

1.

Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 Baden-Württemberg Vorstudie

Zusammenführung zentraler
Ergebnisse für den Maschinenbau

Pfeiffer, Sabine/Schlund, Sebastian/Suphan, Anne/Korge, Axel (2016): Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 Baden-Württemberg – Vorstudie Bd. 1. Zusammenführung zentraler Ergebnisse für den Maschinenbau. Stuttgart: Fraunhofer IAO und Universität Stuttgart.

Online: http://wm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-wm/intern/Dateien_Downloads/Arbeit/Arbeitsmarktpolitik_Arbeitsschutz/Arbeitswelt40-BW-2016-Bd1.pdf

Dies ist der zusammenführende und erste von drei Bänden der Vorstudie „Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 Baden-Württemberg – empirisch fundierte Trendbeschreibung zur Arbeitswelt 4.0 und Industrie 4.0-Szenarien in Baden-Württemberg“. Diese wurde zwischen Oktober 2015 und Juli 2016 gemeinsam von der Universität Hohenheim und dem Fraunhofer IAO durchgeführt und finanziert vom Ministerium für Arbeit und Sozialordnung, Familie, Frauen und Senioren Baden-Württemberg (jetzt Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau). In Band 2 (Korge u.a. 2016) stellt das Fraunhofer IAO seine Ergebnisse von 23 Use-Cases in 14 Unternehmen vor. Der dritte Band (Pfeiffer u.a. 2016b) analysiert unterschiedliche Datensätze zum Ist-Stand der digitalen Arbeit heute.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5
1 Einleitung	8
2 Digitalisierung, Industrie 4.0 und IT-Nutzung	10
3 Maschinenbau in Baden-Württemberg: Unternehmen und Beschäftigte.....	15
4 Vier datenbasierte Schlaglichter auf eine Branche im Wandel	21
4.1 Lean-Management und Digitalisierung: innovationsfähig und human gestalten.....	22
4.2 Qualifikation und Arbeitsvermögen als Ressource für die Arbeitswelt 4.0 entwickeln	27
4.3 Arbeitsfähigkeit und Gesundheit in einer digitalen und alternden Gesellschaft erhalten	34
4.4 Organisation und Führung agil und beteiligungsorientiert erneuern	44
5 Auf dem Weg in die Arbeitswelt 4.0: Impuls zu Diskurs und Handeln	49
6 Literatur.....	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Qualifikationsrelevante Technologiedimensionen von Industrie 4.0.....	11
Abbildung 2: Technologien der Industrie 4.0	12
Abbildung 3: Reifegradlevel von Technologien der Industrie 4.0.....	13
Abbildung 4: Hemmnisse für Digitalisierung	14
Abbildung 5: Computernutzung im Maschinenbau heute.....	15
Abbildung 6: Finanzdaten Maschinenbau Baden-Württemberg 2014	16
Abbildung 7: Verteilung der Qualifikationscluster	18
Abbildung 8: Wochenarbeitszeit	19
Abbildung 9: Vereinbarkeit von Familie und Beruf.....	20
Abbildung 10: Beispielhafte Produktionsaufgaben und Montagesysteme	22
Abbildung 11: Wandel am Arbeitsplatz	23
Abbildung 12: Fachliche Anforderungen.....	25
Abbildung 13: Stress und Arbeitsdruck	26
Abbildung 14: Höchster beruflicher Abschluss.....	28
Abbildung 15: Ausgeübte Tätigkeit und letzte Ausbildung.....	29
Abbildung 16: Erwerb von Kenntnissen und Fähigkeiten	30
Abbildung 17: Weiterbildungsaktivitäten	30
Abbildung 18: Arbeitsvermögen nach Qualifikationsclustern.....	31
Abbildung 19: Physische Beschwerden.....	35
Abbildung 20: Psychische Beschwerden.....	36
Abbildung 21: Ausübung der Tätigkeit bis ins Rentenalter.....	37
Abbildung 22: Möglichkeit zur Mitsprache und Mitgestaltung.....	38
Abbildung 23: Belastungsempfinden und widersprüchliche Anforderungen	39
Abbildung 24: Wunsch nach Weiterbildungsmöglichkeiten.....	40
Abbildung 25: Hinderungsgründe für Weiterbildung.....	41

Abbildung 26: Alternde Belegschaft.....	42
Abbildung 27: Maßnahmen zum Erhalt der Arbeitsfähigkeit.....	43
Abbildung 28: Monotonie und Standardisierung	45
Abbildung 29: Freiheitsgrade der Arbeit	46
Abbildung 30: Freiheitsgrad bei Arbeitsplanung und -menge.....	47
Abbildung 31: Einstellung zur Flexibilisierung.....	48

1 Einleitung

Unsere Lebens- und unsere Arbeitswelt haben sich folgeschwer verändert. Seit einigen Jahren erfahren räumliche wie zeitliche Entgrenzung von Arbeit durch mobile Geräte und Cloud-Dienste und die damit einhergehende Digitalisierung von Arbeitsprozessen eine erhebliche Entwicklung. Das betrifft einerseits Szenarien wie die intelligente Analyse großer Datenbestände (Big Data, intelligente Algorithmen) und webbasierte oder mobile Anwendungen. Andererseits werden im Hinblick auf Industrie 4.0 erhebliche Veränderungen durch beispielsweise Robotik oder additive Verfahren diskutiert, deren Auswirkungen sich nicht nur auf die Produktion beschränken, sondern die gesamte Wertschöpfungskette von den Beschäftigten bis zum Kunden betreffen und daher sämtliche Prozesse tiefgreifend bis hin zu völlig neuen Geschäftsmodellen verändern. Was diese Veränderungen für Arbeit und sozialpolitische Fragen zukünftig bedeuten werden, ist noch weitgehend offen. Das Grünbuch des BMAS (2015) skizziert, welche zentralen Fragen an Arbeitsmarkt-, Bildungs- und Sozialpolitik aufgeworfen werden. Die jeweiligen aktuellen sozioökonomischen, sozialen und volkswirtschaftlich-strukturellen Ausgangsbedingungen sind auf dem Weg in die Zukunft von beträchtlicher Bedeutung. Deswegen können Entwicklungspfade in verschiedenen Regionen, Bundesländern und Branchen auch mit unterschiedlicher Dynamik verlaufen und benötigen möglicherweise auch ebenfalls divers reagierende Strategien politischer Gestaltung und Flankierung.

Um für diesen Weg in die Zukunft eine Datengrundlage zu schaffen, hat das Ministerium für Arbeit und Sozialordnung, Familie, Frauen und Senioren Baden-Württemberg zwischen Oktober 2015 und Juli 2016 die Vorstudie „Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 Baden-Württemberg – empirisch fundierte Trendbeschreibung zur Arbeitswelt 4.0 und Industrie-4.0-Szenarien in Baden-Württemberg“ finanziert. Ziel dieser Vorstudie war es, einen ersten datenbasierten Beitrag zum Ist-Zustand der tatsächlichen Digitalisierung von Arbeit für Baden-Württemberg zu leisten – und zwar exemplarisch für die Branche des Maschinen- und Anlagenbaus.

Für diese Vorstudie wurden systematisch verschiedene Herangehensweisen integriert: Zum einen wurde interdisziplinär vorgegangen und ingenieur- bzw. arbeitswissenschaftliche mit soziologischen Perspektiven kombiniert. Zum anderen sollten fallbasierte Analysen mit Expertinnen und Experten aus der betrieblichen Praxis mit deskriptiven Analysen verschiedener quantitativer Datensätze kombiniert werden. Die Fülle der Ergebnisse der Vorstudie erfordert eine Aufteilung in drei Bände:

- In Band 2 (Korge u.a. 2016) stellt das Fraunhofer IAO seine Ergebnisse von 23 Use-Cases in 14 Unternehmen der Branche aus Baden-Württemberg vor. Ein Use-Case beschreibt dabei typische Arbeitsprofile von Arbeitsplätzen in Produktion und Montage.
- Band 3 (Pfeiffer u. a. 2016b) besteht aus den Detailergebnissen der deskriptiven Analysen der Universität Hohenheim mit Blick auf das Land Baden-Württemberg und die Schwerpunktbranche Maschinen- und Anlagenbau. Ausgewertet wurden dafür die Daten der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung von 2012, der IGM-Beschäftigtenbefra-

gung „Arbeit: sicher und fair!“ aus dem Jahr 2013 und des DGB-Index „Gute Arbeit“ von 2014.

Der hier vorliegende Band 1 fasst nicht die Ergebnisse aus den beiden methodisch und disziplinär unterschiedlichen Teilstudien der Bände 2 und 3 zusammen, sondern entwickelt auf deren Basis eine systematische Zusammenführung zu ausgewählten Themen. Dies kann nur dort gelingen, wo aus beiden Primärteilstudien ausreichende Daten vorliegen, die einen solchen systematischen Bezug erlauben. Im Sinne einer Vorstudie haben beide verantwortenden Forschungsinstitutionen für diesen Schritt auch methodische Grundlagen gelegt, die in der geplanten Hauptstudie eine Fortführung im Hinblick auf weitere Branchen und neu entstehende Felder einer Arbeitswelt 4.0 ermöglichen sollen und die systematische Verbindung qualitativer Einblicke in Unternehmen mit quantitativen Analysen zur Breiteneinschätzung erlauben.

Für alle drei Bände, in denen Ergebnisse der Vorstudie der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden, sind zwei Fokussierungen leitend: Erstens steht im Mittelpunkt die digitale und mobile Arbeit im Land Baden-Württemberg, das als Standort angesichts seiner industriellen, kulturellen und volkswirtschaftlichen Strukturen besondere Voraussetzungen aufweist. Zweitens konzentriert sich diese Vorstudie auf die Branche Maschinen- und Anlagenbau, nicht nur weil die Branche für das Land von besonderer Bedeutung ist, sondern auch weil sie für die Entwicklung von Industrie 4.0 – und damit für einen zentralen Teilaspekt der Digitalisierung von Arbeit – als Anwender- und Enablerbranche zugleich aktiv zur Gestaltung des digitalen Wandels der Zukunft beiträgt.

Zunächst gibt Kapitel → 2 einen Einblick in den Stand der Digitalisierung in der Branche. Da für den Maschinen- und Anlagenbau insbesondere Digitalisierungstechnologien im Kontext von Industrie 4.0 von besonderer Bedeutung sind, wird einleitend zwischen Technologien und Reifegraden unterschieden. Im Anschluss zeigen die Use-Cases, wie betriebliche Experten den Stand aktuell und in naher Zukunft beurteilen. Diese Daten werden gespiegelt mit Daten aus den quantitativen Analysen der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung, die den Fortschritt der Computernutzung an den Arbeitsplätzen im Land und in der Branche veranschaulichen.

Im Kapitel → 3 wird die Branche des Maschinen- und Anlagenbaus in Baden-Württemberg vorgestellt. Hier finden sich allgemeine Daten zur Branche und speziell ausgewertete Unternehmensdaten für das Land. Neben den Daten zu Beschäftigtenzahlen und zum ökonomischen Erfolg werden auch einige Befunde zu den Qualifikationsstrukturen der Branche vorgestellt und herausgearbeitet, ob sich unter aktuellen Digitalisierungsbedingungen bereits Öffnungen und Entgrenzungen in Bezug auf Arbeitsverhältnisse und Arbeitszeit sowie Vereinbarkeit feststellen lassen.

Die synergetische Zusammenführung ausgewählter Themen aus beiden Teilstudien der Universität Hohenheim und des Fraunhofer IAO stellt das Kapitel → 4 dar. Darin werden für den Maschinen- und Anlagenbau auf Basis der Analyseergebnisse gemeinsam vier Themen schlaglichtartig beleuchtet. Dieses Kapitel will damit nicht nur datenbasierte Pointierungen bereit-

stellen, die sich für einen breiten gesellschaftlichen Diskurs unterschiedlichster Akteure eignen, sondern auch verdeutlichen, welches Potenzial in einem systematischen Bezug diverser disziplinärer Perspektiven und Forschungsmethoden aufeinander liegt. Die dafür in der Vorstudie von beiden Forschungspartnern entwickelten methodischen Grundlagen legen damit auch eine erste Basis für die anschließende und im August 2016 startende Hauptstudie. Die datenbasierte Darstellung verbindet ausgewählte Ergebnisse zum Ist-Stand der Arbeit in der Branche mit Aussagen zu den sich aktuell schon abzeichnenden und in der betrieblichen Praxis auch angemessenen Gestaltungsherausforderungen. Die vier dargestellten Schlaglichter sind:

- Lean-Management und Digitalisierung: Innovationsfähig und human gestalten,
- Qualifikation und Arbeitsvermögen als Ressource für die Arbeitswelt 4.0 entwickeln,
- Arbeitsfähigkeit und Gesundheit in einer digitalen und alternden Gesellschaft erhalten,
- Organisation und Führung agil und beteiligungsorientiert erneuern.

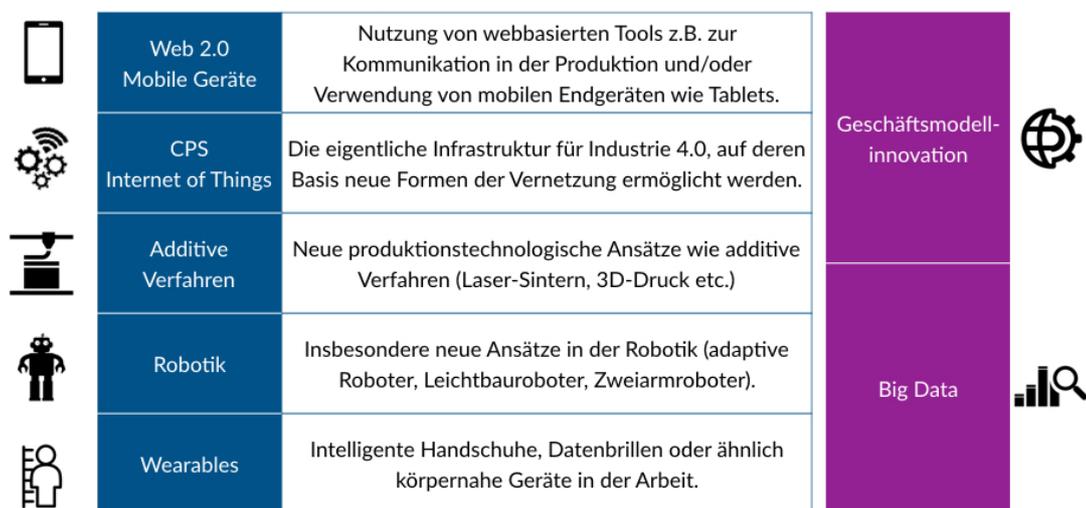
Dieser erste Band versteht sich als Zusammenführung und in diesem Sinne auch als ein diskurstiftendes Fazit der beiden ausführlichen Teilstudien. Statt eines Fazits schließen wir den hier vorgelegten Text in Kapitel → 5 daher mit einem kurzen Impuls, der zu einem lebendigen und über die Branche hinausgehenden Diskurs anstiften soll – zu einem breiten und lebhaften, vielleicht auch hier und da reibungsvollen, Diskurs vieler gesellschaftlicher Akteure; zu einem Diskurs, der ins Handeln und Gestalten führt und Lust macht auf eine aktive Gestaltung der Arbeitswelt 4.0.

2 Digitalisierung, Industrie 4.0 und IT-Nutzung

Die Digitalisierung spielt im Maschinenbau nicht nur in den eigenen Produkten eine Rolle, sondern auch als Enabler für die eigenen Produktionsprozesse. So sind etwa Produktionsplanungssysteme (PPS) im Maschinenbau überdurchschnittlich stark im Einsatz: 53 % nutzen diese Systeme (im verarbeitenden Gewerbe sind es im Durchschnitt nur 42 %). Auch organisatorische Optimierungen im Kontext von Lean-Management oder Ganzheitlichen Produktionssystemen (GPS) spielen im Maschinenbau schon seit Jahren eine wichtige Rolle: Zwar sind GPS im Automobilbau stärker verbreitet, 2009 haben aber rd. sieben Prozent – und damit ein Prozentpunkt mehr als in der gesamten Industrie – der Unternehmen in der Branche GPS mit einem ganzen Fächer seiner Teilelemente eingeführt (Abel u. a. 2013). Einzelne Elemente wie etwa Gruppenarbeit und KVP finden sich sehr breit etabliert und auch dort, wo GPS nicht als Gesamtsystem eingeführt sind, gelten deren Prinzipien branchenweit als Leitbild (Pfeiffer 2007). Andererseits zeigt eine aktuelle Studie zu Industrie 4.0 und KMU in der Region Göttingen, dass gerade im baden-württembergischen Maschinenbau im Kontext von Industrie 4.0 der stärkste Informationsbedarf besteht bei den Themen Produktionsprozesse und den dafür nötigen technologischen Schnittstellen (Landesnetzwerk Mechatronik BW 2016). Es ist also davon auszugehen, dass die derzeitige Digitalisierungsbasis in den Produktionsbereichen der Branche weit entwickelt ist, mit Industrie 4.0 aber noch weitere, teils auch disruptivere Entwicklungssprünge zu erwarten sind.

Digitalisierung ist ein komplexer Prozess, der vieles umfasst und weit über Ansätze wie PPS hinausgeht. Für den Maschinen- und Anlagenbau ist dabei – wenn auch nicht ausschließlich – besonders relevant, was unter dem Stichwort Industrie 4.0 diskutiert wird. Die Branche ist dabei in zweifacher Hinsicht betroffen: Sie setzt Industrie-4.0-Technologien einerseits in den eigenen Prozessen ein und ist andererseits eine – wenn nicht *die* – entscheidende Ausrüsterbranche und damit Enabler für Industrie 4.0. Dem Urteil der Erfinder des Begriffs zufolge ist Industrie 4.0 nicht weniger als eine – eben die vierte – industrielle Revolution: „Nach Mechanisierung, Elektrifizierung und Informatisierung der Industrie läutet der Einzug des Internets der Dinge und Dienste in die Fabrik eine 4. Industrielle Revolution ein. Unternehmen werden zukünftig ihre Maschinen, Lagersysteme und Betriebsmittel als *Cyber-Physical Systems* (CPS) weltweit vernetzen“ (Kagermann u. a. 2013: 5). Die digitale Vernetzung des Physischen – also von Produkten und Produktionsmitteln bis zu Geschäftsmodellen – ist zwar die Basistechnologie, umfasst aber nicht alle technologischen Facetten, die unter dem Begriff von Industrie 4.0 aktuell verstanden werden. So konnten aus einer Diskursanalyse und zahlreichen qualitativen Interviews mit Expertinnen und Experten der Branche folgende in Abbildung 1 dargestellten qualifikationsrelevanten Facetten von Industrie 4.0 identifiziert werden (Pfeiffer u. a. 2016a).

Qualifikationsrelevante Technologiedimensionen von Industrie 4.0



Pfeiffer u.a. (2016): Industrie 4.0 und Qualifizierung 2025

Abbildung 1: Qualifikationsrelevante Technologiedimensionen von Industrie 4.0

Die Vielfalt und Unterschiedlichkeit der technologischen Facetten zeigt vor allem eines: Industrie 4.0 ist eine systemische Veränderung und verändert Arbeit umfassend. Dabei geht es nicht um die Einführung *einer* neuen Technologie verbunden mit einer inkrementellen Anpassung von Arbeitssystemen, sondern um eine Vielzahl neuer Technologien und Anwendungs-

formen unterschiedlichen technischen Reifegrads (Pfeiffer 2016). Industrie 4.0 ist einerseits ein Schlagwort und Diskurs (Matuschek 2016; Pfeiffer 2015), andererseits ein Oberbegriff für vielfältige Technologien, die sich in unterschiedlicher Form teils auch heute schon in Unternehmen real finden lassen. Deswegen ist es wichtig, zwischen objektiv bereits vollzogenen Digitalisierungsschritten und Zukunftsvisionen und/oder -strategien zu unterscheiden. Die aktuell unter dem Begriff Industrie 4.0 diskutierten Technologien zur Digitalisierung von Geschäftsprozessen, Produkten und Maschinen lassen sich aus einer ingenieur- und arbeitswissenschaftlichen Perspektive weiter differenzieren (Abbildung 2 nach Agiplan u.a. 2013).

Technologien der Industrie 4.0

	Basistechnologien	Schlüsseltechnologien	Schrittmachertechnologien
Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> Echtzeitfähige Bustechnologie Mobile Kommunikationskanäle 	<ul style="list-style-type: none"> Drahtgebundene Hochleistungs-Kommunikation IT-Sicherheit 	<ul style="list-style-type: none"> Echtzeitfähige drahtlose Kommunikation Selbstorganisierende Kommunikationsnetze
Sensorik		<ul style="list-style-type: none"> Miniaturisierte Sensorik Intelligente Sensorik Sensorfusion 	<ul style="list-style-type: none"> Vernetzte bzw. vernetzbare Sensorik Neuartige Sicherheitssensorik
Eingebettete Systeme	<ul style="list-style-type: none"> Identifikationsmittel 	<ul style="list-style-type: none"> Intelligente eingebettete Systeme Miniaturisierte eingebettete Systeme Energy Harvesting 	
Aktorik		<ul style="list-style-type: none"> Intelligente Aktoren Sichere Aktorik 	<ul style="list-style-type: none"> Vernetzte Aktoren
Mensch-Maschine-Schnittstelle	<ul style="list-style-type: none"> Inklusive Bedienelemente 	<ul style="list-style-type: none"> Sprachsteuerung Gestensteuerung Fernwartung Augmented Reality Virtual Reality 	<ul style="list-style-type: none"> Wahrnehmungsgesteuerte Schnittstellen Verhaltensmodelle des Menschen Kontextbasierte Informationspräsentation Semantikvisualisierung
Software-Systemtechnik	<ul style="list-style-type: none"> Web-Services bzw. Cloud-Dienste Ontologien 	<ul style="list-style-type: none"> Multi-Agenten-Systeme Maschinelles Lernen und Mustererkennung Big-Data-Speicher und Analyseverfahren Cloud-Computing (inkl. Speicher und Zugriffsverfahren) 	<ul style="list-style-type: none"> Simulationsumgebung Multikriterielle Simulationsbewertung

Eigene Darstellung nach Agiplan u.a. 2015

Abbildung 2: Technologien der Industrie 4.0

Viele Technologien der Industrie 4.0 befinden sich noch in der Entwicklung. Bis wann sie für den industriellen Einsatz zur Verfügung stehen, lässt sich mit dem Begriff des Reifegrads fassen. Unterschieden wird dabei entlang der Dimensionen Grundlagenentwicklung, Evaluierung und Implementierung (Agiplan u. a. 2015; Abbildung 3). Als real und aktuell einsetzbar gelten lediglich Technologien mit dem Reifegradlevel Implementierung, während die beiden anderen Level noch umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsaufwände nach sich ziehen und damit noch technische wie auch unternehmerische und ökonomische Risiken bergen. Ein großer Teil der für Industrie-4.0-Anwendungen notwendigen Technologien gilt heute als noch nicht in der Breite verfügbar. Technologien, die sich aktuell auf einem mittleren Reifegradlevel der Evaluierung befinden, werden mutmaßlich in den kommenden Jahren den Reifegradlevel Implementierung erreichen und können dann industriell eingesetzt werden. Technologien, die

sich aktuell auf dem Reifegradlevel Grundlagen befinden, dürften die Arbeit in Produktionsunternehmen bis zum Jahr 2030 noch nicht wesentlich beeinflussen.

Reifegradlevel von Technologien der Industrie 4.0

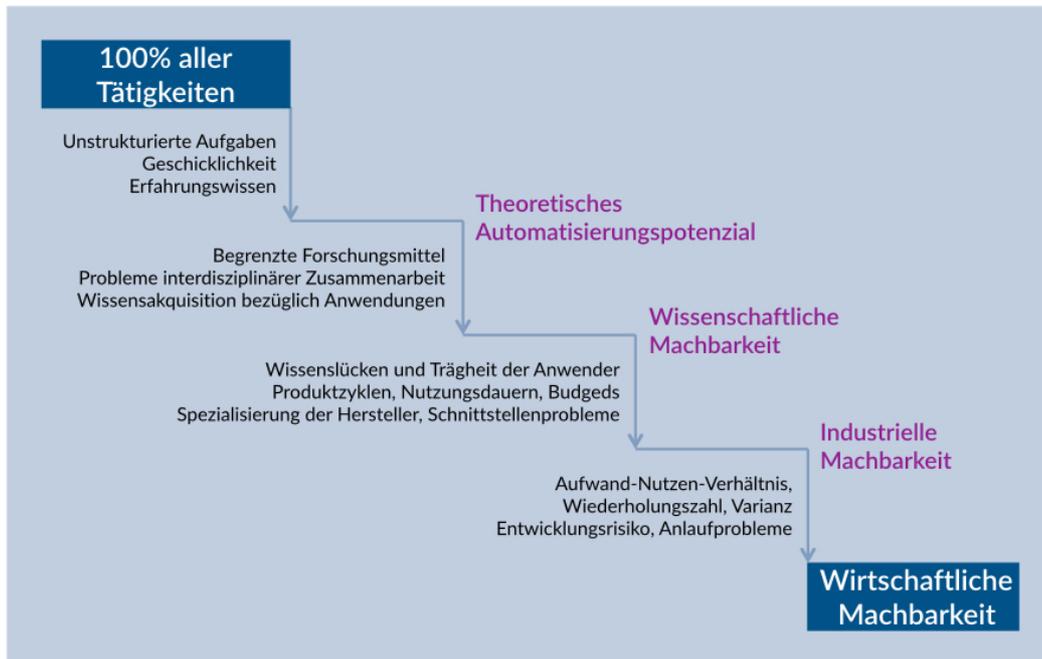
	Grundlagen Technologien mit TRL 1-3	Evaluierung Technologien mit TRL 4-6	Implementierung Technologien mit TRL 7-9
Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> Echtzeitfähige drahtlose Kommunikation Selbstorganisierende Kommunikationsnetze 		<ul style="list-style-type: none"> Echtzeitfähige Bustechnologie Drahtgebundene Hochleistungs-Kommunikation Mobile Kommunikationsnetze IT-Sicherheit
Sensorik	<ul style="list-style-type: none"> Miniaturisierte Sensorik Intelligente Sensorik 	<ul style="list-style-type: none"> Sensorfusion Vernetzte Sensorik Neuartige Sicherheitssensorik 	
Eingebettete Systeme	<ul style="list-style-type: none"> Miniaturisierte eingebettete Systeme 	<ul style="list-style-type: none"> Energy Harvesting 	<ul style="list-style-type: none"> Intelligente eingebettete Systeme Identifikationsmittel
Aktorik		<ul style="list-style-type: none"> Intelligente Aktoren Vernetzte Aktoren Sichere Aktorik 	
Mensch-Maschine-Schnittstelle	<ul style="list-style-type: none"> Verhaltensmodelle des Menschen Kontextbasierte Informationspräsentation Semantikvisualisierung 	<ul style="list-style-type: none"> Sprachsteuerung Gestensteuerung Wahrnehmungsgesteuerte Schnittstellen Fernwartung Augmented Reality Virtual Reality 	<ul style="list-style-type: none"> Intuitive Bedienelemente
Software-Systemtechnik	<ul style="list-style-type: none"> Simulationsumgebungen für Industrie 4.0 Multikriterielle Situationsbewertung 	<ul style="list-style-type: none"> Multi-Agenten-Systeme Maschinelles Lernen und Mustererkennung 	<ul style="list-style-type: none"> Big-Data-Speicher und Analyseverfahren Cloud-Computing Cloud-Dienste Ontologien Mobile Kommunikationskanäle

Eigene Darstellung nach Agiplan u.a. 2015

Abbildung 3: Reifegradlevel von Technologien der Industrie 4.0

Der Weg von einer Idee über die Innovation zum marktreifen Produkt ist lang und kostenintensiv. Nicht jede Technologie, die theoretisch vorstellbar ist, wird kurzfristig erforscht, zum Reifegrad Implementierung entwickelt und von den Unternehmen eingeführt (Abbildung 4). Welche Technologien ausreichend erforscht und zur Marktreife entwickelt werden, hängt nicht allein von der technischen Machbarkeit ab, denn letztlich entscheiden auch Wirtschaftlichkeit und Qualität der Angebote, ob Technologien sich im produktiven Einsatz durchsetzen. Aus heutiger Sicht kann nicht eindeutig und abschließend prognostiziert werden, welche Technologien sich durchsetzen werden. Weitgehender Konsens besteht jedoch darin, dass der Einsatz von Digitalisierungstechnologien in den Unternehmen zunehmen wird. Zunächst ist Industrie 4.0 ein „Technologieversprechen“, das auf betrieblicher Ebene gestaltet werden muss und aus dem keine Automatismen der Gestaltung von Arbeit folgen (Hisch-Kreinsen 2016).

Hemmnisse für Digitalisierung



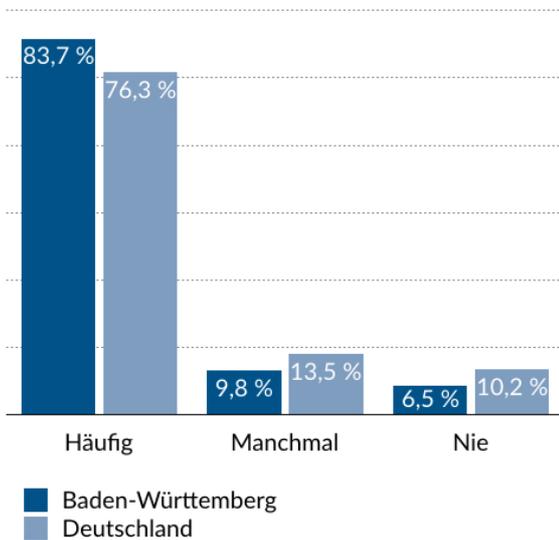
Inhalte und Schema: Fraunhofer IAO.

Abbildung 4: Hemmnisse für Digitalisierung

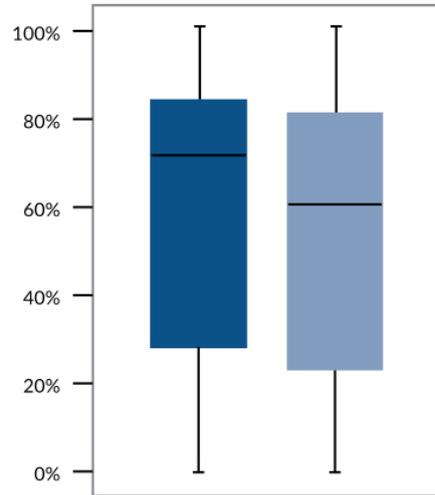
Informatisierungsprozesse prägen seit Jahren die Entwicklungen von Arbeit. Die BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung ermittelt daher in der Erhebung von 2012 die Häufigkeit und Zeit der Computernutzung. Neuere Formen von Digitalisierung wie Social Media oder mobile Geräte spielen dabei noch keine Rolle. Abbildung 5 gewährt einen Einblick dahingehend, wie stark sich die Nutzung des Computers in den Arbeitsplätzen der Branche bereits durchgesetzt hat, wobei die Daten für den Maschinenbau in Deutschland und Baden-Württemberg gegenübergestellt werden. 84 % der Befragten im Maschinenbau Baden-Württembergs geben an, häufig einen Computer in der Arbeit zu nutzen, und knapp 10 % nutzen diesen manchmal. Weniger als 7 % der Befragten der Branche in Baden-Württemberg nutzen den Computer nie bei der Arbeit. Für die große Mehrheit der Beschäftigten in der Branche ist das Arbeiten am Computer also längst Alltag. Nicht nur der Computer, sondern auch das Internet ist schon jetzt eine zentrale Technik der Arbeitswelt. Die Boxplots zeigen, dass auch die am Computer verbrachte Arbeitszeit dominiert. Für Baden-Württemberg streuen die Werte stärker aufgrund der geringeren Fallzahlen. Es zeigt sich, dass der Computer für die Beschäftigten in der Branche eine bedeutende Rolle bei der täglichen Arbeit spielt und ein Umgehen mit der Technik demnach eine zentrale Kompetenz darstellt. Zu weiteren Detailauswertungen nach IT-Nutzungsformen und entlang von Qualifikationsclustern siehe Pfeiffer u. a. 2016, Unterkapitel 3.3. Zu Reifegraden und Hemmnissen der Industrie 4.0 siehe ausführlich Korge u.a. 2016, Unterkapitel 1.1.

Computernutzung im Maschinenbau heute

Wie häufig kommt es bei Ihrer Arbeit vor, dass Sie am Computer arbeiten?



Wie viel Prozent Ihrer Arbeitszeit verbringen Sie im Durchschnitt mit Arbeiten am Computer?



N_{BaWü} = 92
N_D = 518

Daten: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012; Grafik und Auswertung: Universität Hohenheim.

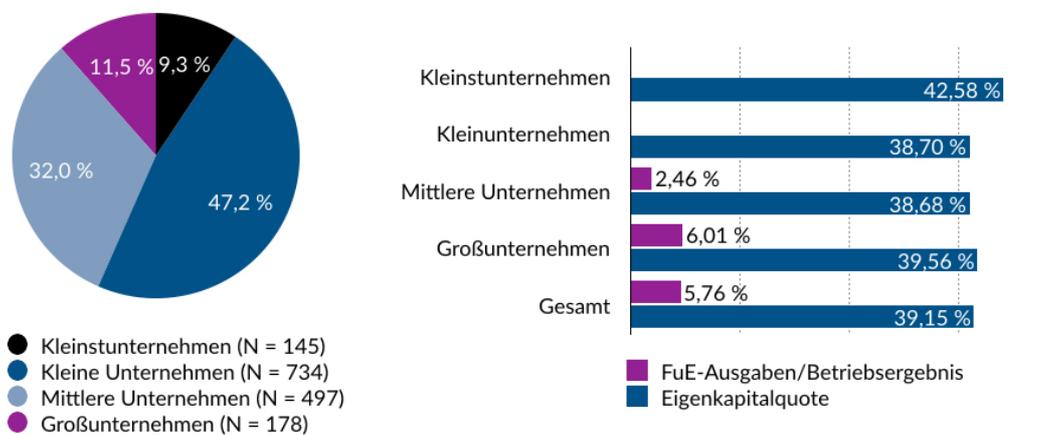
Abbildung 5: Computernutzung im Maschinenbau heute

3 Maschinenbau in Baden-Württemberg: Unternehmen und Beschäftigte

Der Maschinenbau in Baden-Württemberg ist der größte industrielle Arbeitgeber im Land, die Hälfte der Hersteller von Werkzeugmaschinen in Deutschland ist in diesem Bundesland ansässig. In Baden-Württemberg erwirtschaften 304 000 Beschäftigte 70,8 Mrd. Euro Umsatz und ermöglichen eine Exportquote von 67 %. Mit 31 % liegt der Anteil des Landes am gesamtdeutschen Umsatz der Branche bei fast einem Drittel und mit 25 % stellt der Maschinenbau ein Fünftel der Industriebeschäftigten und 22 % des Industrieumsatzes in Baden-Württemberg (VDMA 2014). Der Maschinenbau nimmt innerhalb des verarbeitenden Gewerbes eine Sonderstellung ein. In der von kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) geprägten Branche fertigt ein Großteil der Unternehmen komplexe Produkte (64 %) in Einzel- und Kleinserienfertigung (58 %) und zu 39 % nach Kundenspezifikation (Kinkel/Som 2007). Der Maschinenbau zählt mit einem Forschungsanteil von 2,5 % zu den forschungsintensiven Sektoren und weist eine Forschungsintensität von fast 6 % aus (gemessen am Bruttowertschöpfungsanteil, siehe Som u. a. 2010).

Die Finanzdaten der ORBIS-Datenbank (Orbis 2016)¹ zeigen für Baden-Württemberg, wie wirtschaftlich erfolgreich sich die Unternehmen der Branche im Land präsentieren (Abbildung 6). Es liegen Daten für 1554 Unternehmen mit durchschnittlich 420 Beschäftigten vor. Den größten Anteil stellen mit 47 % kleine Unternehmen mit im Mittel weniger als 25 Beschäftigten. Und selbst große Unternehmen der Branche im Land haben mittelständischen Charakter, ihre Größe liegt bei durchschnittlich 3257 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Trotzdem – oder gerade deswegen – präsentiert sich die Branche im Land mit sehr guten Ergebnissen in Bezug auf ökonomische Kennzahlen wie den Gewinn pro Mitarbeiter/-in oder Umsatz bzw. Gewinn vor Steuer. Hervorzuheben sind zudem die hohe Eigenkapitalquote von 39 % und die FuE-Quote (Verhältnis zum Betriebsergebnis) – beides wichtige Voraussetzungen für notwendige Investitionen im Kontext von Industrie 4.0.

Maschinenbau Baden-Württemberg – Finanzdaten 2014



	Ø Anzahl Mitarbeiter	Umsatz*	Ø Mitarbeiter-kosten*	Gewinn/Verlust vor Steuern*	Jahresüberschuss/-fehlbetrag*	Cashflow*	Gewinn pro Mitarbeiter*
Kleinunternehmen	4,97	€ 2.474	€ 56,50	€ 1.007	€ 580	€ 734	\$ 478,80
Kleine Unternehmen	24,57	€ 3.626	€ 68,55	€ 410	€ 192	€ 347	\$ 14,39
Mittlere Unternehmen	106,72	€ 28.495	€ 61,30	€ 1.471	€ 946	€ 1.438	\$ 15,23
Großunternehmen	3.256,88	€ 747.865	€ 64,19	€ 55.331	€ 40.722	€ 75.834	\$ 15,31
Gesamt	419,25	€ 133.024	€ 62,47	€ 14.293	€ 10.000	€ 18.999	\$ 20,57

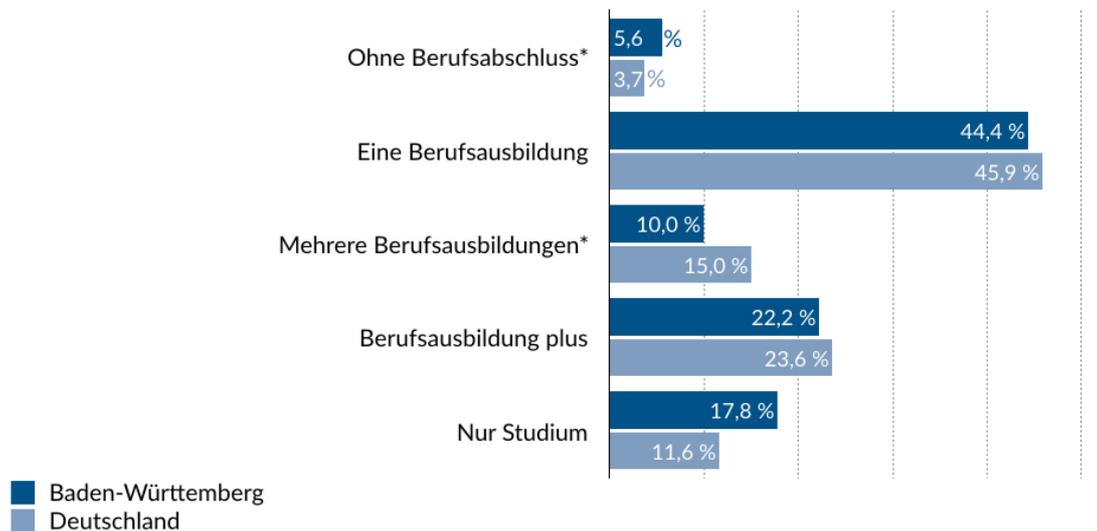
Daten; Orbis Datenbank für 2014 (Orbis 2016); Auswertung und Grafik: Universität Hohenheim; *alle Währungsangaben in Tsd.

Abbildung 6: Finanzdaten Maschinenbau Baden-Württemberg 2014

¹ Die Orbis-Datenbank ist eine internationale Sammlung standardisierter Finanzdaten privater und börsennotierter Unternehmen. Sie enthält u. a. standardisierte Abschlussdaten, Ratings und Bonitätsindikatoren, Vorstände, Geschäftsführer und Manager, Geschäftsberichte, Aktienkurse börsennotierter Unternehmen, detaillierte Unternehmensverflechtungen sowie Branchenberichte. Auf Basis der Orbis-Datenbank lassen sich Unternehmensdaten gezielt nach Branchen und Regionen auswerten. Für die dargestellte Analyse wurden ausgewählte Finanzdaten aus dem Berichtsjahr 2014 für Unternehmen berücksichtigt, die sich entsprechend dem NACE-Code dem Maschinen- und Anlagenbau (WZ28) zuordnen lassen. Deutschlandweit finden sich 6917 Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus in der Datenbank, für Baden-Württemberg sind 1554 Einträge enthalten.

Um die Branche zu verstehen, sind neben Unternehmenskennzahlen aber auch die Menschen und ihre Kompetenzen von Interesse. Ein Blick auf die höchsten Schulabschlüsse liefert dabei nur erste Hinweise: Den größten Anteil stellen die mittleren Schulabschlüsse mit 39 %, gefolgt von der Hauptschule mit 28 %. Knapp dahinter liegen Abiturienten mit 22 %. Gerade einmal jeder zehnte Befragte hat eine Fachhochschulreife. Auch bei den höchsten beruflichen Abschlüssen zeigt die Branche eine dominante Mitte: Über die Hälfte der Befragten hat eine berufliche oder schulische Ausbildung absolviert. Ein Viertel der Befragten hat die Fachhochschule oder die Universität abgeschlossen und ca. 16 % haben eine Aufstiegsfortbildung wie Meister, Techniker, Fachwirt o. Ä. absolviert. Die Beschäftigten der Branche bringen ein hohes Maß an (in Jahren gemessener) Berufserfahrung mit: Sie liegt im Maschinenbau in Baden-Württemberg durchschnittlich bei 25 Jahren. Die meiste Berufserfahrung können Befragte ohne Berufsabschluss mit 35 Jahren vorweisen, die wenigste diejenigen mit einem abgeschlossenen Studium (zu diesen und weiteren Ergebnissen über die Gestaltungskordinate Qualifikation siehe Pfeiffer u. a. 2016, Unterkapitel 3.1). In den meisten Qualifikationserhebungen wird jeweils der höchste Abschluss relevant, interessanter sind aber gerade in der Branche Maschinen- und Anlagenbau, welche Qualifikationsmischungen Erwerbstätige im Laufe ihres Berufslebens ansammeln. Um dies mit den Daten der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung für das Land und die Branche sichtbar zu machen, wurden eigens Qualifikationscluster gebildet. Somit kann bspw. präzise unterschieden werden zwischen Personen mit nur einer oder mehreren Berufsausbildungen und solchen, die nur eine akademische Ausbildung oder höhere Abschlüsse auf der Basis einer vorangegangenen Berufsausbildung absolviert haben – also bspw. berufliche und akademische Beruflichkeit vereinbaren (Cluster Berufsausbildung plus). Abbildung 7 illustriert, wie sich die Qualifikationscluster in der Branche verteilen: Den größten Anteil auf Landesebene bilden mit 44 % diejenigen mit *einer* Berufsausbildung. In das Cluster „Berufsausbildung plus“ fallen 22 % und ausschließlich akademisch qualifiziert sind 18 % der Befragten in Baden-Württemberg. Mehrere Berufsausbildungen haben 10 % der Befragten (hier sind die Fallzahlen für das Land sehr klein, zum Vergleich: für Deutschland liegt der Anteil bei 15 %). Der geringste Anteil von unter 6 % ist ohne formalen Berufsabschluss. Die Beschäftigten der Branche zeigen sich insgesamt also als hervorragend qualifiziert, wobei die Zahlen ein traditionelles Charakteristikum für den Maschinen- und Anlagenbau wiedergeben: Die Qualifizierung im System der Dualen Berufsausbildung hat eine besondere Bedeutung und bildet für rd. jede/n fünfte/n Beschäftigte/n in der Branche das Fundament für daran anschließende weitere Qualifizierungen im beruflichen System von Aufstiegsfortbildungen (Techniker, Meister etc.) oder für ein späteres Studium.

Verteilung der Qualifikationscluster



Daten: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012; Grafik und Auswertung: Universität Hohenheim.

*NBaWü < 10
NBaWü = 92
ND = 518

Abbildung 7: Verteilung der Qualifikationscluster

Eine zentrale Annahme im Diskurs über den Wandel von Arbeit lautet, dass lebenslange Beschäftigung beim selben Arbeitgeber zunehmend obsolet wird und stattdessen vielfältigere Arbeitgeberwechsel normaler werden. Diese für ein Normalarbeitsverhältnis als typisch angenommenen konstanten Beschäftigungsverhältnisse adressieren vor allem einen Idealtyp und ein gesellschaftliches Leitbild. Im Land und in der Branche zeigt sich aktuell aber noch ein anderes Bild, nämlich vor allem Stabilität statt Erosion: Laut den Analysen der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung haben die Befragten im Maschinenbau seit der Aufnahme der ersten Arbeitstätigkeit im Mittel 3,3 Arbeitgeber durchlaufen und sind durchschnittlich 15,3 Jahre in ihrem aktuellen Beschäftigungsverhältnis (ausführlicher Pfeiffer u. a. 2016, Unterkapitel 3.4).

Im Zuge der Digitalisierung scheint zunehmend auch die Arbeitszeit von Entgrenzung betroffen. Abbildung 8 veranschaulicht einige Daten zur Wochenarbeitszeit. Die Auswertungen der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung ergeben eine vereinbarte Arbeitszeit in der Maschinenbaubranche in Baden-Württemberg von durchschnittlich 36,5 Stunden und eine tatsächliche Arbeitszeit von 44 Stunden. Bei der Angabe zur tatsächlichen Arbeitszeit dürfte die kleine Stichprobengröße für die Branche im Land durchschlagen, zeigt sich doch mit 52,1 Stunden die tatsächliche Arbeitszeit im Bundesschnitt noch deutlich höher. Es kommt also in der Branche auch heute schon zu einer starken Extensivierung der Arbeit. In den Daten der IG-Metall-Beschäftigtenbefragung liegt die tatsächliche Wochenarbeitszeit im Land mit 37,9 Stunden deutlich näher an der vereinbarten Wochenarbeitszeit – betriebliche Interessenvertretung scheint also einer zu starken Extensivierung der Arbeit entgegenzuwirken. Außerhalb der Ar-

beitszeit erreichbar zu sein ist dagegen nach Daten der IG-Metall-Beschäftigtenbefragung eher die Ausnahme: 63 % der Beschäftigten im Maschinen- und Anlagenbau Baden-Württembergs geben an, dass dies nie von ihnen erwartet werde. Im Durchschnitt sind also das Arbeiten außerhalb der regulären Arbeitszeit sowie die Erwartung, außerhalb der normalen Arbeitszeit erreichbar zu sein, für den Großteil der Beschäftigten im Maschinenbau des Landes eher die Ausnahme als die Regel.

Wochenarbeitszeit

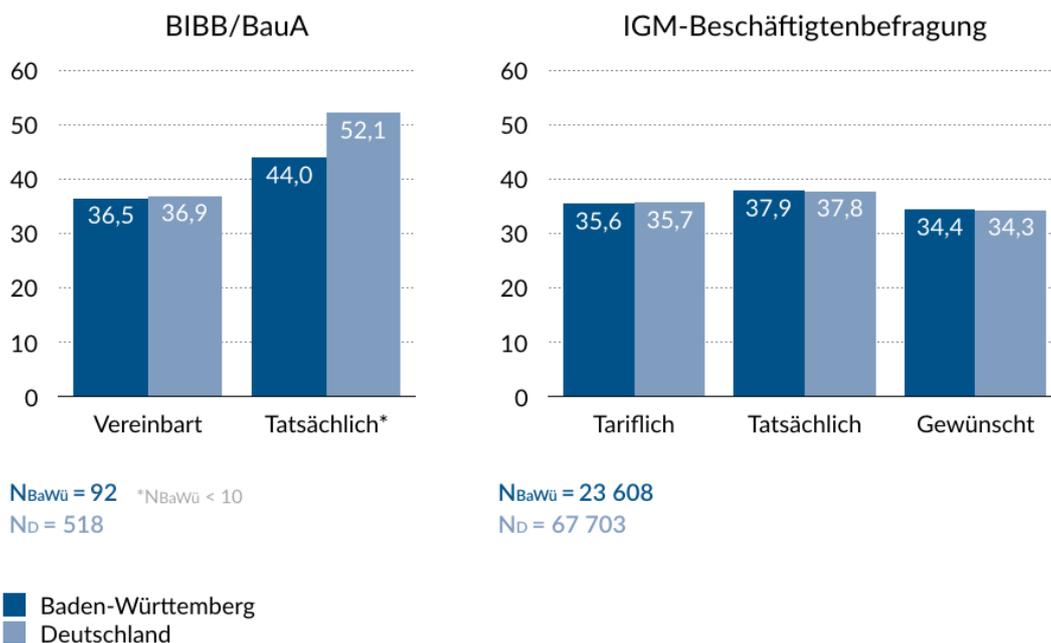
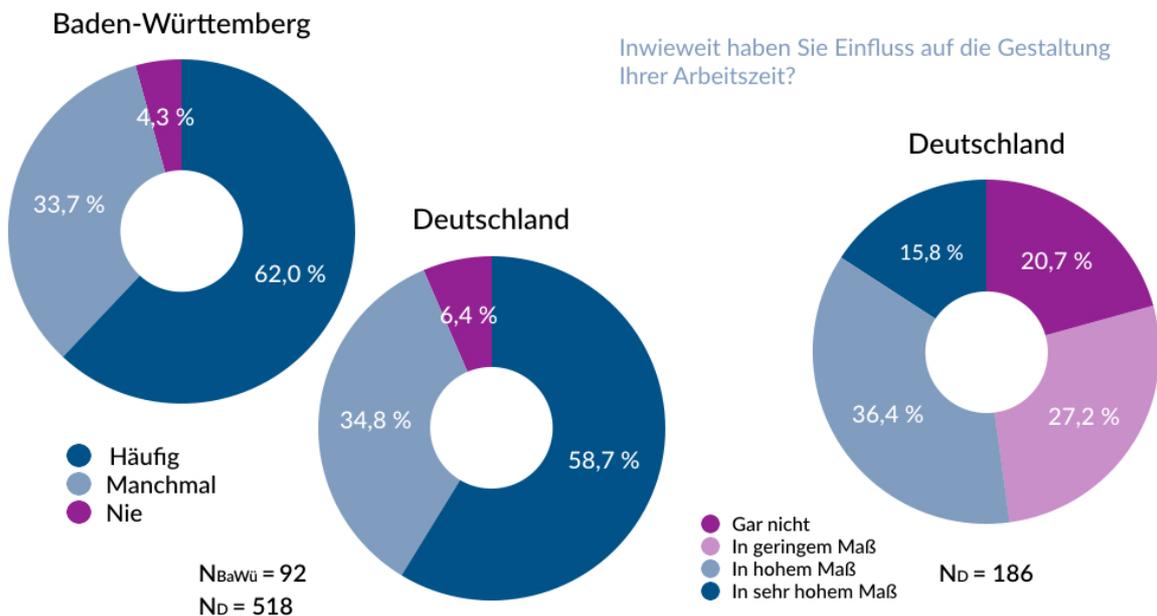


Abbildung 8: Wochenarbeitszeit

Trotz der teils deutlichen Differenzen zwischen vereinbarter und tatsächlicher Arbeitszeit geben rund 60 % an, bei der Arbeitszeitplanung familiäre und private Interessen häufig berücksichtigen zu können. Im Vergleich dazu ist die Möglichkeit der Vereinbarkeit in Baden-Württemberg nochmals höher (Abbildung 9): 62 % gelingt es häufig, Berufs- und Privatleben zu vereinbaren. Neben der Stichprobengröße kann das Ergebnis vor allem hinsichtlich der Art der Befragung kritisch interpretiert werden: Die Befragung kann nicht verdeutlichen, mit welchen sozialen „Kosten“ die Berücksichtigung lebensweltlich ermöglicht wird. Die Daten für die Branche des DGB-Index zumindest zeigen ein etwas anderes Bild: Hier wird nicht generell nach der Berücksichtigung von lebensweltlichen Interessen bei der Arbeitszeitplanung gefragt, sondern danach, wie stark Beschäftigte ihren Einfluss auf die Gestaltbarkeit der Arbeitszeit erleben. Hier zeigt sich ein polarisiertes Bild: während 48 % gar keinen oder einen geringen Einfluss haben, hat die andere Hälfte (52 %) diesen Einfluss in hohem oder sehr hohem Maße.

Vereinbarkeit von Familie und Beruf

Wie häufig gelingt es Ihnen, bei der Arbeitszeitplanung auf Ihre familiären und privaten Interessen Rücksicht zu nehmen?



Daten: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012 (links u.Mitte) u. DGB Index 2014 (rechts) Grafik und Auswertung Universität Hohenheim.

Abbildung 9: Vereinbarkeit von Familie und Beruf

Insgesamt präsentieren sich Beschäftigungsverhältnisse im Maschinen- und Anlagenbau auf Basis der ausgewählten Daten eher stabil. Bei den Arbeitszeiten finden sich Anzeichen für deutliche Mehrarbeit gegenüber der vertraglich vereinbarten Wochenarbeitszeit, in Belegschaften mit betrieblicher Interessenvertretung ist eine Extensivierung der Arbeit dagegen weniger ausgeprägt. Bei den Fragen rund um die Vereinbarkeit von Arbeits- und Lebenswelt zeigen sich die Ergebnisse für die Branche ähnlich heterogen wie in anderen Studien zum Thema: Während Vereinbarkeit für die einen vergleichsweise gut zu realisieren scheint, erleben andere kaum die Möglichkeit, auf die Gestaltung ihrer Arbeit Einfluss zu nehmen. Die Erleichterung oder Erschwernis von Vereinbarkeit – das zeigen alleine diese wenigen Datenauszüge – scheint also kein Automatismus struktureller und technischer Gegebenheiten einer Branche, sondern entscheidet sich eher auf der betrieblichen Gestaltungsebene. Diese bietet auch den Ausgangspunkt für das nächste Kapitel.

4 Vier datenbasierte Schlaglichter auf eine Branche im Wandel

Der Maschinen- und Anlagenbau ist Leitbranche für Industrie 4.0 und damit ein zentraler Akteur auf dem Weg des Landes in die Arbeitswelt 4.0. In diesem Kapitel beleuchten wir schlaglichtartig für vier Gestaltungsfelder, auf welche Ausgangsbedingungen der Wandel aktuell trifft und welche Gestaltungsherausforderungen sich daraus ergeben. Die Überschriften der nachfolgenden Abschnitte untermauern, dass es uns nicht nur um eine reine Ergebnisdarstellung geht (diese findet sich ausführlicher in den beiden Teilstudien; siehe Korge 2016 u.a.; Pfeiffer u. a. 2016b). Stattdessen verbinden wir in der folgenden Darstellung die Ergebnisse zum Ist-Stand der Arbeit in der Branche mit den sich heute schon abzeichnenden Gestaltungsherausforderungen. Dieses Kapitel versteht sich daher als eine theseartige und gleichzeitig datenbasierte Beschreibung des Jetzt und der resultierenden Anforderungen für die – längst begonnene – Gestaltung des Morgen. Die vier ausgewählten Themen sind für die Gestaltung der Arbeitswelt 4.0 gleichermaßen relevant, wenngleich sich die Auswahl auch auf die Bereiche bezieht, zu denen die beiden Teilstudien nicht nur einschlägige, sondern auch aufeinander beziehbare Daten generieren konnten – ohne auf Basis einer Vorstudie dabei die Absicht zu haben oder den Eindruck erwecken zu wollen, dass damit alle zu adressierenden Gestaltungsherausforderungen auch benannt wären. Die nachfolgenden Ausführungen zu den Themen:

- Lean-Management und Digitalisierung,
- Qualifikation und Arbeitsvermögen,
- Arbeitsfähigkeit und Gesundheit,
- Organisation und Führung

nehmen vor allem die Veränderungen in der Produktionsarbeit der Branche in den Blick, da diese im Mittelpunkt der vom Fraunhofer IAO durchgeführten Use-Cases standen (zu Methode und empirischer Basis siehe Korge u.a. 2016, Unterkapitel 2.1). Die Vielfalt der analysierten Produktionsunternehmen in Baden-Württemberg ist groß, einen Eindruck der beispielhaft untersuchten Produktionsaufgaben und Montagesysteme vermittelt Abbildung 10.

Die Produktionsaufgaben in der Branche streuen von kundenspezifischen Anlagen in Losgröße 1 wie im Sondermaschinenbau bis zur Massenfertigung einfacher Produkte mit sehr eng begrenzter Varianz. Unterschiede ergeben sich insbesondere aus der Komplexität der Produkte sowie deren Varianz, Stückzahl und Lebensdauer. Diesen Produktionsaufgaben wird mit diversen technisch-organisatorischen Konstellationen begegnet, die in der Abbildung als Montagesysteme bezeichnet werden und von einer baustellenförmigen Montage bis hin zu Fließ- oder u-förmiger Montage reichen und unterschiedliche Mischungen zwischen manuellen bis zu hochautomatisierten Anteilen beinhalten können. Das breite Spektrum von Produktionsaufgaben und Montagesystemen führt zu sehr unterschiedlichen Arbeitsplätzen, die auch für zukünftige digitale Entwicklungen im Zuge von Industrie 4.0 unterschiedliche Ausgangs-

bedingungen und Gestaltungsherausforderungen bedeuten. Die eine Industrie 4.0 wird es ebenso wenig geben, wie es heute den einen typischen Produktionsarbeitsplatz im Maschinen- und Anlagenbau gibt.

Beispielhafte Produktionsaufgaben und Montagesysteme



Inhalte und Schema: Fraunhofer IAO.

Abbildung 10: Beispielhafte Produktionsaufgaben und Montagesysteme

4.1 Lean-Management und Digitalisierung: Innovationsfähig und human gestalten

Um über den digitalen Wandel von Arbeit etwas zu erfahren, ist kein Blick in die Glaskugel nötig. Schon seit einigen Jahrzehnten wird die Arbeitswelt maßgeblich von Veränderungen geprägt, die u. a. mit Prozessen der Informatisierung und Digitalisierung einhergehen. Diese Veränderungen werden sowohl den Arbeitsgegenstand als auch die Arbeitsmittel und die Arbeitsorganisation – längst über Unternehmens- und Landesgrenzen hinweg – betreffen, die immer dynamischer werden und immer mehr Kompetenzen von den Beschäftigten zu ihrer Gestaltung und Bewältigung abverlangen.

Ein Blick in die BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung offenbart, wie vielfältig und komplex sich die Arbeitsumgebung der Beschäftigten im Maschinenbau bereits zwischen 2010 und 2012 gewandelt hat. Dabei sind es vor allem technologische sowie organisatorische Veränderungen, die von Unternehmen und ihren Beschäftigten bewältigt wurden: Die Daten verweisen einerseits auf eine vergleichsweise hohe Konstanz in Bezug auf den Arbeitsgegenstand innerhalb der Branche, andererseits jedoch auf enorme Anpassungsprozesse im Hinblick auf

Arbeitsmittel und Arbeitsorganisation, die in den letzten Jahren realisiert wurden: Abbildung 11 skizziert, dass insbesondere die Einführung neuer Computerprogramme und neuer Maschinen oder Anlagen und auch wesentliche Umstrukturierungen oder Umorganisationen sowie der vermehrte Einsatz von freien Mitarbeitern/-innen, Aushilfen, Praktikanten/-innen usw. viele Beschäftigte der Branche betrafen.

Wandel am Arbeitsplatz

Wurden in Ihrem unmittelbaren Arbeitsumfeld in den letzten zwei Jahren folgende Veränderungen vorgenommen?



NBaWü = 92
 ND = 518

Daten: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012; Grafik und Auswertung: Universität Hohenheim.

Abbildung 11: Wandel am Arbeitsplatz

An dieser Stelle bleiben die Ergebnisse repräsentativer Datensätze jedoch sehr unspezifisch und hinterlassen Fragen danach, welche technologischen und organisatorischen Änderungen in welchem Umfang konkret umgesetzt wurden. Die quantitativen Daten lassen jedoch offen, welche Formen des technischen und organisatorischen Wandels jeweils angesprochen sind. Für den Maschinen- und Anlagenbau ergeben sich konkretere Einblicke über die Use-Cases.

Dieser Blick in die konkrete Verfasstheit von Produktions- und Montagearbeit eröffnet, dass sich in der Branche organisational vor allem Ansätze des Lean-Managements durchgesetzt haben. Lean-Management ist seit vielen Jahren das Rationalisierungskonzept der Wahl in den Produktionsbereichen deutscher Unternehmen, wichtige Lean-Prinzipien sind dabei die Reduzierung von Verschwendung im Produktionsprozess, die Prozessorientierung entlang der Wertschöpfungskette sowie die Visualisierung und Standardisierung von Arbeitsschritten. Als aktuelle Ausprägung des Lean-Managements gelten die sogenannten Ganzheitlichen Produktionssysteme (GPS; Adami u. a. 2008). Die Anwendung der Lean-Prinzipien gilt als produktivitätssteigernd und scheint den Zielkonflikt zwischen Zeit, Qualität und Kosten entschärft zu haben. Aufgrund dieser Erfolge sind GPS in vielen Unternehmen fest verankert und für die

Produktionsbereiche tatsächlich stark handlungsleitend. Gleichzeitig zeigen sich im internationalen Vergleich aber nicht nur Erfolge (Pardi 2007) und insbesondere auch „Kosten“ auf Seiten der Arbeitnehmer/-innen etwa durch eine Zunahme an Standardisierung oder durch die Rücknahme ganzheitlicher Aufgabenzuschnitte (Pfeiffer 2007).

Alle im Rahmen der vom Fraunhofer IAO untersuchten Use-Cases basieren auf den Lean-Prinzipien der Trennung von Wertschöpfung und Logistik, der Standardisierung sowie von Ordnung und Sauberkeit. Transparenz für die Mitarbeiter wird durch Beschriftungen, Kennzeichnungen oder einfache Listen hergestellt, oft geschieht dies vor Ort noch weitgehend ohne EDV. Einzelarbeitsplätze wurden zu manuellen Multi-Produkt-Systemen integriert, in der Montage überwiegend als U-Linien² ausgeführt. Nur bei einfachen Produkten mit hoher Stückzahl wird eine (Teil-)Automatisierung angestrebt. Analog entstehen in der Teilefertigung Fertigungszellen und in der Logistik Routenverkehre.

Ein wesentlicher Anteil der organisatorischen Veränderungsprozesse dürfte demnach auf die Einführung von GPS zurückzuführen sein – und auch für die absehbare Zukunft zeichnet sich aus Sicht der Befragten keine Alternative zu Lean-Management ab. Viele Fachleute betrachten ein GPS sogar als unverzichtbaren Ausgangspunkt für die Weiterentwicklung ihres Unternehmens in Richtung Industrie 4.0, denn eine wirkungsvolle Automatisierung kann nur auf Basis von Transparenz und funktionierenden Standards gelingen (Korge/Lentes 2009). Ganzheitliche Produktionssysteme begünstigen also auf der einen Seite die Digitalisierung, auf der anderen Seite werden sie aber die möglichen Lösungen beeinflussen und ausrichten. Eine Digitalisierung gegen die bewährten Lean-Prinzipien ist aus heutiger Perspektive kaum vorstellbar (Dombrowski/Mielke 2015; Deuse u. a. 2015).

Vor dem Hintergrund globalen Wettbewerbs und absehbarer gesellschaftlicher Megatrends gilt es aber, Lean-Management bzw. Ganzheitliche Produktionssysteme gezielt weiterzuentwickeln. Lean-Management ist kein starres Konzept, sondern wurde bereits in der Vergangenheit immer wieder an Veränderungen im Umfeld der Unternehmen angepasst. Ein Beispiel sind Diskussionen um eine Weiterentwicklung einer eher starren hin zu einer flexiblen Standardisierung (Springer/Meyer 2006). Damit soll der Spagat zwischen Stabilität und Anpassung entschärft und Standards im Rahmen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses ständig überprüft und optimiert werden. Hat sich eine Verbesserung als geeignet erwiesen, wird sie als neuer Standard festgelegt. Bei genauer Betrachtung wird klar, dass die flexible Standardisierung auf nur einen Teilaspekt des Wandels, nämlich die Flexibilität abzielt. Zu einem Zeitpunkt gibt es nur einen Standard, Vielfalt und Varianz können auch durch flexible Standards bislang nur unzureichend abgebildet werden. Flexibilität und Individualität werden zukünftig zunehmen, sodass zu einem Zeitpunkt mehrere Abläufe möglich sind. Das Konzept der flexiblen Standardisierung muss an diese neuen Herausforderungen angepasst werden und erforder-

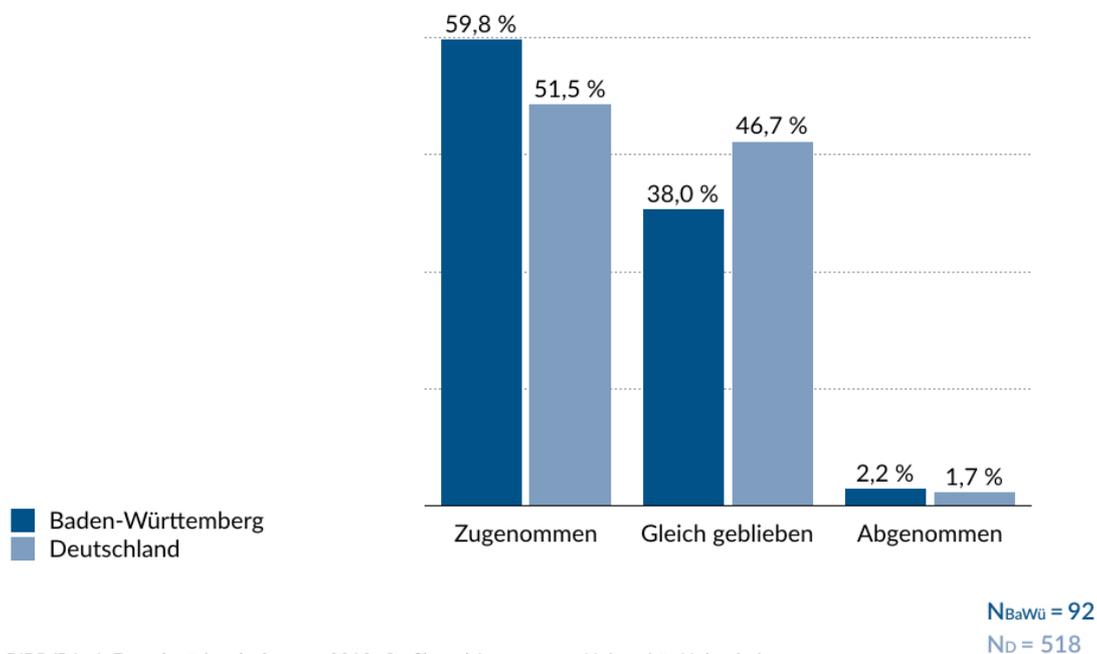
² Kennzeichen von U-Linien sind Mitnahme oder Weitergabe der Werkstücke durch die Werker, Materialversorgung von hinten, schnelles Rüsten und fest eingerüstete Gleichteile.

dert dann eine stärkere Berücksichtigung der Rolle des Menschen im Arbeitsprozess, als dies bei den bisherigen Konzepten flexibler Standardisierung der Fall ist (Pfeiffer 2008).

Für die Beschäftigten ist der beschriebene Wandel vor allem damit verbunden, dass sie in ihrem Arbeitsalltag zusätzlich mit den resultierenden Veränderungen und Anforderungen zu-recht kommen und diese bewältigen müssen. Die deskriptiven Analysen der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung zeigen, dass zum erlebten Wandel am Arbeitsplatz parallel auch die Anforderungen an die Beschäftigten zugenommen haben: Abbildung 12 verdeutlicht, dass dies mit fast 60 % in Baden-Württemberg in der Branche stärker ausgeprägt ist als bundesweit.

Fachliche Anforderungen

Haben die fachlichen Anforderungen Ihrer Arbeit in dieser Zeit zugenommen?



Daten: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012; Grafik und Auswertung: Universität Hohenheim.

Abbildung 12: Fachliche Anforderungen

Fachliche Anforderungen sind unproblematisch, wenn sie sich durch Wandel an bereits qualifizierte Beschäftigte stellen. Das ist wie oben (Kapitel → 3) gezeigt in der Branche der Fall. Veränderte fachliche Anforderungen aber benötigen auch Zeit. Stress und Arbeitsdruck sind dafür keine guten Rahmenbedingungen. Auch diese aber haben in der Branche zugenommen. In den quantitativen Daten bestätigt sich tendenziell, was auch die Forschung zu GPS und ähnlichen Formen organisationaler Standards immer wieder zeigt (Pardi 2008; Pfeiffer 2007): Die Produktivitäts- und Flexibilitätsgewinne der Systeme können sich in verschiedenen Phänomenen einer Arbeitsintensivierung niederschlagen. Abbildung 13 illustriert, dass mit 54 % ebenfalls im Land mehr Beschäftigte in der Branche als bundesweit (45 %) eine Zunahme konstatieren und nur 8 % (versus 7 %) sich durch organisatorisch-technischen Wandel entlastet fühlen.

Stress und Arbeitsdruck

Wie haben sich Stress und Arbeitsdruck verändert?

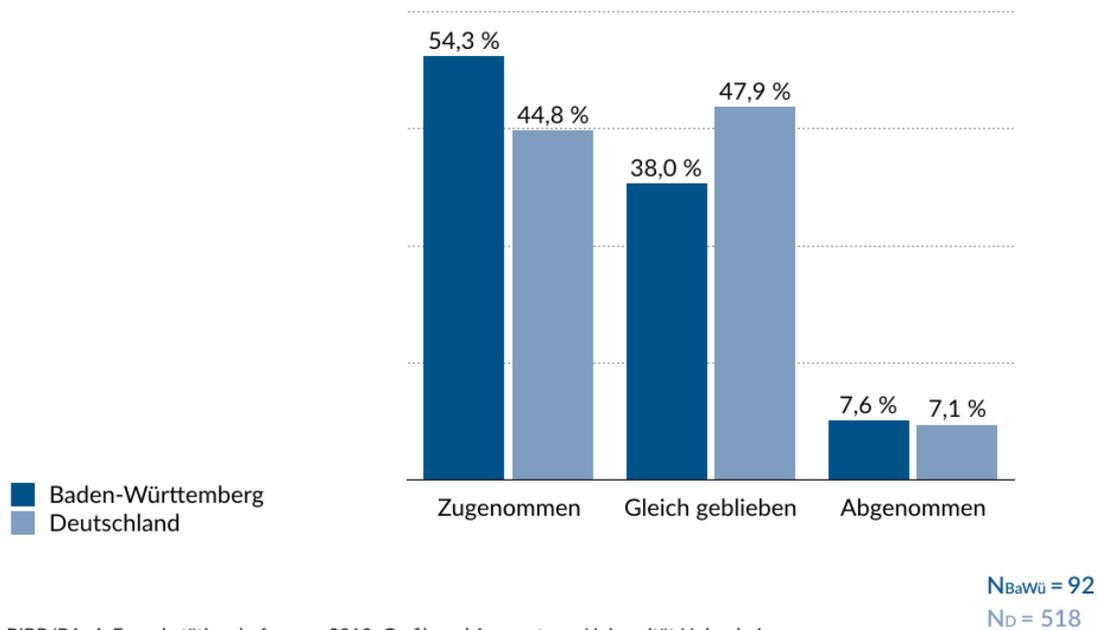


Abbildung 13: Stress und Arbeitsdruck

Die untersuchten Use-Cases in der Produktion deuten ein anderes Bild an. Zwar haben alle Unternehmen in den letzten Jahren beträchtliche Veränderungen bewirkt, gleichwohl erfolgten diese schritt- und schubweise, sind aus Sicht der befragten Experten also kein Dauerphänomen. Vielmehr vergehen durchaus einmal längere Zeiträume – manchmal Jahre – bis zu einem nächsten größeren Reorganisationsprozess. Größere Veränderungen erfolgten meist in Zusammenhang mit der Einführung von Lean-Management. Aufgrund der Standardisierung, Visualisierung und Gestaltung robuster Prozesse haben die Komplexität und die Unwägbarkeiten, die bei den Beschäftigten ankommen, zumeist abgenommen oder sind gleichgeblieben. Auch hier ist die Einschätzung der Vorgesetzten aus den Use-Cases eine Beobachtung, während der arbeitssoziologische Forschungsstand auf Basis umfangreicher Unternehmensfallstudien unter Einbezug der Beschäftigtenperspektive beharrlich anzeigt, dass die Anforderungen an den Umgang mit Komplexität auch im Produktionsumfeld stetig gestiegen sind (siehe Korge u.a. 2016, Unterkapitel 6.1). Diese Befunde bestätigen sich für hochautomatisierte Arbeit (Bauer u. a. 2006) und selbst für sogenannte Einfacharbeit (Clement/Lacher 2006).

Auf Basis der Verknüpfung quantitativer und qualitativer Ergebnisse aus dem Projekt „Arbeitswelt 4.0“ lassen sich ausgehend von der These, dass aufgrund von Lean-Management und Digitalisierung im Maschinenbau in Baden-Württemberg bereits vielfach Wandel passiert, sowohl auf Ebene der Unternehmen als auch der Beschäftigten, folgende Gestaltungsimpulse formulieren:

Lean-Management und Digitalisierung müssen integriert werden. Die Verknüpfung der quantitativen und qualitativen Daten legt nahe, dass sich Lean-Management in den Produktionsbereichen auf breiter Basis durchsetzt und für die Unternehmen bewährt. Zu den Lean-Prinzipien passende Digitalisierungsformen werden eher akzeptiert werden und sich schneller durchsetzen als solche, die davon losgelöst sind und von den Beschäftigten möglicherweise widersprüchliche Handlungslogiken abfordern.

Lean-Management sollte gezielt weiterentwickelt werden, um neue fachliche Anforderungen im Prozess der Arbeit ohne Stress- und Leistungsdruckzunahme entfalten zu können. Dabei wird es insbesondere notwendig sein, die Widersprüche zur Standardisierung aufzulösen, ohne die bewährten Prinzipien über Bord zu werfen – aber auch ohne alle ungelösten Widersprüche an die Beschäftigten zu „delegieren“.

Erfahrungen mit Standards sollten bei der Gestaltung von Digitalisierung produktiv genutzt werden. Die jahrelangen Erfahrungen mit Lean-Management und anderen Formen der organisationalen Standardisierung zeigen: Standards lassen sich am besten in partizipativen Prozessen der Gestaltung entwickeln. Und sie sind nur dann wirklich flexibel, wenn sie qualifizierten Beschäftigten Handlungsspielräume lassen. Diese Prinzipien sind auf die Gestaltung von Digitalisierung übertragbar. Werden sie berücksichtigt, lassen sich Stress und Belastung minimieren.

Bei einer absehbar weiteren Steigerung der Veränderungsgeschwindigkeit wird **Veränderung unumgänglich zum Tagesgeschäft** und muss von den Beschäftigten „nebenbei“ bewältigt werden. Die Gestaltung des Wandels bedarf einer partizipativen Einbindung der Beschäftigten, dafür aber müssen einerseits ausreichende zeitliche Ressourcen eingeräumt und andererseits die Standards des Lean-Managements selbst agiler werden, um Wandel innerhalb der Systeme nicht nur in rein inkrementellen Schritten zu ermöglichen.

4.2 Qualifikation und Arbeitsvermögen als Ressource für die Arbeitswelt 4.0 entwickeln

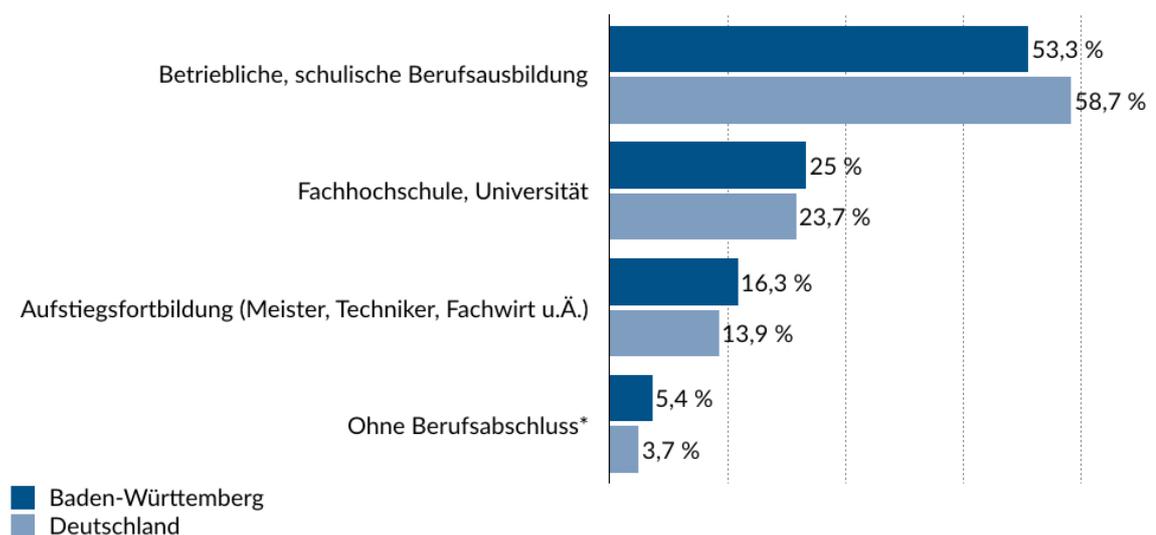
Organisationaler und digitaler Wandel passiert nicht einfach – Veränderungsprozesse und daraus resultierende Anforderungen müssen auf verschiedenste Arten von den Beschäftigten bewältigt und mitgestaltet werden. Dafür legen die beruflichen oder akademischen Erstqualifikationen eine Basis und werden Fort- und Weiterbildungen entlang des Erwerbsverlaufs immer wichtiger. Andererseits werden in komplexen und sich dynamisch wandelnden Arbeitswelten das Lernen in der Arbeit und die in diesen Welten angeeignete Erfahrung immer bedeutsamer. Formale Qualifikation und lebendiges Arbeitsvermögen sind Indikatoren dafür, wie gut die Beschäftigtenstruktur aktuellen und anstehenden Wandel bewältigen kann – es handelt sich also um Ressourcen für die Gestaltung des Wandels. Beide stehen im Mittelpunkt dieses zweiten Schlaglichts.

In Kapitel → 3 konnte schon gezeigt werden, dass die formale Qualifikationsstruktur der Branche sich aus vielfältigen Mischformen von Erst- und Mehrausbildungen und Wechseln aus dem beruflichen und akademischen System speist und die Mitte der Qualifikation auf Ba-

sis einer Ausbildung im Dualen System eine große Rolle spielt. Neben diesen für unsere Analysen eigens gebildeten Qualifikationsclustern zeigt Abbildung 14 die Verteilung der höchsten Ausbildungsabschlüsse in der Branche: Für mehr als die Hälfte der Beschäftigten ist dies eine berufliche Ausbildung, jede/r Vierte verfügt als höchsten Abschluss über ein Studium. Besonders charakteristisch für die Branche sind die im Vergleich mit anderen Branchen hohen Anteile von Abschlüssen im beruflichen Fortbildungssystem (16 %) und der geringe Anteil von Personen ohne Berufsabschluss.

Höchster beruflicher Abschluss

Welchen höchsten beruflichen Abschluss haben Sie?



N_{BaWü} = 92

*N_{BaWü} < 10 N_D = 518

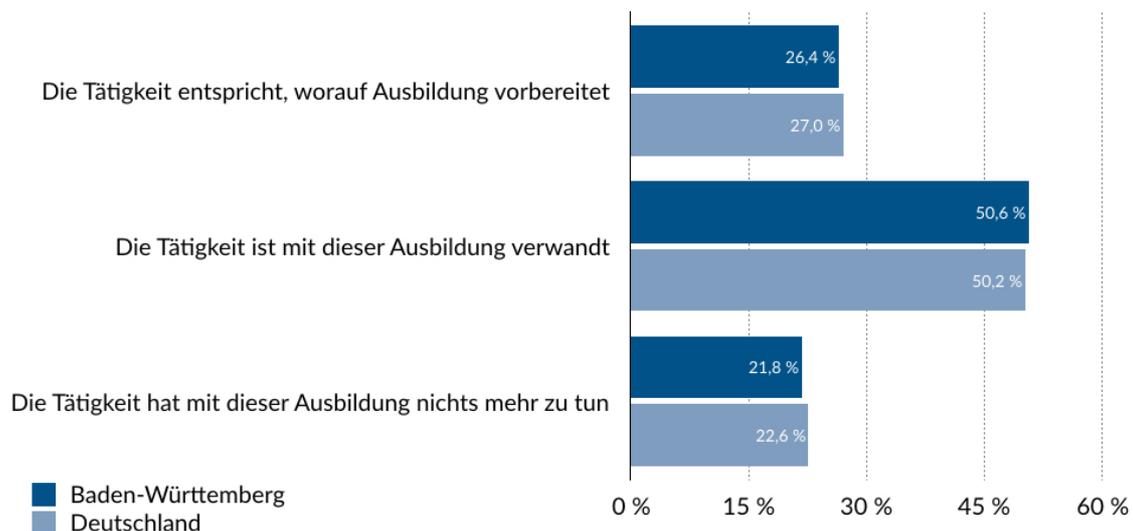
Daten: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012; Grafik und Auswertung: Universität Hohenheim.

Abbildung 14: Höchster beruflicher Abschluss

Die der Abbildung 15 zugrunde liegenden Zahlen vermitteln auch, wie gut die Ausbildungswege auf die aktuelle Tätigkeit vorbereiten: Mehr als drei Viertel sehen hier eine Entsprechung oder Verwandtschaft. Jede/r fünfte Beschäftigte sieht allerdings keinerlei Zusammenhang zwischen der vorherigen Ausbildung und der aktuellen Tätigkeit. Dass diese Personen offensichtlich trotzdem erfolgreich auf dem Arbeitsmarkt und in ihrer aktuellen Tätigkeit sind, zeigt, dass eine breite Erstausbildung auch eine gute Basis legt, um sich in wandelnden Arbeitswelten immer wieder neu einzustellen.

Ausgeübte Tätigkeit und letzte Ausbildung

Wenn Sie einmal Ihre jetzige Tätigkeit mit Ihrer Ausbildung vergleichen, was würden Sie dann sagen?



N_{BaWü} = 92

N_D = 518

Daten: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012; Grafik und Auswertung: Universität Hohenheim.

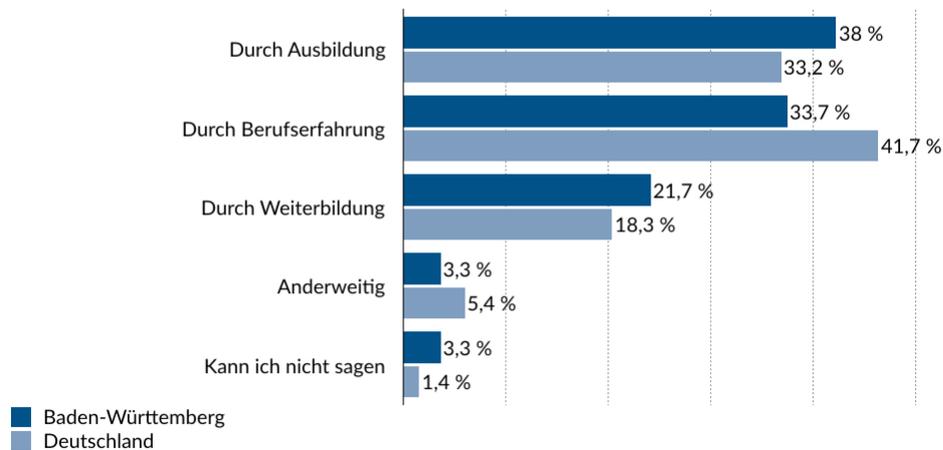
Abbildung 15: Ausgeübte Tätigkeit und letzte Ausbildung

Neben der formalen Qualifikation in den Wegen der beruflichen oder akademischen Bildung spielen die Berufserfahrung und das Lernen im Prozess der Arbeit zentrale Rollen, um die eigenen Kenntnisse und Fähigkeiten – gerade auch angesichts von Wandel – auf dem Laufenden und den Anforderungen angemessen zu halten. Aus der Perspektive von Weiterbildung ist daher von Interesse, wie und „wo“, also auf welchen Wegen Beschäftigte ihre Fähigkeiten aktuell halten.

In der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung wird dies in Bezug auf die Anforderungen in der aktuellen Tätigkeit abgefragt. Abbildung 16 veranschaulicht die Bedeutung formaler Qualifikation und beruflicher Erfahrung: Mit 38 % schreiben Beschäftigte der beruflichen Ausbildung die höchste Bedeutung zu für den Erwerb beruflich relevanter Fertigkeiten und Kenntnisse, an zweiter Stelle folgt mit 34 % die berufliche Erfahrung. Bundesweit liegt dieser Wert für die Branche mit fast 42 % sogar noch deutlich höher. Circa jede/r fünfte Befragte gibt an, in erster Linie über absolvierte Weiterbildungen die aktuell benötigten Fertigkeiten und Kenntnisse erworben zu haben.

Erwerb von Kenntnissen und Fähigkeiten

Wodurch haben Sie die Kenntnisse und Fertigkeiten, die Sie bei Ihrer Arbeit benötigen, in erster Linie erworben?



N_{BaWü} = 92
N_D = 518

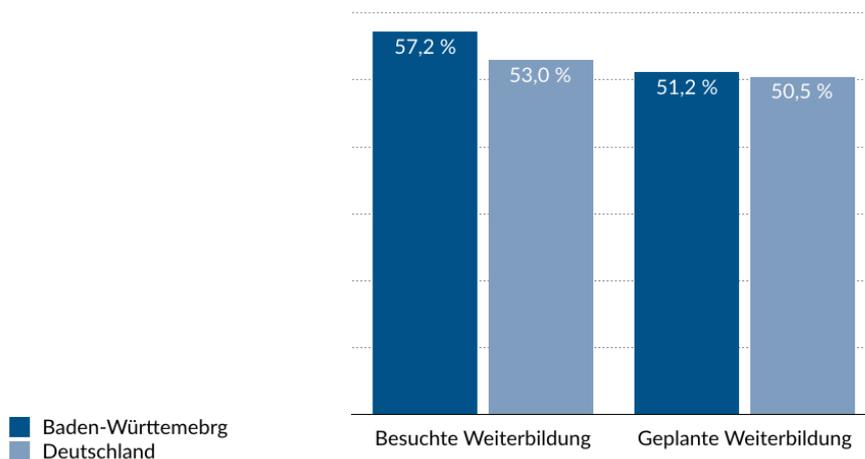
Daten: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012; Grafik und Auswertung: Universität Hohenheim.

Abbildung 16: Erwerb von Kenntnissen und Fähigkeiten

Die Weiterbildungsbereitschaft ist in der Branche sehr stark ausgeprägt (Abbildung 17): Weit über die Hälfte der Befragten hat in den letzten zwei Jahren Kurse oder Lehrgänge besucht und jede/r Zweite plant eine berufliche Weiterbildung in nächster Zeit. Dass beide Zahlen so hoch ausfallen, zeigt, dass Weiterbildung heute schon als ständiger Prozess begriffen wird. Auch im Maschinen- und Anlagenbau profitieren von Weiterbildungsmaßnahmen überwiegend die schon Qualifizierten (ausführlich Pfeiffer u. a. 2016b, Unterkapitel 3.2).

Weiterbildungsaktivitäten

Haben Sie in den letzten zwei Jahren Kurse oder Lehrgänge besucht bzw. geplant, die Ihrer beruflichen Weiterbildung dienen?



N_{BaWü} = 92
N_D = 518

Daten: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012; Grafik und Auswertung: Universität Hohenheim.

Abbildung 17: Weiterbildungsaktivitäten

Für den Umgang mit Unwägbarkeiten und Komplexität sowie zur erfolgreichen Bewältigung des Wandels am Arbeitsplatz sind neben der formalen Ausbildung und Weiterbildungsmöglichkeiten insbesondere informelle Fähigkeiten und Erfahrungswissen relevant. Aus der soziologischen Automatisierungsforschung ist bekannt, dass mit steigendem Automatisierungs- und Digitalisierungsgrad dieses „Hightech-Gespür“ insbesondere zur Vermeidung von Störungen bedeutender wird (Bauer u. a. 2006). Dies bestätigt auch der Befund, dass ein Drittel der Beschäftigten die Fähigkeiten und Kenntnisse zur Bewältigung ihrer aktuellen Tätigkeit überhaupt erst durch die praktischen Erfahrungen im Beruf aufgebaut hat. Insbesondere für Beschäftigte, die ausschließlich ein Studium absolviert haben, sind diese Erfahrungen im Berufsleben notwendig.

Der AV-Index bildet, normiert zwischen 0 und 1, gerade diese Fähigkeiten jenseits formaler Qualifikation ab und verdeutlicht, wie stark Beschäftigte an ihrem Arbeitsplatz bereits mit Komplexität und Unwägbarkeiten aufgrund von Veränderungsprozessen umgehen (zur Indexbildung siehe Pfeiffer/Suphan 2015): Die Ergebnisse weisen für Erwerbstätige im Maschinenbau eine überdurchschnittliche abgeforderte Komplexität aus, die bereits heute bewältigt werden muss und kann. Während über alle Branchen und Tätigkeiten hinweg 71 % aller Beschäftigten einen hohen AV-Index-Wert von mindestens 0,5 aufweisen, liegt er im Maschinen- und Anlagenbau mit 80,4 % noch deutlich höher. Insgesamt steigt mit höherem Qualifikationsniveau zwar auch tendenziell der AV-Index und damit die Anforderungen an die Beschäftigten bei der Bewältigung von Wandel (Abbildung 18), aber auch bei Geringqualifizierten finden sich trotz geringerer Mittelwerte nach oben streuende AV-Index-Werte. Auch diese Erwerbstätigen verrichten damit nicht, wie oft unterstellt, ausschließlich repetitive und monotone Arbeit.

Arbeitsvermögen nach Qualifikationsclustern – Boxplot

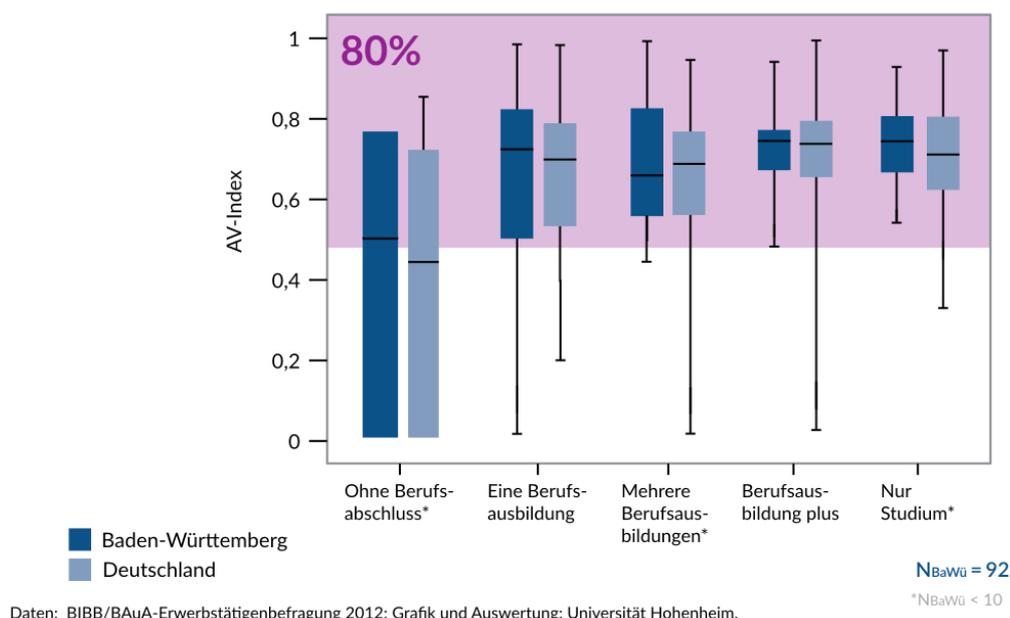


Abbildung 18: Arbeitsvermögen nach Qualifikationsclustern

Auch der Blick in die Use-Cases in den Unternehmen bestätigt, dass das Fehlen einer formalen fachspezifischen Ausbildung oft nicht bedeutet, unqualifiziert zu sein. Das Bild vom angelernten Beschäftigten, der tagein tagaus nur einen vorgeschriebenen Handgriff durchführt, scheint nur auf wenige Unternehmen der Branche in Baden-Württemberg zuzutreffen. In den untersuchten Use-Cases gab es keinen derartigen Fall – zum Teil allerdings nicht infolge von Automatisierung, sondern weil solche Arbeitsplätze in Billiglohnländer verlagert wurden. Im Maschinen- und Anlagenbau in Baden-Württemberg übernehmen auch Angelernte verantwortungsvolle Aufgaben in der Produktion und bauen im Lauf der Zeit beträchtliche Erfahrungen auf. Das signalisieren auch die oftmals erforderlichen monatelangen Einarbeitungszeiten, bis Beschäftigte vollumfänglich selbstständig arbeiten können, von denen in den Use-Cases berichtet wurde.

In der Produktion aller durch das Fraunhofer IAO analysierten Unternehmen wurden in den letzten Jahren tiefgreifende Veränderungen realisiert. In den meisten Fällen ging es um die Einführung von Elementen des Lean-Managements (Unterkapitel → 4.1), insbesondere um die Realisierung von Montage- oder Fertigungszellen sowie um die Trennung von Wertschöpfung und Logistik. Die Beschäftigten, egal ob Angelernte oder Facharbeiter/-innen, konnten diese tiefgreifenden Veränderungen nicht nur bewältigen, sondern haben diese vielfach mitgestaltet und durch ihre Tätigkeit erst ermöglicht. Wenn die Vorgehensweise und die Rahmenbedingungen stimmen und die Arbeitsplätze insgesamt lernförderlich und ganzheitlich gestaltet sind, können demnach auch Beschäftigte mit geringerem formalem Ausbildungsstand Wandel bewältigen. Eine wichtige flankierende Maßnahme bleibt dabei aber, dass weniger Qualifizierte stärker als bislang in betriebliche Weiterbildungsmaßnahmen integriert werden.

An dieser Stelle kann eine Besonderheit des Lean-Managements herausgehoben werden, die Anregungen für die künftige Gestaltung der Digitalisierung gibt. Wichtige Grundsätze des Lean-Managements sind Einfachheit und Transparenz. Ein Beispiel ist die Visualisierung, die den Beschäftigten die Anwendung der zahlreichen Lean-Methoden erleichtert. Obwohl die Vielfalt der Produkte in den Produktionszellen erheblich zunahm, wuchs die Anwendungskomplexität für die Beschäftigten kaum. Nicht alle Beschäftigten müssen alle Feinheiten der zugrunde liegenden Methoden bis ins letzte Detail verstehen, um diese Systeme betreiben zu können. Die Bildschirmmasken bzw. die Papierdokumente sind auch heute schon meist übersichtlich und selbsterklärend. Für die Gestaltung zukünftiger Digitalisierung bedeutet dies, dass die Benutzerschnittstellen intuitiv und nah an der Erfahrung der Beschäftigten konzipiert sein sollten. Abstraktionen, die Übersetzungsleistungen abfordern, sind zu vermeiden. Gleichzeitig müssen die Systeme genug Zugang zu vertiefenden Informationen zulassen, auf die Beschäftigte situativ zugreifen können. Bei der Gestaltung der Systeme sollten von Anfang an die tatsächlichen Bedarfe der Beschäftigten abgebildet und ernst genommen werden. Aktuelle Ansätze in der IT erlauben dies und agile Entwicklungsprozesse erleichtern den Einbezug der Beschäftigten schon in der Gestaltungsphase. Es liegt an den Unternehmen, an dieser Stelle mehr Partizipation zuzulassen. Dies würde nicht nur die Akzeptanz und die Qualifizierungsaufwände der Beschäftigten positiv beeinflussen, sondern auch die Implementierungsrisiken aus Unternehmenssicht minimieren.

Die Analysen der Use-Cases zeigen ein potenzielles Hemmnis für Veränderungen. Vorgesetzte klagen, dass manche Beschäftigte einem Wechsel der Arbeitsstation skeptisch gegenüberstehen bzw. nicht willens oder in der Lage sind, ihren Arbeitsplatz zu wechseln. Dies ist keine Folge mangelnder Qualifikation, das belegen sowohl die Use-Cases als auch die oben dargestellten quantitativen Ergebnisse zum Arbeitsvermögen, die den Beschäftigten der Branche ja eine überdurchschnittliche Fähigkeit zum Umgang mit Wandel bescheinigen, sondern hier scheinen eher Defizite in der Unternehmenskultur, in der Gestaltung von Lernförderlichkeit und in den Anreizen für Veränderung vorzuliegen. Für die Arbeitswelt 4.0 sind eben auch agilere Formen der Arbeitsorganisation vonnöten: Nicht nur Beschäftigte müssen Wandel lernen – auch die Formen der Technikgestaltung brauchen Veränderung (Pfeiffer 2016).

Die Branche und ihre Innovationsfähigkeit leben von einer Qualifikationsstruktur mit einer starken Mitte: Die Ausbildung im System der beruflichen Bildung ist nicht nur zahlenmäßig dominant, sondern legt auch eine tragfähige Basis für lebenslanges Lernen – auch in sich dynamisch wandelnden Arbeitswelten. Die **Stärken der Prinzipien des Dualen Systems** – also die Verbindung von Theorievermittlung mit dem betrieblichen Lernort – sollten in der beruflichen und der akademischen Ausbildung weiter gestärkt werden.

Die Branche zeigt eine **ausgeprägte Weiterbildungsbereitschaft**. Geringer und nicht formal qualifizierte sollten jedoch stärker in Weiterbildung involviert werden. Die bisherige Dynamik, dass von Weiterbildung insbesondere schon Hochqualifizierte profitieren, muss in Zeiten disruptiven Wandels durchbrochen werden.

Die überwiegende **Mehrheit der Beschäftigten bewältigt vielfachen Wandel bereits heute sehr erfolgreich**. Ein Grund liegt in der hohen Passung von Ausbildung und aktueller Tätigkeit und der ausgeprägten Weiterbildungsbereitschaft. Ein zweiter Grund ist das in der Branche besonders stark ausgeprägte und in praktischer Erfahrung erworbene lebendige **Arbeitsvermögen, das insbesondere für die Gestaltung und Bewältigung von Wandlungsprozessen von Bedeutung ist**.

Im Maschinen- und Anlagenbau ist auch **die Arbeit formal Geringqualifizierter nicht ausschließlich repetitiv und monoton** – vielmehr hat auch ein Großteil dieser Beschäftigten durch organisationalen und technologischen Wandel in den letzten Jahre bereits enormes lebendiges Arbeitsvermögen aufgebaut, das beim Umgang mit der daraus resultierenden Komplexität und den Unwägbarkeiten notwendig wird und sich auch als Ressource für die Gestaltung des zukünftigen Wandels zeigt.

Dieses Arbeitsvermögen bedarf wiederum Aus- und Weiterbildung in Verbindung mit **vielfältigen praktischen Erfahrungsmöglichkeiten**, um insbesondere informelle Fähigkeiten überhaupt erst aufbauen zu können.

IT-Systeme der Arbeitswelt 4.0 müssen so gestaltet werden, dass der Kompetenz- und Erfahrungsaufbau der Beschäftigten erhalten und gefördert wird. Intuitive Bedienung sollte sich koppeln mit einem Zugang zu vertiefenden Informationen. Bei der Gestaltung sind die konkreten Bedarfe der Beschäftigten zu berücksichtigen – und dies erfordert **agile und partizipative Formen der Technikgestaltung**.

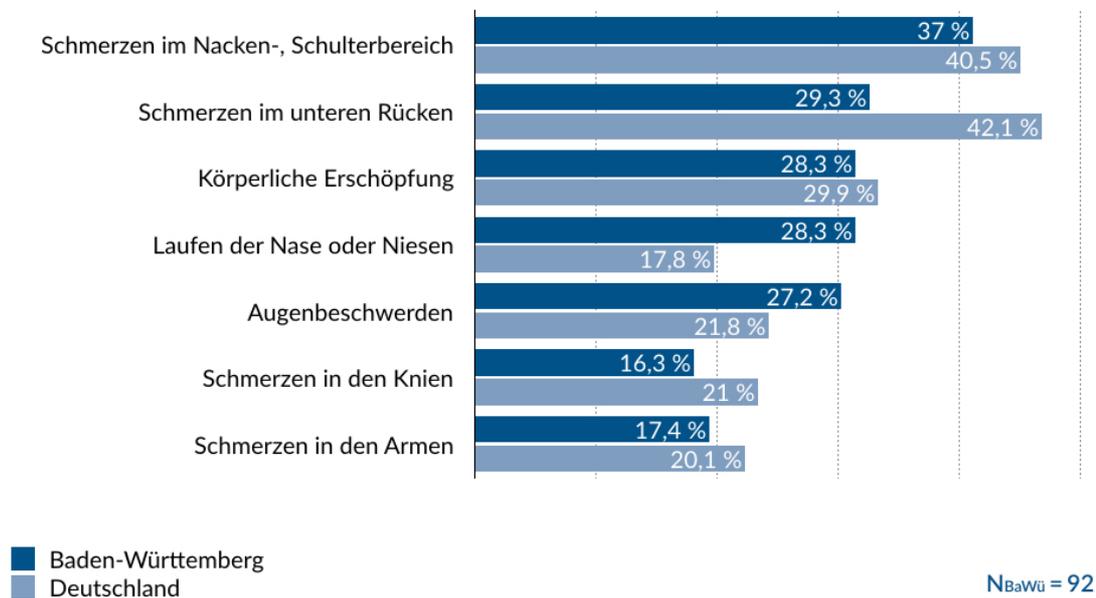
4.3 Arbeitsfähigkeit und Gesundheit in einer digitalen und alternden Gesellschaft erhalten

Die Gesundheit Beschäftigter wird ganz wesentlich von der Gestaltung ihrer Arbeit beeinflusst. Der Blick des IAO in die Unternehmen offenbart, dass Produktionsarbeit ergonomisch in den letzten Jahren immer weiter verbessert wurde. Fast alle in den Use-Cases analysierten Produktionsbereiche haben wirkungsvolle Maßnahmen gegen schweres Heben und ungesunde Bewegungsabläufe umgesetzt. Ergonomische Potenziale bestehen bezüglich eines Wechsels zwischen Stehen, Gehen und Sitzen. Denn Produktionsarbeit in U-Linien, Fertigungszellen oder Kommissionierarbeitsplätzen findet überwiegend im Stehen statt. Zwar stellen die Unternehmen geeignetes Schuhwerk und oftmals dämpfende Matten zur Verfügung, trotzdem verursacht das Stehen über einen längeren Zeitraum erhebliche gesundheitsgefährdende Belastungen. Diese Belastungssituation kann durch eine regelmäßige Unterbrechung des Stehens durch ein Gehen und Sitzen verbessert werden.

Im Vergleich zu anderen Branchen zeichnet sich auch in den quantitativen Analysen für den Maschinenbau ein eher positives Bild ab (Abbildung 19): Der Anteil körperlicher Beschwerden ist hier wesentlich geringer. Auffällig ist, dass besonders auf körperlich ungesunde Arbeitsabläufe zurückzuführende Symptome wie beispielsweise Schmerzen in Knien und Armen eher selten auftreten. Dieser vergleichsweise geringe Anteil kann insbesondere mit den in den Use-Cases beschriebenen hohen Aufwänden erklärt werden, die Unternehmen in den vergangenen Jahren zur Verbesserung der Ergonomie am Arbeitsplatz durchgeführt haben. Allerdings bestehen trotz dieser Anstrengungen nach wie vor besonders Beschwerden im Nacken- und Schulterbereich bei einer Vielzahl Beschäftigter (37 %; zu ausführlichen Ergebnissen zur Gesundheit Pfeiffer u. a. 2016b, Unterkapitel 3.5).

Physische Beschwerden

Beschwerden bei der Arbeit in den letzten 12 Monaten



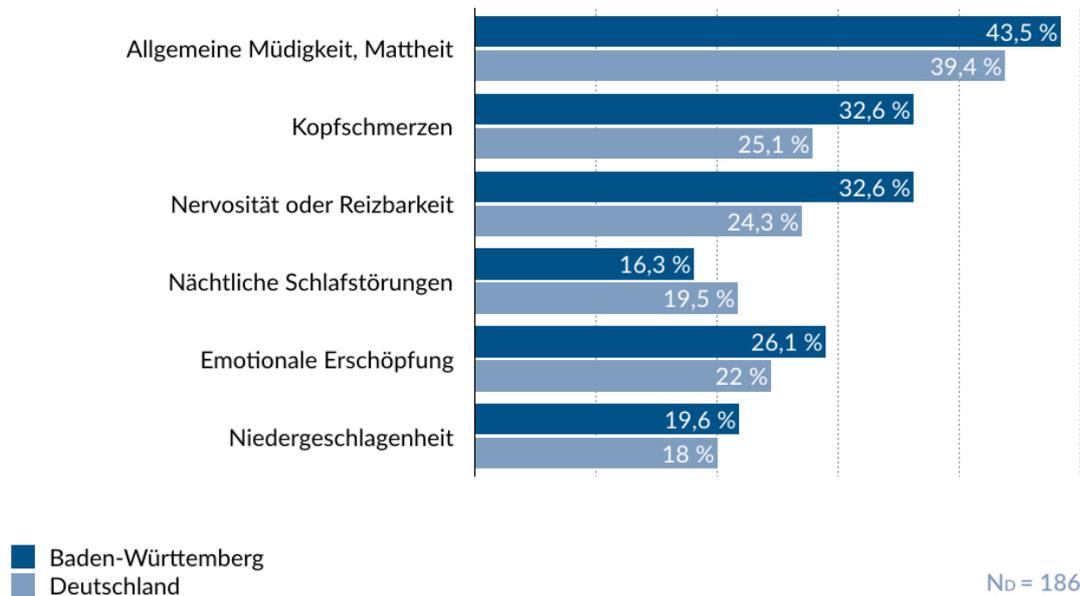
Daten: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012; Grafik und Auswertung: Universität Hohenheim.

Abbildung 19: Physische Beschwerden

Gerade in einer zunehmend digitalisierten Arbeitswelt greift eine Konzentration allein auf die körperliche Gesundheit jedoch zu kurz. Die Use-Case-Analysen von Produktionsarbeit in den Unternehmen Baden-Württembergs deuten darauf hin, dass mit den reduzierten physischen Belastungen psychische Gefährdungen zugenommen haben. Allerdings ist eine eindeutige Abgrenzung zwischen physischen und psychischen Beschwerden in den meisten Fällen kaum möglich. So können beispielsweise Nacken- oder Kopfschmerzen oft auch körperliche Symptome psychischer Anspannungen sein. In Abbildung 20 wird sichtbar, dass psychische Beschwerden wie allgemeine Müdigkeit und Mattigkeit, Kopfschmerzen oder Nervosität im Maschinenbau häufig auftreten: 44 % der Befragten beklagen Mattigkeit und allgemeine Müdigkeit. Trotz der kleinen Stichprobengröße für Baden-Württemberg fällt ins Auge, dass fast alle Werte der psychischen Belastung im Land über den bundesweiten Branchenwerten liegen, bei den physischen Belastungen war dies nicht so eindeutig.

Psychische Beschwerden

Beschwerden bei der Arbeit in den letzten 12 Monaten



Daten: DGB-Index Gute Arbeit 2014; Grafik und Auswertung Universität Hohenheim.

Abbildung 20: Psychische Beschwerden

Arbeitsfähigkeit bedeutet, dass ein Beschäftigter die ihm gestellten Arbeitsaufgaben erfolgreich bewältigen kann, und ist zu unterscheiden vom Begriff der Beschäftigungsfähigkeit als grundsätzliche Fähigkeit zur Partizipation am Arbeitsleben (Ilmarinen/Tempel 2002). Ein gezielter Erhalt der Arbeitsfähigkeit – und damit die systematische Berücksichtigung der physischen und psychischen Gesundheit – findet in den Unternehmen noch nicht ausreichend Beachtung. Das bestätigen u. a. die Daten der IG-Metall-Beschäftigtenbefragung (IG Metall 2013): Wie Abbildung 21 illustriert, geht nur knapp ein Drittel der Beschäftigten davon aus, die jetzige Tätigkeit bei gleichbleibenden Anforderungen bis zum gesetzlichen Rentenalter von über 65 Jahren ausüben können. Die Mehrheit von 43 % der Beschäftigten im Maschinenbau bezweifelt dies und nicht unerhebliche 25 % sehen sich zu keiner Einschätzung in der Lage.

Ausübung der Tätigkeit bis ins Rentenalter

Können Sie Ihre Arbeit bei gleichbleibenden Anforderungen bis zum gesetzlichen Rentenalter von über 65 Jahren ausüben?



Abbildung 21: Ausübung der Tätigkeit bis ins Rentenalter

Insbesondere folgende Defizite sind im Hinblick auf den Erhalt der Arbeitsfähigkeit aus den qualitativen *Case Studies* und der quantitativen Datenanalyse erkennbar:

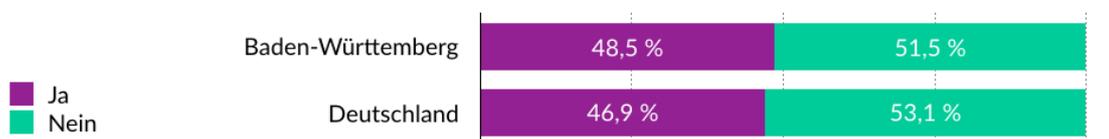
Die qualitativen Analysen deuten darauf hin, dass die Beschäftigten in der Produktion teilweise fachlich unterlastet sind. Das heißt, vorhandene Kompetenzen und Ressourcen werden nicht abgefordert und drohen zu erodieren. Vor allem in der Serienproduktion einfacher Produkte werden umfassende Weisungssysteme angestrebt, die den Menschen kaum Freiheitsgrade lassen. Aber auch in der Facharbeit nehmen Standardisierung und Visualisierung teilweise intensiv zu. Entscheidungs- und Handlungsspielräume sind aber nicht nur ein wichtiger Motivationsfaktor und eine wirkungsvolle gesundheitliche Ressource, sondern ermöglichen den Beschäftigten, neue Facetten ihres Arbeitsvermögens zu entwickeln. Diese sind besonders für die Bewältigung disruptiven Wandels und für die Gestaltung von Geschäftsmodellinnovationen von unverzichtbarer Bedeutung. Zu eng und zu wenig lernförderlich gestaltete Arbeitssysteme schränken nicht nur das Entwicklungspotenzial der Beschäftigten ein, sondern beeinträchtigen auch die Innovationsfähigkeit des Unternehmens. Wenn bereits heute Vorgesetzte in den Fallunternehmen teils beklagen, dass Mitarbeiter/-innen unflexibel seien und keine Bereitschaft zur Übernahme neuer Arbeitsaufgaben zeigen, sind dies meist Folgen langjähriger Arbeit in Arbeitssystemen ohne ganzheitliche Arbeitszuschnitte und mit wenig Handlungsspielraum. Dies legen auch andere Befunden der Use-Cases nahe. Demnach berichten Vorgesetzte desgleichen, dass zwar der enge Taktzwang durch Gestaltung von U-Linien teilweise reduziert wird. Teils heben sich die damit einhergehenden Entlastungseffekte durch

weniger Personaleinsatz aber wieder auf. Wiederholung und Monotonie sind in den Bereichen der Branche, in denen hohe Stückzahlen mit geringer Varianz dominieren, weiterhin weit verbreitet. Oft findet sich dort auch keine systematische Rotation, sondern meist werden Arbeitsplatzwechsel vor allem bei Kapazitätsengpässen durchgeführt – dann wird oft nur zwischen sehr ähnlichen Tätigkeiten gewechselt.

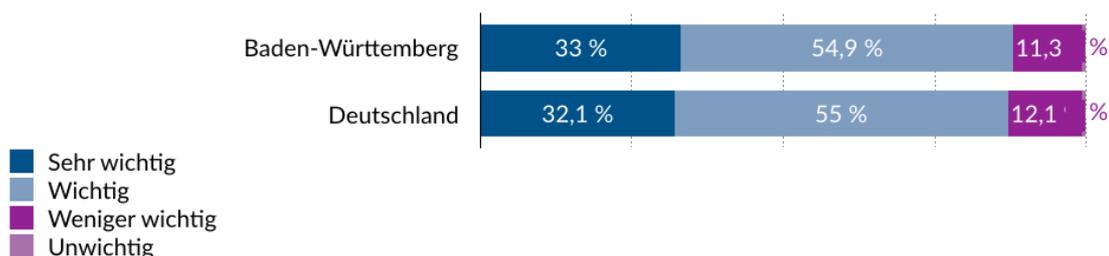
Ähnliche Befunde zeigen auch die Zahlen in der Breite: Etwas weniger als die Hälfte der Beschäftigten im Maschinenbau in Baden-Württemberg sieht ausreichend Möglichkeiten zur Mitsprache und Mitgestaltung ihrer Arbeitssituation, für die Mehrheit aber ist dies unerfülltes Anliegen. Dabei zeigen die Zahlen in Abbildung 22, dass die überwiegende Mehrheit von rd. 88 % Mitsprache- und Mitgestaltungsmöglichkeiten am eigenen Arbeitsplatz für wichtig oder sehr wichtig hält. Freiheitsgrade sind Voraussetzung dafür, dass Menschen ein Arbeitsleben lang geistig fit und flexibel bleiben. Bei beschleunigter Innovationsgeschwindigkeit, Volatilität und eventuellen Disruptionen wird genau dies zum Erfolgsfaktor. Es gilt daher, die geistige Leistungsfähigkeit und Flexibilität durch entsprechende Arbeitsgestaltung genauso zu erhalten wie die körperliche Gesundheit.

Möglichkeit zur Mitsprache und Mitgestaltung

Wenn Sie an Ihre persönliche Arbeitssituation denken:
Haben Sie ausreichende Mitsprache- und Mitgestaltungsmöglichkeiten?
Wie wichtig sind Ihnen diese?



Wie wichtig sind Ihnen diese?



N_{BaWü} = 23 608
N_D = 67 703

Daten: IGM-Beschäftigtenbefragung „Arbeit: sicher und fair!“ 2013; Auswertung Universität Hohenheim.

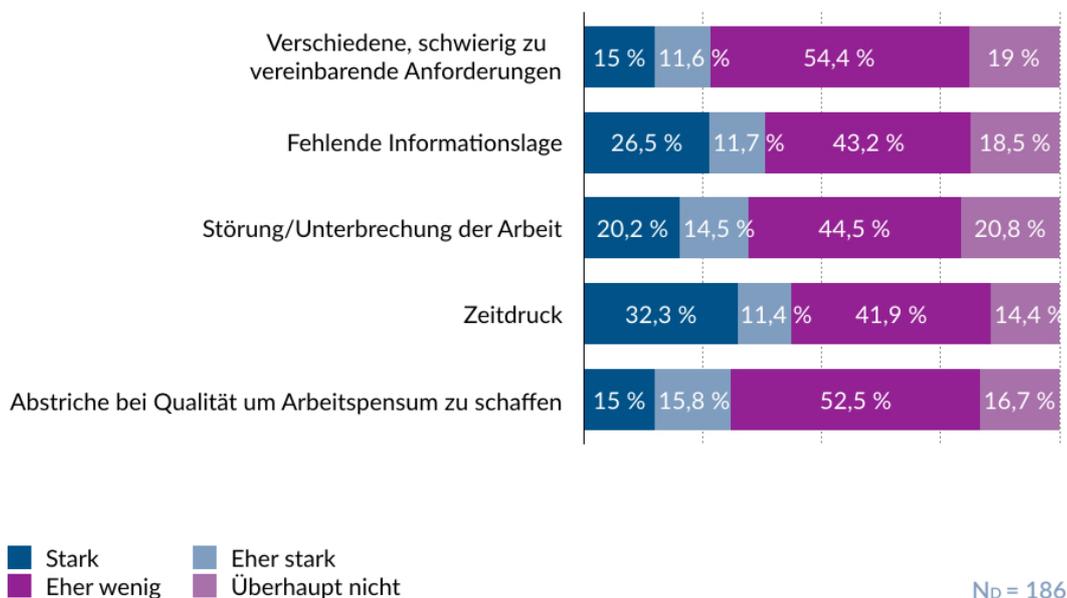
Abbildung 22: Möglichkeit zur Mitsprache und Mitgestaltung

Neben den oben dargestellten allgemeinen Befunden zu Stress und Arbeitsdruck in der Branche (Abbildung 13) können auch eingeschränkte Handlungsspielräume in der Arbeit zu psychischen Belastungen beitragen. Abbildung 23 zeichnet ein differenziertes Gesamtbild, welche Aspekte von Arbeit von Beschäftigten besonders zu einem Belastungsempfinden beitragen. Die Daten zeigen verschiedene Facetten moderner Produktionsarbeit von widersprüchli-

chen Anforderungen über fehlende Informationslagen und Störungen oder Unterbrechungen bei der Arbeit bis hin zu Zeitdruck oder der Notwendigkeit, bei der Arbeit Qualitätsabstriche zugunsten des Arbeitspensums hinzunehmen. All diese Phänomene erleben Beschäftigte, nicht alle aber werden von allen Beschäftigten als gleichermaßen belastend empfunden. Im Mittelpunkt steht dabei der Zeitdruck: 44 % der Beschäftigten in der Branche fühlen sich eher bis stark belastet. 38 % leiden unter mangelnder Informationslage und 35 % leiden unter häufigen Störungen der Arbeit. Diese quantitativen Befunde bestätigen sich auch in den Analysen der Use-Cases. Die befragten Vorgesetzten berichten zudem von Belastungen, wenn wie etwa bei Sichtprüfungen zum zeitlichen Arbeitsdruck ständige Konzentration hinzukommt.

Belastungsempfinden durch widersprüchliche und belastende Anforderungen

Wie stark belastet Sie das?



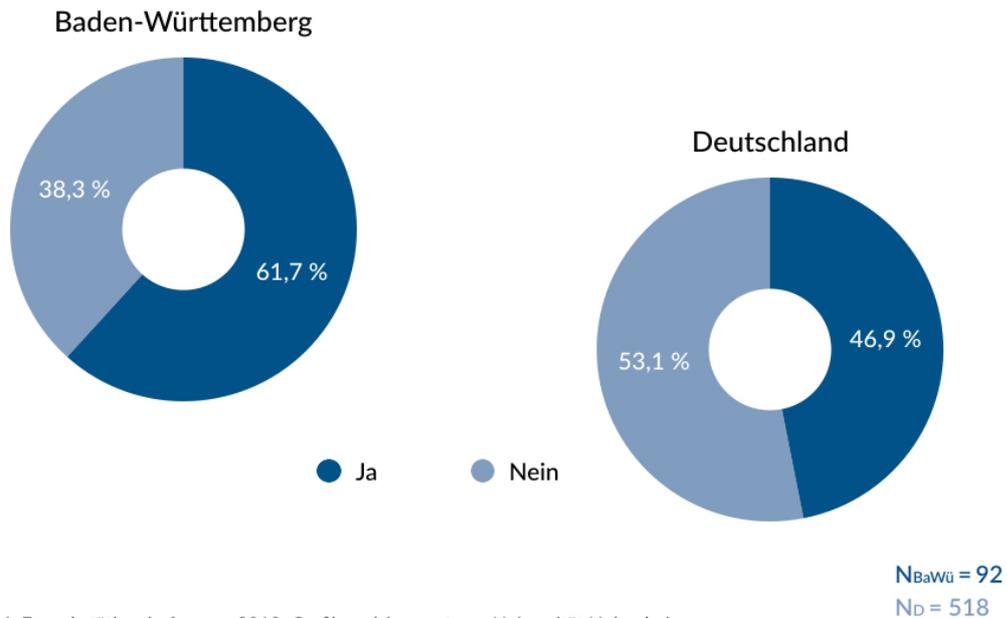
Daten: DGB-Index Gute Arbeit 2014; Grafik und Auswertung Universität Hohenheim.

Abbildung 23: Belastungsempfinden und widersprüchliche Anforderungen

Der Erhalt der Arbeitsfähigkeit hat nicht nur mit Gesundheit oder Belastung zu tun, sondern auch mit den faktischen Möglichkeiten für Weiterbildung. Obwohl mit dem Erhalt der Arbeitsfähigkeit und einem lebenslangen Lernen unmittelbar Weiterbildungsmaßnahmen einhergehen, erschweren fehlende Anreize und mangelnde Unterstützung, dass sich motivierte Beschäftigte beruflich weiterentwickeln und weiterbilden können. Ein Blick in die BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung zeigt neben den bisherigen und geplanten Weiterbildungsaktivitäten (Unterkapitel → 4.2, Abbildung 17), dass sich 62 % der Beschäftigten im Maschinenbau in Baden-Württemberg vom Unternehmen mehr Maßnahmen zur Qualifizierung und Weiterbildung wünschen – deutlich mehr als in der gesamten Branche (was sich mit der Stichprobengröße oder einem erhöhten Wandel im Land erklären könnte; Abbildung 24).

Wunsch nach Weiterbildungsmöglichkeiten

Wünschen Sie sich vom Betrieb derzeit Maßnahmen zur Qualifizierung und Weiterbildung?



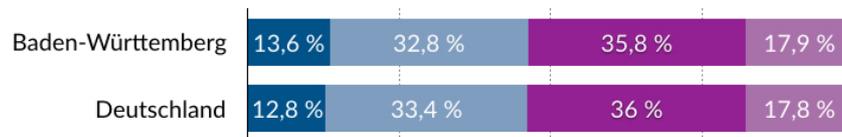
Daten: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012; Grafik und Auswertung: Universität Hohenheim.

Abbildung 24: Wunsch nach Weiterbildungsmöglichkeiten

Diesem Wunsch der Weiterentwicklung stehen konkret diverse Hindernisse entgegen (Abbildung 25): 46 % nennen Arbeitsdruck bzw. die daraus resultierende fehlende Zeit als ein Hindernis. Ähnlich häufig werden mangelnde Perspektiven im Unternehmen sowie finanzielle Gründe genannt. Wenn Beschäftigte mit mehr als einem Hindernis konfrontiert sind, wird es auch bei ausgeprägter Bereitschaft zur Weiterbildung schwierig, diesen Weg auch zu verfolgen. Aus Perspektive der Beschäftigten lässt sich unmittelbar ableiten, dass die Realisierung lebenslangen Lernens nicht nur eine Frage individueller Motivation ist, sondern wesentlich davon abhängt, ob im Unternehmen und/oder auf Branchen- und Landesebene entsprechend fördernde und flankierende Strukturen geschaffen werden, die Weiterbildung ermöglichen.

Hinderungsgründe für Weiterbildungen

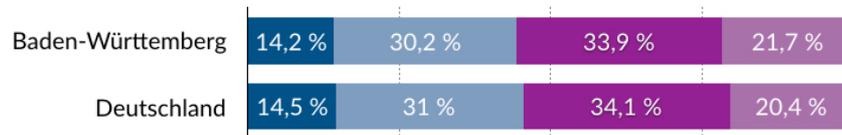
Bei dem Arbeitsdruck bleibt keine Zeit für Weiterbildung.



Ich würde mich gerne beruflich entwickeln, aber für eine Auszeit zur Fortbildung fehlt mir das Geld.



Fehlende Perspektiven im Betrieb stehen meinem Wunsch nach beruflicher Entwicklung entgegen.



■ Trifft voll und ganz zu ■ Trifft eher zu ■ Trifft eher nicht zu ■ Trifft nicht zu

N_{BaWü} = 23 608

N_D = 67 703

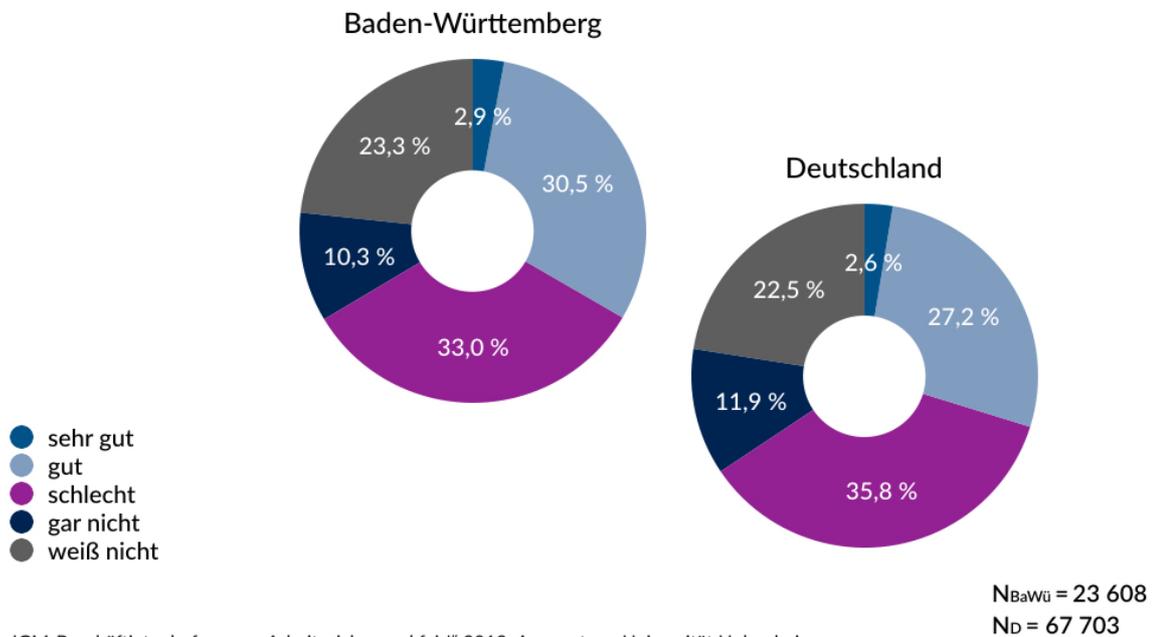
Daten: IGM-Beschäftigtenbefragung „Arbeit: sicher und fair!“ 2013; Auswertung Universität Hohenheim.

Abbildung 25: Hinderungsgründe für Weiterbildung

Diese Defizite im Erhalt der Arbeitsfähigkeit müssen insbesondere vor dem Hintergrund des demografischen Wandels, d. h. im Kontext älter werdender Beschäftigter betrachtet werden. Obwohl diese Dynamik seit Langem vorhersehbar war und sich in vielen Unternehmen der Branche heute schon in der Altersstruktur widerspiegelt, hält nur knapp ein Drittel der Beschäftigten sein Unternehmen für gut oder sehr gut auf die Bedürfnisse einer älter werdenden Belegschaft vorbereitet (Abbildung 26). Während viele Befragte bei der Einschätzung unsicher sind, bewertet ein weiteres Drittel das eigene Unternehmen als schlecht vorbereitet.

Alternde Belegschaft

Wie gut ist Ihr Betrieb auf älter werdende Belegschaften vorbereitet?



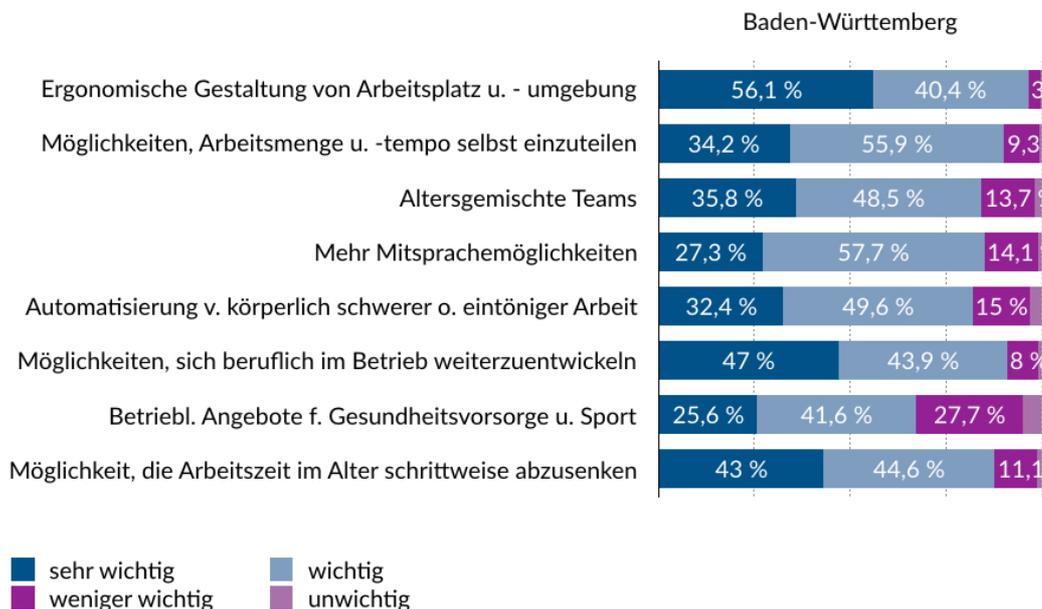
Daten: IGM-Beschäftigtenbefragung „Arbeit: sicher und fair!“ 2013; Auswertung Universität Hohenheim.

Abbildung 26: Alternde Belegschaft

Dabei wären aus Sicht der Befragten vor allem ergonomische Aspekte der Arbeitsgestaltung, Weiterentwicklungsmöglichkeiten im Betrieb sowie Möglichkeiten, sich Arbeitsmenge und -tempo selbst einzuteilen und damit Arbeitsdruck zu reduzieren, besonders wichtig, um bis zum Rentenalter motiviert, gesund und leistungsfähig arbeiten zu können (Abbildung 27). Die höchsten Werte erhalten dabei vor allem die Arbeitssituation unmittelbar verbessernde Maßnahmen, während betriebliche Angebote für Gesundheitsvorsorge und Sport im Vergleich etwas geringere – wenn auch überzeugend hohe – Werte bekommen.

Maßnahmen zum Erhalt der Arbeitsfähigkeit

Welche Maßnahmen sind aus Ihrer Sicht wichtig, damit Sie bis zum Renteneintritt gesund und leistungsfähig arbeiten können?



N_{BaWü} = 23 608

Daten: IGM-Beschäftigtenbefragung „Arbeit: sicher und fair!“ 2013; Auswertung: Universität Hohenheim.

Abbildung 27: Maßnahmen zum Erhalt der Arbeitsfähigkeit

Eine Schlüsselressource im Umgang mit Wandel, aber auch im Hinblick auf eine älter werdende Gesellschaft ist der **Erhalt der Arbeitsfähigkeit**. Dies scheint aber noch immer ein vernachlässigtes Kriterium bei der Arbeitsgestaltung zu sein. Es zeigt sich, dass einerseits die **Gesundheit** und andererseits **lebenslanges Lernen** die Arbeitsfähigkeit ab dem mittleren Alter zunehmend beeinflussen.

Bisher wurden in Maschinenbau-Unternehmen zwar vielfältige Maßnahmen zur **Verbesserung der Ergonomie der Arbeitsplätze** umgesetzt, allerdings findet dort die **psychische Gesundheit bisher nur wenig Beachtung** – insbesondere in der Produktionsarbeit. Industrie-4.0-Technologien sollten daher bewusst gesundheitsförderlich gestaltet werden.

Lebenslanges Lernen benötigt Strukturen, in denen eine Weiterentwicklung sowohl über die Nutzung von **Weiterbildungsaktivitäten** als auch durch entsprechende **Anreize und Freiheitsgrade am Arbeitsplatz** möglich ist. Die Weiterbildung weiterbildungsbereiter Beschäftigter benötigt eine stärkere strukturelle Flankierung auf Unternehmens-, Landes- und Branchenebene.

Vor dem Hintergrund des demografischen Wandels und zunehmender Innovationsgeschwindigkeit wird eine umfassende und ganzheitliche Arbeitsfähigkeit bis zur Rente zum **entscheidenden Erfolgsfaktor**. Dementsprechend müssen Arbeitssysteme gestaltet werden. Die aktuellen Defizite in dieser Hinsicht dürfen nicht in eine digitale Arbeitswelt verlängert werden. Dies scheint jedoch noch nicht ausreichend im Bewusstsein vieler Arbeitsgestalter verankert.

4.4 Organisation und Führung agil und beteiligungsorientiert erneuern

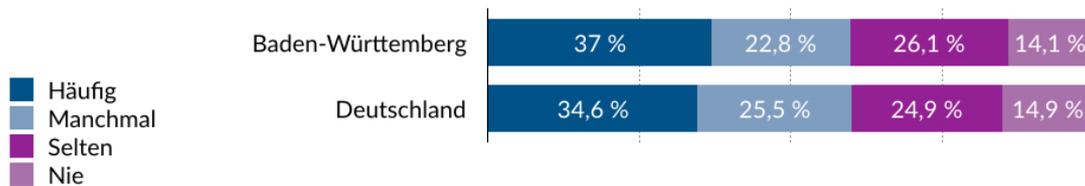
Im globalen Kundenmarkt wird für viele Unternehmen ein sich immer noch weiter verschärfender Druck zur Flexibilitätssteigerung entstehen. Gleichzeitig wird sich die Komplexität in den Unternehmen weiter deutlich erhöhen. Diese Komplexität kann durch zentrale Planung und Steuerung immer weniger bewältigt werden, auch wenn digitale Technologien eingesetzt werden. Auch im Bewusstsein der befragten betrieblichen Akteure wird mittlerweile erlebt, was seit Jahrzehnten wissenschaftliche Erkenntnis der techniksoziologischen Komplexitätsforschung ist: Mit komplexen technischen Systemen wird versucht, Komplexität zu beherrschen und/oder zu verringern. Damit aber erhöht sich die Gesamtkomplexität, deren Beherrschbarkeit immer fragiler wird. Die Digitalisierungsszenarien im Zuge von Industrie 4.0 werden dieses Dilemma nicht automatisch auflösen. Nötig ist, sich auch in den Prozessen der Organisationsentwicklung und der Arbeitsgestaltung vom Paradigma der Planbarkeit zu lösen und Organisation sowie Beschäftigte zur Komplexitätsbewältigung zu befähigen (Böhle u. a. 2004). Varianz, Dynamik und Unbestimmtheit erfordern die Kreativität und Qualifikation der Beschäftigten vor Ort. Nur sie sind in der Lage, Innovationen zu gestalten und ungeplante lokale Zustände schnell und situativ zu bewältigen.

Selbstorganisation und Eigenverantwortung brauchen Freiräume. Eine zentralisierte Organisation mit hierarchischen Führungsstrukturen ist ungeeignet, um persönliche Einschätzungen und an Personen gebundene Erfahrungen für die Arbeit nutzbar zu machen. Entsprechend wird in Unternehmen, die faktisch immer noch der tayloristischen Lehre folgen, eine Anpassung von Organisation und Führung erforderlich. Es gilt, dezentrale und prozessgerechte Bereiche, eigenverantwortliche Teams und eine deutlich weniger direktive Führung zu gestalten. Der Blick in die untersuchten Use-Cases deutet auf einen entstehenden Widerspruch hin, der langfristig die Leistungsfähigkeit der Unternehmen beeinträchtigen könnte: Mit Standardisierung und Visualisierung der Abläufe sowie der Trennung von Wertschöpfung und Logistik haben viele Unternehmen die Arbeit für die Beschäftigten stark vereinfacht. Die Entscheidungs- und Handlungsfreiheit wurde eingeschränkt. Daraus wird langfristig eine De-Qualifizierung resultieren, die zukünftiger Flexibilität und Innovation im Weg steht.

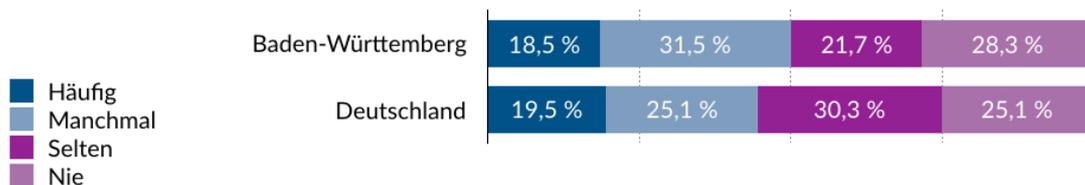
Ein Blick in die quantitativen Daten bildet beide diametralen Ausprägungen innerhalb der Branche ab und eröffnet, dass einerseits vermehrt auf Standardisierung gesetzt wird, andererseits jedoch sehr wohl auch Flexibilisierungstendenzen zu erkennen sind. Abbildung 28 gewährt Einblick in das Ausmaß an Monotonie und Standardisierung der Arbeit: Als Folge der umfassenden Standardisierung innerhalb des Maschinenbaus in Baden-Württemberg gibt mehr als ein Drittel der Beschäftigten (37 %) an, sich häufig bis in alle Einzelheiten wiederholende Arbeitstätigkeiten auszuführen – deutlich geringer ist hingegen der Anteil an Arbeitstätigkeiten, die stark standardisiert sind. Bei 19 % ist die Arbeitsdurchführung häufig in alle Einzelheiten vorgeschrieben, bei weiteren 32 % kommt dies manchmal vor. Dieser Befund muss im Zusammenhang mit den Ergebnissen zu Lean-Management gesehen werden (Unterkapitel → 4.1).

Monotonie und Standardisierung der Arbeit

Wie häufig kommt es vor, dass sich ein und derselbe Arbeitsgang bis in alle Einzelheiten wiederholt?



Wie häufig kommt es vor, dass Ihnen die Arbeitsdurchführung bis in alle Einzelheiten vorgeschrieben ist?



Daten: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012; Auswertung: Universität Hohenheim.

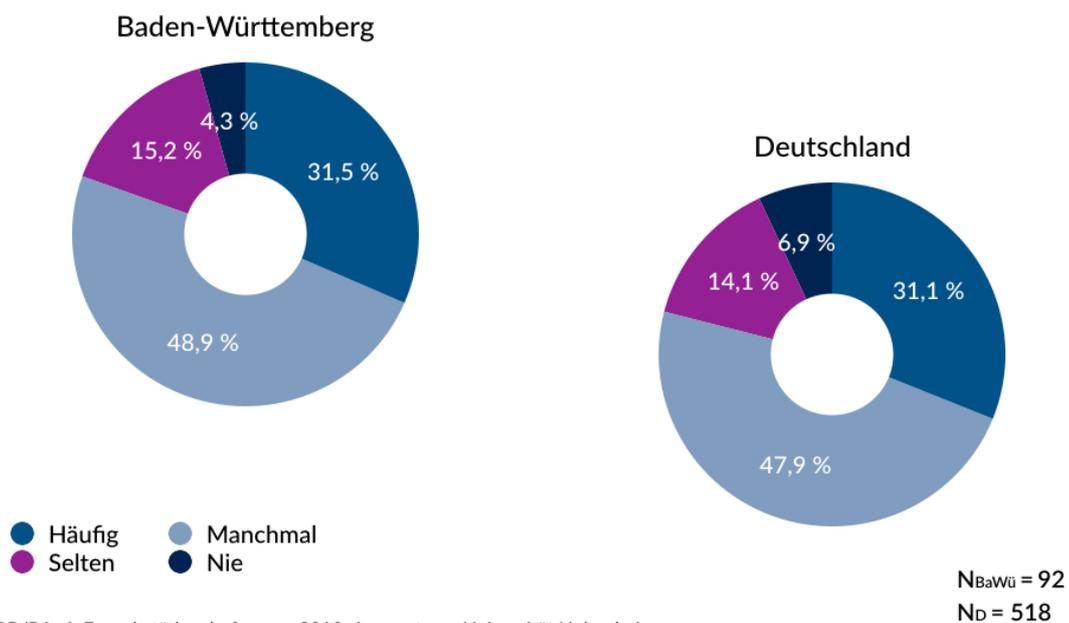
N_{BaWü} = 92
N_D = 518

Abbildung 28: Monotonie und Standardisierung

Dass am anderen Seite des Spektrums fast die Hälfte der Beschäftigten manchmal und sogar fast ein Drittel häufig die Freiheitsgrade hat, während der Arbeit Neues auszuprobieren und bestehende Prozesse zu verbessern, verdeutlicht die diametrale Tendenz zunehmender Flexibilisierung. Standardisierung und Monotonie auf der Ebene der direkten Arbeitstätigkeit können einhergehen mit Freiheitsgraden und dem Einbezug in Verbesserungsprozesse andererseits. Diese Widersprüchlichkeit ist nicht nur typisch für Ansätze wie das Lean-Management (Unterkapitel → 4.1), sondern generell für moderne Arbeitsorganisationen mit einem hohen Grad organisationaler Standards (Brunsson 2009).

Freiheitsgrade der Arbeit

Wie häufig kommt es vor, dass Sie bisherige Verfahren verbessern oder etwas Neues ausprobieren?



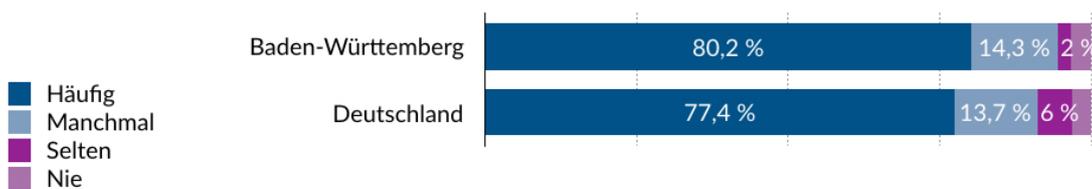
Daten: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012; Auswertung: Universität Hohenheim.

Abbildung 29: Freiheitsgrade der Arbeit

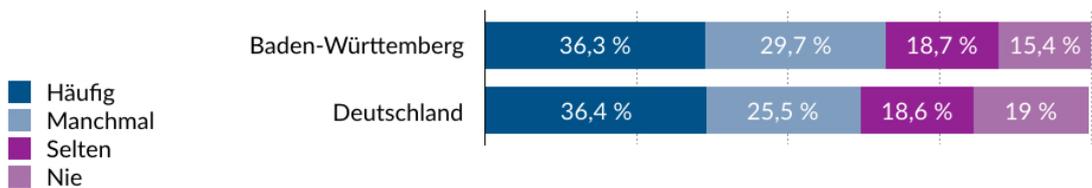
Auch im Hinblick auf die Möglichkeit, Arbeitsplanung und -einteilung selbst zu gestalten, zeigen sich anhand der Zahlen in Abbildung 30 in der Maschinenbaubranche bereits deutliche Flexibilisierungstendenzen: 80 % geben an, darauf häufig Einfluss zu haben. Deutlich geringer ist der Freiheitsgrad in Bezug auf die zugewiesene Arbeitsmenge – zwar haben 36 % häufig, allerdings mehr als ein Drittel der Beschäftigten so gut wie keinen Einfluss darauf, wie viel sie arbeiten müssen. Nur wenn Freiheitsgrade in beiden Dimensionen bestehen, kann aber von einer echten Zunahme von Handlungsspielräumen gesprochen werden. Wer die eigene Arbeit einteilen und planen kann, ohne Einfluss auf die an diesem Arbeitsplatz ankommende Arbeitsmenge zu haben, hat nicht mehr Freiheit, sondern mehr Belastung zu tragen. In solchen Fällen werden die Flexibilitätsanforderungen schlicht an den einzelnen Beschäftigten delegiert, ohne für dynamischere Marktanforderungen auch adäquatere Organisationsformen zu entwickeln.

Gestaltungsmöglichkeit bei Arbeitsplanung und -menge

Wie häufig kommt es vor, dass Sie Ihre eigene Arbeit selbst planen und einteilen können?



Wie häufig kommt es vor, dass Sie Einfluss auf die Ihnen zugewiesene Arbeitsmenge haben?



N_{BaWü} = 92

N_D = 518

Daten: BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012; Auswertung: Universität Hohenheim.

Abbildung 30: Gestaltungsmöglichkeit bei Arbeitsplanung und -menge

Beschäftigte haben generell trotzdem keine negative Haltung gegenüber mehr Flexibilisierung (Abbildung 31). Die überwiegende Mehrheit (81 %) kann gut damit umgehen, dass der Betrieb Flexibilität von ihnen fordert. Nur ein Viertel der Befragten in der Branche lehnt Flexibilität ab, da diese vor allem zulasten der Beschäftigten gehe. Allerdings, das zeigen die Zahlen ebenfalls sehr deutlich, wird Flexibilität nur dann akzeptiert, wenn sie keine Beeinträchtigung des Privatlebens bewirkt.

Einstellung zur Flexibilisierung

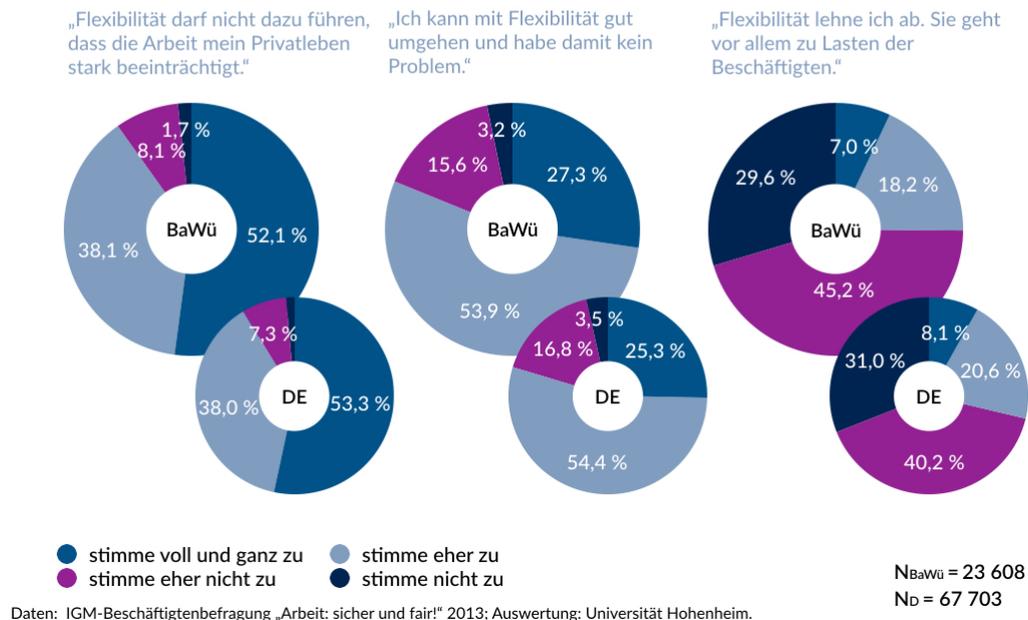


Abbildung 31: Einstellung zur Flexibilisierung

Der **Flexibilitätsbedarf** vieler Unternehmen und damit die Komplexität werden weiter steigen, dies koppelt sich zunehmend mit der Anforderung an die Innovationsfähigkeit des Unternehmens in einem dynamischen Umfeld.

Die **Überprüfung einer grundlegenden Unternehmensstrategie** wird erforderlich. Einer zunehmenden Komplexität wird bislang zu häufig mit althergebrachten Strategien zentraler Planung und Steuerung begegnet. Flexibilitätsanforderungen von außen werden oft an die Beschäftigten delegiert, ohne adäquate Organisationsformen zu schaffen. Die Arbeitswelt 4.0 braucht auch eine Organisation 4.0.

Wird Subjektivierung angestrebt, steht für viele Unternehmen eine **Restrukturierung von Organisation und Führung** hin zu dezentralen und prozessgerechten Bereichen, eigenverantwortlichen Teams und einer weniger direktiven Führung an. **Freiheitsgrade** der Beschäftigten müssen sich auf mehr Dimensionen des Arbeitshandelns beziehen als bisher.

Die **Innovationsfähigkeit der Organisation und der Erhalt der Arbeitsfähigkeit der Beschäftigten gehen Hand in Hand**. Gerade bei der Gestaltung neuer Digitalisierungslösungen ist es daher besonders relevant, mehr Handlungsspielraum „einzubauen“ und Widersprüche zwischen Planbarkeit und Komplexität nicht als Belastungsphänomene zu individualisieren.

5 Auf dem Weg in die Arbeitswelt 4.0: Impuls zu Diskurs und Handeln

Dieser Band versteht sich als Quintessenz der beiden ausführlichen Teilstudien, die mit einem use-case-basierten Blick in die Unternehmen (Band 2, Korge u.a. 2016) und einem deskriptiven Blick in die Daten (Band 3, Pfeiffer u.a. 2016b) den aktuellen Stand der Arbeitswelt des Maschinenbaus in Baden-Württemberg nachzeichnen. In Kapitel → 4 haben wir entlang von vier datenbasierten Schlaglichtern nicht nur zentrale Daten aus beiden Teilstudien aufeinander bezogen, sondern diese Ergebnisse mit Empfehlungen und ersten Ableitungen für mögliches Handeln und Gestalten verbunden.

Dieses abschließende Kapitel soll diese Empfehlungen nicht erneut wiederholen. An dieser Stelle ist es das Anliegen aller Autorinnen und Autoren dieser Studie das Projektvorhaben und -vorgehen resümieren. Ziel war es, den Ist-Stand der Arbeitswelt in Baden-Württemberg mit einem methodischen und interdisziplinären Mix und exemplarisch am Beispiel des Maschinen- und Anlagenbaus in den Blick zu nehmen. Damit wollten wir einerseits eine datenbasierte Grundlage für einen landesweiten Dialog zur Gestaltung der Arbeitswelt 4.0 bereitstellen und andererseits die methodische Basis für weitere Erhebungen und Vergleiche zu entwickeln. Die Verbindung der beiden Analyseansätze – Blick in die Unternehmen und Blick in die Daten – kann nur so weit gelingen als vorliegende Datensätze und deren Items kompatibel zu machen sind mit der Vielfalt der Arbeitswelt und der Dynamik der technischen und organisatorischen Entwicklung in den Unternehmen. So finden sich beispielsweise viele aktuell als typisch geltende IT-Nutzungsformen noch kaum differenziert in quantitativen Erhebungen der letzten Jahre. Auch die Unterschiedlichkeit von Arbeitsprofilen, wie sie die unternehmensfallbasierten Use-Cases allein für Produktionsarbeit in der Branche identifizieren, lässt sich in den großen Datensätzen nicht immer wiederfinden. Beide Forschungsperspektiven und Datenbasen aber aufeinander zu beziehen und die jeweiligen Ergebnisse in einem interdisziplinären Team gemeinsam zu bewerten und zu interpretieren ermöglicht – und wir hoffen, dies in dieser Vorstudie an einem Branchenbeispiel zeigen zu können – einen Erkenntnismehrwert, den beide Ansätze alleine nicht hätten generieren können.

Wollte man aus den vielfältigen Einzelergebnissen aller drei Bände dieser Vorstudie so etwas wie ein inhaltliches Gesamtfazit ziehen, wäre dies: Positive wie ambivalente oder negative Phänomene der aktuellen Arbeitswelt resultieren nicht ursächlich in heutigen Formen der Digitalisierung, sondern sind Folge vielfacher Einflussfaktoren. Die Gestaltung der Arbeitswelt 4.0 wird sich auch in der Zukunft nicht ausschließlich reduzieren auf die Gestaltung digitaler Technik. Heute aber schon empirisch zu beobachtende Probleme sollten bei Wandlungsprozessen nicht unreflektiert in die 4.0 Welt verlängert werden. Die Arbeitswelt 4.0 bietet mehr als andere historische Phasen des Wandels die Chance einer bewussten Gestaltung. Dabei werden neben und mit technisch fokussierten Gestaltungsherausforderungen teils ganz neue Antworten gefunden werden müssen. Antworten aber, die letztlich „alte“ Fragen adressieren,

wie etwa: Was ist gute Arbeit? Wie können Unternehmen innovativ sein und bleiben? Welche Rahmenbedingungen brauchen auch kleine und mitteständische Unternehmen für wirtschaftlichen Erfolg? In welchen demokratischen Formen finden wir Wege für neue oder ganz andere Formen der Regulierung? Wie kann Arbeit immer noch produktiver und effektiver werden ohne den Preis steigender Belastung, gesundheitlicher Folgen oder abnehmender Vereinbarkeit? Wie kann auch disruptiver Wandel gesellschaftlich sozialverträglich für alle gestaltet werden?

Am Ende unserer Vorstudie wollten wir mit diesem Band 1 skizzieren, was einige unserer Befunde für die betriebliche Praxis und die Handelnden auf Branchen- und Landesebene bedeuten könnten. Industrie 4.0 ist eine ungleichzeitig verlaufende Entwicklung, die im Maschinen- und Anlagenbau auf eine höchst heterogene Branche trifft. Einfache oder gar rezepthafte Handlungsempfehlungen widersprechen sowohl der Dynamik des technologischen Wandels wie der Vielfalt von Arbeit. Jetzt aber sind Gestaltung aus eigener Kraft und Entwicklung eigenständiger Wege gefragt. Für diese Art des Handelns wollen wir hiermit einen Impuls setzen und die untersuchte Maschinenbau-Branche zusammen mit anderen gesellschaftlichen Akteuren anstiften zum gemeinsamen Nachdenken und Diskutieren über den Weg in die Arbeitswelt 4.0.

6 Literatur

- Abel, Jörg; Ittermann, Peter; Steffen, Marlies (2013): Wandel von Industriearbeit. Herausforderungen und Folgen neuer Produktionssysteme in der Industrie. Arbeitspapier 32, TU Dortmund.
- Adami, Wilfried; Lang, Christa; Pfeiffer, Sabine; Rehberg, Frank (Hg.) (2008): Montage braucht Erfahrung: Erfahrungsbasierte Wissensarbeit in der Montage. München, Mering: Hampp.
- Agiplan et al. (Hg.) (2015): Studie „Erschließen der Potenziale der Anwendung von ‚Industrie 4.0‘ im Mittelstand“. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BWMi).
- Ahrens, Daniela; Spöttl, Georg (2015): Industrie 4.0 und Herausforderungen für die Qualifizierung von Fachkräften. In: Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Ittermann, Peter; Niehaus, Jonathan (Hg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Baden-Baden: Nomos, S. 183–203.
- Ashby, W. R. (1970): An Introduction to Cybernetics, 5. Auflage. London.
- Bauer, Agnes; Dörich, Jürgen; Korge, Axel; Korge, Gabriele; Reiner, Dorothee (2010): Wettbewerbsfähigkeit durch Lernen. Ein Handbuch zur Analyse und Gestaltung von Produktionssystemen mit Praxisbeispielen. Berlin: Gesamtmetall.
- Bauer, Hans G.; Böhle, Fritz; Munz, Claudia; Pfeiffer, Sabine; Woicke, Peter (2006): Hightech-Gespür: Erfahrungsgeleitetes Arbeiten und Lernen in hoch technisierten Arbeitsbereichen. Ergebnisse eines Modellversuchs beruflicher Bildung in der chemischen Industrie, Bielefeld.
- BCG (2015): Man and Machine in Industry 4.0. How Will Technology Transform the Industrial Workforce through 2025? The Boston Consulting Group.
- Binner, Hartmut F. (2007): Process Excellence durch output-orientierte Unternehmensführung. Online: http://www.org-portal.org/fileadmin/media/legacy/Process_Excellence.pdf
- Böhle, Fritz; Pfeiffer, Sabine; Sevsay-Tegethoff, Nese (Hg.) (2004): Die Bewältigung des Unplanbaren, Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Böhle, Fritz; Pfeiffer, Sabine; Porschen, Stephanie; Sevsay-Tegethoff, Nese (2011): Herrschaft durch Objektivierung. Zum Wandel von Herrschaft im Unternehmen. In: Bonß, Wolfgang; Lau, Christoph (Hg.): Macht und Herrschaft in der reflexiven Moderne. Weilerswist: Velbrück, S. 244–283.
- Bonin, Holger; Gregory, Terry; Zierahn, Ulrich: Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. ZEW-Kurzexpertise Nr. 57 für das Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Hg. v. Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Online: ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/Kurzexpertise_BMAS_ZEW2015.pdf.
- Borg, Ingwer (2003): Führungsinstrument Mitarbeiterbefragung. Theorien, Tools und Praxiserfahrungen. Göttingen: Hogrefe.
- Bowles Jeremy (2014): Chart of the Week: 54 % of EU jobs at risk of computerisation. Online: <http://bruegel.org/2014/07/chart-of-the-week-54-of-eu-jobs-at-risk-of-computerisation/>.
- Bretschneider-Hagemes, Michael (2016): Scientific Management reloaded? Zur Subjektivierung von Erwerbsarbeit durch postfordistisches Management – eine kritische Betrachtung auf der Schnittmenge soziologischer, ökonomischer sowie arbeits- und organisationspsychologischer Prozesse. Dissertation an der Bergischen Universität Wuppertal.
- Brunsson, Nils (2009): Reform as Routine: Organizational Change and Stability in the Modern World. Oxford: University Press.
- BWIK (2016): IHK-Online-Umfrage „Auswirkungen von Wirtschaft 4.0 auf die berufliche Aus- und Weiterbildung“. Stuttgart.
- Carstensen, Tanja (2015): Neue Anforderungen und Belastungen durch digitale und mobile Technologien. In: WSI-Mitteilungen 9, S. 187–193.

- Clement, Ute; Lacher, Michael (2006) (Hg.): Produktionssysteme und Kompetenzerwerb. Zu den Veränderungen moderner Arbeitsorganisation und ihren Auswirkungen auf die berufliche Bildung. Stuttgart: Franz Steiner.
- Deuse, Jochen u. a. (2015): Gestaltung sozio-technischer Arbeitssysteme für Industrie 4.0. In: Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Ittermann, Peter; Niehaus, Jonathan (Hg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Baden-Baden: Nomos, S. 147–164.
- Deuse, Jochen; Weisner, Kirsten; Hengstebeck, André; Busch, Felix (2015): Gestaltung von Produktionssystemen im Kontext von Industrie 4.0. In: Botthof, Alfons; Hartmann, Ernst Andreas (Hg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Heidelberg, Berlin: Springer, S. 99 ff.
- Dobischat, Rolf; Düsseldorf, Karl (2013): Betriebliche Weiterbildung in Klein- und Mittelbetrieben (KMU). Forschungsstand, Problemlagen und Handlungserfordernisse – eine Bilanz. In: WSI-Mitteilungen 66 (4), S. 247–254.
- Dombrowski, Uwe; Mielke, Tim (2015) (Hg.): Ganzheitliche Produktionssysteme. Aktueller Stand und zukünftige Entwicklungen. Heidelberg, Berlin: Springer.
- Dunkel, Wolfgang; Kratzer, Nick; Menz, Wolfgang (2010): Permanentes Ungenügen und Veränderung in Permanenz – Belastungen durch neue Steuerungsformen. In: WSI-Mitteilungen 63, S. 357–364.
- Eberhard, Daniel (2013): Fertigungsorganisation nach dem Chaku-Chaku-Prinzip. München: Grin.
- Ernst, Gerhard (2009): Von der Humanisierung zu Arbeitsgestaltung und Dienstleistungen – 40 Jahre Arbeitsforschung. Materialsammlung für einen Vortrag Januar 2009. Online: http://www.isf-muenchen.de/pdf/ernst_2009_40_jahre_arbeitsforschung.pdf
- Frey, Carl Benedikt; Osborne, Michael A. (2013): The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? Online: http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf
- Galiläer, Lutz; Zeller, Beate (2006): Einfache Arbeit im Wandel – Früherkennung von Qualifikationsentwicklungen bei einfachen Tätigkeiten. In: Bullinger, Hans-Jörg (Hg.): Qualifikationen im Wandel. Nutzen und Perspektiven der Früherkennung. Bielefeld: Bertelsmann, S. 85–90.
- Gebhardt, Birgit; Hofmann, Josephine; Roehl, Heiko (2015): Zukunftsfähige Führung. Die Gestaltung von Führungskompetenzen und -systemen. Hg. v. Bertelsmann Stiftung, Gütersloh. Online: https://www.bertelsmannstiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/ZukunftsfuehigeFuehrung_final.pdf
- Grabmeier, Stephan (2015): Führung. New Leadership – Führung in der Arbeitswelt 4.0. In: Braun, Peter; Schäfer, Gabriele (Hg.): Zukunftsmonitor. Zukunftsmanagement und Rating, Januar/Februar 2015, S. 6 ff.
- Grobe, Thomas G.; Steinmann, Susanne (2015): Depressionsatlas – Auswertungen zu Arbeitsunfähigkeit und Arzneiverordnungen, Hamburg.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2016): Industrie 4.0 als Technologieversprechen, TU Dortmund. Online: http://www.neue-industriearbeit.de/fileadmin/templates/publikationen/20160616---Hirsch-Kreinsen_b_Industrie-4_0-als-Technologieversprechen.pdf
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2015a): Einleitung: Digitalisierung industrieller Arbeit. In: Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Ittermann, Peter; Niehaus, Jonathan (Hg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Baden-Baden: Nomos, S. 9–32.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2015b): Entwicklungsperspektiven von Arbeit. In: Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Ittermann, Peter; Niehaus, Jonathan (Hg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Baden-Baden: Nomos, S. 15–21.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Ittermann, Peter; Niehaus, Jonathan (Hg.) (2015): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Baden-Baden: Nomos.
- IAB (2015): Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen. Hg. v. IAB – Institut für Arbeitsmarkt-

und Berufsforschung (IAB Forschungsbericht, 8/15).
Online: <http://doku.iab.de/forschungsbericht/2015/fb0815.pdf>.

- Ilmarinen, Juhani; Tempel, Jürgen (2002): Arbeitsfähigkeit 2010. Was können wir tun, damit Sie gesund bleiben? Helsinki, Hamburg.
Online: http://www.neue-wege-im-bem.de/sites/neue-wege-im-bem.de/dateien/download/arbeitsfaehigkeit_2010_buch.pdf.
- ING DiBa (2015): Die Roboter kommen. Folgen der Automatisierung für den deutschen Arbeitsmarkt.
Online: <https://www.ing-diba.de/pdf/ueber-uns/presse/publikationen/ing-diba-economic-research-die-roboter-kommen.pdf>.
- Kagermann, Henning (2014): Chancen von Industrie 4.0 nutzen. In: Bauernhansl, Thomas; ten Hompel, Michael; Vogel-Heuser, Birgit (Hg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien, Migration. Wiesbaden: Springer Vieweg, S. 603–614.
- Kagermann, Henning; Wahlster, Wolfgang; Helbig, Johannes (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Frankfurt/M.
Online: http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Abschlussbericht_Industrie4.0_barrierefrei.pdf.
- Kinkel, Steffen; Friedewald, Michael; Hüsing, Bärbel; Lay, Gunter; Lindner, Ralf (2008): Arbeiten in der Zukunft Strukturen und Trends der Industriearbeit. Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung – Nr. 27. Berlin: Edition Sigma.
Online: <https://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/buecher/kinkel-et-al-2008-113.pdf>.
- Kinkel, Steffen; Som, Oliver (2007): Strukturen und Treiber des Innovationserfolgs im deutschen Maschinenbau. Verbreitung und Effekte von innovationsunterstützenden Technik-, Organisations- und Kooperationskonzepten. In: Mitteilungen aus der ISI-Erhebung zur Modernisierung der Produktion Nr. 41.
- Kleemann, Frank (2012): Subjektivierung von Arbeit – Eine Reflexion zum Stand des Diskurses. In: Arbeits- und Industriesoziologische Studien (AIS) 5, S. 6–20.
Online: http://www.ais-studien.de/uploads/tx_nfextarboznetzeitung/AIS-2-12-2Kleemannfinal.pdf fertige Paper.pdf.
- Korge, Axel (2010): „Simple Organization“ – Fabriken einfach organisieren: Damit den Managern nicht die Herrschaft über die Unternehmensprozesse entgleitet. In: wt-online 1/2 2010, S. 2–8.
- Korge, Axel; Lentjes, H.-P. (2009): Ganzheitliche Produktionssysteme. Konzepte, Methoden, Erfolgsfaktoren. In: Bullinger, H.-J.; Spath, D.; Warnecke, H.-J.; Westkämper, E. (Hg.): Handbuch Unternehmensorganisation. Strategien, Planung, Umsetzung. Heidelberg: Springer, S. 569–574.
- Korge, Axel/Schlund, Sebastian/Marrenbach, Dirk (2016): Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 Baden-Württemberg – Vorstudie Bd. 2. Szenario-basierte Use-Cases und Zukunftsszenarien für den Maschinenbau, Stuttgart: Fraunhofer IAO.
Online: http://wm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-wm/intern/Dateien_Downloads/Arbeit/Arbeitsmarktpolitik_Arbeitsschutz/Arbeitswelt40-BW-2016-Bd2.pdf
- Kratzer, Nick; Sauer, Dieter; Hackett, Anne; Gül (Trinks), Katrin; unter Mitarbeit von Wagner, Alexandra (2003): Flexibilisierung und Subjektivierung von Arbeit – Zwischenbericht zur „Berichterstattung zur Sozio-ökonomischen Entwicklung der Bundesrepublik Deutschland: Arbeit und Lebensweisen“, München.
Online: http://www.soeb.de/fileadmin/redaktion/downloads/kratzer_flex.pdf.
- Landesnetzwerk Mechatronik BW (2016): Industrie 4.0 in der Region Göppingen. Studie im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg, Stuttgart.
- Lohr, Karin (2008): Subjektivierung von Arbeit aus Sicht der Arbeitssoziologie. Vortrag auf dem 13. Bamberger Andragogentag.
Online: https://www.uni-bamberg.de/fileadmin/andragogik/Andragogik1/Andragogentag_2008/Vortrag_Bamberg_Subjektivierung_von_Arbeit.pdf.
- Luczak, Holger (1998): Arbeitswissenschaft. Berlin, Heidelberg: Springer.

- Malik, Fredmund (2000): Führen – leisten – leben. Wirksames Management für eine neue Zeit. Stuttgart: Deutsche Verlagsanstalt.
- Matuschek, I. (2016): Industrie 4.0, Arbeit 4.0 – Gesellschaft 4.0? Eine Literaturstudie. Berlin: Rosa-Luxemburg-Stiftung.
Online: https://www.rosalux.de/fileadmin/rls_uploads/pdfs/Studien/Studien_02-2016_Industrie_4.0.pdf.
- Moosbrugger, Jeanette (2008): Subjektivierung von Arbeit: Freiwillige Selbstaubeutung: Ein Erklärungsmodell für die Verausgabungsbereitschaft von Hochqualifizierten, Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Müller, Melanie: Die Rolle des Mitarbeiters im Wandel der Zeit. Zur Bedeutung von Mitarbeiter und Interaktionskultur in der heutigen Unternehmenspraxis im Kontext des Business to Employee (B2E). Univ.-Dissertation Bonn, 2006. Online: <http://hss.ulb.uni-bonn.de/2006/0848/0848.pdf>.
- Neef, Andreas; Burmeister, Klaus (2005): Die Schwarm-Organisation – Ein neues Paradigma für das e-Unternehmen der Zukunft. In: Kuhlin, Bernd; Thielmann, Heinz (Hg.): Real-Time Enterprise in der Praxis: Fakten und Ausblick. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 563–572.
- Orbis (2016): Orbis. Bureau van Dijk. Datenbankzugang über die Universität Hohenheim.
Online: <https://orbis4.bvdep.com> (Datenauszug vom 20. Juli 2016).
- Pardi, Tommaso (2007): Redefining the Toyota Production System – the European side of the story. In: New Technology, Work and Employment, 22 (1), S. 2–20.
- Pfeiffer, Sabine (2007): Montage und Erfahrung. Warum Ganzheitliche Produktionssysteme menschliches Arbeitsvermögen brauchen. München u. a.: Hampp.
- Pfeiffer, Sabine (2008): Flexible Standardisierung und Ganzheitliche Produktionssysteme – erfahrungsförderlich? In: Adami, Wilfried; Lang, Christa; Pfeiffer, Sabine; Rehberg, Frank (Hg.): Montage braucht Erfahrung: Erfahrungsbasierte Wissensarbeit in der Montage. München, Mering, S. 143–167.
- Pfeiffer, Sabine (2012): Technologische Grundlagen der Entgrenzung: Chancen und Risiken. In: Badura, Bernhard; Ducki, Antje; Schröder, Helmut; Klose, Joachim (Hg.): Fehlzeiten-Report 2012. Gesundheit in der flexiblen Arbeitswelt: Chancen nutzen – Risiken minimieren. Berlin, Heidelberg, S. 15–21.
- Pfeiffer, Sabine (2015): Industrie 4.0 und die Digitalisierung der Produktion – Hype oder Megatrend? In: Aus Politik und Zeitgeschichte 65, S. 6–12.
Online: <http://www.bpb.de/apuz/209955/industrie-4-0-und-die-digitalisierung-der-produktion>.
- Pfeiffer, Sabine (2016): Soziale Technikgestaltung in der Industrie 4.0. In: BMAS (Hg.): Digitalisierung der Arbeitswelt. Werkheft 01. Berlin: Bundesministerium für Arbeit und Soziales, S. 47–51.
Online: <http://www.bmas.de/DE/Service/Medien/Publikationen/a877-01-werkheft.html>.
- Pfeiffer, Sabine; Suphan, Anne (2015): Der AV-Index. Lebendiges Arbeitsvermögen und Erfahrung als Ressourcen auf dem Weg zu Industrie 4.0. Stuttgart.
Online: <http://www.sabine-pfeiffer.de/files/downloads/2015-Pfeiffer-Suphan-draft.pdf>.
- Pfeiffer, Sabine; Lee, Horan; Zirnig, Christopher; Suphan, Anne (2016a): Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025, Frankfurt/M.
Online: <https://www.sabine-pfeiffer.de/files/downloads/2016-Pfeiffer-Industrie40-Qualifizierung2025.pdf>.
- Pfeiffer, Sabine; Suphan, Anne; Zirnig, Christopher; Kostadinova, Denitsa (2016b): Zukunftsprojekt Arbeitswelt 4.0 Baden-Württemberg – Vorstudie Bd. 3. Quantitative Analysen mit Schwerpunkt auf der Branche Maschinen- und Anlagenbau. Stuttgart: Universität Hohenheim.
Online: http://wm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-wm/intern/Dateien_Downloads/Arbeit/Arbeitsmarktpolitik_Arbeitsschutz/Arbeitswelt40-BW-2016-Bd3.pdf
- Pfeiffer, Sabine; Schütt, Petra; Ritter, Tobias (2014): Organisationales Arbeitsvermögen. Eine wichtige Dimension von Beschäftigungsfähigkeit und Bedingung für eine nachhaltige Arbeitsmarktintegration.

- In: Löw, Martina (Hg.): Vielfalt und Zusammenhalt. Verhandlungen des 36. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Soziologie in Bochum und Dortmund 2012. Frankfurt/M., New York, (CD).
- Porter, Michael E. (2008): Wettbewerbsstrategie: Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten. Frankfurt/M., New York: Campus.
- Scherm, Ewald; Pietsch, Gotthard (2007): Organisation. Theorie, Gestaltung, Wandel. Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH.
- Schoeneberg, Klaus-Peter (2014) (Hg.): Komplexitätsmanagement in Unternehmen. Herausforderungen im Umgang mit Dynamik. Wiesbaden: Springer.
- Som, Oliver; Kinkel, Steffen; Kirner, Eva; Buschak, Daniela; Frietsch, Rainer; Jäger, Angela; Neuhäusler, Peter; Nusser, Michael; Wydra, Sven (2010): Zukunftspotenziale und Strategien nicht forschungintensiver Industrien in Deutschland – Auswirkungen auf Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung. TAB Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag.
- Spath, Dieter (Hg.) (2003): Ganzheitlich produzieren. Innovative Organisation und Führung. Stuttgart: LOG_X.
- Springer, Roland; Meyer, Frank (2006): Flexible Standardisierung von Arbeitsprozessen. Erfahrungen aus der betrieblichen Praxis. In: Clement, Ute; Lacher, Michael (Hg.): Produktionssysteme und Kompetenzerwerb. Zu den Veränderungen moderner Arbeitsorganisation und ihren Auswirkungen auf die berufliche Bildung. Stuttgart: Franz Steiner, S. 43–54.
- VDMA (2014): Daten und Zahlen zum Maschinenbau in Baden-Württemberg.
Online: <http://bawue.vdma.org/documents/106090/0/Daten%20und%20Fakten%20zum%20Maschinenbau%20in%20Baden-Württemberg/4bfda88d-d9c7-4d64-9c9b-5b2975d4a8f2>.
- VDI 2870 (2012): Ganzheitliche Produktionssysteme. Grundlagen, Einführung und Bewertung. VDI-Richtlinie 2870, 1012. Verein Deutscher Ingenieure e. V. Düsseldorf.
Online: https://www.vdi.de/uploads/tx_vdirili/pdf/1717393.pdf.
- Waller, Heiko (2006): Gesundheitswissenschaft: Eine Einführung in Grundlagen und Praxis. Stuttgart: Kohlhammer.
- WEF (2016): The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. Global Challenge Insight Report.
Online: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf.
- WHO (2003): WHO definition of Health. Online: <http://www.who.int/about/definition/en/print.html>.
- Windelband, Lars (2014): Zukunft der Facharbeit im Zeitalter „Industrie 4.0“. In: Journal of Technical Education (JOTED), 2 (2), S. 138–160.
Online: <http://www.journal-of-technical-education.de/index.php/joted/article/view/41>.
- Windelband, Lars; Dworschak, Bernd (2015): Arbeit und Kompetenzen in der Industrie 4.0 – Anwendungsszenarien Instandhaltung und Leichtbaurobotik. In: Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Ittermann, Peter; Niehaus Jonathan (Hg.): Digitalisierung industrieller Arbeit. Baden-Baden: Nomos, S. 72–86.



Zukunftsprojekt
Arbeitswelt 4.0
Baden-Württemberg