

Soziotechnisches Lernsystem am Arbeitsplatz

Förderung der Kompetenz von Mitarbeitenden durch soziotechnische Assistenzsysteme zum flexiblen Einsatz am Arbeitsplatz

Holger Dander, Patrick Adler und Gerd Witt, Universität Duisburg-Essen

Die Komplexität manueller Tätigkeiten in unterschiedlichen Unternehmensbereichen steigt durch verkleinerte Losgrößen, höhere Produktvarianzen und kürzere Produktlebenszyklen. Besonders sind davon die manuell geprägten Bereiche in der Montage und Logistik betroffen. Das Anlernen von neuen Mitarbeitenden oder das Qualifizieren von vorhandenen Mitarbeitenden wird deshalb deutlich aufwendiger. Bei der Auslegung solcher Systeme ist jedoch nicht nur die zu nutzende Technik entscheidend, zur erfolgreichen Implementierung muss eine soziotechnische Systemgestaltung zur Anwendung kommen. Das im vorliegenden Beitrag vorzustellende System bietet in diesem Rahmen neuartige Möglichkeiten, indem das individuelle Lernverhalten über Lernkurventheorien abgebildet wird und die Art der Informationsbereitstellung steuert.

Unterstützende Informationssysteme für Mitarbeitende mit manuell geprägten Tätigkeiten im Fertigungs- und Logistikbereich gewinnen zunehmend an Bedeutung. Als Folge von komplexer werdenden Produkten, vertieften Wertschöpfungsketten, zunehmender Arbeitnehmerüberlassung sowie einem steigenden Fachkräftemangel können Assistenzsysteme zu einer wirtschaftlichen Fertigung beitragen. Entsprechend anspruchsvolle Tätigkeiten können auf absehbare Zeit wirtschaftlich nur manuell vollzogen werden. Auch Mitarbeitende profitieren von unterstützenden Informationssystemen, indem sie bei der Bewältigung neuer Aufgaben angeleitet und sicher durch ein individuelles Prozessgeschehen geführt werden.

Soziotechnische Systemgestaltung für Informationssysteme

Die Implementierung von Informationssystemen in einen Produktionsablauf bedingt jedoch die Berücksichtigung von unternehmensspezifischen Parametern. Diese Parameter prägen sich technisch, organisatorisch sowie personenbezogen aus. Bei der Entwicklung von Systemen kommt daher dem MTO-Konzept eine besondere Bedeutung zu. Das MTO-Konzept geht davon aus, dass die Bereiche Mensch, Technik und Organisation

in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit sowie in ihrem Zusammenwirken zu betrachten sind [1]. Im Mittelpunkt des MTO-Konzepts findet sich stets die jeweilige Arbeitsaufgabe. Somit verknüpft die Arbeitsaufgabe die sozialen mit den technischen Parametern und verbindet den Mitarbeitenden mit den organisatorischen Strukturen. Die Reihenfolge der Verknüpfung (MTO) ist dabei keineswegs zufällig gewählt, da die Aufgabenverteilung zwischen Mensch und Technik für die Entwicklung und Konstruktion von Produktionssystemen im Fokus steht, was in Bild 1 veranschaulicht wird. Somit wird der Grad der Automatisierung von der Art der Mensch-Maschine-Funktionsteilung bestimmt [2, 3].

Dabei ist die Betrachtung von Wechselwirkungen zwischen den sozialen und den technischen Komponenten von Arbeitssystemen nicht neu. Sie finden sich bereits in Veröffentlichungen aus den fünfziger Jahren des letzten Jahrhunderts [4, 5] und werden als soziotechnische Systeme beschrieben. Soziotechnische Systeme sind offene und dynamische Systeme, die Inputs aus der Umwelt erhalten und Outputs in die Umwelt abgeben. Das Konzept wurde fortan für primäre Arbeitssysteme genutzt, die als identifizierbare und abgrenzbare

Socio-Technical Learning System at the Workplace – Enhancement of Employee Competence through Socio-Technical Assistance Systems for Flexible Use at the Workplace

The complexity of manual activities in different areas of a company is increasing due to smaller batch sizes, higher product variants and shorter product life cycles. The balanced provision of information ensures shorter training times, higher acceptance among employees and can be used directly at the workplace. For system implementation, organizational factors must also be considered in accordance of a socio-technical system design.

Keywords:

assistance systems, sociotechnical systems design, learning curve theory, production systems



Dr.-Ing. Holger Dander leitet die Arbeitsgruppe hybride Prozesse am Lehrstuhl Fertigungstechnik der Universität Duisburg-Essen.



Patrick Adler, M.Sc. arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand der Arbeitsgruppe hybride Prozesse am Lehrstuhl Fertigungstechnik der Universität Duisburg-Essen.



Prof. Dr.-Ing. habil. Gerd Witt leitet den Lehrstuhl Fertigungstechnik der Universität Duisburg-Essen.

holger.dander@uni-due.de
www.uni-due.de/fertigungstechnik

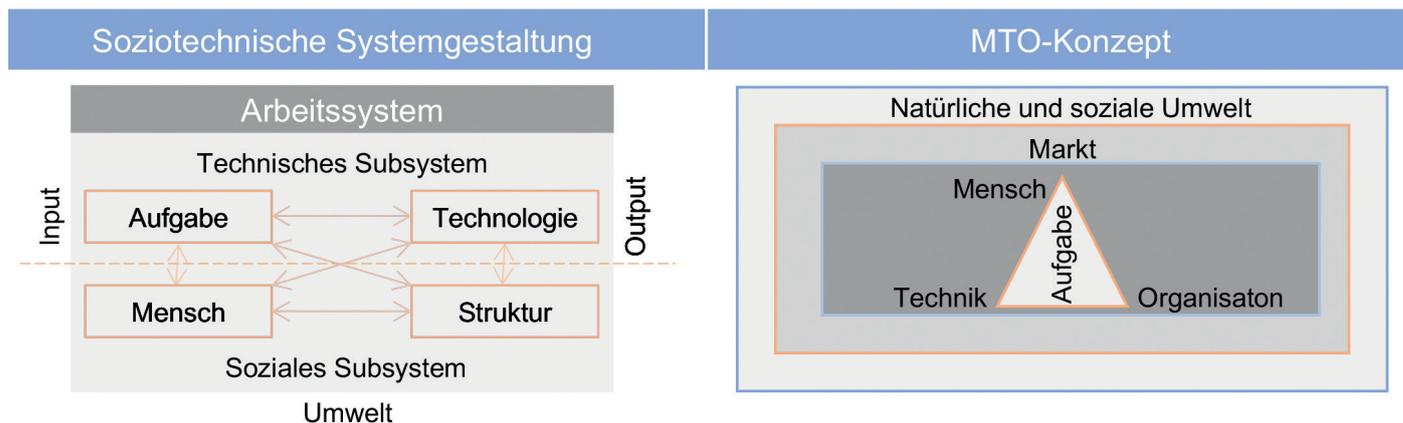


Bild 1: Schematische Darstellung Soziotechnischer Systemgestaltung in Abgrenzung zum MTO-Konzept (in Anlehnung an [1]).

Subsysteme einer Organisation gelten [6]. Dazu zählen beispielsweise Fertigungslinien oder Logistikbereiche. Das Konzept der soziotechnischen Systemgestaltung postuliert explizit die Notwendigkeit, den Technologieeinsatz und die Organisation gemeinsam zu optimieren. Die praktische Bedeutung des Konzepts der soziotechnischen Systemgestaltung nimmt in den letzten Jahren signifikant zu [7]. Besonders wird diskutiert, dass das Konzept der soziotechnischen Systemgestaltung grundsätzlich mit dem Anliegen einer gesundheitsgerechten Arbeits- und Arbeitsplatzgestaltung einhergeht, da sich eine gesundheitsgerechte Gestaltung nicht nur auf einzelne Arbeitsplätze bezieht, sondern mindestens ganze betriebliche Abteilungen einbeziehen muss. Gemäß dem Konzept nützt die Anwendung nicht nur den Mitarbeitenden, sondern dient auch den betrieblichen Zielen zur verbesserten Produktivität [8].

Vergleicht man beide Konzepte, so stellt das MTO-Konzept eine Weiterentwicklung allgemeiner, soziotechnischer Systemgestaltung dar, indem die Arbeitsaufgabe nicht mehr nur den Schnittpunkt zwischen Organisation und Individuum repräsentiert. Vielmehr ist die Arbeitsaufgabe Kern des soziotechnischen Systems und Fokus technisch orientierter, gesamtheitlicher Gestaltungskonzepte [9]. Somit hat das MTO-Konzept zum Ziel, die Nutzung und Entwicklung der Mitarbeiterqualifikation, den Einsatz von Technik und die Gestaltung der Organisation gemeinsam zu optimieren.

Personenbezogenes Handlungsfeld

Bei der Ausgestaltung unterstützender Informationssysteme an manuellen Arbeitsplätzen ist es daher ratsam, das MTO-Konzept konsequent zu berücksichtigen. Stellt man den Mitarbeitenden (Mensch) in den Fokus der Konzeption, so ist beim Betrachten des Lernverhaltens zunächst die Unterscheidung zwischen Fähigkeiten und Fertigkeiten sinnvoll.

Als Fähigkeit kann das Vermögen betrachtet werden, eine Handlung zu vollziehen. Fertigkeit hingegen ist eine erlernte oder erworbene Geschicklichkeit oder Routine zur Ausführung einer Handlung. Die Kombination der individuellen Fähigkeit und Fertigkeit kann als Kompetenz betrachtet werden. Ein erfolgreicher Lernprozess führt daher zu gesteigerten Fertigkeiten und somit zu höherer Kompetenz. Auch wenn die zugrundeliegende Arbeitsaufgabe formal gleich ist, so können Mitarbeitende durch den Einfluss der individuellen Kompetenz verschiedene Anforderungsniveaus spüren. Sind Mitarbeitende mit vergleichsweise geringen Kompetenzen bereits durch mittelschwere Anforderungen überfordert, können andere Mitarbeitende mit vergleichsweise hoher Kompetenz durch dieselbe Arbeitsaufgabe unterfordert werden.

Bild 2 zeigt den Zusammenhang zwischen Anforderungsniveau und Kompetenzen. Zwischen Anforderungsniveau und Kompetenz spannt sich ein Bereich, der als Komfortzone betrachtet werden kann. Mit steigender Kompetenz vergrößert sich ebenso die Komfortzone. Außerhalb dieses Bereichs findet eine Über- bzw. Unterforderung des Mitarbeitenden statt. Beide Zustände gilt es bei der Ausübung einer Arbeitsaufgabe zu vermeiden, da die Fehlerwahrscheinlichkeit steigt sowie die Leistungsbereitschaft sinkt [11]. Durch Wiederholung der Arbeitsaufgabe durchläuft der Mitarbeitende einen Lernprozess, wodurch sich das empfundene Anforderungsniveau fortlaufend ändert. Abhängig von der individuellen Kompetenz des Mitarbeitenden verlässt er dabei seine Komfortzone. Es lässt sich daraus schließen, dass eine Anpassung der Aufgabenbeschreibung entsprechend des Kompetenz- und Anforderungsniveaus des Mitarbeitenden sinnvoll scheint. Da bei einer statischen Informationsbereitstellung bereits nach wenigen Wiederholungen und gestiegener Kompetenz eine Unterforderung des Mit-

arbeitenden eintritt, ist eine dynamische Bereitstellung von Informationen sinnvoll. Diese bietet die Möglichkeit, auf das individuelle Kompetenzniveau in Kombination mit dem zugrundeliegenden Anforderungsniveau individuell zu reagieren.

Technologisches Handlungsfeld

Bei der technischen Fokussierung der Konzeption ist es zunächst erforderlich, Kenntnis über benötigte Zeiten bei manuellen Prozessen zu erlangen. Zur Ermittlung der Ausführungszeit für manuelle Tätigkeiten haben sich verschiedene Zeitermittlungssysteme etabliert. Neben Systemen zur Zeitbestimmung bereits vorhandener Abläufe [12] existieren auch Systeme vorbestimmter Zeiten [13]. Diese ermöglichen sowohl Ausführungs- als auch Planungsanalysen. Die Analyse eines bestehenden oder geplanten manuellen Prozesses liefert einen Vorgabewert für die Ausführungszeit. Da bei der Durchführung manueller Tätigkeiten die Überschreitung des Vorgabewerts unwirtschaftlich ist, besteht das Ziel seit den ersten systematischen Zeitaufnahmen darin, diesen Vorgabewert möglichst schnell zu erreichen. Das schnelle Erreichen des Vorgabewerts wird maßgeblich beeinflusst vom individuellen Kompetenzniveau des Mitarbeitenden, der Komplexität der Arbeitsaufgabe sowie von der Anzahl der durchgeführten Wiederholungen. Der degressive Verlauf der Ausführungszeit wird dabei als Lernkurve bezeichnet [14]. Lernkurven bieten die Möglichkeit, auf Grundlage der Erstausführungszeit oder unter Kenntnis der momentanen Ausführungszeit zusammen

mit der bisherigen Anzahl der Wiederholungen eine Prognose über die nachfolgenden Ausführungszeiten zu geben. Insbesondere können auf diese Weise Vorhersagen für das Erreichen der Vorgabezeit ermittelt werden.

In Bild 3 werden unterschiedliche Lernkurven präsentiert. Zum besseren Vergleich untereinander wird die Anzahl der Wiederholungen betrachtet, wobei weitere Faktoren der mathematischen Beschreibung vereinheitlicht werden. Für die ersten Wiederholungen werden die Lerneffekte hinreichend gut abgebildet, eine Annäherung an den Vorgabewert ist für unterschiedliche Ausführungswiederholungen zu erkennen. Die Abbildung von Lernkurven durch Exponential- und Potenzfunktionen ist dabei bereits wissenschaftlich dargelegt [16]. Bei einer Aufzeichnung der Ausführungszeiten während der Tätigkeitsdurchführung ist ein Abgleich der prognostizierten zur tatsächlichen Ausführungszeit möglich. Ein Abweichen der Ausführungszeit kann, neben auftretenden Fehlern im Prozess, als einfacher Indikator für eine Über- oder Unterforderung eines Mitarbeitenden gedeutet werden. Dem kann durch eine dynamische Bereitstellung von Informationen entgegengewirkt werden.

Organisatorisches Handlungsfeld

Die Betrachtung organisatorischer Faktoren eines unterstützenden Informationssystems bezieht sich gleichfalls auf die Arbeits- wie auch auf die Systemorganisation. Die Arbeitsorganisation berücksichtigt Arbeitsformen wie beispielsweise Gruppenarbeit, Job-Rotation sowie

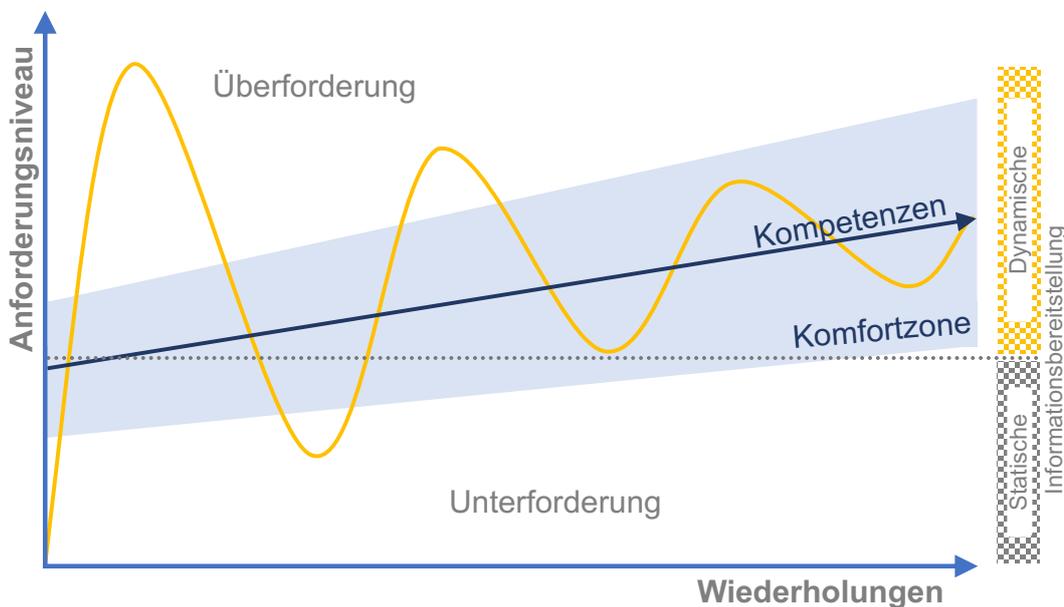


Bild 2: Zusammenhang zwischen Anforderungsniveau, Kompetenzen sowie der sich daraus ergebenden Komfortzone zwischen Unter- und Überforderung (schematische Darstellung des um einen Mittelwert schwankenden Anforderungsniveaus) [10].

Literatur

- [1] Ulich, E.: Arbeitssysteme als Soziotechnische Systeme – Eine Erinnerung. In: Journal Psychologie des Alltagshandelns 6 (2013) 1, S. 4-12.
- [2] Grote, G.: Autonomie und Kontrolle. Zur Gestaltung automatisierter und risikoreicher Arbeitssysteme. In: Ulich, E. (Hrsg): Schriftenreihe Mensch, Technik, Organisation. Band 16. Zürich 1997.
- [3] Grote, G.; Wäfler, T.; Ryser, C.; Weik, S.; Zölch, M.; Windischer, A.: Wie sich Mensch und Technik sinnvoll ergänzen. Die Analyse automatisierter Produktionssysteme mit KOMPASS. In: Ulich, E. (Hrsg): Schriftenreihe Mensch, Technik, Organisation. Band 19. Zürich 1999.
- [4] Emery, F. E.: Characteristics of socio-technical systems. In: Tavistock Institute of Human Relations. Document No. 527. London 1959.
- [5] Emery, F. E.; Trist, E. L.: Socio-technical systems. In: Churchman, C. W.; Verhulst, M. (Hrsg): Management science, models and techniques 2 (1960).
- [6] Trist, E. L.: The evolution of sociotechnical systems. A conceptual framework and an action research program. In: Issues in the quality of working life, Occasional Papers No. 2. Toronto (Kanada) 1981.

Arbeitsteilung, wohingegen die Systemorganisation Schnittstellen zu Subsystemen, die Anbindung an vorhandene ERP-Systeme sowie die Nutzung moderner Softwarearchitekturen berücksichtigt. Findet eine individuelle Informationsbereitstellung statt, hat das unmittelbar Auswirkung auf die Arbeitsorganisation. Tauschen beispielsweise Mitarbeitende regelmäßig ihren Arbeitsplatz, so muss das individuelle Lernverhalten eines Mitarbeitenden für verschiedene Arbeitsplätze übertragbar werden. Findet eine Arbeitsteilung statt, muss das unterstützende Informationssystem darauf reagieren. Andererseits kann ein System nur dann wirtschaftlich und produktiv betrieben werden, wenn eine Einbettung in die individuelle Unternehmensstruktur (Organisation) erfolgt. Es ist üblich, dass Vorgabezeiten für Tätigkeiten bereits systemseitig abgebildet sind, regelmäßig müssen Tätigkeitsnachweise auf Ebene einer Betriebsdatenerfassung (BDE) abgebildet werden.

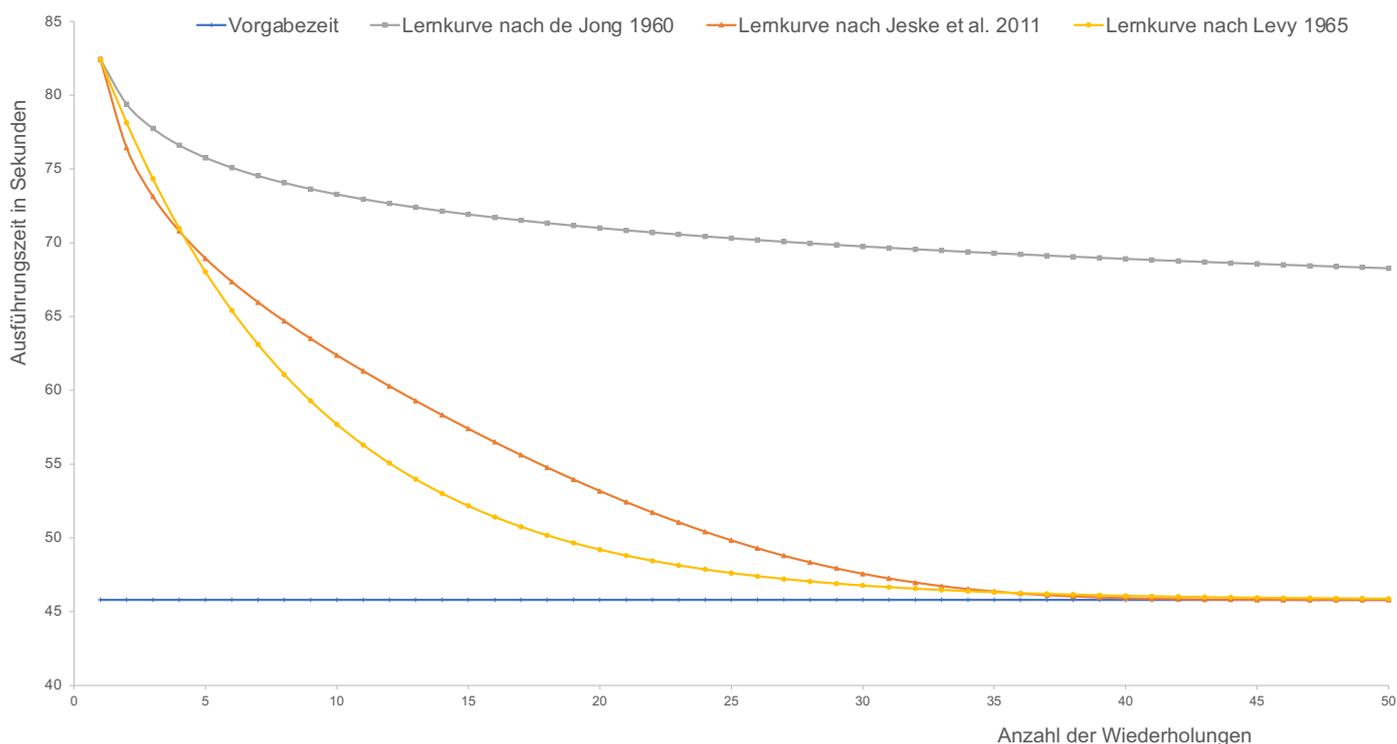
Um mögliche Missbrauchspotenziale durch die Aufnahme und Verarbeitung von Bearbeitungszeiten auszuschließen, ist die Einbindung von Betriebsrat, Datenschutzbeauftragten und weiteren Akteuren schon bei der Einführung notwendig. Nur wenn sich Informationssysteme zwischen ERP- und BDE-System datenschutzkonform abbilden lassen, ist ein organisationsbezogener Erfolg möglich.

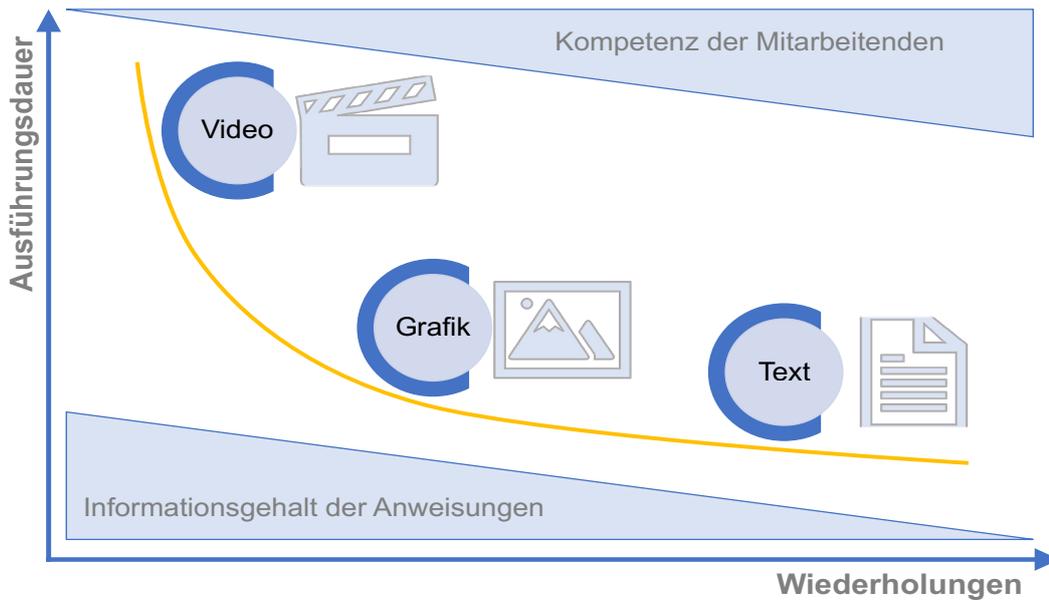
Umsetzung des unterstützenden Informationssystems

Am Lehrstuhl Fertigungstechnik der Universität Duisburg-Essen kommen Lernkurven als Werkzeug zur Begleitung von Mitarbeitenden bei manuellen Tätigkeiten zum Einsatz. Über die digitale Erfassung der Ausführungszeiten lassen sich personenindividuelle Lernkurven von Mitarbeitenden ermitteln. Diese Lernkurven und insbesondere die tatsächliche Ausführungszeit werden genutzt, um den Grad der Information anzupassen [15]. Dabei wird zwischen einem hohen, einem mittleren und einem geringen Informationsgrad unterschieden, dies ist in Bild 4 graphisch dargestellt. Um die hohen Informationsbedarfe, beispielsweise bei den ersten Ausführungen einer Arbeitsaufgabe, zu decken, werden Animationen oder Videos genutzt. Mittlere Informationsbedarfe, beispielsweise nach mehrmaliger Wiederholung in Kombination mit einer längeren Pause, werden durch Explosionszeichnungen, Animationen sowie bildbasierten Informationen abgedeckt. Geringe Informationsbedarfe beinhalten einen erklärenden Text oder Bildmaterialien vom finalen Produktzustand.

Die Auswahl des jeweils geeigneten Informationsgehalts wird über die individuelle Lernkurve des Mitarbeitenden gesteuert. Demnach

Bild 3: Vergleich unterschiedlicher Lernkurven mit Einheitswerten am Beispiel einer Spieluhrenproduktion [15].





findet ein prozessintegriertes Lernen (in-situ) während der Durchführung der Arbeitsaufgabe statt. Als Ergebnis wird die individuelle Leistungsfähigkeit eines Mitarbeitenden im Arbeitsprozess berücksichtigt und gefördert. Die Art und Menge der bereitgestellten Informationen beeinflussen unmittelbar die empfundene Beanspruchung eines Mitarbeitenden am Arbeitsplatz. Ist bei der Verrichtung einer unbekannteren Arbeitsaufgabe ein hoher Informationsgehalt sinnvoll, sinkt dieser mit zunehmender Wiederholung. Die Handlungshoheit liegt bei der Arbeitsausführung ausschließlich und jederzeit bei den Mitarbeitenden, eine manuelle Auswahl des Informationsgehaltes ist in jedem Prozessschritt selbstbestimmt möglich. [10]

Neben dem Einsatz in der Montage sowie in der Logistik befinden sich lernunterstützende Assistenzsysteme des Lehrstuhls Fertigungstechnik auch in der Behindertenhilfe. In Kombination mit ergonomischen Arbeitsplätzen wurde in der Logistik ein vollständiges Produktionssystem geschaffen, die bisher verwendeten papiergebundenen Arbeitsanweisungen wurden durch das Informationssystem abgelöst. Durch die Digitalisierung können Mitarbeitende schnell neue Prozesse erlernen und werden bei der Durchführung ihrer Arbeitsaufgabe individuell unterstützt. Im Bereich der Behindertenhilfe profitiert die Zielgruppe maßgeblich durch unterstützende Informationssysteme, da somit Tätigkeiten vollzogen werden können, die aufgrund vorhandener Einschränkungen zuvor nicht bewältigt werden konnten.

Zusammenfassung und Ausblick

Manuelle Tätigkeiten stellen oftmals den wert-

schöpfenden Faktor produzierender Unternehmen dar. Diese können durch unterstützende Informationssysteme positiv beeinflusst werden. Zur Auslegung von Informationssystemen ist eine gesamtheitliche Betrachtung notwendig. Dafür stehen verschiedene Konzepte aus der soziotechnischen Systemgestaltung zur Verfügung. Besonders geeignet scheint das MTO-Konzept, welches auf Basis der Arbeitsaufgabe eine gesamtheitliche Betrachtung der menschlichen, technischen sowie organisatorischen Parameter berücksichtigt. Auf Basis des MTO-Konzepts wurde ein unterstützendes Informationssystem vorgestellt, welches eine in-situ Erzeugung von Lernkurven nutzt, um unmittelbar Rückschlüsse auf die angemessene Stufe eines Informationsgehaltes zu ziehen. Der Einsatz von in-situ-Lernkurven für die Auswahl der Informationsdarstellung trägt dazu bei, dass die individuelle Kompetenz der Mitarbeitenden und die an sie gestellten Anforderungen adäquat berücksichtigt werden.

Dem Einsatz der beschriebenen Technologie können durch die Datenschutz-Grundverordnung und die Mitbestimmungspflicht Grenzen gesetzt sein. Zukünftig sollen allgemeingültige Lernkurven auf Arbeitsgruppenebene erzeugt und abgebildet werden.

Die Autoren danken für die Unterstützung durch den Open-Access-Publikationsfonds der Universität Duisburg-Essen.

Schlüsselwörter:

Assistenzsysteme, Soziotechnische Systemgestaltung, Lernkurventheorie, Produktionssysteme

Bild 4: Beschreibung einer Arbeitsaufgabe mit unterschiedlichen Informationsgehalten entsprechend der ermittelten, individuellen Lernkurve.

- [7] Friesling, E.: Arbeitsanalyse und Arbeitsgestaltung. In: Hoyos, C. G.; Frey, D. (Hrsg): Arbeits- und Organisationspsychologie. Ein Lehrbuch (1999).
- [8] Oesterreich, R.: Konzepte zu Arbeitsbedingungen und Gesundheit – Fünf Erklärungsmodelle im Vergleich. In: Oesterreich, R.; Volpert, W. (Hrsg): Psychologie gesundheitsgerechter Arbeitsbedingungen, Band 59 (1999).
- [9] Hermann, T.: Kreatives Prozessdesign. Konzepte und Methoden zur Integration von Prozessorganisation, Technik und Arbeitsgestaltung. Berlin Heidelberg 2012.
- [10] Adler, P.; Dander, H.: Digitale Unterstützung beim Lernen am manuellen Arbeitsplatz. In: Betriebspraxis & Arbeitsforschung. Zeitschrift für angewandte Arbeitswissenschaft 237 (2019), S. 24-31.
- [11] Csikszentmihalyi, M.: Flow. The psychology of optimal experience. North Charleston, South Carolina (USA) 2018.
- [12] REFA - Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation: Datenermittlung. Methodenlehre der Betriebsorganisation. München 1997.
- [13] Bokranz, R.; Landau, K.: Produktionsmanagement von Arbeitssystemen. MTM-Handbuch. Stuttgart 2006.
- [14] Wright, T. P.: Factors Affecting the Cost of Airplanes. In: Journal of the Aeronautical Sciences 3 (1936), S. 122-128.
- [15] Dander, H.: Interaktives und wissensbasiertes Informationssystem für manuelle Tätigkeiten. Dissertation. In: Berichte aus dem Maschinenbau. Aachen 2018.
- [16] de Greiff, M.: Die Prognose von Lernkurven in der manuellen Montage unter besonderer Berücksichtigung der Lernkurven von Grundbewegungen. Dissertation. In: Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 2, Fertigungstechnik, 592. Düsseldorf 2001.