



Auswirkungen der Digitalisierung auf die Sicherheit: Die „Human Factors“ Perspektive

Univ.-Prof. Dr.- Ing. Verena Nitsch

Institut für Arbeitswissenschaft
RWTH Aachen University

Institut für Arbeitswissenschaft (IAW)



Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Verena Nitsch
Institutsdirektorin

Ergonomie & Mensch-Maschine-Systeme



Dr.-Ing. Dr.
rer. medic.
Alexander
Mertens



Dr.-Ing.
Christopher
Brandl

Arbeitsorganisation



Prof. Dr.-Ing.
Susanne Mütze-Niewöhner

Bildung für technische Berufe



Prof. Dr. phil.
Dipl.-Ing.
Martin Frenz

Forschungs- und Lehrgebiet Systemergonomie



Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Frank O. Flemisch

- > 90 Jahre arbeitswissenschaftliche Forschung
- > 80 Beschäftigte
- Ca. 3 Mio. EUR/Jahr Drittmittelvolumen
- Ca. 2000 Studierende des Maschinenbaus & Wirtschaftsingenieurwesens pro Jahr

Der digitale Wandel bietet neue Möglichkeiten,
u.a. für Produktion, Logistik, Unternehmensorganisation, HR und Führung.



Quelle: Wikimedia Commons

Digitalisierung im Eisenbahnwesen





© ICE 4 - Verändert nach Deutsche Bahn AG / Volker Emerleben

Digitale Führerraumanzeigen im „European Driver's Desk“ (EUDD)

Vor- und Nachteile der Nutzung digitaler Arbeits- und Hilfsmittel

Generelle Vor- und Nachteile mobiler Endgeräte für die Führerraumanwendung

	 Vorteile	 Nachteile
Sicherheit	<ul style="list-style-type: none">-	<ul style="list-style-type: none">Keine sicherheitstechnische Abnahme durch Eisenbahn-BundesamtPotentielle Ablenkung, vor allem durch nicht bestimmungsgemäße Verwendung privater Applikationen im Dienst (falls nicht durch technische Lösungen unterbunden)
Ergonomie	<ul style="list-style-type: none">Möglichkeit einer ergonomisch gestalteten graphischen Benutzungsschnittstelle und Optimierung der Dialoggestaltung	<ul style="list-style-type: none">Keine reguläre Befestigungsmöglichkeit im Führerraum, somit häufig keine Optimierung hinsichtlich des Greif- und Sehraums möglich



BR G 2000
Quelle: RWTH Aachen, VIA

Veränderungen des Berufsbildes des Triebfahrzeugführers (Tf) aufgrund der Digitalisierung

Ist-Zustand

Qualifikation von Triebfahrzeugführern

- Differenzierung zwischen Erstausbildung und Fort-/Weiterbildung
 - Starke Heterogenität bzgl. der Nutzung digitaler Lernangebote und Arbeitsmittel
 - Technischer Wandel der Fahrzeugtechnik hat bereits stattgefunden, die Erstausbildung und die jährliche Fortbildung der Tf noch im Prozess der Anpassung
- Verbreitung digitaler Lernangebote bei Erstausbildung und Fort-/Weiterbildung:
 - Blended Learning / E-Learning
 - Fahrsimulatoren / Simulationen, Videos / Lernfilme, ggf. Augmented Reality / Virtual Reality

Soll-Zustand

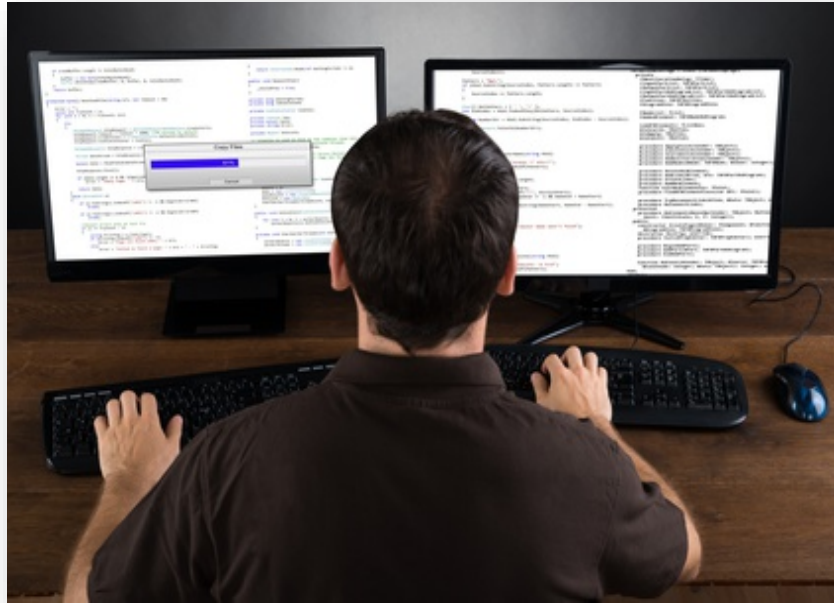
Quelle: Auswirkungen der Digitalisierung auf den Eisenbahnbetrieb aus der Perspektive des Triebfahrzeugführers. Präsentiert im Rahmen des Forschungskolloquiums „Human Factors“ vom Eisenbahn-Bundesamt (EBA) am 13.05.2019 in Bonn

Sicherheit in soziotechnischen Arbeitssystemen



Auswirkungen der Digitalisierung

Durch **gutes Informationsmanagement** kann Fach- und Betriebswissen im Unternehmen erhalten werden und eine effektivere Einarbeitung ermöglicht werden.



Quelle: <https://de.fotolia.com/>

Hohe Informationsdichte und –komplexität können den Menschen überfordern.

Auswirkungen der Digitalisierung

Empfundene Informationsüberflutung wurde u.a. assoziiert mit:

Bei Frauen:

- Nächtliche Schlafstörungen & körperliche Erschöpfung

Bei Frauen und Männern:

- Allgemeine Müdigkeit, Mattigkeit oder Erschöpfung
- Nervosität oder Reizbarkeit
- Niedergeschlagenheit
- Emotionale Erschöpfung

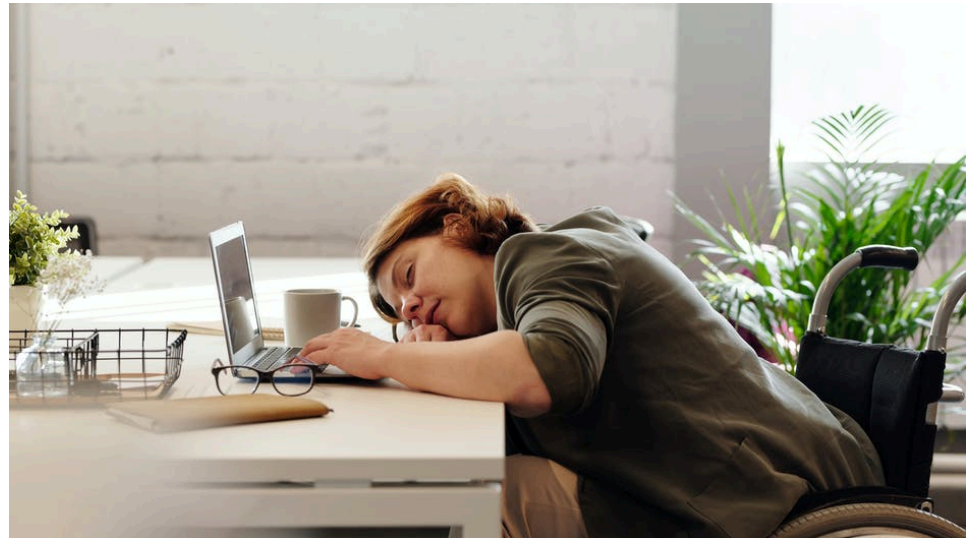


Photo by Marcus Aurelius. Pexels Pictures

Quelle: Junghanns, G., Kersten, N. Informationsüberflutung am Arbeitsplatz. *Zbl Arbeitsmed* 70, 8–17 (2020). <https://doi.org/10.1007/s40664-019-00370-w>

Digitale Assistenzsysteme ermöglichen die Ausführung komplexer Aufgaben mit wenig Vorwissen.



Quelle: <https://www.re-flekt.com/de/portfolio-item/augmented-reality-reparatur>

Erfahrungswissen wird nicht mehr aufgebaut, Kompetenzen bleiben ungenutzt.

Digitalisierung und Automatisierung

Digitalisierung



Automatisierung (3 A's)



Datenübertragung

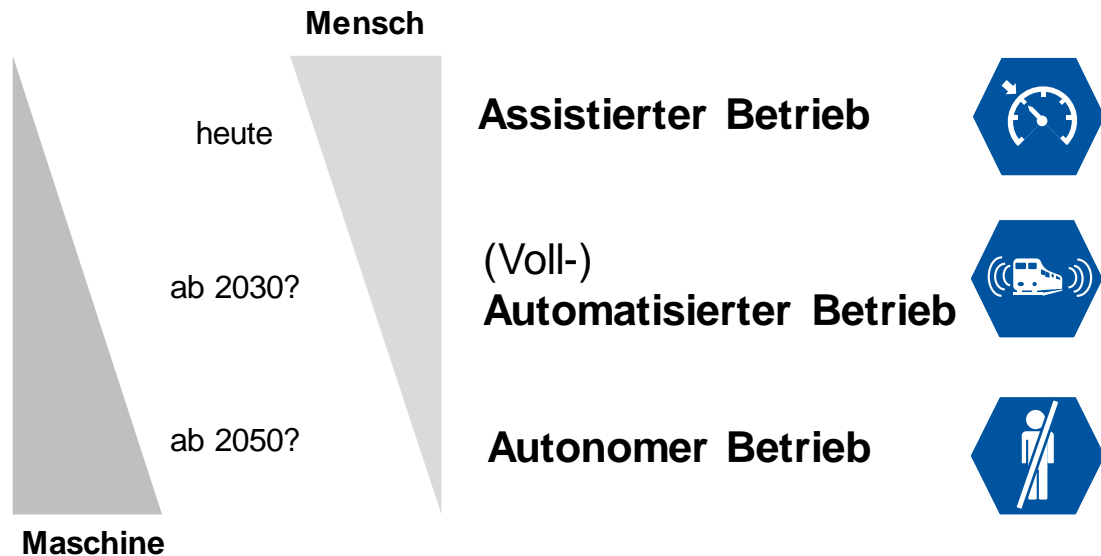


Überwachung



Entstörung

[...]



Mensch-Maschine-Interaktion im Triebfahrzeug

Quelle: Nießen, N., Schindler, C. & Vallée, D. (2017): Assistierter, automatischer oder autonomer Betrieb – Potentiale für den Schienenverkehr. In: Eisenbahntechnische Rundschau (ETR), April 2017 (Nr. 4), S. 32-37

Automatisierung kann uns **monotone Routinetätigkeiten ersparen.**

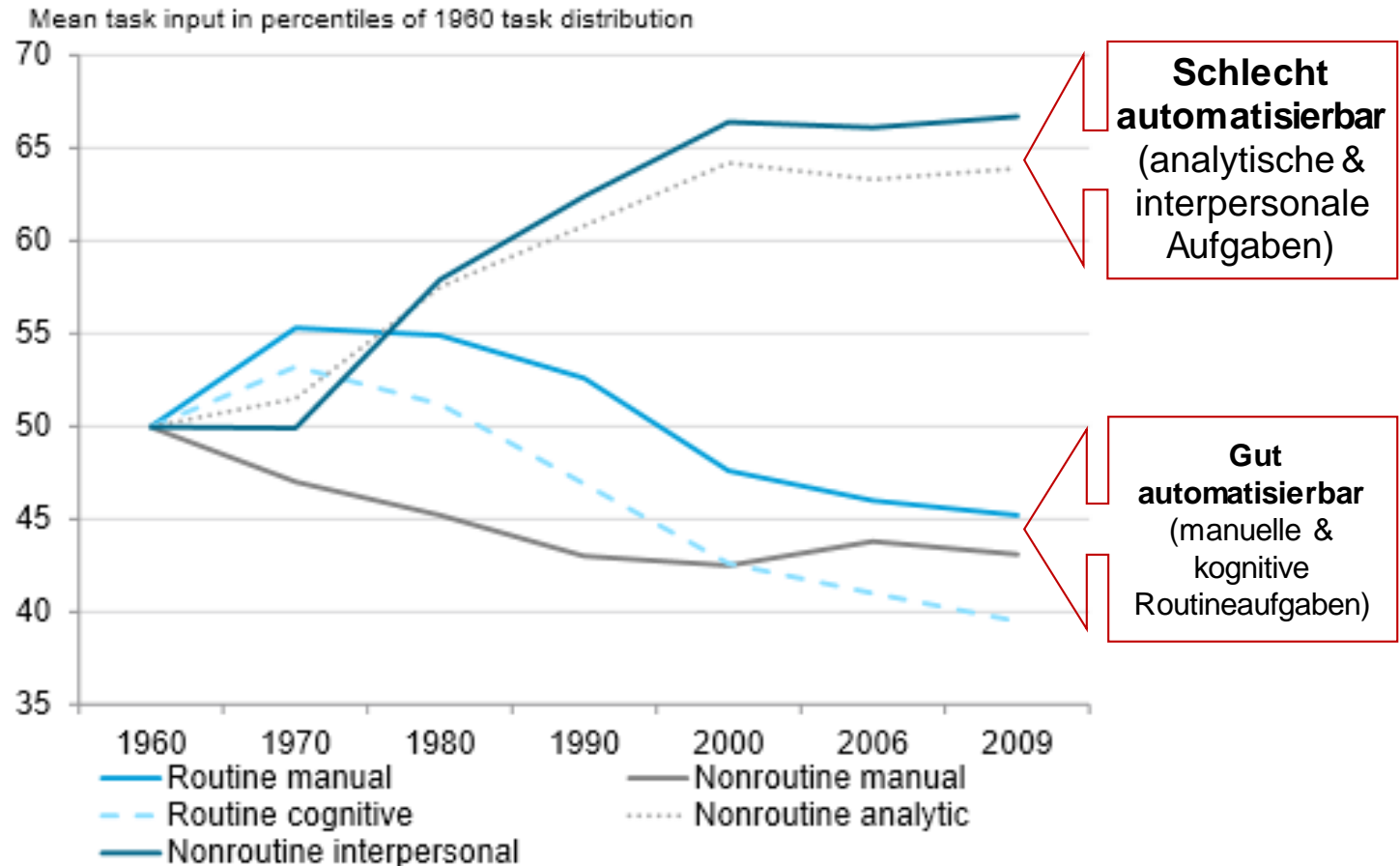


Quelle: <https://de.fotolia.com/>

Automatisierung senkt die **Prozesstransparenz**.
Lang andauernde, passive Überwachungstätigkeiten führen zu **erhöhter Monotonie**. Monotonie erhöht die Fehlerwahrscheinlichkeit und kann zu Unterbeanspruchung führen.

Die Zukunft der Arbeit (?)

Veränderungen in Arbeitsaufgaben (1960-2009)



Source: Source: Autor and Price (2013)⁵³, Citi Research

Die Zukunft der Arbeit (?)



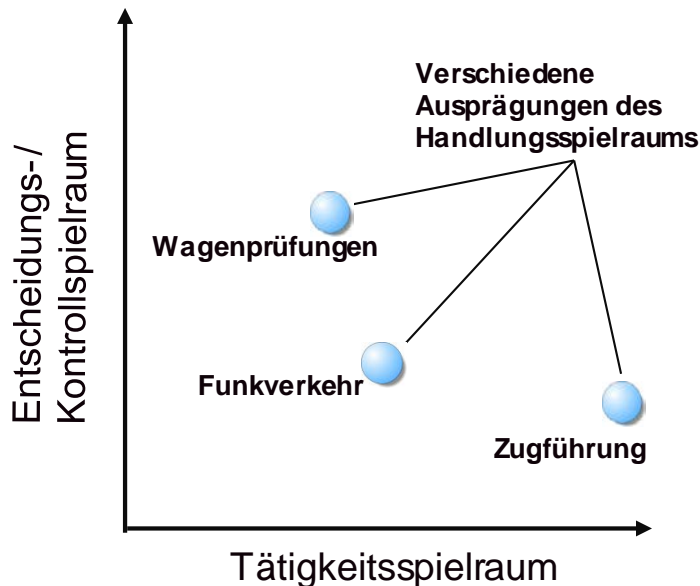
Foto von [KML](#) v [on Pexels](#)



An vielen hochautomatisierten Arbeitsplätzen tragen Beschäftigte **große Verantwortung** – bei **geringem Handlungsspielraum**.

Handlungsspielraum einer Stelle

- Der Handlungsspielraum für eine Stelle lässt sich durch **zwei Dimensionen** beschreiben:

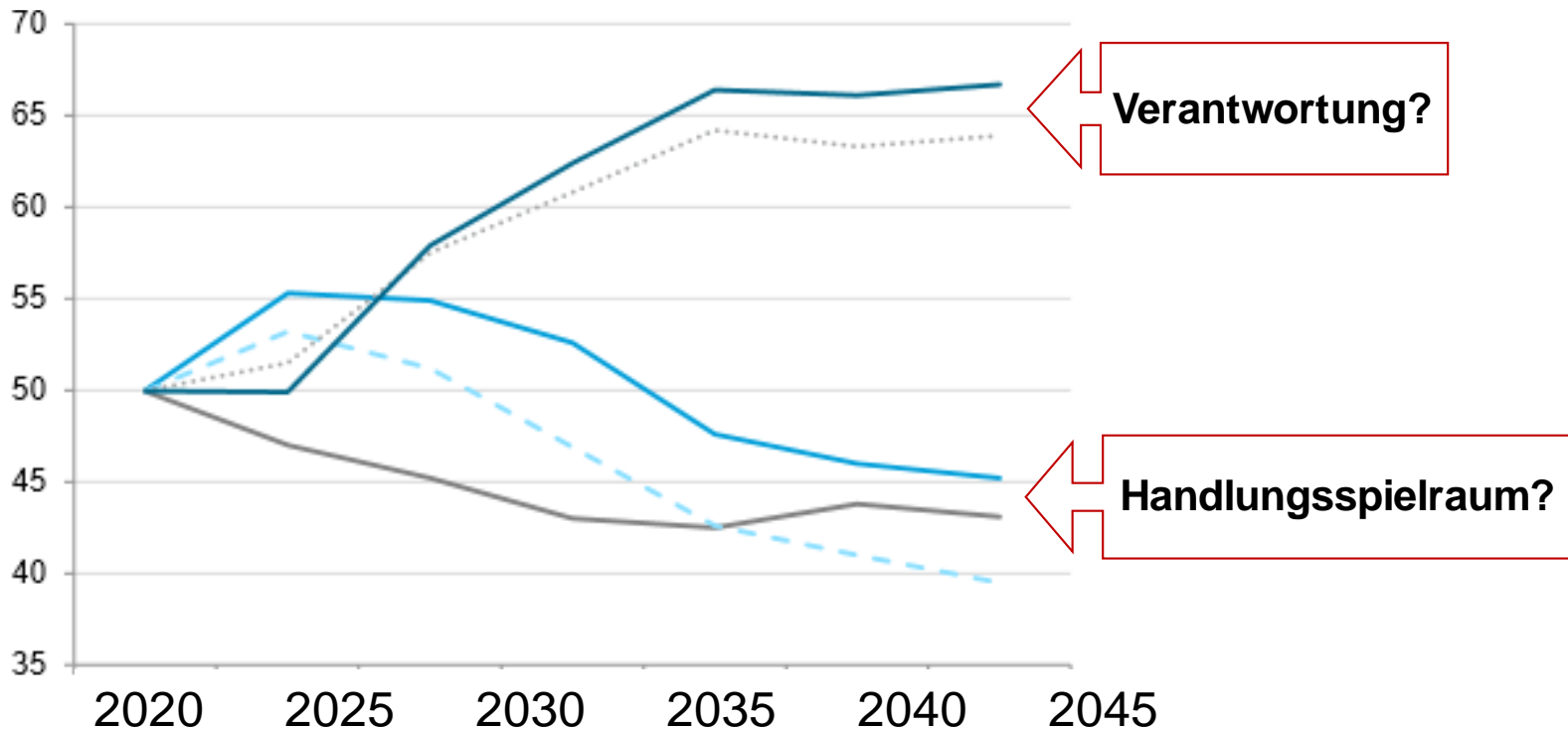


1. Unter **Tätigkeitsspielraum** ist der Grad an Vielseitigkeit in den Tätigkeiten zu verstehen, wobei sich die Vielseitigkeit nicht nur nach der Zahl unterschiedlicher Operationen, sondern auch deren Häufigkeit und qualitativer Unterschiedlichkeit (Distanz) richtet.
-> verkleinert sich i.d.R. durch Automatisierung
2. Der **Entscheidungs- und Kontrollspielraum** ist durch das Ausmaß selbstständiger Planungs- und Organisations- und Kontrollbefugnisse bestimmt und korreliert mit der Komplexität der Aufgabe.

-> **Entscheidungskompetenz** reduziert sich i.d.R. durch Automatisierung!

Die Zukunft der Arbeit (?)

Veränderungen der Arbeitsaufgaben (2020-?)



Die Zukunft der Arbeit (?)

Psychische Fehlbelastungen wie monotone Tätigkeiten und geringer Handlungsspielraum wurden assoziiert mit:

- Aggressionen am Arbeitsplatz
- Muskulo-skelettale Beschwerden
- schlechteren Immunreaktionen
- Diabetes
- erhöhtem Blutdruck
- Schlaganfall
- Burnout
- Depression
- Angststörungen
- Selbstmordintention

Quelle: Paridon, H. (2016) Psychische Belastung in der Arbeitswelt. Iga.Report32

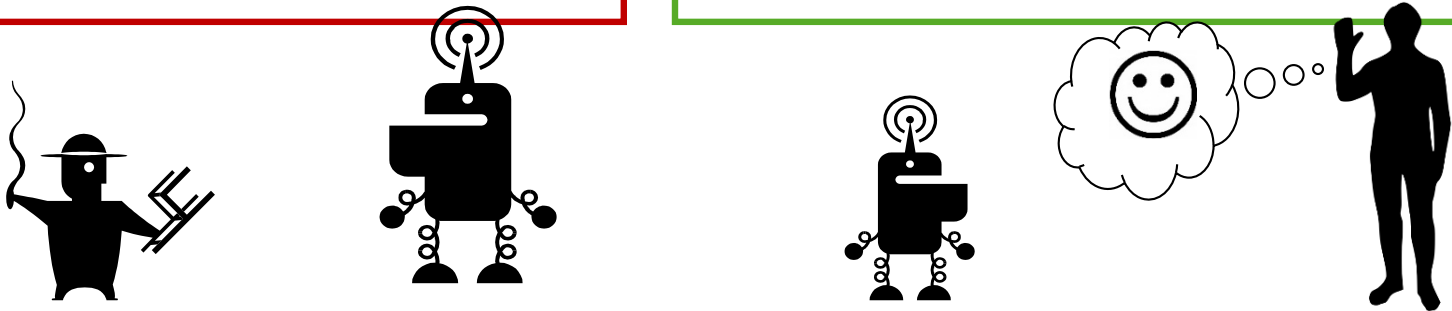
Technik- vs. menschenzentrierte Automatisierung

Technikzentrierte Automatisierung

- Mensch füllt Automationslücke
- erhöhter Krankenstand
- langfristiger Kompetenzverlust
- Informationsüberlastung
- lange Einarbeitungszeiten
- erhöhte Fehlerwahrscheinlichkeit

Menschenzentrierte Automatisierung

- beanspruchungsoptimierte Tätigkeiten
- langfristiger Erhalt der Arbeitskraft
- Erhalt des Fach- & Betriebswissens
- verkürzte Einweisungszeiten
- erhöhte Sicherheit



**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit**

verena.nitsch@iaw.rwth-aachen.de