

Das erweiterte Arbeitssystem als Grundlage für die Entwicklung eines AR-Lernmediums zur Nutzung von Handlungsfehlern für Lernprozesse in der betrieblichen Ausbildung

Marvin GOPPOLD¹, Sven TACKENBERG², Martin FRENZ¹, Verena NITSCH¹

¹ *Institut für Arbeitswissenschaft, RWTH Aachen University
Eilfschornsteinstraße 18, D-52062 Aachen*

² *Labor für Industrial Engineering, TH OWL
Campusallee 12, D-32657 Lemgo*

Kurzfassung: Technologien wie Augmented Reality bieten Chancen zur lernwirksamen Nutzung von Handlungsfehlern in Lern- und Arbeitsprozessen der dualen betrieblichen Ausbildung. Mittels der Virtualisierung von Handlungsfehlern und daraus resultierenden Fehlerfolgen lassen sich reale Arbeitsprozesse um eine augmentierte Dimension erweitern. Als theoretische Fundierung wird hierfür basierend auf Arbeitsanalysen das erweiterte Arbeitssystem zur didaktischen und technischen Gestaltung eines digitalen Lernmediums herangezogen. Hierbei zeigt sich, dass die Erweiterungen des klassischen Arbeitssystems immanent wichtige Komponenten für die technische und didaktische Lernsystementwicklung bereitstellen.

Schlüsselwörter: Systemtheorie, berufliche Bildung, Produktentwicklung, Augmented Reality, Lernmedien, Arbeitssystem

1. Ausgangslage

Im betrieblichen Teil der dualen Ausbildung steht reale Erwerbsarbeit im Mittelpunkt des Lernens, weshalb digitale Lernmedien auch in Arbeitsprozessen verwendet werden sollten. Anspruchsvolle digitale Lernmedien berücksichtigen neben den technischen Funktionalitäten auch den Arbeitsprozess mit menschlichen Handlungen. Darauf aufbauend können Handlungskonsequenzen simuliert und Lernenden bei schwerwiegenden negativen Konsequenzen bezüglich Sicherheit, Wirtschaftlichkeit oder Umweltschutz in Augmented Reality visualisiert werden (Atanasyan et al. 2020).

Die Entwicklung eines digitalen Lernmediums für arbeitsbasierte Lernprozesse benötigt empirische Beschreibungen der Arbeit, welche z.B. als Arbeitsprozessmodellierungen und strukturalen Beschreibungen vorliegen können (Goppold et al. 2020a; Goppold et al. 2020b). Im Rahmen eines didaktischen Konzepts in der gestaltungsorientierten Berufsbildung (Rauner 2017) werden Lernziele mit Arbeitshandlungen der Ausbildungsberufe verknüpft.

Der Beitrag beschreibt und diskutiert hierfür das arbeitswissenschaftliche Arbeitssystem und seine Erweiterung, da dieses als gemeinsames mentales Modell aller bei der Entwicklung eines digitalen Lernmediums beteiligten Disziplinen benötigt wird, um sowohl die technische Struktur als auch den Arbeitsprozess zu berücksichtigen. Ferner erfolgt die konzeptionelle Einbindung im Entwicklungsprozess eines arbeitsbasierten digitalen Lernmediums für die berufliche Bildung.

2. Grundlagen eines Arbeitssystems

Arbeitssysteme dienen zur Beschreibung von Arbeitssituationen und Arbeitsplätzen (Deutsches Institut für Normung e.V. 2016). Ein Arbeitssystem ist als ein künstliches, struktur- und funktionsdynamisches und somit zeitdifferentes, flexibles, soziotechnisches, menschliches Handlungssystem aufzufassen (Ropohl 2009). Ein Arbeitssystem lässt sich mit üblichen mengenalgebraischen Systemdefinitionen, z.B. nach Ropohl (2009) oder Hubka (1984), beschreiben. Üblicherweise erfolgt zu Beginn die Wahl der Betrachtungsebene (Luczak et al. 1989), sodass lediglich ein Handlungssystem ohne Berücksichtigung der detaillierten hierarchischen, gesellschaftlichen Verortung der Arbeitsperson erfolgt.

Historische Wurzeln des Arbeitssystems gehen auf empirische Arbeitserhebungen von Trist & Bamforth (1951) zurück, welche Handlungsnotwendigkeit feststellen und Anpassungen entsprechend des damaligen wissenschaftlichen Diskurses mit einem soziotechnischen System vornehmen. Die Entwicklung des Verständnisses von Arbeitssystemen stützt sich ferner auf die darauf aufbauende allgemeine Methode zur soziotechnischen Systemanalyse (Emery et al. 1967).

Der soziotechnische Ansatz ist auf das primäre Arbeitssystem fokussiert, welches eine operative Handlung von der Umwelt und Subsystemen abgrenzt (Sydow 1985). Die arbeitswissenschaftliche Forschung hat das Arbeitssystem in einer technologieorientierten Weise aufgegriffen (Kirchner 1972) und für die Gestaltung von humanverträglicher Arbeit weiterentwickelt (Luczak et al. 1989).

Eine allgemeine Darstellung des Arbeitssystems ist in Abbildung 1 konform zur Normung (Deutsches Institut für Normung e.V. 2016) und der betrieblich orientierten REFA Definition zu finden (REFA Bundesverband e.V. 2001). Das dargestellte Arbeitssystem nimmt eine Unterscheidung von Arbeitsmittel und Arbeitsobjekt vor, welche ihren Ursprung in der Konstruktionsmethodik hat (vgl. z.B. Heidemann 2001).

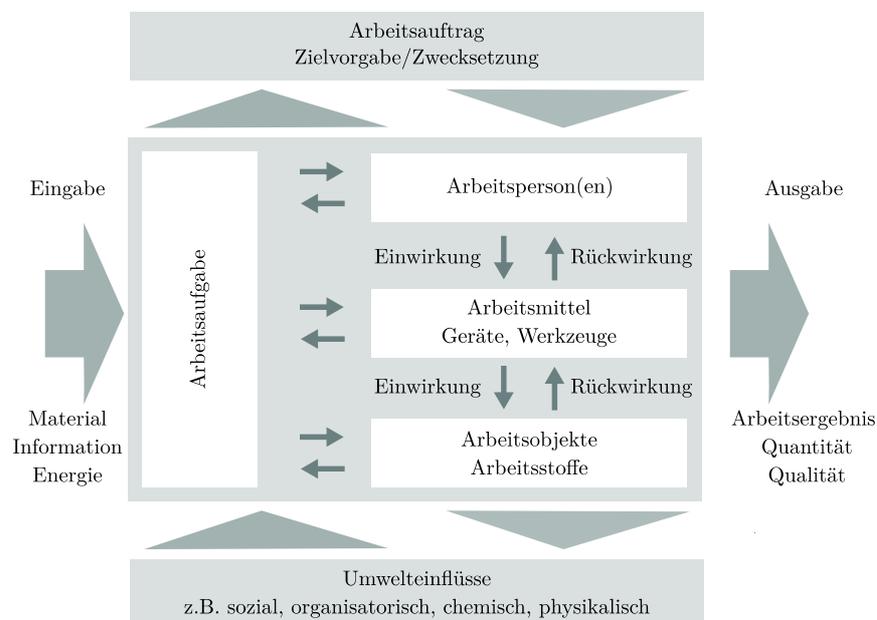


Abbildung 1: Allgemeine Darstellung eines Arbeitssystems (Schlick et al. 2018)

Da ein Arbeitsprozess Zustände geordnet durchläuft und Operanden (im technischen Sinn) in Richtung eines Ziels verändert werden (Hammer 1996; Müller 1990;

Heidemann 2001; DIN e.V. 2015), ermöglicht das Arbeitssystem in Abbildung 2 die Beschreibung von Transformationsvorgängen im Rahmen von Arbeit.

Entsprechend der Darstellung von Hubka (1984) ist ein Arbeitssystem durch die Subsysteme Mensch, technisches System und Wirkumgebung beschrieben und kann struktural interpretiert werden (z.B. Schlick 2013). Dies ist jedoch eine Fehlinterpretation, die aus dem Problem und der Schwierigkeit des Setzens der Systemgrenze in Arbeitssystemen hervorgeht (Sydow 1985). So wird nach dem Modell von Hubka die Systemgrenze nur räumlich gesetzt und die Zeitdimension vernachlässigt. Daher kann ein Arbeitsprozess hier nur durch komplexe mathematische Beschreibungen, wie z.B. nichtlineare partielle Differentialgleichungen, modelliert werden.

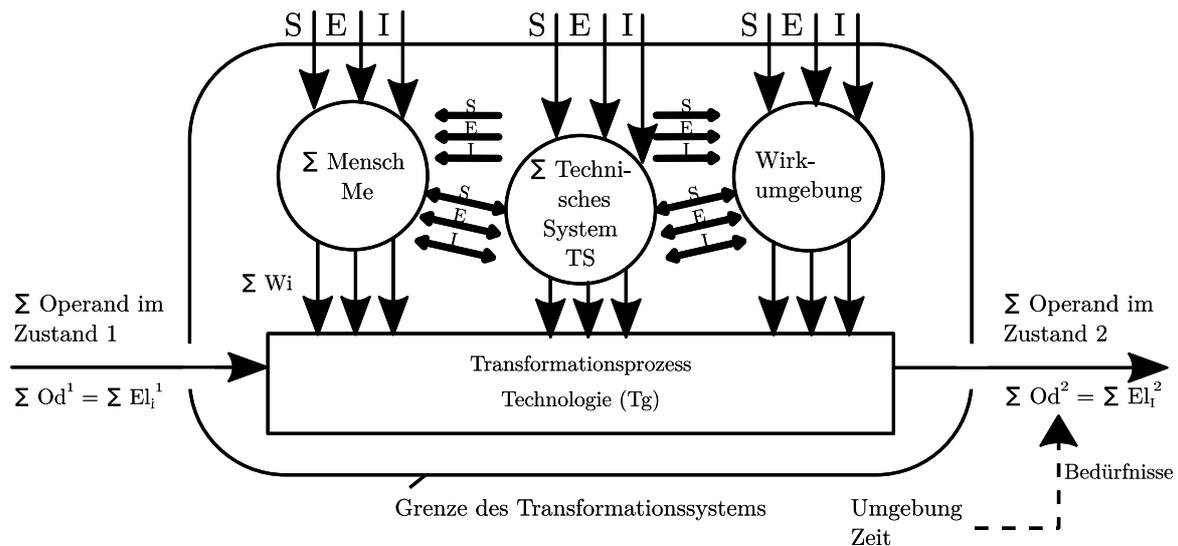


Abbildung 2: Transformationssystem (Hubka 1984)

3. Das erweiterte Arbeitssystem

Das erweiterte Arbeitssystem soll die dargestellten Problemstellungen des Arbeitssystems lösen, um den zugrundeliegenden Arbeitsprozess eines Arbeitssystems beschreiben zu können. Das in mehreren Stufen entstandene Arbeitssystem (Schlick et al. 2010; Schlick et al. 2018), wurde bisher nicht in einem Anwendungskontext veröffentlicht. Zusätzlich zu den genannten Quellen existieren Notizen zu Vorlesungsunterlagen (Schlick 2013, 2015), welche deckungsgleiche, aber auch ergänzende Aussagen liefern.

Um die Ergänzungen des erweiterten Arbeitssystems aufzuzeigen, werden die Perspektiven auf ein System (Ropohl 2009) in Abbildung 3 dargestellt.

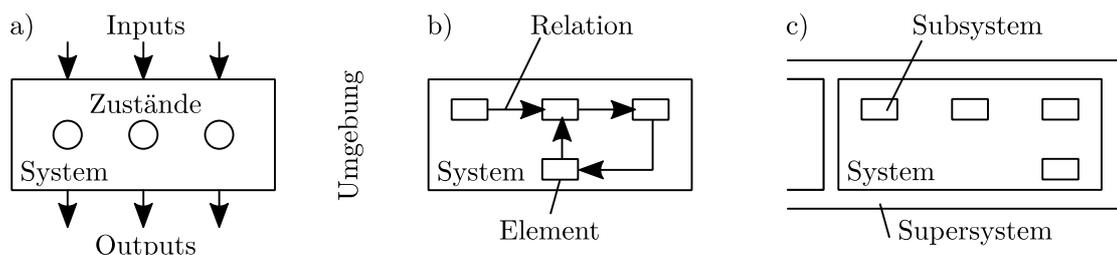


Abbildung 3: Funktionale (a), Strukturelle (b), Hierarchische (c) Systemkonzeption (eigene Abbildung nach Ropohl 2009)

Die funktionale Konzeptvariante kann als Darstellung des Arbeitsprozesses interpretiert werden, die strukturelle Konzeption beschreibt Elemente sowie die Relationen zwischen den Elementen eines Systems während das hierarchische Konzept ein System mithilfe von Subsystemen abbildet. Diese Systemkonzepte sind gleichberechtigt und werden nur entsprechend der Fragestellung unterschiedlichen Sichtweisen zur Erreichung eines Ziels unterzogen.

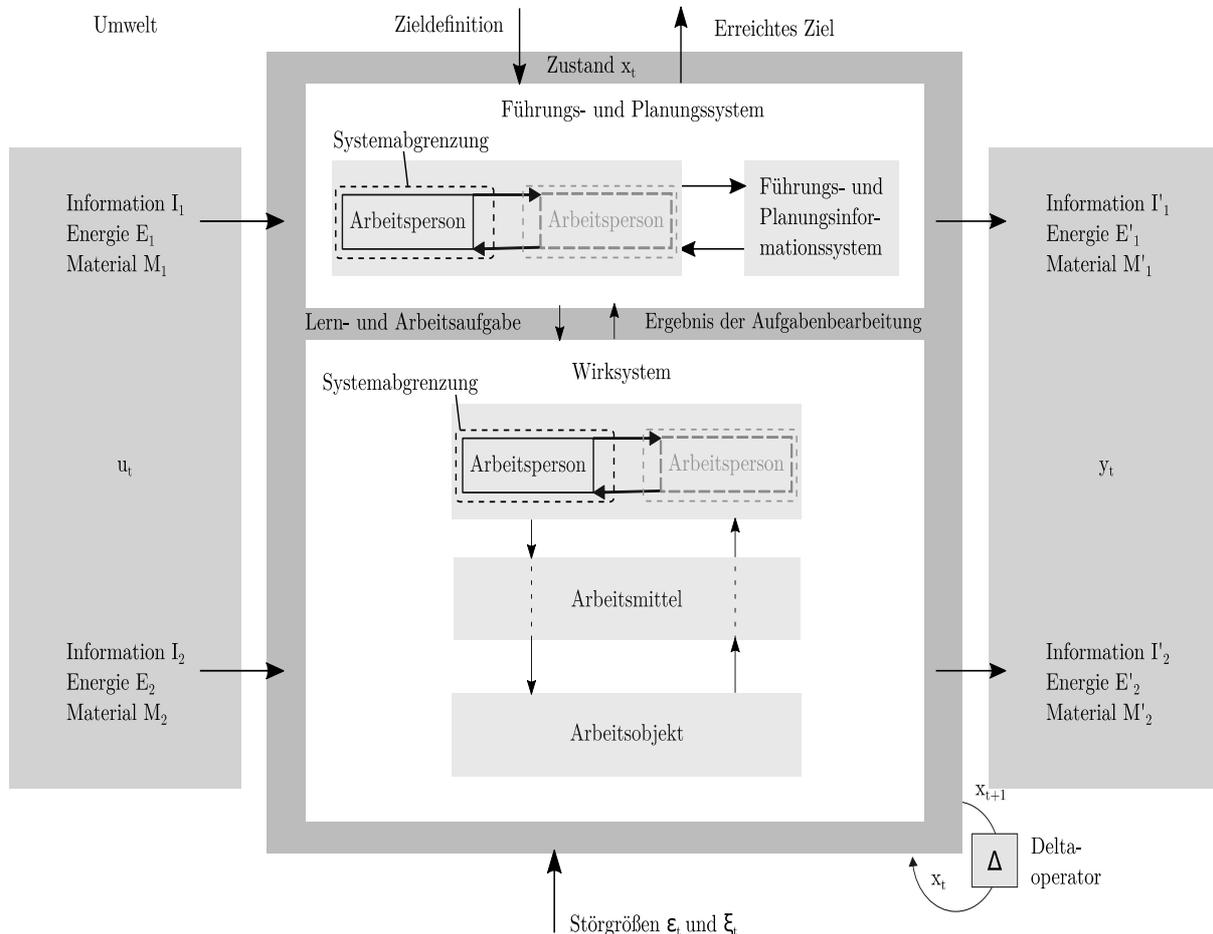


Abbildung 4: Erweitertes Arbeitssystem (eigene Abbildung nach Schlick et al. 2018)

Entsprechend Abbildung 4 ist das erweiterte Arbeitssystem beschrieben durch eine Hierarchie bestehend aus Arbeitssystem als Supersystem und dem Führungs- und Planungssystem sowie dem Wirksystem als Systeme inkl. deren Elemente bzw. Subsysteme. Dieses Systemverständnis basiert auf der Produktionstheorie sowie auf der Handlungsregulationstheorie und der allgemeinen Systemtheorie (Schlick et al. 2010), wobei letztere Variante der sozialwissenschaftlichen Begründung in der allgemeinen Systemtheorie gleicht (Ropohl 2009).

In der ursprünglich von Schlick et al. veröffentlichten Fassung des erweiterten Arbeitssystems (Schlick et al. 2010) ist die strukturelle Integration des Führungs- und Planungsinformationssystems in das Führungs- und Planungssystem deutlich herausgearbeitet. Basierend auf der Differenzierung von Führungs- und Planungsinformationssystems als ein Bestandteil des Führungs- und Planungssystems ist die Differenzierung zwischen kollaborativem und individuellem Planen, Entscheiden und Führen möglich. Unterstützt wird dies durch die Einführung einer zusätzlichen Systemgrenze um die primäre Arbeitsperson. Auch für das Wirksystem ist die bereits bestehende

strukturelle Konzeption bei dieser Darstellung übernommen worden, da eine Arbeitsteilung vorliegen kann und die Arbeitsaufgabe als verbindendes informatorisches Element zwischen Führungs- und Planungssystem und dem Wirksystem fungiert.

Ein Arbeitssystem mit über die Zeit divergierenden Zuständen (Schlick et al. 2018) erlaubt die Abbildung eines Arbeitsprozesses durch ein funktionales Systemkonzept. Dargestellt wird dies durch einen sog. Deltaoperator, der Überföhrungs- (Relation Input und Zustand) und Markierungsfunktionen (Relation Zustand und Output) im Sinne einer allgemeinen Definition übernimmt (Schlick et al. 2018; Ropohl 2009).

In diesem Zusammenhang wirkt das Fehlen einer zeitlichen Systemgrenze restriktiv für den Deltaoperator. Dies führt zu einer nicht eindeutig definierten Ergebnisfunktion, welche die Relation zwischen Input und Output festlegt. Eine solche Ergebnisfunktion ist aber für die Beschreibung von Arbeitssystemen im Kontext der Entwicklung von Lernmedien basierend auf Arbeitsprozessen äußerst relevant, da erst hierdurch eine Abbildung der Ausgangslage und der Zielbeschreibungen von beruflichen Handlungen möglich wird. Wird es möglich diskrete Ereignisse und Zustände eines Arbeitssystems abzubilden, entspricht dies der Transformation einer externen Handlungsfunktion (Ziel und Input zu Output) in interne Handlungsfunktionen (Ziel und Zustand zu Zustand) (Ropohl 2009).

Im erweiterten Arbeitssystem besitzt das Wirksystem die Ausführungsfunktion, das Planungs- und Führungssystem die Zielsetzungsfunktion und das Führungs- und Planungsinformationssystem die Informationsfunktion (Ropohl 2009). Die drei Funktionen sind bei der Entwicklung des Lernmediums umfassend zu berücksichtigen.

4. Diskussion und Fazit

Das erweiterte Arbeitssystem eignet sich bis auf die fehlende Definition von Ergebnisfunktionen sehr gut zur didaktischen und technischen Nutzung im Rahmen der Entwicklung eines arbeitsprozessbasierten Lernmediums für die berufliche Bildung. Das Arbeitssystem wird herangezogen, um Ergebnisfunktionen von Arbeitshandlungen in Form von externen Handlungsfunktionen zu zerlegen. Dies ist für den dynamischen Charakter von beruflichen Arbeitsprozessen sehr relevant. So bringt die Zerlegung einer Handlung im Rahmen der Lernmedienentwicklung Zustandsfunktionen hervor, die Operationen und Teilhandlungsziele beschreiben. Diese lassen sich über interne Handlungsfunktionen diskretisieren und in eine nebenläufige Simulation mittels eines Petri-Netzes überföhren. Die technische Entwicklung hat daher die Aufgabe, Zustände zu detektieren und als Markierungsfunktion zu implementieren, welche es erlauben, induktiv auf die Ergebnisfunktionen als Mittler der beruflichen Handlungen zu schließen.

Basierend auf der Systembeschreibung des Arbeitsprozesses und der mengenaltgebraischen Definition des Arbeitssystems kann eine disziplinübergreifende Diskussion während der somit auch modellbasiert möglichen Entwicklung des Lernmediums erfolgen. Dabei vorgenommene Abstimmungen der ingenieurmethodischen, informationstechnischen sowie didaktischen Überlegungen können im Kontext der beruflichen Bildung mit in die Lernaufgabengestaltung miteinfließen (Bader 1991). Hierbei steht aus technischer Sicht das Wirksystem im Vordergrund und das Führungs- und Planungssystem wird in Form von Anforderungen berücksichtigt, die sich aus der übergeordneten, beide Systeme betreffenden didaktischen Konzeption ergeben.

5. Literatur

- Atanasyan A, Kobelt D, Goppold M, Cichon T, Schluse M (2020), The FeDiNAR Project: Using Augmented Reality to Turn Mistakes into Learning Opportunities. In: Geroimenko V (Ed) Augmented Reality in Education: A New Technology for Teaching and Learning: Springer, 71–86.
- Bader R (1991), Entwicklung beruflicher Handlungskompetenz durch Verstehen: Ein Beitrag zum systemtheoretischen Ansatz in der Technikdidaktik. Die berufsbildende Schule 43:441–458.
- DIN EN ISO 6385: 2016, Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen.
- DIN EN ISO 9000: 2015, Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Begriffe.
- Emery FE, Foster M, Woollard W (1967), Analytical model for socio-technical systems. Lincoln, England.
- Goppold M, Nessau H, Frenz M, Nitsch V (2020a), Itemanpassung im Tätigkeitsanalyseinventar (TAI) entsprechend aktueller technologieinduzierter Forschungserkenntnisse. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Ed) Digitaler Wandel, digitale Arbeit, digitaler Mensch?: GfA-Press, A.15.3.
- Goppold M, Nobis L, Frenz M, Nitsch V (2020b), Erhebung und Modellierung von Arbeitsprozessen in der metall- und elektrotechnischen Ausbildung als Basis einer didaktischen Konzeption „Lernen mit Fehlern in einer AR angereicherten Lernumgebung“. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Ed) Digitaler Wandel, digitale Arbeit, digitaler Mensch?: GfA-Press, B.17.1.
- Hammer W (1996), Terminologie und Fachwörterbuch der Arbeitswissenschaft. Braunschweig.
- Heidemann B (2001), Trennende Verknüpfung: Ein Prozessmodell als Quelle für Produktideen. Düsseldorf: VDI-Verl.
- Hubka V (1984), Theorie technischer Systeme: Grundlagen einer wissenschaftlichen Konstruktionslehre. Berlin, Heidelberg, s.l.: Springer.
- Kirchner JH (1972), Arbeitswissenschaftlicher Beitrag zur Automatisierung: Analyse u. Synthese v. Arbeitssystemen. Berlin West: Beuth-Vertrieb.
- Luczak H, Volpert W, Raeithel A, Schwier W (1989), Arbeitswissenschaft: Kerndefinition-Gegenstandskatalog-Forschungsgebiete. Köln: TÜV Rheinland.
- Müller J (1990), Arbeitsmethoden der Technikwissenschaften. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Rauner F (2017), Methodenhandbuch: Messen und Entwickeln beruflicher Kompetenzen (COMET). Bielefeld: wbv.
- REFA Bundesverband e.V. (2001), Das REFA-Arbeitssystem: Lehrunterlage zu Modul 3110824. Darmstadt: REFA Bundesverband e.V.
- Ropohl G (2009), Allgemeine Technologie: Eine Systemtheorie der Technik: Universitätsverlag Karlsruhe; KIT Scientific Publishing.
- Schlick CM, Bruder R, Luczak H (2010), Arbeitswissenschaft. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Schlick C, Bruder R, Luczak H (2018), Arbeitswissenschaft. Berlin: Springer Vieweg.
- Schlick C (2013), Einführung in die Arbeitswissenschaft: Vorlesungsfolien und Notizen zum erweiterten Arbeitssystem. Aachen.
- Schlick C (2015), Einführung in die Arbeitswissenschaft: Vorlesungsfolien und Notizen zum erweiterten Arbeitssystem. Aachen.
- Sydow J (1985), Der soziotechnische Ansatz der Arbeits- und Organisationsgestaltung: Darstellung, Kritik, Weiterentwicklung. Frankfurt/Main: Campus-Verl.
- Trist EL, Bamforth KW (1951), Some Social and Psychological Consequences of the Longwall Method of Coal-Getting. Human Relations 4:3–38.

Danksagung: Der Beitrag entstammt dem Projekt „FeDiNAR – Fehler didaktisch nutzbar machen mit AR“. Es wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Fachprogramms „Digitale Medien in der beruflichen Bildung“ gefördert und vom DLR Projektträger unter dem FKZ 01PV18005A betreut.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeit HUMAINE gestalten

67. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie (WiPs)
Ruhr-Universität Bochum

Institut für Arbeitswissenschaft (IAW)
Ruhr-Universität Bochum

3. - 5. März 2021

GfA-Press

Bericht zum 67. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 3. - 5. März 2021

**Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie, Ruhr-Universität Bochum
Institut für Arbeitswissenschaft, Ruhr-Universität Bochum**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2021
ISBN 978-3-936804-29-4

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Screen design und Umsetzung

© 2021 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de