thoughts on the status quo and sales figures. Afterwards, the group decided to share the document via a file hosting service for everyone to work on. This was followed by a brainwriting phase of about six minutes, in which everyone wrote down their thoughts on all the tasks - including those already worked on in the group. In parallel, a design for the presentation was sought by a group member and then confirmed by the group. After discussing the results of the brainwriting process, the transfer to the presentation slides followed. These were shared via „share screen“ and could only be edited by one person.

As the only team, the fourth group started with the creation of the concept for the marketing campaign. By screen sharing a whiteboard and using the comment

function, the group developed a mind map together. They used the 7 Ps of marketing [marketing mix: People, Price, Product, Place, Promotion, Physical Facilities, Process according to McCarthy, Shapiro and Perreault (1979)] to structure their thoughts. They built on the result of their work by using screen sharing to keep the mind map visible at all times (split screen) while they worked on their solutions to the Status Quo and Timeline tasks in a document. Afterwards, the team dedicated themselves to the presentation. In the meantime, the slide design was searched for by one team member and confirmed by the others. Since the presentation could be edited by everyone via a file hosting service, all group members could transfer the solutions or work on the other tasks in parallel. In doing so, they sometimes commented on their approach and drew on the expertise of the group if necessary.

The fifth group decided to first do brainwriting on all tasks in individual work. The results of one participant were then shared via „share screen“ and the other group members added their thoughts in the discussion process if necessary. During this discussion, some results were already transferred into a presentation. This was then shared for review by one person via screen sharing. Only the person sharing was able to edit the presentation and the group contributed their ideas on the task currently being shown. As soon as a consensus was reached, the solution was transferred to the respective presentation slide.

Group six decided to work together from the beginning in the presentation shared via a file hosting provider. The screen sharing guided the focus of the team, although individual group members were already working on other tasks in parallel. Since the concept of this group was to introduce a new fruit gum flavour, there were major discussions about the time schedule.

All groups handed in their prepared presentation slides on time and then presented their results to the other groups. The evaluation of the other participants in the business game can be found in Table 5.

Table 3: Rating of the group performance.

	N	Arithmetic Mean	Standard Deviation	95 %-CI of Means	
				Lower Bound	Upper Bound
Groupe 1 ^a	18	8,500	1,200	7,9030	9,0970
Groupe 2	20	8,500	1,573	7,7639	9,2361
Groupe 3	21	7,524 ^A	1,601	6,7952	8,2524
Groupe 4	16	8,813 ^B	1,407	8,2547	9,3703
Groupe 5	17	7,941	1,144	7,3530	8,5294
Groupe 6	16	7,813	1,109	7,2217	8,4033

Notes: N corresponds to the number of ratings given. Significant differences in the mean values were marked by different indices (Tukey HSD tests, $p < .05$). In group 1, one value was excluded (outlier; 1 out of 10 points).

With the help of a single factor analysis of variance, it was found that only the ratings of groups three and four differed significantly, at $p < .05$. Following the methodology of comparative casuistry (Jüttemann, 1981), the differences between these two teams will be considered in more detail.

The comparison of groups 3 and 4 in Table 4 shows the following striking differences that could be of importance for the successful generation of complex problem solutions using digital tools in remote teams:

1. The creation of a general collection of ideas at the beginning of the process involving all group members, for example on a common online whiteboard,
2. the consistent further use of intermediate results through visualisation, for example using screen sharing,
3. parallel work using file hosting services,
4. a high number of verbal messages with direct reference to tasks, which should be structured by a moderator and/or with a reporting tool, especially in large groups,
5. a low number of verbal messages with a technical or organisational reference, whereby these can be reduced with increasing familiarity with the software used and through the joint clarification of the procedure at the beginning of the process,
6. a low number of verbal messages without a task reference, whereby it should be noted that no side conversations are possible in online meetings and they can therefore have a disruptive effect on the entire group,
7. task-specific knowledge of individual group members, which seems to find influence more easily when using an online whiteboard or file hosting services.

Furthermore, the following hypothesis can be generated from the fact that all groups used a type of visualisation:

Table 4: Comparison of groups 3 and 4.

	Groupe 3	Groupe 4
Organisation	<ul style="list-style-type: none"> Starts with status quo and sales figures After consultation on the sales figures, changes the procedure and partially adopts previous results When preparing the PowerPoint presentation, only one person writes and the others comment Was not disturbed 	<ul style="list-style-type: none"> Starts with collecting ideas for the concept Builds on the results of the previously used method When creating the presentation, everyone works in parallel and communicates their progress Were disrupted Had two people physically sitting next to each other and sharing a camera
Communication	<ul style="list-style-type: none"> Verbal messages sent – task-specific: 185 Verbal messages sent – meta-communication: 149 Verbal messages sent – without reference to the simulation game: 27 	<ul style="list-style-type: none"> Verbal messages sent – task-specific: 235 Verbal messages sent – meta-communication: 114 Verbal messages sent – without reference to the simulation game: 12
Methods / Tools	<ul style="list-style-type: none"> Brainwriting Screensharing Use of file hosting service Presentation and word processing software 	<ul style="list-style-type: none"> Brainstorming (with mind map) Screensharing Use of file hosting service Presentation and word processing software
Expert knowledge	<ul style="list-style-type: none"> No inclusion of theories or schemes 	<ul style="list-style-type: none"> Marketing mix, 7 Ps
Further conditions	<ul style="list-style-type: none"> 7 females and 1 male 	<ul style="list-style-type: none"> 5 females and 3 males

Notes: Only oral communication was evaluated. Task-specific communication only includes verbal contributions that relate to the processing of a specific task in terms of content. Meta-communication includes verbal contributions on technical problems and group organisation (e.g., division of tasks). The category „without reference to the simulation game“ includes everyday conversations that have no connection to the processing of the task.

8. visualisations are advantageous for working on a task with an increased degree of complexity in a group.

3 Discussion

Several hypotheses emerged from this qualitative study that could form the basis of further research.

A limitation of this study results from the measure of success used. On this, see also Funke (2005). The mutual assessment of the group members cannot be described as optimal, but seemed methodologically appropriate for the aim of this study. Sympathies, antipathies or personal ambition can influence the rating, but are negligible due to the reciprocity of the ratings and the generally high number of raters. Furthermore, the personal abilities and skills of individual group members could represent different moderator or mediator variables. This provides another starting point for future research.

In summary, there are indications that under certain conditions, video communication in combination with digital tools can help to improve the handling of complex tasks. These conditions include a planned and careful use of different tools and methods, which should be supported by visualisation. If it is also possible to structure participants' contributions and problem-solving steps in a meaningful way, then the use of video communication systems is not only a real alternative to joint work in presence, but is even superior to it due to the diverse visualisation and structuring possibilities.

References

- Dörner, D. (1989). *Die Logik des Mißlingens*. Reinbek: Rowohlt.
- Funke, J. (2005). *Problemlösendes Denken*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Guyot, K. & Sawhill, I. V. (2020). *Telecommuting will likely continue long after the pandemic*. <https://>

- www.brookings.edu/blog/up-front/2020/04/06/telecommuting-will-likely-continue-long-after-the-pandemic/
- Jüttemann, G. (1981). Komparative Kasuistik als Strategie Psychologischer Forschung. *Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie*, 29, 101-118.
- Laitinen, K. & Valo, M. (2018). Meanings of communication technology in virtual team meetings: framing technology-related interaction. *International Journal of Human-Computer Studies*, 111, 12-22. doi:10.1016/j.ijhcs.2017.10.012
- Luge, R. (2020). *Fruchtgummi GmbH & Co.: Ein Marketing-Planspiel*. Manuskript in Vorbereitung.
- Martins, L. L., Gilson, L. L. & Maynard, M. T. (2004). Virtual Teams: What Do We Know and Where Do We Go From Here? *Journal of Management*, 30, 805-835.
- Marlow S. L., Lacerenza C. N. & Salas, E. (2017). Communication in virtual teams: a conceptual framework and research agenda. *Human Resource Management Review*, 27, 575-589.
- McCarthy, E. J., Shapiro, S. J. & Perreault, W. D. (1979). *Basic marketing*. Ontario: Irwin-Dorsey.
- Meluso, J., Johnson, S. & Bagrow, J. (2020). Making Virtual Teams Work: Redesigning Virtual Collaboration for the Future. <https://doi.org/10.31235/osf.io/wehsk>
- Miller, R. W. (2020). *What's 'Zoom fatigue'? Here's why video calls can be so exhausting*. <https://eu.usatoday.com/story/news/nation/2020/04/23/zoom-fatigue-video-calls-coronavirus-can-make-us-tired-anxious/5010478001/>
- Neuerer, D. & Delhaes, D. (2021). *Rufe nach hartem Oster-Lockdown werden lauter – Merkel lehnt neuen Corona-Gipfel ab*. <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/corona-politik-rufe-nach-hartem-oster-lockdown-werden-lauter-merkel-lehnt-neuen-corona-gipfel-ab/27048266.html?ticket=ST-1759624-eyWAAsWnZDGHbhpzXdNC-ap1>
- Ozimek, A. (2020). *The Future of Remote Work*. <https://www.upwork.com/press/releases/the-future-of-remote-work>
- Redlich, B., Siemon, D., Lattemann, C. & Robra-Bissantz, S. (2017). Shared Mental Models in Creative Virtual Teamwork. In *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*. Waikoloa Village.
- Schaub, H. (2001). Fehler sind menschlich und doch oft vermeidbar. *Psychologie heute*, 28 (1), 62-67.
- Strohschneider, S. & von der Weth, R. (2002). „Ja mach nur einen Plan...“. *Pannen und Fehlschläge. Ursachen, Beispiele, Lösungen* (2., vollst. überarb., erw. u. aktual. Aufl.). Bern: Huber.

Correspondence to:
 Prof. Dr. Ulrike Starker
 Harz University of Applied Sciences
 Department of Business Studies
 Friedrichstraße 57-59
 D-38855 Wernigerode
 ustarker@hs-harz.de

Kurzbericht: Arbeit und Gesundheit Ivars Udris zum 80. Geburtstag¹

Eberhard Ulich

iafob – Institut für Arbeitsforschung und Organisationsberatung, Zürich

Wir sind uns vor 54 Jahren zum ersten Mal begegnet, als ich im Zuge meiner „Umhabilitation“ von der TU München an die TU Berlin dort im Kolloquium des Instituts für Psychologie einen Einführungsvortrag hielt. Ivars Udris „bediente“ den Hellraumprojektor und war der erste, der sich anschließend zu Wort meldete. Arbeitspsychologische Konzepte interessierten ihn und bald darauf wurde er als Forschungsassistent in unserer Gruppe tätig, zu der damals Walter Volpert, Jürgen Nitsch und Günter Nengelken gehörten.

Die Jahre in Berlin von 1967 bis 1969 waren in vielerlei Hinsicht spannend. Der Umgang mit Studierenden, die Durchführung von Lehrveranstaltungen, das Abhalten von Prüfungen stellten echte Herausforderungen dar. Wir haben in dieser Zeit gemeinsam viel gelernt, wissenschaftlich und politisch. Und: Wir hatten das Glück, dass wir aufgrund eines besonderen Anstellungsvertrages dem Institutsdirektor nicht ‘unterstellt’ waren und unsere eigenen „Umgangsformen“ realisieren konnten.

1969 sind wir nach Köln umgezogen. Während unserer gemeinsamen Zeit an der Deutschen Sporthochschule (1969-1972) hat Udris, den Fragestellungen einer so ausgerichteten Hochschule entsprechend, über „Methodische Probleme bei der Darstellung von Übungsverläufen“ berichtet (Udris, 1973), sich mit Ansätzen sportpsychologischer Beanspruchungsmessung befasst (Udris, 1976), gemeinsam mit Nitsch „Beanspruchungsstrukturen leichtathletischer Laufstrecken“ untersucht und einen Band „Beanspruchung im Sport“ (Nitsch & Udris, 1976) herausgegeben.

Zum Wintersemester 1972 konnten wir unsere Tätigkeit an der ETH Zürich aufnehmen – eine einmalige Chance für uns alle. Dies galt auch für die von Udris aufgebaute Forschungsgruppe „Psychosoziale Gesund-

heit“. Bereits 1976 ist in den Europäischen Hochschulschriften ein eigener Band „Beanspruchungserlebnis und Persönlichkeit. Ein empirischer Beitrag zu einem differentiellen Ansatz“ erschienen (Udris, 1976). Im gleichen Jahr erschienen auch seine ersten Publikationen über Arbeit im Bürobereich (Udris & Barth, 1976). Vor mehr als vierzig Jahren beschäftigte sich Udris (1979) aber auch schon mit der Frage „Ist Arbeit noch länger zentrales Lebensinteresse?“ – eine für die damalige Zeit noch keineswegs übliche Frage.

Der von ihm 1982 herausgegebene Band „Arbeit und Gesundheit“ – eine von Ivars Udris initiierte Übersetzung des Buches „Job Demands and Worker Health“ (Caplan, Cobb, French, van Harrison & Pinneau, 1975) mit international renommierten Autoren – ist nur einer von vielen weiteren Belegen für sein professionelles und engagiertes Wirken in grundlegenden Problemfeldern der industriellen Gesellschaft. Das von ihm gemeinsam mit Frei (1990) herausgegebene Buch „Das Bild der Arbeit“ handelt von dem, was hinter der Arbeit steckt, was sich in ihr zeigt und was wir aus ihr noch machen können (Vorwort). So heißt es auch 1992 in einem Beitrag mit dem Titel „Von der Belastungs- zur Gesundheitsforschung“: „Die Belastungsforschung muss mehr als bisher verknüpft werden mit der Ressourcenforschung“ (Udris, 1992) und „Massnahmen der Gesundheitsförderung und eine die Humanressourcen fördernde Arbeitsgestaltung lassen sich ohne weiteres verbinden“ (a.a.O., 33). In dem von ihm herausgegebenen Band „Arbeitspsychologie für morgen!“ (Udris, 1997) finden sich manche Anregungen dafür.

Schließlich war Udris auch an dem, im Rahmen des Programmes „Humanisierung des Arbeitslebens“ viel beachteten Projekt „Gruppenarbeit in der Moto-

¹ Am 6. September – mit vielen guten Wünschen!

renmontage“ beteiligt, bei dem es um die Einführung teilautonomer Arbeitsgruppen in der Motorenmontage des VW-Werks Salzgitter ging. Hier wurde u. a. der von ihm entwickelte „Fragebogen zur Einschätzung der Arbeitsbeanspruchung FAB“ (Udris, 1980) eingesetzt. Ivars gehörte aber nicht zu jenen, die nur von ihrem Schreibtisch aus per schriftlicher Erhebung die Realität der befragten Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer zu erfassen versuchen, ohne je deren Arbeitstätigkeit direkt in Augenschein genommen zu haben. So haben wir neben anderen Unternehmen eben auch VW in Salzgitter gemeinsam besucht.

Besondere Beachtung verdient zweifellos auch das von ihm geleitete Forschungsprogramm Personale und organisationale Ressourcen der Salutogenese, kurz „Salute“ genannt. In einer von ihm selbst verfassten Übersicht finden sich bis zum Jahr 2007 dazu 30 Publikationen, davon 21 mit ihm als Allein- oder Coautor. Untrennbar mit seinem Namen verbunden sind in diesem Zusammenhang die von ihm – gemeinsam mit Rimann – entwickelten Befragungsinstrumente zur subjektiven Arbeitsanalyse. SAA und SALSA sind nach wie vor häufig Bestandteil der Erfassung von Auswirkungen betrieblicher Arbeitsbedingungen (Udris & Rimann, 1999; Rimann & Udris, 2017; Udris, 2006). In diesem Zusammenhang ist auch seine Auseinandersetzung mit dem „Kohärenzgefühl“ und dem „Kohärenzerleben“ zu nennen (Udris & Rimann, 2000).

Udris hat sich nicht nur für die eigene wissenschaftliche Arbeit und die des Instituts interessiert sondern sich auch in der „zuständigen“ Berufsorganisation engagiert. So wurde er 1995 als Präsident der Schweizerischen Gesellschaft für Arbeits- und Organisationspsychologie (SGAOP) gewählt und in der Folgezeit mehrfach wieder gewählt. Zudem war er von 2004 bis zu dessen Übernahme durch die Föderation der Schweizer Psychologinnen und Psychologen (FSP) Präsident des von ihm mit gegründeten Vereins stressnostress. Auf seine Initiative als Präsident der SGAOP fanden von 1993 bis 2006 wissenschaftliche Tagungen statt, die in einem Bericht über die Geschichte der SGAOP als „Meilensteine“ bezeichnet werden.

Während unserer gemeinsamen Zeit an der ETH führten wir insgesamt dreissig – meist ein- oder zweiwöchige – Arbeitskonferenzen durch, die Ivars jeweils mit vorbereitet hat, davon mehrere auf der Insel Hvar im damaligen Jugoslawien.² An einer dieser Konferenzen erklärt Udris eine Erweiterung seiner Forschungsinteressen in Richtung längerfristige Beanspruchungsfolgen. „Neben dieser Erweiterung des Forschungsfeldes in zeitlicher Richtung sollen auch sozialpsychologische Ursachen (z. B. Gruppennor-

men) bei der Stressgenese untersucht werden“ (Internes Protokoll 1976, S. 24).

Mitte der 1970er Jahre konnten wir einen Kooperationsvertrag mit der TU Dresden abschliessen und uns auch aktiv an den Symposien zur Arbeits- und Ingenieurpsychologie beteiligen, die schliesslich im Wechsel mit den Zürcher Symposien zur Arbeitspsychologie stattfanden, an deren Vorbereitung und Gestaltung Ivars zumeist wesentlichen Anteil hatte.

Bei unseren Besuchen in Dresden sind wissenschaftliche Kooperationen und auch persönliche Freundschaften entstanden, die noch immer Teil unseres Lebens sind. Das gilt für Ivars ebenso wie für mich.

Die im Rahmen unserer 25jährigen gemeinsamen Tätigkeit an der ETH von ihm auf den Weg gebrachte Forschung über Arbeit und Gesundheit stellte einen wesentlichen Teil der theoriegeleiteten wie praxisbezogenen Tätigkeit unseres Instituts dar und wurde – wird auch noch heute – weit verbreitet zur Kenntnis genommen. Dazu haben auch die rund einhundert von ihm allein oder gemeinsam mit anderen verfassten Publikationen beigetragen, die sich im Schriftenverzeichnis des Instituts für diese Zeit finden.

Ivars Udris hat die Arbeit und das Erscheinungsbild des Instituts wesentlich geprägt. Ivars Udris war – das sagen viele noch heute und ich schliesse mich gerne an – „die Seele des Instituts“.

Danke, Ivars, für so vieles –

Eberhard Ulich

Literatur

- Caplan, R., Cobb, S., French, J., van Harrison, R. & Pinneau, S. (1975). *Job Demands and Worker Health. Main Effects and Occupational Differences*. Washington: U.S. Department of Health.
- Frei, F. & Udris, I. (1990). *Das Bild der Arbeit*. Bern: Huber.
- Nitsch, J. & Udris, I. (1976). *Beanspruchung im Sport. Schriftenreihe Training und Beanspruchung, Band 4*. Bad Homburg: Limpert.
- Rimann, M. & Udris, I. (2017). Salutogenetische Subjektive Arbeitsanalyse (SALSA). In M. A. Dorsch (Hrsg.), *Lexikon der Psychologie* (18. Aufl., S. 1466). Bern: Hogrefe.
- Udris, I. (1973). Methodische Probleme bei der Darstellung von Übungsverläufen. In Bericht über

² Auf einige Einzelheiten bin ich in einem früheren Beitrag – anlässlich der Emeritierung von Ivars Udris – schon einmal eingegangen (Ulich, 2006).

- den *3. Kongress für Sportpsychologie*, (S.121-125), Köln 1972. Schorndorf: Hofmann.
- Udris, I. (1976). Beanspruchungserlebnis und Persönlichkeit: Ein empirischer Beitrag zu einem differentiellen Ansatz. *Europäische Hochschulschriften, Band 16*. Bern: Lang.
- Udris, I. (1979). Ist Arbeit noch länger zentrales Lebensinteresse? *Psychosozial*, 2 (1), 100-120.
- Udris, I. (1980). Fragebogen zur Einschätzung der Arbeitsbeanspruchung (FAB). In H. Barth, M. Muster & E. Ulich unter Mitarbeit von I. Udris (Hrsg.), *Arbeits- und sozialpsychologische Untersuchungen von Arbeitsstrukturen im Bereich der Aggregatefertigung der Volkswagen AG, Anhangband zu Band 1* (S.157-189). Forschungsbericht-BMFT-FB-HA 80-017.
- Udris, I. (1982). Soziale Unterstützung – Hilfe gegen Stress? *Psychosozial*, 5 (1), 78-91.
- Udris, I. (1992). Von der Belastungs- zur Gesundheitsforschung in der Arbeitswelt. Institut für Arbeitspsychologie der ETH Zürich (Hrsg.), *Arbeitspsychologie an der ETH Zürich 1972-1992. Eine Zwischenbilanz*. Zürich: Institut für Arbeitspsychologie der ETH.
- Udris, I. (1997). *Arbeitspsychologie für morgen. Herausforderungen und Perspektiven*. Heidelberg: Asanger.
- Udris, I. (2006). Salutogenese in der Arbeit – ein Paradigmenwechsel? *Wirtschaftspsychologie*, 8 (2/3), 4-15.
- Udris, I. & Barth, H. R. (1976). Beanspruchungsaspekte der Arbeitsorganisation im Bürobereich. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 30, 87-91.
- Udris, I. & Barth, H. R. (1976). Mental load in clerical work. Proceedings of the *6th Congress of the International Ergonomics Association* (p. 192-197). University of Maryland.
- Udris, I. & Rimann, M. (1999). SAA und SALSA: Zwei Fragebogen zur subjektiven Arbeitsanalyse. In H. Dunckel (Hrsg.), *Handbuch psychologischer Arbeitsanalyseverfahren. Ein praxisorientierter Überblick* (S. 397-419). Zürich: vdf Hochschulverlag.
- Udris, I. & Rimann, M. (2000). Das Kohärenzgefühl: Gesundheitsressource oder Gesundheit selbst? Strukturelle und funktionale Aspekte und ein Validierungsversuch. In H. Wydler, P. Kolp & T. Abel (Hrsg.), *Salutogenese und Kohärenzgefühl. Grundlagen, Empirie und Praxis eines gesundheitswissenschaftlichen Konzepts* (S. 129-147). Weinheim: Juventa.
- Ulich, E. (2006). Von Berlin über Köln nach Zürich – Stationen eines gemeinsamen Weges. *Wirtschaftspsychologie*, 8 (2/3), 105-108.

Korrespondenz-Adresse:

Prof. Dr. Dr. h. c. Eberhard Ulich
Freudenbergstr. 101/C2
CH-8044 Zürich
eberhard.ulich@iafob.ch

Instructions to authors

Kinds of contributions:

The journal *Psychology of Everyday Activity* publishes the following formats:

Original contributions

Original contributions contain results of empirical research, method developments, or theoretical reflections (max. 40,000 characters).

Research reviews

Research reviews encompass the current state of research considering a specific subject (max. 50,000 characters).

Research notes

Research notes represent pilot studies or replications, or inform about new research projects or research programs and their first results (max. 20,000 characters).

Discussion

Discussion contributions take argumentatively position on a discussion-worthy topic with reference to psychological research or practice (max. 20,000 characters).

Book reviews

Reviews refer to a new published work from the psychological research or practice (max. 8,000 characters).

Submission of manuscripts:

Manuscripts should consider the usual guidelines of manuscript design of the German Society of Psychology (DGPs) or the American Psychological Association (APA). However, in contrast to the guidelines of DGPs or APA we ask the authors to set those passages which should appear in *italics* in the printing version *already* in the manuscript version in italics. The abstract should not exceed 1,000 characters. Contributions can be written in German or English language. If a manuscript is written in German language, both a German *and* an English abstract should be submitted. Following the abstract, up to six Keywords should be listed. In German contributions the keywords should indicated both in German and in English.

In order to ensure an anonymous review, the names of the authors should appear only on the title page.

Tables and figures should be numbered and attached separately at the end of the manuscript. The place in which the respective table or figure shall be inserted should be marked in the manuscript text.

Please submit your manuscripts to the following email-address:

Journal-Psychologie-des-Alltagshandelns@uibk.ac.at

We need a version in pdf-format as well as a version in .doc (e.g., Word) or .rtf.

Specimen copy

The first authors receive one issue in which the paper has been published as well as a pdf-copy of their article.

Hinweise für Autorinnen und Autoren

Beitragsarten:

Das Journal *Psychologie des Alltagshandelns / Psychology of Everyday Activity* veröffentlicht die folgenden Formate:

Originalarbeiten

Originalarbeiten beinhalten empirische Forschungsergebnisse, Methodenentwicklungen oder theoretische Beiträge (max. 40.000 Zeichen).

Sammelreferate (Reviews)

Sammelreferate fassen den aktuellen Forschungsstand zu einem bestimmten Thema zusammen (max. 50.000 Zeichen).

Kurzberichte (Research notes)

Kurzberichte stellen Pilotstudien oder Replikationen dar oder informieren über anlaufende Forschungsprojekte oder -programme und deren erste Ergebnisse (max. 20.000 Zeichen).

Diskussion

Diskussionsbeiträge beziehen argumentativ zu einem diskussionswürdigen Thema mit Bezug zur psychologischen Forschung oder Praxis Stellung (max. 20.000 Zeichen).

Buchbesprechungen

Rezensionen zu einem neu erschienenen Werk aus der psychologischen Forschung oder Praxis (max. 8.000 Zeichen).

Einreichung von Manuskripten:

Manuskripte sind generell nach den Richtlinien zur Manuskriptgestaltung der Deutschen Gesellschaft für Psychologie oder der American Psychological Association zu gestalten. Eine Ausnahme bildet jedoch die Kursivsetzung. Im Unterschied zu den DGPs-Richtlinien bzw. APA-Richtlinien bitten wir die Autorinnen und Autoren Textstellen, die in der Druckfassung kursiv erscheinen sollen, bereits im Manuskript kursiv zu setzen. Die Kurzzusammenfassung (Abstract) sollte 1000 Zeichen nicht überschreiten. Beiträge können in deutscher oder englischer Sprache verfasst werden. Bei deutschsprachigen Beiträgen ist neben der deutschsprachigen Kurzzusammenfassung auch ein englischsprachiges Abstract einzureichen. Im Anschluss an das Abstract sind maximal sechs Schlüsselwörter (Keywords) aufzulisten. Bei deutschsprachigen Beiträgen sind die Schlüsselwörter sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache anzugeben.

Die Namen der Autorinnen und Autoren sollten nur auf dem Titelblatt erscheinen, um eine anonyme Begutachtung zu gewährleisten.

Tabellen und Abbildungen sind jeweils gesondert und nummeriert dem Manuskript am Manuskriptende beizufügen. Im Manuskripttext ist die Stelle zu kennzeichnen, an der die jeweilige Tabelle oder Abbildung gewünscht wird.

Beiträge sind bitte per E-Mail an die folgende Adresse einzureichen:

Journal-Psychologie-des-Alltagshandelns@uibk.ac.at

Es wird sowohl eine Version im pdf-Format als auch eine Version in einem gängigen Textverarbeitungsprogramm (z.B. Word) benötigt.

Belegexemplare

Erstautorinnen und -autoren erhalten jeweils ein Heft des Journals als Belegexemplar sowie eine pdf-Kopie ihres Beitrages.

iup

innsbruck university press