



# KOMPASS DIGITALISIERUNG

Eine Gestaltungshilfe  
für gute digitale Arbeit



ZUKUNFT DER ARBEIT  
IG METALL

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>1</b>
<b>Interview mit Detlef Gerst</b> .....	<b>2</b>
<b>Einleitung</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Konkret im Unternehmen</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1 Digitalisierung gestalten</b> .....	<b>5</b>
<b>1.2 Arbeit ist ein System</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Gestaltungsräume</b> .....	<b>8</b>
<b>2.1 Abgrenzung zu Modellen der Reifegradbewertung</b> .....	<b>9</b>
<b>2.2 Auswahl der Kriterien</b> .....	<b>13</b>
<b>3. Zweck und Nutzen des Kompasses</b> .....	<b>14</b>
<b>4. Nutzer und Art der Nutzung</b> .....	<b>15</b>
<b>5. Mit dem Kompass arbeiten</b> .....	<b>17</b>
<b>6. Aufbau des Instruments</b> .....	<b>18</b>
<b>7. Modul 1: Status der Digitalisierung</b> .....	<b>19</b>
<b>7.1 Ziel</b> .....	<b>19</b>
<b>7.2 Aufbau</b> .....	<b>20</b>
<b>7.3 Interpretation des Ergebnisses</b> .....	<b>21</b>
<b>8.0 Modul 2: Projektsteckbrief</b> .....	<b>22</b>
<b>8.1 Arbeitswissenschaftliche Kriterien</b> .....	<b>23</b>
<b>8.1.1 Humanisierung</b> .....	<b>24</b>
<b>8.1.2 Rationalisierung</b> .....	<b>24</b>
<b>8.1.3 Ergonomische Gestaltungsaspekte</b> .....	<b>25</b>
<b>8.2 Beurteilung der Arbeitssysteme nach Ansprüchen von guter digitaler Industriearbeit</b> .....	<b>26</b>
<b>8.2.1 Schnittstelle Mensch-Maschine</b> .....	<b>27</b>
<b>8.2.2 Schnittstelle Mensch-Organisation</b> .....	<b>28</b>
<b>8.2.3 Schnittstelle Organisation-Technik</b> .....	<b>29</b>
<b>8.2.4 Zusammenfassung</b> .....	<b>30</b>
<b>8.3 Ein ganzheitlicher Prozess</b> .....	<b>31</b>
<b>9. Literatur</b> .....	<b>32</b>

# Vorwort

## Liebe Kolleginnen und Kollegen,

noch vor wenigen Jahren kannten wir die neuen Technologien der Digitalisierung kaum aus unseren Betrieben. Doch die Zeiten haben sich gewandelt: Immer mehr Beschäftigte arbeiten mit digitalisierten Assistenzsystemen, die Produktion wird automatisiert gesteuert und Maschinen kommunizieren mit Maschinen. Oder: Roboter, die mit Menschen Hand in Hand zusammenarbeiten oder aktive Roboteranzüge, die sich an ihren menschlichen Träger anpassen. Wer hier den Überblick behalten will, benötigt einen Kompass. Nur dann lässt sich einschätzen, was sich im Betrieb verändert und mit welcher Strategie ggf. Einfluss genommen werden kann. Vor allem braucht es Orientierung, um einzuschätzen, wie sich die Veränderungen auf die Arbeit unserer Kolleginnen und Kollegen auswirken werden.

Digitalisierung muss nicht heißen, dass allein das Kapital profitiert. Es ist vor allem auch eine Frage unserer Gestaltungsmacht, ob die Rationalisierungsrendite in gute Arbeit investiert wird. Als IG Metall treten wir dafür ein, dass die Interessen der Beschäftigten gewahrt bleiben und sie mitgestalten können. Es ist eine Frage der Gerechtigkeit, dass die Chancen auf eine sichere Arbeit mit verlässlichen Einkommen und beruflichen Entwicklungschancen allen Menschen offenstehen. Arbeit darf die Gesundheit nicht gefährden und sie soll zur Zufriedenheit beitragen. Das Ressort Zukunft der Arbeit hat zusammen mit Wissenschaftlern der Universität Dortmund den Kompass Digitalisierung erstellt. Dieses Instrument beruht auf einer großen betrieblichen Erfahrung und auf solider Forschung. Ich empfehle Euch deshalb sehr, mit dem Kompass Digitalisierung aktiv die neuen digitalen Arbeitswelten im Interesse unserer Kolleginnen und Kollegen zu gestalten.



A handwritten signature in black ink, which appears to be 'Jörg Hofmann'.

Jörg Hofmann, Erster Vorsitzender der IG Metall

# Interview

mit Detlef Gerst, IG Metall Vorstand, Ressortleiter Zukunft der Arbeit

**Es gibt viele wissenschaftliche Modelle, die Unternehmen nutzen können, um ihren Grad an Digitalisierung zu erheben und den weiteren Digitalisierungsprozess zu steuern. Welche Defizite haben sie?**

**Detlef Gerst** Diese Modelle orientieren sich an etwas, das als Reifegrad bezeichnet wird. Damit ist die Vorstellung verbunden: je mehr Digitalisierung, desto besser. Wir gehen einen anderen Weg: Art und Umfang der Digitalisierung müssen zum Unternehmen passen. Und darüber hinaus muss es in der digitalisierten Arbeit attraktive Perspektiven für die Beschäftigten geben. Dies berücksichtigen die vorliegenden Modelle gar nicht oder nur sehr eingeschränkt.

**Wer hat dieses neue Modell erarbeitet, das ihr „Kompass Digitalisierung“ nennt?**

**DG** Wir im Ressort Zukunft der Arbeit beim Vorstand der IG Metall haben den Auftrag erteilt und aktiv mitgearbeitet. Wir hatten zwei wissenschaftliche Partner im Boot: Das Institut für Forschung und Transfer (RIF) an der TU Dortmund, vertreten durch Professor Dr. Jochen Deuse und Fabian Nöhring sowie die Sozialforschungsstelle Dortmund, vertreten durch Professor Dr. Hartmut Hirsch-Kreinsen und Dr. Tobias Wienzek. Mit der Kombination dreier Partner ist es uns gelungen, ein Modell zu entwickeln, das gewerkschaftliche mit ingenieur- und arbeitswissenschaftlicher Gestaltungskompetenz verbindet.

**Was ist bei Eurem Modell besser?**

**DG** Es ist ganzheitlicher und vollständiger in der Betrachtungsweise als andere Instrumente, weil es auch die Qualität der betrieblichen Strategie der Digitalisierung und die Qualität des Gestaltungsprozesses in den Blick nimmt. Ein Highlight ist in unserem Modell der Projektsteckbrief. Wir können damit die notwendigen Informationen für die Durchführung konkreter betrieblicher

Digitalisierungsprojekte dokumentieren und sehr detailliert die möglichen Folgen für die Beschäftigten abschätzen. Dies schafft eine Grundlage, um rechtzeitig gegenzusteuern, Gefährdungen abzuwenden und die Projekte mit guten Perspektiven für die Beschäftigten zu verbinden.

**Das hört sich alles sehr kompliziert an. Was muss ein Betriebsrat persönlich und als Team können, um Euren Kompass konkret anzuwenden?**

**DG** Der Kompass hört sich schwieriger an, als er ist. Er beeindruckt zunächst wegen des Umfangs möglicher Analysen. Ein Betriebsrat kann aber frei wählen, welche Module er anwenden will. Vielleicht ist zu Beginn nur der Steckbrief interessant. Jedes Modul erfordert jedoch Fachkenntnisse. Für das Beurteilungsteam ist es wichtig, dass zumindest ein Mitglied über arbeitswissenschaftliche Grundkenntnisse verfügt und Fachbegriffe auch anhand von Beispielen erläutern kann. Sind diese Kenntnisse nicht vorhanden, ist es möglich, sie im Rahmen einer ein- bis zweitägigen Schulung zu vermitteln.

**Welche Voraussetzungen müssen in einem Unternehmen erfüllt sein, damit Betriebsräte der IG Metall sinnvoll mit Eurem Kompass arbeiten können? Gibt es Unternehmen, in denen es von vornherein nicht sinnvoll ist?**

**DG** Es würde keinen Sinn machen, das Instrument im Rahmen einer Bereichskonkurrenz im Unternehmen einzusetzen. Wenn es darum geht, welcher Bereich die beste Arbeitsgestaltung hat, sind nur beschönigte Daten zu erwarten. Es wäre ideal, gäbe es bereits ein Team oder ein Gremium von Betriebsrat und Arbeitgebervertretern, das sich mit der Gestaltung digitalisierter Arbeit befasst. Genau dafür wurde der Kompass entwickelt. Es geht darum, arbeitspolitische Gremien mit einer fundierten Systematik zu unterstützen. Falls es dieses Gremium noch nicht gibt, könnte der Betriebsrat die Ergebnisse seiner Arbeit mit



Detlef Gerst ist seit 2017 Leiter des Ressorts Zukunft der Arbeit. Er ist promovierter Soziologie und hat vor seiner Beschäftigung bei der IG Metall 15 Jahre lang als Arbeitsforscher gearbeitet.

dem Kompass als Anlass nehmen, ein arbeitspolitisches Projekt, an dem auch der Arbeitgeber teilnimmt, einzufordern.

### **Erläutere bitte an zwei Beispielen, wie Euer Kompass praktisch angewandt werden kann.**

**DG** Ein Betriebsrat könnte sich die Frage stellen: Nutzt der Betrieb ausreichend die Chancen, die die neuen digitalen Technologien bieten? Mit dem Kompass würde er beispielsweise herausfinden, welche Strategie der Betrieb verfolgt und welche darüber hinaus noch möglich wäre. Er würde herausfinden, ob Beschäftigte und Führungskräfte ausreichend auf die Digitalisierung vorbereitet werden. Ein zweites Beispiel: Ein Betrieb führt eine digitalisierte Werkerführung ein. Der Betriebsrat könnte sich die Frage stellen: Was macht das mit den Beschäftigten? Mit dem Kompass würde er anhand detailliert beschriebener Kriterien eine umfassende Einschätzung beispielsweise der zukünftigen Belastungen, Kompetenzanforderungen und Lernmöglichkeiten gewinnen. Diese Erkenntnisse sind notwendig, um ein Projekt zu steuern.

### **In welchen Unternehmen haben Betriebsräte schon mit Eurem Kompass gearbeitet?**

**DG** Wir haben ihn zweimal im Rahmen von Qualifizierungs- und Forschungsprojekten erprobt. Dort waren jeweils mehrere Betriebsräte anwesend, mit denen wir gemeinsam Betriebsteile ihrer Unternehmen oder konkrete Gestaltungsprojekte beurteilt haben. Den Betriebsräten hat die Analyse im Rahmen ihrer Beteiligung an Forschungs- und Qualifizierungsprojekten genutzt. Für uns waren diese Erfahrungen wichtig, um sicher zu gehen, dass die Merkmale im Instrument auch verstanden werden und dass wir nichts vergessen haben, was den Betriebsräten wichtig ist, um digitalisierte Arbeit zu beurteilen und zu gestalten.

### **Wie sind die bisherigen Erfahrungen mit Eurem Modell?**

**DG** Wir hatten in der ersten Erprobung vorwiegend Betriebsräte mit eher geringen arbeitswissenschaftlichen Kenntnissen und Gestaltungserfahrungen. In dieser Gruppe überwogen zuerst die Vorbehalte: Die Analyse sei sicher viel zu aufwändig, um sich als Betriebsrat auch noch damit befassen zu können. Das Ergebnis des Workshops war jedoch: Das Instrument ist gar nicht so aufwändig in der Anwendung und es eröffnet einen gut strukturierten Einstieg für eine aktive Mitgestaltung durch den Betriebsrat.

### **Wie ist dann die zweite Erprobung gelaufen?**

**DG** In der zweiten Anwendung hatten wir Betriebsräte, die sich gerade am Schluss einer umfangreichen Qualifizierungsreihe zur Digitalisierung befanden. Hier überwog eine ganz andere Voreinstellung: Wir können uns nicht vorstellen, dass uns das Tool noch etwas Neues erschließt. Auch hier war das Ergebnis überraschend: Denn das Instrument lenkt die Aufmerksamkeit auf Punkte, die bei einer nicht angeleiteten Analyse leicht übersehen werden. Beispielsweise wurde klar, dass in den herangezogenen Beispielprojekten vergessen wurde, den betrieblichen Arbeitsschutz und die Beschäftigten nach ihren Zielsetzungen zu fragen. Es wurde auch klar, dass es im Betrieb niemanden gibt, der eingreift, wenn etwa die Kommunikation zwischen zwei aufeinander angewiesene Betriebsbereiche nicht funktioniert. Dieses Kriterium findet ein Betriebsrat im Projektsteckbrief unter der Überschrift „Grenzmanagement“. So hat uns auch dieser zweite „Testlauf“ zum einen viele Erfahrungen gebracht und uns zum anderen sehr bestärkt, nun unseren Kompass bekanntzumachen und allen interessierten Betriebsräten für ihre praktische Arbeit zur Verfügung zu stellen.

# Einleitung

Digitalisierung wird in Wissenschaft und Praxis als maßgeblich angesehen, um in der Wirtschaft die Produktivität zu steigern und die Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten. Deshalb werden aktuell vermehrt digitale Technologien in Industrieunternehmen eingeführt und in der Folge nicht nur Arbeits- und Produktionsabläufe, sondern auch Geschäftsmodelle verändert. Mit der Digitalisierung ändern sich auch die Arbeitsaufgaben und Arbeitsabläufe der Beschäftigten. Dies hat Auswirkungen auf die Sicherheit der Arbeitsplätze, auf Arbeitsbelastungen und Qualifikationsanforderungen. Die Gestaltung der Digitalisierung ist deshalb ein Handlungsfeld von Betriebsräten, das aktuell an Bedeutung gewinnt.

Mit Blick auf digitale Technik werden in den Unternehmen auch viele Bereiche und Abläufe reorganisiert. Um diese oft komplexen Änderungen mit Erfolg umsetzen zu können und hierbei Entwicklungsperspektiven für alle Beschäftigten sowie Voraussetzungen für gute Arbeitsbedingungen zu schaffen, bedarf es eines Orientierungsrahmens. Daher wurde von der IG Metall, dem RIF Institut für Forschung und Transfer e.V. und der Sozialforschungsstelle Dortmund der Kompass Digitalisierung entwickelt, mit dem Prozesse der betrieblichen Digitalisierung erfasst, beurteilt, gestaltet und gesteuert werden können.

Dieses Instrument hilft betrieblichen Akteuren, ausgerichtet an den Bedingungen und Zielen jedes einzelnen Unternehmens, Prozesse zielgenau zu digitalisieren und dabei sozio-technische Aspekte zu beachten.

Mit ihm können Betriebsräte und betriebliche Planer den aktuellen Status der Digitalisierung in ihrem Unternehmen erfassen, Potenziale an Digitalisierung aufspüren und Ziele entwickeln. Die Analyse erstreckt sich auf die Bereiche Strategie, Qualität der Gestaltungsprozesse und

Schnittstellen zwischen Technik, Organisation und Mensch. Zudem ermöglicht das Instrument, betriebliche Digitalisierungsprojekte zu beschreiben und zu beurteilen. Kernanliegen des Instrumentes ist es, Arbeitssysteme nach soziotechnischen Kriterien zu beurteilen. Als Maßstab dient die Gestaltung von guter digitaler Arbeit. Was den Kompass der IG Metall von anderen vergleichbaren Instrumenten unterscheidet: Bei ihm handelt es sich um ein arbeitsorientiertes Instrument.

Der Kompass wurde auf Basis der Ergebnisse des STEPS-Verbundforschungsprojektes entwickelt. Während dieser Arbeit gab es einen ständigen Austausch mit Betriebsräten, um die Praxistauglichkeit des Instrumentes sicherzustellen.

Die Broschüre enthält vertiefende Informationen zum Kompass Digitalisierung. Das Tool ist jedoch auch unabhängig von der Broschüre anwendbar.

Wir sind als Ressort sehr an Rückmeldungen, Lob, Vorschlägen und Kritik interessiert, was bei einer eventuellen Neuauflage berücksichtigt werden kann. Meldet Euch gerne unter der E-Mail-Adresse: [ZukunftderArbeit@igmetall.de](mailto:ZukunftderArbeit@igmetall.de)

**Die Broschüre und das Tool können über folgende Seiten heruntergeladen werden:**  
<https://extranet.igmetall.de/kompassdigitalisierung>  
<https://intranet/kompassdigitalisierung>

**Kernanliegen  
des Instruments:  
Gestaltung  
guter digitaler  
Arbeit**

---

# Konkret im Unternehmen

In diesem Kapitel wird die Digitalisierung als Gestaltungsprojekt und als sozio-technisches System eingeordnet; diese Aspekte sind Grundlage für den Kompass Digitalisierung.

## Digitalisierung gestalten

Es wird oft hervorgehoben, die Digitalisierung schaffe die Voraussetzungen, um qualitativ hochwertige und humane Industriearbeit, also gute Arbeit auf breiter Front zu verwirklichen (siehe beispielsweise Kagermann 2014; Wissenschaftlicher Beirat 2014). Wichtig ist festzuhalten, dass diese Ziele jedoch nicht im Selbstlauf erreicht werden (Institut DGB-Index Gute Arbeit 2016). Eine Digitalisierung mit guter Arbeit muss vielmehr gewollt sein und bewusst gestaltet werden. Denn der konkrete Einsatz der Technik wird von vielfältigen ökonomischen, politischen und sozialen Faktoren beeinflusst und führt keineswegs zwangsläufig zu guten Arbeitsbedingungen. Welche Arbeitsformen sich letztlich durchsetzen, hängt vor allem von den strategischen Zielen der einzelnen Unternehmen ab, von den Entscheidungen seines Managements, von der Aktivität des Betriebsrats und dessen Verhandlungen über die Arbeitspolitik. Diese These ist vielfach belegt: mit empirischen Ergebnissen der Arbeitsforschung und mit zahlreichen praktischen Erfahrungen aus Betrieben.

Erstens zeigt die sozialwissenschaftliche Arbeitsforschung seit langer Zeit, dass zwischen der Einführung neuer Techniken im Betrieb und den Folgen für die Gestaltung der Arbeit kein direkter kausaler Zusammenhang besteht (z.B. Lutz 1987). Die Technik bestimmt also nicht über Organisation und Qualität des Arbeitsprozesses. Mit anderen Worten: Es gibt keinen Technikdeterminismus — weder im Guten noch im Schlechten. Das Gegenteil ist richtig: Es bestehen große Spielräume, wie Arbeit gestaltet wird.

Zweitens belegen aktuelle Forschungsprojekte, dass die Arbeitssysteme sich nach der Einführung neuer Technik sehr unterschiedlich entwickelten (Hirsch-Kreinsen et al. 2017).

Drittens zeigen Befunde der Arbeitswissenschaft und praktische Erfahrungen in Betrieben, dass es sehr unterschiedliche Grundsätze gibt, nach denen Arbeit gestaltet werden kann und wird. In der Arbeitswissenschaft werden die beiden Ziele der Humanisierung und der Rationalisierung als gleichwertig betrachtet: Danach soll Arbeit gleichermaßen menschengerecht sowie effektiv und effizient gestaltet werden (Schlick et al. 2010). Eine menschengerechte Gestaltung gilt hierbei als Voraussetzung effizienter Arbeit. Rationalisierung und Humanisierung sind deshalb gemeinsam die Voraussetzung, um Arbeitsplätze dauerhaft zu sichern.

Diese Zusammenhänge sind für alle Vorhaben, gute Industriearbeit zu gestalten, von hoher Bedeutung. Das wird nur mit einer strategischen Gestaltung gelingen, welche die Bereiche Mensch, Technik und Organisation gleichberechtigt berücksichtigt. Der laufenden Debatte über Digitalisierung und Arbeit 4.0 (beispielsweise

---

**Technik allein bestimmt nicht die Arbeitsgestaltung**

---

**Allein mit neuen Techniken werden wirtschaftliche Ziele nicht erreicht**



Ein Meister erklärt seinen Azubis die Bedienung einer modernen numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine

Hirsch-Kreinsen & ten Hompel 2016; BMAS 2017) ist zu entnehmen, dass es notwendig ist, die neuen Techniken mit ihren sozialen, organisatorischen und spezifisch-betrieblichen Einsatzbedingungen gestalterisch zu verknüpfen. Diese Verknüpfung ist nicht nur aus Gründen der Humanisierung wichtig. Sie ist auch Voraussetzung, um das Ziel der vielfach prognostizierten Produktivitäts- und Wachstumsgewinne zu erreichen. Neben neuen Techniken sind zusätzliche „komplementäre Innovationen“ (Brynjolfsson & McAfee 2015) in Arbeitsprozessen, Organisationsstrukturen und sozialen Beziehungen unerlässlich. Mit komplementären Innovationen sind ergänzende Entwicklungen im Bereich des Sozialen und der Arbeitsorganisation gemeint.

## Gestaltungsziel Komplementarität

Die neuen digitalen Basistechniken allein reichen nicht, um die prognostizierten wirtschaftlichen Ziele zu erreichen. Vielmehr müssen die neuen Techniken gemeinsam mit den Arbeitsprozessen, Organisationsstrukturen und dem Personaleinsatz modernisiert werden. Erst in Verbindung mit dem sozialen System eines Betriebes können neue Techniken zur Wettbewerbsfähigkeit beitragen. Erst wenn sich Technik, Organisation und Personal optimal ergänzen, ist das Gestaltungsziel Komplementarität erreicht. Das ist vergleichbar mit der frühen Elektrifizierung. Deren volles Potenzial konnte auch erst ausgeschöpft werden, als sie mit modernen Produktionstechniken kombiniert wurde. Ähnlich wird es mit der Künstlichen Intelligenz sein: Auch deren Potenzial wird erst in Verbindung mit neuen Arbeits- oder Organisationsprozessen vollständig zu nutzen sein.



# Arbeit ist ein System

Der Ansatz des sozio-technischen Systems hat seit geraumer Zeit in der Arbeitsforschung einen prominenten konzeptionellen und analytischen Stellenwert, vor allem wenn es darum geht, technische und automatisierte Arbeitsprozesse zu untersuchen und zu gestalten (Trist & Bamforth 1951). Der Ansatz wird zwar nicht strikt einheitlich definiert. Jedoch kann in Anlehnung an Rice (1963) unter einem sozio-technischen System eine Produktionseinheit verstanden werden, die aus technischen, organisatorischen und personellen Teilsystemen besteht, die voneinander abhängig sind (siehe Abbildung 1).

Sie können so präzisiert werden:

Das Teilsystem Technologie umfasst die neuen digitalen Techniken, die oftmals unter dem Oberbegriff cyber-physische Systeme (CPS) zusammengefasst werden; darunter sind beispielsweise intelligente Assistenz- und Informationssysteme, neue Leichtbauroboter und auch Wearables der verschiedensten Art zu verstehen.

Das Teilsystem Mensch umfasst die Aufgaben des Menschen, die damit verbundenen Qualifikationsanforderungen, seine Qualifikation und seine jeweils verfügbaren Handlungsspielräume.

Das Teilsystem Organisation bezieht sich auf die betriebliche Arbeitsorganisation und auf die Strukturen der übergreifenden Prozess- und Betriebsorganisation. Veränderungen ergeben sich aufgrund der Einbindung in Wertschöpfungsketten, auch aufgrund von neuen Managementfunktionen und innovativen Geschäftsmodellen.

Das sozio-technische System selbst ist in einen größeren Rahmen eingebettet: Dieser besteht im Betrieb vor allem aus Strategien, Werten und Gestaltungsleitbildern. Systembestandteile gibt es aber auch über den Betrieb hinaus. Hierzu zählen Wertschöpfungsketten sowie der politische, rechtliche und volkswirtschaftliche Rahmen.

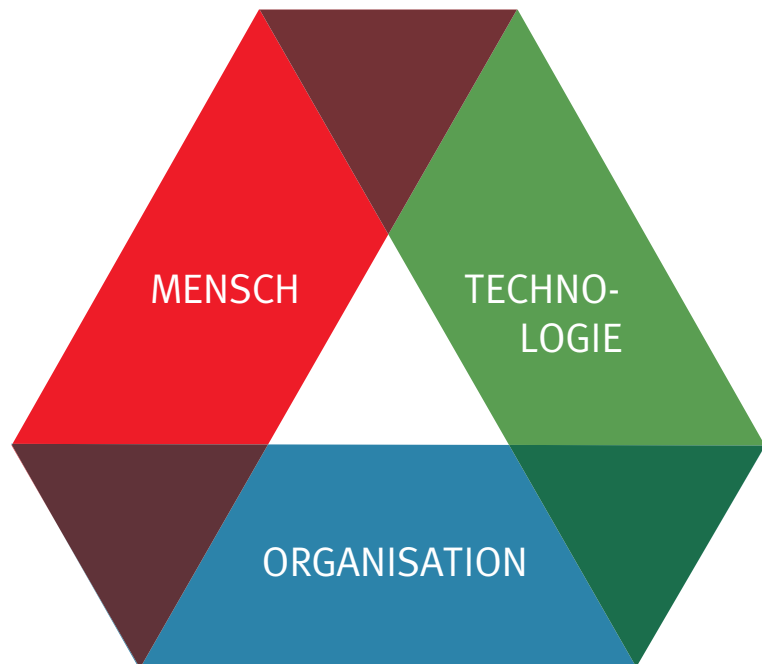


Abbildung 1: Sozio-technisches System

## Drei Teilsysteme — eine Einheit

Der sozio-technische Ansatz konzentriert sich nicht isoliert auf die Technik, Organisation oder den Menschen. Sein Ziel ist es vielmehr, alle Teilsysteme so zu verbessern, dass damit zugleich das Ganze optimiert wird. Es geht also darum, die drei Teilsysteme aufeinander abzustimmen, sie als gleichrangig zu behandeln und die Wechselwirkungen zu beachten. Wenn die drei Bereiche als eine Einheit betrachtet werden, dann kommt es beim konkreten Gestaltungsprozess auf die Schnittstellen zwischen den Teilsystemen an: Dort befinden sich die entscheidenden Gestaltungsräume, die genutzt werden können und genutzt werden müssen.

# Gestaltungsräume

Es geht bei der Arbeitsgestaltung also nicht um die Alternative: Technik oder Mensch. Es geht im Gegenteil um eine komplementäre Gestaltung der einzelnen Systemelemente. Nur so kann ein aufeinander abgestimmtes sozio-technisches Gesamtsystem geschaffen werden (vgl. insbesondere Grote 2018). Komplementarität meint: sinnvolle Ergänzung von Technik und Mensch. Abhängig von der konkreten Situation werden die spezifischen Stärken und Schwächen von Technik und Mensch gleichermaßen berücksichtigt. So wird eine optimale Funktionsteilung zwischen Mensch und Maschine entworfen, die das Gesamtsystem störungsfrei und effizient funktionieren lässt. Dafür müssen diese beiden Voraussetzungen erfüllt sein: Die Technik muss den Menschen unterstützen und darf ihn nicht einschränken oder belasten. Und: Zugleich muss der effiziente Einsatz der Technik gewährleistet sein. Die Potenziale der Teilsysteme sollen also bestmöglich so ausgeschöpft werden, dass es dem Gesamtsystem dient; dieses Kriterium ist entscheidend bei der Gestaltung (siehe Abbildung 2).

Deshalb liegen die entscheidenden Gestaltungsräume weniger in den voneinander unabhängigen Funktionsweisen der einzelnen Teilsysteme digitale Technik, Mensch und Organisation, sondern gerade in deren Interdependenzen (vgl. hierzu und zum Folgenden insbesondere Hirsch-Kreinsen & ten Hompel 2016; Ittermann et al. 2016). Konkret geht es um diese Schnittstellen:

- Mensch-Technik: Interaktion von Mensch und Maschine
- Mensch-Organisation: Gestaltung der Arbeitsorganisation und Verwirklichung von Prinzipien der Arbeitsstrukturierung
- Organisation-Technik: Gestaltung der Prozessorganisation und der Steuerung von Produktion

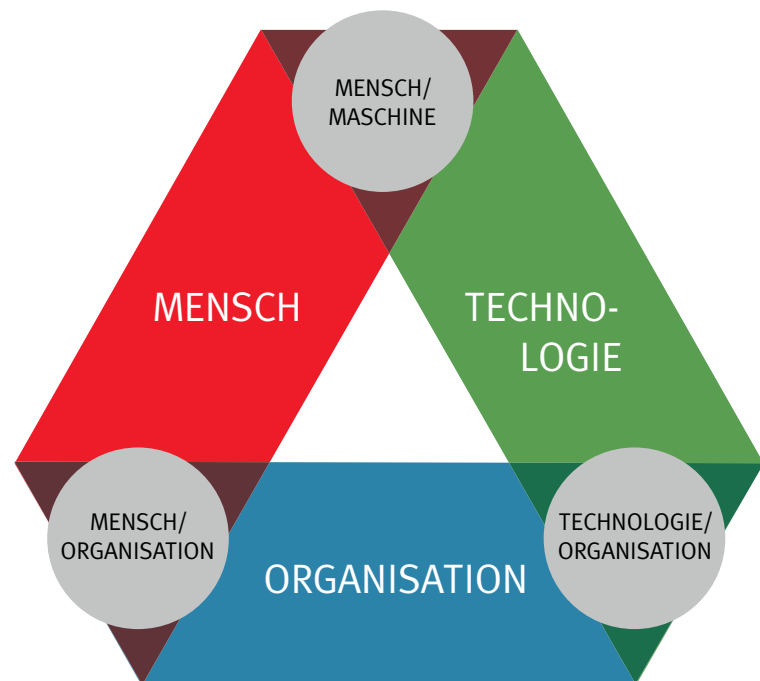


Abbildung 2: Schnittstellen im sozio-technischen System

Wenn diese Schnittstellen gestaltet werden, spielen funktionale und ökonomische Erfordernisse eine Rolle — jedoch ist dabei das Leitbild der guten digitalen Arbeit besonders wichtig. Wird ein System nach dem sozio-technischen Ansatz gestaltet, dann geht es zwar auch um produktive und agile Abläufe, aber vor allem um die Verwirklichung von menschengerechter Arbeit. Menschengerechte Arbeit ist ein eigenständiges Ziel der Arbeitsgestaltung, nicht nur Nebenprodukt.

Es geht um die optimale Verbindung von Mensch und Technik

# Abgrenzung zu Modellen der Reifegradbewertung

In den letzten Jahren wurden mehrere Konzepte veröffentlicht, die erlauben, den Stand der Digitalisierung in Unternehmen und deren Wirkung zu analysieren und zu bewerten. Für diese Modelle wurde der Begriff des Reifegrads der Digitalisierung geprägt, zum Beispiel: „Industrie 4.0 Maturity Index“, „Industrie 4.0-Readiness“, „4i-Reifegradmodell“. Die Arbeitsansätze unterscheiden sich sehr. So geht es den einen darum, allein den Stand der Technik zu erfassen. Andere Forscher haben Lösungsübersichten erarbeitet, als Grundlage von Handlungsempfehlungen. Diese Arbeiten bestehen aus onlinebasierten Quick-Checks, bis hin zu umfangreichen Reifegradanalysen.

Das Ergebnis der Analyse bereits veröffentlichter Modelle ist in Tabelle 1 dargestellt. Die Mängeliste dieser Modelle ist lang: Die Betrachtung der Digitalisierung aus verschiedenen Perspektiven, die Ableitung der Auswirkungen auf die Industriearbeit sowie die detaillierte Analyse von Arbeitssystemen wird von ihnen größtenteils nicht ausreichend unterstützt. Zudem fehlen eine interdisziplinäre Bewertung der Digitalisierung und vor allem die Vorgabe eines Zielbildes, das bei der Umsetzung der Digitalisierungsprozesse Orientierung geben könnte. Ein weiteres Defizit: Ergänzende Informationen zu den Reifegradmodellen waren überwiegend nicht verfügbar. Eine Unterstützung, beispielsweise in Form von Softwaretools, ist nicht vorhanden; mit Ausnahme der Online-Selbstchecks.

## Was sind Reifegradmodelle?

Eine Übersicht (inklusive Kurzbeschreibung) der Merkmale einiger bestehender Reifegradmodelle wurde vom ifaa (Institut für angewandte Arbeitswissenschaft) erstellt (Kese und Terstegen 2017). Einerseits gliedert diese Übersicht Modelle nach Themenbereichen; beispielsweise die „Industrie 4.0 – Checkliste“ oder auch das „Industrie 4.0 – Readiness-Modell“. Andererseits werden die unterschiedlichen Anwendungsarten aufgelistet, beispielsweise eines Online-Selbst-Checks oder einer kooperativen Reifegrad-Analyse.

Weitere Untersuchungen bestehender Reifegradmodelle finden sich bei Pokorni et al. (2017) und Schöllhammer et al. (2017). Pokorni und Kollegen (2017) blicken vorwiegend auf technologische Felder wie „Integration von Sensoren und Aktoren“ oder die „Maschine-zu-Maschine-Kommunikation“, während Schöllhammer und Kollegen (2017) den Fokus auf allgemeinere, unternehmensbezogene Gebiete legen, wie die Beachtung der strategischen Positionierung oder der Chancen und Risiken. In der wissenschaftlichen Literatur finden sich weitere universelle Anforderungen an Reifegradmodelle. Diese sind angelehnt an die Grundsätze der ordnungsgemäßen Modellierung (GoM), welche auch bei der Bewertung von Reifegradmodellen angewandt werden (vgl. Mettler 2010, Hecht 2014). Die dargestellten Analysemöglichkeiten und Kriterien für die Untersuchung von Reifegradmodellen spiegeln jedoch nicht die Anforderungen wider, die an den Kompass Digitalisierung gestellt werden. Für ihn wurden eigene Anforderungen entwickelt.

Legende:

- nicht erfüllt
- gering erfüllt
- teilweise erfüllt
- größtenteils erfüllt
- erfüllt

Reifegradmodell		Autor/Anbieter		Kriterien							
				Multiperspektivität	Auswirkungen auf Industriearbeit	Umsetzungsorientierung	Universalität	Interdisziplinarität	Validität	Objektivität	Granularität
Produktionsassessment 4.0	Pokorni et al. (2017)	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: purple;">●</span>
Digitalisierung im Mittelstand	Südwestmetall & JPA (2017)	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: purple;">●</span>
Industrie 4.0 Maturity Index	acatech (2017)	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: purple;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: purple;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: purple;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>
Arbeitswelt Industrie 4.0	GMA Statusreport (2016)	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>
TBS Basis Check Industrie 4.0	TBS NRW (2016)	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>
Reifegradmodell Industrie 4.0	Jodlbauer & Schagerl (2016)	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: purple;">●</span>	<span style="color: purple;">●</span>	<span style="color: purple;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>
Digitaler Reifegrad – Analysetool	HNU & minnosphere (2017)	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>
„4i“-Reifegradmodell	WZL der RWTH Aachen (2017)	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: purple;">●</span>
Digitalisierungs-Index	Deutsche Telekom AG (2017)	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>
Industrie 4.0-Reifegrad-Test	Connected Production (2017)	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>
Leitfaden Industrie 4.0	IHK München und Oberbayern (2017)	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>
Industrie 4.0-Readiness	H&D International Group (2017)	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>
Digital Acceleration Index	Boston Consulting Group (2017)	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>
Quickcheck Industrie 4.0 Reifegrad	Kompetenzzentrum Mittelstand NRW (2017)	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: purple;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>
Industrie 4.0-Readiness-Modell	Impuls-Studie (2015)	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>
Werkzeugkasten Industrie 4.0	VDMA (2015)	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>
Industrie 4.0 Self Assessment	PWC (2017)	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: red;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>	<span style="color: yellow;">●</span>	<span style="color: orange;">●</span>
Kompass Digitalisierung	IG Metall, RIF, FIA (2019)	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>	<span style="color: green;">●</span>

Tabelle 1: Bewertung bestehender Reifegradmodelle

Weil bisher vorhandene Modelle diese großen Defizite haben, wurde mit dem Digitalisierungs-Kompass der IG Metall ein eigenes umfassendes Instrument entwickelt, das Betriebsräte und betriebliche Planer dabei unterstützt, sich im Zuge der Digitalisierung zu positionieren. Aus der Analyse der vorliegenden Modelle wurden acht spezifische Anforderungen abgeleitet, die der Kompass Digitalisierung im Gegensatz zu ihnen erfüllen muss. Sie werden im Folgenden erläutert.

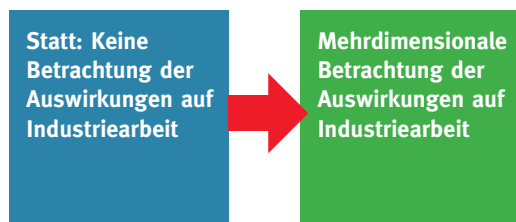
### Multiperspektivität

Der sozio-technische Ansatz verlangt, das System aus Mensch, Technik und Organisation (siehe Kapitel 1.2) ganzheitlich zu betrachten. Nur so können die Gestaltungsräume, die aufgrund von Industrie 4.0 entstehen, ausgeschöpft werden.



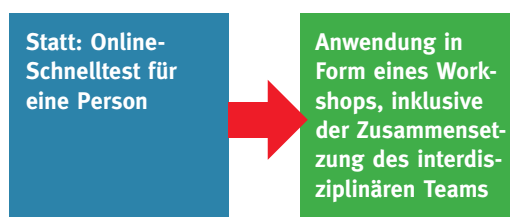
### Auswirkung auf Industriearbeit

Wie wirkt die Digitalisierung von Arbeitssystemen auf die Industriearbeit? Erst mit einer möglichst konkreten Abschätzung der Folgen für die Arbeit kann der Digitalisierungsprozess bewertet und entsprechend gestaltet werden. Arbeitswissenschaftliche Kriterien spielen dabei eine wichtige Rolle, ebenso, wie die Frage der Sicherung der Beschäftigung.



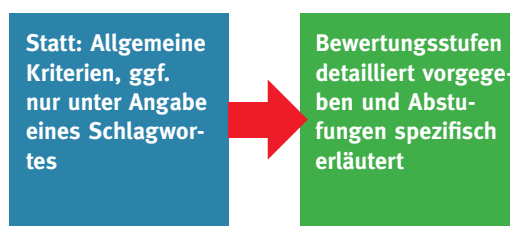
### Interdisziplinarität

Um die Digitalisierung umfassend bewerten zu können, müssen je nach Untersuchungsgegenstand verschiedene Organisationseinheiten, Fachrichtungen oder Führungsebenen eines Unternehmens einbezogen werden. So wird eine möglichst sachliche Bewertung möglich, welche die verschiedenen Perspektiven auf die Digitalisierung berücksichtigt; dazu zählen strategische, produktionstechnische, arbeitnehmerorientierte und betriebswirtschaftliche Perspektiven.



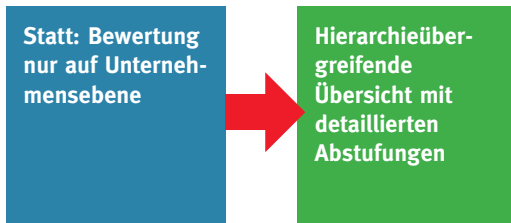
### Objektivität

Die Bewertungen mit dem Kompass sollen nachvollziehbar festgehalten werden. Da konkrete Kriterien und Bewertungsstufen vorgegeben werden, ist eine gewisse Transparenz gewährleistet sowie eine fachliche Tiefe der Diskussion möglich — auch für Beschäftigte, die sich erstmals mit Fragen der Digitalisierung beschäftigen.



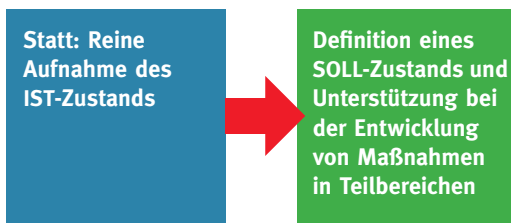
## Granularität

Da die Digitalisierung je nach Technik beziehungsweise Projekt unterschiedliche Ebenen des Unternehmens betreffen kann, erlaubt es der Kompass, wahlweise einen einzelnen Arbeitsplatz oder einen Produktionsbereich zu analysieren oder darüber hinaus sogar eine visualisierte Übersicht der Projekte im Betrieb zu erstellen. Mit dem Kompass kann also auf allen Ebenen des Unternehmens gearbeitet werden.



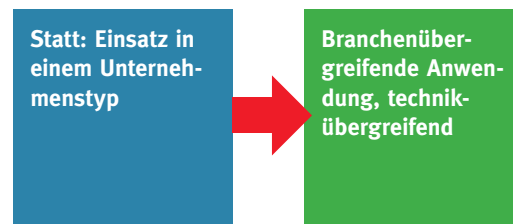
## Umsetzung

Neben der Analyse des derzeitigen Zustands soll es möglich sein, einen Soll-Zustand und damit Ziele zu definieren. Gemeinsam mit der Ist-Analyse dient der Soll-Zustand der Orientierung. An dem Ergebnis dieser beiden Erhebungen wird das neue Arbeitssystem gemessen, das nach dem Anspruch des sozio-technischen Ansatzes entwickelt worden ist. Zudem können aus dem Vergleich von Ist- und Soll-Zustand auch konkrete Maßnahmen abgeleitet werden; eine große Hilfe bei der Modernisierung des Unternehmens.



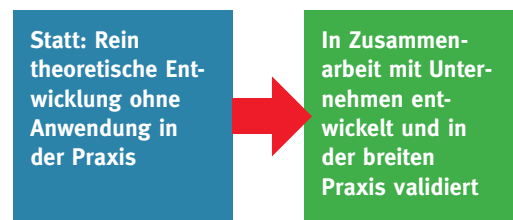
## Universalität

Der Kompass soll nicht nur in einzelnen Unternehmenstypen, sondern innerhalb der Industrie branchenübergreifend eingesetzt werden können. Das ist möglich, da mit diesem Instrument die Digitalisierung nicht nur für bestimmte Techniken, sondern in ihrer technischen Vielfalt erfasst und analysiert werden kann.



## Validität

Das Instrument ist nur dann von alltagsnahem Nutzen, wenn es in Zusammenarbeit mit Unternehmen entwickelt wird. Nur so kann eine hohe Genauigkeit der Beurteilung sichergestellt werden. Deshalb haben wir diesen Kompass, bevor er nun eingesetzt wird, mehrfach in Unternehmen und auf Workshops mit Betriebsräten getestet und entsprechend immer wieder überarbeitet.



## Auswahl der Kriterien

Bereits veröffentlichte Modelle erlauben, einzelne Aspekte der Digitalisierung detailliert zu untersuchen. So nennt und definiert der Leitfaden Industrie 4.0 des VDMA (2015) beispielsweise eine Reihe von Kriterien, anhand derer Produkt und Produktion aus technischer Sicht analysiert werden können. Andere Modelle wiederum konzentrieren sich auf Aspekte der Kultur (Industrie 4.0 Maturity Index von acatech) oder der IT-Sicherheit (Industrie 4.0-Readiness von der IMPULS-Studie). In die Definition unserer Kriterien (siehe oben) sind Erkenntnisse eingeflossen, die wir aus einer Analyse der bestehenden Modelle gewonnen haben. Um dem Anspruch zu genügen, Digitalisierung umfassend nach einem sozio-technischen Systemverständnis bewerten

zu können, haben wir jedoch zusätzlich weitere Kriterien und Ausprägungsstufen entwickelt, die in den bereits vorhandenen Modellen keine Rolle spielen; alle von uns ausgewählten Kriterien sind in dem dazugehörigen IT-Tool Digitalisierung – der Kompass aufgelistet und dargestellt.

Digitale Technik: Ohne den Menschen funktioniert sie nicht



# Zweck und Nutzen des Kompasses

Der Kompass ist ein Hilfsmittel, um digitalisierte Arbeit zu gestalten. Er unterstützt betriebliche Akteure bei ihrem Vorhaben, ein Bild von der Ist-Situation zu gewinnen, digitale Arbeitsprozesse zu gestalten und zu verbessern. Der Kompass selbst bewertet und interpretiert die Ergebnisse nicht — das müssen und sollen sinnvollerweise diejenigen machen, welche verantwortlich gestalten. So ist die Arbeit mit dem Kompass nur für Akteure nützlich, die bestehende Arbeitssysteme beurteilen und weiterentwickeln wollen.

Und so macht der Einsatz des Kompasses nur dann Sinn, wenn es im Unternehmen bereits einen arbeitspolitischen Rahmen gibt. Arbeitspolitischer Rahmen bedeutet, es gibt Akteure aus Management und Betriebsrat, die intensiv gemeinsam die Gestaltung von Arbeit diskutieren.

Ausgangspunkt für die Kompass-Arbeit sind Fragen, mit denen diejenigen, die gestalten, häufig konfrontiert werden. Das erste Modul behandelt diese vier Fragen:

1. Nutzt der Betrieb in ausreichendem Umfang digitalisierte Arbeitsmittel?
2. Ist er organisatorisch ausreichend auf die Digitalisierung vorbereitet?
3. Nutzt er Maßnahmen, damit auch die Beschäftigten gut auf die Digitalisierung vorbereitet sind?
4. Ist der Gestaltungsprozess so organisiert, dass eine erfolgreiche Modernisierung zu erwarten ist?

Die vierte Frage ist von besonderer Bedeutung, weil die Antwort klärt: Gibt es klare und attraktive Ziele, die mit diesem Prozess erreicht werden sollen — ja oder nein?

Die große Gefahr: Ohne Ziele fehlt dem Prozess buchstäblich die Orientierung. Eine weitere Anforderung: Der Prozess muss reflexiv gestaltet werden. Das heißt beispielsweise: Im Fall von unvorhergesehenen Änderungen muss es möglich sein, den Prozess, eventuell auch die Ziele, zügig neu zu justieren. Der Kompass hilft mit seinen Kriterien, diese übergeordneten Fragen präzise und vollständig zu beantworten.

Das zweite Modul dient der Erstellung von Projektsteckbriefen. Im Mittelpunkt steht nicht der Betrieb, im Mittelpunkt stehen konkrete Digitalisierungsprojekte: beispielsweise die Einführung von Datenbrillen oder kollaborativen Robotern in einem Fertigungsbereich. Der Steckbrief ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Projektbearbeitung:

Alle wichtigen Daten rund um das geplante Projekt müssen dokumentiert und die möglichen Folgen des Projektes für die Beschäftigten vorab eingeschätzt werden. Diese Arbeit kann mit Hilfe des Projekt-Steckbriefs geleistet werden: Er bietet eine Übersicht über Ziel, Umfang und Status des Digitalisierungsprojekts und eine Liste von Kriterien, anhand derer die möglichen Auswirkungen des Projektes auf die Industriearbeit systematisch bewertet werden können. Dabei stehen die möglichen Folgen für die Beschäftigten im Mittelpunkt. Auch das unterscheidet den Kompass der IG Metall von anderen vergleichbaren Instrumenten. Bei ihm handelt es sich um ein arbeitsorientiertes Instrument.

---

**Arbeitspolitik ist in jedem Unternehmen Grundlage für die Arbeit mit dem Kompass**

---

**Was nützt der Projektsteckbrief den Betriebsräten?**



# Nutzer und Art der Nutzung

Die Arbeit mit dem Kompass wird von einem Team geleistet, das idealerweise aus Vertretern des Betriebsrats, der Geschäftsführung sowie ausgewählten Fachleuten aus einzelnen Abteilungen besteht. Das Team sollte fachlich fähig sein, technische, organisatorische und personelle Themen und Probleme zu beurteilen. Zumindest ein Teil des Teams (oder die moderierende Person) sollte über arbeitswissenschaftliche Grundkenntnisse verfügen. Wie groß das Team ist, das können die Verantwortlichen im Unternehmen frei entscheiden. Jedoch gilt aus Erfahrung: Viel mehr als fünf Mitglieder sollten es nicht sein.

Vorab legt das Team seine Aufgabe fest: Welcher Betriebsbereich wird mit welchem Modul untersucht? Wird der Digitalisierungs-Status des gesamten Betriebes untersucht? Sollen bereits begonnene Digitalisierungsprojekte bewertet werden? Oder geht es um beides?

Das Team wird für die Ermittlung des Status der Digitalisierung (Modul 1) eines Unternehmensbereiches etwa zwei bis fünf Stunden benötigen. Um den Status genauer einzustufen, sind meist Recherchen vor Ort notwendig, also direkt an den Arbeitsplätzen und in der Produktion; oft geht es dabei um technische und organisatorische Details.

Der Projektsteckbrief (Modul 2) erfordert darüber hinaus, Fachabteilungen und Beschäftigte selbst nach ihren Zielen zu fragen: Was soll mit dem Projekt erreicht werden? Personalabteilung und Produktionsleitung müssen Auskunft über den künftigen Personaleinsatz und die künftige Personalentwicklung geben, der Arbeitsschutz muss seine Anforderungen an Technik und Organisation benennen. Alle Anforderungen werden dokumentiert, dienen sie doch als Maßstab bei der Bewertung des Projektfortschrittes. Um einen Projektsteckbrief zu erstellen, werden ebenfalls etwa zwei bis fünf Stunden veranschlagt.

Die Arbeit mit dem Kompass sollte als Bestandteil eines arbeitspolitischen Prozesses zur Gestaltung digitalisierter Arbeit organisiert werden. Das bedeutet konkret: Alle Ergebnisse werden mit den maßgeblichen betrieblichen Gestaltern und Entscheidern diskutiert; im Idealfall arbeiten sie im Beurteilungs-Team mit. Betriebliche Arbeitspolitik und Digitalisierungsprozesse bereichern und beeinflussen sich so wechselseitig. Diese Herangehensweise unterstützt auch die Absicht, die Gestaltung der Arbeit systematisch an arbeitswissenschaftlichen Kriterien auszurichten. Es gibt jedoch eine entscheidende Voraussetzung für dieses Vorgehen: Geschäftsführung und Interessenvertretung müssen im Gespräch sein. Zuerst sollten sie gemeinsam den Status der Digitalisierung und der vorhandenen Arbeitsgestaltung beurteilen. In einem zweiten Schritt können sie Ziele der weiteren Gestaltung verabreden. Zu einem späteren Zeitpunkt kann die Zielerreichung mit Hilfe des Kompasses gemessen werden.

In diesen arbeitspolitischen Prozess müssen die Beschäftigten des Betriebes frühzeitig einbezogen werden. Sie sind Experten für ihre Arbeit und können wichtige Hinweise zur Beurteilung und zur Weiterentwicklung von Arbeit geben. Darüber hinaus geht es um ihre Interessen. Es sollte nicht der Eindruck entstehen, die Gestaltung von Arbeitssystemen erfolgt hinter dem Rücken der Beschäftigten.

---

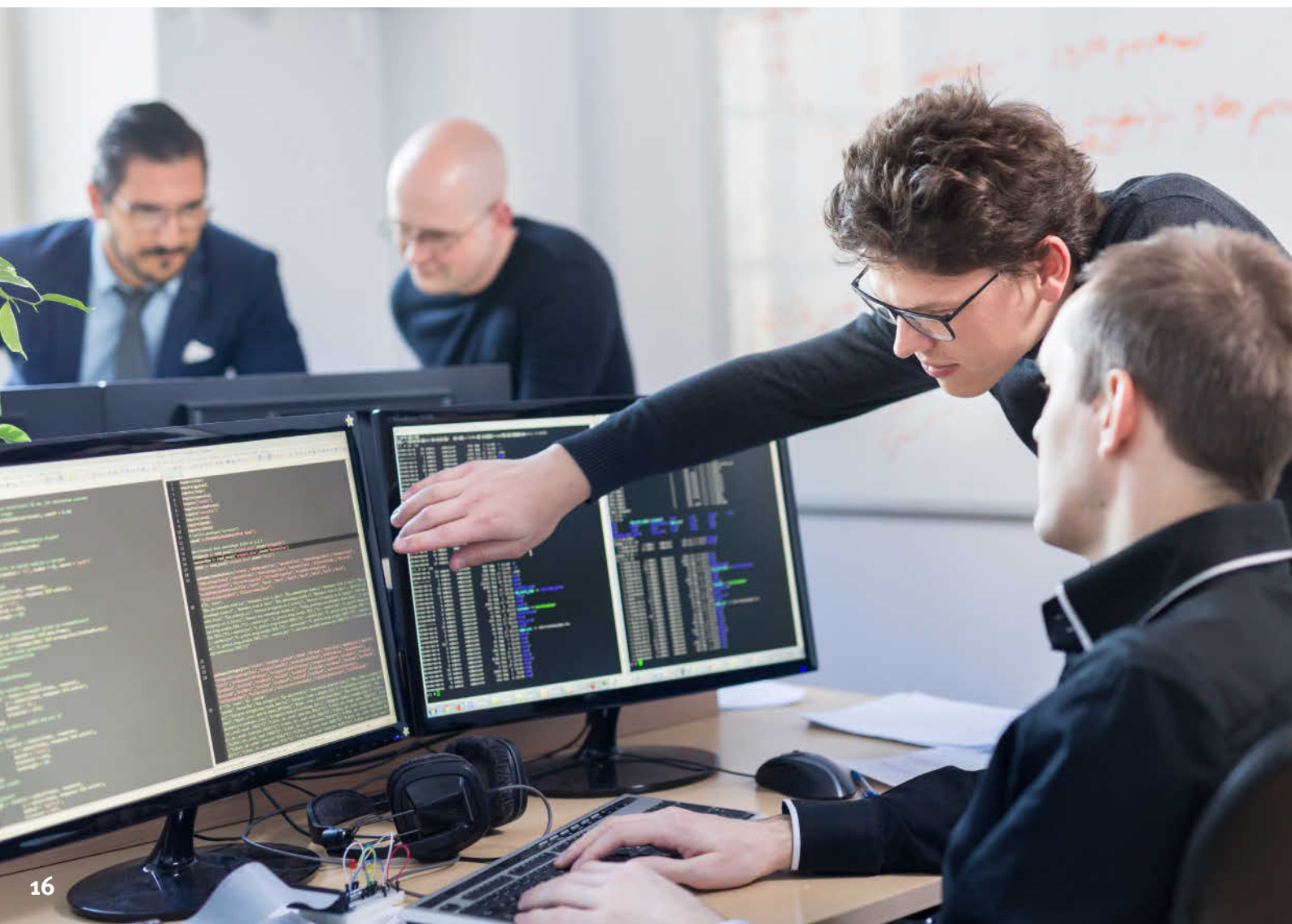
**Wie groß soll das Arbeits-Team sein? Und wer sitzt drin?**

---

**Der Digitalisierungsprozess muss arbeitspolitisch unter Beteiligung der Beschäftigten gesteuert werden**

Die Arbeit mit dem Kompass ist in diesen Fällen besonders nützlich: Das arbeitspolitische Team ist in einem ständigen Dialog. Die Mitglieder stimmen in der Interpretation der Ausgangssituation überein und in den Zielen der weiteren Gestaltung. Es geht dabei meist um Projekte, mit denen die Abläufe in einem Betriebsbereich optimiert werden sollen. Werden die Ergebnisse von Projekten aus verschiedenen Unternehmensbereichen verglichen, so muss berücksichtigt werden, ob sie unterschiedlichen Rahmenbedingungen unterliegen und wenn ja, welchen. So sind beispielsweise die Anforderungen an die Digitalisierung in einem produzierenden Unternehmen sehr unterschiedlich, je nachdem ob es sich um Massen- oder Einzelfertigung handelt. Zusätzlich kann bei Bedarf bereichsübergreifende Expertise eingeholt werden, um eine möglichst objektive Bewertung zu erhalten und eventuell geschönte Urteile beim Vergleich mit anderen Bereichen zu minimieren.

Programmierer besprechen am Bildschirm ihre nächsten Arbeitsschritte



# Mit dem Kompass arbeiten

Wird der Kompass genutzt, müssen die folgenden Rahmenbedingungen beachtet werden.

Betriebe variieren stark hinsichtlich ihrer Gesamt- und Arbeitsorganisation, ihrer Beschäftigungs- und Altersstruktur und des Qualifikationsniveaus:

- Entsprechend der jeweiligen Rahmenbedingungen unterscheiden sich auch Chancen, Risiken, Potenziale und Ziele einer Digitalisierung. Jeder Betrieb wird einen eigenen Weg finden müssen.
- Dabei können sich auch die Wirkungen der neuen Techniken auf das gesamte sozio-technische System, auf Fachabteilungen und Belegschaften von Betrieb zu Betrieb unterscheiden. Beispiel: In einem Betrieb kann ein Assistenzsystem die Beschäftigten entlasten, in einem anderen die Flexibilität qualifizierter Fachkräfte einschränken.

Die Digitalisierung kann beliebig komplex sein und im Betrieb unterschiedliche Bereiche und Ebenen beeinflussen.

Ein Beispiel: Auf dem Shopfloor wird in einem Bereich ein technisches Assistenzsystem eingesetzt, um Dokumentationsarbeiten zu unterstützen. Das kann Folgen für die gesamte Betriebsorganisation haben. Denn: Auf dem Shopfloor kann es aufgrund zusätzlicher Dokumentationen zu Mehrarbeit kommen. Diese nützt jedoch dem Unternehmen, da aufgrund der erweiterten Dokumentation der ganze Produktionsprozess besser überprüft werden kann und damit sicherer wird. Die Folge: Die Analyse muss sich dann über alle Ebenen erstrecken, nicht nur auf den einzelnen Bereich.

Der Kompass soll in industriellen Unternehmen aller Branchen und bei Projekten mit allen digitalen Techniken anwendbar sein:

- Dieser große Vorteil hat eine Folge: Er muss in jedem Betrieb an dessen spezifische Bedingungen angepasst werden.
- Dabei zeigt sich der zweite große Vorteil dieses Instrumentes: Es ist so konstruiert, dass mit ihm jedes Themenfeld, jede Technik, jeder Bereich in einem Unternehmen einzeln genau in den Fokus genommen werden kann — Tiefenbohrungen im Detail sind genauso möglich, wie die ganzheitliche Sicht auf das gesamte Unternehmen.

Bei der Anwendung des Kompasses spielen zwei Elemente eine Rolle, die sich ideal ergänzen: Für gute digitale Arbeit wird übergreifend ein allgemeingültiges Leitbild definiert, das in allen Unternehmen der Orientierung dienen soll. Wie sich Digitalisierung jedoch konkret auswirkt, das ist strikt betriebsspezifisch zu evaluieren:

- In interdisziplinären Workshops werden die Folgen für die Arbeit mit dem Kompass bewertet; dabei sind die unternehmensspezifischen Rahmenbedingungen zu beachten. Alle betroffenen Bereiche und deren Beschäftigte, Führungskräfte und Arbeitnehmervertretungen nehmen an den Workshops teil. So werden Analysen aus verschiedenen Blickwinkeln zusammengetragen. Die Bewertung ist damit umfassend, und die Akzeptanz der letztlich erarbeiteten Lösung wird so erhöht.

---

**Jeder Betrieb braucht seinen maßgeschneiderten Weg**

---

**Das Leitbild gilt überall. In jedem Unternehmen wird es jedoch verschieden umgesetzt**

# Aufbau des Instruments

Ziel des Kompasses ist es, die Einführung guter digitaler Industriearbeit zu unterstützen. Hierzu wurde ein IT-unterstütztes Tool entwickelt, das bei interdisziplinären Workshops in industriellen Unternehmen eingesetzt werden kann, um aus verschiedenen Perspektiven abzuschätzen, welche Folgen die Einführung von Industrie 4.0-Lösungen haben. Die Basis bildet eine detaillierte sozio-technische Bewertung und darauf aufbauend die arbeitsorientierte Folgenabschätzung, aus der wiederum konkrete Handlungen abgeleitet werden können.

Der Kompass ist in zwei Module gegliedert: Status der Digitalisierung (Modul 1) und Projektsteckbrief (Modul 2); siehe hierzu auch Abbildung 3. Beide Module können unabhängig voneinander eingesetzt werden. Aber erst ihre kombinierte Verwendung erlaubt eine umfassende Betrachtung des jeweiligen Unternehmens. Die Ergebnisse beider Modul-Arbeiten werden in einer Unternehmensübersicht der Digitalisierung zusammengefasst.

Das Modul 1 dient der Erfassung und Bewertung des Status der Digitalisierung im Betrieb. Es können einzelne Bereiche, aber auch nur ein Arbeitssystem in einem Bereich analysiert werden. Dabei gilt: Je spezifischer der gewählte Bereich, desto detaillierter das Ergebnis. Im Umkehrschluss gilt auch: Je größer der Bereich, der analysiert wird, umso geringer ist anteilig der Aufwand und umso besser der Überblick, aber umso geringer allerdings der Detaillierungsgrad.

Der Projektsteckbrief (Modul 2) beschreibt detailliert Digitalisierungsprojekte und schätzt deren Auswirkungen auf die Arbeit ein. Auch hier ist die Betrachtungsebene skalierbar: Die Wirkung auf einzelne Beschäftigte kann ebenso erfasst werden, wie die auf ganze Beschäftigtengruppen.

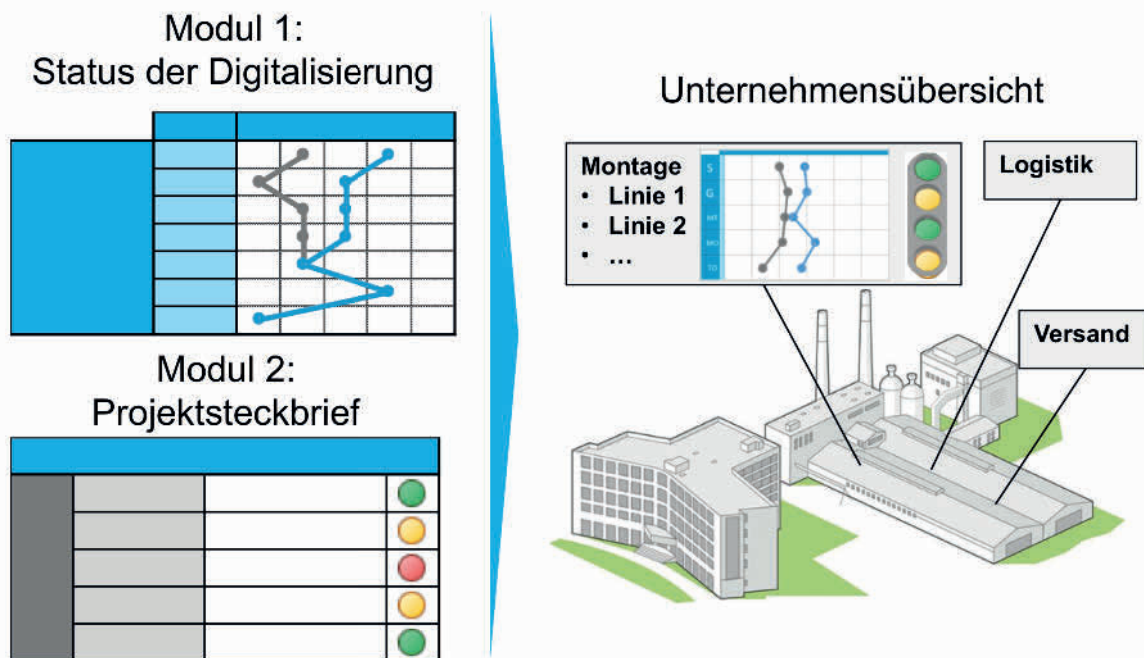


Abbildung 3: Übersicht Kompass Digitalisierung

## 7.0

# Modul 1: Status der Digitalisierung

Zunächst wird das Modul 1 vorgestellt, das Betriebe unterstützt, den Status der Digitalisierung zu ermitteln.

## 7.1

### Ziel

Mit dem Ist-Zustand der Digitalisierung soll die aktuelle Situation des Betriebs verstanden und transparent dargestellt werden (siehe Abbildung 4). Nach genauen Kriterien kann präzise gewichtet werden, wie ausgeprägt die Digitalisierung in jedem Bereich bereits ist. Aus dieser Bewertung, anhand von Stufen der digitalen Ausprägung in einzelnen Bereichen, entsteht die Kennlinie der Digitalisierung eines Betriebs; sie kann auch grafisch abgebildet und interpretiert werden.

Im zweiten Schritt kann der Zielzustand für den jeweiligen Betriebsbereich definiert werden; diese Arbeit kann selbstverständlich nur im Dialog zwischen allen Beteiligten und Verantwortlichen erfolgen. Das Ergebnis dieser Beratungen und Entscheidungen sollte ebenfalls so genau sein, dass es in einer Ziel-Kennlinie mündet; sie wird im Tool ebenfalls grafisch abgebildet.

Der Vergleich dieser beiden Kennlinien macht es möglich, Handlungsfelder zu identifizieren. Bereiche, deren Ist- und Zielzustand nennenswert voneinander abweichen, sind genauer zu analysieren, um für sie in einem nächsten Schritt gegebenenfalls konkrete Digitalisierungsprojekte zu entwerfen. Die Interpretation der Kennlinie der Digitalisierung wird in Abschnitt 7.3 näher erläutert.

**Eine hilfreiche Gesamtübersicht: die Kennlinie der Digitalisierung**

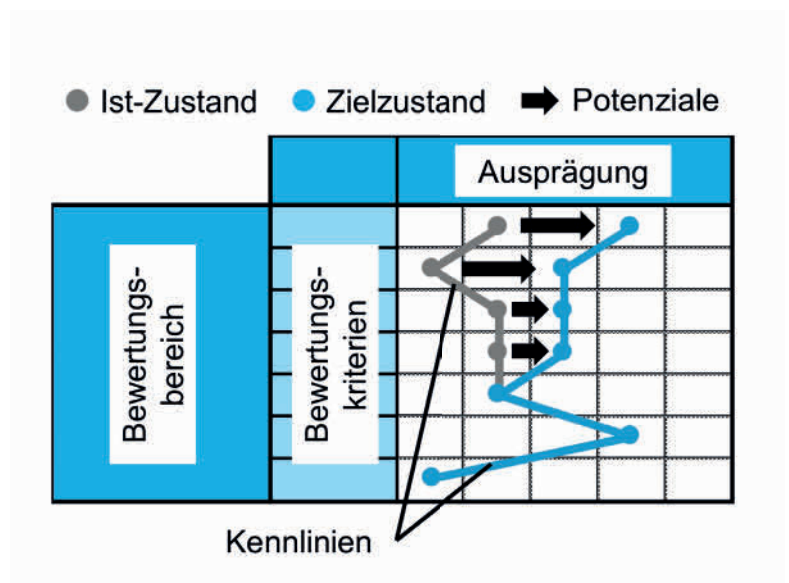


Abbildung 4: Modul 1 – Status der Digitalisierung

# Aufbau

Das Modul 1 ist in drei Bereiche untergliedert:

- Unternehmensstrategie Digitalisierung
- Gestaltungsprozess
- Sozio-technische Schnittstellen

Für jeden Bewertungsbereich gibt es spezifische Kriterien, anhand derer der dortige Status der Digitalisierung beschrieben wird. Jedes Kriterium ist mit fünf Ausprägungs-Graden verbunden, um die Intensität der jeweiligen Digitalisierung möglichst präzise beschreiben zu können; diese Genauigkeit soll sowohl bei der Bewertung und Gewichtung als auch bei der Umsetzung helfen (siehe auch Abbildung 5).

		Kriterien	Ausprägung				
Sozio-technische Schnittstellen	Mensch-Organisation						
	Technik-Organisation						
	Mensch-Technik						

Mensch-Maschine-Interaktion	Kein Einsatz von Maschinen	Automatisierte Abläufe, Zuarbeit und Kontrolle durch Menschen	Automatisierte Abläufe, teilweise steuernde und regulierende Eingriffe	Automatisierte Abläufe, umfassende menschliche Interventionen möglich	Automatisierte Abläufe, Interventionen möglich, Mensch beherrscht den Prozess
-----------------------------	----------------------------	---	--	---	---

Abbildung 5: Exemplarische Übersicht über die Bewertung der sozio-technischen Schnittstellen

## Unternehmensstrategie Digitalisierung

Hier wird die Digitalisierungs-Strategie des Unternehmens bewertet. Die Fragen: Gibt es sie überhaupt? Wie weit reicht sie? Ist sie ganzheitlich angelegt, also erfasst sie beispielsweise auch Aspekte der Unternehmenskultur und der Qualifizierung?

## Gestaltungsprozess

Es wird bewertet, wie Arbeitssysteme gestaltet werden. Wie sind die Rahmenbedingungen? Wie wird der Gestaltungsprozess organisiert und umgesetzt: Werden die Beschäftigten beteiligt? Werden Pilotprojekte evaluiert? Gibt es für den Prozess genügend Ressourcen?

## Sozio-technische Schnittstellen

Hier geht es um die detaillierte Bewertung der Digitalisierung anhand der sozio-technischen Schnittstellen (siehe Kapitel 2):

- Mensch-Organisation
- Technik-Organisation
- Mensch-Technik.

# Interpretation des Ergebnisses

Das Ergebnis der Bewertung mündet in die Kennlinie der Digitalisierung für

- ein bestehendes Arbeitssystem (Ist-Zustand),
- ein geplantes Arbeitssystem (Soll-Zustand) oder
- ein frei definiertes Ziel für ein Arbeitssystem (Ziel-Zustand).

In den meisten bisher veröffentlichten Reifegradmodellen wird automatisch als Ziel unterstellt, es solle die höchstmögliche Ausprägung an Digitalisierung erreicht werden; also möglichst umfassend, möglichst intensiv. Die Konsequenzen für die Beschäftigten oder für die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens werden von diesen Modellen jedoch nicht bearbeitet. Wir sehen das mit

unserem Kompass ganz anders. Denn wir gehen davon aus, dass im Zweifel jedes Unternehmen aufgrund seiner spezifischen Wertschöpfungskette sowie Markt-, Kunden-, Produktions- und Unternehmensstruktur auch besondere Voraussetzungen und Ziele bezüglich der Umsetzung der Digitalisierung hat. Vor allem aus diesen Gründen verfolgen wir den Ansatz der Kennliniendarstellung.

Die Kennliniendarstellung liefert die Grundlage, um verlässlich den jeweils unternehmensspezifischen Ziel-Zustand (siehe oben) darzustellen. Sicher ist es nicht für jedes Unternehmen sinnvoll, sich als Ziel ein höheres Maß an Digitalisierung zu setzen. Entscheidend ist vielmehr: Jedes Unternehmen soll sich einen auf das Unternehmen und dessen Rahmenbedingungen abgestimmten Grad an Digitalisierung zum Ziel nehmen.

**Nicht für jedes Unternehmen ist es sinnvoll, ein höheres Maß an Digitalisierung anzustreben**

Digitale Arbeit: Immer stärker vernetzt, immer komplexer, immer mehr visualisiert



# Modul 2: Projektsteckbrief

Mit diesem Modul werden folgende Dimensionen erfasst:

- quantitative Beschäftigungseffekte
- qualitative Beschäftigungseffekte.

Im Hinblick auf die quantitativen Beschäftigungseffekte geht es um die Fragen, ob mit der Digitalisierung Arbeitsplätze neu geschaffen oder ob Arbeitsplätze ersetzt werden und um welche Arbeitsplatz-Typen es sich jeweils handelt.

Bei der Dimension der qualitativen Beschäftigungseffekte stehen diese Fragen im Mittelpunkt: Wie wandeln sich die konkreten Tätigkeiten? Welche Qualifikationen fordern die neuen Techniken? Für die Beantwortung werden generelle arbeitswissenschaftliche Befunde und Überlegungen herangezogen und Kriterien sowie Dimensionen des sozio-technischen Ansatzes. In den beiden folgenden Abschnitten (8.1 und 8.2) werden diese Aspekte genauer ausgeführt.

Die Bewertung des Digitalisierungsprojekts erfolgt im Steckbrief in Form eines Ampelschemas. Für die quantitativen Beschäftigungseffekte zeigt er an, ob die Auswirkungen positiv (grün), neutral (gelb), negativ (rot) oder nicht zutreffend (schwarz) sind. Hinsichtlich der qualitativen Beschäftigungseffekte wird das neu geplante digitalisierte Arbeitssystem nach arbeitswissenschaftlichen Kriterien bewertet. Diese Kriterien werden im nachfolgenden Kapitel näher erläutert.

Auch hier spielt das Ampelschema eine Rolle:

Eine grüne Bewertung sagt, dass das Arbeitssystem gut gestaltet ist, eine gelbe Bewertung weist auf Mängel hin, eine rote auf deutliche Missstände. Ist die qualitative Dimension des Arbeitssystems von dem jeweiligen Digitalisierungsprojekt gar nicht betroffen, ist die schwarze Ampel zu wählen.

Zusätzlich zu der Ampelbewertung erfolgt eine Bewertung, ob die Ableitung von Handlungsmaßnahmen erforderlich und realistisch ist. Dies ist insofern relevant, weil nicht jeder aufgedeckte Mangel der Gestaltung (gelbe oder rote Bewertung) auch behoben werden kann. Die Gründe hierzu können vielschichtig sein, von bestehenden organisatorischen, personellen, bis hin zu finanziellen Restriktionen. Der Projektsteckbrief erlaubt, Aspekte zu kennzeichnen, die in Zukunft zu verbessern sind.

**Die übergeordneten  
Ziele: sichere  
Beschäftigung  
und gute  
Arbeitsbedingungen**

---



## 8.1

# Arbeitswissenschaftliche Kriterien

Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten, Arbeit zu gestalten:

- die Arbeit passt sich dem Menschen an,
- der Mensch passt sich der Arbeit an.

Keine Frage: Die erste Option hat im Mittelpunkt zu stehen. Jedoch: Auch der Mensch wird sich anpassen müssen — beispielsweise indem er sich wegen der Digitalisierung neue Kompetenzen aneignet.

Die Arbeitswissenschaft macht sich für zwei Ziele stark: Für die Humanisierung und die Rationalisierung von Arbeit (Schlick et al. 2010). Unter Humanisierung wird die menschengerechte Gestaltung der Arbeit verstanden; so darf Arbeit beispielsweise nicht krankmachen, sie soll beeinträchtigungsfrei, kommunikations-, lern- und persönlichkeitsförderlich sein. Rationalisierung

hat zum Ziel, Arbeit technisch so modern und wirtschaftlich so sinnvoll und effizient zu gestalten, dass der Arbeitsplatz sicher ist.

Diese beiden Ziele dürfen nicht im Widerspruch gesehen, sie müssen als gleichrangig gemeinsam umgesetzt werden. Aus gewerkschaftlicher Sicht hat die Humanisierung einen eigenen, von wirtschaftlichen Zielen unabhängigen Wert. Humanisierung ist aber auch eine Voraussetzung für Wirtschaftlichkeit: Insbesondere für ein Hochlohnland wie Deutschland mit einer alternierenden Bevölkerungsstruktur ist es wichtig, dass die Beschäftigten gesund und motiviert sind. Denn nur dann arbeiten sie effektiv und effizient, und nur so kann wiederum die gesamte Wirtschaft ihre Wettbewerbsfähigkeit halten oder gar noch steigern.

**Humanisierung  
und Rationalisierung  
— das muss kein  
Widerspruch sein**

---

Auch die Möbelherstellung ist hochgradig digitalisiert



### 8.1.1

## Humanisierung

Ob Arbeit human ist, kann anhand der arbeitswissenschaftlichen Kriterien der Ausführbarkeit, Erträglichkeit, Zumutbarkeit, Zufriedenheit und Sozialverträglichkeit gemessen werden (vgl. Kirchner 1972, Luczak und Volpert 1987). Die Ausführbarkeit stellt die tiefste, die Sozialverträglichkeit die oberste Ebene der Zielkriterien dar. Ausführbarkeit ist gegeben, wenn ein Mensch generell in der Lage ist, eine Arbeit zu erledigen; beispielsweise, weil er über ausreichend Körperkräfte verfügt. Die Erträglichkeit ist gegeben, sofern eine Arbeit auf Dauer geleistet werden kann, ohne dass die Gesundheit des Beschäftigten darunter leidet; beispielsweise aufgrund ausufernder Schichtzeiten. Die Zumutbarkeit von Arbeit beurteilt prinzipiell der Mensch selbst; ein Rahmen wird mit Gesetzen und Tarifverträgen abgesteckt, beispielsweise über die zulässige Länge der Wochenarbeitszeit. Über das Kriterium der Zufriedenheit entscheiden persönliche Erwartungen und Ansprüche; sie wird von Anerkennung, Motivation oder Entlohnung beeinflusst. Die höchste Stufe, die Sozialverträglichkeit, hat nicht nur den einzelnen Beschäftigten im Blick, sondern Arbeitsbeziehungen und Kooperationen in einem Betrieb. Arbeit gilt als sozialverträglich, wenn Mitarbeiter Arbeitssysteme mitgestalten können und wenn die Arbeitsorganisation eine soziale Zusammenarbeit möglich macht oder gar fördert.

Beschäftigte können jeweils anders auf ein Kriterium und seine Umsetzung schauen. Die eine kann eine Last leicht tragen, der andere nicht. Deshalb ist nach Rohmert (1984) grundsätzlich zwischen „Belastung“ und „Beanspruchung“ von Arbeit zu unterscheiden:

Der Begriff „Belastung“ bezeichnet objektiv, auf physikalischer Grundlage die Anforderungen, die an den Menschen gestellt werden, unabhängig von den individuellen Eigenschaften des Menschen.

Der Begriff „Beanspruchung“ hingegen bezeichnet die Auswirkung einer Belastung auf den Menschen: in Abhängigkeit seiner Eigenschaften, wie beispielsweise Alter, Geschlecht, Ausbildungs-, Trainings- und Gesundheitszustand.

Arbeit sollte möglichst flexibel und wandlungsfähig gestaltet werden, so dass sie auf die individuellen Bedürfnisse ausgerichtet werden kann. Hierbei werden sowohl interindividuelle (zwischen verschiedenen Menschen) als auch intraindividuelle (ein Menschen zu verschiedenen Zeitpunkten) Aspekte berücksichtigt. Die differenzielle Arbeitsgestaltung konzentriert sich insbesondere auf Unterschiede zwischen Beschäftigten. Ein Beispiel: Die Arbeit ist so organisiert, dass im Team eine Mitarbeiterin eine komplexe Arbeit erledigt, ein Kollege übernimmt eine weniger komplexe Aufgabe; jeweils abhängig von Fähigkeit und Motivation. Die dynamische Arbeitsgestaltung betrifft Wahl- und Entwicklungsmöglichkeiten einer Person: Ein Beschäftigter kann eine weniger komplexe Arbeit erledigen, hat jedoch immer wieder die Möglichkeit, sich eine anspruchsvollere Arbeit zu wählen. Er kann sich auch weiterbilden und damit für höherwertigere Arbeiten qualifizieren.

### 8.1.2

## Rationalisierung

Dieses Ziel hält beispielsweise dazu an, Mensch und Arbeitsmittel so einzusetzen, dass eine möglichst störungsfreie und effiziente Produktion möglich ist. Es stellt also sicher, dass die Wirtschaftlichkeit der Produktion, wirtschaftliche Ergebnisse und Rahmenbedingungen (wie Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit) ausreichend beachtet werden. Die Rationalisierung von Arbeit liefert oft, da sie auf Dauer gesehen die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und Volkswirtschaften erhält oder gar steigert, eine der Grundlagen, um bestehende Arbeitsplätze zu erhalten oder neue zu schaffen.

### Differenzielle und dynamische Arbeitsgestaltung

---

### Mensch und Technik: Wer passt sich wem an?

---

# Ergonomische Gestaltungsaspekte

## Körperliche Belastungen

Die physiologische und anthropometrische Arbeitsgestaltung haben das Ziel, körperliche Belastungen der Beschäftigten zu verringern. Auch bei Digitalisierungsprojekten ist das ein bedeutendes Ziel. Vor allem die flexible Automatisierung leistet dazu wichtige Beiträge.

Die physiologische Gestaltung soll die Arbeitsbedingungen an die physische Leistungsfähigkeit des Menschen anpassen. Es geht unter anderem um Körperhaltung, Körperkräfte sowie die Gestaltung von Betriebsmitteln. Roboter können beispielsweise das Tragen schwerer Lasten, monotone und gefährliche Arbeiten übernehmen.

Die anthropometrische Gestaltung berücksichtigt zusätzlich die Körpermaße des Menschen. So kann beispielsweise die Arbeitshöhe entsprechend eines hinterlegten Mitarbeiterprofils automatisch an den jeweils arbeitenden Beschäftigten angepasst werden.

## Arbeitsumgebung

Nicht nur das Arbeitssystem, auch die Arbeitsumgebung muss gestaltet werden. Dazu zählen äußere Einflüsse wie Lärm, Beleuchtung, Raumklima und mechanische Schwingungen. Das Arbeitsumfeld sollte die Beschäftigten bei ihrer Arbeit unterstützen.

## Sicherheitstechnik

Da vermehrt Techniken und besonders digitale Techniken eingesetzt werden, wächst die Bedeutung der sicherheitstechnischen Arbeitsgestaltung, um die Gesundheit der Beschäftigten zu schützen. Insbesondere autonom fahrende und fahrerlose Transportsysteme (FTS) und Roboter, die zunehmend ohne trennende Schutzeinrichtungen eingesetzt werden, müssen so konzipiert und gestaltet sein, dass von ihnen keine Gefährdung für den Menschen ausgeht. Die bestehenden Verhältnisse in den Unternehmen müssen tiefergehend untersucht werden, da mögliche Gefährdungen oft nicht auf den ersten Blick identifiziert werden können. Ein Beispiel: Jemand wird von einem digitalen Anzeigegerät abgelenkt. Bei der Entwicklung von Schutzmaßnahmen ist

diese Reihenfolge einzuhalten: Erst technische Maßnahmen (beispielsweise Abstandüberwachung eines Roboters), dann organisatorische (beispielsweise andere Arbeitsteilung) und zuletzt persönliche Maßnahmen (Schutzausrüstung, Unterweisung, Verhaltensregeln).

## Informatorische Arbeitsgestaltung

Wie werden Informationen dargestellt? Neben der Gestaltung klassischer Anzeigeelemente wird hier das Hauptaugenmerk auf neue Mensch-Maschine-Schnittstellen gelegt. Hierzu zählen visuelle Medien wie Bildschirme, Tablets und Datenbrillen, aber auch akustische und fühlbare (haptische) Signale, wie das Klingeln oder die Vibration einer Smartwatch. Informationen und das entsprechende Träger-Medium sollten möglichst übersichtlich und eindeutig gestaltet sein, um Reizüberflutung oder weitere Belastungen zu vermeiden. Die Informationen sollten inhaltlich eindeutig und schnell verständlich sein und einen klaren Bezug zur Aufgabe haben.

**Wie Roboter dem Menschen dienen können**

---

## 8.2

# Beurteilung der Arbeitssysteme nach Ansprüchen von guter digitaler Industriearbeit

Es geht nun darum, den Begriff der guten digitalen Industriearbeit zu präzisieren. Deshalb werden nun die Überlegungen zu den zentralen sozio-technischen Gestaltungsräumen von Digitalisierung (siehe Abschnitt 1.2) mit den grundlegenden arbeitswissenschaftlichen Kriterien zur Arbeitsgestaltung (siehe Abschnitt 8.1) zusammengeführt. Denn die neuen digitalen Techniken bringen zweierlei mit sich: Sie eröffnen neue Möglichkeiten, um die Arbeit human und qualitativ zu gestalten. In diesen Chancen stecken aber auch Herausforderungen. Zudem müssen die klassischen Anforderungen an humane Arbeitsgestaltung wie Selbstorganisation, Lernförderlichkeit und Dezentralisierung (vgl. z.B. Hacker & Sachse 2014) sinnvoll mit den neuen technischen Optionen verknüpft werden.

Überprüfung der Maschineneinrichtung auf dem Tablet



# Schnittstelle Mensch-Maschine

An der Schnittstelle Technik-Mensch stellt sich die Frage, wer welche Aufgaben erledigt und wie sich die Beziehung zwischen Technik und Mensch verändert. Es geht um diese Anforderungen:

## Adaptivität – Arbeitsmittel anpassen

Wie passt sich die Technik dem Menschen an? Die Anpassung kann sowohl informatorisch als auch ergonomisch erfolgen. Die informatorische Anpassung hat beispielsweise das Ziel, Beschäftigte mit unterschiedlichen Qualifikationsniveaus an einem Arbeitsplatz einzusetzen: Mit Hilfe einer Informationsanreicherung (beispielsweise montagefortschritts-orientierte Arbeitsanweisungen) bis hin zu arbeitsplatznahen Lernprozessen. Arbeitsplätze können auch mit Hilfe von technischen Assistenzsystemen an die Körpermaße des Beschäftigten angepasst werden, um beispielsweise erzwungene Fehlhaltungen zu vermeiden, wie statische Überkopfarbeit. Technische Assistenzsysteme können weitere belastende Tätigkeiten übernehmen. Jedoch: Auch umgekehrt muss sich der Mensch der Technik anpassen. Er muss fähig und willens sein, mit den neuen Techniken zu arbeiten, eventuell neue Kompetenzen erwerben und sich auf andere Arbeitsabläufe einlassen.

## Transparenz

Prozesse sind dann transparent, wenn Beschäftigte den Ablauf von technischen Prozessen und Entscheidungen nachvollziehen können. Aus diesem Kriterium folgen wichtige Fragen: Inwieweit muss der Mensch in einem Mensch-Maschine-System den gesamten Prozess verstehen, da möglicherweise nur mit seinem vollständigen Prozessverständnis auch die Prozesssicherheit gewährleistet werden kann? Und: Muss er den Prozess allgemein verstehen? Oder muss er fähig sein, in den Prozess notfalls eingreifen zu können? Muss er möglicherweise Abweichungen zwischen Ist- und Soll-Daten im Prozess wahrnehmen und auch bewerten können?

## Komplementarität

Bei diesem Kriterium geht es um die Aufteilung der Arbeit und der Funktionen zwischen Mensch und Technik in spezifischen Situationen. Generell übernimmt die Technik die Funktion einer informatorischen, sicherheitstechnischen oder ergonomischen Arbeitsassistenz. Die informatorische Assistenz gewährleistet die nutzergerechte Bereitstellung von Informationen, beispielsweise zur Überwachung oder Unterstützung der Entscheidungsfindung. Die sicherheitstechnische Assistenz verringert Gefährdungen beim Umgang mit Arbeitsmitteln. Die Vermeidung von monotonen Tätigkeiten wäre die Folge von ergonomischer Assistenz. Es müssen zudem Voraussetzungen geschaffen werden, damit der Mensch das System durchschaut und kontrollieren kann. So benötigt er den Zugang zu Echtzeit-Informationen, damit er, digital unterstützt, handeln und entscheiden kann. Die Normen der Dialoggestaltung (vgl. DIN EN ISO 9241-110) spielen hier eine wichtige Rolle.

**Der Mensch muss den Prozess verstehen und kontrollieren können**

---

# Schnittstelle Mensch-Organisation

An der Schnittstelle zwischen den Teilsystemen Mensch und Organisation geht es um die Gestaltung der Arbeitsorganisation und die Strukturierung der Arbeit: Wie werden Aufgaben in Tätigkeiten aufgeteilt? Wie werden sie auf Beschäftigte verteilt? Wie wird die horizontale und vertikale Arbeitsteilung organisiert und wie die Kooperations- und Kommunikationswege festgelegt? Hier werden also Art der Tätigkeiten, Handlungsspielräume und Qualifikationsanforderungen sowie -möglichkeiten bestimmt.

Folgende Kriterien sind in diesem Zusammenhang zentral:

## Ganzheitlichkeit

Eine Tätigkeit ist ganzheitlich, wenn sie ein funktional breites und sinnvolles Spektrum aufweist. So lassen sich Tätigkeiten um vor- und nachgelagerte Arbeitsfunktionen erweitern. Hierdurch werden geistige und körperliche Belastungswechsel erreicht und die Monotonie reduziert. Werden rein ausführende mit dispositiven (organisierende, planende und kontrollierende) Tätigkeiten kombiniert, haben Beschäftigte die Möglichkeit, in einem erhöhten Maße selbständig und verantwortlich zu handeln und sich sogar an der Erarbeitung neuer Lösungen zu beteiligen. Eine solche Mischung von mehr oder weniger anspruchsvollen Aufgaben verringert meist die Belastungen. In diesem Zusammenhang sind die Modelle der Job-Rotation, des Job Enlargements und Job Enrichments und der teilautonomen Gruppenarbeit bereits seit Jahren erprobt. Es gilt der Grundsatz: Nur wenn die den Beschäftigten übertragenen Tätigkeiten ganzheitlich sind, verfügen sie potenziell über einen vergleichsweise großen Handlungsspielraum und ein vergleichsweise hohes Niveau an möglicher Selbstorganisation: Ein solcher Tätigkeitsbereich schafft auch die Voraussetzungen für kontinuierliche Lern- und Qualifizierungsprozesse. Zu berücksichtigen ist auch: Beschäftigte haben unterschiedliche Vorstellungen und Wünsche, nicht jeder strebt eine höhere Qualität seiner Tätigkeiten an.

## Polyvalenz – Vertretbarkeit im Team

Mit einem systematischen Wechsel der Aufgaben können Lernprozesse ermöglicht und gefördert werden. Unterschiedlich qualifizierte und spezialisierte Beschäftigte können Social Media-Funktionen nutzen, um ihre interdisziplinäre Kommunikation zu pflegen und intensiver zu kooperieren. Sie sind dann eher in der Lage, Arbeitsprozesse, die dynamisch und wenig strukturiert sind, störungsfrei zu managen. Gemeinsam sind sie zudem oft innovativer und kreativer, wenn es darum geht, neue Wege und Lösungen zu finden. Da Anlagen und Systeme zunehmend komplexer werden, sind die Beschäftigten so besser gerüstet, um auch in unsicheren und unstrukturierten Situationen und bei Störungen kompetent handeln und entscheiden zu können. Dieses sehr leistungsfähige Modell der Arbeitsorganisation, die Polyvalenz, ist also geprägt von einer großen strukturellen Offenheit, einer sehr begrenzten Arbeitsteilung und einer hohen Flexibilität.

## Anforderungen und Spielräume

Dieser Punkt hängt eng mit dem vorigen, der Polyvalenz, zusammen. Hier geht es um die Fragen: Wie abwechslungsreich sind die zugewiesenen Tätigkeiten? Wiederholen sich ständig die Arbeitsinhalte? Oder ist beispielsweise ein Wechsel in den Aufgaben möglich? Wichtig ist die Analyse, ob und wie sich auf der operativen Ebene mit der Einführung neuer Techniken die Entscheidungsspielräume verändern.

## Unabhängigkeit des Arbeitssystems

Die neue Technik soll helfen, dass ein Arbeitssystem möglichst störungs- und reibungsfrei und ohne Zeitverluste mit anderen Systemen zusammenarbeitet und in andere Abläufe eingepasst ist. Das Arbeitssystem soll so gestaltet werden, dass die Beschäftigten zeitliche Freiräume haben und damit über eine gewisse Souveränität verfügen, wenn sie sich ihre Arbeit konkret einteilen.

## Lernmöglichkeiten

Übernehmen Beschäftigte eine neue Aufgabe, sind die Fragen von Bedeutung: Welche neuen Kompetenzen werden benötigt? Welche sind mit welchen Methoden vermittelbar? Und: Was wird aus den bisherigen Kompetenzen, Erfahrungen und Wissensbeständen? Neue Arbeitsprozesse sollten so ausgelegt sein, dass das bisherige Wissen nach Möglichkeit weiter genutzt werden kann und neue Kompetenzen hinzukommen.

## Beschäftigte beteiligen

Oft muss die Akzeptanz von neuer Technik und den damit verbundenen Gestaltungsmöglichkeiten der Arbeit nicht nur erst hergestellt, sondern im Nachhinein auch anhaltend gesichert werden. Dies gilt für die Belegschaften und ihre Vertretungen ebenso wie für das Management. Um Vorbehalte der Belegschaft zu verringern, müssen beispielsweise Befürchtungen wegen Arbeitsplatzsicherheit, neuen Belastungen und sich ändernden Anforderungen ausgeräumt werden. Dies gilt gleichermaßen für steigende Flexibilitätsanforderungen, den Schutz von Daten (Privacy) und die Kontrolle und Überwachung der Arbeit. Als Lösung bietet sich an, die Beschäftigten und ihre Betriebsräte an der Einführung und Gestaltung der neuen Systeme zu beteiligen. Vor allem sind die bestehenden Mitbestimmungsrechte der Betriebsräte zu berücksichtigen; unter anderem die Paragraphen 87, 90 und 91 des Betriebsverfassungsgesetzes.

**Wie wird ein hohes Niveau an Selbstorganisation für die Beschäftigten erreicht?**

---

### 8.2.3

## Schnittstelle Organisation-Technik

An der Schnittstelle zwischen Organisation und Technik entstehen Optionen, um Produktionsprozesse und auch übergeordnete Betriebsabläufe neu zu organisieren. Die Gründe: Mehr Daten sind schneller und hochvernetzt verfügbar und können komfortabel an allen Orten abgerufen werden. Zudem ist neue maschinelle Intelligenz vorhanden. So ist beispielsweise eine Abkehr von zentralisierter Informationsverarbeitung relativ leicht möglich, da auf Informationen von allen Orten aus zugegriffen werden kann.

### Dezentralisierte Regelkreise

Die erhöhte Verfügbarkeit von Informationen, die erweiterten Möglichkeiten, sie auszuwerten, neue autonome Produktionssysteme und die Option, die neuen Techniken dezentral einzusetzen — das alles schafft zusammen die Voraussetzungen, um die künftige Arbeitsorganisation flexibel, integriert und innovativ zu gestalten.

### Verantwortliche für Schnittstellen

Je umfassender und intensiver die Digitalisierung eines Betriebes ist, umso vernetzter werden Arbeitsprozesse, Maschinen, Betriebsmittel und übergeordnete Unternehmensbereiche und -prozesse sein. Das führt zu Veränderungen in der betrieblichen Organisation: Statt starrer und hierarchischer sind flexible, netzwerkartige und agile Strukturen notwendig, die in hohem Maße Eigenverantwortung und bereichsübergreifende Kooperation nicht nur zulassen, sondern besser noch stark befördern. Das hat wiederum Folgen: Es gibt immer mehr Schnittstellen. Soll die neue Technik reibungslos in die Abläufe integriert werden, dann müssen diese Schnittstellen und die mit ihnen verbundenen Verantwortlichkeiten genau definiert werden. Die jeweils Verantwortlichen gelten im Unternehmen als wichtige Promotoren der innovativen Technik (Witte 1973) und fungieren als Ansprechpartner.

## 8.2.4

# Zusammenfassung

Die hier dargestellten Dimensionen einer guten digitalen Arbeit helfen, Digitalisierungsvorhaben im Projektsteckbrief detailliert zu erfassen.

In der folgenden Tabelle sind die Merkmale der Dimensionen noch einmal zusammengefasst.

	Dimensionen	Zentrale Merkmale
Mensch-Technologie	Adaptivität	Anpassung der digitalen/automatisierten Systeme an den Menschen und an spezifische Arbeitsbedingungen: Anthropometrie, Informationsdarstellung, technische Unterstützung von Lernprozessen.
	Transparenz	Gute mentale Modelle der Beschäftigten über den technischen Prozess aufbauen und erhalten. Bei Autonomie des technischen Teilsystems, Erhalt der menschlichen Fähigkeit, die Vorgänge zu durchschauen und zu beurteilen. Aktuelle Informationen über Systemvorgänge.
	Komplementarität	Situationsspezifische Funktionsteilung zwischen Mensch und Maschine, hinreichende Transparenz und Kontrollierbarkeit durch Beschäftigte, Unterstützung von Entscheidungsprozessen.
Mensch-Organisation	Ganzheitlichkeit	Vollständigkeit von Tätigkeiten, belastungsreduzierende Mischung von Aufgaben, Regulations- und Handlungsspielräumen sowie Selbstorganisation von Arbeit.
	Polyvalenz	Systematischer Aufgabenwechsel, interdisziplinäre Kommunikation und Kooperation, wenig strukturierte und dynamische Arbeitsprozesse, Erhalt der Lernfähigkeit.
	Akzeptanz und Partizipation	Beteiligungsverfahren für Beschäftigte und ihre Interessenvertretungen bei Einführung und Gestaltung von digitalisierten Arbeitssystemen.
Organisation-Technologie	Dezentrale Regelkreise	Selbstorganisierte und autonome Produktions- und Logistiksysteme, Autonomie und Flexibilität im Hinblick auf Produktvarianzen, Vernetzung mit gesamter Wertschöpfungskette.
	Optimierung der Schnittstellen	Vernetzung des Unternehmens (Betriebsmittel, Unternehmensbereiche und -prozesse), flexible Aufbau- und Ablauforganisation, Eigenverantwortung der Beschäftigten in Koordination mit angrenzenden Bereichen.

Abbildung 6: Dimensionen guter digitaler Industriearbeit (eigene Darstellung)



## 8.3

# Ein ganzheitlicher Prozess

Gute digitale Industriearbeit kann jedoch nur verwirklicht werden, wenn die folgenden Voraussetzungen gegeben sind. Auf der betrieblichen Ebene ist wichtig, dass die Einführung neuer Techniken als ein ganzheitlicher Prozess verstanden wird. Diese Erkenntnis ist dabei elementar: Die neuen digitalen Systeme können in der Regel keineswegs schlüsselfertig in einem Plug-and-Play-Verfahren in den Betrieben implementiert werden. Vielmehr muss in der Regel ein systematischer Abstimmungsprozess organisiert werden, der manchmal auch langwierig ist: Denn die Verantwortlichen im Unternehmen müssen die Anforderungen, welche die neuen Systeme mit sich bringen, mit den Bedingungen austarieren und zusammenfügen, die momentan im Unternehmen bestehen. Nur so können die neuen Systeme ganzheitlich im Sinne des sozio-technischen Ansatzes realisiert werden, bei dem Mensch, Organisation und Technik gleichrangig sind. Mit einem technikzentrierten und an kurzfristigen operativen Zielen orientierten Vorgehen sind bestenfalls wirtschaftlich und sozial suboptimale Lösungen zu erzielen. Sie werden zudem auf Dauer meist nicht lange halten.

**Es gibt keine  
schlüsselfertigen  
Lösungen**

---

# Literatur

- Bauernhansl, T.; Dick, P.-M. (Hrsg.) 2017: Digitalisierung im Mittelstand – Entscheidungsgrundlagen und Handlungsempfehlungen. Fraunhofer IPA, Südwestmetall. Stuttgart.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales 2017: Weissbuch. Arbeiten 4.0.
- Bundeministerium für Wirtschaft und Energie 2017: Industrie 4.0 – Checkliste: Kommt Industrie 4.0 für unser Unternehmen in Frage. Berlin.
- Boston Consulting Group 2017: Digital Acceleration Index. Link: <https://www.bcg.com/expertise/capabilities/technology-digital/digital-acceleration-index.aspx>
- Brynjolfson, E.; McAfee, A. 2015: The second machine age: Wie die nächste digitale Revolution unser aller Leben verändern wird. Kulmbach: Börsenmedien AG
- Deutsche Telekom AG 2017: Digitalisierungsindex. Link: [www.digitalisierungsindex.de](http://www.digitalisierungsindex.de)
- DIN EN ISO 9241-110 2008: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung (ISO 9241-110:2006). Berlin: Beuth.
- Göcking, J.; Kleinhempel, K.; Sätze, A. 2016: TBS Basis Check Industrie 4.0. Wo stehen wir in unserem Betrieb? Technologieberatungsstelle beim DGB NRW e.V. Dortmund.
- Grote, G. 2018: Gestaltungsansätze für das komplementäre Zusammenwirken von Mensch und Technik in Industrie 4.0. In: Hirsch-Kreinsen, H.; Ittermann, P.; Niehaus, J. (Hg.) 2018: Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen (2., aktualis. und überarb. Aufl.) Baden-Baden: Somos, 215- 232.
- H&D International Group 2017: Industrie 4.0 Readiness. Link: [www.hud.de/industrie-4-0](http://www.hud.de/industrie-4-0) [zuletzt aufgesucht am 14.02.19]
- Hacker, W.; Sachse, P. 2014: Allgemeine Arbeitspsychologie. Psychische Regulation von Tätigkeiten (3. vollst. überarb. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Hecht, S. 2014: Ein Reifegradmodell für die Bewertung und Verbesserung von Fähigkeiten im ERP-Anwendungsmanagement. Zugl.: München, Techn. Univ., Diss., 2013. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Hirsch-Kreinsen, H.; ten Hompel, M. 2016: Social Manufacturing and Logistics – Arbeit in der digitalisierten Produktion. In: BMWi/BMAS (Hrsg.): Arbeiten in der digitalen Welt. Mensch – Organisation – Technik. Berlin, S. 6-9.
- Hirsch-Kreinsen, H.; Ittermann, P.; Niehaus, J. (Hrsg.) 2018: Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen (2., aktualis. und überarb. Aufl.) Baden-Baden: Nomos.
- Hochschule Neu-Ulm; minnosphere 2017: Digitaler Reifegrad – Analysetool. Link: <http://reifegradanalyse.hs-neu-ulm.de/> [zuletzt aufgesucht am 14.02.2019]
- IG Metall NRW 2017: Arbeit 4.0 fair gestalten. Die Betriebslandkarte im Rahmen des Projektes „Arbeit 2020 in NRW“. IG Metall NRW.
- IHK München und Oberbayern 2017: Leitfaden Industrie 4.0. Link: <https://ihk-industrie40.de/>
- Institut DGB-Index Gute Arbeit (Hrsg.) 2016: DGB-Index Gute Arbeit – Der Report 2016 Wie die Beschäftigten die Arbeitsbedingungen in Deutschland beurteilen – Mit dem Themenschwerpunkt: Die Digitalisierung der Arbeitswelt – Eine Zwischenbilanz aus der Sicht der Beschäftigten. Institut DGB-Index Gute Arbeit. Berlin.
- Ittermann, P.; Niehaus, J.; Hirsch-Kreinsen, H.; Dregger, J.; ten Hompel, M. 2016: Social Manufacturing and Logistics. Gestaltung von Arbeit in der digitalen Produktion und Logistik. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 47, Dortmund.
- Jodlbauer, H.; Schagerl, M.; Mayr, H.; Prinzger, M. (Hrsg.) 2016: Reifegradmodell Industrie 4.0 - Ein Vorgehensmodell zur Identifikation von Industrie 4.0 Potentialen. Bonn: Gesellschaft für Informatik.
- Kagermann, H. 2014: Chancen von Industrie 4.0 nutzen. In: Bauernhansl, T.; ten Hompel, M.; Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration. Wiesbaden: Springer Vieweg, S. 603-614.
- Kese, D.; Terstehen, S. 2017: Industrie 4.0-Reifegradmodelle. Ifaa. Link: [https://www.arbeitswissenschaft.net/uploads/tx\\_news/Tool\\_I40\\_Reifegradmodelle.pdf](https://www.arbeitswissenschaft.net/uploads/tx_news/Tool_I40_Reifegradmodelle.pdf)
- Kirchner, J.-H. 1972: Das emanzipatorische Interesse der Arbeitswissenschaft und ihr Beitrag zur Berufsbildungsforschung. Z. Berufsbildungsforschung 1 (1972b), 11.
- Kompetenzzentrum Mittelstand NRW 2017: Quickcheck Industrie 4.0 Reifegrad. Link: <https://indivsurvey.de/umfrage/53106/uHW7XM>
- Konrad, B.; Krebs, M. 2016: Das Produktionssystem. In: Deuse, J.; Lotter, B.; Hasselmann, V.-R.; Konrad, B. (Hrsg.): Industrial Engineering – Produktionssysteme verstehen und gestalten. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Lichtblau, K.; Stich, V.; Bertenrath, R.; Blum, M.; Bleider, M.; Millack, A.; Schmitt, K.; Schmitz, E.; Schröter, M. 2015: Industrie 4.0-Readiness. IMPULS-Stiftung. Aachen, Köln.
- Luczak, H.; Volpert, W. 1987: Arbeitswissenschaft. Kerndefinition – Gegenstandskatalog Forschungsgebiete. Eschborn: RKW-Verlag.
- Lutz, B. 1987: Das Ende des Technikdeterminismus und die Folgen. In Lutz, B. (Hrsg.): Technik und Sozialer Wandel. Verhandlungen des 23. Deutschen Soziologentages. Frankfurt/Main, S. 34-57.
- Mettler, T. 2010: Supply Management im Krankenhaus. Konstruktion und Evaluation eines konfigurierbaren Reifegradmodells zur zielgerichteten Gestaltung. Universität St. Gallen, St. Gallen.
- Pokorni, B.; Schlund, S.; Findeisen, S.; Euper, D.; Brehm, N.; Ohlhausen, P.; Palm, D. 2017: Produktionsassessment 4.0. Entwicklung eines Reifegradmodells zur Bewertung der Lean Management und Industrie-4.0-Reife von produzierenden Unternehmen. In: ZWF 112, S. 20–24.
- PWC 2017: Industrie 4.0 Self Assessment. Link: <https://i40-self-assessment.pwc.de/i40/interview>
- Rice, A. 1963: The Enterprise and its Environment. London.
- Rohmert, W. 1984: Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept. Z. Arb. wiss. 38 (1984), 4, S. 193-200.
- Schlick, C.; Bruder, R.; Luczak, H. (Hrsg.) 2010: Arbeitswissenschaft. 3. Auflage. Heidelberg: Springer.
- Schöllhammer, O.; Volkwein, M.; Kuch, B.; Hespig, S. 2017: Digitalisierung im Mittelstand - Entscheidungsgrundlagen und Handlungsempfehlungen. Einfluss der Digitalisierung auf kleine und mittelständische Unternehmen der Metall- und Elektroindustrie in Baden-Württemberg. Fraunhofer IPA, SüdWestMetall.
- Schomburg, E. 1980: Entwicklung eines betriebstypologischen Instrumentariums zur systematischen Ermittlung der Anforderungen an EDV-gestützte Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme im Maschinenbau. Dissertation der RWTH Aachen. Aachen.
- Schuh, G.; Anderl, R.; Gausemeier, J.; ten Hompel, M.; Wahlster, W. 2017: Industrie 4.0 Maturity Index. Die digitale Transformation von Unternehmen gestalten. München: Herbert Utz (acatech Studie).
- Stahl, B.; Anderl, R.; Fleischer, J. (Hrsg.) 2015: Leitfaden Industrie 4.0. Orientierungshilfe zur Einführung in den Mittelstand. Frankfurt: VDMA.
- Trist, E.; Bamforth, K. 1951: Some social and psychological consequences of the long wall method of coal-getting. In: Human Relations, Vol. 4 (1951), Issue 1, pp. 3-38.
- VDI/VDE-Gesellschaft 2016: Statusreport. Arbeitswelt Industrie 4.0. Vision Lasertechnik GmbH; bluebiz OHG; UNIORG Gruppe 2017: Industrie 4.0-Reifegrad-Test. Link: [www.connected-production.de/industrie-4-0-reifegrad-test](http://www.connected-production.de/industrie-4-0-reifegrad-test)
- Wissenschaftlicher Beirat der Plattform Industrie 4.0 2014: Neue Chancen für unsere Produktion. 17 Thesen des Wissenschaftlichen Beirats der Plattform Industrie 4.0. Internet: [http://www.itsowl.de/fileadmin/PDF/Industrie\\_4\\_0/Thesen\\_des\\_wissenschaftlichen\\_Beirats\\_Industrie\\_4\\_0.pdf](http://www.itsowl.de/fileadmin/PDF/Industrie_4_0/Thesen_des_wissenschaftlichen_Beirats_Industrie_4_0.pdf)
- WZL der RWTH Aachen 2017: "4i"-Reifegradmodell. Link: <http://www.ingenieur.de/VDI-Z/2016/Ausgabe-06/Forschung-und-Praxis/Industrie-4.0-Audit>

Dem Kompass Digitalisierung liegen inhaltlich die Ergebnisse des Verbundforschungsprojekts STEPS zugrunde. Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird und wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Programm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ (Förderkennzeichen 02P14B101) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt der Veröffentlichung liegt bei der Autorin/dem Autor.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

## Impressum

Herausgeber:  
IG Metall Vorstand,  
Ressort Zukunft der Arbeit

Redaktion:  
Dr. Wolfgang Storz / Dr. Detlef Gerst

Autoren:  
Professor Dr.-Ing. Jochen Deuse,  
Technische Universität Dortmund  
Professor Dr. Hartmut Hirsch-Kreinsen,  
Technische Universität Dortmund  
Fabian Nöhring, Dr. Tobias Wienzek  
Dr. Detlef Gerst, IG Metall Vorstand

Auflage: 1. Auflage, 06.2019

Gestaltung: Opak, 60329 Frankfurt  
Druck: AC medienhaus GmbH, Ostring 13, 65205 Wiesbaden

Abbildungen: monkeybusinessimages/iStock (S.6)  
Ingimage (S. 13), iStock.com/kasto80 (S.16)  
chombosan/iStock (S.21), DeanMitchell/iStock (S.23)  
yoh4nn/iStock (S.26)

Produktnummer 42489-80964

Für Mitglieder über die IG Metall Geschäftsstellen  
zu beziehen

[www.igmetall.de](http://www.igmetall.de)