

Dispan, Jürgen; Schwarz-Kocher, Martin

Working Paper

Digitalisierung im Maschinenbau. Entwicklungstrends, Herausforderungen, Beschäftigungswirkungen, Gestaltungsfelder im Maschinen- und Anlagenbau

Working Paper Forschungsförderung, No. 94

Provided in Cooperation with:

The Hans Böckler Foundation

Suggested Citation: Dispan, Jürgen; Schwarz-Kocher, Martin (2018) : Digitalisierung im Maschinenbau. Entwicklungstrends, Herausforderungen, Beschäftigungswirkungen, Gestaltungsfelder im Maschinen- und Anlagenbau, Working Paper Forschungsförderung, No. 94, Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf, <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-2018102415083893768214>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/215889>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/de/legalcode>

WORKING PAPER FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Nummer 094, September 2018

Digitalisierung im Maschinenbau

Entwicklungstrends, Herausforderungen,
Beschäftigungswirkungen, Gestaltungsfelder
im Maschinen- und Anlagenbau

Jürgen Dispan und Martin Schwarz-Kocher

Die Autoren

Dr. Jürgen Dispan ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter beim IMU Institut in Stuttgart. Seine inhaltlichen Schwerpunkte liegen in analytischen und konzeptionellen Arbeiten rund um die Bereiche Branche, Cluster, Strukturwandel sowie Innovation, Mitbestimmung, Partizipation in Betrieb und Region.

Dr. Martin Schwarz-Kocher ist Geschäftsführer der IMU Institut GmbH und dort als arbeitsorientierter Forscher und Berater tätig. Seine Arbeitsschwerpunkte liegen in den Bereichen Arbeitsgestaltung, Branchenanalysen, Mitbestimmungsforschung, Industriesoziologie und Wirtschaftsberatung.

© 2018 by Hans-Böckler-Stiftung
Hans-Böckler-Straße 39, 40476 Düsseldorf
www.boeckler.de



„Digitalisierung im Maschinenbau“ von Jürgen Dispan und Martin Schwarz-Kocher ist lizenziert unter

Creative Commons Attribution 4.0 (BY).

Diese Lizenz erlaubt unter Voraussetzung der Namensnennung des Urhebers die Bearbeitung, Vervielfältigung und Verbreitung des Materials in jedem Format oder Medium für beliebige Zwecke, auch kommerziell.
(Lizenztext: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/de/legalcode>)

Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz gelten nur für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen Quellen (gekennzeichnet mit Quellenangabe) wie z. B. von Schaubildern, Abbildungen, Fotos und Textauszügen erfordert ggf. weitere Nutzungsgenehmigungen durch den jeweiligen Rechteinhaber.

ISSN 2509-2359

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	4
1. Einleitung.....	5
2. Literaturüberblick zur Digitalisierung im Maschinenbau.....	9
2.1 Studien zu Industrie 4.0 im Maschinenbau	10
2.2 Studien zu Arbeit 4.0 im Maschinenbau	12
3. Digitalisierungsstrategien – der Maschinenbau als Anbieter und Anwender	18
3.1 Digitale Transformation und Unternehmensstrategie	18
3.2 Maschinenbau als Anbieter digitaler Produkte und Services.....	22
3.3 Digitalisierung in der Anwenderperspektive	32
3.4 Lean-Konzepte und Digitalisierung	39
3.5 Strategische Divergenz zwischen Anbieter und Anwender	43
4. Beschäftigungswandel in der digitalen Transformation	46
4.1 Einschätzung von Arbeitsplatzeffekten	46
4.2 Veränderungen der Arbeitsbedingungen	54
4.3 Neue Anforderungen für Beschäftigte.....	61
4.4 Change Management und Beteiligung.....	67
4.5 Chancen und Risiken der Digitalisierung	69
5. Gestaltungsfelder für die Mitbestimmungsträger	72
5.1 Strategie des Betriebsrats für die digitale Transformation.....	73
5.2 Betriebsvereinbarung als Rahmen für die Digitalisierung.....	75
5.3 Beteiligungsprozesse für die Beschäftigten	77
5.4 Gestaltung guter Arbeit.....	79
5.5 Fünf-Punkte-Plan für innovative Mitbestimmung.....	82
6. Literaturverzeichnis.....	85

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklungsszenarien zur Zukunft digitaler Arbeit.....	16
Abbildung 2: Stand der Digitalisierung im Betrieb 2017 (Einschätzung von Betriebsräten der Maschinenbau- Teilbranche Landtechnik)	20
Abbildung 3: Geplantes Angebotswachstum im Maschinenbau bis 2021 bei digitalisierten Produkten und produktbegleitenden Dienstleistungen.....	23
Abbildung 4: Digitalisierung der internen Prozesse im Maschinenbau	32
Abbildung 5: Problemfelder bei der Digitalisierung von Produkten	62
Abbildung 6: Chancen und Risiken der Digitalisierung für Unternehmen und Beschäftigung im Maschinenbau aus Sicht der befragten Experten.....	70
Abbildung 7: Checkliste für die Qualität der Arbeitsbedingungen („QAB-Check“)	80
Abbildung 8: Gestaltungsfelder für die Mitbestimmungsträger in der digitalen Transformation.....	83
Abbildung 9: Der Fünf-Punkte-Plan der IG Metall für die Gestaltung des digitalen Wandels	83

1. Einleitung

Digitalisierung und Industrie 4.0 sind für den Maschinen- und Anlagenbau sowohl in der Perspektive des Anbieters von digitalisierten Produkten und Services als auch des Anwenders bei den internen Prozessen hochrelevant. So spielen im Rahmen der digitalen Vernetzung z. B. Software-Systeme (Cyber Physical Systems), Big Data, künstliche Intelligenz, vorausschauende Wartung, digitale Assistenzsysteme und weitere digitale Technologien eine immer größere Rolle für den Maschinenbau. Digitale Geschäftsmodelle und neue Wettbewerber aus dem Bereich digitaler Plattformen stellen zunehmend Herausforderungen für die Maschinenbauunternehmen dar.

Technologische Treiber für die digitale Transformation sind die stark steigende Rechner- und Speicherleistungen, die neue Formen der künstlichen Intelligenz und ihrer dezentralen Nutzung ermöglichen, die intelligente Sensorik zur gezielten Erfassung großer Datenmengen sowie die zunehmende Vernetzung und weltweite Kommunikation in Echtzeit. Jedoch ist Digitalisierung weit mehr als ein technologischer Wandel. Die Veränderungen sind als Wechselwirkung zwischen Mensch und Technik, als sozio-technisches System zu betrachten. Die erweiterten technischen Möglichkeiten werden erst wirksam, wenn sie von Menschen, in den Unternehmen, in der Gesellschaft angewendet, genutzt werden. Erst im Zusammenspiel von Mensch, Technik und Organisation verändert Digitalisierung tatsächlich die Arbeitswelt. Dieses Verständnis von Digitalisierung impliziert, dass die technologische, organisatorische und arbeitsbezogene Dimension eines Wertschöpfungsprozesses gleichermaßen in den Blick genommen wird. Speziell im Maschinenbau kommt zur anwendungsbezogenen Sicht auf Digitalisierung und Industrie 4.0 auch die Sicht als Anbieter von Investitionsgütern für Kunden in vielen Wirtschaftszweigen, die ihrerseits die eigenen Prozesse digitalisieren wollen und müssen.

Als Kern der deutschen Investitionsgüterindustrie ist der Maschinenbau volkswirtschaftlich und beschäftigungspolitisch überaus bedeutend. Mit ihren weit mehr als eine Million Beschäftigten in mehr als 6.200 Unternehmen ist die Branche die industrielle Säule Deutschlands. Maschinen und Anlagen stellen eine wichtige Grundlage für die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der Industrie dar; Produktivitäts-, Qualitäts- und Kostenentwicklung in den produzierenden Unternehmen vieler Branchen weltweit sind durch sie determiniert.

Für die zahlreichen Mitarbeiter in den Unternehmen der Branche ist die digitale Transformation mit Auswirkungen auf Beschäftigungschancen, Arbeitsbedingungen, Kompetenzerfordernungen und Qualifikationsbedarfe verbunden. In diesem Kontext befasst sich die Studie „Digitalisierung im Maschinenbau“ mit den branchenspezifischen Herausforderungen durch Digitalisierungsprozesse aus einer arbeitsorientierten Sicht. Dafür sind ers-

rens Einblicke in die Digitalisierungsstrategien der Maschinenbauunternehmen ebenso wie der Stand der Digitalisierung bei den Produkten und Geschäftsmodellen wie auch bei den internen Prozessen relevant. Auf dieser Grundlage lassen sich im *zweiten* Schritt Wirkungen und wechselseitige Abhängigkeiten auf die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen und der Branche sowie auf Beschäftigung und Arbeitspolitik im Maschinenbau analysieren und im *dritten* Schritt Handlungsbedarfe und Gestaltungsfelder für die Mitbestimmungsträger erarbeiten.

Zielsetzung und Fragestellungen

Zielsetzung des Forschungsprojekts „Digitalisierung im Maschinenbau“ war es, auf Basis einer fundierten Analyse von Digitalisierungsprozessen in ausgewählten Teilbranchen des Maschinenbaus in Deutschland zum einen Chancen und Risiken für Beschäftigung und Arbeit abzuleiten und zum anderen Gestaltungsfelder für gute Arbeitsbedingungen, sichere Beschäftigungsperspektiven und nachhaltige Personalpolitik in der Branche zu erarbeiten. In den fünf exemplarischen Teilbranchen Aufzüge/Fahrtreppen, Fördertechnik/Intralogistik, Holzbearbeitungsmaschinenbau, Landtechnik und Werkzeugmaschinenbau wurden hierfür Kurzfallstudien durchgeführt. Innerhalb des insgesamt heterogenen Wirtschaftszweigs Maschinenbau unterscheiden sich auch diese Teilbranchen aufgrund ihrer Betriebs- und Beschäftigtenstrukturen, Produktionssysteme, Wertschöpfungsstrukturen, Marktbeziehungen sowie Produkt- und Serviceangeboten. Bei den betrieblichen Fallstudien und den weiteren methodischen Elementen der Studie wurde folgenden Fragestellungen nachgegangen:

- Wie ist der Stand der Digitalisierung bzw. von Industrie 4.0 im Maschinenbau bei den internen Prozessen und bei den Produkten/Lösungen/Services?
- Welche Spezifika, welche Umsetzungsdynamiken und welche Unterschiede gibt es zwischen den Perspektiven des Maschinenbaus als Anbieter und als Anwender von Digitalisierungslösungen?
- Welche strategischen Herangehensweisen an die digitale Transformation gibt es im Maschinenbau? Ist Digitalisierung in der Unternehmensstrategie verankert?
- Welche Wirkungen auf Beschäftigte und auf die Arbeitsbedingungen bei Produktions-, Service- und Büroarbeit sind zu erkennen?
- Wie verändern sich für die Beschäftigten im Maschinenbau die Kompetenzanforderungen und Qualifikationserfordernisse im digitalen Wandel?
- Welche Gestaltungsmöglichkeiten haben Interessenvertretungen bei diesen Veränderungen? Welche Handlungsbedarfe lassen sich für eine arbeitsorientierte Betriebs- und Branchenpolitik ableiten? Welche neuen Gestaltungsfelder bilden sich für die Interessenvertretungen im Maschinenbau heraus?

Methodische Vorgehensweise

Die empirischen Ergebnisse der Studie zur Digitalisierungsstrategien und zum Stand der Digitalisierung im Maschinenbau sowie zu Wirkungen auf Arbeit und Beschäftigung stützen sich im Wesentlichen auf betriebliche Fallstudien und auf Workshops mit Betriebsräten. In zehn Unternehmen aus fünf Teilbranchen des Maschinenbaus – Aufzüge und Fahrtreppen, Fördertechnik, Holzbearbeitungsmaschinenbau, Landtechnik, Werkzeugmaschinenbau – wurden Kurzfallstudien durchgeführt. Dem explorativen Charakter der Studie entsprechend wurden Unternehmen ausgewählt, die eher zu den Vorreitern der digitalen Transformation im Maschinenbau gehören. Neun der ausgewählten Unternehmen gehören zur Größenklasse „> 1.000 Beschäftigte“, nur ein Unternehmen ist in der Größenklasse 500 bis 1.000 Beschäftigte. Dabei sind sieben Unternehmen Teil einer Unternehmensgruppe oder eines internationalen Maschinenbaukonzerns mit Haupteignern aus Deutschland/Europa, USA, China und Japan; drei werden nach wie vor als Familienunternehmen mit Hauptsitz in Deutschland geführt.

Die Betriebsfallstudien umfassten leitfadengestützte Expertengespräche mit Betriebsräten und Führungskräften, eine Betriebsbegehung und die Auswertung von unternehmensbezogenen Dokumenten wie Geschäftsberichte und Pressemitteilungen. Einen breiteren Blick auf die Teilbranchen ermöglichten Workshops mit Betriebsräten aus unterschiedlichen Unternehmen bei sechs Branchentagungen der IG Metall sowie weitere Expertengespräche mit Branchenkennern aus Forschung, Verbänden und der IG Metall. Insgesamt wurden im Rahmen der Studie 30 Experteninterviews geführt. Zudem konnten in drei Betrieben Gruppengespräche im „Arbeitskreis Industrie 4.0“ bzw. „Kompetenzteam 4.0“ mit jeweils vier bis sechs Betriebsräten durchgeführt werden. Die Informationen aus diesen Gesprächen sind die wesentliche Basis für die folgende Ausarbeitung, daraus verwendete Zitate fließen anonymisiert in die Studie ein.¹

Neben den eigenen Erhebungen in Form von Betriebsfallstudien, Experteninterviews und Workshops wurde eine Sekundäranalyse von Literatur und Dokumenten zu den unterschiedlichen Facetten der Digitalisierung im Maschinenbau durchgeführt.

Aufbau der Studie

Die Studie „Digitalisierung im Maschinenbau“ ist nach der Einleitung in einen Literaturüberblick, zwei Hauptkapitel und abschließende Gestaltungsfelder für die Mitbestimmungsträger gegliedert.

1 Die Statements der Experten werden oft wörtlich zitiert, um die Ergebnisse prägnant und authentisch darzustellen. Häufig stehen sie exemplarisch für die Meinung mehrerer befragter Experten. In der vorliegenden Studie verwendete Zitate aus Expertengesprächen sind durch die Quellenangabe „Exp“ kenntlich gemacht.

Zunächst wird im Kapitel 2 ein kurzer Literaturüberblick zur digitalen Transformation im Maschinenbau gegeben. Während es zur Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft, zu Industrie 4.0 und zu Arbeit 4.0 zahlreiche Publikationen gibt, sind auf den Maschinenbau bezogene Digitalisierungsstudien und insbesondere Studien zu Arbeit 4.0 im Maschinenbau bisher eher rar gesät.

Im Zentrum von Kapitel 3 stehen empirische Ergebnisse zu Digitalisierungsstrategien und zum Stand der Digitalisierung im Maschinenbau. Dabei wird die Perspektive des Maschinenbaus als Anbieter digitalisierter Produkte und Services der Anwenderperspektive bei den eigenen Unternehmensprozessen gegenübergestellt. Ein besonderes Augenmerk verdienen der Zusammenhang und die Wechselwirkungen zwischen Konzepten des Lean-Managements und der Digitalisierung.

Die Wirkungen der Digitalisierung und der Wandel der Beschäftigung in der digitalen Transformation stehen im Zentrum von Kapitel 4. Neben einer Einschätzung von Arbeitsplatzeffekten im Maschinenbau werden Veränderungen der Arbeitsbedingungen, neue Anforderungen an die Beschäftigten und Beteiligungsprozesse beleuchtet. Im letzten Teilkapitel werden Chancen und Risiken der Digitalisierung für den Maschinenbau zusammengefasst.

Im abschließenden Kapitel 5 werden die Handlungsbedarfe aus Sicht von Betriebsräten aus dem Maschinenbau dargestellt. Daraus werden vier strategische Gestaltungsfelder für die Partizipation und Gestaltung der Digitalisierung durch die Mitbestimmungsträger abgeleitet.

Für die IG Metall und die Hans-Böckler-Stiftung als Auftraggeber soll das Forschungsprojekt dazu beitragen, dass Grundlagen für die soziale und politische Gestaltung der Arbeitswelt im Maschinenbau erarbeitet und die partizipative Gestaltung von digitalen Innovationen und Geschäftsmodellen durch Beschäftigte und ihre Interessenvertretungen angeregt werden. Die Projektbearbeiter vom IMU Institut bedanken sich herzlich bei der IG Metall und der Hans-Böckler-Stiftung sowie bei den zahlreichen Betriebsräten, Führungskräften und weiteren Akteuren aus dem Maschinenbau, die bei den Experteninterviews und den Workshops mitgewirkt haben.

2. Literaturüberblick zur Digitalisierung im Maschinenbau

Die Hochkonjunktur der wissenschaftlichen und politischen Debatten zur Digitalisierung, zu Industrie 4.0, Arbeit 4.0 und zu vielen weiteren 4.0-Themen geht mit einer Vielzahl von Studien, Veröffentlichungen und Meldungen einher. Bei der vorliegenden Studie zu Strategien, Stand und Wirkungen der Digitalisierung im Maschinenbau konzentrieren wir uns beim Literaturüberblick auf branchenbezogene Publikationen. Ohne auf die Breite der Digitalisierungsliteratur einzugehen, soll es vorab jedoch einen kurzen Streifzug durch die arbeitswissenschaftliche und arbeitspolitische Debatte geben. Die Diskussion um Entwicklungstrends in der Arbeitswelt ist ohne die Themen Digitalisierung und Arbeit 4.0 fast nicht mehr denkbar. Folglich liegen zur Thematik Arbeit 4.0 in gesamtwirtschaftlicher Betrachtung zahlreiche Publikationen vor, unter anderem:

- Grünbuch und Weißbuch Arbeiten 4.0 des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS 2015, 2017) sowie „Beschäftigungseffekte der Digitalisierung“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi 2018) als Überblick zum aktuellen Forschungsstand;
- für sozial- und arbeitswissenschaftliche Studien stellvertretend der Sammelband „Digitalisierung industrieller Arbeit“ (Hirsch-Kreinsen et al. 2018) und das Schwerpunktheft der WSI-Mitteilungen (Heft 3/2018) „Industrie 4.0 konkret“;
- arbeitsmarktorientierte Studien, z. B. zahlreiche Analysen und Kurzberichte aus dem Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) oder vom Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (Arntz et al. 2018);
- Forschungsarbeiten und Projekte der Hans-Böckler-Stiftung zur Digitalisierung der Arbeitswelt (z. B. Absenger et al. 2016) bzw. aus dem Forschungsverbund „Digitalisierung im Betrieb“;
- Veröffentlichungen von Gewerkschaften, wie z. B. „Digitale Arbeitswelt – Trends und Anforderungen“ als Themenschwerpunkt im Gute-Arbeit-Jahrbuch 2016 (Schröder, Urban 2016);
- Gemeinschaftsstudien wie „Arbeit in der Industrie 4.0 in Baden-Württemberg“ (Allianz Industrie 4.0 2017) mit einem Schwerpunkt auf Veränderungen industrieller Arbeit und Implikationen für Beteiligung von Beschäftigten und Mitbestimmungsakteuren.

Dagegen liegen nur wenige explizit auf den Maschinenbau bezogene „Arbeit-4.0-Studien“ vor, auf die im Folgenden noch eingegangen wird: „Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025“ (Pfeiffer et al. 2016), „Digitalisierter Maschinenbau – Wandel und Entwicklungschancen qualifizierter Arbeit“ (Hirsch-Kreinsen 2017) und die noch nicht veröffentlichte Studie „Digitalisierung und Arbeit im niedersächsischen Maschinenbau“, zu der bisher ein

Foliensatz vorliegt (Kuhlmann, Voskamp 2018). Für spezifische Teilbranchen des Maschinenbaus mit ihren besonderen Anforderungen an Facharbeiter, Techniker und Ingenieure gibt es bisher keine Studien zu möglichen Beschäftigungstrends und Entwicklungsszenarien im Rahmen von Arbeit 4.0.

Im Folgenden wird zunächst ein kurzer Literaturüberblick zu allgemeineren Themen der Digitalisierung im Maschinenbau gegeben, bevor auf die oben genannten, maschinenbau-bezogenen „Arbeit-4.0-Studien“ eingegangen wird.

2.1 Studien zu Industrie 4.0 im Maschinenbau

Bei den Technologietrends und Innovationstreibern im Maschinenbau und in vielen weiteren Wirtschaftsbereichen steht die Digitalisierung an erster Stelle. Industrie 4.0 und digitale Innovationen sind zentrale Zukunftsthemen für den Maschinen- und Anlagenbau. Als Anwender geht es um die durchgängige Vernetzung der eigenen Prozesse und um die Implementation digitaler Technologien. Als Anbieter sind die Maschinenbauunternehmen gefordert, für ihre Kunden entsprechende umfassende Lösungen zu entwickeln. Die Produktionsbedingungen verändern sich damit: „Digitalisierung und technologische Innovationen wie Industrie 4.0 und additive Fertigung revolutionieren die Produktion und angestammte Märkte“ (VDMA, McKinsey 2014). Industrieunternehmen in der ganzen Welt, also die potenziellen Abnehmer der Maschinen und der mit Dienstleistungen verschränkten hybriden Wertschöpfung, beschäftigen sich mit der Digitalisierung und Vernetzung von Produkten, Produktion, Logistik und Wertschöpfungsketten. Diese Unternehmen versprechen sich davon den nächsten großen Entwicklungs- bzw. Produktivitätssprung und damit einen Wettbewerbsvorteil. Weltweit ist von einer zunehmenden industriellen Nachfrage nach ganzheitlichen und vernetzten Produktions- und Automatisierungslösungen auszugehen.

Insbesondere drei Trends werden den Maschinenbau laut einer Studie des VDMA in den kommenden Jahren prägen. Das ist erstens die Verschiebung von Wachstumschancen von Hardware in Richtung Software und Services. Zweitens wird die Digitalisierung die Investitionsgüterindustrie stark verändern. Drittens müssen Maschinenbauer flexibler werden, indem sie beispielsweise stärker mit Kunden und Wettbewerbern kooperieren und Digitalexperten an sich binden (VDMA, McKinsey 2016). Sofern der Maschinenbau sich diesen Trends nicht stellt, könnten immense Risiken entstehen: In ökonomischer und industriepolitischer Sicht kann aus der weltweiten Digitalisierung mit Vorherrschaft US-amerikanischer und asiatischer Konzerne auch ein Bedrohungsszenario für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau entstehen, sofern der Maschinenbau in eine reine

Zulieferfunktion für Hardware abgedrängt wird (Bauernhansl, Emmrich 2015).

Für die Branche gilt es, eine digitale Strategie zu entwickeln. Von Leitunternehmen ausgehend müssten digitale Geschäftsmodelle rund um ihre Produkte und im Hinblick auf hybride Wertschöpfung entwickelt und implementiert werden. Auf Basis von Studien von Fraunhofer IPA und IAO sowie weiterer Forschungsinstitute und Consultants geht die für die Hans-Böckler-Stiftung und die IG Metall erstellte IMU-Literaturstudie „Maschinen- und Anlagenbau in Deutschland“ in entsprechenden Kapiteln ausführlich auf „Smart Factory und disruptive Technologien“ sowie auf „Geschäftsmodell-Innovationen und neue Akteure“ ein (Dispan, Schwarz-Kocher 2014).

Industrie 4.0-Readiness

Zur „Industrie 4.0-Readiness“, also der Bereitschaft und Fähigkeit der Unternehmen zur Umsetzung von Industrie 4.0-Konzepten, liegen für den Maschinen- und Anlagenbau Ergebnisse aus einer Studie der Impuls-Stiftung des VDMA aus dem Jahr 2015 vor. Nur 22 Prozent der Unternehmen befassten sich demnach „intensiv“ und 35 Prozent „am Rande“ mit Industrie 4.0. Der deutsche Maschinenbau sieht in Industrie 4.0 deutlich mehr Chancen als Risiken: „Neun von zehn Unternehmen, die sich intensiv mit Industrie 4.0 beschäftigen, erkennen in Industrie 4.0 eine Möglichkeit, sich am Markt zu differenzieren. 76,2 Prozent geben zudem an, dass es zum Selbstverständnis von Technologieführern gehört, sich mit diesem Thema zu befassen“ (Lichtblau, Stich 2015: 8). Dennoch hatte mit 77 Prozent die überwiegende Mehrheit der Maschinenbauunternehmen bis 2015 noch keine systematischen Schritte zur Umsetzung unternommen und zählte damit zu den Neulingen im Bereich Industrie 4.0. Die Industrie 4.0-Implementierung hängt stark mit der Unternehmensgröße zusammen. Große Maschinenhersteller sind weiter bei der Einführung von Industrie 4.0 fortgeschritten als kleine und mittlere Unternehmen. Aus Sicht des VDMA liefert die Industrie 4.0-Readiness-Studie vier wichtige Erkenntnisse für den Maschinen- und Anlagenbau:

- Industrie 4.0 muss stärker in der Unternehmensstrategie verankert werden.
- Qualifiziertes Personal ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor.
- Data-driven Services und vernetzte Produkte ermöglichen neue Geschäftsmodelle und erweitern das Service-Portfolio.
- Finanzierung von Industrie 4.0-Projekten muss gesichert werden.

Aus den Ergebnissen der Industrie 4.0-Readiness-Studie entwickelte der VDMA einen Online-Selbstcheck für Unternehmen aus dem Maschinenbau und anderen Branchen, mit dem der individuelle Industrie 4.0-Reifegrad ermittelt und die Position auf dem Weg zur Digitalisierung bestimmt werden kann (www.industrie40-readiness.de, Abruf am 19.09.2018). Zudem liegen

vom VDMA Leitfäden zur Einführung von Industrie 4.0 in den Mittelstand (VDMA 2015) und zu Lean Management und Industrie 4.0 vor (VDMA 2018). In einer weiteren aktuellen Studie des VDMA geht es um Herausforderungen, Chancen, Handlungsoptionen beim Thema „Plattformökonomie im Maschinenbau“ (VDMA, Deutsche Messe, Roland Berger 2018).

2.2 Studien zu Arbeit 4.0 im Maschinenbau

Ein kurzer Exkurs in die wissenschaftliche Debatte rund um Wirkungen der Digitalisierung auf Beschäftigung zeigt ein vielfältiges Bild: In der volkswirtschaftlichen, arbeitswissenschaftlichen oder industriesoziologischen Forschung werden als Folge der Digitalisierung meist Risiken für Beschäftigungsverluste, aber auch Chancen für einen Beschäftigungsaufbau diskutiert (z. B. Absenger et al. 2016; Arntz et al. 2018; Zika et al. 2018). Auch zum Wandel der Arbeitsbedingungen und zu entsprechenden Szenarien liegen zahlreiche Publikationen vor (siehe Kapitelanfang).

Speziell auf den Maschinenbau bezogen liegen bisher nur wenige Studien vor, die insbesondere auf qualitative Wirkungen der Digitalisierung eingehen. Die bereits erwähnte Industrie 4.0-Readiness-Studie des VDMA geht auf die Maschinenbau-Mitarbeiter im digitalen Wandel kurz ein: Demnach tragen die Mitarbeiter die digitale Transformation mit. Jedoch sind bei einem Drittel der Maschinenbauunternehmen die notwendigen Kompetenzen für die Digitalisierung nicht vorhanden, bei einem weiteren Drittel besitzen die Mitarbeiter in einem relevanten digitalen Bereich die nötigen Kompetenzen, jedoch nicht im ausreichenden Maße. „Bei den Mitarbeitern der Maschinen- und Anlagenbauunternehmen sind zwar vielfältige Kompetenzen vorhanden, aber oft nicht in dem für die detaillierte Umsetzung von Industrie 4.0-Konzepten erforderlichen Ausmaß. ... Die größten Probleme bestehen bei der Entwicklung und Anwendung von Assistenzsystemen und der Kollaborationssoftware“ (Lichtblau, Stich 2015: 54).

Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025

Die Studie „Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025“ (Pfeiffer et al. 2016) fragt nach den Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Qualifizierung im Maschinen- und Anlagenbau. Ausgangspunkt dieser Forschungsarbeit war, dass der Maschinenbau als zentrale Ausrüster- und Anwenderbranche im Kontext des digitalen Wandels vor großen Veränderungen steht und damit deutliche Konsequenzen für die Qualifizierung verbunden sind. „Worin diese aber konkret liegen, ist noch weitgehend offen und wird kontrovers diskutiert. Ziel der Studie ist es, dazu den aktuellen Blick der betrieblichen Praxis einzufangen. Dafür werden die aktuelle betriebliche Ausgangslage und die in der betrieblichen Praxis eingeschätzten Entwicklungspotenziale bis 2025 erfasst“ (Pfeiffer et al. 2016: 7). Die Ergebnisse der vom VDMA beauftrag-

ten Forschungsarbeit am Lehrstuhl für Soziologie der Universität Hohenheim lassen sich folgendermaßen zusammenfassen – die ersten fünf Punkte zum aktuellen Stand, die weiteren Punkte zur Perspektive 2025:

- **Qualifikationsstand im Maschinenbau heute:** Die Beschäftigten in der Branche sind formal hervorragend qualifiziert und bewältigen mit ihren großen informellen Fähigkeiten Wandel und Komplexität heute schon in hohem Maße.
- **Berufe:** Gewerblich-technische Ausbildungsberufe spielen quantitativ eine zentrale Rolle. Es dominieren die klassischen Metall- und Zerspanungsberufe und der Hybridberuf Mechatroniker. Das noch junge Berufsbild des/der Produktionstechnologen/-in wird bisher kaum angenommen.
- **Qualifizierung:** Die Unternehmen der Branche zeigen sich punktuell beweglich und veränderungsbereit im Hinblick auf die Strukturen der Aus- und Weiterbildung. Sie unterstützen Beschäftigte bei der beruflichen und akademischen Fortbildung und belohnen Weiterbildung in der Regel mit entsprechenden Beschäftigungschancen. Insgesamt dominiert aber ein bodenständig-abwartendes Verhalten in Bezug auf die innovative Nutzung der Freiräume und Strukturen des Berufsbildungssystems.
- **Industrie 4.0:** Der Maschinen- und Anlagenbau bietet heute schon hoch komplexe Produkte in kleinsten Losgrößen und Engineering-Dienstleistungen an. Die Beschäftigten der Branche erleben einen stärker digitalen und vielfältigeren technischen Wandel als die anderer Branchen.
- **Qualifizierung für Industrie 4.0:** Industrie 4.0 spielt heute schon in der Mehrheit der befragten Unternehmen eine Rolle – in der Erstausbildung wie in der Weiterbildung. Je innovativer Unternehmen sich bei Qualifizierung zeigen und je weiter sie Industrie 4.0 umgesetzt haben, desto mehr finden sich heute schon Antworten im Bereich der Qualifizierung.
- **Qualifizierung bis zum Jahr 2025:** Duales Studium und berufliche Fortbildungssysteme werden wichtiger werden. Der stärkste Bedeutungsverlust wird beim Meister gesehen – für die Mehrheit eine negative Entwicklung. Unabhängig von der Einschätzung, ob eine Verkürzung der Ausbildungszeiten kommen wird oder nicht: das Meinungsbild gegen eine Verkürzung ist einhellig. Begrüßt werden webbasierte Lernmodule als digitale Ergänzung bestehender Ausbildungsformen. Das Duale Studium wird positiv gesehen, trotzdem werden seine Schwächen diskutiert.
- **Industrie 4.0 bis 2025:** Robotik und Web 2.0/mobile Geräte sind aktuell die stärksten Technikthemen in den Unternehmen. Die Bedeutung cyber-physischer Systeme wird bis 2025 stark zunehmen. Wearables sind derzeit noch kaum ein Thema, hier wird aber die größte Bedeutungszunahme bis 2025 erwartet.
- **Entwicklung der Berufsbilder:** Die bestehenden Berufsbilder gelten als gut gerüstet und inkrementelle Veränderungen überwiegend als aus-

reichend. Auch substantielle Veränderungen werden erwartet, aber dem System der beruflichen Aus- und Weiterbildung zugetraut. Es zeigt sich etwas mehr Änderungsbedarf bei den Methoden als bei den Inhalten.

- **Qualifizierung für Industrie 4.0 bis 2025:** Die Einschätzungen zur Entwicklung von Qualifizierung im Kontext von Industrie 4.0 differieren. Daraus lassen sich drei Szenarien ableiten (Pfeiffer, Lee et al. 2016: 82):
 1. **Szenario 1 („Growing Gap“)** geht von einer auseinandergehenden Schere zwischen Hochqualifizierten und Dequalifizierten aus. Dabei gibt es für eine kleine Facharbeiterelite sowie für den akademischen Bereich qualifikatorischen Anreicherungen. Mit einem sinkenden Qualifikationsniveau wird für stärker operativ geprägte Anforderungen im Facharbeitssegment gerechnet, die künftig eine verkürzte Grundqualifikation oder lediglich ein Anlernen direkt am Arbeitsplatz voraussetzen.
 2. **Szenario 2 („General Upgrade“)** beschreibt eine übergreifende Anhebung in der gesamten Qualifikationsstruktur mit erweiterten Anforderungsprofilen auf allen Qualifikationsstufen. Kompetenzprofile erweitern sich übergreifend vor allem im Bereich von IT-Kenntnissen.
 3. **Szenario 3 („Central Link“)** erwartet deutliche Aufwertungen für spezielle Beschäftigtengruppen, die typischerweise eine vermittelnde Rolle zwischen vertikal und/oder horizontal gegliederten Hierarchieebenen bzw. Funktionsbereichen einnehmen und meist auf beruflichen Fort- und Weiterbildungsformaten, wie Techniker und Meister, aufsetzen. Besonders an den Schnittstellen zwischen verschiedenen beruflichen Domänen (Mechanik, Elektronik, IT) entstehen neue und anspruchsvolle Anforderungen.

Im Resümee werden laut der Studie „Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025“ die Anforderungen an interdisziplinäre Zusammenarbeit, den Umgang mit Big Data und Datenschutzfragen weiter steigen. Jedoch seien die Beschäftigten im Maschinen- und Anlagenbau heute bereits hervorragend qualifiziert, sie können mit Komplexität umgehen und sind daher für Industrie 4.0 gerüstet. Die Studie zeigt aber auch, dass die Belegschaft kontinuierlich weiterqualifiziert werden muss. Bestehende Berufsbilder, wie Mechatroniker/in oder Industriemechaniker/in, sollten für die Ausbildung inhaltlich an die Erfordernisse von Industrie 4.0 angepasst werden. Neue Berufe seien aktuell nicht gefragt – hier gelte es die innovativen Potenziale nutzen, die das Berufsbildungssystem bereits heute bietet. Soviel zur Studie aus dem Jahr 2016 – Mitte 2018 sind Digitalisierung, Datenschutz und Informationssicherheit fester Bestandteil der Ausbildung bei den industriellen Metall- und Elektroberufen geworden.

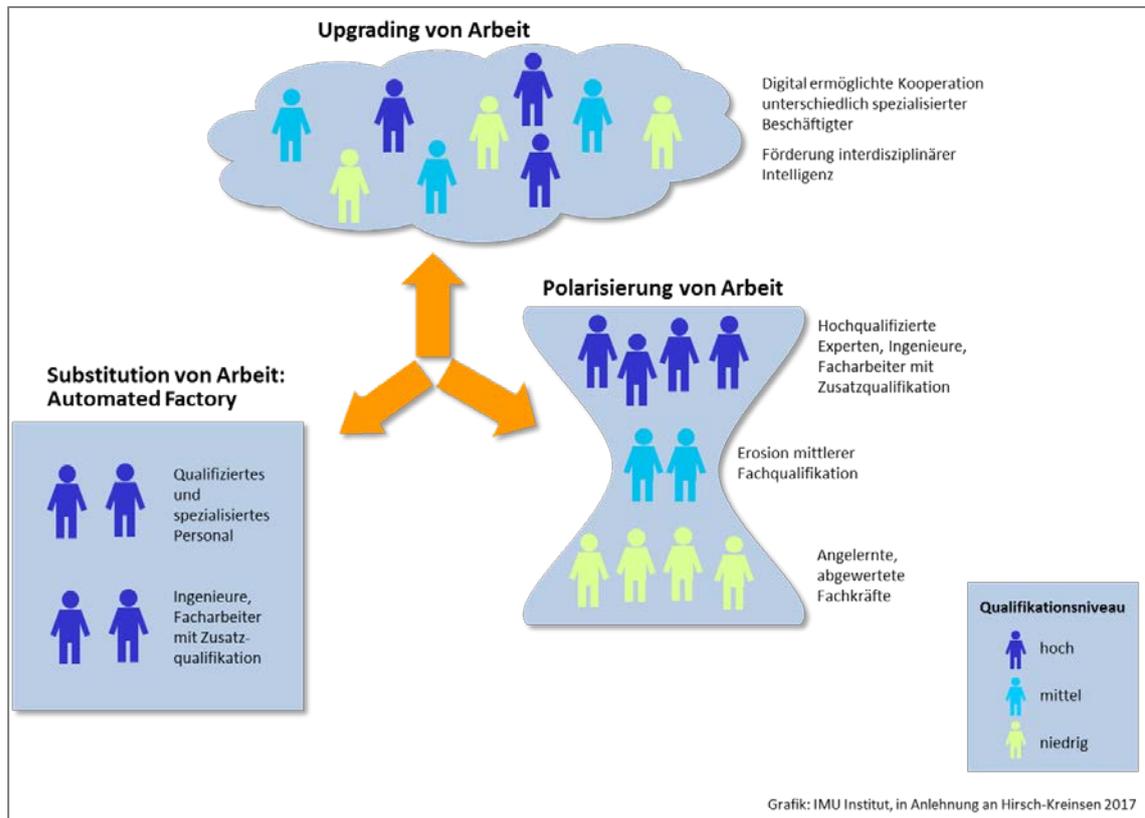
Digitalisierter Maschinenbau

Die Studie „Digitalisierter Maschinenbau – Wandel und Entwicklungschancen qualifizierter Arbeit“ (Hirsch-Kreinsen 2017) geht davon aus, dass der Maschinenbau und seine Arbeitsprozesse in besonderer Weise von der Einführung digitaler Technologien bzw. Industrie 4.0 betroffen sind. Die Branche wird in ihrer Doppelfunktion als Leitanbieter und als Anwender besonders stark mit den neuen Technologien konfrontiert. Angesichts des überdurchschnittlich hohen Qualifikationsniveaus der im Maschinenbau Beschäftigten stellt sich die Frage, welche Konsequenzen der weitreichende technologische Wandel für Arbeitsplätze und Qualifikation haben wird. Der Forschungsfokus richtet sich bei der Studie einerseits auf den derzeit absehbaren Wandel von Arbeitsorganisation und Qualifikationen bei Tätigkeiten auf dem Shopfloor, andererseits auf einen Gestaltungsansatz zur Sicherung und dem Ausbau qualifizierter Arbeit.

Der Wandel der Arbeit manifestiert sich laut dieser Studie in einer fortschreitenden Flexibilisierung und Entgrenzung von Industriearbeit in zeitlicher, organisatorischer und räumlicher Hinsicht. Zu drei Entwicklungsszenarien werden aktuelle Forschungsergebnisse zum Wandel der Arbeit infolge der Digitalisierung zugespitzt (vgl. Ittermann et al. 2016; Hirsch-Kreinsen 2017, Abbildung 1):

- Szenario 1: **Upgrading** – Beschäftigungsstabilität und steigende Qualifikationen: Zentrale Merkmale des Upgrading-Szenarios sind Beschäftigungsstabilität, eine wachsende Bedeutung höherwertiger Tätigkeiten und Qualifikationen sowie eine erweiterte Selbstbestimmung in der Arbeit. Das arbeitsorganisatorische Muster ist von einer weitreichenden Dezentralisierung und Reintegration von zuvor getrennten Funktionen der Planung, Ausführung und Kontrolle gekennzeichnet.
- Szenario 2: **Automated Factory** – Arbeitsplatzverluste: Das Automatisierungs-Szenario geht von einer Substitution von Industriearbeit durch die neuen Technologien aus. Arbeitsplatzverluste werden im Segment geringqualifizierter und standardisierter Tätigkeiten erwartet, wie z. B. in der Maschinenbedienung oder in der Logistik.
- Szenario 3: **Polarisierung** – Gewinner und Verlierer: Der Kern dieses Polarisierungs-Szenarios – dem eine hohe Eintrittswahrscheinlichkeit attestiert wird – ist, dass sich die Schere zwischen Gewinnern und Verlierern der Digitalisierung öffnet. Auf der einen Seite finden sich komplexe Tätigkeiten mit hohen Qualifikationsanforderungen, auf der anderen Seite einfache operative Tätigkeiten mit niedrigen Qualifikationsniveaus. Gleichzeitig sind bisherige mittlere Qualifikationsgruppen mit zunehmend sinkenden Anforderungsniveaus konfrontiert. „Arbeitsorganisatorisch impliziert dieser Entwicklungsverlauf eine fortschreitende Ausdifferenzierung von Tätigkeiten und Qualifikationen ‚nach oben‘ und ‚nach unten‘ in Form einer polarisierten Arbeitsform“ (Hirsch-Kreinsen 2017).

Abbildung 1: Entwicklungsszenarien zur Zukunft digitaler Arbeit



Grafik: IMU Institut (in Anlehnung an Hirsch-Kreinsen 2017)

Digitalisierung und Arbeit im niedersächsischen Maschinenbau

Ein am Soziologischen Forschungsinstitut Göttingen (SOFI) laufendes Projekt beschäftigt sich mit der Rolle des Themas „Digitalisierung“ in der betrieblichen Praxis im Maschinenbau und vor allem damit, welche Veränderungen von Arbeitsanforderungen, Arbeitsbedingungen und Qualifikationsbedarfen sich abzeichnen. Erste Ergebnisse des Projekts wurden bei einem Expertenworkshop im Februar 2018 vorgestellt. Demzufolge ist Digitalisierung nicht mit einem radikalen Umbruch der Arbeitswelt im Maschinenbau verbunden, sondern „vielfach Verstärker und Beschleuniger bestehender Trends und Dynamiken“ (Kuhlmann, Voskamp 2018). Vor allem Flexibilisierung, Standardisierung, Formalisierung und Transparenz sind Trends, die durch die Digitalisierung beschleunigt werden. Industrie 4.0 sei aber „arbeitspolitisch eine eher evolutionäre (statt disruptive) Entwicklung.“

Die sicherlich über den niedersächsischen Maschinenbau hinaus verallgemeinerbaren Ergebnisse deuten darauf hin, dass substanziell beteiligungsorientierte Ansätze bei der betrieblichen Digitalisierung „noch eher selten“ sind. Beim Thema Qualifikation ist festzuhalten, dass „(beruflich strukturiertes) Erfahrungswissen wichtig bleibt“ und neben dem Technikwissen Kompetenzen in den Bereichen Kommunikation, Kooperation, Selbstorga-

nisation sowie Integration/Prozess-Knowhow immer bedeutender werden. Abschließend wird ein wachsender arbeitspolitischer Gestaltungsbedarf postuliert, schon allein weil die digitalen Technologien und Software-Systeme gestaltbar sind und auch aus arbeitsorientierter Sicht gestaltet werden sollten. Jedoch seien die betrieblichen Akteure, Strukturen und Kulturen hierauf vielfach nicht gut vorbereitet, wofür mehrere Gründe angeführt werden:

- System- und Prozessgestaltung eher prozessfern und expertendominiert,
- Qualifizierungsstrategien und -praktiken bleiben vielfach defizitär,
- betriebliche Führung oft zu wenig involviert,
- Betriebsräte fühlen sich häufig überfordert (Ressourcenmangel, Wissensstände/Komplexität, begrenzte betriebliche Beteiligung) und sind auch deshalb oft eher skeptisch,
- Personalbereiche wenig strategisch, eher reaktiv, häufig zu prozessfern.

Bei diesem Forschungsprojekt wird die Digitalisierung im Maschinenbau auf einzelne Anwendungsfelder heruntergebrochen. Für die betrieblichen Funktionen mechanische Fertigung, Montage, Instandhaltung, Qualitätssicherung, Entwicklung und Konstruktion werden neue technologische Potenziale, arbeitspolitische Konzepte, absehbare Arbeitsfolgen, der Qualifikationswandel und arbeitspolitische Perspektiven untersucht. Mit der Veröffentlichung des detaillierten Abschlussberichts ist Ende 2018 zu rechnen.

3. Digitalisierungsstrategien – der Maschinenbau als Anbieter und Anwender

Inwieweit ist das Thema „Digitalisierung“ in den Strategien von Maschinenbauunternehmen verankert und wie weit sind die Unternehmen auf dem Weg der digitalen Transformation? Entlang der Betriebsfallstudien und der Ergebnisse aus Workshops bei Tagungen und Netzwerktreffen der Teilbranchen wird diesen Fragen nachgegangen. Die Auswertung und Darstellung der empirischen Ergebnisse zu Digitalisierungsstrategien und zum Stand der Digitalisierung im Maschinenbau kann jedoch keinen Anspruch auf Repräsentativität erheben. Im Gegenteil, die meisten der Unternehmen aus den Kurzfallstudien gehören zu den Vorreitern bei der digitalen Transformation. In der Breite des Maschinenbaus gibt es beim Stand der Digitalisierung und bei Digitalisierungsstrategien ein sehr vielfältiges Bild. Viele kleine und mittlere Unternehmen (KMU) aus dem Maschinenbau stehen erst am Anfang der digitalen Transformation. Bei diesen fehlen oftmals strategische Ansätze für die Digitalisierung des Unternehmens.

3.1 Digitale Transformation und Unternehmensstrategie

Digitalisierung ist bei den meisten befragten Maschinenbauunternehmen ein wichtiger Teil der Unternehmensstrategie bzw. es gibt eine explizite Digitalisierungsstrategie. Promotoren der digitalen Transformation sind oft in der obersten Führungsebene der Unternehmen zu finden, beim Geschäftsführer oder Vorstandsvorsitzenden (CEO), beim Technikvorstand (CTO) oder in einem Falle schon beim neu eingeführten Chief Digital Officer (CDO). Externe Treiber für die Digitalisierung liegen in Markterwartungen und Kundenanforderungen sowie im Wettbewerbsumfeld. Es geht für den Maschinenbau um nicht weniger, als die direkte Kundenschnittstelle zu bewahren und sie im Zuge der Digitalisierung nicht an Technologie-, IT- oder Internetkonzerne zu verlieren.

„Wir bleiben definitiv Maschinenbauer und werden nicht zum Softwarehaus. Aber wir brauchen Software und Vernetzung, um unsere Maschinen besser verkaufen zu können und attraktiv zu halten. Mit Digitalisierung wollen wir den Kunden helfen, ihre Probleme besser zu lösen. Vor allem wollen wir mit den digitalen Möglichkeiten dafür sorgen, dass sich keiner zwischen uns und die Kunden schiebt. Das ist eine Vorwärtsstrategie, gepaart mit einer Absicherungsstrategie, damit uns nicht irgendein Disruptor – Amazon, Google, Microsoft oder so – am Schluss den Kunden entfremdet.“ (Exp)

„Wir dürfen die digitalen Geschäftsmodelle und die Internet-Plattformen nicht den Googles dieser Welt überlassen. Deshalb gehen wir proaktiv an die digitale Transformation ran. Auch wenn noch nicht klar ist, was da kommt. Aber klar ist, dass sich der Maschinenbau verändern muss, solange die Amerikaner bei unseren Branchenthemen noch nicht so weit sind, solange die Maschinenkompetenz noch bei uns liegt.“ (Exp)

„Mit unserer Plattform versuchen wir, das Android der Geschäftswelt aufzubauen. Unser großer Vorteil ist, dass wir die Daten nicht nur sammeln, sondern sie mit unserer Fachkompetenz aus dem Maschinenbau heraus verstehen. Bevor wir uns da in die Hände von Google begeben, versuchen wir es selbst.“ (Exp)

Aus technologischen Treibern und Innovationstrends wie Sensorik, künstliche Intelligenz, autonome Software-Systeme und Internet der Dinge ergeben sich für Maschinenbauunternehmen zum einen Impulse für digitalisierte Produkte, neue Geschäftsmodelle und die internen Prozesse. Zum anderen verändert sich dadurch die Wettbewerbssituation. Die technischen Themen sollten immer im Sinne eines sozio-technischen Systems, als Verknüpfung der technologischen, organisatorischen und arbeitsbezogenen Dimension, gesehen werden. Viele Unternehmen aus dem Maschinenbau haben erkannt, dass aus dieser Gemengelage strategischer Handlungsbedarf entsteht. Aus den Betriebsfallstudien lassen sich drei Säulen für Digitalisierungsstrategien im Maschinenbau ableiten:

- Erweiterung des eigenen Portfolios an Produkten und Services um digitale Lösungen.
- Entwicklung neuer Geschäftsfelder oder neuer Geschäftsmodelle auf digitaler Basis.
- Interne digitale Transformation der Unternehmensprozesse und der Organisation.

Mit diesen drei Handlungsfeldern werden unterschiedliche Perspektiven eingenommen: die des Anbieters und die des Anwenders. Häufig ist die Digitalstrategie stark kundenbezogen. Es geht darum, zusätzlichen Kundennutzen zu bieten und die Kundenbindung zu erhöhen. Ein wichtiger Erfolgsfaktor für Digitalisierungsstrategien – bzw. deren „vierte Säule“ – liegt in der Einbindung und Beteiligung der Menschen. Viele der befragten Experten haben betont, wie wichtig es ist, die Mitarbeiter im Digitalisierungsprozess mitzunehmen und die digitale Transformation mit einem umfassenden Change Management zu begleiten.

Bei den Betriebsfallstudien wie auch im Maschinenbau insgesamt ist die Digitalisierung auf Anbieterseite durchweg weiter fortgeschritten als auf Anwenderseite bei den internen Prozessen. Das gilt für alle Teilbranchen des Maschinenbaus; mal mehr, mal weniger ausgeprägt. Besonders prägnant zeigt sich dieses Bild in der Teilbranche Landtechnik. Bei einer Branchentagung mit Betriebsräten aus 20 Unternehmen der Landtechnik (Hersteller und Zulieferer) im November 2017 wurden die Teilnehmer nach dem

Stand der Digitalisierung bei den betrieblichen Prozessen und bei den Produkten gefragt.

Bei der Digitalisierung der internen Prozesse ordnete sich auf einer Skala von 0 bis 10 die überwiegende Anzahl von Betriebsräten aus der Landtechnik zwischen 0 und 3 ein. Der „Ausreißer“ im oberen Drittel ist ein Zulieferer mit einer „Digital Factory“ und vernetzter Produktion am entsprechenden Standort. Bei allen anderen Unternehmen wird der Digitalisierungsstand bei den betrieblichen Prozessen jedoch als relativ gering eingeschätzt.

Abbildung 2: Stand der Digitalisierung im Betrieb 2017 (Einschätzung von Betriebsräten der Maschinenbau-Teilbranche Landtechnik)



Quelle: Branchentagung Landtechnik der IG Metall, 17.11.2017

Ganz anders das Bild beim Angebot der Landtechnik-Unternehmen: Hier ordneten sich die meisten Betriebsräte zwischen 4 und 7 ein. Digitalisierung spielt bei den Produkten und Geschäftsmodellen der Landtechnik bereits eine große Rolle. „Smart Farming“ umfasst beispielsweise (teil-

)autonome Bearbeitungsmaschinen, technische Systeme für Echtzeit-Bodenanalysen, die Optimierung des Düngemittleinsatzes und effiziente Schädlingsbekämpfung. Eine Vielzahl von Internet-Plattformen von Unternehmen der Landtechnik (wie 365Farmnet) wie auch aus anderen Branchen sorgt für Informationsgewinnung und Datenaustausch in Agrarindustrie und Landwirtschaft.

Aktuell ist im Maschinenbau eine immer stärker werdende Digitalisierungsdynamik zu verspüren. Zumindest bei Vorreiter-Unternehmen, wie sie in allen Teilbranchen des Maschinenbaus zu finden sind, wird die digitale Transformation stark forciert. In diesen meist größeren Unternehmen wurde aus einem anfänglichen Marketingthema ein strategisches Umsetzungsthema mit Substanz. Digitale Lösungen werden verstärkt am Markt angeboten, es entstehen vermehrt Internet-of-Things-(IoT)-Plattformen aus dem Maschinenbau heraus in einer großen Vielfalt (beispielsweise 365Farmnet, Adamos, Axiom, Tapio) und auch die interne Digitalisierung gewinnt bei den Vorreitern an Fahrt.

„Bei unseren eigenen Prozessen ist Digitalisierung nichts Neues. MDE und BDE nutzen wir schon länger, das wurde nach und nach eingeführt. Da kann man von einer schleichenden Entwicklung sprechen. Heute nimmt das Thema aber richtig Fahrt auf. Es werden Software-Ingenieure neu eingestellt, 25 in den letzten zwei Jahren. Das ist nicht nur Marketing, sondern hat tatsächlich Substanz.“ (Exp)

Im heterogenen Maschinenbau gibt es aber auch sehr viele kleinere und mittlere Unternehmen, die erst am Anfang der digitalen Transformation stehen. Bei diesen fehlen oftmals strategische Ansätze für die Digitalisierung des Unternehmens.

„Viele der kleineren Buden haben von Digitalisierung noch kaum was mitbekommen und hinken gewaltig hinterher oder wehren sich sogar dagegen. Aber im Maschinenbau wird in den nächsten Jahren ein sehr, sehr harter Selektionsprozess stattfinden. Die Unternehmen, die nicht auf Digitalisierung setzen, die ausschließlich ihr Produkt im Fokus haben, werden die nächsten Jahre kaum überleben können. Das Produkt alleine als Alleinstellungsmerkmal wird auf Dauer nicht mehr ausreichen.“ (Exp)

„Die wenigsten Unternehmen wissen, wo sie bei der Digitalisierung hinwollen. So gibt es bei neuen Geschäftsmodellen bei den weniger großen Maschinenbauern eine eher abwartende Haltung. Und von der Vernetzung der eigenen Prozesse – dem Kernelement von Industrie 4.0 – sind die meisten Firmen bisher meilenweit entfernt.“ (Exp)

Die digitale Transformation wird von den befragten Experten in einem Spektrum von „wichtig“ über „unumgänglich“ bis „alternativlos“ wahrgenommen. Letztendlich geht es bei Digitalisierung und Vernetzung um einen gewichtigen Wettbewerbsfaktor: die Produktivitätserhöhung bei den Kunden des Maschinenbaus wie auch bei den eigenen Unternehmensprozessen. Aus Sicht des Maschinenbaus gibt es demnach eine kundenzentrierte und eine wertschöpfungszentrierte Sicht auf die digitale Transformation.

„Die digitale Transformation ist für uns kein Selbstzweck. Es geht um nicht weniger, als unsere heute erfolgreiche Geschäftstätigkeit zu hinterfragen und uns da wo erforderlich neu zu erfinden. Und das betrifft unsere Produkte und unsere Prozesse. Nur so können wir uns dauerhaft vom Wettbewerb differenzieren.“ (Exp)

Die wichtigsten Ziele und Anforderungen an die Digitalisierung sind größere Effizienz, höhere Flexibilität, bessere Qualität, kürzere Produkteinführungszeit bzw. Inbetriebnahme. Durch die digitale Vernetzung, durch Visualisierung und Transparenz über alle Prozesse sowie Echtzeitfähigkeit sollen diese Ziele erreicht werden. Auf den Punkt gebracht geht es um: „Save money, make more money, make new money“ (Exp). *Save money* durch Digitalisierung der internen Prozesse und damit erzielter Produktivitätssteigerung. Diese Anwendersicht wird ergänzt durch die Anbieterperspektiven: *Make more money* durch digital angereicherte bzw. digitalisierte Produkte und digitale Lösungen. *Make new money* durch neue, digitalbasierte Geschäftsmodelle, beispielsweise im Bereich der digitalen Services.

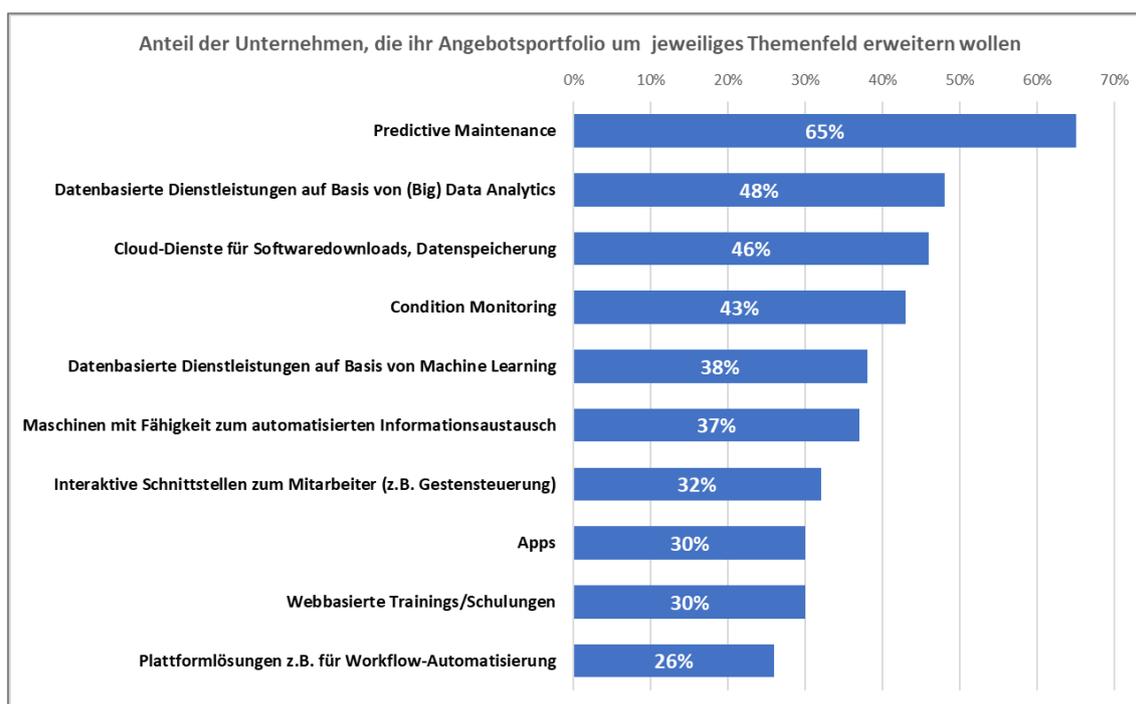
3.2 Maschinenbau als Anbieter digitaler Produkte und Services

Digitalisierte Produkte und Lösungen sowie datenbasierte Dienstleistungen und digitale Services als neue Geschäftsmodelle machen die digitale Transformation des Maschinenbaus aus Anbieterperspektive aus. In den untersuchten Teilbranchen besteht das Angebot digitaler Produkte und Services laut befragten Experten bereits heute unter anderem aus:

- **Aufzüge und Fahrtreppen:** Digitale Plattformen und Tools für Monitoring, vorausschauende Wartung und detaillierte Störungsmeldung von Aufzugsanlagen sowie Auswertungen von Nutzungsdaten für die Anlagenbetreiber.
- **Fördertechnik:** Fahrerlose Transportsysteme, digitales Flottenmanagement, dem Bediener autonom folgende Kommissionierfahrzeuge, vernetzte und hochautomatisierte Intralogistiklösungen.
- **Holzbearbeitungsmaschinenbau:** Digitaler Zwilling für die virtuelle Inbetriebnahme, Vernetzung und Software für Losgröße-1-Fertigung beim Kunden, Plattform für die horizontale Integration und Vernetzung der Holzindustrie.
- **Landtechnik:** Smart-Farming-Plattformen, Agrar-Apps, Fahrerassistenz- und GPS-basierte Lenksysteme, autonome Bearbeitungs- und Erntemaschinen, automatisierte Dokumentation.
- **Werkzeugmaschinenbau:** App-basierte Steuerungs- und Bediensysteme für Bearbeitungszentren, Plattformen für Condition Monitoring und vorausschauende Wartung von Zerspan- und Umformtechnik.

Auf der Anbieterseite ist Digitalisierung im Maschinenbau weiter fortgeschritten als auf Anwenderseite bei den internen Prozessen. Das Angebot von digitalisierten Produkten und Services nahm in den letzten Jahren bereits zu und wird weiterhin wachsen. Bis 2021 planen laut einer VDMA-Studie aus dem Jahre 2018 viele Unternehmen des Maschinenbaus ein weiteres Angebotswachstum (Oetter 2018).

Abbildung 3: Geplantes Angebotswachstum im Maschinenbau bis 2021 bei digitalisierten Produkten und produktbegleitenden Dienstleistungen



Quelle: VDMA (Oetter 2018)

Im Vordergrund steht das Themenfeld „Predictive Maintenance“: 65 Prozent der Maschinenbauunternehmen wollen ihr Angebotsportfolio bis 2021 um vorausschauende Wartung erweitern. Es folgen mit knapp der Hälfte der Unternehmen die Themenfelder „Datenbasierte Dienstleistungen auf Basis von (Big) Data Analytics“, „Cloud-Dienste“ und „Condition Monitoring“. Immerhin 38 Prozent der Unternehmen sehen im Thema künstliche Intelligenz (KI) bzw. „Datenbasierte Dienstleistungen auf Basis von Machine Learning“ eine Erweiterung des Angebotsportfolios. Ziel der meisten dieser digitalisierten Produkte und Services ist es, die Verfügbarkeit und Effizienz von Aufzügen, Bearbeitungszentren, Staplern, Traktoren und weiteren Maschinen zu erhöhen, den sicheren Betrieb zu gewährleisten und den Kunden damit eine Produktivitätserhöhung zu ermöglichen.

Alles in allem wird es im Kontext der Digitalisierung zu einer Verschiebung bei den Wettbewerbsfaktoren von der „Kompetenz bei Stahl und Ei-

sen zu Kompetenzen bei Software und Datenanalyse“ (Exp) kommen. Zum einen wird der digitale Zwilling – also das virtuelle Abbild der Wertschöpfungskette auf den drei Ebenen Produkt, Produktion, Performance – in vielen Bereichen des Maschinenbaus immer wichtiger, wenn nicht gar zum Muss. Zum anderen werden im Aftersales-Bereich digitale Services zunehmend zum bedeutenden Instrument der Kundenbindung. An Themen wie frühzeitiger Erkennung sich anbahnender Störungen, vorausschauende Wartung, Fernwartung, Beratungsleistungen für Effizienz und Optimierung der Produktion beim Kunden führt laut befragten Experten kurz- bis mittelfristig kein Weg mehr vorbei.

Für die Entwicklung digitalisierter Angebote haben die größeren Maschinenbauunternehmen bereits vielfach eigene Geschäftseinheiten aufgebaut oder Startup-Unternehmen gegründet. Beispiele für solche Ideenschmieden und Innovation-Labs sind Agco Digital Center, Claas Greenhouse, Jungheinrich Digital Solutions, Krones Innovation Lab, KSB Business Innovation Lab, Linde Connected Solutions.

Die Digitalisierungsstrategien auf der Anbieterseite des Maschinenbaus müssen passgenaue Lösungen für die Digitalisierungsstrategien auf der Anwenderseite ihrer Kunden liefern. Damit können sich die digitalen Produktstrategien der Teilbranchen des Maschinenbaus in einigen wesentlichen Punkten unterscheiden. So gilt generell, dass die im klassischen Industriegeschäft aktiven Teilbranchen ihre Produktstrategien eher an den Konzepten der Smart Factory und der Vision Industrie 4.0 orientieren, während die digitalen Angebote der Teilbranchen mit anderen Kundengruppen wie Logistik/Handel oder Bauwirtschaft/Gebäudetechnik für ihre jeweiligen Endkunden einen Nutzen mit anderen digitalen Lösungen anbieten müssen. Diese unterschiedlichen Ausrichtungen wurden in den einzelnen Fallstudien der verschiedenen Teilbranchen schon heute deutlich. Grundsätzlich ist festzustellen, dass die meisten Teilbranchen zwar an den gleichen Digitalisierungsthemen arbeiten. Ausrichtung und Schwerpunktsetzung kann aber jeweils sehr unterschiedlich sein. Exemplarisch für den gesamten Maschinenbau mit allen seinen Sparten wird im Folgenden auf die fünf näher untersuchten Teilbranchen eingegangen.

Werkzeugmaschinenbau

Die Teilbranche Werkzeugmaschinenbau ist nahezu vollständig im klassischen industriellen Business-to-Business (B2B-Geschäft) tätig. Die Kunden erwarten von Unternehmen des Werkzeugmaschinenbaus Bearbeitungszentren, Pressenlinien und weitere Maschinen, die die Effizienz ihrer Produktionssysteme und damit ihre Produktivität erhöhen. Anwendungsgebiete für Werkzeugmaschinen sind die Fertigungsbereiche von produzierenden Unternehmen der Metall- und Elektroindustrie. Hier fokussieren die Effizienzbemühungen stark auf hohen Maschinenlaufzeiten, schnellen Umrüstvorgängen, geringer Störanfälligkeit und damit auf einer hohen Gesamtan-

lageneffektivität (OEE). Aber auch in den Fertigungsbereichen haben sich die Produkt-Individualisierung und die Steuerungskonzepte im Rahmen Ganzheitlicher Produktionssysteme ausgewirkt. Fertigungseffizienz ergibt sich heute nicht mehr allein aus den Skaleneffekten hoher Losgrößen. Damit ist auch für Werkzeugmaschinen höchste Agilität gefordert. Von den Digitalisierungslösungen des Werkzeugmaschinenbaus erhoffen sich die Kunden deshalb neben der Störungsreduktion, hoher Bearbeitungsgeschwindigkeit und Effizienz auch Unterstützung bei der Flexibilisierung der Fertigungsbereiche und eine leichtere Bedienbarkeit der Maschinen und Anlagen. Eine durchgängige Vernetzung der Systeme, die Steuerung des gesamten Wertstroms auf der Grundlage von Echtzeitdaten und ein durchgängiger digitaler Dokumentationsprozess sind hier wichtige Stichworte. Die in den Betriebsfallstudien gefundenen Beispiele wie App-basierte Bediensysteme für Bearbeitungszentren sowie digital gestütztes Condition Monitoring und Predictive Maintenance von Zerspan- und Umformtechnik belegen diese Kundenanforderungen.

Holzbearbeitungsmaschinenbau

Der Markt für Holzbearbeitungsmaschinen trifft auf ein breites Kundenspektrum im B2B-Bereich. Auf der einen Seite stehen hier die handwerklichen Tischlereibetriebe, die vornehmlich Einzelgeräte wie Sägen oder CNC-Holzbearbeitungsmaschinen abnehmen. Auf der anderen Seite stehen die großen Möbelhersteller, die schlüsselfertige Systeme kaufen, bei denen beispielsweise aus unbearbeiteten Spanplatten fertig verpackte Schrankwände produziert werden können. Die Digitalisierungsimpulse in dieser Teilbranche kommen eher aus dem Systemgeschäft. Dabei sind auch hier kundenspezifisch unterschiedliche Anforderungen zu erkennen. Große Hersteller von standardisierten Möbelementen bauen weltweit hochautomatisierte Fabriken, mit sehr großen Fertigungslosgrößen. Insbesondere in Asien und vor allem China ist hier ein ungebremstes Marktwachstum für Möbel entstanden, das in der Folge große Wachstumspotentiale für den Holzbearbeitungsmaschinenbau bietet. Diese Kunden erhoffen sich von den Digitalisierungslösungen des Maschinenbaus einen schnellen Aufbau der Anlagen, geringe Störanfälligkeit und höchste Bearbeitungsgeschwindigkeit. Die ebenfalls stark industrialisierte Küchenmöbelindustrie setzt andere Prioritäten. Sie erhofft sich Wettbewerbsvorteile durch höchste Endkundenorientierung. Individualisierung der Küchenangebote ist hier eine wichtige Produktstrategie, was in der Fertigung höchste Flexibilität erfordert. Von der Digitalisierung erhoffen sich die Kunden des Maschinenbaus eine hoch effiziente, preisgünstige Fertigung von Losgröße 1 nach individuellen Vorgaben des Endkunden. Die Digitalisierung der Fertigungsprozesse soll so die handwerkliche Flexibilität mit industrieller Effizienz zusammenbringen. Auch hier zeigen die in den Fallstudien gefundenen Konzepte, dass sich die Digitalisierungsstrategie an diesen Anforderungen der

Kunden orientiert. Als Beispiele für Digitalisierungsangebote wurden die vernetzte Losgröße-1-Fertigung, der digitale Zwilling (z. B. für die virtuelle Inbetriebnahme aber auch für Effizienzlösungen in der laufenden Produktion) und Plattformangebote für die horizontale Integration und Vernetzung der Holz- und Möbelindustrie genannt.

Fördertechnik

Die Kunden der Fördertechnik stammen einerseits aus allen Industriebranchen und andererseits aus den Handels- und Logistikbranchen. Dementsprechend müssen die Produktstrategien an die Digitalisierungsstrategien dieser Kunden angepasst sein. Beispielsweise entstehen im Anwendungsbereich der industriellen Intralogistik sehr hohe Digitalisierungsanforderungen. Die Weiterentwicklung der Lean-Konzepte und die Entwicklung von Ganzheitlichen Produktionssystemen hat zu einem deutlichen Bedeutungszuwachs der Intralogistik bei den Kunden geführt. Auftragsgenaue Kommissionierung, getaktete Versorgung der Montageplätze und höchste Flexibilität bei der Materialbereitstellung sind wichtige Voraussetzungen für effiziente und agile Produktionssysteme. Die Anwender erhoffen sich durch die Digitalisierung, dass auf der Grundlage von Echtzeitdaten diese Prozesse noch flexibler und störungsfreier betrieben werden können. Ebenso kommen vor allem aus der wachsenden Logistikbranche hohe Anforderungen der Kunden an Automatisierung, Vernetzung und 24/7-Verfügbarkeit. Weitere Kundenanforderungen liegen bei Transparenz, Arbeitssicherheit und Unfallvermeidung. Entsprechend finden wir in der Teilbranche Fördertechnik bei den Betriebsfallstudien digitale Produkte und Services für diese Anforderungen, wie beispielsweise digitales Flottenmanagement, autonome Transportsysteme, umfassende Sensorik in den Flurförderzeugen, vernetzte Intralogistiksysteme für vollautomatisierte Lager, Service-Apps, digitale Wartungssteuerung und Vernetzung des Services mit den Anwendern.

Landtechnik

Die Kunden der Landtechnik sind den unterschiedlichen Segmenten der Landwirtschaft zuzuordnen. Es gibt ein breites Kundenspektrum von der bäuerlichen Landwirtschaft bis hin zu weltweit agierenden Agrarkonzernen. Da die weltweite Nachfrage nach Agrarprodukten weiterhin stark wachsen wird, gibt es steigende Kundenanforderungen nach immer effizienteren Landtechniklösungen. Der Strukturwandel der Landwirtschaft in Richtung größere Betriebe, höhere Leistungen, stärkere Spezialisierung und Rationalisierung ist ein weiterer Innovationstreiber für die Landtechnik. Insgesamt kommen aus der industriell betriebenen Landwirtschaft starke Digitalisierungsimpulse in Richtung Precision- und Smart-Farming-Systeme. Nüchtern betrachtet, so ein befragter Experte, seien für die Anwendungsfelder der Landtechnik im Grunde nach wie vor Produkte aus Stahl und Eisen erforderlich. Von den Kunden getrieben werden diese aber immer stär-

ker angereichert durch elektronische Features und digitale Lösungen wie automatisierte GPS-Steuerung, sensorgestützte Informationsgewinnung, optische Erkennungssysteme, Apps für die Optimierung und für den Service usw. Den landwirtschaftlichen Betrieben wird dadurch eine exakte Überwachung und passgenaue Versorgung des Viehbestands, eine präzise Bewirtschaftung von Ackerflächen und eine vollständige Dokumentation ihrer Produktion ermöglicht. Damit ist der Agrarsektor in seinen eigenen Digitalisierungsstrategien schon sehr weit fortgeschritten. Als Beispiele für digitale Angebote der Landtechnik wurden von den befragten Experten digitale Plattformen für Landwirtschaft 4.0, Agrar-Apps, umfassende Sensorik- und Telematik-Lösungen zur Vernetzung und Optimierung der mobilen Maschinen, autonome Bearbeitungs- und Erntemaschinen sowie weitere digitale Produkte für Smart Farming genannt.

Aufzüge und Fahrtreppen

Die Teilbranche Aufzüge und Fahrtreppen stützt sich in ihrem wirtschaftlichen Erfolg mehr noch als andere Maschinenbau-Teilbranchen auf den Servicebereich als Kerngeschäftsfeld. Der Großteil des Umsatzes und der weit überwiegende Ergebnisanteil wird bei der Aufzugsbranche in Deutschland im Servicegeschäft erwirtschaftet. Dabei ist es strategisches Ziel der Unternehmen, ihre Service-Dienstleistungen auch für Fremdanlagen (anderer Hersteller) anzubieten. Generell ergibt sich in den Produktbereichen dieser Teilbranche ein hoher Wartungs- und Reparatur-Bedarf, insbesondere bei umweltbeeinflussten Einsatzgebieten. Deshalb wird diejenige Servicestrategie die Endkunden überzeugen, die eine hohe Verfügbarkeit garantieren kann bei möglichst geringen Ausfallzeiten und möglichst schnellen Reaktionszeiten bei Störungen. Die in der Teilbranche angebotenen digitalen Services sind genau auf diese Marktbedingungen ausgerichtet. Schwerpunkte der Digitalisierung auf Anbieterseite sind hier digitale Plattformen für die Zustandsüberwachung und vorausschauende Wartung der Anlagen, Sensoriklösungen mit Datenauswertung und digitalen Features für die Anlagenbetreiber, Apps und Zusatzfunktionen für das Fahrgasterlebnis sowie die Integration des Produkts „Aufzug“ in das vernetzte System der Gebäudetechnik.

Digitale Plattformen für das industrielle Internet der Dinge

Die Kunden des Maschinenbaus erhoffen sich durch die Digitalisierung der Anwendungsbereiche der Maschinen erhöhte Effizienz und Agilität. Diese Ziele können nur erreicht werden, wenn Digitalisierungskonzepte konsistent für den gesamten Wertschöpfungsprozess angewendet werden. Damit wird klar, dass sich Digitalisierung nicht nur auf eine zusätzliche Maschinenfunktion reduzieren lässt. Vielmehr werden sich die Konzepte durchsetzen, die den gesamten Kundenwertstrom im Blick haben. Die Automatisierungs- und Prozesssteuerungskompetenz wird damit erstmals physisch aus der

Maschine heraus in virtuelle, cloud-gestützte Netzwerke verlagert. Dies bietet neue Chancen, aber auch große Risiken für die Maschinenbaubranche, denn noch ist nicht entschieden, wer sich die Innovationsführerschaft in dieser neuen Automatisierungssphäre erkämpft.

Derzeit lässt sich dieses Ringen um die Innovationsführerschaft in der Branche eindrucksvoll im Kampf um die Durchsetzung von digitalen Plattformen für das Internet der Dinge (IoT) beobachten. Diese IoT-Plattformen sind die IT-technische Voraussetzung für die Integration von digitalen Einzellösungen in ein konsistentes digitales Wertschöpfungskonzept. Die IoT-Plattformen, die sich am Markt durchsetzen werden, werden nicht nur von ihrer dominanten Marktposition profitieren. Vielmehr werden Sie zum zentralen Knowhow-Träger zukünftiger digitaler Automatisierungskonzepte werden. Künstliche Intelligenz und die Virtualisierung der Fabriksteuerung in Cyber-physischen-Systemen (CPS) werden dann nicht mehr Element der Maschinen und ihrer Steuerungen sein. Umgekehrt werden dann die Maschinen zum mechanischen Anhängsel und standardisierten Ausführer in einem komplexen CPS. Alles in allem spielen plattformbasierte Geschäftsmodelle für das Internet der Dinge im industriellen Umfeld und damit auch für den Maschinenbau eine immer größere Rolle. Ziel für Maschinenbauunternehmen ist es, die direkte Kundenschnittstelle weiterhin zu kontrollieren und nicht an branchenfremde Anbieter zu verlieren.

Nicht wenige in der Branche befürchten, dass die jetzige Innovationsführerschaft und die Kundenschnittstelle verloren gehen, wenn es dem Maschinenbau nicht gelingt, diese neue Automatisierungssphäre zu beherrschen oder zumindest wesentlich daran beteiligt zu werden. Die Entwicklung im Handymarkt gilt da vielen als abschreckendes Beispiel, weil hier die Hardware-Produzenten ihre Innovationsführerschaft an die Lieferanten der Handy-Betriebssysteme abgegeben haben.

„Die Plattformlösungen von Branchenfremden können zur Riesengefahr für uns Maschinenbauer werden. Wenn wir da keine Gegenkonzepte finden, dann werden die den Maschinenbau aus der direkten Schnittstelle zu den Industriekunden verdrängen und die gesamte System- und Steuerungskompetenz erobern. Und der Maschinenbau wird zum klassischen Hardwarelieferanten von Produkten aus Stahl und Eisen. Das halte ich für hoch kritisch für die Branche.“ (Exp)

Seit wenigen Jahren entstehen im industriellen B2B-Umfeld zahlreiche IoT-Plattformen. Zum einen aus dem Maschinenbau selbst heraus, aber auch von Unternehmen aus Informations-, Technologie- und anderen Branchen getrieben. „Die Plattformen für industrielles Internet der Dinge schießen wie Pilze aus dem Boden“ (Exp). Anfang 2018 „tummeln sich über 300 IoT-Plattformen auf dem Markt. ... Noch in diesem Jahr werde es die erste echte Marktvereinbarung geben“ (Industrieanzeiger, Heft 7/2018, S. 56). Nur wenige Plattformen werden den Rahmen im industriellen Bereich setzen. Für den deutschen Maschinenbau wäre es wünschenswert, wenn nicht so-

gar überlebenswichtig, wenn davon wenigstens eine aus den eigenen Reihen kommt.

Dabei stützen sich die unterschiedlichen Unternehmen auf unterschiedliche Erfahrungswerte. Im industriellen Umfeld neue Akteure wie Google und Amazon können auf eine lange Erfahrung mit internetbasierten Plattformen und deren KI-Analysekonzepte verweisen.

„Plattformunternehmen wie Amazon oder Google haben viele B2C-Märkte von Grund auf verändert. Ihr Vordringen ins B2B-Segment ruft auch den deutschen Maschinenbau auf den Plan. Zwar ist ein entsprechendes Ökosystem hier erst im Entstehen, doch der Trend ist eindeutig: plattformbasierte Applikationen werden auch im industriellen Umfeld zum entscheidenden Differenzierungsfaktor.“ (VDMA, Deutsche Messe, Roland Berger 2018)

IT-Anbieter wie SAP verweisen mit ihrer IoT-Software auf ihre Kompetenz bei der digitalen Abbildung von Unternehmensprozessen, z. B. im Rahmen von ERP-Systemen (Enterprise Resource Planning). Bosch stützt sich mit seiner Bosch IoT-Suite auf die Erfahrungen eines weltweit operierenden und branchenübergreifenden Anwenders. Und Siemens nutzt bei Mindsphere die Kompetenzen in der Maschinensteuerung. All diese IoT-Strategien außerhalb des Maschinenbaus werden einerseits als Bedrohung wahrgenommen, auf der anderen Seite versuchen verschiedene Maschinenbauunternehmen mit diesen externen Konzepten zu kooperieren.

Aus dem Maschinenbau selbst heraus gibt es einerseits unternehmensbezogene, geschlossene IoT-Plattformen. Dazu gehören beispielsweise in der Teilbranche Aufzüge und Fahrtreppen allein von deren vier Großunternehmen („Big-4“) die Kone Digitale Plattform, MAX (Thyssen-Krupp), Otis ONE und Schindler Ahead. Diese digitalen Plattformen von Unternehmen sollen insbesondere den Kundennutzen verbessern und damit die Kundenbindung in einem umkämpften Markt erhöhen. Sie zielen vor allem auf hohe Verfügbarkeit, Sicherheit und Werterhalt der Anlagen. Predictive Maintenance, also vorausschauende Wartung, steht dabei im Zentrum. Es gibt aber eine Vielzahl weiterer Tools und Möglichkeiten, die in den nächsten Jahren die Geschäftsmodelle in der Aufzugsbranche – Stichwort Service 4.0 – verändern werden. Auch in den anderen Teilbranchen gibt es spezifische, unternehmensbezogene Plattformkonzepte, wie z. B. ISM-online als Flottenmanagement-Lösung von Jungheinrich in der Fördertechnik.

Über die unternehmensbezogenen Plattformen hinaus wurden aus dem Maschinenbau heraus offene Internet-Plattformen und Ecosysteme ins Leben gerufen, wie 365Farmnet, Adamos, Axxom, Tapio. Diesen IoT-Plattformen geht es darum, branchenweite Standards zu setzen, bei denen unterschiedliche Anbieter wie auch die Anwenderseite integriert werden können. Auch bei diesen offenen Plattformen stehen Condition Monitoring und Predictive Maintenance der Maschinen und Anlagen im Vordergrund. Manches kleine und mittlere, aber auch größere Maschinenbauunterneh-

men steigen in solche Plattformangebote aus dem Maschinenbau oder auch bei anderen Plattformen wie Mindsphere von Siemens ein. Auf drei dieser IoT-Plattformen für das klassische Industriegeschäft wird im Folgenden exemplarisch eingegangen.

Adamos

ADAMOS (ADAPtive Manufacturing Open Solutions) ist eine IoT-Plattform, die von einer strategischen Allianz aus DMG Mori, Dürr, Software AG, Zeiss und weiteren Unternehmen seit Mitte 2017 angeboten wird. Mit Adamos als Plattformanbieter (Platform-as-a-Service) soll es gelingen, dass der Maschinen- und Anlagenbau selbst globale Industriestandards setzt und die Entwicklung der Plattformökonomie vorantreibt. Adamos ist – getreu dem Slogan „Maschinenbau gestaltet Digitalisierung“ – speziell auf die Bedürfnisse des Maschinenbaus und seiner Kunden zugeschnitten. Folgende IoT-Funktionalitäten werden von Adamos bereitgestellt:

1. Maschinelles Lernen zur Bewertung von Echtzeitdaten und Unterstützung von Entscheidungen (z. B. Predictive Maintenance).
2. Real-Time Analytics zur Auswertung von großen Datenmengen in Echtzeit (Geofence, Condition Monitoring).
3. Data Storage als Speichermedium mit weltweitem Zugriff, das den höchsten Security-Ansprüchen genügt.
4. Device Connectivity für unterschiedliche, heterogene Maschinenlandschaften.
5. Device Management mit Lebenszyklus-Management für alle integrierten Maschinen und Geräte.

Die offene Plattform Adamos ist digitaler Marktplatz für eigene Applikationen sowie für verschiedene, meist branchenbezogene Software-as-a-Service-Lösungen von Partnern, wie Celos (DMG Mori), Loxeo (Dürr), Tapio (Homag).

Axoom

Ein Vorreiter bei digitalen Geschäftsmodellen ist die Trumpf-Gruppe, die das Tochterunternehmen AXOOM als Industrie 4.0-Anbieter mit einer digitalen Geschäftsplattform bereits 2015 gegründet hat. Axoom ist eine offene Plattform, mit der die Systemlandschaft von Fertigungsunternehmen durchgehend integriert und vernetzt werden kann. Die Anwender werden dadurch in die Lage versetzt, alle relevanten Informationen des Betriebs zu erfassen und zu verwalten – vom Auftragsmanagement bis zu Maschinenstatus-Informationen. So können sie bei Problemen schnell reagieren, Produktionsprozesse optimieren und die Betriebskosten deutlich senken. Dabei werden die Informationsströme zwischen Maschinenherstellern und Anwendern in vier Bereichen optimiert:

1. Connection Center: hilft Maschinenherstellern ihre Geräte im Feld anzubinden und zu verwalten, um die Verfügbarkeit und den Service zu verbessern.
2. Condition Monitoring: Zustandsüberwachung macht Produktionsprozesse beim Endkunden transparenter und vorhersehbarer, Hersteller können das Verhalten ihrer Maschinen und Komponenten automatisch überwachen.
3. Remote Services: sorgen durch proaktive Software- und Maschinen-Updates aus der Ferne für einen geringeren Instandhaltungsaufwand.
4. Data Analytics: Auswertung der Gesamtheit der erhobenen Daten hilft dabei, die Produktivität der Anwender zu steigern. Hersteller können ihre Anlagen unter realen Produktionsbedingungen analysieren und sie damit optimieren.

Die Daten aus diesen vier Bereichen können die Maschinenhersteller ihren Endkunden in Form von Apps zur Verfügung stellen. Den Maschinenbetreibern wird damit ermöglicht, die Effizienz ihrer Maschinen und ihrer Produktion zu erhöhen.

Mindsphere

MindSphere von Siemens ist ein cloudbasiertes, offenes Betriebssystem für das industrielle Internet der Dinge, mit dem sich der Technologiekonzern als Plattformanbieter für verschiedene Branchen positioniert. Mindsphere setzt die Anwender in die Lage, ihre Produkte, Anlagen, Maschinen und Systeme zu verbinden und ermöglicht ihnen, die Fülle von Daten aus diesem Internet der Dinge für umfangreiche Analysen zu nutzen. Die Plattform Mindsphere flankierend wurde Anfang 2018 die weltweite Anwenderorganisation „MindSphere World e. V.“ gegründet, die nach ihrem ersten Auftritt auf der Hannover Messe 2018 rund 25 Mitgliedsunternehmen hat. Dazu gehören namhafte Werkzeugmaschinenbauer wie Chiron, Grob, Heller, Index, Trumpf und weitere, aber auch Technologieführer der Automatisierung wie Festo, Heitec, Kuka, Sick.

Die drei Beispiele unterscheiden sich in der Art der Kooperation mit den Maschinenbaukunden. Generell ist bei allen drei in der Struktur zwischen den Ebenen Platform-as-a-Service und Software-as-a-Service zu unterscheiden. Die IoT-Plattformen bieten funktionale Unterstützung bei der Vernetzung der Maschinen (Connectivity), bei Analyse (KI) und Datenverwaltung. Darauf aufbauend können dann die Maschinenbaukunden, aber auch Softwareunternehmen eigene Apps (Software-as-a-Service) entwickeln und die IoT-Funktionen nutzen. Diese entwickelten Apps werden dann in eigenen App-Stores ausgetauscht oder vermarktet.

Während bei Mindsphere und Axoom ein Unternehmen Entwickler und Betreiber der IoT-Plattform ist, wird die Plattform bei Adamos aus einem Verbund unterschiedlicher Maschinenbauunternehmen betrieben. Adamos

legt in der Selbstdarstellung Wert darauf, dass alle Unternehmenspartner bei der Weiterentwicklung und Ausrichtung der Plattform beteiligt werden und dass die Endkundenanwendungen im jeweiligen „Look&Feel“ der Maschinenbaupartner und nicht der Adamos-Plattform erscheinen.

3.3 Digitalisierung in der Anwenderperspektive

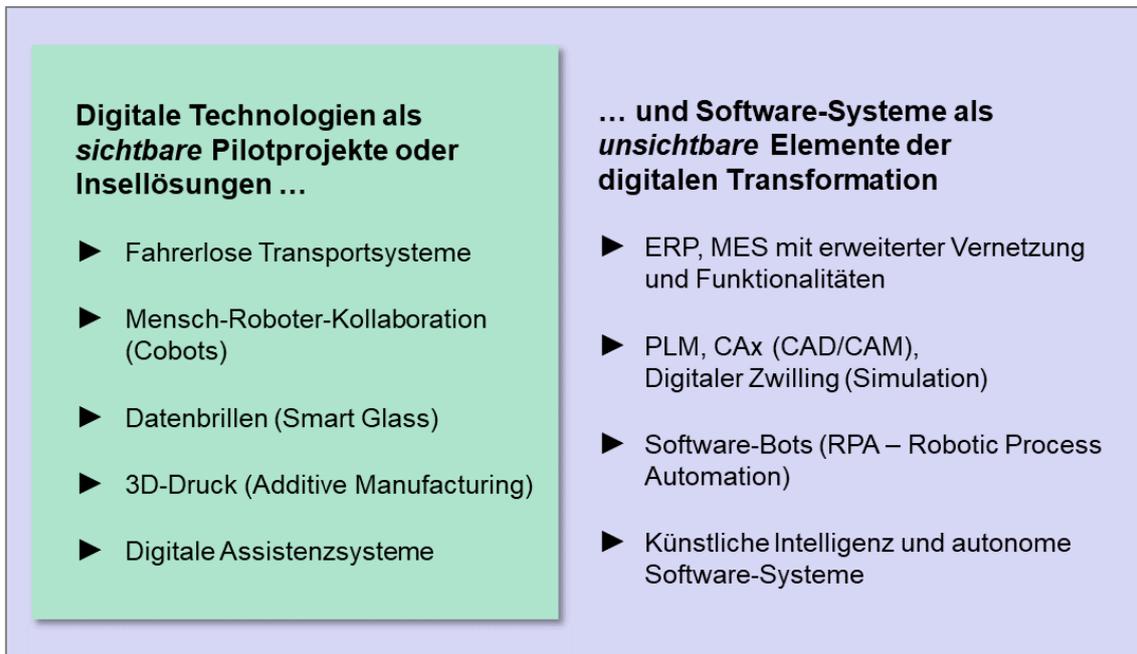
Das Management von Maschinenbauunternehmen sieht Digitalisierung in erster Linie in der Anbieterperspektive. Den Kunden der Unternehmen aus dem Werkzeug- und Holzbearbeitungsmaschinenbau, aus Landtechnik und Fördertechnik und vielen anderen Maschinenbausparten, sollen durch Digitalisierung Effizienz und Rationalisierungspotenziale erschlossen werden. In der Anwendersicht des Maschinenbaus, bei den internen Unternehmensprozessen, wird der digitale Wandel eher als schleichende Umsetzung wahrgenommen, die jedoch deutlich an Dynamik gewinnt. Zu unterscheiden ist zwischen einzelnen digitalen Technologien und umfassender Vernetzung des Unternehmens durch Software-Systeme.

„Maschinenbauer sehen die Digitalisierung vor allem mit der Kundenbrille. Sie sind Digitalisierungslieferanten für ihre Kunden. Und bei ihren eigenen Prozessen sind Maschinenbauer in der Regel noch nicht so weit.“ (Exp)

„Bei uns im Betrieb wird schrittweise digitalisiert. Es ist ein schleichender Prozess, der sich aber in den letzten Monaten stark beschleunigt hat.“ (Exp)

„Die einzelnen Aspekte von Industrie 4.0 und die Insellösungen sind oftmals nur kleine Geschichten. Aber in der Gänze und mit der Vernetzung durch Software-Systeme bekommt das Thema dann einen Riesenhub.“ (Exp)

Abbildung 4: Digitalisierung der internen Prozesse im Maschinenbau



Grafik: IMU Institut

Zwischen den digitalen Technologien und den Software-Systemen besteht ein großer, direkt wahrnehmbarer Unterschied, wie im Folgenden gezeigt wird. Die digitalen Technologien sind für die Menschen im Betrieb sichtbar; sie werden zunächst meist als Pilotprojekt oder Insellösung implementiert. Dagegen ist die umfassende Vernetzung der Unternehmensprozesse durch Software-Systeme ein nicht sichtbares Element der digitalen Transformation, das für Beschäftigte und Betriebsräte schwerer zu greifen ist.

Digitale Technologien

Bei dem betrachteten Maschinenbauunternehmen werden verschiedene digitale Technologien oder Geräte eingesetzt. Meist in Form von Pilotprojekten, als Insellösung oder als Experimentierfeld. Dass der Einsatz digitaler Technologien in den meisten Unternehmen erst am Anfang steht, manifestiert sich in der liebevollen Namensgebung von smarten autonomen Flurförderzeugen als Elli oder von kollaborierenden Robotern als Uschi oder Robert. Im Folgenden wird auf den Einsatz digitaler Technologien – wie fahrerlose Transportsysteme, Cobots, Datenbrillen, 3D-Druck, digitale Assistenzsysteme – in den Betriebsfallstudien näher eingegangen.

In einigen Betrieben werden beispielsweise fahrerlose Transportsysteme für verschiedene Zwecke als punktuelle Lösung, neben dem dominierenden normalen Stapler-, Kommissionierer- und Routenzugverkehr, eingesetzt:

- um Supermärkte vom Zentrallager aus zu versorgen,
- um den Kommissionierer durch ein automatisch folgendes Kommissionierfahrzeug zu unterstützen,
- um Montagewerker mit selbstfahrenden Montageassistenten zu unterstützen,
- um große, in Produktionsreihenfolge vorkommissionierte Komponenten durch Laser-navigierte Elektrostapler automatisch zum Verbauort zu transportieren.

Mit kollaborierenden Leichtbaurobotern (Cobots) gibt es bei den Betriebsfallstudien bisher nur rudimentäre Erfahrungen. Use Cases, also tatsächliche Anwendungen in der Montage, sind im Maschinenbau nicht einfach zu finden; schon allein, weil die Losgrößen gering und die Teile zu schwer für eine Hebekraft von max. 15 kg sind. Aus zwei Betrieben wird berichtet, dass kollaborierende Roboter in der Montage getestet wurden, die Pilotprojekte aber wieder eingeschlafen sind. In einem weiteren Betrieb sollen Werker mit einem neu angeschafften Cobot experimentieren dürfen und sich Anwendungsfälle suchen. Chancen der Mensch-Roboter-Kollaboration liegen in ergonomischen Verbesserungen durch Entlastung bei schwierigen Tätigkeiten und bei möglichen Kompensationen für Leistungsgeminderte.

„Einführungsszenarien für kollaborierende Roboter gehen in die Richtung, dass man sich Belastungen anschaut und hochbelastende Tätigkeiten durch Roboter ersetzt. Man nimmt also Inhalte weg, aber auch ergonomisch belastende Momente für die Mitarbeiter.“ (Exp)

„Überall wo Montage ist, gibt es prinzipiell Einsatzmöglichkeiten für Mensch-Roboter-Kollaboration. Das ist im Maschinenbau aber nichts, was heute kommt. Das wird bei uns noch länger dauern, aber erste Anwendungsfälle wird es schon bald geben.“ (Exp)

Datenbrillen werden bei einigen Betriebsfallstudien erprobt, kommen aber im Maschinenbau bisher eher punktuell im Service oder in der Logistik zum Einsatz. In Servicebereichen wird mit Augmented Reality-Brillen als Assistenzsystem bzw. zur Fernunterstützung bei der Störungssuche experimentiert, in der Logistik werden vereinzelt Smart Glasses zum Picken der Teile im Lager erprobt. Es wird jedoch von Betriebsräten berichtet, dass Tests mit HoloLens und Google Glass andernorts im Inland durchgeführt werden, nachdem die Erprobung im eigenen Betrieb vom Betriebsrat abgelehnt oder „sehr kritisch gesehen“ wurde. Ebenso sind Datenbrillen bereits an Auslandsstandorten implementiert. Sie werden z. B. im Betrieb eines Maschinenbauers in Asien eingesetzt, „um idiotensichere Montage ohne Fachkräfte mittels digitalem Montageassistent“ durchzuführen. „Das ist in Deutschland durch die gute Ausbildung und qualifizierte Facharbeit nicht notwendig und wäre auch kontraproduktiv“ (Exp).

3D-Druck wird bisher vor allem in Entwicklungsbereichen für Tests erprobt und auch beim Prototypen- und Musterbau eingesetzt. Bei den eigenen Produktionsprozessen spielt Additive Manufacturing bisher keine Rolle im Maschinenbau. Aber auf Anbieterseite befassen sich insbesondere Werkzeugmaschinenbauer bereits intensiv mit Additive Manufacturing, der Integration in Hybridmaschinen und neuen Geschäftsmodellen.

„Additive Manufacturing haben wir noch nicht. Aber wir haben positive Erfahrungen mit 3D-Druck in der Entwicklung und für den Musterbau. Man gewinnt an Geschwindigkeit im Entwicklungsprozess. Aber es ist noch lange nicht so weit, dass wir das in den Produktionsprozess integrieren. Wir sehen aber den rasanten Fortschritt bei Additive Manufacturing, was die Prozessschnelligkeit und die Kostenseite betrifft.“ (Exp)

Zu den weiteren digitale Technologien bzw. digitalen Assistenzsystemen, die im Maschinenbau eher punktuell im Einsatz sind, gehören beispielsweise:

- Smart Watch für Teamleiter, Springer und Instandhalter, die per Signal „aufs Handgelenk“ bei Problemen, bei Stillstand oder Störungen gerufen werden.
- Service-Board zur mobilen Meldung von Servicefällen durch den Kunden (QR-Scan, Foto des Defekts) an das Servicecenter des Maschinenbauers für Fernwartung oder Ersatzteilbestellung.
- Vernetzte Schrauber mit automatischer Drehmomenteinstellung und Dokumentation (z. B. für die Montage sicherheitsrelevanter Teile wie Rädern bei Flurförderzeugen oder in der Landtechnik).
- AR-Tablets zur Qualitätskontrolle mit Hilfe von Augmented Reality in der variantenreichen Montage.
- Ladungsträger von Maschinenkomponenten oder Gitterboxen, die mit RFID-Systemen ausgestattet sind. Damit wird Tracking im Produktionsprozess, aber auch in der Lieferkette ermöglicht, um den Wertstrom, aber auch Standzeiten, transparent zu machen.

Diese digitalen Technologien und die Erprobung entsprechender Devices als Pilotprojekt oder auch ihre Implementation im Betrieb sind für die Beschäftigten und die Betriebsräte sichtbar in Form von digitalen Geräten oder digitalisierten Betriebsmitteln (siehe Abbildung 4). Damit sind diese digitalen Technologien erfahrbar und im Bewusstsein der betrieblichen Akteure. Die Unmenge an Daten, die dadurch erzeugt wird (Big Data), ist jedoch auf den ersten Blick nicht sichtbar. Die Erfassung und Auswertung großer Datenmengen erzeugt Handlungsbedarfe beim betrieblichen Datenschutz und bei Themen wie personenbezogene Datenauswertung sowie Leistungs- und Verhaltenskontrolle. Bei den digitalen Technologien, die im betrieblichen Alltag, auf dem Shopfloor sichtbar sind, lassen sich diese Handlungsbedarfe materiell festmachen. Die im Folgenden betrachtete umfassende Vernetzung der Unternehmensprozesse mittels Software-Systemen

ist dagegen ein unsichtbares Element der digitalen Transformation, das für Beschäftigte und Betriebsräte schwerer zu greifen ist. Umso mehr muss auch hier ein Hauptaugenmerk der Mitbestimmungsträger auf Themen wie Arbeitsgestaltung und Datenschutz gelegt werden.

Software-Systeme und Vernetzung

Zu den Kernpunkten der Digitalisierung in Anwenderperspektive des Maschinenbaus gehört die Vernetzung der Unternehmensprozesse im Sinne der Cyber-Physical-Systems (CPS), um damit eine Durchgängigkeit in der Prozesskette von der Bestellung/Entwicklung bis zu Auslieferung/Service (end-to-end) sowie die Echtzeitdaten-basierte Analyse und Optimierung von Produktionsprozessen zu erreichen. Die übergreifende Vernetzung und die entsprechenden Software-Systeme sind nicht „greifbare“, sozusagen unsichtbare Elemente der digitalen Transformation. Obgleich nicht unmittelbar sichtbar, sollte ein Hauptaugenmerk von Beteiligungsprozessen und Mitbestimmung bei diesen Software-Systemen liegen. Zumal der Blick auf diesen Kernbereich der digitalen Transformation häufig durch die sichtbaren digitalen Technologien, mit denen im Betrieb experimentiert wird und die als Pilotprojekte implementiert werden, verdeckt wird.

Aus den Betriebsfallstudien heraus haben sich CPS- und Softwarethemen – wie Manufacturing Execution Systems (MES), papierlose Produktion bzw. papierlose Unternehmensprozesse und der digitale Zwilling – als die großen internen Digitalisierungsthemen im Maschinenbau herauskristallisiert. Bei den untersuchten Teilbranchen gilt dies sowohl für den Werkzeug- und Holzbearbeitungsmaschinenbau als auch für die Fördertechnik und Landtechnik. In diesen wie in den weiteren Teilbranchen des Maschinenbaus geht es um die vertikale und horizontale Integration im Unternehmen bzw. die bruchlose Vernetzung der Unternehmensprozesse. Damit umfassen diese Kernelemente der digitalen Transformation in der End-to-end-Betrachtung sämtliche Arbeitsprozesse im Unternehmen und beschränken sich nicht auf einen Arbeitsbereich oder eine Abteilung. In den Fokus rücken die Wertschöpfungsprozesse insgesamt, also nicht nur der Produktionsoptimierungsprozess, sondern auch vor- und nachgelagerte Prozesse.

„Wir gehen da in Richtung End-to-end-Perspektive bei den gesamten Prozessen und die entsprechenden KPIs (*Key Performance Indicator*). Da kommen dann Themen zum Tragen wie OEE (*Gesamtanlageneffektivität*) und weitere KPIs. Es geht um die Verkürzung der Durchlaufzeit vom Vertriebsprozess über Konstruktion und Produktion bis zur Auslieferung an den Kunden. Aber es geht auch um die Erhöhung der Produktivität im Gesamtprozess, um die Verringerung von Reklamationsquoten, um höhere Liefertreue und vieles mehr.“ (Exp)

Bisher ist auch bei den Vorreiterunternehmen aus den Betriebsfallstudien keine komplette Durchgängigkeit in den Unternehmensprozessen und zwischen den Software-Systemen vorhanden. In der Regel gibt es noch Brü-

che bei der Abbildung der Wertströme. Als Zielbild für Maschinenbauunternehmen formuliert ein befragter Experte die komplette vertikale Integration vom Design und Entwicklung/Konstruktion über die Industrialisierung bis auf den Shopfloor sowie die bruchfreie horizontale Integration des Workflows entlang der Wertschöpfungskette. Als Software-Systeme spielen hierbei nahtlose CAD/CAM-Systeme für die computergestützte Entwicklung, Konstruktion, Planung und Fertigung, komplett im 3D-Modell, sowie die Verbindungen und erweiterten Funktionalitäten zwischen MES (Manufacturing Execution System) und der ERP-Ebene (Enterprise Resource Planning) eine wichtige Rolle.

„In der vertikalen Dimension gab es bisher Medienbrüche zwischen 3D-Modellen und 2D-Zeichnungen, mit denen weitergearbeitet wird. Ziel im Unternehmen ist die 3D-Continuity. Aus einer solchen vertikalen Integration entstehen große Möglichkeiten der Simulation bis hin zum automatisierten Transfer von Stücklisten und Zeitstudien, ohne dass ein Teil physisch existiert. Damit kann die gesamte Planung im 3D-Modell gemacht werden. Dieser Strang ist für uns extrem wichtig. Wir werden dadurch viel schneller, ausgereifter, können Fehler frühzeitig korrigieren und sind sicherer in der Umsetzung. Der zweite wichtige Strang ist die horizontale Integration, also die Vernetzung des gesamten Value Streams. Das ist der Klassiker, wenn man von Industrie 4.0 redet.“ (Exp)

Im Rahmen der digitalen Transformation rücken die Optimierungsoptionen durch Simulationen mittels digitaler Zwillinge von Produkt, Produktion und Performance zunehmend in den Fokus. Bei komplexen verketteten Produktionsanlagen wird durch virtuelle Inbetriebnahme mittels digitalem Zwilling eine signifikante Verkürzung der realen Inbetriebnahmezeit erwartet, wie ein Beispiel aus dem Holzbearbeitungsmaschinenbau zeigt. Insgesamt sollen digitale Zwillinge laut befragten Experten vor allem kürzere Durchlaufzeiten und höhere Qualität ermöglichen. In einer sehr anspruchsvollen Erwartung bilden sie nicht weniger als die Basis ...

- für eine kürzere Produkteinführungszeit,
- für eine virtuelle Inbetriebnahme und damit signifikant verkürzte reale Inbetriebnahme von Anlagen,
- für vorausschauende Wartung und höhere Verfügbarkeit,
- für minimierte Rüstprozesse und höhere Maschinenlaufzeiten,
- für größere Transparenz im Produktionsprozess und Vermeidung von Verschwendung im Sinne des Lean-Managements sowie
- für digitale Services und neue Geschäftsmodelle.

Die umfassende digitale Vernetzung der Unternehmensfunktionen durch Software-Systeme ermöglicht die Umstellung des traditionellen Produktionsprozesses mit Stammkarten, wie er in der überwiegenden Mehrzahl der Maschinenbauunternehmen gang und gäbe ist, auf die papierlose Produktion. Papierlose Prozesse im Büro, auf dem Shopfloor und beim Service bzw. die Abdeckung der gesamten Prozesskette durch papierlose Arbeits-

prozesse sind bei den Betriebsfallstudien ein weiteres Ziel der Digitalisierung.

„Papierlos ist bei uns auf dem Vormarsch, auch wenn wir in der Praxis noch weit von papierloser Produktion entfernt sind. Aber wir bewegen uns schrittweise darauf zu.“ (Exp)

„Wenn das MES dann eingeführt ist, werden Zeichnungen, Arbeitsanweisungen und Prüfanweisungen, die heute in Papierform vorliegen, durch elektronische Mittel ersetzt. Es werden also Monitore oder mobile Endgeräte an die Arbeitsplätze gebracht und wir bekommen die papierlose Produktion mit Echtzeitdaten. Heute ist es noch ein erheblicher Aufwand, die aktuellen Informationen und Versionen an den Arbeitsplatz zu bekommen. Sowa in Echtzeit und dann auch noch prozesssicher von der Konstruktion in die Arbeitsvorbereitung in die Produktion zu bekommen, wäre ein deutlicher Sprung.“ (Exp)

Ein weiteres Element der Digitalisierung ist die Implementierung von Software-Bots (bzw. Prozessrobotern oder als RPA bezeichnete Robotic Process Automation). Als Software-Bots werden Programme bezeichnet, die Arbeitsschritte bei der Erfassung und Verarbeitung von Informationen automatisieren. Es sind also Anwendungen, die eine menschliche Interaktion mit Benutzerschnittstellen von Software nachahmen; z. B. kann die Ausführung einer Dateneingabe in ein ERP-System bzw. ein gesamter Geschäftsprozess durch sie abgebildet werden. Damit sind durch Software-Bots maßgebliche Produktivitäts- und Effizienzsteigerungen insbesondere in den administrativen und produktionsnahen Bereichen von Maschinenbauunternehmen möglich. Insbesondere die Bereitstellung von Information auf Papier wird abnehmen, wie es heute noch viele Routinetätigkeiten im Büro und auch Tätigkeiten in der internen Logistik sind. Prozessroboter zielen vor allem auf Routinen, die im täglichen administrativen Umgang anfallen. Das sind hauptsächlich Tätigkeiten, die durch Systembrüche zustande kommen. Einsatzbereiche werden beispielsweise in der Berichterstattung gesehen, die Daten werden nicht mehr händisch aufbereitet, sondern automatisch aus Systemen gezogen werden.

Weitere Möglichkeiten liegen in der Erfassung von Daten aus einer Excel-Tabelle und deren automatische Übertragung in eine andere Datenbank, in der Erfassung von Rechnungsbeträgen beim Einscannen der Rechnungen und deren Abgleich mit Daten im SAP oder in der automatisierten Erstellung von Reisekostenabrechnungen durch die Auswertung von GPS-Daten. Betroffen sind davon vor allem die indirekten Bereiche im Maschinenbau, deren Tätigkeit in der Informationsverarbeitung besteht (siehe Kapitel 4.1).

„Prozessroboter zielen vor allem auf Routinetätigkeiten, die in der täglichen Büroarbeit anfallen und die hauptsächlich durch Systembrüche zustande kommen. Daten aus der Zeiterfassung, aus Produktivitätsworkshops oder von Lieferanten, Qualitätsprotokolle, SAP-Eingaben – was immer man auch eingeben kann, kann durch Prozessroboter automatisiert werden.“ (Exp)

Internationale Dimension der Digitalisierung von Unternehmensprozessen

Die Digitalisierung der internen Unternehmensprozesse weist auch eine internationale Dimension auf. Bei einigen Betriebsfallstudien wurde berichtet, dass digitale Technologien zunächst an Auslandsstandorten erprobt werden. So wird der Einsatz von Smart Glasses für Servicebereiche aufgrund niedrigschwelliger Regularien zunächst in Servicestützpunkten außerhalb Deutschlands erprobt und umgesetzt. Bei einer anderen Fallstudie wurde ein Werk in Osteuropa auf der grünen Wiese als Smart Factory mit hoch automatisierten und durchgängig vernetzten Prozessen gebaut. Während dort mit Arbeitsplänen auf Monitoren papierlos produziert wird, ist der Produktionsprozess am Stammsitz in Deutschland noch ganz traditionell auf Stammkarten gestützt. Aus einem anderen Maschinenbauunternehmen wird berichtet, dass das chinesische Werk beim Thema „Industrie 4.0“ viel weiter sei als die deutschen Standorte. Dort werden fahrerlose Transportsysteme für die Montage eingesetzt und es gibt ein digitales Assistenzsystem mit Visualisierung der Montageschritte und quittierender Werkerführung. Zudem ist das Werk mittels MES durchgängig vernetzt.

Interne Digitalisierung als sozio-technischer Prozess

Die digitale Transformation ist jedoch keine rein technische Angelegenheit, wie fast alle befragten Experten betonen. Neben digitalen Technologien und Software-Systemen als technische Befähiger („Technical Enablers“) sind für die Umsetzung der internen Digitalisierung die „Non-technical Enablers“, wie Change Management, Unternehmenskultur und das Aufsetzen auf Lean-Erfahrungen entscheidend. Ein ganzheitlicher Gestaltungsansatz und ein Digitalisierungsverständnis sind erforderlich, das gleichermaßen die technologischen, organisatorischen und arbeitsbezogenen Dimensionen eines Unternehmensprozesses mit ihren engen Wechselwirkungen in den Blick nimmt und diesen als sozio-technisches System begreift (Hirsch-Kreinsen 2017). Auch aus Sicht befragter Experten ist die Digitalisierung mit einem Kulturwandel in den Unternehmen des Maschinenbaus verbunden, der nur mit Beteiligung der Mitarbeiter erreicht werden kann. Zum erforderlichen Change Management gehört auch, dass Mitarbeiter vorbereitet und befähigt werden, um mit den Anforderungen der Digitalisierung in Zukunft umgehen zu können (siehe Kapitel 4.4).

3.4 Lean-Konzepte und Digitalisierung

Produktionssysteme und Arbeitsorganisation sind in vielen Bereichen des Maschinenbaus von Lean-Konzepten geprägt. Daran knüpft die Digitalisierung der internen Prozesse von Maschinenbauern häufig an.

„Digitalisierung ist eine Chance und eine Notwendigkeit zugleich. ... Deutschland war bei innovativen Produkten schon immer stark. Diese Stärke reicht aber nicht mehr. Zunehmend rückten in den letzten 20 Jahren die Prozesse in den Fokus. Die deutsche Industrie muss Vorreiter bei den Produkten und bei den Prozessen sein. Nur so lässt sich die Produktion im Hochlohnland halten. ... Bei den Prozessen wurde nach den traditionellen technischen Produktivitätsmaßnahmen zunächst über organisatorische Maßnahmen wie Lean die Produktivität weiter erhöht. Heute stehen wir vor der nächsten Stufe der Produktivitätserhöhung durch die Digitalisierung.“ (Exp)

Ein Vorreiter für Lean Production war der Werkzeugmaschinenbauer Trumpf mit Einführung des Ganzheitlichen Produktionssystems „Synchro“ Ende der 1990er Jahre – seither wurden die Fließmontage mit langen Taktzeiten und weitere Elemente von Lean bei vielen Maschinenbauern eingeführt. In den letzten Jahren wurden dann auch bei Bürotätigkeiten Lean-Office-Konzepte implementiert.

„Wir haben unser (Unternehmensname)-Produktionssystem, das sich mittlerweile zu einem (Unternehmensname)-Exzellenzsystem erweitert hat. Weil wir uns eben nicht nur klassisch die Produktion anschauen, sondern alle Bereiche im Unternehmen. Darum heißt das jetzt nicht mehr nur „X“-Produktionssystem, sondern „X“-Exzellenzsystem. Dahinter stecken die Prinzipien Vermeidung von Verschwendung, Ordnung und Sauberkeit, klar strukturierte Prozesse, Transparenz in allen Unternehmensbereichen. Und das sind auch die Grundlagen, die man für die Digitalisierung der internen Abläufe braucht.“ (Exp)

Bei Lean-Konzepten geht es darum, Mensch, Technik und Organisation umfassend und ganzheitlich zu betrachten, um die Prozesse im Unternehmen – sowohl in Produktion (Lean Production) als auch in Büros (Lean Office, Lean Engineering) – kontinuierlich zu verbessern, auf Wertschöpfung auszurichten und „Verschwendung“ zu vermeiden. Mit Lean-Konzepten gelang es bei vielen Unternehmen sukzessive die Unternehmensprozesse zu optimieren. Die Produktivität vieler Maschinenbauer konnte durch Lean Production/Lean Office in Verbindung mit traditionellen Produktivitätsmaßnahmen jährlich gesteigert werden.

Inzwischen stoßen die klassischen Lean-Maßnahmen jedoch an Grenzen der Produktivitätssteigerung. Hier kommt die Digitalisierung der internen Prozesse ins Spiel. Mit „Transparenz erzeugen, Verschwendung minimieren, Prozesse optimieren, autonome Systeme“ sind die Leitmotive der Digitalisierung den Lean-Zielen tatsächlich sehr ähnlich. Jedoch ist bei Lean vieles ausgereizt, mit ergänzender Digitalisierung sollen weitere Verbesserungen bei Effizienz, Produktivität und schließlich der Wettbewerbsfähigkeit erzeugt werden.

„Im Grunde kann Digitalisierung als Lean im Quadrat bezeichnet werden. Die Transparenz der Prozesse, die wir mit Sensorik und digitaler Datenanalyse bekommen, hilft uns dabei, die übriggebliebene Verschwendung zu identifizieren und reduzieren.“ (Exp)

„Digitalisierung sorgt für Transparenz bei den Prozessen und für Werkerführung. Im Endeffekt erreichen wir dadurch die Vermeidung von Verschwendung mit dem Hilfsmittel Digitalisierung. Und damit ist das nichts anderes als die Weiterführung von Lean.“ (Exp)

Digitalisierung und Lean-Methoden sind sich ergänzende Elemente, weshalb in manchen Betrieben auch von „Lean Digital“ gesprochen wird. In der Praxis werden insbesondere bei Produktionsumstellungen oder beim Anlauf neuer Produkte moderne digitale Technologien und erweiterte Software-Systeme bzw. neue Produktionskonzepte implementiert. Wenn beispielsweise eine Produktionslinie für eine neue Produktgeneration ausgelegt wird, dann stellen sich heute Fragen wie: „Wie können wir eine One-piece-flow-Linie aufbauen? Welche Schritte gehen wir in Richtung papierlose Produktion unter Einsatz von Monitoren und Tablets? Wie kriegen wir die einzelnen Arbeitsschritte in der getakteten Fließfertigung sauber dargestellt und automatisch kontrolliert?“ Aus Sicht befragter Experten aus dem Maschinenbau sollte die Integration neuer Informations- und Vernetzungssoftware sowie digitaler Technologien auf bestehenden Lean-Konzepten aufsetzen.

„Lean ist eine unheimlich gute Basis für Digitalisierung, weil damit sehr klare, transparente, eindeutige Prozessketten vorhanden sind, die dann auch entsprechend einfacher digitalisiert und automatisiert werden können. Ich würde sagen, Lean-Konzepte sind eine sehr günstige, aber nicht hinreichende Bedingung für die erfolgreiche Digitalisierung der internen Prozesse.“ (Exp)

„Digitalisierung macht erst dann so richtig Sinn, wenn ich meine Prozesse am Standort aufgeräumt habe. Ein schlechter Prozess wird allein durch Digitalisierung nicht zu einem guten Prozess, sondern ist hinterher ein digitalisierter schlechter Prozess.“ (Exp)

„Ohne Lean gibt es keine Industrie 4.0. Lean Management in der Produktion und in den administrativen Bereichen ist schon eine Voraussetzung für die Digitalisierung. ... Wenn ich nicht Lean bin, dann brauche ich nicht anfangen mit Digitalisieren. Da muss vorher aufgeräumt sein, da muss der Laden schon ordentlich organisiert sein. ... Dann kann mit Digitalisierung die nächste Stufe im Lean-Prozess erklommen werden.“ (Exp)

Alles in allem gehört das Aufsetzen auf den Lean-Erfahrungen genauso wie Change Management und die Unternehmens- und Führungskultur zu den Kernelementen einer Strategie für die digitale Transformation der internen Prozesse. Diese und weitere nicht-technischen Enabler – wie Ausbildung und Qualifizierung – sind laut befragten Experten für die Umsetzung der Digitalisierung in Maschinenbauunternehmen entscheidend.

Digitales Shopfloor-Management als Fallbeispiel

Digitales Shopfloor-Management ist in der Industrie insgesamt wie auch im Maschinenbau bisher die Ausnahme. In zwei der untersuchten Maschinenbaukonzerne wurde es implementiert. Beim folgenden Beispiel wird digita-

les Shopfloor-Management in der Produktion konsequent eingesetzt. Im Fallbetrieb besteht digitales Shopfloor-Management hardwareseitig aus Shopfloor-Monitoren, Shopfloor-Tablets, Großmonitoren an den Meeting-Stationen für Problemlösungen und Andon-Monitoren für die Visualisierung der Zielerreichung in den Hallen.

„Vor einigen Jahren wurde ein ganzheitliches Produktionssystem mit Lean-Methoden eingeführt. Seit ein/zwei Jahren kommt digitales Shopfloor-Management hinzu. Erfolgsfaktoren für beides sind Transparenz und Beteiligung der Mitarbeiter sowie die frühzeitige Einbindung der Betriebsräte. Durch digitales Shopfloor-Management soll die Montage um nochmals 20 Prozent produktiver werden, im ersten Jahr wurden schon 3–4 Prozent erreicht.“ (Exp)

In der getakteten Fließfertigung von Maschinen werden an jeder Montagestation Shopfloor-Monitore für die Werkerunterstützung bzw. Werkerführung eingesetzt. An den Monitoren melden sich die Werker mit ihrer Stempelkarte an und arbeiten den Montageplan schrittweise ab. Jeder Schritt muss auf dem Touchscreen-Monitor bestätigt werden, bevor mit dem nächsten begonnen werden kann. Fehlermeldungen werden vom Werker mit Fehlerursache eingegeben (z. B. fehlendes Material, defektes Bauteil etc.) und diese Meldung wird direkt an den Zuständigen im Einkauf oder beim Qualitätsmanagement weitergeleitet. Neben den Shopfloor-Monitoren für die Werker an den Montagestationen gibt es mobile Shopfloor-Tablets für Meister und weitere Führungskräfte und größere Monitore für Statusanzeigen und Problemlösungen bei den täglichen Meetings auf dem Shopfloor. Mittels digitalem Shopfloor-Management werden die relevanten Informationen in Echtzeit bereitgestellt, der Workflow unterstützt und visualisiert. Effekte des digitalen Shopfloor-Managements sind die Reduzierung der Durchlaufzeit, die Steigerung der Produktivität und der Qualität. Entsprechend wird digitales Shopfloor-Management von Führungskräften im Fallbetrieb ausgesprochen positiv bewertet. Aus Sicht der Beschäftigten in der Montage und des Betriebsrats gibt es aber auch Einwände:

„Jeder Arbeitsgang ist vorgegeben und die Montage ist zu einem starren System geworden. Du hast deinen Arbeitsgang, stempelst ab und dann wird der nächste Schritt angestoßen. Man hat als Werker nicht mehr den Einfluss, mal schnell zu reagieren. Es gibt nur noch Nullen und Einsen – und bei 1 geht's weiter, bei 0 ist Stillstand.“ (Exp)

„Bevor die Arbeit losgeht, muss man sich am Monitor mit der Stempelkarte anmelden. Dadurch entstehen Daten zu Arbeitszeiten, Störzeiten, Fehlzeiten usw., die für eine gewisse Zeit vom Meister einsehbar sind. Da gab und gibt es bei den Mitarbeitern schon Ängste, dass mit den Daten Schindluder getrieben wird. Die Daten sind nun mal da, auch wenn Leistungs- und Verhaltenskontrolle durch eine Betriebsvereinbarung ausgeschlossen sind.“ (Exp)

3.5 Strategische Divergenz zwischen Anbieter und Anwender

Wie am Beispiel der Chancen und Risiken digitaler Plattformen für das industrielle Internet der Dinge gezeigt (siehe Kapitel 3.2), geht es im Digitalisierungsprozess in der Maschinenbaubranche um nichts weniger als die Frage, ob die Innovationsführerschaft für Automatisierungslösungen und die direkte Kundenbindung aufrechterhalten werden kann, oder ob sich diese zumindest teilweise auf andere, branchenfremde Akteure verlagert. Letztlich wird diese Frage der Markt entscheiden. Dabei wird von entscheidender Bedeutung sein, dass der Maschinenbau Lösungen anbietet, die die Digitalisierungsstrategien ihrer spezifischen Kunden unterstützen. Die einzelnen Teilbranchen des Maschinenbaus müssen deshalb Experten der Digitalisierungsstrategien ihrer Kunden werden.

Eine Besonderheit beim Maschinenbau ist seine duale Strategie als Anbieter und Anwender von Digitalisierungslösungen. Jedoch zeigt unser doppelter empirischer Blick auf den Maschinenbau als Anbieter und als Anwender von Digitalisierungskonzepten auffällige inhaltliche Differenzen. Diese Divergenzen kommen besonders bei den Teilbranchen zum Vorschein, bei denen der Maschinenbau als Ausrüstungslieferant für industrielle Kunden auftritt.

Die Produktstrategien sowie die neuen Geschäftsmodelle cloudbasierter Plattformen und digitaler Services scheinen sich stark an einem digitalen Empowerment der Maschinen und einem Ausbau von vernetzten Automatisierungskonzepten zu orientieren. Durch Predictive Maintenance und Conditional Monitoring kann die Maschinen- und Anlageneffizienz bei den Kunden deutlich erhöht werden. Durch maschinen- und sensoriktyp-unabhängige Datennetze und Cloudlösungen kann die Maschinen-Maschinen-Kommunikation revolutioniert werden, was verkettete Automatisierungslösungen auch für Fertigungsbereiche ermöglicht, in denen dies bisher nur mit hohem Aufwand zu realisieren war.

In der eigenen Anwendung gehen die betrieblichen Experten aber eher von digitaler Unterstützung der bestehenden Produktions-, insbesondere der Montageprozesse aus. Digitale Logistikkonzepte sollen die Materialversorgung in der Montage optimieren. Augmented Reality soll die Montagearbeit unterstützen. Digitales Shopfloor-Management soll die wertstromorientierte, auf Beschäftigten-KVP gestützte Prozess- und Arbeitssteuerung verbessern. Und schließlich soll die „horizontale Integration, also die Vernetzung des gesamten Wertstroms“ realisiert werden: von Auftragseingang bis Versand, von Kundenwunsch über CAD-Konstruktion und virtuelle Inbetriebnahme bis zum Betriebsauftrag und digitaler Dokumentation. Dabei gehen alle betrieblichen Produktionsexperten davon aus, dass die in den letzten 20 Jahren entwickelten Lean-Konzepte bzw. Ganzheitlichen Pro-

duktionssysteme digital unterstützt und nicht durch neue digitale Automatisierung abgelöst werden.

Während also bei den eigenen Prozessen im Maschinenbau die digitale Unterstützung des Produktionssystems und die Vernetzung des gesamten Wertstroms im Zentrum steht, kommt dies auf der Angebotsseite noch nicht richtig zur Geltung. Dieser zweiseitige Blick auf Digitalisierung kann unterschiedliche Gründe haben. So ist festzuhalten, dass sich die Produktionsrealität im Maschinenbau wesentlich von der ihrer Kunden unterscheidet. Während die Produktion im Maschinenbau stark von der Montage und von kleinen Losgrößen geprägt ist, sind die industriellen Maschinenbaukunden eher in den Produktionsabteilungen mit großen Losgrößen zu verorten.

Die festgestellte Differenz kann aber auch auf eine Schwachstelle bei manchen IoT-Plattformen hinweisen, die von Maschinenbauunternehmen initiiert wurden. Eine Konzentration auf Predictive Maintenance bzw. das Empowerment der eigenen Maschinen reicht nicht aus, sondern der gesamte Prozess beim Kunden sollte ins Blickfeld genommen werden. Die Betrachtung des gesamten Wertstroms unter Einbezug organisatorischer Konzepte wie Lean Production ist erforderlich, wird von den meisten Kunden erwartet und von anderen Anbietern von industriellen IoT-Plattform bereitgestellt. Wenn jedoch die IoT-Plattformen aus dem Maschinenbau heraus zu stark maschinenfixiert sind und sich quasi an einer in der Maschinenbau-DNA angelegten Fokussierung auf Maschinen-Empowerment und Ausweitung von Automatisierung orientieren, könnte sich dies zum Wettbewerbsnachteil entwickeln. Denn schließlich geht die Vision der digitalen Fabriksteuerung von einer digitalen Unterstützung aller Geschäftsprozesse aus. Joachim Metternich vom PTW Darmstadt zeigt im Leitfaden „Industrie 4.0 trifft Lean“ (VDMA 2018), dass gerade in der Kombination von Lean-Konzepten und Digitalisierung die größte Chance für effiziente Produktion liegt. Denn nur wenn die digitale Fabriksteuerung die Lean-Prinzipien von Prozesstransparenz, Prozesssynchronität, Null-Fehlerprinzip und Mitarbeiter-KVP aufrechterhält und ausbaut, kann die hohe Flexibilität agiler Produktionssysteme einer lernenden Organisation aufrechterhalten bleiben. Metternich zeigt, dass einige technische Digitalisierungskonzepte genau diese Prinzipien in Frage stellen.

Somit kann eine frühzeitige Berücksichtigung von Lean-Prinzipien bei der Konzeption von digitalen Plattformen durch den Maschinenbau zum echten Wettbewerbsfaktor im Wettstreit der IoT-Plattform-Konzepte werden. Die angebotsbezogenen Digitalisierungskonzepte des Maschinenbaus hängen stark von den Digitalisierungsstrategien seiner Kunden ab. Maschinenbauunternehmen müssen darauf achten, dass ihre digitalen Lösungen und vor allem ihre IoT-Plattform-Konzepte anschlussfähig an die Kundenstrategien in ihrer gesamten Bandbreite sind.

Es ist davon auszugehen, dass sich nur wenige der digitalen Plattformen im Industriebereich dauerhaft am Markt etablieren können. Die nachhaltige Überlebenschance ist umso größer, je stärker die Bedarfe der Kunden damit abgedeckt werden können. Da für die Maschinenbauunternehmen die direkte Kundenbindung und die Nähe zum Kunden entscheidende Wettbewerbsfaktoren sind, ist es sehr wichtig, dass der deutsche Maschinenbau im Konzert der digitalen Plattformen eine wichtige Rolle spielt. Mit einem umfassenden, kundenorientierten Konzept erhöht sich die – von manchen Experten als überlebensnotwendig erachtete – Chance, dass die Etablierung von digitalen Plattformen aus dem deutschen Maschinenbau heraus gelingt.

4. Beschäftigungswandel in der digitalen Transformation

Mit der digitalen Transformation wird es im Maschinenbau wie auch in der Industrie insgesamt einen Wandel der Beschäftigung in allen betrieblichen Bereichen und Funktionen geben. Es kommt zu strukturellen Veränderungen zwischen unterschiedlichen Beschäftigtengruppen wie auch zu qualitativen Veränderungen der Arbeitsbedingungen. Neben solchen Verschiebungen ist auch mit quantitativen Arbeitsplatzeffekten zu rechnen. Sowohl die quantitativen Beschäftigungswirkungen wie auch die qualitativen Arbeitswirkungen können je nach Teilbranche, Art der Arbeits- und Produktionsprozesse sowie je nach Beschäftigtengruppe recht unterschiedlich sein (Kuhlmann, Schumann 2015). Auf übergeordneter Ebene ist darüber hinaus zu berücksichtigen, dass die Effekte der Digitalisierung von anderen Megatrends wie der Globalisierung und dem demografischen Wandel überlagert werden. Diese Trends verstärken sich teilweise gegenseitig, heben sich aber auch teilweise wieder auf.

Die möglichen Wirkungen der Digitalisierung auf die Beschäftigung im Maschinenbau werden im Folgenden auf Basis der Experteninterviews in Maschinenbauunternehmen und der Workshops bei Branchentagungen dargestellt. Im Wesentlichen werden hier die Einschätzungen von Betriebsräten und Führungskräften aus den Betriebsfallstudien und den entsprechenden Teilbranchen des Maschinenbaus widerspiegelt. In allen Expertengesprächen wurde sowohl nach den quantitativen als auch nach den qualitativen Beschäftigungseffekten der digitalen Transformation gefragt. Trotz aller Unterschiede gab es in der Einschätzung der Experten eine Gemeinsamkeit: Die Digitalisierung wird früher oder später Konsequenzen für alle Arbeitsplätze und damit für alle Beschäftigten im Maschinenbau mit sich bringen.

4.1 Einschätzung von Arbeitsplatzeffekten

Die künftigen Beschäftigungswirkungen durch Digitalisierung werden im Maschinenbau durch gegenläufige Prozesse geprägt sein: neue digitale Angebote (Produkte/Services) und damit erreichbares Wachstum werden Arbeitsplätze sichern und schaffen, dagegen werden die Effizienzgewinne durch Digitalisierung bei den internen Prozessen Arbeitsplätze verändern oder gar überflüssig machen. Unter der Prämisse „Wachstum durch digitale Angebote“ wird die Bilanz aus beidem in den nächsten Jahren aus Sicht der befragten Experten neutral bis eher positiv sein. Mittel- bis langfristig gesehen wird es wohl in allen Teilbranchen aufgrund der Rationalisierungseffekte eher zu einem Arbeitsplatzabbau kommen, der stärker als die

direkten Bereiche in der Produktion, vor allem die indirekten Bereiche treffen könnte.

„Digitalisierung wird natürlich auch Köpfe kosten. Das trifft bei uns heute schon die Produktion, vor allem aber die Bürotätigkeiten, die mit der Produktion verknüpft sind.“ (Exp)

„In der Landtechnik gibt es starke Treiber für weiteres Wachstum bei unseren Produkten. Damit wird Beschäftigung bei uns nicht abnehmen, sondern tendenziell wachsen. Bei der Digitalisierung sind wir nicht mit dem Ziel gestartet, wir müssen unsere Belegschaft reduzieren. Das werden wir auch nicht tun. ... Klar wird es auch Bereiche geben, wo weniger Menschen gebraucht werden, die werden aber vielleicht woanders gebraucht. Da werden wir im Betrieb umschichten müssen und wir werden die Leute weiter qualifizieren.“ (Exp)

Im Maschinenbau selbst sind demnach – aufgrund der Kompensationseffekte aus Wachstum und demografischem Wandel – in den nächsten Jahren kaum Beschäftigungsrisiken durch die digitale Transformation zu erwarten. Dies gilt zumindest für die untersuchten Teilbranchen Werkzeugmaschinenbau, Landtechnik, Holzbearbeitungsmaschinenbau, Fördertechnik sowie Aufzüge und Fahrtreppen. Im Gegenteil gibt es bereits heute für bestimmte Funktionen große Fachkräftebedarfe, die Maschinenbauunternehmen in vielen Regionen vor Herausforderungen stellen. Gesucht werden insbesondere Inbetriebnehmer und Monteure für weltweite Auswärtstätigkeiten (z. B. im Werkzeug- und Holzbearbeitungsmaschinenbau), aber auch Techniker, Ingenieure und Software-Entwickler in allen Teilbranchen. Im Übrigen weisen viele befragte Experten bei der Einschätzung von Arbeitsplatzeffekten auf fundamentale Unterschiede zwischen dem Maschinenbau selbst und den Kundenbranchen hin.

Differenzierung zwischen Beschäftigung im Maschinenbau und Beschäftigung in den Kundenbranchen

Für die Unternehmen aus der Ausrüsterbranche Maschinenbau, die sich mit digitalen Angeboten und Services am Markt positionieren, gibt es Wettbewerbsvorteile und Wachstumschancen in der digitalen Transformation. Wachstum durch Digitalisierung könnte hier, zumindest in den nächsten Jahren, negative Beschäftigungseffekte durch eine digitalisierungsbedingte Rationalisierung kompensieren – so die Einschätzung vieler befragter Experten.

„Wir gehen davon aus, dass wir in der digitalen Transformation als Vorreiter so erfolgreich sein werden, dass wir weiterhin wachsen. Bei uns sollen die Arbeitsplätze nicht nur gehalten werden. Sondern es wird darum gehen, geeignete Fachkräfte zu finden und Arbeitsplätze aufzubauen.“ (Exp)

„Es ist doch eine klare Sache: Der Maschinenbau profitiert von der Digitalisierung, Automatisierung und Vernetzung der Anlagen beim Kunden. Damit sind die Beschäftigungswirkungen im Maschinenbau eher positiv. Und bei den Kunden sieht

es genau andersrum aus, da kommt es zu Ratio-Effekten und zu einem Abbau von Arbeitsplätzen.“ (Exp)

Bei den Kunden des Maschinenbaus aus dem gesamten Produzierenden Gewerbe sind bereits früher negative Beschäftigungseffekte zu erwarten: Beispielsweise sorgt ein Marktwachstum bei fahrerlosen Transportsystemen und vernetzter, hochautomatisierter Intralogistik für stabile Arbeitsplätze in der Maschinenbau-Teilbranche Fördertechnik, führt aber gleichzeitig zu höherer Produktivität, Rationalisierungsoptionen und möglichem Stellenabbau bei den Kunden für Logistiklösungen in Industrie und Handel.

„Mit unseren Lösungen, die auch immer mehr mit digital zu tun haben, wird die Logistikbranche immer effizienter. Damit sind bei unseren Kunden dann auch deutliche Reduzierungen bei den Mitarbeiterkapazitäten möglich.“ (Exp)

In fast allen Teilbranchen des Maschinenbaus strahlen ähnliche Effekte in die Kundenbranchen aus: Die Landtechnik ermöglicht die Digitalisierung und damit die nächste Welle der Industrialisierung und Automatisierung der Landwirtschaft mit weltweiten Folgen für die Arbeit der Landwirte, Lohnunternehmer und Landarbeiter. Der Holzbearbeitungsmaschinenbau integriert digitale Technologien und Software-Systeme und ermöglicht der Möbel- und Holzindustrie vollautomatisierte, verkettete Prozesse, z. B. von der Spanplatte zum kompletten Einbauschränk, fast ohne manuelle Tätigkeiten. „Der gesamte Materialfluss und die Bedienung dieser Anlagen liegt in wenigen Händen“ (Exp). Digitale Lösungen wie Steuerungen per App ermöglichen den Kunden des Werkzeugmaschinenbaus, dass in deren Fabriken immer mehr Maschinen durch einen Werker bedient werden können und dass an modernen Bearbeitungszentren auch mannlose Nacht- und Wochenendschichten mit digitalem Monitoring gefahren werden können.

„Unsere Kunden kommen für die Bedienung unserer Maschinen mit weniger Personal aus. Und es können selbst bei unseren komplexen Bearbeitungszentren immer mehr ungelernte Mitarbeiter eingesetzt werden. Die Maschinen werden durch einen Einrichter offline programmiert und können dann einfach mit unserer App bedient werden. ... Die Komplexität soll durch das System beherrscht werden, und nicht durch den Menschen – das ist unser Lösungsansatz. In der Konsequenz können dann auch angelernte Mitarbeiter moderne Metallbearbeitungsmaschinen bedienen.“ (Exp)

„Unsere Apps werden die Maschinensteuerung radikal vereinfachen. Bei den Anwendern entsteht eine Schere bei den Qualifikationen. Man hat noch den Maschinenbediener und den Programmierer. Aber dazwischen, der normale Facharbeiter, der die Maschinen auch selbst programmieren kann, der wird zum Auslaufmodell, den wird man nicht mehr brauchen. Das ist die Kehrseite der Digitalisierung bei den Anwendern der Maschinen. Die Schere wird auseinandergehen, vom Fachwissen her.“ (Exp)

Bei ihren Kunden sorgen die Maschinenbauer demnach nicht nur für Produktivitätssteigerungen und Rationalisierungseffekte, sondern wohl auch für vermehrte Möglichkeiten, statt Facharbeitern mehr Angelernte einzusetzen.

zen. Auch aus der Teilbranche Fördertechnik wird berichtet, dass die Digitalisierung von Fahrzeugen und sämtlichem Zubehör in der Intralogistik der Kunden zu Dequalifizierungsprozessen führen könnte:

„Die Tätigkeit der Arbeiter vor Ort wird deutlich vereinfacht. Die Maschine macht sehr viel selbst und automatisch, so dass die Anforderungen für die direkten Tätigkeiten in der Kommissionierung immer geringer werden. Dadurch wird das Mittelfeld bei den Logistiktätigkeiten der Kunden stark reduziert. Diejenigen, die noch gutes Geld verdienen und bei der Arbeit mitdenken müssen fallen mehr und mehr weg. Die Schere wird sich spreizen. Auf der einen Seite Ingenieure mit hochintelligenten Arbeitsplätzen, auf der anderen Seite die Arbeiter, die nur noch dafür da sind, eine Handbewegung zu machen.“ (Exp)

In den Kundenbranchen des Maschinenbaus könnte Digitalisierung nicht nur zu negativen Beschäftigungseffekten führen, sondern für manches Unternehmen – so die Sicht eines befragten Experten aus dem Holzbearbeitungsmaschinenbau – gar zur Überlebensfrage werden:

„Die digitale Transformation wird dazu führen, dass die einen überleben werden und die anderen untergehen. Das wird im Schreinerhandwerk genauso passieren wie in vielen anderen Branchen. Manche Unternehmen stellen sich der Zukunft, manche verschließen sich, bleiben stehen und können mit der Dauer nicht mehr mithalten. Es wird Nischen geben, aber überleben werden vor allem die Schreiner, die hoch vernetzt sind, die digitale Services anbieten, um den Ansprüchen des Kunden zu genügen.“ (Exp)

Differenzierung zwischen direkten und indirekten Bereichen

Beschäftigungswirkungen der Digitalisierung müssen auch innerhalb des Maschinenbaus entlang der betrieblichen Funktionen differenziert betrachtet werden. Aus allen Teilbranchen wird berichtet, dass die digitale Transformation sich in allen Unternehmensbereichen mehr oder weniger deutlich bemerkbar machen wird und bei allen Funktionen Wirkung zeigt. Die Effekte werden je nach Bereich unterschiedlich sein. Jedoch werden die indirekten Bereiche mehr und mehr in den Fokus rücken. Idealtypisch lassen sich zwei Epochen der Rationalisierung grob unterscheiden:

- Die klassische Automatisierung der letzten vierzig Jahre wirkte sich vor allem stark auf die operativen Bereiche, auf die Produktion aus. Entsprechend verschob sich im Prozess der funktionalen Tertiarisierung die Tätigkeitenstruktur in der Industrie im Allgemeinen und im Maschinenbau im speziellen von Produktionstätigkeiten hin zu Bürotätigkeiten.
- Die Digitalisierung und Vernetzung durch Software-Systeme wird in allen betrieblichen Bereichen von Maschinenbauunternehmen Wirkung zeigen, sie wird sich aber sukzessive stärker auf die indirekten Bereiche auswirken. Digitale Tools und die durchgängige Vernetzung greifen insbesondere bei Tätigkeiten entlang der „indirekten Kette“ vom Vertrieb über Entwicklung, Konstruktion, Einkauf, Produktionsplanung/-steuerung, Buchhaltung, Controlling bis zum Aftersales. Insgesamt verändert Digitalisierung die Art der Informationsverarbeitung und wirkt sich

auch deshalb stärker auf Büroarbeit, die durch den Umgang mit Informationen charakterisiert ist, aus.

Gleichwohl deuten Einschätzungen aus den Betriebsfallstudien darauf hin, dass Rationalisierungseffekte durch Digitalisierung zuerst in den direkten Bereichen des Maschinenbaus sichtbar werden. Hier sind zunächst einfachere Tätigkeiten – z. B. in den Bereichen Lager und Logistik – betroffen. So können bisher punktuell eingesetzte digitale Technologien wie fahrerlose Transportsysteme und digitale Assistenzsysteme die klassischen Logistikerarbeiten im Maschinenbau verdrängen bzw. stark verändern. Zunehmend werden aber auch mittlere Qualifikationen in Produktionsbereichen von Digitalisierungseffekten betroffen sein. Fokus auf indirekte Bereiche bei den Digitalisierungseffekten heißt also nicht, dass Produktionstätigkeiten verschont bleiben. Auch bei den Produktionsprozessen sind entsprechende Effizienzpotenziale vorhanden, wie folgendes Beispiel aus einem Schweißereibereich im Maschinenbau zeigt.

„Die Schweißarbeiten von Fahrerschutzdachrahmen werden bis 2020 völlig neu aufgestellt. In der Produktionslinie arbeiten derzeit 60 Mitarbeiter im Dreischichtbetrieb. Nach der Umstellung auf eine hochautomatisierte Linie mit vernetzten Schweißrobotern, die im Fischgrätenprinzip organisiert ist, wird nur noch ein kleiner Teil der Arbeit manuell erfolgen. Der ganze Prozess ist dann voll automatisiert und durchgängig vernetzt und digitalisiert. Es sind dann nur noch 30 Mitarbeiter im Dreischichtbetrieb erforderlich. ... Der Betriebsrat stand hierbei vor der Wahl zwischen Pest und Cholera. Entweder Verlagerung des gesamten Bereichs mit 60 Arbeitsplätzen oder Automatisierung und Verlust der Hälfte der Arbeitsplätze.“ (Exp)

Die mittelfristig wesentlich größeren Effizienzpotenziale und damit Risiken für Beschäftigung im Maschinenbau liegen aber in den vor- und nachgelagerten Prozessen, also vor allem bei der Büro- und Informationsarbeit. Die Büro- und Verwaltungsbereiche stehen in der digitalen Transformation sowohl direkt durch den Einsatz neuer Software-Systeme als auch indirekt durch Entwicklungen in Produktion und Wertströmen wie interne und betriebsübergreifende Vernetzung großen Veränderungsprozessen gegenüber (Seibold, Bürkardt 2018). In diesen indirekten Bereichen werden neben den einfachen und mittleren auch Tätigkeiten für höher Qualifizierte unter Druck kommen.

„In der Branche Finanzdienstleistungen bleibt durch die Digitalisierung kaum ein Stein auf dem anderen. Da gibt es vieles, was auf die Industrie übertragen werden kann. ... Was derzeit bei Versicherungen und Banken an Personalabbau vollzogen wird, wird bald auch in den indirekten Bereichen der Industrie kommen.“ (Exp)

„Was in den indirekten Bereichen automatisiert werden kann, wird automatisiert.“ (Exp)

Die Spanne betroffener Tätigkeiten im Maschinenbau reicht von kontrollierenden Tätigkeiten wie z. B. beim Material- bzw. Lagerbestand über die

kaufmännische Abwicklung und den Service bis hin zu Sekretariatstätigkeiten: Lager-/Bestandskontrollen werden automatisiert, fließen bei der Erfassung direkt in Datenbanken ein und Bestellprozesse werden automatisch ausgelöst. Im Service werden von Maschinenbauunternehmen zunehmend Möglichkeiten der Ferndiagnose und der Hotline zur Kundenbetreuung genutzt. Im zunehmend „papierlosen Büro“ entfallen Tätigkeiten zur Ablage, aber auch das Schreiben von Texten, Terminvereinbarungen und weiteres.

„In der Produktion werden Störungen, Fehlteile, ungeplante Mehrarbeiten und alles mögliche bislang auf einem Zettel dokumentiert, der in die Verwaltung hochgereicht wird. Da sitzt eine Dame, die den ganzen Tag nichts anderes macht, als diese Zettel in EDV-Formulare zu übertragen. Und das wird im nächsten Schritt direkt über die Shopfloor-Stationen ins System eingegeben. Das läuft dann online und wir haben die Information dann in Echtzeit und nicht erst drei Tage später.“ (Exp)

Wirkungen in kaufmännischen Bereichen zeigen sich direkt bei einem Maschinenbauer, der ab 2018 keine Industriekaufleute mehr ausbilden wird, weil entsprechende Tätigkeiten laut Geschäftsleitung mittel- bis langfristig nicht mehr benötigt werden. Laut Geschäftsführer sei es durch die Digitalisierung unverantwortlich, weiterhin im Bereich Industriekaufleute auszubilden. Selbst für IT-Abteilungen werden von befragten Experten zumindest partiell negative Effekte erwartet, weil „der Server im Keller“ oder das eigene Rechenzentrum nicht mehr benötigt werden:

„In klassischen indirekten Bereichen wie Einkauf, Buchhaltung und Controlling wird sich die Digitalisierung mit der Zeit stark auswirken. Aber auch im IT-Bereich, wo man ja zunächst von einem Wachstum ausgehen würde, kommt es wohl zu krassen Verschiebungen durch Kapazitäten und Lösungen aus der Cloud. Allein die Möglichkeiten von Software-as-a-Service werden da einiges umstülpen. Da werden bisherige Funktionen nicht mehr benötigt und der ein oder andere Arbeitsplatz kann nach draußen verlagert werden.“ (Exp)

Digitale Zwillinge und Software-Systeme wie die bruchfreie CAD-CAM-Kette auf Basis von 3D-Modellen verändern die im Maschinenbau die Arbeit im Engineering und in der Arbeitsvorbereitung deutlich und zeigen Auswirkungen bis in die Produktion hinein. Ähnliches gilt für MES (Manufacturing Execution Systems) mit erweiterten Funktionen und der Verknüpfung zu ERP-Systemen (Enterprise Resource Planning). Insgesamt werden die End-to-end-Durchgängigkeit der Prozesse im Unternehmen im Verbund mit papierlosen Unternehmensprozessen alle Beschäftigten im Maschinenbau betreffen. Diese zielen auf eine deutliche Erhöhung der Effizienz, die sich unmittelbar auf Bereiche wie die Produktionsplanung und die Arbeitsvorbereitung auswirken wird, dann aber auch viele andere Funktionen hinsichtlich der Tätigkeitsstruktur und des Arbeitsvolumens beeinflusst. Gerade für die Auftragsabwicklung und Produktionssteuerung werden von einigen befragten Experten starke Digitalisierungswirkungen erwartet:

„Wir haben einige Kollegen in der Produktionssteuerung, die jeden Tag ein paar Stunden Stammkarten bearbeiten, drucken und verteilen. Das wird definitiv wegfallen. Wir haben auch Kollegen, die aus einem Leitstand heraus die Produktion steuern, die danach schauen, dass ein Produktionsauftrag umgesetzt werden kann und sich um das Material kümmern. Das wird dann vermutlich in der nächsten Stufe wegfallen.“ (Exp)

„Bei den höheren Qualifikationen werden die Effekte nicht so schnell kommen. Aber irgendwann mal sind das schon Themen. Wir haben momentan für jede Maschinenbaureihe mindestens einen Planer und einen Steuerer und dann noch einen Materialgruppenverantwortlichen. Hinter ihrer Arbeit steckt ein Riesenprozess, der mit Digitalisierung optimiert werden kann. Und auch das wird kommen. ... Im Bereich der gesamten Produktionsorganisation – der Planung, der Steuerung – wird der Weg dahin gehen, dass mehr und mehr sinnvolle Algorithmen, also intelligente Systeme, den Leuten viele Aufgaben abnehmen. Da wird es mit der Zeit eine Verlagerung geben, da gehe ich fest von aus.“ (Exp)

Ähnliche Effekte auf Arbeitsvolumina werden auch für Engineering-Bereiche erwartet. Zumindest bei den größeren, internationalen Maschinenbaukonzernen, die bereits über Erfahrungen mit dem Thema Shared Services und der Verlagerung indirekter Tätigkeiten nach Osteuropa verfügen, könnte die umfassende Vernetzung durch Digitalisierung dazu führen, dass auch Engineering-Umfänge verlagert werden:

„Beim Thema Konstruktion und CAD hat unser CEO vor kurzem eine klare Ansage gemacht. Er sieht das klassische 3D-Konstruieren nicht mehr hier am Standort in Deutschland, das könne anderswo genauso gut und kostengünstiger gemacht werden. Der Zukauf und Ausbau von Konstruktionsbüros in Osteuropa und in China steht auf der Agenda des Vorstands.“ (Exp)

„Produktdesigner sollen hier am Standort nicht mehr ausgebildet werden, weil das Management sagt, dass Zeichnungen auch in Polen gemacht werden können. Das ist zwar kontraproduktiv, dadurch verlangsamten sich die Prozesse. Aber die Verantwortlichen sehen das nicht so und gucken nur auf den Kostenvorteil. Aber auch der wird konterkariert, wenn man sieht, dass der teure Entwickler jetzt selber zeichnet, weil es zu lange dauert, den polnischen Kollegen in Englisch zu erklären, was zu machen ist.“ (Exp)

Software-Bots

Bei mehreren Betriebsfallstudien wurde von befragten Experten explizit auf die Automatisierung von Bürotätigkeiten durch Software-Bots hingewiesen. Zunehmend werden diese auch bei Maschinenbauunternehmen, insbesondere den größeren, implementiert. Als Software-Bots bzw. „Robotic Process Automation/RPAs“ werden Programme bezeichnet, die Arbeitsschritte bei der Erfassung und Verarbeitung von Informationen automatisieren („Roboterprogramme“). Insbesondere die Bereitstellung von Information auf Papier wird abnehmen, wie es heute noch viele Routinetätigkeiten im Büro und auch in der internen Logistik sind. Der Einsatz von Software-Bots zielt vor allem auf Routinetätigkeiten, die in der täglichen Büroarbeit anfallen und die hauptsächlich durch Systembrüche zustande kommen. Im Grunde sind Software-Bots eine Übergangslösung zur Automatisierung vieler indi-

rekter Routinetätigkeiten. „Eine Übergangslösung die schnell greift und auch schnell eingeführt werden kann“ (Exp).

Im Zielbild von Industrie 4.0, wenn es durchgängig vernetzte Unternehmensprozesse ohne Medienbrüche gibt, wird auch diese Art von Software-Bots überflüssig. Gleichwohl sind sie heute noch ein zunehmend wichtiges Instrument, mit dem die Medienbrüche zwischen Programmen nicht von Menschen, sondern von Robotern bewältigt werden. Die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Software-Bots im Maschinen- und Anlagenbau liegen in Bereichen wie Berichterstattung, Buchhaltung, Controlling, Qualitätsmanagement bis hin zu Human Resources (HR). So können HR-Bots mit Sprachfunktion (Chat-Bots) Aufgaben bei der Personalsuche, Einstellung von Bewerbern und Verwaltung von Personaldaten übernehmen.

„Diese Heuristik, dass automatisierbare Tätigkeiten nach und nach wegfallen werden, gilt auch für die Verwaltung und die indirekten Bereiche der Produktion. Das heißt alles was heute mit Standardprozessen in der Administration zu tun hat, der Abgleich verschiedener Daten und vieles mehr, wird durch IT-Lösungen ersetzt. Auch im Verwaltungsbereich geht es stärker in beratende und konzeptionelle, also nicht automatisierbare Tätigkeiten. Man könnte sagen, auch da gibt es eine Verschiebung, eine Fokussierung auf Losgröße 1, so wie in unserer Produktion.“ (Exp)

Insgesamt wird mit Software-Bots angestrebt, dass ein immer höherer Anteil von Tätigkeiten ohne Eingreifen von Beschäftigten ausgeführt wird. Dabei kann es beispielsweise um die Erfassung von Daten aus einer Excel-Tabelle und deren automatische Übertragung in eine andere Datenbank gehen, um die Erfassung von Rechnungsbeträgen beim Einscannen der Rechnungen und deren Abgleich mit Daten im SAP oder um die automatisierte Erstellung einer Reisekostenabrechnung durch die Auswertung von GPS-Daten. Diese Art der Automatisierung wird in manchen Betrieben als „Dunkelverarbeitung“ bzw. als „Dunkelbuchung“ bei der vollautomatisierten Verarbeitung von Eingangrechnungen – vom Scan bis zur Bezahlung – bezeichnet.

„Bots werden über kurz oder lang definitiv Arbeitsplätze ersetzen. Was in den kaufmännischen Bereichen automatisiert werden kann, das wird auch automatisiert. Andere, meist anspruchsvollere Tätigkeiten werden die kaufmännischen Angestellten weiterhin erledigen dürfen. Beim Reporting wird es beispielsweise stärker in Richtung analytische Tätigkeiten gehen, weil die Datenaufbereitung bald schon automatisiert geschieht.“ (Exp)

„Wir wollen die Mitarbeiter eher bei der Weiterentwicklung des Unternehmens einsetzen als sie mit stupiden Tätigkeiten zu quälen. Deshalb machen wir uns Gedanken, was lässt sich im administrativen Bereich automatisieren, wir nennen das dann Softwareroboter. Damit wollen wir die Arbeit von morgen besser machen und vor allem auch den Zuwachs an Arbeit besser bewältigen.“ (Exp)

Von Arbeitgeberseite werden Bots bei ihrer Einführung häufig als „unerhebliche“, „kleine Software-Änderung“ bezeichnet, ähnlich einem neuen „Excel-Makro“ seien sie nicht regelungsbedürftig. Beschäftigte sehen zunächst

Vorteile als Entlastung von monotonen Tätigkeiten, nicht jedoch die möglichen Konsequenzen bis hin zum Entfall von Stellen, die durch Software-Bots nicht mehr gebraucht werden. Die Betriebsräte sind oftmals nicht in die Bots-Einführung eingebunden und erfahren eher informell von ihrem Einsatz.

Ein wichtiges Thema im Kontext Software-Bots ist die Skalierung, wie von befragten Betriebsräten hervorgehoben wurde. Durch Software-Bots werden bestimmte (Büro-)Tätigkeiten im Maschinenbau automatisiert. Damit entfallen Teilbereiche von Arbeitsplätzen, meist Routinearbeiten, was von den Mitarbeitern zunächst oftmals als Entlastung wahrgenommen wird. Entscheidend ist beim Einsatz der Software-Bots jedoch die Skalierung: Die Gefahr ist nicht zu leugnen, dass sukzessive immer mehr einzelne Tätigkeiten durch Bots ersetzt werden. Letztlich zu befürchtender Effekt dieser „Skalierungs-Problematik“ ist, dass im Laufe der Zeit Planstellen gestrichen und Arbeitsplätze abgebaut werden.

„Die Frage der Skalierung ist ganz entscheidend bei der Digitalisierung der Arbeit. So mancher Arbeitsplatz in den administrativen Bereichen löst sich in Teilen auf. Einzelne Tätigkeiten werden durch Software-Bots automatisiert und für die Kollegen ist das dann ein Teilentfall ihrer Arbeit. Wenn der Abbau von Tätigkeiten hochskaliert wird, werden letztendlich ganze Arbeitsplätze dran glauben müssen. Dafür müssen Betriebsräte noch viel mehr sensibilisiert werden.“ (Exp)

4.2 Veränderungen der Arbeitsbedingungen

Mit dem Einsatz von digitalen Technologien und der zunehmenden Vernetzung der Unternehmensprozesse im Maschinenbau verändern sich die Arbeitsbedingungen für die Beschäftigten in Produktion, Büros, Außentätigkeiten etc. In manchen Bereichen sind die Veränderungen heute bereits spürbar, in anderen Bereichen werden mit zunehmender Digitalisierung künftig starke Veränderungen erwartet. Was sich heute bereits in Maschinenbauunternehmen abzeichnet und zukünftig wohl herausbildet, ist sehr differenziert für die einzelnen Teilbranchen und auch Tätigkeitsbereiche zu betrachten. „Eindeutige“ Entwicklungsstränge können aus den Betriebsfallstudien noch nicht abgeleitet werden. Somit wird im Folgenden schlaglichtartig auf einige betriebliche Tendenzen eingegangen.

Veränderungen der Arbeitsbedingungen in der Produktion durch Digitalisierung

Ganz unterschiedliche Effekte sind innerhalb eines Unternehmens aus dem Werkzeugmaschinenbau in zwei Produktionsbereichen zu beobachten, in denen Industrie 4.0 im Hinblick auf die gesamte Prozesskette bereits frühzeitig umgesetzt wurde. Im Produktionsbereich A wird von einem klaren „Upgrading“ für die Werker berichtet. Die Mitarbeiter sind mit Handheld-Geräten ausgestattet und verfügen damit über alle arbeitsrelevanten Informationen in Echtzeit. Die papierlose Produktion wird durch digitales

Shopfloor-Management unterstützt. Die komplette Prozesskette von der Konstruktion bis zur Auslieferung wurde durchgängig vernetzt. Durch die Digitalisierung ist eine hohe Transparenz in die Prozesse in allen Bereichen gekommen. Für die direkten Mitarbeiter gab es eine Anreicherung bei den Arbeitsinhalten sowie eine ausgeprägtere Verantwortlichkeit für den Produktionsprozess und die Qualität. Für das reibungslose Funktionieren dieser „digitalen Produktion“ muss das Prozessverständnis jedes Mitarbeiters deutlich größer als zuvor sein. Die Mitarbeiter benötigen höheres Prozess-Knowhow. Wo zuvor Produktionssteuerer bzw. Disponenten die Aufträge durchgesteuert haben, steuert heute ein MES als Feinplanungstool. „Die Mitarbeiter müssen jetzt eigenständig wissen, was muss ich tun, was passiert vor mir, was nach mir“ (Exp). In diesem Produktionsbereich A haben die nicht mehr benötigten Disponenten neue Aufgaben bekommen und die Mitarbeiterzahl ist insgesamt gleich geblieben.

Ein anderes Bild bei Industrie 4.0-Effekten zeigt sich im Produktionsbereich B desselben Werkzeugmaschinenbauers. Dort wurde die Belegschaft durch digitale Workflows im End-to-end-Prozess und durch digitale Möglichkeiten der Mehrmaschinenbedienung deutlich von rund 100 auf 70 Beschäftigte reduziert. Gleichwohl konnten im prosperierenden Unternehmen den in diesem Bereich nicht mehr benötigten Mitarbeitern durch Qualifizierung neue Perspektiven eröffnet werden. Der Beschäftigungsabbau in diesem Produktionsbereich betraf ganz unterschiedliche Funktionen: Entfallen sind beispielsweise Mitarbeiter in Prozesssteuerung, Arbeitsvorbereitung und Vertrieb durch hoch automatisierte Prozesse in indirekten Bereichen – von der konfigurierten Bestellung bis hin zum ersten Produktionsschritt. Auch in der Fertigung wurde eine vernetzte Fertigungs-U-Linie mit integrierten Robotern eingeführt. Infolge der Mehrmaschinenbedienung und der mannlosen Nacht- und Wochenendschichten werden dort heute nur noch drei Facharbeiter in zwei Schichten benötigt, statt zuvor zehn Werker in zwei Schichten bei Einzelmaschinenbedienung. Von den überwiegend jungen Facharbeitern werden eine große Leistungsbereitschaft und Flexibilität bei der Arbeit eingefordert. Leistungsverdichtung sei aber bisher nicht unmittelbar als Digitalisierungsfolge spürbar, so ein befragter Betriebsrat:

„Leistungsdruck ist bei uns immer da, vor allem in Boomphasen. Das hat aber bisher nichts mit Digitalisierung zu tun.“ (Exp)

Die Flexibilisierung der Arbeit im Maschinenbau wird sich durch die Möglichkeiten der Digitalisierung weiter forcieren. Bislang wird die Flexibilisierung der Arbeitszeit und des Arbeitsorts vor allem bei Beschäftigtengruppen aus Angestelltenbereichen umgesetzt. Digitale Technologien ermöglichen eine Ausweitung dieser Formen der Flexibilisierung auf Beschäftigte im direkten Bereich in unterschiedlicher Intensität und Reichweite, z. B. auf Instandhalter, aber auch auf Maschinenbediener und auf Montagefachkräfte. Insgesamt wird für Produktionstätigkeiten ein Wandel von stärker me-

chanischer Arbeit hin zu mehr Steuerungs-, Kontroll- und Überwachungsfunktionen erwartet.

Bei den Tätigkeiten in der Montage hängen Richtungen und Umfänge der Veränderungen stark von spezifischen betrieblichen Faktoren ab, wie z. B. von den Taktzeiten. Bei hoher Produktvarianz und Losgröße 1, die hohe Flexibilität und Genauigkeit in der Montage erfordern, werden in der Regel nach wie vor hohe Anforderungen an Montagemitarbeiter gestellt. Aber auch hier werden vermehrt Möglichkeiten der digitalen Unterstützung eingesetzt. Digitale Assistenzsysteme werden im Rahmen des digitalen Shopfloor-Managements bzw. im Rahmen eines MES (Produktionsleitsystem), kombiniert mit einem Montageassistenzsystem eingesetzt. Dadurch können enge Arbeitsanweisungen gegeben werden bis hin zur Quittierungspflicht für jeden Arbeitsschritt. Bei einer der Betriebsfallstudien aus dem Werkzeugmaschinenbau melden sich die Montagewerker an den Touchscreen-Monitoren mit ihrer Stempelkarte an und arbeiten den Montageplan schrittweise ab. In dieser lang getakteten Montage kann erst nach der Bestätigung eines Montageschritts mit dem nächsten Schritt fortgefahren werden. Auch die Fehlermeldungen werden vom Werker mit Grund angegeben (z. B. fehlendes Material, defektes Bauteil etc.) und direkt an die zuständigen Stellen in Einkauf oder Qualitätsmanagement weitergeleitet.

Mittels digitalem Assistenzsystem soll auch eine „doppelte Verriegelung“ ermöglicht werden, wie am Beispiel eines anderen Fallbetriebs aus der Fördertechnik erläutert: Die heutige Kommissionierung sorgt dafür, dass nur die Teile an den Montageplatz kommen, die für einen bestimmten Arbeitsauftrag benötigt werden. Künftig werden vom digitalen Assistenzsystem zusätzlich noch nur die Daten, Teile und Werkzeuge so angezeigt, dass auch sie genau zum Arbeitsauftrag passen. Mit der doppelten Verriegelung werden im Montageprozess Qualität und Effizienz gesteigert und es können Prüfschritte eingespart werden oder über entsprechende Systeme erfolgen. Diese Art von digitalen Assistenzsystemen, die Schritt für Schritt durch Montageprozesse leiten, können zur Entwertung von Montagearbeit führen.

„Unsere erfahrenen Mitarbeiter sind anderes Arbeiten gewohnt. Da kommt bei vielen ein ‚Leck-mich-am-Arsch-Gefühl‘ auf, man fühlt sich ständig unter Beobachtung und die Unzufriedenheit wächst.“ (Exp)

„Wenn jeder Schritt der Montage vom digitalen Assistenzsystem vorgegeben wird, kann man da bald auch eine Anlernkraft hinstellen, wo heute ein Facharbeiter ist.“ (Exp)

Jedoch ist der Einsatz der Assistenzsysteme nicht per se gut oder schlecht. Entscheidend ist es, diese so zu gestalten, dass sie zu guter Arbeit beitragen und nicht die Arbeitsbedingungen verschlechtern. So könne laut einem befragten Experten ein vernetztes Assistenzsystem Arbeit im Maschinenbau tatsächlich anreichern, indem Beschäftigte nicht nur eine einzelne

Montagetätigkeit ausführen, sondern dadurch befähigt werden, die komplette Montagelinie zu bedienen und sogar Instandhaltungsarbeiten auszuführen. In diesem Falle treffe das Motto „Komplexität schützt Facharbeit“ zu:

„Facharbeiter, die komplexe Aufgaben bewältigen können, sind beim Entgelt hoch eingruppiert. Und durch die Digitalisierung werden ihre Aufgaben bei uns nicht einfacher. Die Facharbeiter müssen die digitalen Prozesse im Blick haben und sie müssen die vor- und nachgelagerten Prozesse verstehen. Somit habe ich ein komplexes Tätigkeitsfeld, das auch eine hohe Eingruppierung rechtfertigt. Dann trifft auch die These zu, dass Digitalisierung ein Stück weit Facharbeit schützt, weil diese aus komplexer werdenden Arbeitsinhalten besteht.“ (Exp)

Die betrieblichen Fallstudien zeigen jedoch, dass ein solchermaßen ambitioniertes Assistenzsystem eher die Ausnahme ist. In der Regel dienen digitale Assistenzsysteme, wie sie derzeit in manchen Maschinenbauunternehmen erprobt werden, eher dazu, Tätigkeiten für hochqualifizierte Facharbeiter für weniger gut Qualifizierte bis hin zu Angelernten zu öffnen.

Veränderungen der Arbeitsbedingungen in Service-Bereichen

Die Arbeitsbedingungen in Service-Bereichen des Maschinenbaus könnten sich infolge der digitalen Transformation in den nächsten Jahren stark verändern, wie am Beispiel der beiden Teilbranchen Aufzüge/Fahrtreppen und Fördertechnik/Intralogistik gezeigt wird. Durch digitale Wartungssteuerung, mobile Endgeräte und weitere digitale Tools und Technologien könnten sich für viele Servicemonteure im Außeneinsatz die Wartungsrouten und Arbeitsinhalte aber auch die Eigenverantwortung, Selbststeuerung und Selbstorganisation deutlich verändern.

In der Teilbranche Aufzüge und Fahrtreppen könnte die digitale Wartungssteuerung in Kombination mit den Möglichkeiten der digitalen Plattformen (wie vorausschauende Wartung) und digitalen Assistenzsysteme (Ferndiagnose, Teleservice, Remote Support) dazu führen, dass es zu einer Aufgliederung bzw. Ausdifferenzierung bei den Servicemonteuren kommt. Betriebsräte aus der Branche befürchten, dass einer „Aufspreizung Tür und Tor geöffnet wird“ bzw. dass der „Weg zur Klassengesellschaft bei den Servicemonteuren“ beschritten wird. Während bei den Meistern durch automatisierte Auftragssteuerung ihr Part des Disponierens zwar entfallen würde, sie aber nach wie vor eine Entscheider- und Schnittstellenfunktion in den Serviceniederlassungen einnehmen werden, könnte es bei den Servicemonteuren zu einer starken Differenzierung in drei „Klassen von Servicemonteuren“ mit unterschiedlichen Qualifikationen und Entgeltbedingungen kommen:

- Technische Experten mit umfangreicher technischer Ausbildung (mechanisch, elektronisch, digital) für komplizierte Reparatur- und Wartungsaufgaben.

- Standardmonteure mit Facharbeiterausbildung für Reparaturen und Wartung, die auch die Rufbereitschaft mit abdecken.
- Einfache Monteure („Schmiermaxe“), die auf Basis einer Schulung für Ölwechsel und das Reinigen der Schachtgrube eingesetzt werden.

Ähnliche Veränderungen in den Service-Bereichen stehen auch der Teilbranche Fördertechnik bevor. Dort ist eine stärkere Ausdifferenzierung bei Servicemonteuren im Hinblick auf Qualifikationen und Entgelt bereits auf dem Weg und es könnte zu einer Dreigliederung kommen:

- Systemtechniker als Taskforce-Bereich mit höherer Spezialisierung, z. B. in Elektronik und Informationstechnik.
- Kundendiensttechniker mit Facharbeiterausbildung (i. d. R. Mechaniker oder (Kfz-)Mechatroniker) für Wartung und Reparatur.
- Support-Techniker („Schmiermaxe“) für Tätigkeiten wie Abschmieren und einfachen Austausch mechanischer Teile.

Mit einer solchen Differenzierung bei den Service-Tätigkeiten wäre auch eine starke Spreizung beim Entgelt verbunden. Vor allem für die „Schmiermaxe“ – dieses etwas despektierliche, aber bezeichnende Wort wurde von befragten Betriebsräten aus beiden Teilbranchen verwendet – ist damit zu rechnen, dass die Unternehmen eine niedrigere Eingruppierung durchfechten wollen, als es für Monteure im Außendienst bisher üblich ist.

„Die Arbeitgeber setzen alles daran, dass die Service-Tätigkeiten in unserer Branche extrem auseinanderdividiert werden. Die einen machen dann mit einer Minimalqualifikation die einfachen Schritte wie Öl auffüllen und ähnliches und werden maximal in EG-5 eingruppiert. Das Mittelfeld macht die klassische Wartung und Reparatur und dann gibt es noch die Spezialisten in der EG-11, die sich um die technisch anspruchsvollen Wartungen und Störungen kümmern.“ (Exp)

„Es kann dann aber nicht sein, dass ein niedrig Eingruppiertes höhere Tätigkeiten ausführt. Als Betriebsrat werden wir extrem drauf achten, dass die nur die Tätigkeiten machen, für die sie bezahlt werden. Sonst gibt das eine Spirale nach unten.“ (Exp)

Diese Ausdifferenzierungseffekte, die mit durch digitale Tools und digitale Plattformen ermöglicht und getrieben werden, stehen den Servicemonteuren in Auswärtstätigkeit wohl unmittelbar bevor. Nicht neu für sie sind Themen wie mobile Endgeräte und – damit verbunden – die Möglichkeiten der Leistungs- und Verhaltenskontrolle mit IT-Systemen. Nicht neu sind auch die Beschäftigungswirkungen der mobilen Endgeräte auf Tätigkeiten im Innendienst der Servicestützpunkte. Durch die digitale Übermittlung von Daten aus der Außenorganisation und damit einhergehende Automatisierung der Prozesse kam es bereits zu Rationalisierungsmaßnahmen bei administrativen Funktionen – in Buchhaltung, Personalwesen, Sekretariaten sind viele Tätigkeiten entfallen. Mit der Einführung mobiler Endgeräte verlaufen die Prozesse im Service weitgehend papierlos und der Abrech-

nungsmodus wurde beschleunigt: Der komplette Kundenauftrag wird über das Tablet abgewickelt! Der Monteur schickt seinen Auftragschein nicht mehr per Post in die Niederlassung und „irgendwann mal wird dann abgerechnet“, sondern heute geht das digital: Der Monteur bekommt seinen Auftrag von der Servicezentrale aufs mobile Endgerät zugewiesen, führt den Auftrag aus und gibt ad hoc die Rückmeldung ins ERP-System, aus dem heraus die Rechnung an den Kunden generiert wird. Diese Prozesse der digitalen Vernetzung und Automatisierung setzen sich fort und so sind im Innendienst weiterhin insbesondere Arbeitsplätze für die mittleren Qualifikationsprofile gefährdet, obwohl es hier bereits in den letzten Jahren einen Abbau gegeben hat und Standardtätigkeiten wie die Auftragsabwicklung zentralisiert wurden. Auch die qualitativen Anforderungen haben sich für die Innendienstmitarbeiter stark verändert:

„Bei uns checkt die Kollegin im Innendienst nur noch, ob der vom Monteur übermittelte Data-File mit unseren Anforderungen übereinstimmt. Das ist dann nur noch eine Fehlerüberwachung, die von Angelernten nach kurzer Einarbeitung gemacht werden kann.“ (Exp)

„Durch die digitalen Technologien haben sich viele bisherige Innendienst-Tätigkeiten in den Außendienst verlagert. Das geben die Monteure jetzt einfach selbst ins System ein und dafür braucht es kein Back-Office mehr.“ (Exp)

Digitalisierung und Arbeitsbelastungen

Ein weiterer Aspekt, der mit der digitalen Transformation einhergeht, sind Änderungen der Arbeitsbelastungen im Maschinenbau. Die Automatisierung von Routinetätigkeiten durch Software-Bots oder andere digitale Tools wird von den Beschäftigten zwiespältig erlebt. Zwischen Entlastung und Belastung liegt ein Spannungsfeld: Einerseits wird es als Vorteil empfunden, dass oftmals „lästige“ Arbeiten wegfallen und die Konzentration auf wesentliche oder strategische Aufgaben gelenkt werden kann. Andererseits entfallen dadurch leichte, entlastende Tätigkeiten, die der Erholung zwischen Phasen anstrengenden oder hochkonzentrierten Arbeitens dienen. Damit kann die Digitalisierung zu einer Leistungsverdichtung führen. Zudem gibt der Wegfall von Tätigkeiten aus Sicht von Betriebsräten häufig Anlass zu Diskussionen um die Zahl der Beschäftigten und selten Anlass für eine Verbesserung der Tätigkeitszuschnitte.

„Die Unternehmen, die ich kenne, gehen da so ran, dass sie den Beschäftigten für die Tätigkeiten, von denen sie entlastet wurden, neue Tätigkeiten hinzugeben.“ (Exp)

Eine Belastung für Mitarbeiter vor allem in den größeren Maschinenbauunternehmen stellt die Vielzahl der zu nutzenden Software-Programme und die Vielfalt von Informationen aus unterschiedlichen Kanälen dar, mit denen die Beschäftigten umgehen müssen. Durch „überbordende Kommunikation“ und die „Informationsflut“, der viele Beschäftigte ausgesetzt sind, werden

nicht zuletzt auch Produktivitätseffekte, die aus der Digitalisierung und Vernetzung erzielt werden, wieder aufgezehrt oder schlagen ins Gegenteil um.

„Gläserne Mitarbeiter“

Datenschutz, der Schutz personenbezogener Daten wurde in den Betriebsfallstudien besonders von Seiten der Betriebsräte als wichtiges Thema ins Feld geführt. Besonders kritisch wird der durch digitale Technologien und Software-Systeme ermöglichte „gläserne Mitarbeiter“ gesehen. Aus mehreren Betriebsfallstudien berichten befragte Experten, dass durch die digitale Vernetzung der Prozesse eine volle Transparenz in vielen Bereichen von Maschinenbauunternehmen erreicht wurde. Die Produktionsmitarbeiter loggen sich am Touchscreen-Monitor, am Handheld-Gerät oder anderswo ein und hinterlassen ihre Datenspur. In einem der Fallbetriebe werden die erfassten Daten zu Stillständen, Störungsmeldungen, Fehlerkennung auch personenbezogen für einen begrenzten Zeitraum gespeichert und sind von Führungskräften einsehbar. Zwar wird in diesem Betrieb Leistungs- und Verhaltenskontrolle durch eine Betriebsvereinbarung ausgeschlossen. De Facto werde der Mitarbeiter aber bei einem Störfall gleich zum Sündenbock gemacht und „es wird Druck auf ihn ausgeübt, ohne dass eine ehrliche Fehleranalyse durchgeführt wird“ (Exp). Alles in allem gilt es für die Betriebsräte nach wie vor, so weit wie möglich personenbezogene Auswertungen zu verhindern und Leistungs- und Verhaltenskontrolle auszuschließen.

„Theoretisch könnten von vielen Mitarbeitern sehr viele Dinge ausgewertet werden. Da gibt es Daten aus der Produktion, aber auch aus anderen Bereichen wie dem Vertrieb, die den einzelnen Mitarbeitern zugeordnet werden können. Da wäre technisch sehr viel möglich, wir haben die personenbezogene Auswertung aber verhindert und das wird dann auch nicht gemacht, zumindest offiziell nicht.“ (Exp)

„Bei uns soll ein MES eingeführt werden. Als Betriebsrat befassen wir uns derzeit damit: Welche Daten werden erhoben? Wie werden diese verarbeitet usw.? Wir sagen okay, betriebsbezogene Datenauswertung um die Effizienz zu erhöhen, das geht. Zur Auswertung personenbezogener Daten sagen wir aber nein. Als Betriebsrat muss man da ganz genau drauf gucken und aufpassen. Zumal beim Thema Software-Einführung der Datenschutz unternehmensseitig nicht so auf dem Schirm ist, wie es eigentlich sein sollte. Nach dem Betriebsverfassungsgesetz kann ein MES nicht einseitig eingeführt werden, sondern der Betriebsrat muss involviert werden. Aber das Wissen dazu und auch den Willen, den stellen wir nicht so fest beim Management.“ (Exp)

Für Führungskräfte aus den unterschiedlichen Teilbranchen des Maschinenbaus stellen die Auswertung der Daten und die Transparenz der Prozesse dagegen ein Instrument für die Optimierung der betrieblichen Abläufe dar. Die Grenzen dieses Instruments sind jedoch eng gefasst: Sobald Mitarbeiter sich ständig beäugt fühlen und misstrauisch werden oder ihre Motivation leidet, ist es mit der Optimierung vorbei.

„Mir liegt nichts daran, meine Mitarbeiter Big-Brother-mäßig zu führen. Ich möchte aber schon wissen, wieviel Stunden sind produktiv in der Gruppe, und wieviel sind Störzeiten oder sonstiges. Und wenn Störzeiten, wo kommen die her, was ist die Ursache? Damit ich feststellen kann, sind es Teile, die nicht rechtzeitig geliefert wurden oder gab es einen Stücklistenfehler, also Konstruktion als Verursacher. Alles das muss schon dokumentiert werden können. Vor dem Hintergrund: Was ich verbessern will, das muss ich messen können.“ (Exp)

„Wie kriegt man die Brücke hin, die Leistungsbereitschaft der Mitarbeiter durch solche Methoden zu fördern, aber auch ihre Motivation nicht zu verlieren. Da quält mich schon die Sorge, wenn die Mitarbeiter sich total überwacht und getrackt fühlen, dass wir da dann ein Problem kriegen würden.“ (Exp)

Zwar gibt es in den Unternehmen bei manchen Mitarbeitern die Ansicht, „ich habe ja nichts zu verbergen“ und anderen ist es „mehr oder weniger egal, was da passiert“. Aber für die Beschäftigten, die sich damit auseinandergesetzt haben, ist der Datenschutz im Betrieb wichtig. Mit dem Datenschutz und dem Ausschluss personenbezogener Datenauswertung steht und fällt bei immer mehr Beschäftigten die Akzeptanz digitaler Technologien.

Oftmals gibt es aber auch ein ambivalentes Verhältnis von Beschäftigten wie auch von Betriebsräten, wie am Beispiel eines digitalen Informationssystems zum Staplermanagement, das von einem Unternehmen der Fördertechnik angeboten wird, deutlich wird. Ein befragter Experte sieht die Leistungs- und Verhaltenskontrolle von Staplerfahrern, die durch dieses Tool ermöglicht wird, aus seiner Sicht als Betriebsrat sehr kritisch – Tracking, die Erfassung von Stillstandzeiten, der „gläserne Fahrer“. Als Kundendiensttechniker hat er jedoch eine zweite Sichtweise: Oft seien die Staplerfahrer selbst schuld, dass solche Systeme eingeführt werden, weil sie unsachgemäß mit den Geräten umgehen, mutwillig Schäden verursachen und dann „weiß im Nachhinein keiner mehr, was passiert ist.“

4.3 Neue Anforderungen für Beschäftigte

Die digitale Transformation stellt die Beschäftigten vor vielfältige neue Anforderungen. Bei den Betriebsfallstudien im Maschinenbau und den Experteninterviews wurden zwei Bereiche hervorgehoben: „Kompetenzanforderungen und Qualifikationen“ sowie „agile Arbeitsformen“ als neue Anforderung der Arbeitsorganisation.

Kompetenzanforderungen und Qualifikationen

IT- und Software-Kompetenzen als Anforderung für den digitalen Wandel von Unternehmen liegen auf der Hand, allein schon weil die Produkte des Maschinenbaus wie auch die internen Prozesse immer stärker digitalisiert werden. Das gilt in der Breite, weil fast alle Beschäftigten Software anwenden und sich fortlaufend in neue Programme, neue Apps und Tools einar-

beiten sollen. Gleichzeitig gilt das in der Tiefe, weil der Bedarf an IT-Spezialisten und Software-Ingenieuren im Maschinenbau immer größer wird.

Dies wird von einer aktuellen Studie des VDMA bestätigt: Die größten Problemfelder für Maschinenbauer bei der Digitalisierung von Produkten (Entwicklung von Software, IT-Hardware oder Automatisierungstechnik) liegen im Bereich der „Human Resources“ – so ein Ergebnis der VDMA-Studie (Oetter 2018). Mit Abstand größtes Problemfeld für die Digitalisierung ist im Jahr 2018 demnach die Personalverfügbarkeit; es folgen der Knowhow-/Technologietransfer sowie die Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter.

Abbildung 5: Problemfelder bei der Digitalisierung von Produkten



Quelle: VDMA (Oetter 2018)

In vielen Unternehmen des Maschinenbaus mangelt es nach wie vor schlichtweg an Digitalisierungskompetenzen, beginnend im Bereich Forschung und Entwicklung.

„Im ganzen Unternehmen gibt es bei uns noch die starke Ausprägung Stahl und Eisen. Auch in der Entwicklung. Da fehlen die Digitalisierungskompetenzen noch, da werden wir uns in der nächsten Zeit stark verändern. Um die digitalen Prozesse so in den Stapler reinzubekommen, dass es für den Anwender sinnvoll ist, dafür brauchen wir Entwicklungskompetenzen. Das muss intelligent integriert werden, die Mensch-Maschine-Schnittstelle ist entscheidend und da gibt es noch viel Luft nach oben für unsere Entwicklung.“ (Exp)

„Haben Sie bereits App-Entwickler im Team?“ „Ich sag immer: Was mir fehlt ist eine Türe mit einem breiten Schlitz, durch die ich ne Pizza reinwerfen kann, und dahinter sitzen die Nerds, die mir mit tollen Ideen meine Apps programmieren und meine Software entwickeln. Das haben wir noch nicht, da sind wir sehr tradiert.“ (Exp)

Eine neu aufkommende Tätigkeit im Maschinenbau – im Zusammenhang mit Internet-Plattformen sowie *Condition Monitoring* und *Predictive Maintenance*

nance – sind Datenanalysten. Diese müssen zum einen mit der Auswertung großer Datenmengen vertraut sein, zum anderen aber auch über tiefes Maschinen-Knowhow und Erfahrungswissen verfügen, um z. B. Störungsursachen richtig einzuschätzen oder Maschinenlaufzeiten zu optimieren.

In verschiedenen Unternehmensbereichen, insbesondere in der Montage und Fertigung, gewinnen Tätigkeiten des Kontrollierens, Überwachens und die Steuerung der Prozesse an Gewicht. Umfassenderes Prozess-Knowhow wird aus Sicht befragter Experten in vielen Bereichen der Produktion eine größere Rolle spielen. Dazu kommen auch auf Produktionsbeschäftigte im Maschinenbau Kompetenzanforderungen zu in Richtung Umgang mit digitalen Medien (für nicht-digital-affine, ältere Beschäftigte), selbstständiges Arbeiten, Verantwortung etc.

„Das Prozess-Knowhow wird immer wichtiger für die Montage-Mitarbeiter. Nicht nur der Bruchteil, der an einer einzigen Montagestation gemacht wird, sondern das Verständnis des gesamten Montageprozesses und der Maschine insgesamt ist wichtig. Was ist zu beachten in der Grundmontage, dass es bei der Endmontage keine Reibungsverluste gibt. Dieses Verständnis muss da sein und wird in unseren Lerninseln auch vermittelt.“ (Exp)

„Der Umgang mit digitalen Medien ist sowieso immer alltäglicher, zumindest für die Jüngeren. Eine neue Anforderung für viele Werker ist aber, dass sie sich selbstständig mehr kümmern müssen und nicht nur warten, bis der direkte Vorgesetzte den nächsten Arbeitsschritt angibt. Und auch wenn das Material mal nicht bereitsteht, soll der Werker aktiv werden und den Fehler selber ins System eingeben.“ (Exp)

Aus den Betriebsfallstudien lassen sich zwei mögliche Entwicklungsstränge für die Kompetenzanforderungen und Qualifikationen in den direkten Bereichen des Maschinenbaus ableiten. Es bleibt offen, ob für Produktionsarbeit im digitalisierten Maschinenbau höhere Qualifikationen oder geringere Qualifikationen der Mitarbeiter erforderlich sind. Das Spektrum der Einschätzungen aus den Experteninterviews passt zu zwei der drei „Entwicklungsszenarien zur Zukunft digitaler Arbeit“, wie sie in der Studie „Digitalisierter Maschinenbau“ von der IG Metall veröffentlicht wurden (Hirsch-Kreinsen 2017, siehe Kapitel 2). Demnach könnte es im Maschinenbau zu einem „Upgrading-Szenario“ oder zu einem „Polarisierungs-Szenario“ kommen. Das dritte Szenario „Automatisierte Fabrik“ scheint eher für die Anwenderbranchen des Maschinenbaus und nicht für den Maschinenbau selbst relevant zu sein. Die zwei aus den Experteninterviews abgeleiteten, widersprüchlichen Entwicklungsstränge für künftige Qualifikationserfordernisse in den direkten Bereichen des Maschinenbaus sind demnach:

- **„Upgrading von Arbeit“** (mit steigenden Qualifikationen): Wird es durch höhere Anforderungen durch Digitalisierung der internen Prozesse und erforderlichem umfassenden Prozess-Knowhow eine Aufwertung bei den Facharbeiter-Qualifikationen im Maschinenbau geben? Dafür

sprechen die große Varianz bei den Produkten und Losgröße 1-Erfordernisse in vielen Bereichen des Maschinenbaus, die eine hohe Flexibilität und Genauigkeit in der Produktion von Maschinen in einer von Software-Systemen und digitalen Technologien geprägten Prozesslandschaft erfordern.

- **„Polarisierung von Arbeit“** (mit „Gewinnern“ und „Verlierern“ bei den Qualifikationen):
 - Wird es durch digitale Assistenzsysteme und autonome Software-Systeme eine Abwertung bei den Qualifikationen geben? Geht der Weg von der Facharbeiter-Dominanz im Maschinenbau hin zum verstärkten Einsatz Angelernter in der Produktion? Dafür sprechen enge Arbeitsanweisungen durch digitale Assistenzsysteme sowie standardisierte und „verriegelte“ Montageprozesse, die zu einfacheren operativen Tätigkeiten im Maschinenbau und damit zu einer Dequalifizierung führen können.
 - Wird es auf der anderen Seite mehr anspruchsvolle hochqualifizierte Tätigkeiten für Experten zur Wartung und Installation der Systeme geben? Dafür sprechen komplexere Tätigkeiten mit hohen Qualifikationsanforderungen für eine „kleine Facharbeiterelite“ im Maschinenbau, wogegen die bisherigen mittleren Qualifikationsgruppen mit sinkenden Anforderungsniveaus konfrontiert werden. Kommt es also zu einer Gleichzeitigkeit von Upgrading auf der einen Seite und Dequalifizierung auf der anderen?

Laut Betriebsfallstudien zeichnet sich in den Produktionsbereichen des Maschinenbaus eher eine Polarisierung bei den Qualifikationen ab. Für die Mehrzahl der befragten Experten wird sich die Schere zwischen „Gewinnern“ und „Verlierern“ bei den Qualifikationen in den direkten Bereichen des digitalisierten Maschinenbaus künftig öffnen.

Dagegen könnte es in den indirekten Bereichen zu einer Entwicklung kommen, die eher dem „Automatisierungs-Szenario“ entspricht. Durch Software-Systeme und Bots werden sich nicht nur die Arbeitszuschnitte in den Bürobereichen verändern, sondern es wird zu einer umfassenden Automatisierung von Bürotätigkeiten kommen. In der Konsequenz könnte dies zu einem rationalisierungsbedingten Arbeitsplatzabbau führen, der fast alle Qualifikationsstufen – mit Ausnahme höherer Führungsebenen und hochqualifizierter Experten – trifft.

Gleichwohl ist für Beschäftigte in allen Bereichen des Maschinenbaus festzuhalten, dass an Qualifizierung für die neuen Anforderungen und die neuen digitalen Technologien kein Weg vorbeiführt. Das gilt sowohl für diejenigen, die ihre bisherige Stelle aufgrund der Digitalisierung verlieren wie auch für alle anderen Beschäftigten, die sich der digitalen Transformation stellen müssen. Die Statements der Experten gehen vom Anspruch, dass

keine Verlierer erzeugt werden bis zur Ansicht, dass es mit zunehmender Dynamik der Digitalisierung zwangsläufig zu Verlierern kommen wird.

„Und ja, es wird Bereiche geben, wo vielleicht weniger Menschen gebraucht werden. Die werden dann aber woanders gebraucht. Und das ist der Punkt, wir gehen davon aus, wir werden umschichten müssen. Dafür müssen wir die Leute weiterqualifizieren. Weil vielleicht ein Schweißer dann nicht mehr als Schweißer eingesetzt werden kann. Der muss sich dann halt zum Maschinenführer weiterbilden, der eine Anlage von mehreren Robotern koordiniert. Dadurch bekommt er als Nebeneffekt einen höherwertigen Arbeitsplatz in einem anderen Umfeld. Qualifizierungsbereitschaft vorausgesetzt.“ (Exp)

„Nicht jeder, der durch den Digitalisierungsprozess rausfällt, wird die Anforderungen abdecken können, die zukünftig benötigt werden. Es wird auch Verlierer geben. Und das wird mit zunehmendem Reifegrad beschleunigter kommen wie heute. Das gilt sowohl in der Montage wie auch für Sachbearbeiter, die jahrelang immer das gleiche gemacht haben und deren Tätigkeiten digitalisiert werden. Was mache ich dann mit denen? Ich brauche dann den Data Analyst, aber das kann nicht jeder lernen. Jetzt haben wir das Problem noch nicht. Aber es wird auf uns zukommen, sobald das Wachstum nicht mehr trägt. Wenn die wirtschaftliche Entwicklung wieder abflacht, wird das deutlich spürbar werden.“ (Exp)

Beim Thema Qualifikationen kommt selbstverständlich auch der betrieblichen Ausbildung erhebliches Gewicht zu. Bei einigen der Betriebsfallstudien werden die Herausforderungen durch Industrie 4.0 und Digitalisierung in eigene Ausbildungskonzepte umgesetzt. So wurde beispielsweise bei einem Werkzeugmaschinenhersteller ein Smart Education Center innerhalb der Werkhalle aufgebaut, in dem Auszubildende an wichtige Digitalisierungsthemen praktisch herangeführt werden und wo ihnen das Gesamtsystem Maschinenbau nahegebracht wird. Insgesamt vollzieht sich in den Maschinenbauunternehmen ein Wandel von der klassischen mechanischen Ausbildung hin zu mehr IT- und Steuerungskennnissen. Seit Mitte 2018 sind bei den industriellen Metall- und Elektroberufen Themen wie Digitalisierung der Arbeit, Datenschutz und Informationssicherheit fester Bestandteil der Ausbildung geworden. Generell sind die Berufsbilder in der Metall- und Elektroindustrie prozessorientiert und auf die von Industrie 4.0 geforderte Systemorientierung sowie der damit verbundenen Wertschöpfung und Vernetzung gerichtet (Pressemeldung der IG Metall vom 23.07.2018).

Agiles Arbeiten

Digitalisierung ist für die meisten befragten Experten aus dem Maschinenbau mit Begriffen wie *Dynamik*, *Schnelligkeit*, *Flexibilität*, *Agilität* verbunden. Daraus leitet sich aus ihrer Sicht auch eine schnellere, flexiblere Form der Arbeitsorganisation ab: agiles Arbeiten. Die Methoden des agilen Arbeitens stammen aus der IT-Branche bzw. aus der Software-Entwicklung und haben sich von dort aus zunächst in die Unternehmensabteilungen für Forschung und Entwicklung in vielen Wirtschaftszweigen ausgebreitet. Heute sind agile Methoden nicht nur in den Entwicklungsabteilungen von Industrieunternehmen zu finden, sondern sie diffundieren zunehmend in andere

betriebliche Funktionen und Bereiche hinein. Auch bei Maschinenbauunternehmen hält agiles Arbeiten – ausgehend von der Entwicklung – zunehmend Einzug. „Ob es mit Digitalisierung zusammenhängt oder nicht, wir werden immer mehr agile Bereiche im Unternehmen haben“ (Exp). In einigen Maschinenbauunternehmen hat das Scrum Board bereits den Weg von der Entwicklung in andere Bereiche geschafft.

Agiles Arbeiten erfordert eine neue Art der Zusammenarbeit und Führung. Aus eher starren Formen der Zusammenarbeit in fachlichen Bereichen bilden sich flexible, interdisziplinäre Teams. Durch cross-funktionale Zusammenarbeit sollen die Silos im Unternehmen aufgebrochen werden und eine Kommunikation ermöglicht werden, die weniger von Hierarchie geprägt ist. Es werden neue Rollen in der Organisation etabliert, wie Product Owner, Scrum Master, Agile Manager. Agiles Arbeiten bedingt auch eine Trennung zwischen fachlicher und disziplinarischer Führung, und damit verbunden veränderte Herausforderungen im Hinblick auf Feedback-Prozesse, Leistungsbeurteilung, Teamzusammensetzung usw. Damit verändert sich die Rolle von Führungskräften im Maschinenbau: sie sollten sich weniger als Entscheider und Steuerer sehen und mehr als Ermöglicher von innovativen Ideen und deren Umsetzung.

„Agiles Arbeiten heißt bei uns hierarchiefreihere Kommunikation, Zusammenarbeit zwischen den Fakultäten und damit Aufbrechen von Silos. Da geht es um Elemente des Enabling von Mitarbeitern, es geht um Empowerment von Teams und auch um die Verantwortungsabgabe von Führungskräften an die Entwicklungsteams und Product Owner.“ (Exp)

Von den Beschäftigten im Maschinenbau verlangt agiles Arbeiten eine stärkere Veränderungsbereitschaft und Aufgeschlossenheit für Neues. Als negative Aspekte dazu kommen höherer Termin- und Leistungsdruck für viele, steigende Unsicherheit und weniger Planungssicherheit, ob man nur wenige Monate oder einige Jahre in einem Team arbeitet. „Man muss flexibel sein, sich ständig auf Veränderungen einstellen, und das ist nicht für alle Kollegen einfach“, wie ein befragter Betriebsrat berichtet. Einige Beschäftigte müssen in einem agilen, selbstorganisierten Arbeiten vor ihrer eigenen Überforderung geschützt werden. Aus Sicht einer befragten Führungskraft ermöglicht agiles Arbeiten in der Entwicklung hingegen die Konzentration auf die eigentliche Arbeit und erhöht die Motivation von Beschäftigten:

„Wir haben die agile Methode bei uns in der Entwicklung. Aber das ist ein Tool, dadurch verändert sich nicht alles komplett. Agil habe ich für mich so übersetzt: die agile Methode ermöglicht es den Mitarbeitern, sich auf die eigentliche Arbeit zu konzentrieren und sich nicht in verschiedene Projekte zu verzetteln. Wenn ein Mitarbeiter in verschiedenen Projekten tätig ist, dann hat er beim Umschalten immer wieder geistigen Rüstaufwand. Bei agilem Arbeiten geht es also auch um die Minimierung von geistigen Rüstprozessen. Wir erreichen dadurch eine Fokussierung auf das Wesentliche.“ (Exp)

„Die Zweiwochen-Sprints führen zu Zufriedenheit bei den Mitarbeitern. Sprint heißt bei uns nicht Leistungsverdichtung, sondern man sieht regelmäßig, was man erreicht hat. Unsere Mitarbeiter sind mit der agilen Methode gewachsen. Sie präsentieren ihre Ergebnisse, arbeiten gut im Team zusammen. Die Motivation der Mitarbeiter ist gestiegen. Sie spüren unmittelbar, es wird Wert darauf gelegt, was ich hier arbeite. Ich darf es selbst vorstellen, es gibt Applaus. Das hat die Zufriedenheit der Mitarbeiter deutlich erhöht.“ (Exp)

Durch agiles Arbeiten und die frühzeitige Einbindung anderer Bereiche – wie Produktionsplanung, Service – in die Entwicklung, können Entwicklungsprozesse und damit die Time-to-Market-Spanne deutlich verkürzt werden. Aus einem Unternehmen der Fördertechnik wird berichtet, dass ein Projekt mit agiler Methode in 18 Monaten durchgezogen werden konnte, während der Standard-Entwicklungsprozess für vergleichbare Projekte mindestens drei Jahre dauert.

Agiles Arbeiten wird nicht nur in den Maschinenbauunternehmen selbst erprobt und implementiert, sondern ist auch mit der Gründung von neuen Geschäftseinheiten verbunden, die wie Start-ups agieren können oder beispielsweise auch von neuen Unternehmen als Anbieter von Internet-Plattformen. Dort können in höherer Geschwindigkeit als im klassischen Maschinenbau neue, digitale Geschäftsmodelle entwickelt, erprobt und umgesetzt werden.

Ein Beispiel aus einer Betriebsfallstudie zeigt den Zusammenhang zwischen agilen Methoden, Digitalisierung und Change Management. In dem Unternehmen wird eine sehr fragmentierte IT-Landschaft durch ein umfassendes IT-System ersetzt, wodurch die bisherige Arbeit im Grunde genommen revolutioniert wird. Die Einführung des IT-Systems wird durch ein umfangreiches Change Management begleitet, flankiert durch agile Methoden.

„Mit den agilen Methoden wird die bisherige Arbeitsweise auf den Kopf gestellt. Es werden neue Haltungen seitens der Führungskräfte und der Mitarbeiter notwendig. Wie verstehe ich meine Arbeit? Wie übe ich meine Arbeit aus? Wie arbeite ich mit anderen zusammen? Wie werden Entscheidungen getroffen? Diese Fragen sind in einen umfassenden Change Management Prozess eingebunden. Bei uns im Unternehmen entfaltet diese Nutzung neuer Methoden und neuer Arbeitsweisen momentan eine noch größere Wirkung als die Digitalisierung der Geschäftsprozesse selbst.“ (Exp)

4.4 Change Management und Beteiligung

Für fast alle befragten Experten ist die Digitalisierung mit einer tiefgreifenden Transformation des Unternehmens verbunden, die einen Wandel der Unternehmenskultur einschließt. Von der Unternehmensführung ausgehend ist es demnach wichtig, dass sich die gesamte Organisation in Richtung Digitalisierung öffnet und entsprechende Kompetenzen, Arbeitsweisen und Kooperationsformen aufbaut. Vor allem aus Sicht der befragten Füh-

rungskräfte im Maschinenbau ist ein strukturierter Prozess des Change Managements unumgänglich für eine erfolgreiche digitale Transformation des Unternehmens.

„Die digitale Transformation ist ein großes Programm, das die gesamte Organisation betrifft. Auch kulturell wird das Einfluss nehmen und das Mindset verändern, vom Top Management bis hin zu jedem Mitarbeiter. Das wird bei uns massiv durch ein Change Management begleitet.“ (Exp)

Zu einem umfassenden Change Management gehört, dass alle Mitarbeiter vorbereitet und befähigt werden müssen, um mit den Anforderungen der Digitalisierung in Zukunft umgehen zu können. Die frühzeitige Kommunikation mit der Belegschaft ist wichtig, weil sich die Art der Zusammenarbeit ändert, weil ein neues Prozessverständnis erforderlich ist, weil die Arbeitsorganisation sich wandelt, weil neue Kompetenzanforderungen sich herausbilden und weil die Beschäftigten insgesamt in neue Rollen kommen. Die digitale Transformation ist mit einem Kulturwandel verbunden, der nur mit Beteiligung der Mitarbeiter erreicht werden kann. Es ist demnach wichtig, das erforderliche Change Management frühzeitig anzugehen und von Beginn an auf Mitgestalten auszulegen. Als wichtiger Erfolgsfaktor kommt die frühzeitige Einbindung des Betriebsrats hinzu.

„Die Mitarbeiter müssen in die digitale Welt des Unternehmens mitgenommen werden. Nur mit Beteiligung ist Akzeptanz zu erreichen.“ (Exp)

„Change Management ohne Beteiligung der Mitarbeiter und des Betriebsrats geht gar nicht. Wir wollen uns ja nicht selbst ein Bein stellen. Alle großen Veränderungsvorhaben werden bei uns in einem mitarbeiterorientierten Prozess angegangen und hierbei wird auch der Betriebsrat mit eingebunden.“ (Exp)

Alles in allem ist die digitale Transformation eines Unternehmens weniger eine technische Frage, sondern vielmehr stark von der Fähigkeit zu organisatorischen und kulturellen Veränderungen in einem Unternehmen abhängig.

„Technologisch ist Digitalisierung durchdringbar und abbildbar. Aber die Menschen und die Kultur müssen veränderungsbereit sein, das ist entscheidend. Die Änderung des Mindset bei allen Kolleginnen und Kollegen, das wird die allergrößte Herausforderung, die nicht nur wir, sondern der gesamte Maschinenbau in den nächsten fünf Jahren zu stemmen hat. Ich weiß nicht, ob ich mich so weit aus dem Fenster lehnen soll, aber ich glaube nicht, dass wir in fünf Jahren noch Maschinen so verkaufen können, wie wir sie heute verkaufen.“ (Exp)

„Die eigentliche Herausforderung ist nicht die Technologie und es sind auch nicht die Geschäftsmodelle, die kommen dann schon. Es ist die Mannschaft. Wie kriege ich die Mannschaft dahin, wie kann ich sie bei der digitalen Transformation mitnehmen? Das ist die Frage, die am Ende des Tages überlebenskritisch für Maschinenbauer sein kann.“ (Exp)

Eine andere befragte Führungskraft hält die Kombination von Change Management und Digitalisierung für den einzigen Ansatz für Unternehmen im Maschinenbau, zu überleben:

„An der Digitalisierung kommt kein Maschinenbauer vorbei. Und da ist Change Management für uns ein absolut wichtiges und überlebensnotwendiges Thema. Ohne Digitalisierung und Change Management setzen wir die Zukunft des Maschinenbaus aufs Spiel. Wir müssen uns fragen: Wie müssen sich Führungskräfte verhalten, um Digitalisierung voranzutreiben? Welches Arbeitsumfeld muss geschaffen werden? Wie können Leute, die bisher eher Stahl und Eisen im Kopf hatten, dazu motiviert werden, künftig mit Einsen und Nullen im Kopf umzugehen? Diese Fragen müssen wir beantworten, wenn wir nach vorne blicken wollen.“ (Exp)

Jedoch zeigen vielfältige Erfahrungen der befragten Experten in der Branche auch, dass Maschinenbauer beim Change Management und bei Beteiligungsprozessen häufig schlecht aufgestellt sind, „wenn es über Sonntagsreden hinausgehen soll“ (Exp). Auf einen Hemmnisfaktor auf Seiten des Managements weist einer der befragten Betriebsräte hin:

„Das Top Management und die obersten Führungskräfte sind gut aufgestellt beim Thema Digitalisierung, die haben ein klares Zukunftsbild. Letztendlich wird aber entscheidend sein, wie es ihnen gelingt, das auch ins mittlere Management zu tragen. Das ist essenziell für die Umsetzung in den Prozessen und damit für unsere Arbeit als Betriebsräte.“ (Exp)

Zusammenfassend wird im Statement eines Betriebsrats die Bedeutung der Beteiligung der Belegschaft in der Breite wie auch der betroffenen Mitarbeiter nochmals hervorgehoben:

„Digitalisierung wird bei uns dafür genutzt, die Arbeit zu verbessern und zu optimieren. Nicht dazu, dass wir den Mitarbeitern auf die Finger gucken, sondern dass wir ihre Arbeitsprozesse unterstützen. Aber es werden sich daraus zwangsläufig Änderungen bei den Tätigkeiten ergeben. Da müssen wir neue Möglichkeiten und neue Aufgaben finden, wo die Mitarbeiter eingesetzt werden können, ohne sie zu überfordern. Die Mitarbeiter rechtzeitig mitnehmen, sie darauf vorbereiten und passende Aufgaben für sie finden, das ist das A und O. Und nicht nur der einzelne betroffene Mitarbeiter muss mitgenommen werden, sondern die Belegschaft in der ganzen Breite, weil der Digitalisierungsprozess auch in die Breite geht. Es wird kaum einen Mitarbeiter geben, der davon nicht betroffen ist.“ (Exp)

4.5 Chancen und Risiken der Digitalisierung

Zusammenfassend werden Chancen und Risiken der Digitalisierung für den Maschinenbau dargestellt. Sowohl in den Expertengesprächen wie auch bei den Workshops im Rahmen der Branchentagungen wurde nach den Chancen und Risiken der Digitalisierung für die Unternehmen und für die Beschäftigung im Maschinenbau gefragt. Oftmals sind mit den Chancen zugleich Risiken verbunden (und umgekehrt), wie die beiden Abbildungen zeigen. Stellvertretend für viele befragte Experten drei Statements aus Be-

triebsfallstudien in der Fördertechnik, der Landtechnik und dem Werkzeugmaschinenbau:

„Ich sehe Digitalisierung nicht als Chance oder Risiko, sondern als absolutes Muss. Wir können uns dem nicht verschließen. Das muss umgesetzt werden, das muss organisiert werden. Wir können gar nicht sagen, da machen wir nicht mit!“ (Exp)

„There is no Alternative.“ (Exp)

„Für Chance und Risiko gibt es im chinesischen nur ein Wort, das beschreibt das Thema ganz gut. Es sind immer zwei Seiten der gleichen Medaille. Es ist eine Frage der Geisteshaltung ob das jetzt eine Chance oder ein Risiko ist. Am besten man empfindet es als Bedrohung, ist gewarnt, und erkennt eine Chance. Dann kriegt man eine Bewegung rein. Das Risiko ist dann am größten, wenn man sich verschließt oder versucht sich dagegen zu wehren. Weil dann wird man aufgrund der Vehemenz und des Hungers anderer Länder im Digitalumfeld überrannt.“ (Exp)

Für mögliche Veränderungen der Arbeit durch Digitalisierung tut sich im Maschinenbau eine breite Spanne zwischen dem „Werkzeugszenario“ und dem „Automatisierungsszenario“ auf, wie die Chancen-Risiken-Betrachtung der befragten Experten zum Ausdruck bringt. Nutzen die Möglichkeiten der neuen Systeme den Beschäftigten zur Arbeitserleichterung oder tragen sie zu Leistungsdruck und Arbeitsverdichtung bei? Führen digitale Technologien zu einer erweiterten Leistungs- und Verhaltenskontrolle oder tragen sie zu höherer Autonomie und Selbstorganisation der Beschäftigten bei? Kommt es zur Aufwertung von Arbeit und insgesamt steigenden Qualifikationen im Betrieb oder zu einer Polarisierung von Qualifikationen und einem Abbau bei den mittleren Tätigkeiten? Trägt Digitalisierung zu einer entgrenzten und prekären Arbeitswelt bei oder verbessert sie die Work-Life-Balance und ermöglicht lebensphasenorientierte Arbeitsmodelle? Eine entscheidende Frage ist, ob die Menschen die Systeme nutzen können für eine menschengerechte Arbeit oder ob die Systeme die Menschen lenken werden. Diese für die Zukunft der Arbeit im Maschinenbau entscheidenden Fragen stehen im Zentrum der Handlungsfelder und Gestaltungskonzepte von Betriebsräten und weiteren Mitbestimmungsträgern (siehe Kapitel 5).

Abbildung 6: Chancen und Risiken der Digitalisierung für Unternehmen und Beschäftigung im Maschinenbau aus Sicht der befragten Experten



Grafik: IMU Institut

5. Gestaltungsfelder für die Mitbestimmungsträger

Handlungsbedarfe aus Sicht von Betriebsräten aus dem Maschinenbau

Die Fallstudien in Unternehmen aus fünf Teilbranchen des Maschinenbaus haben gezeigt, dass Betriebsräte sich bereits vielfach auf den Weg gemacht haben, verschiedene Aspekte der Digitalisierung zu regeln und zu gestalten. Es wurde aber auch deutlich, dass Betriebsräte oftmals nicht systematisch und nicht früh genug bei der Einführung von digitalen Technologien oder von Software-Systemen seitens der Unternehmensleitung eingebunden werden. Und wenn Betriebsräte beteiligt werden, dann beschränken sie sich häufig auf Datenschutz-Themen wie den Ausschluss personenbezogener Auswertungen, um Leistungs- und Verhaltenskontrolle zu verhindern. Gleichwohl ist das Bewusstsein meist vorhanden, dass die Digitalisierung in viele Bereiche der Arbeitswelt ausstrahlt und eine multidimensionale, ganzheitliche Herangehensweise erfordert. Deshalb heben die befragten Betriebsräte aus allen Teilbranchen hervor, dass eine umfassende, prozessorientierte (Rahmen-) Betriebsvereinbarung ein wichtiges Instrument zur arbeitsorientierten Gestaltung der digitalen Transformation wäre. Hier sehen die Betriebsräte aus dem Maschinenbau großen Handlungsbedarf und auch Unterstützungserfordernisse durch die IG Metall und externen Sachverstand.

Die Handlungsbedarfe der Betriebsräte aus dem Maschinenbau werden im Folgenden aufgegriffen und zu vier eigenständigen Gestaltungsfeldern verdichtet. Bevor auf das Handlungsfeld „Betriebsvereinbarung als Rahmen für die Digitalisierung“ eingegangen wird, soll die Bedeutung der Erarbeitung einer eigenständigen „Digitalisierungsstrategie des Betriebsrats“ hervorgehoben werden. Weitere wichtige Handlungsfelder sind die Initiierung und Begleitung von „Beteiligungsprozessen für die Beschäftigten“ und die „Mitgestaltung guter Arbeitsbedingungen“ durch den Betriebsrat. Diese aus der Studie generierten vier Handlungsfelder werden durch den „Fünf-Punkte-Plan für innovative Mitbestimmung“ der IG Metall abgerundet.

Vorspann: Umfassende Beteiligung und Qualifizierung von Betriebsräten

Die digitale Transformation führt zu einem tiefgreifenden Wandel der Branche wie auch bei jedem Maschinenbauunternehmen und verändert die Arbeitswelt in allen Bereichen des Maschinenbaus. Dieser Wandel erfordert die umfassende Beteiligung der Mitbestimmungsträger in den Unternehmen. Insbesondere geht es um die frühzeitige Einbindung von Betriebsräten, um die (Mit-)Gestaltung von Digitalisierungsprozessen und um Handlungsbedarfe bei Fragen der Arbeitsgestaltung, der Arbeitsbedingungen,

der Personalentwicklung und des Datenschutzes. In der betrieblichen Praxis denken viele Betriebsräte beim Thema Digitalisierung sofort daran, dass der Datenschutz sowie die Leistungs- und Verhaltenskontrolle geregelt werden müssen. Neben diesem Themenfeld mit starker Mitbestimmung sollten Betriebsräte aber auch das gesamte Spektrum der arbeits- und betriebspolitischen Themen in den Blick nehmen, weil Digitalisierung ein Querschnittsthema mit vielfältigen Auswirkungen auf die Arbeitswelt ist.

Jedoch sind die technischen, arbeitswissenschaftlichen und weiteren fachlichen Anforderungen an die Betriebsräte groß: Die digitale Transformation ist mit einer hohen Komplexität und mit kaum vorhersehbaren Prozessen verbunden und manches im Bereich der Software-Systeme und digitalen Zwillinge läuft „eher im Verborgenen“ ab, mit „unsichtbaren“ Veränderungen, deren Wirkungen auf Arbeit schwer zu erkennen sind. Um die Arbeitnehmervertretung handlungsfähig zu machen, sind spezifisch auf Betriebsräte zugeschnittene, umfangreiche Qualifizierungsmaßnahmen erforderlich, wie sie beispielsweise bei den Projekten „Arbeit und Innovation“ (bei dem es ab 2018 eine spezielle Qualifizierungsreihe für Betriebsräte aus dem Maschinenbau gibt), „Arbeit 2020 in NRW“ oder bei „Betriebsräte-Netzwerken Industrie 4.0“ in Baden-Württemberg und Bayern angeboten werden. Eine gute Möglichkeit für die Qualifizierung von Mitbestimmungsträgern bieten die Lernfabriken für Industrie 4.0 (IG Metall 2018).

Bei den folgenden Handlungsfeldern steht die Gestaltung der internen Prozesse, also die Digitalisierung in der Anwenderperspektive des Maschinenbaus, im Vordergrund. Gleichwohl gibt es auch für die Anbieterperspektive, bei Themen wie digitalisierte Produkte und digitale Geschäftsmodelle Handlungsfelder für die Interessenvertretung. Beispielsweise die Einflussnahme der Mitbestimmungsträger auf eine nachhaltige und gute Produktstrategie des Maschinenbauunternehmens, vor allem auch auf die Integration oder Beteiligung des Unternehmens an geeigneten digitalen Plattformen, aufgrund deren stark wachsender strategischen Bedeutung für den Maschinenbau. Ein weiteres Themenfeld ist ggf. die Verankerung von Mitbestimmung und Tarifbindung bei der Gründung von neuen Geschäftseinheiten oder eigenen Unternehmen für digitale Geschäftsmodelle bzw. IoT-Plattformen durch Maschinenbauunternehmen.

5.1 Strategie des Betriebsrats für die digitale Transformation

Im Rahmen der digitalen Transformation sollte die frühzeitige Einbindung und umfassende Beteiligung von Betriebsräten selbstverständlich sein. Jedoch zeigen die Betriebsfallstudien, dass dies bei Maschinenbauunternehmen nicht immer der Fall ist. Dabei gehören viele Veränderungen durch die Digitalisierung der internen Prozesse zu den Mitbestimmungsrechten nach

§ 87 Abs. 1 des Betriebsverfassungsgesetzes. Für eine aktive Betriebsratsarbeit im Feld der Digitalisierung ist eine im Gremium erarbeitete Strategie des Betriebsrats für die digitale Transformation sehr hilfreich und förderlich. Eine Voraussetzung für die Erarbeitung einer solchen umfassenden und nachhaltigen Digitalstrategie ist die Qualifizierung von Betriebsräten für die Arbeitswelt 4.0.

„Wichtig ist, dass Betriebsräte gut qualifiziert und informiert sind. Sie müssen verstehen, dass Industrie 4.0 und Digitalisierung kein rein technologischer Prozess ist, sondern dass damit eine umfassende Neuausrichtung der Arbeit, der Arbeitsorganisation und der kompletten Wertschöpfungsprozesse im Unternehmen verbunden ist. Das ist das Wesentliche, was man den Betriebsräten erfahrbar und begreifbar machen muss, einen ganzheitlichen Blick auf die Digitalisierung.“ (Exp)

Digitale Technologien und Software-Systeme schlagen bei Betriebsräten oftmals als reine IT- bzw. Datenschutz-Themen auf, die im EDV-Ausschuss behandelt werden. Dabei geht es darum, den Schutz personenbezogener Daten und den Ausschluss von Leistungs- und Verhaltenskontrolle zu regeln, also um Themen, bei denen Mitbestimmung unstrittig ist. Die mit der Einführung verbundenen Veränderungen bei Arbeitsbedingungen und Arbeitsorganisation bis hin zum möglichen Wegfall von Tätigkeiten gehen dabei häufig unter. Ein Ziel der Betriebsratsarbeit sollte sein, die Anwendung des Mitbestimmungsrechts aus § 87 Abs. 1 Nr. 6 nicht auf die Verhinderung von Leistungs- und Verhaltenskontrolle zu begrenzen, sondern auch für die Arbeitsgestaltung zu nutzen.

„Der IT-Ausschuss darf sich nicht auf reine Technologie versteifen, sondern sollte immer übergreifender handeln. Digitalisierung darf nicht als Insel betrachtet werden. Bei Veränderungen durch Digitalisierung geht es immer auch um Arbeitsabläufe, Arbeitsgestaltung, Gesundheitsschutz, Arbeitssicherheit. Deshalb muss jeder Betriebsrats-Ausschuss eine starke Vernetzung zum anderen bekommen. ... Wir müssen weg von der reinen Gesetzesüberwachung, wie es früher war, hin zur Gestaltung. Dafür muss sich auch das Gremium weiterentwickeln und sich fachspezifische Kenntnisse erarbeiten. Betriebsräte müssen sich genauso weiterentwickeln wie die Technik auch.“ (Exp)

„Es hört sich einfach an, ist aber sehr schwierig. Wir müssen uns als Betriebsräte immer weiterentwickeln. ... Und uns auf den Weg machen, vom alten Schutzpolizisten zum Verkehrsplaner. Der eine regelt nur was da ist und schützt die Verkehrsteilnehmer. Der andere plant, gestaltet und kümmert sich drum, wie man am besten zum Ziel kommt.“ (Exp)

Für die Betriebsratsarbeit ist ein umfassender Blick auf die Digitalisierung, eine Gesamtstrategie erforderlich. Es gilt Arbeitsformen zu schaffen, bei denen die unterschiedlichen Facetten der Digitalisierung im Gesamtzusammenhang analysiert und diskutiert werden können und nicht nur aus dem oftmals einseitigen Blickwinkel eines Ausschusses. So sollte sich der Betriebsrat insgesamt wie auch ggf. der Gesamt- oder Konzernbetriebsrat regelmäßig einen Schwerpunkt zur digitalen Transformation im Betrieb setzen. Dabei sollte es um die Digitalisierungsstrategie des Unternehmens

gehen, um den Umsetzungsstand bei digitalen Technologien und Software-Systemen, um damit verbundene Probleme und Wirkungen auf Arbeit usw. Hierbei sind ggf. Vertreter des Arbeitgebers oder sachkundige Beschäftigte einzubeziehen.

Ein weiterer Vorschlag ist die Gründung eines „Arbeitskreis Industrie 4.0“ durch den Betriebsrat, der mit seinen Erfahrungen und Kompetenzen die vielen Facetten des Themas im Blick behält: von der Arbeitsorganisation über Arbeits- und Gesundheitsschutz, Personalplanung, Technikgestaltung, Leistungsbemessung, Arbeitszeit- und Entgeltgestaltung bis zur Qualifizierung. Solche Arbeitskreise oder „Digitalisierungs-Teams“ wurden bei befragten Maschinenbauern z. B. im Rahmen von Projekten wie „Arbeit und Innovation“ oder „Arbeit 2020“ gegründet. Um eine übergreifende Sicht und einen ganzheitlichen Überblick über die darin besprochenen betrieblichen Digitalisierungsprojekte zu gewährleisten, sollte aus jedem Betriebsrats-Ausschuss mindestens ein Mitglied eingebunden sein und ein „guter Altersmix aus langjährigen und digitalaffinen Betriebsräten am Tisch sitzen“ (Exp). Ein solcher Betriebsrats-Arbeitskreis kann als systematisches Mittel auch Beschäftigte als internen Sachverständigen nach § 80 Abs. 2 heranziehen. Ein mit Betriebsräten und Führungskräften besetzter „Steuerkreis Industrie 4.0“, wie er bei einigen Maschinenbauern existiert, ist ein weiterer Baustein für einen proaktiven Gestaltungsansatz von Betriebsräten.

Nicht zuletzt kann eine Digitalisierungsstrategie des Betriebsrats auch die Nutzung digitaler Technologien und Tools für die eigene Betriebsratsarbeit umfassen. Dazu gibt es auf Seiten der Betriebsräte in verschiedenen Maschinenbau-Teilbranchen bereits Projekte, beispielsweise zur Nutzung von Social Media und ähnlicher digitaler Kanäle.

5.2 Betriebsvereinbarung als Rahmen für die Digitalisierung

Ein wichtiges Instrument zur arbeitspolitischen Gestaltung und Regulierung der digitalen Transformation von Unternehmen sind Betriebsvereinbarungen. In den meisten Maschinenbauunternehmen gibt es Betriebsvereinbarungen zu einzelnen Aspekten der Digitalisierung, die sich oft auf personenbezogenen Datenschutz beziehen. Solche themenbezogenen Betriebsvereinbarungen im Kontext Digitalisierung bleiben nach wie vor wichtig, sollten aber in eine umfassende Digitalisierungsstrategie des Betriebsrats eingebettet sein. Da die digitale Transformation auf alle Bereiche der Arbeitswelt einwirkt, sollten betriebliche Gestaltungsansätze themenübergreifend und ganzheitlich angelegt sein. Als ein wirksames Instrument hierfür sind umfassende, prozessorientierte (Rahmen-)Betriebsvereinbarungen zu empfehlen. In der betrieblichen Praxis stößt dies häufig an Grenzen, weil die vielfältigen technischen und arbeitsorganisatorischen Merkmale der Di-

gitalisierung es erschweren, dieses Instrument in Anschlag zu bringen – übergreifende Regelungen zu vereinbaren, sei eine „fast überkomplexe Aufgabe“ (Matuschek, Kleemann 2018). Für Betriebsräte aus dem Maschinenbau wären praxisorientierte, konkrete Handlungshilfen zur Gestaltung einer solchen umfassenden, prozessorientierten Betriebsvereinbarung und ein entsprechender Erfahrungsaustausch in gewerkschaftlichen Netzwerken sehr hilfreich, wie in einigen Betriebsfallstudien deutlich gemacht wurde.

Bisherige Erfahrungen aus Maschinenbauunternehmen mit der Erstellung von Rahmenbetriebsvereinbarungen zur Digitalisierung zeigen die Bedeutung von klaren, nachvollziehbaren Prozessen und von Gremienstrukturen im Betriebsrat intern („BR-Team 4.0“) sowie als paritätisch zusammengesetzter Steuerkreis. Ein wichtiger Baustein ist die Vereinbarung klarer Leitplanken bzw. Eckpfeiler, die bei der Einführung digitaler Technologien eingehalten werden müssen, wie beispielsweise die Verankerung personalpolitischer Grundsätze:

- Kein Mitarbeiter verliert seinen Arbeitsplatz im Unternehmen. Durch die Einführung von neuen Technologien darf es zu keinen betriebsbedingten Kündigungen kommen.
- Zur Sicherstellung der zukünftigen Anforderungen werden alle Mitarbeiter ausreichend qualifiziert.
- Ein Arbeitsplatzwechsel hat keine negativen Auswirkungen auf das Entgelt.
- Neben diesen drei Eckpfeilern zu Arbeitsplatzsicherheit, Qualifizierung und Entgelt können weitere Leitplanken zu Arbeitsorganisation, Arbeitszeit, Gesundheitsschutz, Arbeitssicherheit, Führung, Beteiligung, etc. vereinbart werden. Ziel für die Interessenvertretung ist dabei, dass sich die Arbeitsbedingungen bei der Einführung neuer Technologien verbessern oder zumindest gleichwertig bleiben.

In der Rahmenbetriebsvereinbarung sollte der Einführungsprozess von digitalen Technologien und die Einbindung des Betriebsrats klar geregelt sein. Es erfolgt eine Definition des Prozessablaufs für jeden Schritt von der Informationsphase über die Analyse- und Beratungsphase, die Pilotphase bis zur Validierungsphase. Erst dann entscheidet der Steuerkreis über die weitere Verwendung und Implementierung der konkreten digitalen Technologie. Wird die breite Einführung der digitalen Technologie beschlossen, so wird nach einer festgelegten Zeit im laufenden Betrieb eine Nachhaltigkeitsprüfung durchgeführt, bei der festgestellt wird, ob die definierten Leitplanken dauerhaft eingehalten werden oder ob Nachsteuerungsbedarfe bestehen. Eine solche Prozessorientierung ist wichtig, weil die vielfältigen Konsequenzen von digitalen Technologien und Software-Systemen sich meist erst bei ihrem regelmäßigen Einsatz zeigen. Deshalb sind die kontinuierliche Begleitung durch den Betriebsrat und ein ganzheitlicher Ansatz,

der die gesamte arbeits- und betriebspolitische Bandbreite umfasst, erforderlich. Damit können Betriebsräte und Beschäftigte prozessbegleitend darauf Einfluss nehmen, dass die Qualität der Arbeitsbedingungen verbessert wird oder zumindest gewahrt bleibt (siehe Kapitel 5.4).

Andere Beispiele für betriebliche „Zukunftsvereinbarungen“ gibt es aus dem Gewerkschaftsprojekt „Arbeit 2020“. Ein wichtiges Regelungselement dieser Vereinbarungen sind verbindliche Prozesse und verlässliche Strukturen. Beispielsweise sind Steuerkreise dafür zuständig, die betrieblichen Gestaltungsfelder weiter zu bearbeiten und den Fortschritt zu kontrollieren. „Die vereinbarten Handlungsfelder sind vielfältig und reichen von Aus- und Weiterbildung über Führung und Unternehmenskultur bis hin zu Beteiligung oder Gesundheitsschutz“ (Haipeter et al. 2018).

Wichtige Voraussetzungen für die Erarbeitung einer umfassenden Betriebsvereinbarung, die den Anforderungen der digitalen Transformation gerecht wird, sind eine strategische Herangehensweise des Betriebsrats sowie Beteiligung und Transparenz für die Belegschaft; und damit die Verknüpfung dieses Gestaltungsfelds „Betriebsvereinbarung als Rahmen für die Digitalisierung“ mit den Gestaltungsfeldern „Strategie des Betriebsrats für die digitale Transformation“ und „Beteiligungsprozesse für die Beschäftigten“.

5.3 Beteiligungsprozesse für die Beschäftigten

Betriebliche Lösungen spiegeln die Ziele und Interessen derjenigen wieder, die an ihrer Erarbeitung beteiligt waren. Es ist daher eine zentrale Aufgabe der Mitbestimmungsträger im Maschinenbau, Beteiligungsprozesse für die Beschäftigten im digitalen Wandel zu organisieren bzw. sie in den betrieblichen Abläufen zu verankern. Für betriebliche Dialogprozesse können Arbeitsgruppen oder Abteilungsversammlungen genutzt werden, aber auch informelle Gespräche von Betriebsräten mit Beschäftigten. Einen Anstoß für Beteiligungsprozesse kann beispielsweise eine Beschäftigtenbefragung zu den wahrgenommenen Veränderungen der Arbeitsbedingungen geben oder die systematische Erstellung einer „Betriebslandkarte“, wie im Projekt „Arbeit 2020 in NRW“ erprobt. Für die Betriebsratsarbeit sehr wertvoll ist eine Vernetzung mit IT-Abteilungen und das Gewinnen von Verbündeten aus den Reihen der Digitalisierungsexperten des Unternehmens.

Auch aus Sicht von Führungskräften ist für das Gelingen der digitalen Transformation die Beteiligung des Betriebsrats sowie der Beschäftigten von Bedeutung. Auf Managementseite wird die Beteiligung des Betriebsrats aber häufig differenziert gesehen: Während das obere Management die Bedeutung und Notwendigkeit erkannt hat, blockiert das mittlere Management – „Stichwort Lehmschicht“ – die Einbindung von Betriebsräten. „Je

weiter das in der Hierarchie runtergeht, desto weniger Verständnis für Beteiligung ist da“ (Exp). Vielfach verwiesen die befragten Experten aus dem Maschinenbau auf die hohe Bedeutung der Beschäftigten und ihrer Akzeptanz bei der Umsetzung der Digitalisierungsstrategien. Betriebsräte bringen die Interessen der Beschäftigten in die Digitalisierungsprojekte ein und tragen so dazu bei, dass die digitale Transformation nicht nur einen wirtschaftlichen Nutzen hervorbringt, sondern auch ein Nutzen für die Beschäftigten im Sinne guter Arbeit erreicht wird.

Damit die Akzeptanz von Beschäftigten für Digitalisierungsprozesse hergestellt und gesichert werden kann, muss in jedem Digitalisierungsschritt transparent werden, dass sich die Arbeitssituation der beteiligten Beschäftigten nachhaltig verbessert hat. Dazu sind Beteiligungsformate erforderlich, die folgende drei Beteiligungselemente für die einzelnen Phasen des Digitalisierungsprozesses beinhalten.

- Vor und bei der Entwicklung digitaler Lösungsansätze sollten die Problemsicht und Lösungsideen der Beschäftigten aufgenommen werden. Ziel ist es hier zu zeigen, dass neue digitale Lösungsansätze aktuelle Problemlagen im jeweiligen Arbeitsbereich lösen sollen.
- Die Arbeitsbedingungen der Beschäftigten dürfen im Digitalisierungsprozess nicht schlechter werden, vielmehr sollten sie sich durch digitale Technologien nachvollziehbar verbessern. Dazu müssen die Bedenken der Beschäftigten zu dem jeweiligen Digitalisierungsschritt aufgenommen und im konkreten Gestaltungsprozess berücksichtigt werden.
- Nach der Einführung sollte es eine Evaluation der Maßnahme mit Beteiligung der Beschäftigten geben. Ziel ist es, dass die Beschäftigten rückmelden, ob ihre Arbeitssituation und Arbeitsbedingungen verbessert wurden und ob damit ihre Bedenken ausgeräumt werden konnten. Zur Bewertung der Arbeitsbedingungen kann der im Folgekapitel dargestellte QAB-Check genutzt werden.

Wenn es Betriebsräten gelingt, Beteiligungskonzepte durchzusetzen, die sich an diesen Grundsätzen orientieren, können die Beschäftigten selbst zum Motor eines arbeitsorientierten Digitalisierungsprozesses im Maschinenbauunternehmen werden.

Demnach liegt in der eigenständigen Organisation von Beteiligungsprozessen für die Beschäftigten in allen Bereichen des Maschinenbauunternehmens eine große Chance für Betriebsräte zur Gestaltung von betrieblichen Projekten der digitalen Transformation. Da sich die Digitalisierung in den nächsten Jahren sehr stark auf die Informationsarbeit, auf die Arbeit in den Büros auswirken wird, sollte ein besonderer Fokus des Betriebsrats auf diese indirekten Bereiche gerichtet werden.

Durch die Einbindung von indirekten Beschäftigten in Digitalisierungsprozesse durch den Betriebsrat und die kooperative Entwicklung von Gestaltungsmöglichkeiten bietet sich die Gelegenheit, Mitbestimmung in der

Büro-/Informationsarbeit stärker zu verankern. Beteiligungsprozesse eröffnen gerade in indirekten Bereichen von Maschinenbauunternehmen die Chance, Beschäftigtengruppen wie Frauen oder Ingenieure mit ins „Boot des Betriebsrats“ zu holen. Alles in allem gilt es durch aktive Betriebsratsarbeit die Belegschaft insgesamt und insbesondere Beschäftigte in indirekten Bereichen als Experten ihrer Arbeit „abzuholen“ und in den Prozess der digitalen Transformation einzubinden, ihnen Rückendeckung im Konfliktfall zu geben und Beteiligungsprozesse im Zusammenspiel von Betriebsräten und IG Metall zu organisieren.

5.4 Gestaltung guter Arbeit

Die Gestaltung der Arbeitsbedingungen ist eines der wichtigsten Handlungsfelder für Mitbestimmungsträger. Insgesamt sollten sichere Arbeitsplätze und gute Arbeitsbedingungen über die ganze Branche hinweg das Ziel sein und in Umsetzungsmaßnahmen für Gute Arbeit in der digitalen Transformation münden. Denn: Digitalisierung muss gestaltet werden, das zeigen die Ergebnisse dieser Studie deutlich. Gleichzeitig ist Digitalisierung von einer Ambivalenz geprägt: Manches wird durch digitale Technologien leichter: Informationssuche und -austausch, Kommunikation, zeitlich und örtlich flexibles Arbeiten. Aber es gibt auch Nachteile und Belastungen, die heute oftmals weniger deutlich sind, sich aber künftig verstärken können: Stellenverluste vor allem in den indirekten Bereichen, höhere Geschwindigkeit, hohe Flexibilitätsanforderungen, Leistungsdruck. Die Mitbestimmungsträger stehen hier vor der Herausforderung, in diesem Spannungsfeld gute Arbeit für alle Beschäftigten zu gestalten, insbesondere ...

- Beschäftigung zu sichern,
- Arbeitsbedingungen zu verbessern,
- Strategische Personalplanung einzufordern,
- Ausbildung und betriebliche Qualifizierung zu stärken,
- Datenschutz zu gewährleisten und
- Leistungs- und Verhaltenskontrolle auszuschließen.

Zentral ist der Schutz der Beschäftigten in diesem tiefgreifenden Wandel. Viele Tätigkeiten werden sich durch die Digitalisierung in den nächsten Jahren zu stärker kontrollierenden, überwachenden und die Prozesse steuernden Tätigkeiten verschieben. Insbesondere von den Software-Systemen, aber auch von anderen digitalen Technologien, erwarten viele der befragten Experten mittel- bis langfristig Beschäftigungsverluste im Maschinenbau; unterschätzt werden dabei häufig die Effekte auf die Informationsarbeit bzw. auf die klassischen Angestelltentätigkeiten in den Büros.

Die Verbesserung der Arbeitsbedingungen sollte von den Betriebsräten im Maschinenbau als Ziel bei Digitalisierungsprojekten eingefordert wer-

den. Die Qualität der Arbeitsbedingungen (QAB) ist für die Beschäftigten ein entscheidendes Thema bei Veränderungsprozessen wie der Digitalisierung und sollte gemeinsam mit dem Betriebsrat angegangen werden. Zumal es gängige Praxis in Betrieben ist, allein die Effizienzverbesserung in den Vordergrund zu stellen. Beschäftigtenbeteiligung und aktive Interessenvertretung durch Betriebsräte sind demnach für die Verankerung von QAB-Verbesserungszielen im Sinne guter Arbeitsgestaltung unerlässlich. Eine hohe Qualität der Arbeitsbedingungen umfasst die Kriterien anspruchsvolle, belastungsarme, selbstbestimmte, qualifizierte Arbeit mit angemessener Entlohnung und Beschäftigungssicherung. Zur arbeitsorientierten Gestaltung von Produktionssystemen wurde vom IMU Institut der „QAB-Check“ als Teil des betrieblichen Beteiligungskonzepts entwickelt (Schwarz-Kocher et al. 2015). Anhand einer Checkliste können systematisch die Arbeitsbedingungen in zentralen Aspekten wie Selbständigkeit, Beteiligung, Ergonomie, Komplexität/Variabilität, Kooperation/Kommunikation sowie Leistungsabforderung und Stress gemeinsam von Beschäftigten und Betriebsräten geprüft werden. Eine Bestandsaufnahme zu Beginn von Digitalisierungsprojekten gibt dem Betriebsrat Hinweise, welche Veränderungen im Sinne des Beschäftigtennutzens erreicht werden sollten. Zudem kann damit nach Einführung digitaler Technologien geprüft werden, ob sich die Arbeitssituation verbessert oder verschlechtert hat.

Darüber hinaus sind Gefährdungsbeurteilungen auch im Hinblick auf die menschengerechte Gestaltung der digitalisierten Arbeit 4.0 ein zentrales Instrument der Arbeitsgestaltung, das sowohl physische als auch psychische Belastungen analysiert. Im Hinblick auf präventiven Gesundheitsschutz und betriebliches Gesundheitsmanagement sollten aus ganzheitlichen Gefährdungsbeurteilungen heraus konkrete Maßnahmen entwickelt und umgesetzt werden, mit denen die digitale Transformation arbeitnehmerorientiert bewältigt werden kann.

Abbildung 7: Checkliste für die Qualität der Arbeitsbedingungen („QAB-Check“)

		Verschlechterung	unverändert	Verbesserung
	Selbständigkeit <ul style="list-style-type: none"> Arbeitsgeschwindigkeit Vorgehensweise Auftragsreihenfolge Persönliche Arbeitsunterberechnungen Zugang zu Informationen 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ursache:			
	Beteiligung <ul style="list-style-type: none"> Einfluss im Kaizen-event Gestaltung von Arbeit und Arbeitsplatz Anschaffung von Arbeitsmitteln 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ursache:			
	Ergonomie <ul style="list-style-type: none"> Ausleuchtung Geräuschpegel Raumtemperatur, Zugluft Gefahrstoffe Schwere Lasten Körperhaltung, (stehen, gehen, sitzen) 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ursache:			
	Komplexität/Variabilität <ul style="list-style-type: none"> Planen, Ausführen, Kontrolle Umrüsten Reinigen, warten, instand halten Qualitätsprüfungen Störungsbeseitigung Rotation, Aufgabenwechsel 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ursache:			
	Kooperation/Kommunikation, Rückmeldungen und Information <ul style="list-style-type: none"> Abstimmung mit Kollegen Kommunikation mit Kollegen möglich Kenntnis des Gesamtprozesses Rückmeldung zu Arbeitsergebnis 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ursache:			
	Leistungsabforderung und Stress <ul style="list-style-type: none"> Bewältigbare Aufgaben Störungen stressfrei beheben Rückfragen Vorgesetzte Häufigkeit von Störungen Zielkonflikte 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ursache:			
	Sonstige Veränderungen der Arbeitsbedingungen:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ursache:			
	Wie hat sich die Veränderung insgesamt auf Ihre Arbeitsbedingungen ausgewirkt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ursache:				

Quelle: IMU Institut (Schwarz-Kocher et al. 2015)

Ein mit der digitalen Transformation im Maschinenbau noch bedeutender werdendes betriebliches Gestaltungsfeld liegt in der vorausschauenden, strategischen Personalplanung, sowohl was den Personalbedarf als auch was die Personalentwicklung betrifft. Alles in allem sollten Aus- und Weiterbildung sowie Personalentwicklung als Instrumente der Fachkräftesicherung und nachhaltigen Kompetenzentwicklung der Beschäftigten stärker ins Zentrum betrieblicher Strategien rücken. Eine zentrale Bedeutung hat dabei die Qualifizierung. Dazu gehören IT-Kenntnisse, aber auch die Förderung methodischer und sozialer Kompetenzen für die neuen Formen der Arbeitsorganisation.

Der digitale Wandel geht weit über IT-Themen hinaus. Gleichwohl ist der Schutz persönlicher Daten der Beschäftigten und die Verhinderung von Leistungs- und Verhaltenskontrollen weiterhin eine wesentliche Aufgabe der Betriebsräte. Zudem steht und fällt die Akzeptanz für Digitalisierung mit dem Datenschutz und der Verhinderung von Kontrollen. Datenerfassung und -verarbeitung ist ein zentrales Element der Digitalisierung, so dass digitale Technologien nicht ohne Datenerfassung genutzt werden können. Hier bestehen weiterhin große Regelungsbedarfe, an denen die Mitbestimmungsträger im Maschinenbau arbeiten müssen.

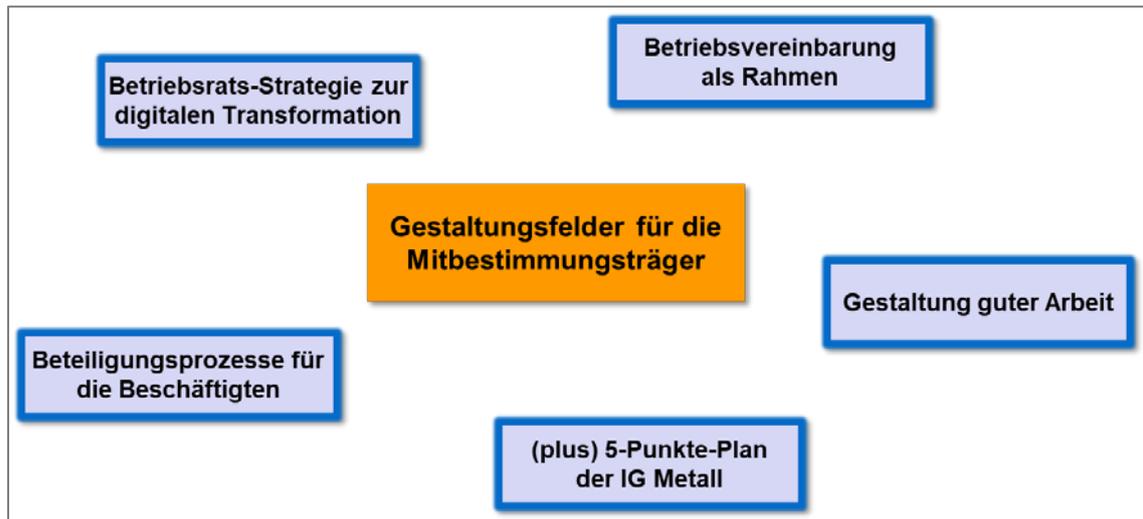
5.5 Fünf-Punkte-Plan für innovative Mitbestimmung

Zusammenfassend liegen die aus den Befunden der Studie abgeleiteten Gestaltungsfelder für die Mitbestimmungsträger im Maschinenbau in der Erarbeitung einer Betriebsrats-Strategie für die digitale Transformation, in der Diskussion und Verhandlung einer Betriebsvereinbarung als Rahmen für die Digitalisierung, in der Organisation von Beteiligungsprozessen für die Beschäftigten in allen Bereichen des Unternehmens und in der Gestaltung guter Arbeitsbedingungen.

Diese vier ausführlich beschriebenen betrieblichen Gestaltungsfelder sollten flankiert werden mit den Handlungsfeldern aus dem Fünf-Punkte-Plan für innovative Mitbestimmung der IG Metall (Internet-Veröffentlichung der IG Metall vom 27.04.2018). Speziell im Maschinenbau sind – im Hinblick auf Beschäftigungstrends und Arbeitspolitik – Fachkräftesicherung, gute Arbeitsbedingungen und der demografische Wandel die großen Herausforderungen. Die Teilnehmer der Maschinenbaukonferenz 2016 der IG Metall fordern hierzu in ihrer Abschlusserklärung von den Unternehmen eine langfristige Personal- und Nachwuchsplanung, die Steigerung der Ausbildungsquote und verstärkte Investitionen in Weiterbildung, um auf den demografischen Wandel und die technologischen Entwicklungen angemessen reagieren zu können. Um den Übergang in die digitalisierte Wirtschaft zu meistern, muss der Maschinenbau „auf fortlaufende Qualifizierung,

selbstverantwortliches Arbeiten, eine lernförderliche Arbeitsorganisation und dezentrale Anreizsysteme setzen“ (IG Metall 2016).

Abbildung 8: Gestaltungsfelder für die Mitbestimmungsträger in der digitalen Transformation



Grafik: IMU Institut

Der bei der Hannover Messe 2018 vorgestellte Fünf-Punkte-Plan der IG Metall für die Gestaltung des digitalen Wandels umfasst zunächst eine umfassende, abteilungsbezogene Bestandsaufnahme, wo und in welchem Maße Digitalisierung im Betrieb bereits eingesetzt wird. Mit solchen „Betriebslandkarten für Industrie und Arbeit 4.0“ liegen bereits Erfahrungen aus dem Gewerkschaftsprojekt „Arbeit 2020 in NRW“ vor (Haipeter et al. 2018). In der Folge müssen die drei Punkte vorausschauende Qualifizierung, effektiver Datenschutz sowie Schutz vor physischer und psychischer Belastung systematisch angegangen werden. Last-not-least wird im Fünf-Punkte-Plan der IG Metall die Beteiligung der Beschäftigten genannt: „Damit die Digitalisierung im Sinne der Beschäftigten gestaltet werden kann, ist es notwendig, die Beschäftigten frühzeitig und konsequent zu beteiligen“ (Internet-Veröffentlichung der IG Metall vom 27.04.2018).

Abbildung 9: Der Fünf-Punkte-Plan der IG Metall für die Gestaltung des digitalen Wandels

Der Fünf-Punkte-Plan der IG Metall für Mitbestimmung in der Industrie 4.0

1. Schafft flächendeckend Betriebslandkarten für jeden Betrieb!

Wir brauchen einen Überblick im eigenen Betrieb. Nötig ist eine umfassende Bestandsaufnahme, in welchen Abteilungen die Digitalisierung bereits eingesetzt wird und werden soll.

2. Überblick über Qualifizierung auf allen Ebenen in jedem Betrieb

Welche Berufe verlieren an Bedeutung, welche verzeichnen Zuwächse? Der künftige Qualifizierungsbedarf muss ermittelt werden – unter Einbeziehung von Experten und der Politik.

3. Die Daten der Beschäftigten schützen und sichern

Neue Techniken wie »Touchscreens« (bewegungsempfindlicher Bildschirm) oder Datenbrillen sammeln alle Arbeitsschritte. Doch Leistungs- und Verhaltenskontrollen darf es dabei nicht geben!

4. Die Gesundheit der Beschäftigten schützen, sichern und verbessern

Digitale Techniken dürfen nicht zu Arbeitsverdichtung, zu größerem Stress führen. Sondern sie sollen dazu beitragen, dass die Arbeit selbstbestimmter und ergonomisch gesünder wird.

5. Konsequente und frühzeitige Beteiligung aller Beschäftigten

Schulungen müssen schon vor der Einführung neuer Produktionssysteme erfolgen. Und mit dem Startschuss gilt: Alle müssen einbezogen werden, dürfen sich einmischen und Ideen einbringen.

Quelle: Metall-Zeitung vom Juni 2018 (Niedersachsen und Sachsen-Anhalt)

Die betrieblichen Gestaltungsfelder und der betriebsbezogene Fünf-Punkte-Plan der IG Metall sollten von den Mitbestimmungsträgern und insbesondere der überbetrieblichen Interessenvertretung durch industriepolitische Initiativen flankiert werden. Ein für die „Digitalisierung im Maschinenbau“ spezifisches Handlungsfeld liegt beim Thema digitale Plattformen. Hier wäre eine industriepolitische Unterstützung von kleinen und mittleren Maschinenbauern im Hinblick auf Beratungs- und Netzwerkangebote oder Investitionshilfen für die Beteiligung von bisher „nicht-plattform-affinen“ KMU aus dem Maschinenbau vorstellbar. Eine darüber hinausgehende, „proaktive Industriepolitik im Maschinenbau“ wird in der Studie „Hightech, Greentech, Gute Arbeit – Zukunftsperspektiven des Maschinen- und Anlagenbaus“ vorgeschlagen (IG Metall 2014). Zusammenfassend muss sich eine solche Industriepolitik zum Ziel setzen:

- Beschäftigung und Gute Arbeit im Maschinenbau zu fördern.
- Technologie- und Produktionsstandorte in Deutschland zu stärken.
- Die Chancen, die im ökologischen Umbau der Industrie liegen, zu nutzen.
- Den demografischen Wandel heute zu steuern.
- Den Strukturwandel vorausschauend zu moderieren.

6. Literaturverzeichnis

- Absenger, Nadine; Ahlers, Elke; Herzog-Stein, Alexander; Lott, Yvonne; Maschke, Manuela; Schietinger, Marc (2016): Digitalisierung der Arbeitswelt!? Ein Report aus der Hans-Böckler-Stiftung. Düsseldorf. Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg, Arbeitsgruppe Arbeit und Organisation (2017): Arbeit in der Industrie 4.0 in Baden-Württemberg. Stuttgart.
- Arntz, Melanie; Gregory, Terry; Zierahn, Ulrich (2018): Digitalisierung und die Zukunft der Arbeit: Makroökonomische Auswirkungen auf Beschäftigung, Arbeitslosigkeit und Löhne von morgen. Mannheim.
- Baethge-Kinsky, Volker; Marquardsen, Kai; Tullius, Knut (2018): Perspektiven industrieller Instandhaltungsarbeit. In: WSI-Mitteilungen, Heft 3/2018, S. 174–181.
- Bauernhansl, Thomas; Emmrich, Volkhard (2015): Geschäftsmodell-Innovation durch Industrie 4.0. Chancen und Risiken für den Maschinen- und Anlagenbau. München.
- Bauernhansl, Thomas; ten Hompel, Michael; Vogel-Heuser, Birgit (2014): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Wiesbaden.
- Baumann, Helge; Mierich, Sandra; Maschke, Manuela (2018): Betriebsvereinbarungen 2017 – Verbreitung und (Trend-)Themen. In: WSI-Mitteilungen, Heft 4/2018, S. 317–325.
- BMAS – Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hrsg.) (2015): Arbeit weiter denken. Grünbuch Arbeiten 4.0. Berlin. www.arbeitenviernull.de, Abruf am 19.09.2018
- BMAS – Bundesministerium für Arbeit und Soziales (Hrsg.) (2017): Arbeit weiter denken. Weißbuch Arbeiten 4.0. Berlin.
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.) (2018): Beschäftigungseffekte der Digitalisierung – Forschungsansätze und Ergebnisse. Berlin.
- Botthoff, Alfons; Hartmann, Ernst (Hrsg.)(2015): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0. Berlin.
- Bruhn, Manfred; Hadwich, Karsten (Hrsg.)(2017): Dienstleistungen 4.0. Geschäftsmodelle – Wertschöpfung – Transformation. Wiesbaden.
- Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2015): Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. Nürnberg: IAB-Forschungsbericht 11/2015.
- Dispan, Jürgen (2012): Maschinen- und Anlagenbau: Herausforderungen und Zukunftsfelder. In: Allespach, Martin; Ziegler, Astrid (Hrsg.): Zukunft des Industriestandortes Deutschland 2020. Schüren-Verlag, Marburg, S. 216–233.
- Dispan, Jürgen (2015): Aufzugs- und Fahrtreppenbranche in Deutschland. Entwicklungstrends und Herausforderungen. Branchenreport 2015. Stuttgart: IMU-Informationdienst Nr. 1/2015.

- Dispan, Jürgen (2017): Entwicklungstrends im Werkzeugmaschinenbau 2017. Kurzstudie zu Branchentrends auf Basis einer Literaturrecherche. Düsseldorf. Working Paper der Hans-Böckler-Stiftung, Nr. 29/2017.
- Dispan, Jürgen; Schwarz-Kocher, Martin (2014): Maschinen- und Anlagenbau in Deutschland. Entwicklungstrends und Herausforderungen. Eine Literaturstudie. Stuttgart. IMU-Informationendienst Nr. 1/2014.
- Frey, Carl Benedikt; Osborne, Michael A. (2013): The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization? Oxford Martin School (OMS) working paper. Oxford.
- Gassmann, Oliver; Sutter, Philipp (2016): Digitale Transformation im Unternehmen gestalten. Geschäftsmodelle, Erfolgsfaktoren, Handlungsanweisungen, Fallstudien. München.
- Georg, Arno; Katenkamp, Olaf; Guhlemann, Kerstin (2017): Digitalisierungsprozesse und das Handeln von Betriebsräten. In: Arbeit, Heft 2/2017, S. 251–274.
- Haipeter, Thomas; Korflür, Inger; Schilling, Gabi (2018): Neue Koordinaten für eine proaktive Betriebspolitik. In: WSI-Mitteilungen, Heft 3/2018, S. 219–226.
- Hartmann, Ernst; Wischmann Steffen (Hrsg.) (2018): Zukunft der Arbeit – Eine praxisnahe Betrachtung. Berlin.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2017): Digitalisierter Maschinenbau – Wandel und Entwicklungschancen qualifizierter Arbeit. Frankfurt (IG Metall).
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut (2018): Technologieversprechen Industrie 4.0. In: WSI-Mitteilungen, Heft 3/2018, S. 166.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Ittermann, Peter; Niehaus, Jonathan (Hrsg.) (2018): Digitalisierung industrieller Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Baden-Baden (2. Auflage).
- Hoffmann, Reiner; Bogedan, Claudia (Hrsg.) (2015): Arbeit der Zukunft. Möglichkeiten nutzen – Grenzen setzen. Frankfurt.
- IG Metall (2014): Hightech, Greentech, Gute Arbeit. Zukunftsperspektiven des Maschinen- und Anlagenbaus. Frankfurt.
- IG Metall (2016): Der Maschinen- und Anlagenbau: Starke Branche – große Herausforderungen. Dokumentation der Konferenz am 29./30.09 2016 in Berlin.
- IG Metall (2017): Werkzeugmaschinenbau. Entwicklungstrends und Herausforderungen. Frankfurt.
- IG Metall (2017): Landtechnik. Entwicklungstrends und Herausforderungen. Frankfurt.
- IG Metall (2018): Industrie 4.0 gestalten lernen. Lernfabriken für die gewerkschaftliche Arbeit nutzen. Frankfurt.

- Ittermann, Peter; Niehaus, Jonathan; Hirsch-Kreinsen, Hartmut; Dregger, Johannes; ten Hompel, Michael (2016) Social Manufacturing and Logistics. Gestaltung von Arbeit in der digitalen Produktion und Logistik. Dortmund.
- Jürgens, Kerstin; Hoffmann, Reiner; Schildmann, Christina (2017): Arbeit transformieren! Denkanstöße der Kommission „Arbeit der Zukunft“. Bielefeld.
- Kinkel, Steffen; Rahn, Johanna; Rieder, Bernhard; Lerch Christian; Jäger, Angela (2016): Digital-vernetztes Denken in der Produktion. Karlsruhe.
- Kötter, Wolfgang; Schwarz-Kocher, Martin; Zanker, Christoph (Hrsg.) (2016): Balanced GPS. Ganzheitliche Produktionssysteme mit stabil-flexiblen Standards und konsequenter Mitarbeiterorientierung. Wiesbaden.
- Kuhlmann, Martin; Schumann, Michael (2015): Digitalisierung fordert Demokratisierung der Arbeitswelt heraus. In: Hoffmann, Reiner; Bogedan, Claudia (Hrsg.): Arbeit der Zukunft. Frankfurt, S. 122–140.
- Kuhlmann, Martin; Voskamp, Ulrich (2018): Digitalisierung und Arbeit im niedersächsischen Maschinenbau: Herausforderungen und Perspektiven. Foliensatz zum Expertenworkshop am 9.02.2018. Hannover.
- Lerch, Christian; Jäger, Angela; Maloca, Spomenka (2017): Wie digital ist Deutschlands Industrie wirklich? Arbeit und Produktivität in der digitalen Produktion. In: Modernisierung der Produktion. Mitteilungen aus der ISI-Erhebung, H. 71. Karlsruhe.
- Lichtblau, Karl; Stich, Volker et al. (2015): Industrie 4.0-Readiness. Aachen, Köln.
- Lucks, Kai (Hrsg.)(2017): Praxishandbuch Industrie 4.0. Branchen – Unternehmen – M&A. Stuttgart.
- Mandl, Christoph (2017): Auf der Suche nach Industrie-4.0-Pionieren. Die vierte industrielle Revolution im Werden. Wien.
- Maschke, Manuela; Mierich, Sandra; Werner, Nils (2018): Arbeiten 4.0. Diskurs und Praxis in Betriebsvereinbarungen. Teil II. Mitbestimmungs-Report Nr. 41. Düsseldorf.
- Matuschek, Ingo; Kleemann, Frank (2018): „Was man nicht kennt, kann man nicht regeln“. In: WSI-Mitteilungen, Heft 3/2018, S. 227–234.
- Mühge, Gernot (2018): Einzug der Rationalität in die Organisation? In: WSI-Mitteilungen, Heft 3/2018, S. 189–195.
- Oetter, Claus (2018): Presse Preview AMB 2018 (VDMA). Stuttgart.
- Pfeiffer, Sabine (2016): Bildung und Intralogistik in der Industrie 4.0 – eine empirische Annäherung. In: Arbeit, Heft 3–4/2016, S. 195–215.
- Pfeiffer, Sabine; Huchler, Norbert (2018): Industrie 4.0 konkret – vom Leitbild zur Praxis? In: WSI-Mitteilungen, Heft 3/2018, S. 167–173.
- Pfeiffer, Sabine; Lee, Horan; Zirrig, Christopher; Suphan, Anne (2016): Industrie 4.0 – Qualifizierung 2025. Frankfurt (VDMA).

- Pfeiffer, Sabine; Suphan, Anne (2016): Fabrik 4.0. Digitalisierung und ihre Folgen im Maschinen- und Anlagenbau heute. In: Journal für politische Bildung, Heft 3/2016, S. 16–23.
- Schröder, Lothar; Urban, Hans-Jürgen (Hrsg.)(2016): Gute Arbeit. Digitale Arbeitswelt – Trends und Anforderungen. Jahrbuch 2016. Frankfurt.
- Schröter, Welf (2018): Plädoyer für einen Perspektivwechsel im gewerkschaftlichen Gestaltungsdiskurs. In: WSI-Mitteilungen, Heft 3/2018, S. 247–248.
- Schwarz-Kocher, Martin; Kirner, Eva; Dispan, Jürgen; Jäger, Angela; Richter, Ursula; Seibold, Bettina; Weißfloch, Ute (2011): Interessenvertretungen im Innovationsprozess. Der Einfluss von Mitbestimmung und Beschäftigtenbeteiligung auf betriebliche Innovationen. Berlin.
- Schwarz-Kocher, Bettina; Pfäfflin, Heinz; Salm, Rainer (2015): „Gute Arbeit“ durch KVP? KVP-Workshops zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen nutzen. Stuttgart.
- Seibold, Bettina; Bürkardt, Dagmar (2018): Digital im Büro. In: Arbeitsrecht im Betrieb, Heft 7–8/2018, S. 40–43.
- Srnicek, Nick (2018): Plattform-Kapitalismus. Hamburg.
- VDMA – Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (2015): Leitfaden Industrie 4.0. Orientierungshilfe zur Einführung in den Mittelstand. Frankfurt.
- VDMA – Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (2018): Leitfaden Industrie 4.0 trifft Lean. Wertschöpfung ganzheitlich steigern. Frankfurt.
- VDMA; Deutsche Messe; Roland Berger (2018): Plattformökonomie im Maschinenbau. Herausforderungen, Chancen, Handlungsoptionen. München.
- VDMA; McKinsey&Company (2014): Zukunftsperspektive deutscher Maschinenbau. Erfolgreich in einem dynamischen Umfeld agieren. Frankfurt.
- VDMA; McKinsey&Company (2016): How to succeed: Strategic options for European machinery. Frankfurt.
- Zika, Gerd; Helmrich, Robert; Maier, Tobias; Weber, Enzo; Wolter, Marc (2018): Arbeitsmarkteffekte der Digitalisierung bis 2035. Regionale Branchenstruktur spielt eine wichtige Rolle. Nürnberg. IAB-Kurzbericht 9/2018.

Als Kern der deutschen Investitionsgüterindustrie ist der Maschinenbau volkswirtschaftlich und beschäftigungspolitisch überaus bedeutend. Mit weit mehr als einer Million Beschäftigten in mehr als 6.200 Unternehmen ist die Branche die industrielle Säule Deutschlands.

Digitalisierung und Industrie 4.0 sind für den Maschinen- und Anlagenbau sowohl in der Perspektive des Anbieters von digitalisierten Produkten und Services als auch des Anwenders bei den internen Prozessen hoch relevant. Die Studie befasst sich mit den Digitalisierungsstrategien der Maschinenbauunternehmen ebenso wie mit dem Stand der Digitalisierung bei den Prozessen, Produkten und Geschäftsmodellen. Zudem werden arbeits- und beschäftigungspolitische Herausforderungen in der Branche aus Sicht von Mitbestimmungsakteuren beschrieben.
