

# ♾ Mensch-KI-Teaming: Mensch und Künstliche Intelligenz in der Arbeitswelt von morgen

Annette Kluge\*,  
Greta Ontrup,  
Valentin Langholf und  
Uta Wilkens

Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) in Produktion und Fertigung wird die Arbeitswelt und die Fabrikfertigung verändern. Dieser Beitrag widmet sich der Frage, wie die Arbeit mit KI im Interesse des Menschen gestaltet werden kann. Dafür werden verschiedene Perspektiven auf menschenzentrierte KI vorgestellt. Nachfolgend wird das Modell SMART-er Arbeitsgestaltung eingeführt [37, 43]. Dieses dient als Heuristik, vor dessen Hintergrund Kriterien für die Entwicklung menschenzentrierter hybrider Intelligenzen diskutiert werden. Abschließend werden fünf Gestaltungsschritte abgeleitet, die Unternehmen bei der menschenzentrierten Gestaltung von Mensch-KI-Teams helfen können.

Psychologische und arbeitswissenschaftliche Betrachtungen auf den Menschen in der Fabrik sind zwar nicht ganz so alt wie die Fabriken in denen die Menschen arbeiteten, aber immerhin seit ca. 100 Jahren Teil einer wissenschaftlichen Betriebsführung. Diese Perspektiven auf die Arbeitsgestaltung sind unmittelbar verzahnt mit einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung. In den frühen Jahren der Fabrikarbeit waren es eher die Fragen der Arbeitsdisziplin, des Arbeitsschutzes, der Passung und die Selektion des „Bestarbeiters“ [1]. Dazu kamen über die Zeit die Fragen nach der erfolgreichen Führung und dem Wert der menschlichen Bezie-

hungen als Motivatoren. Ergänzt werden diese durch die sozio-technische Systemgestaltung mit dem Anspruch der „Joint Optimization“ von technischem und menschlichem System, die Gestaltungskriterien für humane, persönlichkeitsförderliche Arbeit und das betriebliche Gesundheitsmanagement. Mit all diesen Errungenschaften für Mensch und Organisation stehen wir nun am Tor der Arbeitswelt von morgen, mit ihren Anfängen im Bereich Machine Learning und künstlicher Intelligenz (KI) [2–4].

Eine der grundlegenden Fragen ist dabei: Wollen wir gegen die Maschinen antreten? Oder mit den Maschinen ins Rennen gehen?

## Szenario 1

Die ersten Erfahrungen der Menschen, die gegen die Maschine antraten, waren eher frustrierend. Nach dem Garry Kasparov im Jahr 1997 gegen den IBM Schach-Computer Deep Blue unterlegen war, wurde er gefragt, wie er sich demnächst auf ein Match gegen einen Computer vorbereiten würde. Er antwortete: „Ich würde einen Hammer mitbringen“ [5, 6].

## Szenario 2

Um zu vermeiden, dass Menschen zukünftig „einen Hammer mitbringen“, stel-

le man sich ein mögliches anderes Zukunftsszenario vor – den systemisch denkenden Problemlöseassistenten. Dieser könnte Instandhaltungsteams in der Produktion oder Service-Teams an der Kundenschnittstelle unterstützen. Der Problemlöseassistent könnte eine KI-basierte angeleitete systemische Fehlersuche betreiben oder zukünftig zu erwartende Problem im Sinne eines predictive maintenance detektieren. So würde er den technischen Teil eines KI-basierten Total Quality Management (TQM) betreiben, um Wartungs- oder Serviceteams bei der Behebung bzw. Vermeidung von Fehlern zu unterstützen. Die Machine Learning Algorithmen könnten aus vorhandenen Daten der Fehlersuche der Vergangenheit, aus Daten der Hersteller und Informationen zu bisherigen Wartungsarbeiten gespeist werden. Wir stellen uns weiter Mixed-Reality-Anwendungen vor, welche die Ergebnisse von getesteten Hypothesen beispielsweise direkt an der Maschine oder dem Roboter einblenden. Die Ergebnisse des Hypothesentestens werden in einer Datenbank abgelegt, die für spätere Situationen (auch Jahre später) genutzt werden. Die KI kann weitere Hypothesen vorschlagen, die noch nicht getestet wurden. Sie kann auf Informationen (z.B. Hersteller, Instandhalter-WhatsApp Grup-

## \* Korrespondenzautorin

Prof. Dr. Dipl.-Psych. Annette Kluge  
Ruhr-Universität Bochum  
Lehrstuhl Arbeits-, Organisations- &  
Wirtschaftspsychologie  
Universitätsstr. 150, 44780 Bochum  
Tel.: +49 (0) 234 3228-607  
E-Mail: annette.kluge@rub.de

## Hinweis

Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen von den Mitgliedern des ZWF-Advisory Board wissenschaftlich begutachteten Fachaufsatz (Peer-Review).

pen) aus dem Internet und Intranet (z. B. Maintenance Daten) zugreifen und weitere Informationen generieren. Sie nutzt bei der Unterstützung des Problemverstehens, des Hypothesentestens und der Diagnose die Integration von verschiedenen TQM oder Six-Sigma-Methoden [7].

Szenario 1 und Szenario 2 stellen zwei extreme Pole in den Möglichkeiten der Gestaltung von KI-Systemen im Arbeitskontext dar: Szenario 1 mündet in seiner Frage danach wer überlegen ist in einem Substitutionsansatz; Szenario 2 führt in seiner Auseinandersetzung mit Komplementarität zu einem Hybride-Intelligenz-Ansatz. Für das erste Szenario haben sich Anwendungsfälle vor allem in der Logistik entwickelt, wo Rationalisierungspotenziale mittels KI ausgeschöpft wurden, um Produktivitätssteigerungen zu erzielen. Auch die Technikfolgen sind sichtbar geworden. Die menschliche Arbeitskraft füllt in diesem Szenario die verbleibenden Lücken, reflektiert aber nicht die Kohärenz bei der Ausübung dieser Resttätigkeiten. Szenario 2 hat sich bislang noch nicht raumgreifend entfalten können, weil es eine andere Denk- und Herangehensweise erfordert. Es birgt aber großes Wachstumspotenzial für die Zukunft, das schließlich auch mit einer menschenzentrierten Entwicklung der Arbeitsplätze korrespondiert. Durch die Nutzung der KI für Aufgaben im TQM und in der systemübergreifenden Prozessregulation kann die Expertise-Rolle der Arbeitskräfte gestärkt und eine über die Einzelfähigkeit von Technik oder Mensch hinausgehende Leistung erbracht werden, die auf hybrider Intelligenz basiert. Wenn diese Richtung der KI-Nutzung gestärkt wird, kann die deutsche Industrie in eine andere Dimension von Qualitätswettbewerb eintreten und auch Arbeitsplätze an hiesigen Standorten reintegrieren. Dies setzt eine sozio-technische Systemgestaltung voraus, bei der Technologieentwicklung und Arbeitssystemgestaltung unmittelbar Hand in Hand gehen und Technologie nicht als „fertig“ gegebene, extern bezogene Komponente betrachtet wird, auf die das soziale System anzupassen ist. Dann sind die Probleme der Technikakzeptanz verständlicherweise vorprogrammiert und letztlich kann ein Technikpotenzial aufgrund der unausgereiften grundsätzlichen Heran-

gehensweise nicht genutzt werden. Auch die Technikentwicklung muss rekursiv aus der Logik des sozialen Systems nutzerzentriert erfolgen. Mittlerweile sind die Entwicklungen im statischen Lernen, die aus der zweiten KI-Welle hervorgegangen sind [8], so weit gereift, dass neue betriebliche Wege eingeschlagen werden können. Das ist die Botschaft, die im zweiten Szenario angelegt ist.

In einem aktuellen Aufsatz der Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände [9] lautet eine These, dass durch KI in der Arbeitswelt der Zukunft Potenzial für neue Arbeitsqualität bestehe. Das Potenzial liege darin, dass Menschen mit assistierenden Systemen unterstützt und hinsichtlich ihrer Gesundheitsressourcen gefördert werden, Ressourcen effektiver eingesetzt und Fertigungsprozesse umweltschonender gestaltet werden. Diese Potenziale hinsichtlich der Rolle des Menschen in der Fertigung der Zukunft können – so wiederum die These in der wissenschaftlichen Argumentation – durch eine menschenzentrierte KI-Entwicklung realisiert werden. Auf welches Verständnis von Mensch-Zentrierung wird dabei Bezug genommen?

### Perspektiven von menschenzentrierter Mensch-KI-Arbeitsgestaltung

Auf Basis eines systematischen Reviews arbeiteten Wilkens et al. [10] folgende vier Ausprägungsperspektiven von menschenzentrierter Mensch-KI-Arbeitsgestaltung heraus.

#### Perspektive 1 (defizitorientiert)

Die defizitorientierte Betrachtung geht davon aus, dass der Mensch Schwächen aufgrund begrenzter Informationsverarbeitungskapazität und -geschwindigkeit, Erschöpfungs- und Ermüdungserscheinung bis hin zu Aufmerksamkeitsdefiziten hat, was die Leistungsfähigkeit in Produktion und Fertigung beeinträchtigt. Die implizite Annahme ist, dass eine KI den Menschen darin unterstützen kann, die eigenen menschlichen „Schwächen“ abzufedern. KI-Systeme sollen gemäß dieser Perspektive dazu dienen, die Fertigungsabläufe oder Fehlersuche robuster und weniger fehleranfällig zu machen. Da die KI dabei häufig für Tätigkeiten

eingesetzt wird, die vorher von Beschäftigten ausgeführt wurden, könnte für den Menschen der Eindruck entstehen, dass diesem nur noch der Hammer bliebe, um sich gegen die KI zu behaupten.

#### Perspektive 2 (datenzuverlässigkeitsorientiert)

Gemäß dieser Perspektive hat vor allem die KI in ihrem gegenwärtigen Entwicklungsniveau Schwächen, weil die verwendete Datenbasis fehlerbehaftet sein kann und die KI nicht zuverlässig und diskriminierungsfrei funktioniert. Zudem muss sie in der Lage sein, sich gegenüber dem Menschen zu erklären, damit der Mensch Schlussfolgerungen oder Entscheidungen nachvollziehen und korrigieren kann. Die „explainability“ soll zusätzlich dazu führen, dass der Mensch in die KI vertraut. Die implizite Annahme ist hier, dass die KI zwar grundsätzlich ein hohes Potenzial hat, aber gegenwärtig der menschlichen Entscheidungsfähigkeit noch unterlegen ist.

#### Perspektive 3 (schutzorientiert)

Die KI übernimmt die Aufgaben, die im Sinne einer korrektiven, präventiven und prospektiven differentiellen und dynamischen Aufgabengestaltung dazu führen, dass für die durch den Menschen ausgeführten Tätigkeiten mehr Kriterien einer humanen Arbeitsgestaltung erfüllt werden [11]. Der Mensch übernimmt Tätigkeiten, die langfristig schädigungslos ausgeführt werden können und wird dabei korrektiv zum Beispiel mit einem intelligenten Roboter unterstützt. Der Mensch übernimmt weiterhin die Tätigkeiten, die langfristig Qualifikation, Arbeitsleistung und Gesundheit erhalten oder sogar fördern und er wird bei diesen prospektiv, z. B. mithilfe intelligenter Assistenzsysteme, von der KI unterstützt. Die KI hilft dabei, auf interindividuelle Präferenzen, Motivationen und physiologische Zustände variabel reagieren zu können (prospektiv dynamisch und differentiell, z. B. mithilfe eines intelligenten Flow-Unterstützungssystems). Die KI wird gemäß des Wertemaßstabs für humane und menschengerechte Arbeit eingesetzt.

So wurden bereits technische Konzepte für die KI-basierte Unterstützung von Flow Erleben entwickelt [12]. Denn in

den letzten Jahren sind die Erwartungen der Beschäftigten hinsichtlich der ästhetischen, affektiven und motivationalen Aspekte der Arbeit deutlich gestiegen [13–15]. Erste Feldstudien zeigten bereits, dass sich Funktionalität, User Experience und hohe Motivation nicht mehr ausschließen [4, 16, 17]. Es wird dementsprechend notwendig, menschliche Bedürfnisse in der Arbeit noch ganzheitlicher zu betrachten, indem nicht nur die kognitiven Prozesse einer zu erfüllenden Aufgabe in die menschenzentrierte Gestaltung einbezogen werden, sondern auch Anforderungen an langfristige Motivation und Affekt. So können nachhaltig interessante und herausfordernde Arbeitsplätze geschaffen werden. Für die KI-Entwicklung ergeben sich mit Blick auf Szenarien von Mensch-KI-Teaming Potenziale, Assistenzsysteme zu entwickeln, die positive affektive und motivationale Zustände – wie beispielsweise Flow – unterstützen. Flow beschreibt die angenehme Erfahrung, sich voll und ganz mit einer Aufgabe zu beschäftigen [12, 18, 19]. Im Flow-Zustand wird alle Aufmerksamkeit auf eine Aufgabe gerichtet, während gleichzeitig die Aufmerksamkeit von irrelevanten Reizen abgeschirmt wird, was zu einem Erlebnis mühelosen Handelns führt. Das entwickelte Konzept von Peifer et al. [12] beruht auf der Idee, Flow mithilfe von physiologischen Daten (z. B. Arousal, EEG, Herzrate, Augenbewegungen, Pupillengröße, Hautleitfähigkeit) in Echtzeit zu messen. Auf Basis maschinellen Lernens erkennt der Flow-Assistent, wann ein/e Beschäftigte/r im Flow Zustand arbeitet. Das intelligente System kann daraufhin die Aufgabenschwierigkeit einer Tätigkeit jeweils so anpasst, dass ein individueller Flow-Zustand für die Beschäftigten erreicht werden kann.

#### Perspektive 4 (potenzialorientiert)

Im Sinne einer hybriden Intelligenz arbeiten Mensch und KI kollaborativ und interdependent in gegenseitiger Abhängigkeit in Bezug auf die Aufgaben und das Ergebnis zusammen, lernen voneinander und verstärken ihre Vorteile [20, 21]. Arbeitssysteme mit hybrider Intelligenz ermöglichen es, dass Menschen und KI in Bezug auf die kreativen kombinatorischen oder algorithmischen Problemlö-

seherangehensweisen voneinander über Rückkoppelungsschleifen lernen, sich gegenseitig herausfordern und sich gegenseitig als Informationsquelle nutzen. Im Sinne des oben bereits beschriebenen systemischen KI-Problemlöseassistenten, schätzen Mensch und KI die Unterschiedlichkeit der anderen Partei wert.

Insbesondere die vierte Perspektive verdeutlicht, dass KI zu besseren Arbeitsbedingungen beitragen könnte: Nach dieser Perspektive substituiert die KI nicht den Menschen, sondern KI und Mensch arbeiten interdependent – ähnlich wie ein Team – zusammen [20, 22]. KI kann dabei zur Steigerung der Effizienz, Genauigkeit und Qualität einer Arbeitsausführung dienen, da in Situationen mit mehrdeutiger Informationslage hohe Anforderungen an die Genauigkeit und Fehlervermeidung in Entscheidungsprozessen gestellt werden [23–25]. Der Mensch bringt sein explizites und implizites Domänenwissen ein, beispielsweise zur konkreten Materialbeschaffenheit oder bezüglich zu beachtender Umgebungseinflüsse [23–25]. Dementsprechend ergeben sich neue Potenziale für die Geschäftsfeldentwicklung in der Industrie [26] oder Qualitätssicherung [27, 28]. Hier zeigen sich Vorteile der verteilten Intelligenz [21] zwischen maschinellen und menschlichen Aufmerksamkeitsprozessen, um zu elaborierten Lösungen zu gelangen [29]. Die Herausforderung in der Forschung besteht darin, Antworten auf die Frage zu finden, wie Arbeitsplätze ausgestaltet werden können, um von verteilter und hybrider Intelligenz zu profitieren [29].

#### Verantwortungsbewusste sozio-technische Systemgestaltung für Mensch-KI-Teaming

Es ist eine Frage des sozio-technischen Systemdesigns, in welche Richtung und in welcher Art und Weise das Potenzial zur Gestaltung von Arbeit genutzt wird [20].

Da wir mit den Entwicklungen und deren flächendeckenden Einführungen von KI-Lösungen noch relativ am Anfang stehen, haben wir jetzt die Gelegenheit, die entwickelten Wertvorstellungen humaner Arbeit in die Entwicklung von Mensch-KI-Systemen einzubringen. Da-

bei geht es in den folgenden Überlegungen nicht darum, dem aktuellen Stand der KI-Entwicklung und KI-Integration in der Industrie Rechnung zu tragen, sondern antizipierende Gestaltungsoptionen für die Zukunft auszuloten. Gerade da arbeits- und organisationspsychologische Forschung in der Vergangenheit die Auswirkungen technologischer Entwicklungen in der Arbeitswelt mit großer Zeitverzögerung untersucht hat [30], kann nun das frühe Entwicklungsstadium der KI-Entwicklung genutzt werden, um antizipierende Gestaltungsforschung aus arbeits- und organisationspsychologischer Perspektive anzuregen. Eine gelenkte KI-Entwicklung kann Potenziale freisetzen, um Arbeitsgestaltung konsequent am Menschen auszurichten. Das Zusammenspiel von Mensch und KI kann durch neue Ansätze der Arbeitsgestaltung so organisiert werden, dass Arbeitsausführungen an Güte und Verlässlichkeit gewinnen. Dies kann die soziale Akzeptanz steigern. Dieses Methodenspektrum der KI-Entwicklung, KI-Implementierung und KI-Nutzung gilt es jedoch erst zu entwickeln.

Eine Option besteht darin, KI-Lösungen von vornherein im Sinne eines Mensch-KI-Teamings zu entwickeln. Unter Mensch-KI-Teaming verstehen wir eine aktive und interdependente Kollaboration zwischen Menschen und KI um ein gemeinsames Ziel zu erreichen [31]. Zum Teaming gehört eine Möglichkeit zur Kommunikation zwischen Mensch und KI, gegenseitige Unterstützung, gemeinsamer Aufbau eines Situationsverständnisses, ein gegenseitiges Erkennen von Absichten, transparente Reasoning-Prozesse, die in einer Entscheidungsfindung münden und Back-up Behavior (im Falle des „Versagens“ von Mensch oder KI) und das Auffangen potentieller Fehler durch den jeweils anderen Part [32, 33].

Als generelle Heuristik für eine verantwortungsbewusste Mensch-KI-Arbeitsgestaltung eignet sich der Denk- und Gestaltungsrahmen des SMART-Work Designs [Stimulating, Mastery, Agency, Relational, Tolerable demands, 34, 35, 36, 37]. Das Akronym SMART setzt sich zusammen aus den Konzepten humaner Arbeitsgestaltung, welche in Bild 1 dargestellt sind. Im SMART-Denkrahmen



Stimulating	Mastery	Agency	Relational	Tolerable demands
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Z.B. Angemessene Ansprüche an vielfältige Fertigkeiten</li> <li>• Ausreichend vielfältiger Einsatz von Fertigkeiten</li> <li>• Ansprüche an Problemlösen, Mitdenken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Z.B. Rollen Klarheit</li> <li>• Rückmeldungen durch andere</li> <li>• Ganzheitlichkeit der Aufgabe: <ul style="list-style-type: none"> <li>Selbständiges Setzen von Zielen</li> <li>Selbständige Handlungsvorbereitung</li> <li>Auswahl der Mittel</li> <li>Ablauf-Feedback</li> <li>Resultat-Feedback</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Z.B. Kontrolle über die Reihenfolge von Tätigkeiten</li> <li>• Kontrolle über die Arbeitsmethoden</li> <li>• Kontrolle über Entscheidungsprozesse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Z.B. Unterstützung durch Führungskräfte und Kolleg*innen</li> <li>• Das Erleben von Bedeutsamkeit</li> <li>• Wahrgenommenes Wachstum durch positive Beziehungen und Persönlichkeitsentwicklung</li> <li>• Erleben von Zufriedenheit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generelle Ausführbarkeit und Schädigungslosigkeit</li> <li>• Erträglich über längere Zeit (Jahre) hinweg</li> <li>• Zumutbar im Sinne einer subjektiven Akzeptanz</li> <li>• Moderater Zeitdruck und Workload</li> <li>• Verarbeitbare emotionale Anforderungen</li> <li>• Geringe Rollen-Konflikte</li> </ul>

Bild 1. Anspruch an Mensch-KI-Arbeitsgestaltung (i. A. an das SMART Work Design [37, 43])

lassen sich die inzwischen als „common ground“ geltenden Annahmen [38–40] der arbeitspsychologisch und arbeitswissenschaftlichen fundierten humanen Arbeitsgestaltung einordnen [34, 41, 42]. Zentrale Aspekte der Arbeitsgestaltung, die in dem SMART-Model integriert wurden, sind zum Beispiel die Einflussnahme auf die Tätigkeit, die erlebte Bedeutsamkeit der Tätigkeit, der Gestaltungsspielraum, die Tätigkeitsvielfalt, das Feedback/Leistungsmonitoring, die Möglichkeit zum Fertigkeitserwerb zur Persönlichkeitsentwicklung sowie sozialer Kontakt [38, 39, 40].

Bei der Einführung von Mensch-KI-Arbeitssystemen sollte vorausschauend mitbedacht werden, wie sich eine angedachte Mensch-KI-Lösung auf die SMART-Kriterien auswirkt.

In Bezug auf Mensch-KI-Arbeitssysteme wäre die Übertragung wie folgt denkbar:

### Stimulating

Das Mensch-KI-Arbeitssystem sollte so gestaltet werden, dass es die kognitiven, methodischen, sozialen und Problemlöse-Fähigkeiten und Fertigkeiten des Menschen langfristig stimuliert und entwickelt. Das KI-System sollte zusammen mit dem Menschen Probleme lösen und diesen beim Problemlösen mit einbeziehen. Mit Bezug zum systemisch denken: Den Problemlöseassistenten wird Stimulation ermöglicht, wenn Mensch und KI sich im Hinblick auf ein Teaming beim Hypothesentesten gegenseitig unterstützen, Vorschläge unterbreiten sowie die Lösungsgüte aus unterschiedlichen Bewertungsmaßstäben gegenseitig in Frage stellen und kritisieren. Eine KI als Black Box erfüllt dieses Kriterium nicht.

### Mastery

Das Mensch-KI-Arbeitssystem muss dem Menschen eine relevante Rolle zuweisen und ihm immer wieder die Möglichkeit einräumen, Teiltätigkeiten als vollständig zu erleben. Im Sinne eines Mensch-KI-Teamings des Problemlöseassistenten wäre denkbar, dass die Teiltätigkeiten von Mensch und KI zusammengekommen die Vollständigkeit (Setzen von Zielen, Handlungsvorbereitung, Auswahl der Mittel, Prozessfeedback und Resultate Feedback) erzeugen und die Vollständigkeit nur im Team erreicht werden kann. Mensch und KI können sich gegenseitig Feedback geben, ihre Lösungen bewerten und diesbezügliche Kriterien vorschlagen. Sie können sich gegenseitig (höflich) korrigieren und so im gegenseitigen Verständnis weiterentwickeln. Eine „Out-of-the-Loop“-Lösung, in der die KI alles alleine macht und die eigene Lösung abschließend präsentiert, erfüllt dieses Kriterium nicht.

### Agency

Mensch-KI-Arbeitssysteme mit hoher Agency sind so gestaltet, dass der arbeitende Mensch aktiv auf die Arbeits- und Tätigkeitsausführung Einfluss nehmen kann. Die Einflussnahme kann sich dabei auf die konkreten Arbeitsmethoden oder auf die Art, der von den Mensch-KI-Arbeitssystemen zu treffenden Entscheidungen beziehen. Einflussnahme kann sich beim Mensch-KI-Teaming an die „Mixed-initiative“-Ansätze aus der Mensch-Computer-Interaktion-Forschung anlehnen [44]. Ein gut gestaltetes Mensch-KI-Arbeitssystem ermöglicht es dem Menschen und dem KI-System, initiativ zu werden und im Prozess Vorschläge für das weitere Vorgehen zu

besprechen. Mixed-initiative Interaktionsformen sind eine flexible Interaktionsstrategie, in der Mensch und KI orientiert an den jeweiligen Stärken zu der Aufgabe beitragen können. Die Rollen von Mensch und KI sind nicht im Voraus festgelegt, sondern werden während der Problemlösung flexibel und situativ ausgehandelt. Eine im Vorhinein fixe und nicht veränderbare Aufteilung der Aufgaben und Prozesse in der Mensch-KI-Zusammenarbeit erfüllt dieses Kriterium nicht.

### Relational

Die Gestaltung des Mensch-KI-Arbeitssystems muss auch die Bedürfnisse nach befriedigenden Arbeitsbeziehungen berücksichtigen. Dazu gehört der Austausch mit den Vorgesetzten und Kolleg:innen. Schon etablierte Konzepte, wie z.B. der aufgabenorientierte Informationsaustausch oder Qualitätszirkelansätze, können hier integriert werden. In diesem Rahmen können sich die Instandhalter:innen, die mit dem Problemlöseassistenten arbeiten, über die Güte der Lösungen austauschen und zusammen mit den KI-Entwickler:innen Optimierungsansätze erarbeiten. Aber auch die Interaktion zwischen Mensch und KI kann unterschiedlich „sozial“ gestaltet werden. Aus der Forschung zur Mensch-Technik Interaktion ist der Anthropomorphismus [45] bekannt. Anthropomorphismus beschreibt die Tendenz, reales oder imaginäre Verhalten nichtmenschlicher Agenten (z.B. einer KI) mit menschenähnlichen Eigenschaften („jetzt ist er störrisch“), Motivationen („jetzt will er nicht“), Absichten („warum tut er das?“) oder Emotionen („jetzt ist er sauer“) zu erklären. Glikson

und Woolley [46] sprechen hier von „emotional trust“ in der Zusammenarbeit mit einem KI-System. Es könnte dabei für Forschung und Praxis von Interesse sein, zu prüfen, inwieweit die ohnehin durch Menschen stattfindende Anthropomorphisierung genutzt werden kann, um eine Mensch-KI-Arbeitsbeziehung befriedigend zu gestalten [47]. Eine menschenzentrierte KI-Arbeitsgestaltung sollte dabei im Auge behalten, wie sich soziale Beziehungen und die Beziehungspflege qualitativ und quantitativ verändern.

### Tolerable

Das Mensch-KI-Arbeitssystem muss so gestaltet sein, dass es für den Menschen schädigungslos ausführbar bleibt – auch über lange Zeiträume (Jahre). Auch wenn diese Kriterien aus einer Zeit mit einem deutlich höheren Anteil an manuellen und körperlichen Tätigkeiten stammen, gilt auch bei kognitiven Tätigkeiten das Prinzip der Ausführbarkeit, Erträglichkeit und Zumutbarkeit. Im Zusammenspiel von Mensch und KI kann sich das zum Beispiel auf die Zeitspanne beziehen, innerhalb der vom Mensch-KI-Team eine Lösung erwartet wird. Andere Beispiele sind die Informationsverarbeitungs- menge (mental workload) oder psychische Belastungen durch eine KI, die den Menschen bei der Arbeit degradieren könnten. Eine KI, die bevormundend autoritär auftritt oder aber in kritischen Situationen aufgibt und dem Menschen unerwartet zumutet riesige Informationsmengen selber zu verarbeiten, erfüllt dieses Kriterium nicht.

Insbesondere bei dem Kriterium „Tolerable“ wird deutlich, dass die SMART-Kriterien nicht unabhängig voneinander betrachtet werden können. Ob die Zusammenarbeit von Mensch und KI erträglich ist, hängt auch von den Ausprägungen der anderen Kriterien ab.

### Wie kann sich ein Unternehmen auf ein Mensch-KI-Teaming vorbereiten?

In Anlehnung an Parker und Grote [36] schlagen wir folgende vier Gestaltungsstrategien für die Einführung von menschenzentrierten Mensch-KI-Arbeitssystemen in der Fabrik vor (Bild 2):

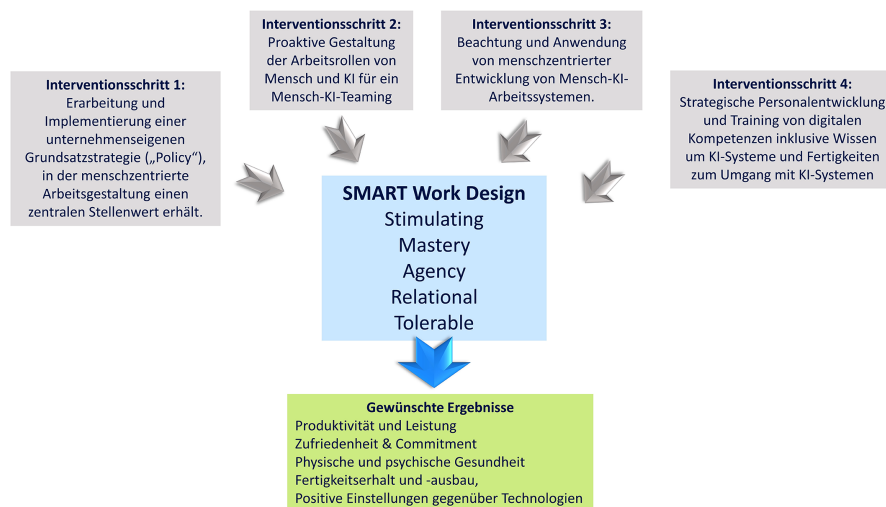


Bild 2. Interventionsstrategien für die Einführung von menschenzentrierten Mensch-KI-Arbeitssystemen in der Fabrik (i. A. an Parker und Grote [36])

#### Interventionsschritt 1

*Erarbeitung und Implementierung einer unternehmenseigenen Grundsatzstrategie („Policy“), in der menschenzentrierte Arbeitsgestaltung einen zentralen Stellenwert bei allen fertigungsbezogenen und technischen Entscheidungen erhält*

Diese Grundsatzstrategie beinhaltet, dass bei Entscheidungen zur Nutzung von KI-Systemen die Auswirkungen auf die Arbeitstätigkeiten (im Hinblick auf die SMART-Kriterien) antizipierend hinsichtlich Chancen und unerwünschter Konsequenzen durchdacht werden (vergleichbar mit einer Technologiefolgenabschätzung).

#### Interventionsschritt 2

*Proaktive Gestaltung der Arbeitsrollen bei der Einführung eines Mensch-KI-Arbeitssystems*

Soll zum Beispiel ein systemisch denkender Problemlöseassistent eingeführt werden, dann sollte im Rahmen der proaktiven Gestaltung noch vor der Einführung überlegt werden, wie die Zusammenarbeit von Mensch und KI gestaltet werden kann (z.B. KI schlägt Hypothesen vor, aber Mensch hat die Möglichkeit diese abzu- lehnen, anstatt dass KI den Lösungsansatz bestimmt). Ziel sollte dabei die Einnahme von Perspektive 4 sein, bei der die KI in der Zusammenarbeit mit den Menschen das jeweilige Potenzial von Mensch und KI im Sinne einer hybriden Intelligenz auf ein neues Level hebt.

#### Interventionsschritt 3

*Beachtung und Anwendung von menschenzentrierter Entwicklung von Mensch-KI-Arbeitssystemen*

Wenn Mensch und KI zusammenarbeiten sollen, muss es Möglichkeiten der Kommunikation und Interaktion geben. Am Beispiel des systemisch denkenden Problemlöseassistenten können dies – wie oben erläutert – Formen der Mixed-Initiative sowie Kooperations- und Koordinationsformen bis hin zu Umgangsformen sein, die man aus der menschlichen Zusammenarbeit kennt (z.B. gegenseitiges Einverständnis oder Rückversicherungen einholen).

#### Interventionsschritt 4

*Strategische Personalentwicklung und Training von digitalen Kompetenzen*

Der Mensch sollte Wissen zu KI-Systemen und Fertigkeiten im Umgang mit KI-Systemen und Agilität erwerben. Es sollten Kompetenzen zur menschenzentrierten Arbeitsgestaltung und der Wirkungen von schlecht bzw. gut gestalteten Arbeitssystemen trainiert werden. Sowohl Mensch als auch KI müssen in geschützten Lern- und Simulationsumgebungen Erfahrungen im Hinblick darauf sammeln, wie eine Zusammenarbeit gelingen kann und wieviel man übereinander wissen muss, welche Entscheidungsregeln der jeweils andere nutzt und welche Logik dahintersteckt.

Aus arbeitspsychologischer Sicht muss der zunehmende Einsatz von KI-Systemen in der Arbeitswelt und den Fabriken von morgen also nicht bedeuten, dass Menschen künftig mit dem Hammer zur Arbeit erscheinen. Die „potenzialorientierte“ menschenzentrierte KI-Gestaltung kann durch organisationale Gestaltungsschritte erreicht werden, die die Potenziale und Risiken bereits bei der Implementierung von KI-Systemen antizipierend mitdenken. Dabei sollten Auswirkungen von KI-Lösungen auf die Arbeitsgestaltung betrachtet werden. Die Kriterien SMART-er Arbeitsgestaltung können helfen, Mensch-KI-Teaming so zu gestalten, dass Menschen nicht nur bereit sind mit den Maschinen gemeinsam ins Rennen zu gehen, sondern dass sie dieses Rennen auch antreten wollen. Ein Zitat von Elon Musk lautet „AI will be the best or worst thing ever for humanity“. Dieses schwarz-weiß gezeichnete Szenario muss keine Schicksalsentscheidung sein. Unternehmen haben es in der Hand die Arbeitswelt der Zukunft jetzt proaktiv zu gestalten. Mit der Entwicklung von Strategien für hybride Intelligenz und Mensch-KI-Teaming kann heute der Grundstein für eine menschenzentrierte Arbeitswelt gelegt werden, welche Wertschöpfung für Individuum und Organisation bedeutet.

## Literatur

1. Taylor, F.W.: Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung. Belz, Weinheim 1913, Reprint: Walter Bungard und Walter Volpert. Belz, Weinheim 1995
2. Brynjolfsson, E.; Mitchell, T.: What Can Machine Learning Do? Workforce Implications. *Science* 358 (2017) 6370, S. 1530–1534 DOI: /10.1126/science.aap8062
3. Brynjolfsson, E.; Mitchell, T.; Rock, D.: What Can Machines Learn, and What Does it Mean for Occupations and the Economy? *AEA Papers and Proceedings* 108 (2018), S. 43–47 DOI: /10.1257/pandp.20181019
4. Fahl, S.; Prinz, C.; Kuhlenkötter, B.: Systematic Review on Machine Learning (ML) Methods for Manufacturing Processes – Identifying Artificial Intelligence (AI) Methods for Field Application. *Procedia CIRP* 93 (2020), S. 413–418 DOI: /10.1016/j.procir.2020.04.109
5. Brynjolfsson, E.; McAfee, A.: *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. WW Norton & Company, 2014
6. Kasparov, G.: *The Chess Master and the Computer*. Online unter <http://web.mit.edu/6.034/wwwbob/kasparov-article.pdf> [Abruf am 17.06.2019]
7. Hollnagel, E.: *Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM)*. Elsevier 1998
8. Launchbury, J.: *A DARPA Perspective on Artificial Intelligence*. DARPA Talk 2017
9. Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände (BDA): *Arbeitsforschung 2021+: Welche Forschungsfragen bewegen die Arbeitgeber und wie die Arbeitswelt der Zukunft aus?* *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft* 75 (2021), S. 127–136 DOI: /10.1007/s41449-021-00240-3
10. Wilkens, U.; Cost Reyes, C.; Treude, T.; Kluge, A.: Understanding and Perspectives of Human-centered AI – A Transdisciplinary Literature Review (Beitrag B.10.17. 67). In: *Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e. V. (Hrsg.): Arbeit HUMANE gestalten – Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft*. GfA Press, Dortmund 2021
11. Ulich, E.: *Gestaltung von Arbeitstätigkeiten*. In: Schuler, H. (Hrsg.): *Lehrbuch Organisationspsychologie*. Huber, Bern 1995, S. 189–208
12. Peifer, C.; Kluge, A.; Rummel, N.; Kolossa, D.: *Fostering Flow-Experience in HCI to Enhance and Allocate Human Energy*. *HCI International*. In: Harris, D.; Li, W.-C. (Hrsg.): *HCI 2020*. Copenhagen 2020, S. 1–17 DOI: /10.1007/978-3-030-49044-7\_18
13. Backman, J.; Helaakoski, H.: *Mobile Technology to Support Maintenance Efficiency – Mobile Maintenance in Heavy Industry*. 9th IEEE International Conference on Industrial Informatics, Lissabon, Portugal 2011 DOI: /10.1109/INDIN.2011.6034897
14. Grant, A. M.; Fried, Y.; Juillerat, T.: *Work matters: Job Design in Classic and Contemporary Perspectives*. In: Zedeck, S. (Hrsg.): *APA Handbook of Industrial and Organizational Psychology, Vol 1: Building and developing the organization*. APA Handbooks in Psychology, Washington, DC 2011, S. 417–53 DOI: /10.1037/12169-013
15. Vogel-Heuser, B.: *Herausforderungen aus Sicht der IT und der Automatisierungstechnik*. In: Bauernhansl, T.; ten Hompel, M.; Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): *Industrie 4.0 in der Produktion, Automatisierung und Logistik*. Anwendung. Technologie. Migration. Springer-Verlag, Wiesbaden 2014, S. 37–48 DOI: /10.1007/978-3-658-04682-8\_2
16. Borisov, N.; Weyers, B.; Kluge, A.: *Designing a Human Machine Interface for Quality Assurance in Car Manufacturing: An Attempt to Address the „Functionality versus User Experience Contradiction“ in Professional Production Environments*. *Advances in Human-Computer Interaction* (2018), 9502692 DOI: /10.1155/2018/9502692
17. Thomaschewski, L.; Weyers, B.; Kluge, A.: *A Two-Part Evaluation Approach for Measuring the Usability and User Experience of an Augmented Reality-based Assistance System to Support the Temporal Coordination of Spatially Dispersed Teams*. *Cognitive System Research* 68 (2021), S. 1–17 DOI: /10.1016/j.cogsys.2020.12.001
18. Bruya, B.: *Introduction: Toward a Theory of Attention that Includes Effortless Attention and Action*. In: Bruya, B. (Hrsg.): *Effortless Attention: A New Perspective in the Cognitive Science of Attention and Action*. MIT Press, Cambridge 2010, S. 1–28 DOI: /10.7551/mitpress/9780262013840.003.0001
19. Csikszentmihalyi, M.: *Beyond Boredom and Anxiety*. Jossey-Bass Publishers, San Francisco 1975
20. Fischer, G.: *Identifying and Exploring Design Trade-offs in Human-centered Design*. 18. International Conference on Advanced Visual Interfaces. In: Catarci, T.; Norman, K.; Mecella, M. (Hrsg.): *AVI'18: Proceedings of the 2018 International Conference on Advanced Visual Interfaces*. Association for Computing Machinery, New York 2018 DOI: /10.1145/3206505.3206514
21. Wilkens, U.: *Artificial Intelligence in the Workplace – A Double-edged Sword*. *International Journal of Information and Learning Technology* 37 (2020) 5, S. 253–265 DOI: /10.1108/IJILT-02-2020-0022
22. Wilkens, U.; Langholf, V.; Ontrup, G.; Kluge, A.: *Towards a Maturity Model of Human Centered AI – A Reference for AI Implementation at the Workplace*. In: *Wissenschaftliche Gesellschaft für Arbeits- und Betriebsorganisation (Hrsg.): Forschungsseminar der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Arbeits- und Betriebsorganisation (WGAB)*. Wien, 2021 DOI: /10.30844/wgab\_2021\_11
23. Castaneda, C.; Nalley, K.; Mannion, C.; Bhat-tacharyya, P.; Blake, P.; Pecora, A.; Goy, A.; Suh, K. S.: *Clinical Decision Support Systems for Improving Diagnostic Accuracy and Achieving Precision Medicine*. *Journal of Clinical Bioinformatics* 5 (2015) 4, S. 1–16 DOI: /10.1186/s13336-015-0019-3
24. Hashimoto, D. A.; Rosman, G.; Rus, D.; Meireles, O. R.: *Artificial Intelligence in Surgery: Promises and Perils*. *Annals of Surgery* 268 (2018) 1, S. 70–76 DOI: /10.1097/SLA.0000000000002693
25. Topol, E. J.: *High-performance Medicine: The Convergence of Human and Artificial Intelligence*. *Nature Medicine* 25 (2019) 1, S. 44–56 DOI: /10.1038/s41591-018-0300-7
26. Valter, P.; Lindgren, P.; Prasad, R.: *Advanced Business Model Innovation Supported by Artificial Intelligence and Deep Learning*. *Wireless Personal Communications* 100 (2018) 1, S. 97–111 DOI: /10.1007/s11277-018-5612-x



27. Leitão, P.: Agent-based Distributed Manufacturing Control: A State-of-the-Art Survey. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 22 (2009) 7, S. 979–991  
DOI: /10.1016/j.engappai.2008.09.005
28. Trentesaux, D.: Distributed Control of Production Systems. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 22 (2009) 7, S. 971–978  
DOI: /10.1016/j.engappai.2009.05.001
29. Fischer, G.: Distributed Cognition: A Conceptual Framework for Design-for-All. *Proceedings of the HCI International 4* (2003), S. 78–82
30. White, J. C.; Ravid, D. M.; Siderits, I. O.; Behrend, T. S.: An Urgent Call for I-O Psychologists to Produce Timelier Technology Research. *Industrial and Organizational Psychology* [in press 2021]
31. O'Neill, T.; McNeese, N.; Barron, A.; Schelble, B.: Human-Autonomy Teaming: A Review and Analysis of the Empirical Literature. *Human Factors* (2020)  
DOI: /10.1177/0018720820960865
32. Chen, J. Y.; Lakhmani, S. G.; Stowers, K.; Selkowitz, A. R.; Wright, J. L.; Barnes, M.: Situation Awareness-based Agent Transparency and Human-autonomy Teaming Effectiveness. *Theoretical Issues in Ergonomics Science* 19 (2018) 3, S. 259–282  
DOI: /10.1080/1463922X.2017.1315750
33. Hagemann, V.; Kluge, A.: Complex Problem Solving in Teams: The Impact of Collective Orientation on Team Process Demands. *Frontiers in Psychology* 8 (2017) 1730  
DOI: /10.3389/fpsyg.2017.01730
34. Parker, S. K.; Morgeson, F. P.; Johns, G.: One Hundred Years of Work Design Research: Looking Back and Looking Forward. *Journal of Applied Psychology* 102 (2017) 3, 403–420  
DOI: /10.1037/apl0000106
35. Hay, G. J.; Klonek, F. E.; Thomas, C. S.; Bauskis, A.; Baynam, G.; Parker, S. K.: SMART work design: Accelerating the diagnosis of rare diseases in the Western Australian Undiagnosed Diseases Program. *Frontiers in Pediatrics* 8 (2020), S. 1–5  
DOI: /10.3389/fped.2020.00582
36. Parker, S. K.; Grote, G.: Automation, Algorithms, and Beyond: Why Work Design Matters More than Ever in a digital world. *Applied Psychology: An International Review* (2020)  
DOI: /10.1111/apps.12241
37. Parker, S. K.; Knight, C.: Structuring Work Design: A Higher-Order Analysis of Work Characteristics. *Working Paper*
38. Hackman, J. R.; Oldham, G. R.: Development of the Job Diagnostic Survey. *Journal of Applied Psychology* 60 (1975) 2, S. 159–170  
DOI: /10.1037/h0076546
39. Hacker, W.; Richter, P.: Psychische Fehlbeanspruchung, psychische Ermüdung. *Monotonie, Sättigung und Stress*. Huber Verlag, Bern 1980
40. Rohmert, W.: Aufgaben und Inhalt der Arbeitswissenschaft. *Die berufsbildende Schule* 24 (1972), S. 3–14
41. Morgeson, F. P.; Humphrey, S. E.: The Work Design Questionnaire (WDQ): Developing and Validating a Comprehensive Measure for Assessing Job Design and the Nature of Work. *Journal of Applied Psychology* 91 (2006) 6, S. 1321–1339  
DOI: /10.1037/0021-9010.91.6.1321
42. Parker, S. K.; Wall, T. D.; Cordery, J. L.: Future Work Design Research and Practice: Towards an Elaborated Model of Work Design. *Journal of Occupational and Organizational Psychology* 74 (2001) 4, S. 413–440  
DOI: /10.1348/096317901167460
43. Klonek, F.; Parker, S. K.: Designing SMART Teamwork: How Work Design Can Boost Performance in Virtual Teams. *Organizational Dynamics* 50 (2021) 1, 100841  
DOI: /10.1016/j.orgdyn.2021.100841
44. Allen, J. E.; Guinn, C. I.; Horvitz, E.: Mixed-initiative Interaction. *IEEE Intelligent Systems and their Applications* 14 (1999) 5, S. 14–23  
DOI: /10.1109/5254.796083
45. Epley, N.; Waytz, A.; Cacioppo, J. T.: On Seeing Human: A Three-factor Theory of Anthropomorphism. *Psychological Review* 114 (2007) 4, S. 864–886  
DOI: /10.1037/0033-295X.114.4.864
46. Glikson, E.; Woolley, A. W.: Human Trust in Artificial Intelligence: Review of Empirical Research. *Academy of Management Annals* 14 (2020) 2, S. 627–660  
DOI: /10.5465/annals.2018.0057
47. Musick, G.; O'Neill, T.; Schelble, B.; McNeese, N.; Henke, J.: Human-Autonomy Teaming: What Happens When Humans Believe Their Teammate is an AI? *Computers in Human Behavior* 122 (2021), 106852  
DOI: /10.1016/j.chb.2021.106852

### Die Autor:innen dieses Beitrags

Prof. Dr. Dipl.-Psych. Annette Kluge, geb. 1967, Diplom (1991) und Habilitation (2004) in Psychologie an der RWTH Aachen, Promotion Universität Kassel 1994, 1993–1996 Projekte zur Einführung von TAG und TQM in der Automobilindustrie und im Automobilvertrieb, 1996–2002 Assistentin (C1) an der RWTH Aachen, Institut für Psychologie, 2002–2008 Assistenzprofessur und SNF Förderungsprofessur für Arbeits- und Organisationspsychologie an der Universität St. Gallen, 2008–2014 Lehrstuhl Organisations- und Wirtschaftspsychologie an der Universität Duisburg-Essen, seit 2014 Lehrstuhlinhaberin Arbeits-, Organisations- & Wirtschaftspsychologie an der Ruhr-Universität Bochum.

Greta Ontrup (M.Sc. Psychologie), geb. 1992, Bachelor (2015) und Master (2018) in Psychologie an der Universität Bielefeld. Seit 2018 Wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin

am Lehrstuhl für Arbeits-, Organisations- & Wirtschaftspsychologie an der Ruhr-Universität Bochum.

Valentin Langholf (M.Sc. Psychologie), geb. 1989, Bachelor (2012) und Master (2014) in Psychologie an der Universität Trier. Seit 2015 Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand am Lehrstuhl Arbeit, Personal und Führung des Instituts für Arbeitswissenschaft an der Ruhr-Universität Bochum.

Prof. Dr. Uta Wilkens, geb. 1967, Diplom-Kffr. (1992), Diplom-Hdl. (1994), Dr. rer. pol. (1998, TU Chemnitz), venia legendi BWL (2004, TU Chemnitz). Lehrstuhl BWL an der WHL (2004–2005), seit 2005 Inhaberin des Lehrstuhls Arbeit, Personal und Führung an der Ruhr-Universität Bochum, derzeit Geschäftsführende Leiterin des Instituts für Arbeitswissenschaft. Zahlreiche Projekte zum Wandel der Arbeitswelt, derzeit Sprecherin des Kompetenzzentrums HUMAINE (BMBF).

### Abstract

The use of artificial intelligence (AI) in production and manufacturing is rapidly and radically changing our working world. In this article, we address the question of how AI in the workplace can be designed in human interest. For this purpose, different perspectives on human-centered AI are presented. Subsequently, the SMART work design model is introduced [37, 43]. Based on the model, we discuss criteria for the development of human-centered hybrid intelligence. Finally, five design steps are derived that can help organizations design human-centered human-AI teams.

### Förderhinweis

Diese Arbeit entstand im Kompetenzzentrum HUMAINE gefördert durch das BMBF (Förderkennzeichen: 02L19C200) im Programm „Zukunft der Wertschöpfung – Forschung zu Produktion, Dienstleistung und Arbeit“

### Schlüsselwörter

Hybride Intelligenz, Arbeitsgestaltung, Potenzialorientierung, Interventionsstrategien, Arbeitsrollen

### Keywords

Hybride Intelligenz, Work Design, Orientation towards Human Potential, Intervention Strategies, Work Roles

### Bibliography

DOI 10.1515/zwf-2021-0112  
ZWF 116 (2021) 10; page 728–734  
© 2021 Walter de Gruyter GmbH,  
Berlin/Boston, Germany  
ISSN 0947-0085 · e-ISSN 2511-0896