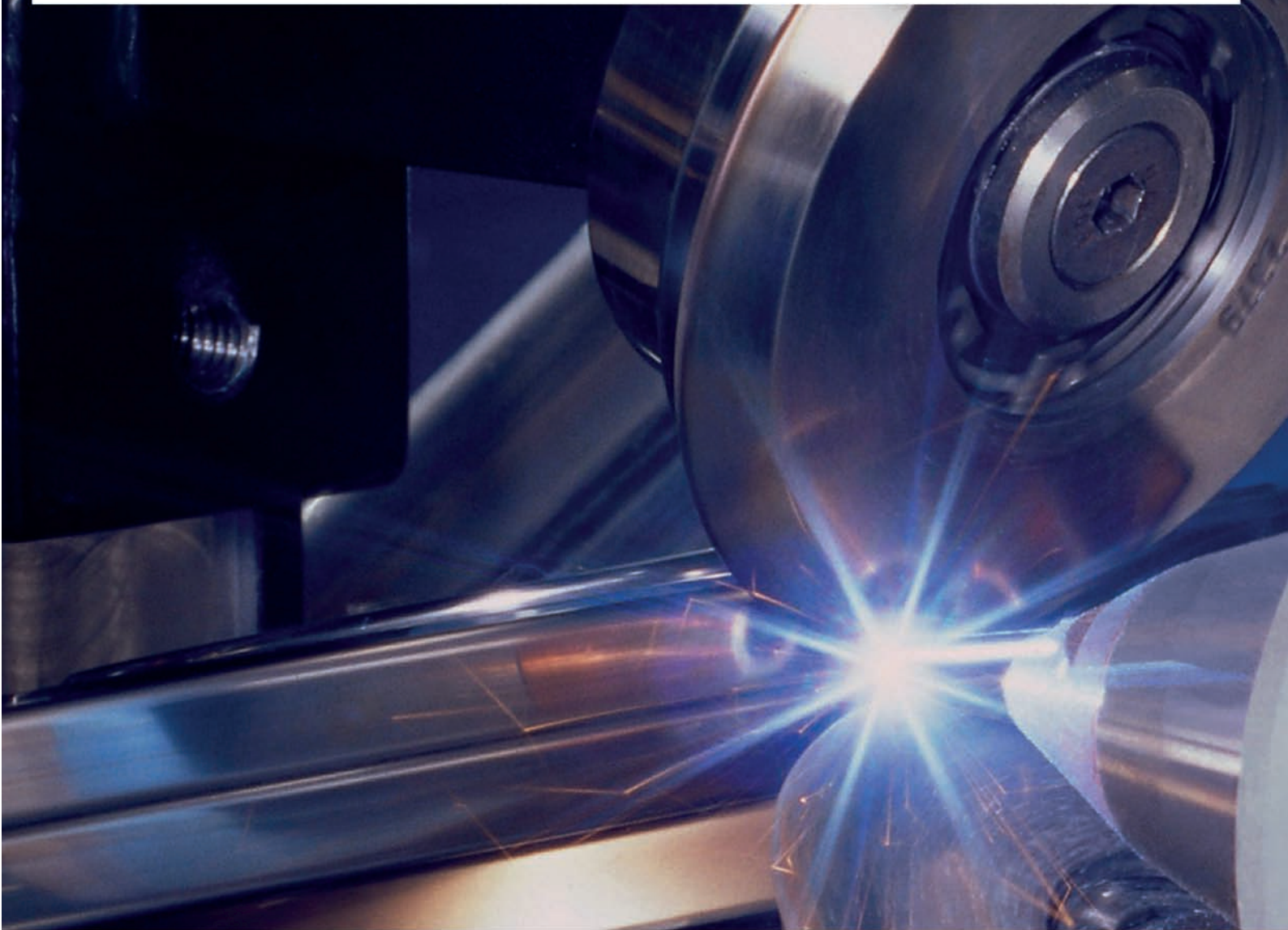




Der Beauftragte der Bundesregierung  
für die Neuen Bundesländer



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
CHEMNITZ



# Wie werden wir morgen produzieren?

Zentrale Trends und Antworten für den ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbau



Egon Müller

# Wie werden wir morgen produzieren?

## Zentrale Trends und Antworten für den ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbau

Studie der Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb der Technischen Universität Chemnitz im Auftrag des Beauftragten der Bundesregierung für die Neuen Bundesländer

Unter Mitarbeit von:

Martina Ganß

Nadine Göhlert

Maik Jähne

Beate Pohlers

Ralph Riedel

Sören Steinert

Siegfried Wirth



# Inhalt

<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>5</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>8</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>11</b>
1.1 Zielstellung der Studie, Vorgehensweise .....	11
1.2 Methodik und verwendetes Material .....	12
<b>2 Trends und Perspektiven für produzierende Unternehmen.....</b>	<b>15</b>
2.1 Trendforschung und Megatrends im Überblick .....	15
2.2 Globale Trends.....	16
2.2.1 Internationalisierung und Globalisierung.....	16
2.2.2 Ressourcenverfügbarkeit und -kosten und nachhaltiges Wirtschaften .....	18
2.2.3 Veränderte Lebensweisen und Wertewandel .....	20
2.3 Regionale Entwicklungen in Ostdeutschland.....	22
2.4 Produktionsspezifische Trends .....	24
2.4.1 Neue Materialien, Technologien und Konvergenzen .....	24
2.4.2 Digitale Durchdringung und Wissensvernetzung .....	26
2.4.3 Dynamisierung und Wandel der Kundenanforderungen .....	28
2.5 Zusammenfassung: Trends als Chancen und Herausforderungen für die Produktion.....	30
<b>3 Perspektiven des ostdeutschen Maschinenbaus.....</b>	<b>33</b>
3.1 Überblick .....	33
3.2 Veränderungen auf der Kundenseite: Produkte und Märkte .....	34
3.2.1 Deutscher Maschinenbau - Ausrüster der Welt.....	34
3.2.2 Hochwertige Technik und innovative Produkte.....	36
3.2.3 Individuelle Produkte und individualisierte Produktion .....	37
3.2.4 Vom Produkt zur Lösung: Hybride Produkte und industrielle Dienstleistungen .....	39
3.3 Veränderungen auf der Beschaffungsseite.....	41
3.3.1 Verfügbarkeit und Substitution von Ressourcen.....	41
3.3.2 Wissen als Ressource im Maschinenbau der Zukunft.....	44
3.3.3 Fachkräfte – Entwicklung und Anforderungen .....	45
3.4 Veränderungen in Prozess und Organisation .....	48
3.4.1 Informationstechnologie und Automatisierung.....	48
3.4.2 Wandlungsfähigkeit und Flexibilität.....	49
3.4.3 Neue Prozesse und Technologien .....	51
3.4.4 Neue Lösungen für die Prozess-, Arbeits- und Produktionsorganisation .....	53
3.5 Flexible Wertschöpfungsketten .....	55
3.6 Zusammenfassung: Herausforderungen im ostdeutschen Maschinenbau .....	58
<b>4 Struktur des Maschinen- und Anlagenbaus .....</b>	<b>61</b>
4.1 Maschinen- und Anlagenbau in Ostdeutschland.....	61
4.2 Wirtschaftsstruktur Ostdeutschland .....	66
4.3 F&E und Innovationen im Maschinenbau .....	69
4.4 Die ostdeutsche Forschungslandschaft im Maschinenbau .....	70
4.5 Zusammenfassung: Besonderheiten und Rahmenbedingungen .....	71

<b>5</b>	<b>Handlungsempfehlungen .....</b>	<b>73</b>
5.1	Überblick über die Handlungsfelder .....	73
5.2	Erschließung und Etablierung internationaler Märkte und Wertschöpfungsketten .....	74
5.3	Nutzenorientierung und kundenindividuelle Lösungen.....	76
5.4	Produktion in der Wertschöpfungskette von morgen.....	80
5.4.1	Instrumente/Ansätze für die anpassungsfähige Produktionsorganisation .....	80
5.4.2	Flexible Wertschöpfungskonfigurationen durch überbetriebliche Zusammenarbeit .....	82
5.4.3	Digitalisierung und Automatisierung /Der Mensch in der Produktion der Zukunft .....	85
5.5	Fachkräftesicherung und -entwicklung .....	87
5.5.1	Fachkräfte-Akquise und Entwicklung.....	87
5.5.2	Bildung und Kompetenzaneignung .....	90
5.6	Kooperationen für Forschung und Entwicklung .....	91
5.7	Innovationsfähigkeit und Innovationsorientierung.....	93
5.8	Zusammenfassung der Handlungsfelder und -empfehlungen .....	95
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung: Produktion von morgen im ostdeutschen Maschinenbau .....</b>	<b>97</b>
6.1	Trends und Perspektiven für produzierende Unternehmen .....	97
6.1.1	Globale Trends.....	98
6.1.2	Regionale Entwicklungen in Ostdeutschland.....	99
6.1.3	Produktionsspezifische Trends .....	100
6.2	Auswirkungen von Trends und Entwicklungen: Perspektiven des ostdeutschen Maschinenbaus .....	101
6.2.1	Veränderungen auf der Kundenseite: Produkte und Märkte .....	101
6.2.2	Veränderungen auf der Beschaffungsseite.....	102
6.2.3	Veränderungen in Prozess und Organisation .....	103
6.2.4	Flexible Wertschöpfungsketten.....	105
6.3	Strukturanalyse des ostdeutschen Maschinenbaus .....	105
6.4	Handlungsempfehlungen.....	106
 <b>Anhang</b>		
<b>I</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>113</b>
<b>II</b>	<b>Expertenworkshops.....</b>	<b>125</b>
a)	Zielstellung und Methode .....	125
b)	Ergebnisse.....	126
c)	Feedback .....	127
<b>III</b>	<b>Struktur des Maschinen- und Anlagenbaus .....</b>	<b>129</b>
a)	Struktur der Fachzweige in Ostdeutschland.....	130
b)	Profile des Maschinen- und Anlagenbaus in den einzelnen Bundesländern.....	134
<b>IV</b>	<b>Glossar .....</b>	<b>137</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Systemmodell Wertschöpfungskette	Seite 12
Abb. 2	Entwicklung ausländischer Direktinvestitionen 1980 - 2011 (in Mrd. US Dollar)	Seite 16
Abb. 3	Bevölkerungsentwicklung nach Kontinenten (in Mrd. Menschen)	Seite 16
Abb. 4	Weltweite Güterströme	Seite 17
Abb. 5	Anteile an der weltweiten Warenproduktion im historischen Vergleich	Seite 17
Abb. 6	Lohnkosten im internationalen Vergleich	Seite 17
Abb. 7	Entwicklungen der Verlagerungsaktivitäten nach Branchen (2006 & 2009)	Seite 18
Abb. 8	Entwicklung der Stahlpreise seit 1940 ( in USD/t)	Seite 18
Abb. 9	Entwicklung CO <sub>2</sub> -Ausstoß seit 1970 (in Mio kt)	Seite 19
Abb. 10	Gas- und Ölreserven (jew. in kt Öläquivalent)	Seite 19
Abb. 11	Weltenergieverbrauch (in kt Öläquivalent)	Seite 19
Abb. 12	Mobilfunk-Anmeldungen seit 1980 (pro 100 Einw.)	Seite 20
Abb. 13	Zitierfähige wissenschaftliche Veröffentlichungen im Bereich Maschinenbau (Vergleich 1996 & 2011)	Seite 20
Abb. 14	Wachstum der Stadtbevölkerung 1970-2011 (absolut)	Seite 21
Abb. 15	Verschiebung der Altersstruktur in Deutschland bis 2050	Seite 21
Abb. 16	Vereinbarkeit von Beruf und Familie (Angaben in %)	Seite 22
Abb. 17	Prognose: Bevölkerungsentwicklung in Ostdeutschland 2010-2050 (in Mio Einw.)	Seite 22
Abb. 18	Anzahl der Kinder pro Frau im bundesdeutschen Vergleich	Seite 23
Abb. 19	Anzahl der Nanotechnologieunternehmen	Seite 23
Abb. 20	Prognostizierter Bedarf an CFK und GFK (in Tsd Tonnen)	Seite 24
Abb. 21	Recyclinganteil im Abfall	Seite 25
Abb. 22	Prognose zur Anzahl der täglich versendeten Emails weltweit (in Mrd)	Seite 26
Abb. 23	Durch Cyberkriminalität geschädigte Branchen	Seite 28
Abb. 24	Zeitdauer, bis eine Erfindung sich durchsetzt (d.h. eine Marktdurchdringung von 80% erzielt)	Seite 29
Abb. 25	Systemmodell Wertschöpfungskette	Seite 33

Abb. 26	Fachzweige mit dem größten Export in Ostdeutschland 2011 (in Mrd EUR)	Seite 34
Abb. 27	Gründe für die Rückverlagerung	Seite 35
Abb. 28	Anteil Unternehmen mit Prozessinnovation	Seite 37
Abb. 29	Anteil Unternehmen mit Marktneuheiten (in %)	Seite 37
Abb. 30	Umsatzanteil von Marktneuheiten (in %)	Seite 37
Abb. 31	Grundgedanke Smart Factory	Seite 38
Abb. 32	Materialkostenanteil nach Fachzweigen 2009 (in %)	Seite 42
Abb. 33	Anteil Unternehmen mit kostensenkenden Prozessinnovationen (in %)	Seite 43
Abb. 34	Modell des Wissensmanagement nach Gilbert Probst	Seite 44
Abb. 35	Aufgaben und zugehörige Methoden des Data Mining	Seite 45
Abb. 36	Jährlicher Bedarf an Ingenieuren bis 2027	Seite 46
Abb. 37	Verfügbarkeit von Breitbandinternet	Seite 48
Abb. 38	Expertenmeinung zur Durchsetzung von RFID als Standardtechnologie	Seite 49
Abb. 39	Smart Factory und Umfeld	Seite 50
Abb. 40	Nutzung flexibler technischer Arbeitsmittel	Seite 51
Abb. 41	Entwicklung des Durchschnittsalters der NC/CNC-Maschinen	Seite 52
Abb. 42	Eingesetzte organisatorische Regelungen	Seite 53
Abb. 43	Senkung der Stückkosten durch Prozessinnovationen (in %)	Seite 53
Abb. 44	Methodenauswahl für Produktionssysteme	Seite 54
Abb. 45	Dynamische Fähigkeiten nach Pavlou und El Sawy	Seite 55
Abb. 46	Ostdeutsche Mischnetzwerke in den Schlüsseltechnologien	Seite 56
Abb. 47	Fabrik GESTERN	Seite 59
Abb. 48	Fabrik HEUTE	Seite 59
Abb. 49	Fabrik MORGEN	Seite 59
Abb. 50	Umsatzentwicklung und Prognose im Maschinenbau Deutschland (in Mrd EUR)	Seite 61
Abb. 51	Anzahl Unternehmen nach Anzahl der Beschäftigten für Berlin, Thüringen und Sachsen	Seite 61
Abb. 52	Anzahl der Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus in den ostdeutschen Bundesländern	Seite 62
Abb. 53	Umsatz des verarbeitenden Gewerbes in Ostdeutschland 2011 (in Mrd EUR)	Seite 62



Abb. 54	Die ostdeutschen Fachzweige nach Anzahl der Beschäftigten und Umsatz	Seite 63
Abb. 55	Wanderungssaldo aller Bundesländer 2007	Seite 66
Abb. 56	Wissenschaftseinrichtungen in Ostdeutschland	Seite 68
Abb. 57	Innovatorenquote der verarbeitenden Industrie	Seite 70
Abb. 58	Jahresbezogene Bewilligungen der Deutschen Forschungsgemeinschaft für laufende Projekte 2008-2011 (in % und Mio EUR)	Seite 71
Abb. 59	Innovationsausgaben im Maschinenbau (in % vom Umsatz)	Seite 71
Abb. 60	Anteil Unternehmen mit Innovationsprojekten (in %)	Seite 71
Abb. 61	Anteil Unternehmen mit kontinuierlicher F&E (in %)	Seite 71
Abb. 62	Prozessorientierte Einordnung von (industriellen) Dienstleistungen	Seite 78
Abb. 63	Modell kompetenzzellenbasierter Netze	Seite 82
Abb. 64	Wertschöpfungsprozess	Seite 84
Abb. 65	Virtual Reality Center Production Engineering“ der Technischen Universität Chemnitz	Seite 85
Abb. 66	Digitale Fabrik	Seite 86
Abb. 67	Experimentier- und Digitalfabrik TU Chemnitz, Laborumgebung Digital und Real im Zusammenwirken	Seite 89
Abb. 68	Modell der nachhaltigen Innovationsfähigkeit	Seite 95
Abb. 69	Trends und Perspektiven	Seite 97
Abb. 70	Auswirkungen	Seite 101
Abb. 71	Struktur des Ostdeutschen Maschinenbaus	Seite 105
Abb. 72	Handlungsempfehlungen	Seite 106
Abb. 73	Workshopteilnehmer in Chemnitz diskutieren Trends und Trendfolgen	Seite 123
Abb. 74	Workshopteilnehmer in Jena	Seite 124
Abb. 75	Material Grundschema vereinfachte Wertschöpfungskette	Seite 126
Abb. 76	Material – Beispiel eines ausgefüllten Schemas nach einem Workshop	Seite 126

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Genannte Trends im Überblick	Seite 15
Tabelle 2	Zukunftstechnologien und -branchen	Seite 25
Tabelle 3	Beispiel zur Produktdiversität im Mittelklasse-Segment	Seite 29
Tabelle 4	Chancen und Herausforderungen einzelner Trends	Seite 31
Tabelle 5	Bewertung der Trends hinsichtlich ihrer Wirkung	Seite 32
Tabelle 6	Systematik: Kompetenzen für nutenorientierte Leistungen	Seite 40
Tabelle 7	Potenziale für Zusatzleistungen im Produktlebenszyklus	Seite 41
Tabelle 8	Regionale Unterschiede der Frauenerwerbstätigkeit im deutschen Maschinenbau 2010 (in %)	Seite 47
Tabelle 9	Teilnahme von Maschinenbauunternehmen an themenbezogenen Netzwerken	Seite 57
Tabelle 10	Aktivität von Netzwerken nach abgelaufener Förderungsdauer am Beispiel der Initiative „Innovative regionale Wachstumskerne“ für die Förderzeiträume von 2006 bis 2011 des BMBF	Seite 57
Tabelle 11	Aktuelle Herausforderungen für den ostdeutschen Maschinenbau	Seite 60
Tabelle 12	Stärken und Schwächen ausgewählter Fachzweige	Seite 64
Tabelle 13	Stärken und Schwächen der ostdeutschen Wirtschaft	Seite 67
Tabelle 14	Überblick Handlungsfelder	Seite 73
Tabelle 15	Empfehlungen zur Umsetzung der Erfolgsfaktoren bei der Gestaltung von Dienstleistungsangeboten	Seite 79
Tabelle 16	Neue Denk- und Verhaltensweisen bei Innovationsansätzen	Seite 94
Tabelle 17	Kernaspekte der einzelnen Handlungsfelder	Seite 96
Tabelle 18	Ausgewählte Trends nach Trendgruppen	Seite 126
Tabelle 19	Handlungsoptionen (Auswahl)	Seite 127
Tabelle 20	Klassifizierung der Fachzweige des Maschinen- und Anlagenbaus	Seite 129
Tabelle 21	Anzahl der Unternehmen je Fachzweig	Seite 130
Tabelle 22	Anzahl der Mitarbeiter je Fachzweig	Seite 131
Tabelle 23	Umsatzhöhe je Fachzweig	Seite 131
Tabelle 24	Auslandsumsatz mit der EU je Fachzweig	Seite 132

Tabelle 25	Auslandsumsatz außerhalb der EU je Fachzweig	Seite 133
Tabelle 26	Innlandslandsumsatz je Fachzweig	Seite 133
Tabelle 27	Länderprofil Berlin	Seite 134
Tabelle 28	Länderprofil Brandenburg	Seite 134
Tabelle 29	Länderprofil Mecklenburg-Vorpommern	Seite 135
Tabelle 30	Länderprofil Sachsen-Anhalt	Seite 135
Tabelle 31	Länderprofil Thüringen	Seite 136
Tabelle 32	Länderprofil Sachsen	Seite 136



# 1 Einleitung

Maschinen, Anlagen und Werkzeuge sind die Grundlage für die Herstellung nahezu aller Güter des menschlichen Bedarfs. Sie spielen darüber hinaus eine entscheidende Rolle bei der Bewältigung aktueller Herausforderungen wie Nachhaltigkeit, Umweltschutz und Energieeffizienz.

Um langfristig erfolgreich zu sein, müssen Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus ihre Produkte und Prozesse an aktuelle Erfordernisse und Trends anpassen. Dabei sind sie selbst Treiber des Fortschritts, indem sie bspw. neue Technologien entwickeln und einsetzen; andererseits müssen sie auf Forderungen von Markt und Umfeld reagieren. In der öffentlichen Wahrnehmung wird Unternehmen dieser Branche häufig die Rolle von Vorreitern und Innovatoren zugeschrieben.

Traditionell nimmt der Maschinen- und Anlagenbau im Osten Deutschlands einen wichtigen Platz ein und kann als Kernbranche des verarbeitenden Gewerbes in dieser Region bezeichnet werden. Der Großteil der Beschäftigung und des Umsatzes entfällt dabei auf kleine und mittlere Unternehmen. Für eine langfristige Wettbewerbsfähigkeit der Region sind also sowohl diese Unternehmen als auch die gesamte Branche von außerordentlicher Bedeutung.

Gegenwärtig werden zahlreiche Trends vorhergesagt bzw. beobachtet, die zu tiefgreifenden Wandlungsprozessen in Gesellschaft, Wirtschaft und Privatleben führen. Zur strategischen Aufgabe in Unternehmen gehört es, diese Entwicklungen im Hinblick auf Chancen und Risiken zu bewerten und die eigenen Aktivitäten danach auszurichten. Daneben sind derartige Trends und deren Auswirkungen auch für Politik, Gesellschaft und öffentliche Institutionen von Interesse, um längerfristig unterstützende Maßnahmen planen zu können.

## 1.1 Zielstellung der Studie, Vorgehensweise

Vor dem Hintergrund regionaler Besonderheiten in Ostdeutschland besteht der Kern der Studie „Wie werden wir morgen produzieren? – Zentrale Trends und Antworten für den ostdeutschen Maschinenbau“ darin, Entwicklungen mit besonderer Relevanz für den ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbau zu untersuchen. Um auf diese Trends angemessen reagieren und damit erfolgreich agieren zu können, soll die Arbeit Analysen, Hilfestellungen und Lösungsansätze für Wirtschaft, Wissenschaft und Politik bieten.

Ein Teilziel der Studie besteht zunächst darin, einen Überblick über mögliche relevante Entwicklungen der nächsten 10 bis 15 Jahre zu geben. Dazu werden aktuelle bzw. prognostizierte Trends analysiert, charakterisiert und mit ihren Zusammenhängen und Wechselwirkungen diskutiert. Der Fokus liegt dabei auf Trends, die im weitesten Sinne Auswirkungen auf produzierende Unternehmen haben können.

Im Anschluss werden die als bedeutsam eingestuften Entwicklungen auf ihre spezifischen Auswirkungen auf den Maschinen- und Anlagenbau in Ostdeutschland untersucht. Die Wirkungen sind danach zu unterscheiden, ob sie primär auf der Beschaffungsseite, auf Seiten des Absatzmarktes oder auf den Prozess in den Unternehmen Einfluss haben. Ein Schwerpunkt der Diskussion liegt auf den Chancen und Risiken, die sich durch die Entwicklungen im Umfeld ergeben.

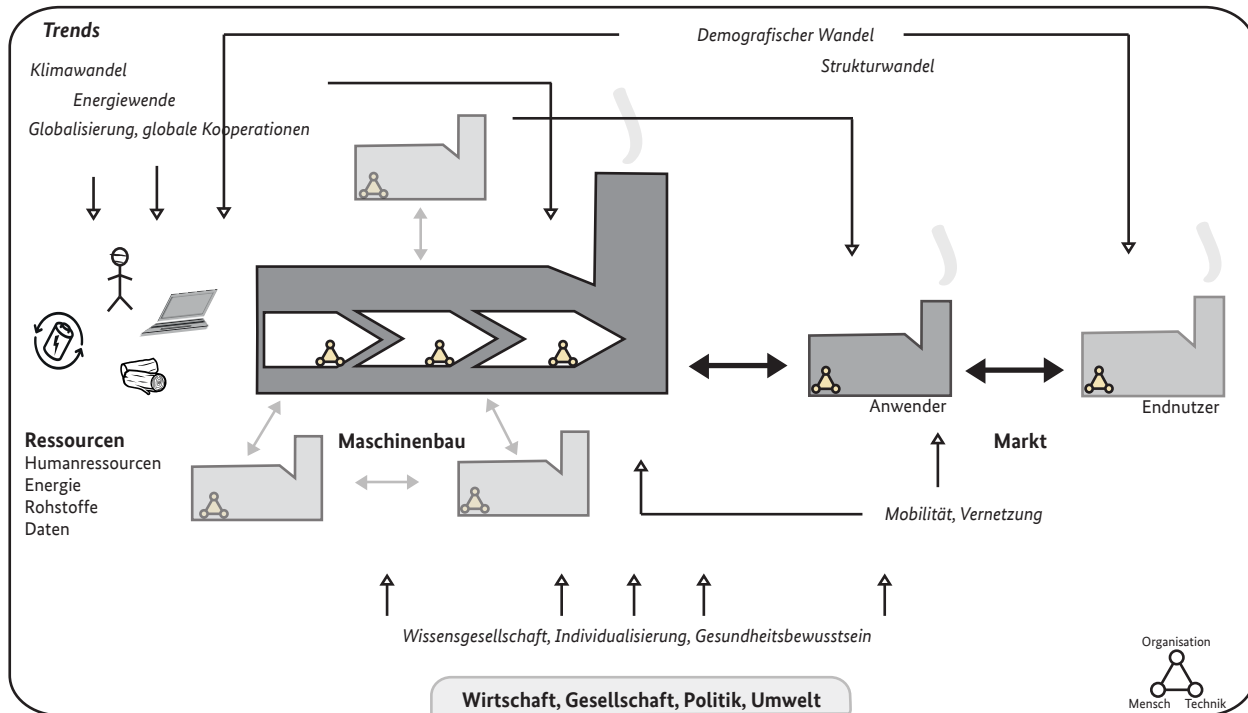


Abb. 1: Systemmodell Wertschöpfungskette

Aus den Besonderheiten, Stärken und ggf. Schwächen des ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbaus lassen sich dann konkrete Herausforderungen für die Zukunft ableiten.

In einem nächsten Schritt werden in einer Strukturanalyse Besonderheiten des ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbaus herausgearbeitet. Dabei wird, soweit möglich, auch auf regionale Unterschiede innerhalb Ostdeutschlands eingegangen. Die Ergebnisse der Strukturanalyse fließen in die Entwicklung von Handlungsempfehlungen ein. Auf Basis der vorherigen Betrachtungen lassen sich konkrete Handlungsfelder identifizieren, welche Leitlinien für die zukünftige Entwicklung der Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus darstellen. Primär werden Empfehlungen für Unternehmen formuliert; jedoch lassen sich auch konkrete Anforderungen bzgl. öffentlicher oder rechtlicher Rahmenbedingungen benennen.

Die Systematik der Studie orientiert sich am Modell der Wertschöpfungskette, siehe die folgende Abbildung; diese wurde gewählt, da es sich dabei um eine etablierte Methode handelt, allgemeingültige Zusammenhänge in Produktionsunternehmen aus systemtheoretischer Perspektive zu beschreiben [182] [183] [184].

## 1.2 Methodik und verwendetes Material

Für die Analyse wurden sowohl allgemeine Studien zu Zukunftstrends als auch Untersuchungsergebnisse mit speziellem Fokus auf den Maschinen- und Anlagenbau (Gesamtdeutschland und Ostdeutschland) verwendet. Zusätzlich erfolgte die Betrachtung von statistischem Material zur generellen Entwicklung im Maschinen- und Anlagenbau und zu Einflussfaktoren auf die Branche. Anhand dieser Daten wurde geprüft, inwieweit die darin enthaltenen Aussagen auch auf die besondere Struktur der ostdeutschen Bundesländer anwendbar sind. Insgesamt wurden mehr als 200 verschiedene Trends und Entwicklungen identifiziert.

Bei der Untersuchung der Trends, bei der Strukturanalyse des Maschinen- und Anlagebaus Ost wie auch bei der Betrachtung der Auswirkungen von Trends auf die Unternehmen handelt es sich um eine Sekundäranalyse, welche sich vor allem qualitativer Methoden bedient.

Im ersten Schritt wurden die vorliegenden (Trend-)Studien darauf hin untersucht, welche Entwicklungsrichtungen ableitbar sind. Dabei zeigte sich, dass die Auffassungen zum Begriff (Mega-) Trend zum Teil sehr weit auseinander gehen. Die Inhalte der Studien bewegen sich auf sehr unterschiedlichem Abstraktionsniveau. Verglichen mit der Definition von Megatrends handelt es sich in den meisten Fällen lediglich um Trendfolgen, die beschrieben werden. Daher wurde ein eigenes Kategoriensystem gebildet, um die über 200 identifizierten Entwicklungen einzuordnen. Im Ergebnis wurden Überbegriffe festgelegt, denen anschließend die in den Studien genannten Entwicklungen zugeordnet wurden. Für die Kategorisierung der Trends und das Ableiten der Trendfolgen wurden qualitative Analysemethoden wie Inhaltsanalyse [181] und Gruppendiskussionen [182] mit Experten aus Theorie und Praxis angewendet.

Entsprechend des Systemmodells von Produktionsunternehmen ist davon auszugehen, dass die Entwicklungen im Umfeld Veränderungen an verschiedenen Punkten der Wertschöpfungskette auslösen (vgl. Abb. 1). Daneben kann, mit Fokus auf den Maschinen- und Anlagenbau, zwischen direkten und indirekten Wirkungen unterschieden werden. Zur Beherrschung der Komplexität wurden primär direkte Einflüsse betrachtet.

Es wird deutlich, dass die Frage: „Wie werden wir morgen produzieren?“ nur zu beantworten ist, wenn zuvor die Frage beantwortet wird „Was werden wir morgen produzieren?“. Veränderungen auf Seiten des Absatzmarktes erfordern neue bzw. veränderte Produkte und Leistungen im Maschinen- und Anlagenbau sowie neue Vertriebswege. Veränderte Anforderungen an Produkte und an die Materialien zu deren Herstellung sowie die Verfügbarkeit von Rohstoffen, Energie und infrastrukturelle Gegebenheiten führen zu der Frage „Mit welchen Ressourcen werden wir produzieren?“ Neben den bereits genannten Produktionsfaktoren spielen der Mensch sowie Wissen und Informationen eine entscheidende Rolle. Die Zugänglichkeit zu Ressourcen und Absatzmärkten sowie Faktorkostenunterschiede implizieren weiterhin die Frage: „Wo wird die Produktion der Zukunft stattfinden?“. Diese steht in engem Zusammenhang mit dem „Wie“, da durch bestimmte Gegebenheiten eines Standortes die Bedingungen für Technik und Prozessabläufe häufig vorgegeben werden.

## Was kann Zukunftsforschung?

Als interdisziplinär angelegte Forschungsrichtung befasst sich die Zukunftsforschung mit möglichen zukünftigen Entwicklungen in Politik, Gesellschaft, Wirtschaft, Technik, Kultur, Umwelt und Bevölkerung. Sie denkt über mögliche „Zukünfte“ nach und analysiert verschiedene Zukunftsentwürfe, die sie in der Gegenwart formuliert oder zu erkennen glaubt. [147] Ziel ist es, mehrere alternative Zukunftsbilder zu entwerfen, um eine Arena möglicher Entwicklungen zu eröffnen und es damit zu erleichtern, sich auf verschiedene Alternativen vorzubereiten. [148]

Die Zukunft soll dabei nicht vorausgesagt werden als etwas, dem man passiv ausgesetzt ist, da sie bereits feststeht. Vielmehr wird durch die Zukunftsforschung eine Möglichkeit gegeben, die Zukunft durch aktives Handeln zu beeinflussen: Prognosen verändern die Zukunft, denn das Wissen über mögliche Entwicklungen beeinflusst Handeln und Entscheiden und bietet die Möglichkeit, ungewollten Entwicklungen entgegen zu steuern. [147]





## 2 Trends und Perspektiven für produzierende Unternehmen

### 2.1 Trendforschung und Megatrends im Überblick

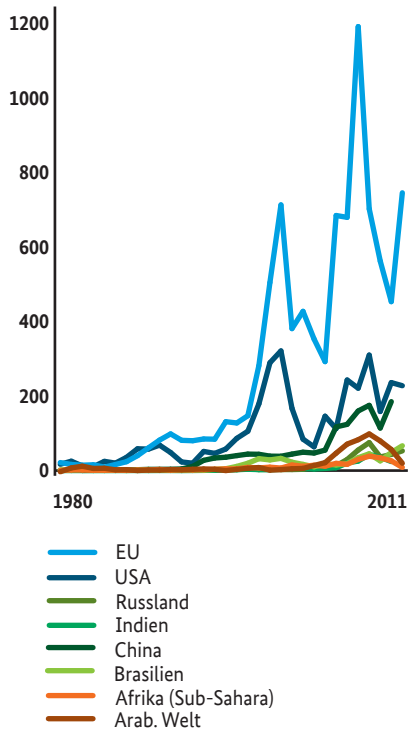
Die Disziplin der Zukunftsforschung strebt nicht primär danach, konkrete Entwicklungen möglichst genau vorherzusagen. Stattdessen werden i.d.R. verschiedene Szenarien aufgezeigt, die darstellen, wie die Zukunft aussehen kann. Meist wird in diesem Zusammenhang der Begriff „Megatrend“ benutzt. Er bezeichnet Entwicklungen, die fundamental sind, grundlegende Veränderungen mit sich bringen, mittelfristig bis langfristig wirken und globale Ausmaße erreichen. [1]

Megatrends bieten eine gute Grundlage, um Perspektiven für produzierende Unternehmen aufzuzeigen. Allerdings sind diese generellen Entwicklungen im Hinblick auf ihre Bedeutung zu untersetzen und zu bewerten. Es existieren etliche Studien, die Megatrends zum Gegenstand haben. Diese wurden ausgewertet und die für produzierende Unternehmen relevanten Entwicklungen herausgearbeitet. Die Analyse der bekanntesten und renommiertesten Zukunftsprognosen ergab, dass die dort benannten Trends im Wesentlichen ähnlich sind. Ein Vergleich der Begrifflichkeiten ist aus Tabelle 1 zu entnehmen. Die für die Industrie relevanten Trends lassen sich nach ihrem Ausmaß in global und lokal/regional klassifizieren – für letztere Kategorie spielt insbes. für Ostdeutschland eine Rolle. Darüber hinaus sind technische Entwicklungen von Bedeutung, die unmittelbar produzierende Unternehmen betreffen. Für die nachfolgende Betrachtung wurden einige der in Tabelle 1 genannten Trends zusammengefasst. Es werden jeweils die prognostizierten Entwicklungen kurz vorgestellt und im Hinblick auf ihre Bedeutung für produzierende Unternehmen diskutiert.

**Tabelle 1: Genannte Trends im Überblick**

Trends	Credit Suisse [42]	Roland Berger [7]	ZPunkt GmbH [3]	Deutschland 2030 [2]	Produktion der Zukunft [4]	Frost & Sullivan [5]
Globalisierung	X	X	X		X	
Multipolare Welt	X		X			X
Sicherheit			X	X	X	
Infrastruktur						X
Urbanisierung			X			X
Demografie	X	X	X		X	
Wissensgesellschaft	X	X	X		X	
Technologischer Wandel	X	X	X		X	X
Ressourcenmangel	X	X	X		X	X
Klimawandel		X		X	X	
Nachhaltigkeit	X				X	
Wertewandel	X	X	X			X
Gesundheitsbewusstsein			X	X		X
Mobilität			X	X	X	X
Digitalisierung			X	X		
Neue Geschäftsmodelle			X		X	X

Abb. 2: Entwicklung ausländischer Direktinvestitionen 1980 - 2011 (in Mrd. US Dollar)



Quelle: Weltbank

#### BRIC(S):

Brasilien, Russland, Indien, China, (Südafrika)

#### next eleven (N11):

Bangladesh, Ägypten, Indonesien, Iran, Mexiko, Nigeria, Pakistan, Philippinen, Südkorea, Türkei, Vietnam

## 2.2 Globale Trends

### 2.2.1 Internationalisierung und Globalisierung

Aus verschiedenen Statistiken ist erkennbar, dass die Verflechtung von Volkswirtschaften immer mehr zunimmt. Diese Tatsache kann eindrucksvoll belegt werden durch den Umfang ausländischer Direktinvestitionen (vgl. Abb. 2) sowie durch die Zunahme des weltweiten Gütertransports.

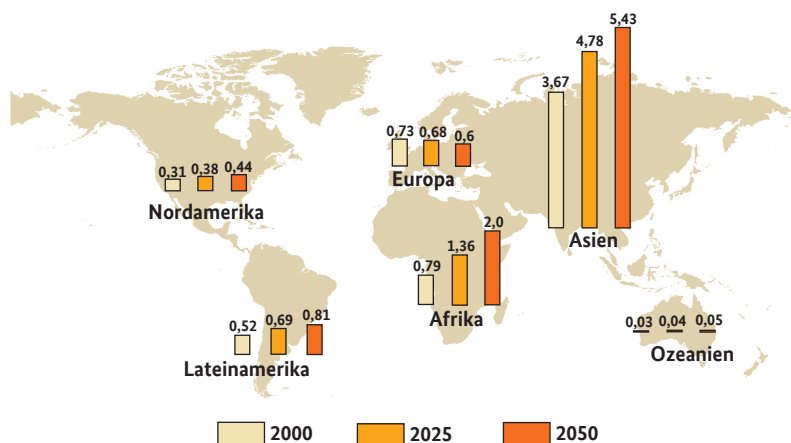
Diese Entwicklung hat verschiedene Ursachen. Zum einen ermöglichen verbesserte infrastrukturelle Entwicklungen, wie moderne Kommunikations- und Transporttechnologie den Güter- und Informationsaustausch, zum anderen wurden durch Freihandelsabkommen und erleichterte rechtliche Regelungen die Schranken für den grenzüberschreitenden Austausch gesenkt. Neben den infrastrukturellen und rechtlichen Bedingungen haben auch Entwicklungen auf Angebots- und Nachfrageseite die Globalisierungstendenzen verstärkt. So ist in verschiedenen Teilen der Welt ein enormes Marktpotenzial für Konsumartikel und Infrastruktur vorhanden, welches durch die Bevölkerungsentwicklung und die Veränderung des Lebensstandards getrieben wird. Weiterhin erfordert die gesteigerte Güterproduktion in den industriellen Kernländern einen erhöhten Materialeinsatz, der in vielen Fällen nur durch globale Beschaffungsaktivitäten gedeckt werden kann. Nicht zuletzt sind Kostenunterschiede dafür verantwortlich, dass bestimmte Wertschöpfungsstufen dorthin verlagert werden, wo diese am günstigsten zu realisieren sind. [2][3][4]

Betrachtet man die regionalen Schwerpunkte der Globalisierung, so rücken insbesondere Länder in Asien sowie Mittel- und Südamerika in den Fokus - sowohl im Hinblick auf das Bevölkerungswachstum (vgl. Abb. 3) als auch bzgl. der Produktion (vgl. Abb. 4). [6] In diesem Zusammenhang ist oft von den BRIC-Staaten die Rede. Daneben spricht man mittlerweile aber auch den so genannten „next eleven“ aufgrund ihres Wirtschaftswachstums ein erhebliches Potenzial zu. [5] Laut einer Studie der ZPunkt Foresight GmbH [3] bietet hierbei der afrikanische Kontinent besonders viel Aufbruchspotenzial.

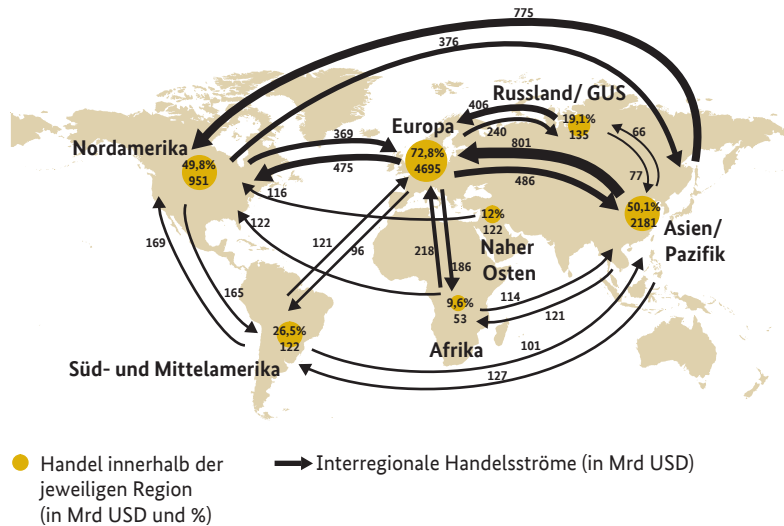
Für produzierende Unternehmen eröffnen sich somit die Chancen,

- » ein erweitertes Markt- bzw. Kundenpotenzial zu bedienen,
- » auf andere, bessere bzw. kostengünstigere, produktivere Ressourcen zuzugreifen und
- » Synergieeffekte, bspw. durch Partnerschaften, zu nutzen.

Abb. 3: Bevölkerungsentwicklung nach Kontinenten (in Mrd. Menschen)



Quelle: UNO World Population Ageing Report



Quelle: WTO International Trade Statistics 2010

Neben den genannten Chancen bestehen aber auch Risiken. So steigt im Zuge der Globalisierung die Komplexität, insbes. im Hinblick auf Wirtschaftsbeziehungen und Prozesse. Dies hat zur Folge, dass aufgrund der vielfältigen Verflechtungen keine monokausalen und linearen Wirkungsbeziehungen vorhanden sind. Damit verbunden ist eine erhöhte Unsicherheit bei Verhaltens- und Entwicklungsprognosen und den damit zusammenhängenden Entscheidungen. Weiterhin führt die Globalisierung zu einem erhöhten Wettbewerb. Aufgrund von Kostenvorteilen (vgl. Abb. 6) werden Produkte und Leistungen u.U. von Wettbewerbern aus Asien oder Südamerika auf angestammten Absatzmärkten günstiger angeboten. Unternehmen müssen somit fähig werden, Kriterien wie Lieferzeit und Preis auf einem wettbewerbsfähigen Niveau zu halten und andererseits Alleinstellungsmerkmale zu schaffen, welche eventuelle kostenseitige Nachteile kompensieren.

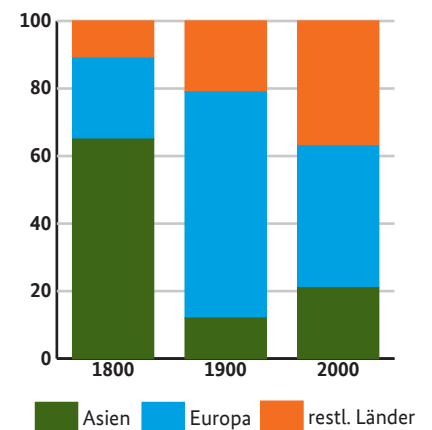
Eine weitere Unsicherheit im Zuge der Globalisierung ist durch instabile politische oder rechtliche Verhältnisse gegeben. Diese können dazu führen, dass sich die Bedingungen für Marktzugang, Investitionen, Produktion, Schutz des Eigentums usw. zum Nachteil des international tätigen Unternehmens ändern. Weiterhin muss damit gerechnet werden, dass rechtliche Rahmenbedingungen (bspw. local content Forderungen) die unternehmerische Freiheit einschränken sowie u.U. zu einem unerwünschten Know-how-Transfer führen. [2][3][4][7][8]

Auch ein der Globalisierung entgegenlaufender Trend ist denkbar, wenn bspw. zur Sicherung von Wettbewerbspositionen lokaler Unternehmen oder zur Absicherung des Rohstoffbedarfs Handels- und Investitionsbedingungen wieder eingeschränkt werden [2]. Dagegen spricht allerdings, dass aktuelle Herausforderungen nur global zu lösen sind und die Vorteile der Globalisierung insgesamt überwiegen.

Speziell bei der globalen Produktion ist entscheidend, dass die notwendigen Voraussetzungen für deren Erfolg (gemessen an den Kriterien Kosten, Zeit, Qualität) gegeben sind bzw. entwickelt werden können. Dazu gehören entsprechende infrastrukturelle Gegebenheiten für Beschaffung, Absatz, Produktionslogistik, und Kommunikation, für die Qualifikation der Beschäftigten, entsprechende Forschungs- und Entwicklungskapazitäten sowie attraktive Bedingungen für lokale und entsendete Mitarbeiter. Nicht zuletzt das Fehlen derartiger Voraussetzungen hat dazu geführt, dass bereits ins Ausland verlagerte Produktionsprozesse wieder rückverlagert wurden (vgl. Abb. 7).

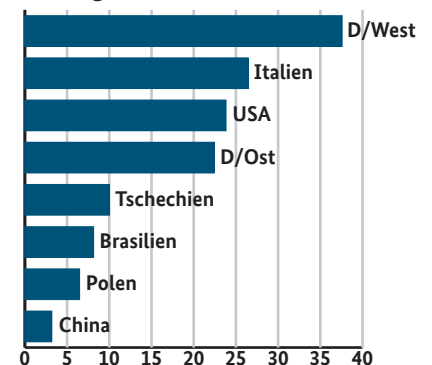
Abb. 4: Weltweite Güterströme

Abb. 5: Anteile an der weltweiten Warenproduktion im historischen Vergleich



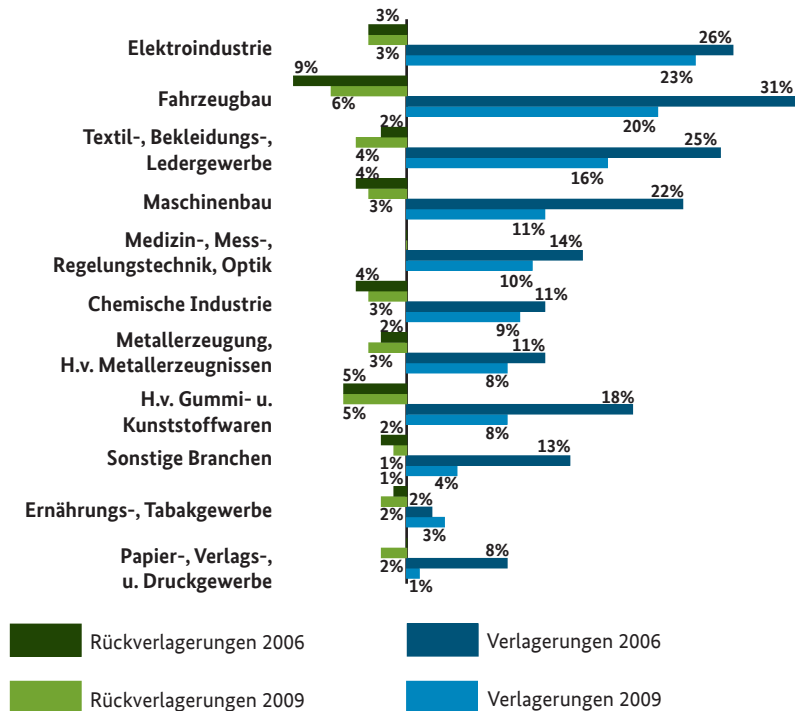
Quelle: Le Monde diplomatique, Atlas der Globalisierung 2012

Abb. 6: Lohnkosten im internationalen Vergleich



Quelle: iw Köln

Abb. 7: Entwicklungen der Verlagerungsaktivitäten nach Branchen (2006 & 2009)



Quelle: Fraunhofer ISI ("Modernisierung der Produktion")

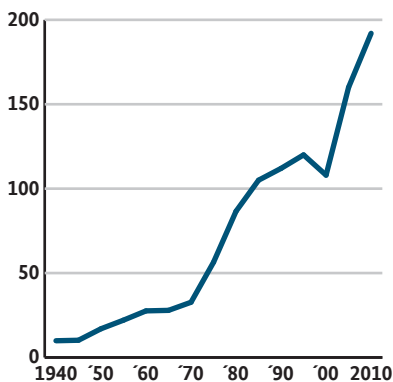
Daneben können auch wirtschaftliche Anreize bzw. Imagegründe bewirken, dass Outsourcing- oder Offshoring-Entscheidungen überdacht werden. [9] [10] Aktuell sind in den USA Bestrebungen einer „Reindustrialisierung“ zu erkennen, um eine breitere industrielle Basis bzw. das verarbeitende Gewerbe mit Dienstleistung zu kombinieren. Eine solche Entwicklung fordern nicht nur Ökonomen wie Ricardo Hausmann, der vor allem der Entwicklung des Maschinenbaus in den USA Chancen einräumt. [11] [12]

### 2.2.2 Ressourcenverfügbarkeit und -kosten und nachhaltiges Wirtschaften

Das stetige Wachstum der Bevölkerung und das notwendige Wachstum der Wirtschaftsleistung führen zu einem erhöhten Bedarf an Ressourcen. [6] Entsprechend aktueller Studien hat die Knappheit speziell bei natürlichen Ressourcen und Energiequellen eine besonders große Bedeutung. Einschlägige Untersuchungen kommen zu dem Ergebnis, dass die Verfügbarkeit bestimmter Materialien (Erdöl, seltene Metalle etc.) begrenzt ist. [13] [4] [6] [14] So steigt bspw. der Energieverbrauch schneller als neue Quellen erschlossen werden können bzw. als diese in der Lage sind, sich zu regenerieren (vgl. Abb. 10 & 11). Global ist von einem Anstieg des Energieverbrauchs bis 2035 um mehr als ein Drittel auszugehen, davon entfallen 60% der Zunahme auf China, Indien und den Nahen Osten, während in den OECD-Ländern der Verbrauch stagniert. [16] Die vorhandenen und neu erschlossenen Energiequellen (bspw. Schiefergas) können den prognostizierten Mehrverbrauch nicht auffangen.

Diese Entwicklungen führen zu neuen Herausforderungen für die Produktion: So werden beispielsweise neue Methoden und Technologien zum Auffangen, Speichern, Reinigen und Aufbereiten von Wasser, die dezentrale Energieversorgung, die effiziente Bodenbewirtschaftung und die Nahrungsmittelproduktion benötigt. Weiterhin wird sich die Notwendigkeit ergeben, Produktionsprozesse gegen Ausfälle sowie Schwankungen in der Bereitstellung abzusichern. [7] [4] [2]

Abb. 8: Entwicklung der Stahlpreise seit 1940 (in USD/t)



Quelle: U.S. Geological Survey 2011

Damit stehen produzierende Unternehmen in einem Wettbewerb um diese Ressourcen, die sich in der Regel aufgrund der höheren Nachfrage (vgl. Abb. 8) verteuern. Nicht nur aus Kostengründen, sondern auch aufgrund bestehender sowie zu erwartender gesetzlicher Auflagen ergibt sich daraus die Notwendigkeit, entweder auf alternative Ressourcen auszuweichen oder den Verbrauch zu verringern.

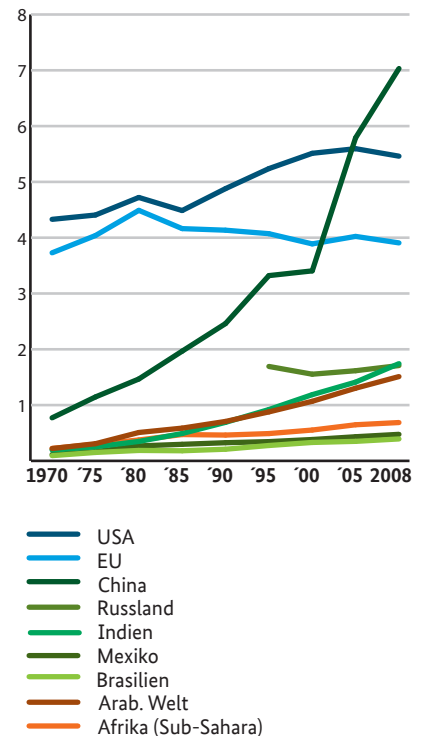
Knappe Ressourcen wirken nicht nur direkt auf produzierende Unternehmen, sie haben auch eine volkswirtschaftliche Dimension. So ist zum Beispiel die Versorgung der Weltbevölkerung mit Nahrungsmitteln und ausreichend Trinkwasser in den Mittelpunkt des Interesses gerückt. Dabei ist nicht unbedingt ein genereller Mangel an Wasser entscheidend, sondern vielmehr dessen unregelmäßige Verteilung. [17] Aufgrund der Zunahme der Weltbevölkerung und der Fremdnutzung landwirtschaftlicher Flächen (Industrialisierung, Anbau von Energiepflanzen) ist es weiterhin erforderlich, den Ertrag der verbleibenden Flächen zu steigern bzw. alternative Anbaumethoden zu entwickeln.

Wirtschaftswachstum, steigende Mobilität, extensive Landwirtschaft etc. belasten zudem die natürliche Umwelt durch den Ausstoß von CO<sub>2</sub> (vgl. Abb. 9), durch Abfälle sowie Abwässer. Im Interesse einer nachhaltigen Entwicklung ist davon auszugehen, dass sowohl der Rohstoffverbrauch als auch die Abfallprodukte von produzierenden Unternehmen einer verstärkten gesetzlichen Regulierung unterworfen sein werden.

Für Unternehmen bedeutet dies, dass sich Produkte und Prozesse verändern müssen - hin zu weniger Ressourcenverbrauch, zur Nutzung alternativer Ressourcen, zur besseren Ressourcenausnutzung und zur Verminderung von Abfallprodukten. Daneben sind Produktionsprozesse und damit die verbundene Logistik gegen äußere Bedingungen (z.B. Hochwasser, Temperaturschwankungen, extreme Wetterereignisse), welche als Folge des Klimawandels auftreten können, abzusichern.

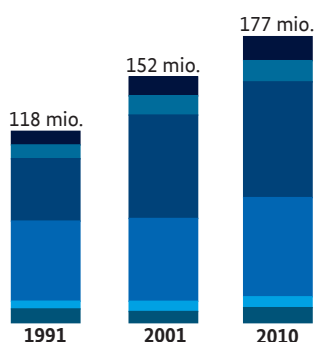
Weiterhin lässt sich belegen, dass das Bildungsniveau global ansteigt. So wächst vor allem der Anteil an Personen, die eine schulische Grundausbildung erhalten. Die Strategieberatung Roland Berger prognostiziert, dass bis 2030 91% der Weltbevölkerung einen Grundschulabschluss besitzen (aktuell 88%). [7]

**Abb. 9: Entwicklung CO<sub>2</sub>-Ausstoß seit 1970 (in Mio kt)**



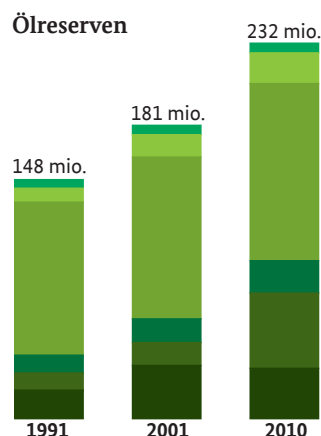
Quelle: Weltbank

**Abb. 10: (jeweils in kt Öläquivalent) Gasreserven**



Asien-Pazifik  
Afrika  
Nahe Osten  
Europa & Eurasien  
Süd- & Mittelamerika  
Nordamerika

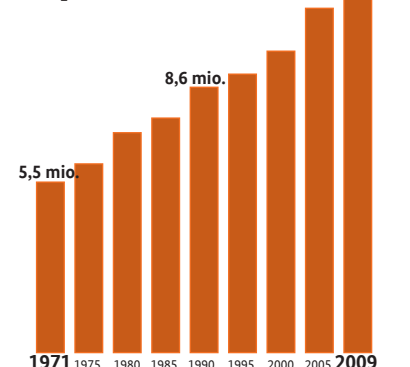
**Ölreserven**



Asien-Pazifik  
Afrika  
Nahe Osten  
Europa & Eurasien  
Süd- und Mittelamerika  
Nordamerika

Quelle: BP Statistical Review of World Energy June 2012

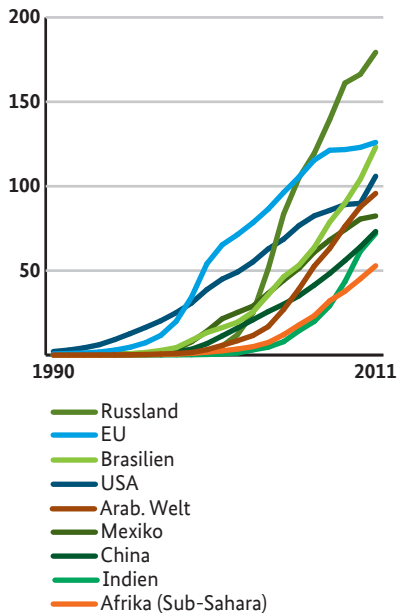
**Abb. 11: Weltenergieverbrauch (in kt Öläquivalent)**



Energieverbrauch weltweit

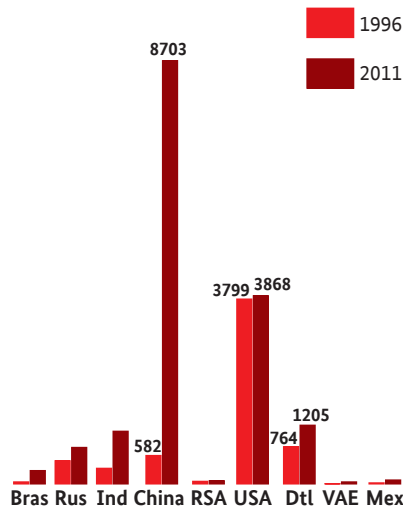
Quelle: Weltbank

Abb. 12: Mobilfunk-Anmeldungen seit 1990 (pro 100 Einw.)



Quelle: Weltbank

Abb. 13: Zitierfähige wissenschaftliche Veröffentlichungen im Bereich Maschinenbau (Vergleich 1996 & 2011)



Quelle: SCIMago Journal & Country Rank

#### Bsp. 1: „Prosumer“:

Der Konsument erstellt selbst digitale Produkte (You-Tube, Open Source Software) oder Hardware (z.B. <http://www.theoscarproject.org/>, Arduino) und wird dabei zu einer Kombination aus Konsument und Produzent.

Der Bildungsbericht der UNESCO spricht bereits 2009 davon, dass 91% der Kinder weltweit eine Grundschule besuchen. [18] Der Anteil von Jugendlichen, welche im entsprechenden Alter keine Sekundarstufe besuchen, ist seit 1999 um 30% gesunken. [7] Diese und ähnliche Entwicklungen führen zur Entstehung einer neuen globalen Wissenselite. [3] Die verbesserten infrastrukturellen Gegebenheiten und die damit einhergehende zunehmende Vernetzung (am Beispiel der Anmeldungen von mobilen Endgeräten, vgl. Abb. 12) ermöglichen, dass Informationen schneller ausgetauscht werden, global verfügbar sind und zur Bildung von Meinungen und Entscheidungen genutzt werden.

Dies hat einerseits zur Folge, dass sich Anforderungen der Kunden an Produkte und Leistungen verändern. Kunden wollen an der Konfiguration ihres Produktes teilhaben, möchten über den Fortschritt der Produktion informiert sein und teilen ihre Erfahrungen bei der Nutzung eines Produkts mit anderen. Produktionsunternehmen müssen darauf mit entsprechenden Prozessanpassungen und Geschäftsmodellen reagieren. [15] Andererseits wird Wissen verstärkt zur entscheidenden Ressource im globalen Wettbewerb. Dem höheren Angebot an Bildung steht auch ein höherer Bedarf an gut ausgebildeten Mitarbeitern gegenüber. Dabei spielen sowohl spezialisiertes als auch mobiles und vernetztes Wissen sowie Lernprozesse eine Rolle. Unternehmen müssen daher geeignete Strategien entwickeln, um die kritische Ressource Wissen zu beschaffen, in geeigneter Weise zu nutzen und zu vermehren. [3]

Bedingt durch globale Verflechtungen, die Zunahme des individuellen Bildungsniveaus und begünstigt durch entsprechende technische Entwicklungen und bildungspolitische Rahmenbedingungen steigt das verfügbare Wissen permanent an. Eindrucksvoll lässt sich dies am Beispiel der veröffentlichten wissenschaftlichen Erkenntnisse im Bereich Maschinenbau demonstrieren (vgl. Abb. 13). Für Unternehmen ergibt sich die Konsequenz, dass dieses Wissen in geeigneter Form zu verarbeiten und zu analysieren sowie nutzbar zu machen ist und auch weiter in den Aufbau eigener Wissensressourcen investiert werden muss. Vor dem Hintergrund der Prognose, dass vor allem wissensintensive Tätigkeiten (Entwicklung, Service, usw.) in Deutschland verbleiben und hier auch Kapazitäten aufgebaut werden, [32] kommt entsprechenden Strategien und Methoden eine herausragende Bedeutung zu. [15] [2]

#### 2.2.3 Veränderte Lebensweisen und Wertewandel

Sowohl aktuelle Daten als auch Prognosen belegen, dass sich der Anteil der in Städten lebenden Menschen weiter erhöhen wird (vgl. Abb. 14). So wird erwartet, dass 2050 70% der Menschheit in Städten wohnen. [19] Vor allem in den Wachstumsregionen werden damit ganze „Städtebänder“ von sog. „Mega-Cities“ entstehen. [5] Diese sog. Urbanisierung bringt veränderte Anforderungen mit sich, die insbes. für Produktionsunternehmen von Bedeutung sind: [3] [20]

- » Integration von Lebens- und Arbeitswelten
- » Sichere und dezentrale Energie- und Ressourcenversorgung
- » Entsorgung
- » Vernetzung von Erzeugung und Verbrauch
- » Veränderte Mobilitätskonzepte

Bei der Energie- und Ressourcenversorgung und der damit in Zusammenhang stehenden Vernetzung spricht man bspw. von Smart-City-Ansätzen (vgl. Bsp. 2). Mobilität wird zukünftig nicht mehr auf einzelne Produkte (bspw. Pkw) ausgerichtet sein, sondern auf intermodale Dienste, die verschiedene Verkehrsmittel miteinander kombinieren und die dezentral gesteuert werden. Diese Entwick-



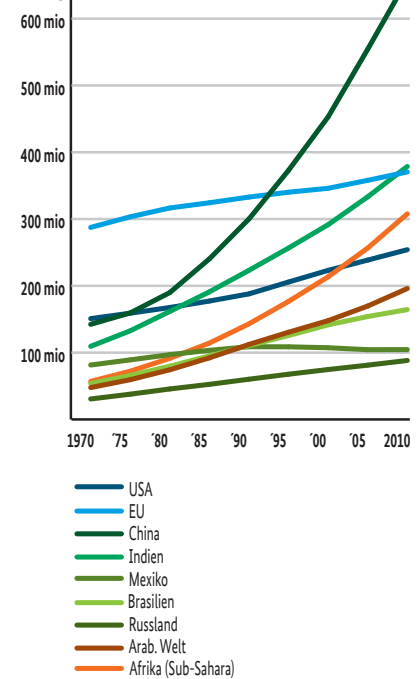
lungen und die damit verbundenen Anforderungen haben Auswirkungen sowohl auf Konsumprodukte als auch auf Infrastrukturen und Ausrüstungen, für die sich funktionelle Anforderungen u.U. grundlegend ändern und zukünftig neue Geschäftsmodelle erforderlich sein werden. [3] [5]

Demographische Entwicklungen, d.h. insbes. der höhere Anteil an älteren Menschen, bedingt durch eine gestiegene Lebenserwartung (vgl. Abb. 15) sowie ein verbessertes Gesundheitsbewusstsein, führen zu erhöhten Anforderungen an die Gesundheitsversorgung. Der genannte demographische Trend bringt speziell in der westlichen Welt die sog. „Silver-Society“ hervor [21], eine Gruppe älterer Menschen, die zwar schon aus dem Berufsleben ausgeschieden ist, sich aber dennoch aktiv am kulturellen und gesellschaftlichen Leben beteiligen will. Deren Anzahl und Kaufkraft bedingt eine zunehmende Ausrichtung auf ihre Bedürfnisse und die Entwicklung speziell zugeschnittener Leistungen. [3] [20] [5] Dies wiederum hat sowohl Auswirkungen auf infrastrukturelle Gegebenheiten als auch auf Anforderungen an entsprechende Technik. Beispielhaft seien hier erweiterte Möglichkeiten der medizinischen Versorgung, der Überwachung von Vitalfunktionen, neue Therapieformen oder Wege zur Früherkennung von Krankheiten genannt. Die höhere Lebenserwartung geht einher mit einer zunehmenden Nachfrage nach altersgerechten Produkten, [15] hier spielen insbes. Produktgestaltung, Handhabung und Unterstützung eine bedeutende Rolle.

Ein verändertes Wertebild in der Gesellschaft führt zu einer erhöhten Bedeutung von Individualisierung, Umwelt und Nachhaltigkeit, Lebensqualität sowie zu pluralisierten Lebensformen (z.B. steigende Zahl an Singles und Alleinerziehenden) und zu einem Wandel der Geschlechterrollen. Der Fokus verschiebt sich teilweise von der Karriereorientierung hin zur Vereinbarkeit von Beruf und Familie, Freizeit sowie Freundeskreis (vgl. Abb. 16). [4] [3] [22] Für die gestiegene Bedeutung der Individualität [21] [3] [23] [20] spricht das Bedürfnis von Konsumenten, Produkte selbst herzustellen, sich für deren Herstellungsweg zu interessieren oder lediglich Interesse an der Nutzung der Produkte (auch geteilt mit anderen) zu haben, anstatt diese besitzen zu wollen. Dies führt zu Entwicklungen wie Prosumer, Open Innovation oder Open Source Hard- und Software (vgl. Bsp. 1). Ein weiterer durch die digitale Vernetzung ermöglichter Trend ist der geteilte Konsum (Sharing). Hierfür sind Facebook, Twitter, Airbnb und car2go nur einige Beispiele (vgl. Bsp 3).

Die genannten Entwicklungen stellen neue Anforderungen an die Eigenschaften von Produkten (bspw. Nachhaltigkeit) sowie an die Geschäfts- und Produktionsprozesse. Es wandeln sich damit allerdings nicht nur die Präferenzen in der Konsumstruktur, sondern auch diejenigen bei der Wahl des Arbeitsplatzes. Dies ist bei der Gestaltung von Arbeitsbedingungen von entscheidender Bedeutung und steht in direktem Zusammenhang mit der Sicherung des Fachkräftebedarfs. [3] [4] Neben den Herausforderungen bieten sich aber auch neue Chancen: Open Source Produktentwicklungen ermöglichen eine verstärkte Diversifizierung und Individualisierung sowie den Zugang zu weiterem Marktpotenzial; Schwarm-Finanzierung (crowdfunding wie bspw. durch Kickstarter, Startnext) eröffnet den Zugang zu alternativen Finanzierungsquellen; Open Science und Open Data erweitern die Wissensbasis. Zu beachten ist, dass die genannten Chancen entsprechender organisatorischer und infrastruktureller Voraussetzungen bedürfen.

**Abb. 14: Wachstum der Stadtbevölkerung 1970-2011 (absolut)**

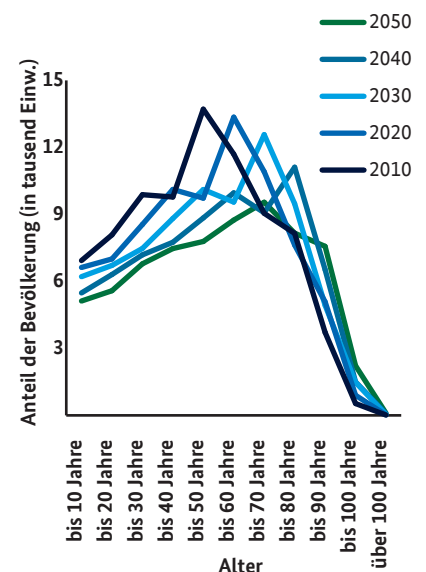


Quelle: Weltbank

#### Bsp. 2

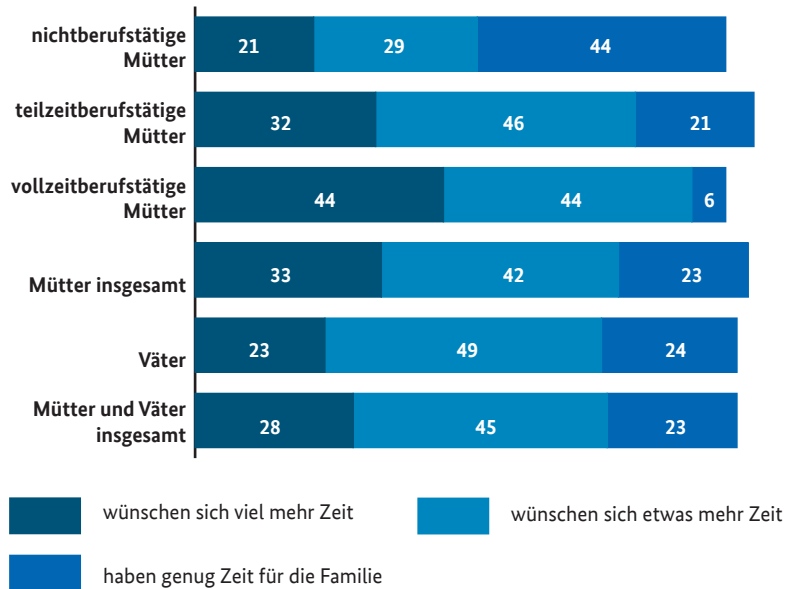
In Smart Cities werden die Kernbereiche Energie, Mobilität, Stadtplanung und -verwaltung sowie Wirtschaft durch offene soziotechnische Systeme (Cyber-Physical Systems) und unter Einbeziehung von Querschnittsthemen wie IKT untereinander integriert und vernetzt.

**Abb. 15: Verschiebung der Altersstruktur in Deutschland bis 2050**



Quelle: Amtliche Statistik (2012)

**Abb. 16: Vereinbarkeit von Beruf und Familie (Angaben in %)**



### Bsp. 3

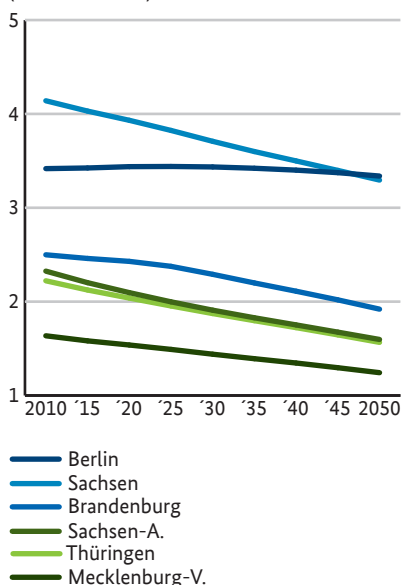
Nach einer Umfrage von AirBnB haben 55% der Deutschen bereits Erfahrungen mit geteiltem Konsum. Die Bedeutung dieses Trends unterstreicht auch das Motto der CeBit 2013: „Shareconomy“.

### Aktuelle Anwendungen:

car2go stellt (hauptsächlich in Städten) ortsunabhängig Autos zur Verfügung. Ziel ist ein sinkender Bedarf an Autos. [152]

Über das „Full Load Network“ der Elvis AG kooperieren Wirtschaftsunternehmen im Bezug auf Logistik. [153]

**Abb. 17: Prognose: Bevölkerungsentwicklung in Ostdeutschland 2010-2050 (in Mio Einw.)**



## 2.3 Regionale Entwicklungen in Ostdeutschland

Prägend für die regionale Entwicklung in Ostdeutschland werden vor allem demografische Entwicklungen sein. Diese sind erstens durch einen Rückgang der Bevölkerungszahl charakterisiert (vgl. Abb. 17) sowie zweitens durch eine zunehmende Überalterung, d.h. einen steigenden Anteil an älteren Menschen. [24] Die Ursachen dafür liegen u.a. in sinkenden Geburtenraten, einer gestiegenen Lebenserwartung sowie im Wegzug jüngerer Menschen. Während in Westdeutschland die Geburtenzahlen zurückgehen, liegt die Zahl der Geburten in Ostdeutschland seit 2000, nach einem massiven Einbruch Anfang der 90er Jahre, konstant bei ca. 100.000 Kindern/Jahr. [25] Diese Rate reicht aber dennoch nicht aus, um eine Überalterung zu verhindern bzw. die Schrumpfung aufzufangen. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass bei berufstätigen Frauen im Westen die Kinderlosigkeit mehr als doppelt so hoch ist als im Osten. [25]

Studien gehen aufgrund der sinkenden Bevölkerung davon aus, dass eine Konzentration auf wenige Kernregionen und Städte erfolgen wird. Besonders beliebt bei Hochqualifizierten sind im Westteil Deutschlands bspw. Städte wie Hamburg, Frankfurt/Main, München, Heidelberg, Erlangen und im Osten Deutschlands Städte wie Jena, Dresden und Leipzig. Von diesen Kristallisationspunkten gehen, mit Ausnahme Berlins, jedoch kaum Ausstrahlungseffekte auf das Umland aus. [26] Die übrigen Städte und vor allem auch ländliche Gebiete werden vom Trend der Überalterung besonders stark getroffen.

Zwischen ost- und westdeutschen Regionen sind Unterschiede in der demografischen Entwicklung festzustellen, diese haben sich allerdings in den vergangenen Jahren verringert und in Teilen sogar umgekehrt. Zwar liegt der Anteil der Kinder und Jugendlichen unter 18 Jahren an der Gesamtbevölkerung in den ostdeutschen Regionen immer noch unter dem Niveau in Westdeutschland, der Trend zeigt jedoch in eine andere Richtung. Die Geburtenhäufigkeit in den ostdeutschen Bundesländern liegt mittlerweile über den Vergleichswerten in Westdeutschland (vgl. Abb. 18). [26]

Obwohl die letztgenannten Entwicklungen und Prognosen eine positive Perspektive bieten, müssen Unternehmen kurz- und mittelfristig auf sinkende Be-



völkerungszahlen und die Überalterung reagieren. Einerseits reduziert sich mit abnehmender Bevölkerung die Kaufkraft, andererseits auch das Arbeitskräfteangebot. Insbesondere fehlen junge Facharbeiter und Akademiker, die mit neuem Wissen und neuen Methoden kreativ Probleme lösen und außerdem unternehmerisches Engagement mitbringen. Die Veränderung der Altersstruktur führt vor allem zu neuen Anforderungen bei der Gestaltung von Arbeitsplätzen und Arbeitsprozessen. Das Ifo Institut Dresden geht auch aufgrund von Budgetrestriktionen (z.B. Auslaufen des Solidarpakts) weiterhin von einem Anpassungsbedarf der ostdeutschen Infrastruktur (u.a. Schließung von Schulen, Verringerung des ÖPNV-Angebots) aus. Mobilitätsforscher sehen ebenfalls eine weitere Ausdünnung der Infrastruktur im ländlichen Raum. [27]

Daraus folgt: Für die Personalbeschaffung der Unternehmen gewinnen Faktoren wie die Attraktivität von Arbeitsplätzen, Standort, Arbeitsorganisationskonzepte und soziale Infrastrukturen wachsende Bedeutung. Weiterhin kann das Zusammenwachsen von Arbeits- und Lebensräumen ein (wenn auch in fernerer Zukunft liegender und an bestimmte Voraussetzungen geknüpfter) Lösungsansatz sein.

Betrachtet man das wirtschaftliche Potenzial der Region, so ist festzustellen, dass ein deutliches West-Ost und Süd-Nord-Gefälle hinsichtlich der Beschäftigungs- und Unternehmenskonzentration in den besonders zukunftsfähigen Wirtschaftsbereichen besteht. Ostdeutschland liegt bei der Entwicklung starker Standorte in Deutschlands Zukunftsfeldern weiterhin zurück. Von allen 87 Kreisen und kreisfreien Städten Ostdeutschlands finden sich lediglich Dresden und Berlin unter den Top 20 Regionen im Gesamtranking. [28] Abgesehen von Berlin ist Sachsen in den einschlägigen Untersuchungen zumeist das einzige Ost-Bundesland mit relativ flächendeckender, durchschnittlicher Bedeutung in den Zukunftsbranchen. [28]

Die Studie zu den Zukunftsfeldern in Ostdeutschland sieht unabhängig von den o.g. Entwicklungen allerdings Chancen in den sechs Zukunftsbranchen Informations-/Kommunikationstechnologie, Biotechnologie, Optik, Energie und Umwelt, Nano und neue Werkstoffe, Gesundheit und Medizintechnik. In diesen Feldern ist demnach das entsprechende Potenzial vorhanden, auf dem aufgebaut werden kann. Beispielsweise fällt mit Blick auf die regionale Verteilung der Nanotechnologieaktivitäten (vgl. Abb. 19) auf, dass Ostdeutschland zumindest quantitativ bei Forschungszentren (38%), Universitätsinstituten (22%) und Unternehmensanzahl (23%) überdurchschnittlich besetzt ist. Der Anteil von KMUs in dieser Branche liegt deutlich über dem in Westdeutschland, Beschäftigungseffekte sind jedoch oft regional begrenzt.

Ein näherer Blick auf die Beschäftigungs- bzw. Arbeitsmarktlage zeigt einen Rückgang der Zahl an sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten in Ostdeutschland im Zeitraum von 1995 bis 2005, während diese Kennziffer im gleichen Zeitraum im Westen anstieg. Seit 2006 wächst in Ostdeutschland die Zahl der Beschäftigten wieder, [30] allerdings prognostiziert das ifo Institut für die Region einen Rückgang des Arbeitskräftepotenzials von 4,92% zwischen 2011 und 2015. In Westdeutschland beträgt der Rückgang im gleichen Zeitraum lediglich 0,84%. In den darauf folgenden Jahren wird sich dieser Trend im Osten Deutschlands stark beschleunigen. [31]

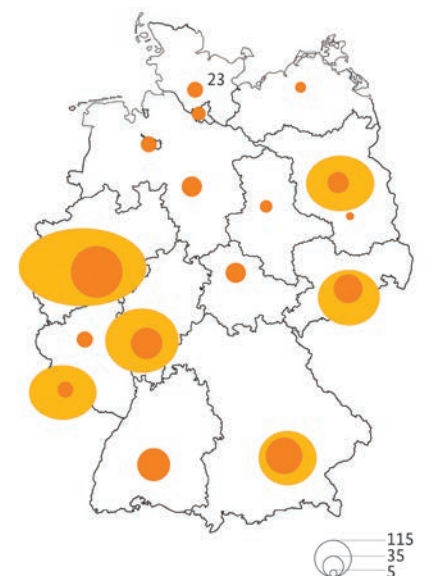
Betrachtet man die Aufstellung deutscher Unternehmen aus globaler Perspektive, wird davon ausgegangen, dass vor allem wissensintensive Tätigkeiten (Entwicklung, Service, usw.) eine zunehmende Bedeutung erlangen und diesbezüglich ein Aufbau entsprechender Kapazitäten erforderlich ist. [32] Dies führt zu einem hohen Bedarf an passend ausgebildeten Fachkräften, insbes. im akademischen Bereich. Um diesen Bedarf zu decken, wären Hochrechnungen zufolge 1,2 Millionen Höherqualifizierte in einem Zehnjahreszeitraum erforderlich. [33]

**Abb. 18: Anzahl der Kinder pro Frau im bundesdeutschen Vergleich**

Hamburg	1,26
Bremen	1,27
Saarland	1,28
Berlin	1,31
Bayern	1,34
Deutschland	1,36
NRW	1,36
Baden-Würt.	1,36
Rheinland-Pfalz	1,37
Schleswig-H.	1,38
Niedersachsen	1,39
Hessen	1,39
Sachsen-A.	1,40
Brandenburg	1,41
Thüringen	1,41
Mecklenburg-V.	1,42
Sachsen	1,48

Quelle: Amtliche Statistik

**Abb. 19: Anzahl der Nanotechnologieunternehmen**



Quelle: VDI Technologiezentrum, [www. Nano-map.de](http://www.Nano-map.de)

Stellt man den erforderlichen Fachkräften die Anzahl an Schulabgängern gegenüber, die perspektivisch eine akademische oder auch Facharbeiter- Ausbildung übernehmen könnten, so wird deutlich, dass es in Ostdeutschland zu einem erheblichen Mangel an Fachkräften kommen kann, der durch das vermehrte Ausscheiden älterer Mitarbeiter noch zusätzlich verschärft wird.

Für Unternehmen ergeben sich somit Herausforderungen im Hinblick auf

- » die Gewinnung von Fachkräften durch frühzeitige Kontaktaufnahme und Bindung sowie durch attraktive Arbeitsbedingungen
- » die Anpassung von Prozessen zur Kompensation des Mangels
- » die Weiterbeschäftigung älterer Arbeitnehmer mit entsprechend angepassten Arbeitsaufgaben und Arbeitsbedingungen
- » die Qualifizierung von Arbeitskräften, um geforderte Kompetenzprofile zu generieren
- » die Integration von bisher nicht berücksichtigten Bevölkerungsgruppen (Ausländer, erhöhter Frauenanteil usw.)

Ein gemeinsames Ziel von Wirtschaft und Politik muss es in diesem Zusammenhang sein, für attraktive Rahmenbedingungen in der Arbeit, der Region sowie der Infrastruktur zu sorgen.

## 2.4 Produktionsspezifische Trends

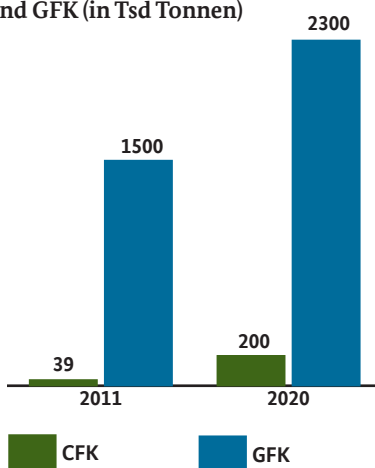
### 2.4.1 Neue Materialien, Technologien und Konvergenzen

Entwicklungen im Material- und Technologiebereich werden zum einen getrieben durch äußere Entwicklungen wie Ressourcenknappheit, Energiewende usw. Zum anderen entstehen im Rahmen der Grundlagenforschung neue Materialien und Verfahren, die einerseits einen konkreten Bedarf decken, andererseits aber auch Bedarf erst wecken, da sie grundlegend neue Eigenschaften besitzen oder Funktionen realisieren und damit Bestehendes grundlegend verbessern können. Tabelle 2 gibt einen Überblick über als zukunftsweisend eingestufte Technologien und damit verbundene Branchen. [34] [10] [35] [7] [45]

Im Bereich Materialeinsatz gewinnt der Leichtbau aufgrund von zunehmender Rohstoffknappheit, gestiegenen Rohstoffpreisen und Forderungen zur Energieeffizienz zunehmend an Bedeutung: In Fahr- und Flugzeugen kann damit Treibstoff und Energie gespart werden. Glasfaserverbundwerkstoffe sind außerdem eine wichtige Grundlage für die Windenergie. Zum Leichtbau zählen neben Verbundwerkstoffen wie GFK und CFK auch Aluminium, Metallschaum und Werkstoffverbunde. Das größte Wachstum wird für den CFK-Markt, vor allem aufgrund der Nachfrage aus der Automobilbranche, erwartet. (vgl. Abb. 20) Die allgemein anerkannte Meinung ist, dass es den „besten“ Werkstoff nicht geben wird. In der Regel werden Hybridprodukte, die die jeweiligen Vorteile verschiedener Werkstoffe kombinieren, die beste Wahl sein, so z.B. in Windkraftanlagen, in denen Komponenten aus Stahl, Beton, Glasfaser usw. kombiniert werden. [40]

Einen interessanten Ansatz stellen in diesem Zusammenhang integrierte Werkstoffe dar: Diese bestehen bspw. aus Metall oder Kunststoff oder aus einer Kombination von beiden und enthalten zusätzlich elektronische oder optische Komponenten zur Realisierung bestimmter Funktionen. Zur Herstellung neuer Produkteigenschaften wurden weiterhin sog. smarte Materialien (z.B. Nanoröhrchen, Oberflächenbeschichtungen, selbstheilende Werkstoffe etc.) entwickelt,

Abb. 20: Prognostizierter Bedarf an CFK und GFK (in Tsd Tonnen)



Prognosen gehen von 160-200 Tsd Tonnen CFK-Bedarf im Jahr 2020 aus. Im Vergleich dazu wird der Bedarf an „klassischer GFK“ für Windräder oder bisherige Automobilteile, Stoßfänger, LKW Fahrerhäuser, Bootsbau etc. auf 2,3 Mio. Tonnen für das Jahr 2020 geschätzt. [7]

Branche	Technologien (Auswahl)
Ernährung & Gesundheit (Life-Science)	Erzeugung und Verarbeitung, Biotechnologien (Dünger & Gentechnologie), Wassersammlung, -aufbereitung, -verteilung, Nanotechnologie, Biotechnologie, Medizintechnik
Information, Digitale Kommunikation, integrierte Systeme und Netze	Internet, Cyberphysische Systeme, Infrastrukturen, neue Komponenten, Intelligente Systeme, Software
(Neue) Materialien & Recycling	Leichtbau, heterogene Naturmaterialien, Werkstoffkombinationen, intelligente Materialien, Werkstoffaufbereitung
Energie (Erzeugung, Speicherung & Effizienz)	Photonik, Batterietechnik, Beleuchtung
Mobilität, Luft- & Raumfahrt	Intermodalität & Vernetzung, Informations- und Kommunikationstechnologie, Leichtbau, Bionik

die auf der Konvergenz der klassischen Materialwissenschaft/Werkstofftechnik und anderer Fachgebiete basieren. (Beispiele: Smarte Elastomere, Piezoelektrische Materialien)

Des Weiteren wird davon ausgegangen, dass neben dem effizienten Rohstoffeinsatz das Ersetzen herkömmlicher Materialien durch nachwachsende Rohstoffe an Bedeutung gewinnt. [4] [16] Zu nennen sind hier bspw. Stoffe wie Holz oder Naturfasern, die bereits in Automobilen sowie in der Fördertechnik (vgl. Bsp. 4) eingesetzt werden. Nachwachsende Rohstoffe bieten ein erhebliches Potenzial im Sinne des nachhaltigen Wirtschaftens, bringen aber aufgrund ihrer Eigenschaften die Herausforderung mit sich, mit natürlichen Schwankungen und Inhomogenitäten umzugehen. [4] Ein weiterer Lösungsansatz zur Behebung des Rohstoffmangels ist die Wiederverwertung wichtiger Materialien. Als Beispiel dafür steht das Recycling von Elektroschrott sowie die Rückgewinnung von (seltenen bzw. teuren) Metallen, womit nach einer Studie des United Nations Environment Programme deutliches Potenzial geschaffen werden kann. [37] [53] Statistiken zeigen, dass Deutschland hier bereits auf einem guten Weg ist (vgl. Abb. 21). Auch die Wieder- bzw. Wiedernutzung (Retro-Fitting) von Produktionsanlagen bietet vielfach noch ungenutzte Möglichkeiten.

Mit neuen Materialien können Produkte energieeffizienter und ressourcenschonender hergestellt werden. Das bietet für Produktionsunternehmen die Chance, auf äußere Zwänge, bspw. gesetzliche Vorgaben oder Kundenforderungen, proaktiv zu reagieren. Gleichzeitig kann die Wettbewerbssituation durch eine veränderte Kostenstruktur verbessert werden. Weiterhin ermöglichen neue Materialien auch neue Produkteigenschaften und somit die Erfüllung anderer oder erweiterter Kundenwünsche und damit die Chance zur Erschließung zusätzlichen Marktpotenzials. Die neuen Materialien bringen aber auch die Herausforderung mit sich, erstens neue bzw. veränderte Eigenschaften bei der Produktentwicklung zu berücksichtigen und zweitens Prozesse zur Materialver- und -bearbeitung zu beherrschen.

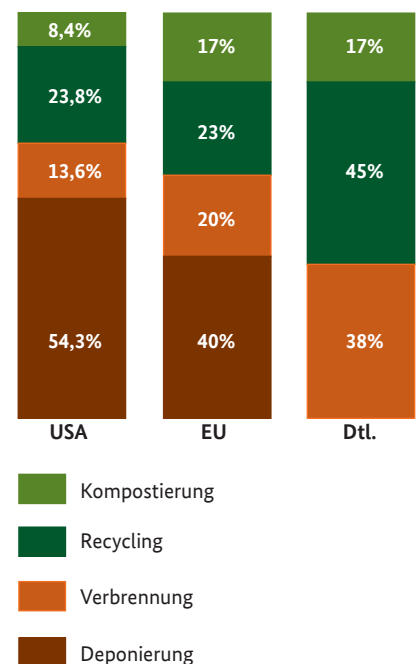
Im Bereich Produktionstechnologie sind vor allem generative Fertigungsverfahren, Drucktechnologien und Beschichtungen als Entwicklungen mit zukünfti-

**Tabelle 2: Zukunftstechnologien & -branchen**

#### Bsp. 4

In einem Projekt der Professur Fördertechnik der TU Chemnitz mit drei Partnern aus der Industrie entwickelten die Forscher die Bauweise für ein modulares Gestellsystem aus WVC und bauten einen Prototyp einer Transportrollenbahn aus Sperrholz. Die verwendeten Holz furnierlagenverbundwerkstoffe (WVC) zeigen sich klassischen Metallwerkstoffen wie unlegiertem Baustahl oder Standard-Aluminiumlegierungen ebenbürtig, in Bezug auf bspw. Schall- und Schwingdämpfung sogar überlegen. Weitere Forschung ist nötig, um weitere Kostensenkung in der Bauteilherstellung, die Umsetzung einer Serienfertigung der Bauweise sowie deren Anpassung und Weiterentwicklung an andere technisch sinnvolle Anwendungen zu erreichen. [36]

**Abb. 21: Recyclinganteil im Abfall**



Quelle: OECD, Eurostat

### Bsp. 5: Exakt anatomisch angepasste Ohren und Knochen aus dem 3D-Drucker

Ausgehend von einem 3D-Bild des Ohrs eines fünfjährigen Mädchens haben biomedizinische Techniker und Ärzte der Cornell University in einer Studie beschrieben, wie mit 3D-Drucktechnik und Gelen aus lebenden Zellen Ohren produziert werden können, die menschlichen Ohren gleichen und patientenspezifisch geformt sind.

Lt. der US-Firma Oxford Performance Materials (OPM) liegt der Vorteil des 3D-Druckens darin, dass sich genau an die individuelle Anatomie angepasste Implantate herstellen lassen, die Ersatzknochen billiger, die Operationszeit kürzer u. der Eingriff weniger gefährlich sind. [38]

gem Potenzial hervorzuheben. Generative Fertigungsverfahren und Drucktechnologien ermöglichen zum einen eine effiziente Rohstoffnutzung, zum anderen die Herstellung kundenindividueller Einzellösungen mit vertretbarem Aufwand. Jüngst diskutierte Anwendungsbereiche finden sich bspw. in der Medizintechnik (vgl. Bsp. 5). 3D-Druck und andere Verfahren wie NearNet-Shape [4] erfordern im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung eine recyclinggerechte Konstruktion der Bauteile. Beschichtungen ermöglichen ebenfalls die effiziente Funktionsintegration bei Bauteilen und Produkten. Hier spielen sowohl spezifische Materialeigenschaften als auch Verfahren zur Kombination der Materialien eine entscheidende Rolle. [41]

Der bereits genannte Trend zur Rohstoffaufbereitung und -wiederverwendung ist verbunden mit der Entwicklung neuer Verfahren. So existieren bspw. für das Recycling von Solarzellen, CFK-Verbunden und die Wiedergewinnung seltener Erden derzeit kaum anwendbare, massentaugliche Verfahren (vgl. Bsp. 6). Eine weitere entscheidende Entwicklung ist in der Konvergenz von Technologien zu sehen. [39] Hierbei wachsen verschiedene Verfahren, bspw. aus Maschinenbau, Elektronik, Bionik, Nanotechnik usw. zusammen, um Forderungen nach Effizienz und Individualität wirksamer erfüllen zu können. Diese Entwicklung wird auch vom BDI prognostiziert, der als Mittel zur Erschließung neuer Technologien die branchenübergreifende Wertschöpfung propagiert.

### Bsp. 6

Das aktuelle CFK-Recycling-Potenzial in Europa wird bspw. mit ca. 3000 t/a beziffert. [39] Das Potenzial bei GFK ist aufgrund der Verwendung im Bereich Windenergie entsprechend größer: Für das Jahr 2020 wird eine jährliche „Rotorblattmenge“ von ca. 18.000t angenommen. Grund dafür sind mehr installierten Anlagen und der Ablauf der ersten Lebenszyklen der ersten Windanlagen (Lebensdauer ca. 20 Jahre). [51]

Beispiele für neuere Entwicklungen sind die Beschichtung von Materialien mit Nano-Teilchen sowie bionische Prinzipien in der Produktgestaltung und Robotertechnik. Wie in der Materialnutzung auch, bieten neue Technologien die Chance, neue Funktionen und Eigenschaften zu realisieren, bringen aber auch die Herausforderung mit sich, die Prozesse zu beherrschen und sinnvoll in bestehende Systeme zu integrieren.

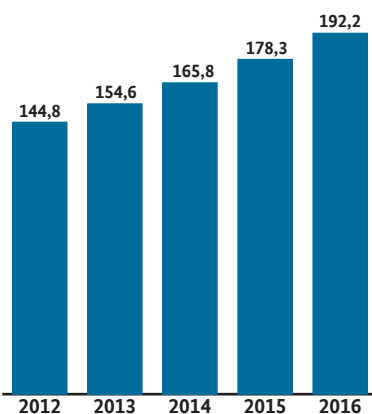
## 2.4.2 Digitale Durchdringung und Wissensvernetzung

Die Digitalisierung und Informatisierung aller Lebensbereiche stellt eine bedeutende Entwicklung dar und betrifft auch die unternehmensinternen und -übergreifenden Wertschöpfungsketten. Getrieben wird die Entwicklung von der Leistungsfähigkeit der Informationstechnologie – einerseits der Hardware (Moore'sches Gesetz), andererseits der zunehmenden Vernetzung (vgl. Abb. 22). Im Zusammenhang mit der Allgegenwärtigkeit der Informationstechnologie spricht man von ubiquitären Systemen bzw. von ubiquitärer Intelligenz, sofern selbstständige Problemlösungen und Anpassungen durch das autonome Zusammenspiel verschiedener (künstlicher, virtueller) Akteure möglich sind. [42] [3] [4] [15]

Die Digitalisierung öffnet den Weg zu völlig neuen Verfahren, Vorgehensweisen und Anwendungen in Wertschöpfungsketten und Geschäftsprozessen:

- » Digitale Produktentwicklung und digitales Produktdaten- bzw. Produktlebenszyklusmanagement
- » Digitale Auftragsabwicklung – im und zwischen Unternehmen sowie zwischen Unternehmen und Endkunden
- » Steuerung globaler und lokaler Logistikprozesse
- » Rückverfolgung und Dokumentation
- » Maschinenzustandsüberwachung und vorausschauende Instandhaltung
- » Simulationsmodelle auf globaler Ebene (bspw. intermodale Logistik) sowie auf Arbeitsprozeessebene (bspw. Digitales Menschmodell, vgl. Bsp. 7).

Abb. 22: Prognose zur Anzahl der täglich versendeten E-Mails weltweit (in Mrd)



Quelle: Statista (2013)

Die Möglichkeit zur eindeutigen Adressierung sowie die Nutzung entsprechender Sensorik, Datenspeicher (bspw. RFID) in Verbindung mit einer leistungsfähigen Vernetzung erlauben die Verfolgung einzelner Produkte bzw. deren Bestandteile zu jeder Zeit. Man spricht in diesem Zusammenhang vom „Internet der Dinge“, in dem eine Vernetzung aller Akteure und Objekte möglich wird. [39] [44]

Auf Fabrikebene fördert diese Entwicklung das Entstehen sog. Cyberphysischer Produktionssysteme, in denen einzelne Produktionsschritte sensorgestützt untereinander vernetzt sind, was eine digitale Integration von Material und Produkt entlang der kompletten Wertschöpfungskette ermöglicht. Dadurch wird eine selbstorganisierte Interaktion der Produktionssysteme innerhalb und außerhalb einer Fabrik realisierbar. Eine stärker kundenorientierte, flexiblere Fertigung, weg von zentraler, unflexibler Planung und hin zu dezentraler, autonomer Steuerung ist damit denkbar. [45] Dies führt zur Vision, dass „das Produkt seine Produktionsprozesse selbst steuert“. [50] Dass diese Entwicklung noch Potenzial bietet, zeigen zukünftige Entwicklungsrichtungen, bspw. für

- » Hardware-Komponenten wie Sensorik oder Energieversorgung
- » Software-Komponenten wie semantische Technologien, Integrationssysteme
- » große und anwendungsspezifische Netzwerke von intelligenten Objekten und deren Integration in bestehende Prozesse

Auch zur Gestaltung von Produkten und Leistungen, die aktuelle bzw. zukünftige Bedürfnisse erfüllen, kann die „digitale Welt“ einen immensen Beitrag leisten. Als Beispiel seien hier Anwendungen wie die Service-Robotik oder eine neue Funktionalität im Lebensumfeld/Wohnbereich (sog. Ambient Assisted Living, vgl. Bsp. 8) genannt werden. Getrieben werden derartige Entwicklungen v.a. durch bessere Sensorik sowie durch die Möglichkeiten künstlicher Informationsverarbeitung. Der Servicerobotik wird nicht nur Bedeutung im Wohn- und medizinischen Bereich zugesprochen, sondern auch für Produktionsprozesse: Studien gehen bspw. davon aus, dass 2025 derartige Systeme zentrale Elemente der Wertschöpfungskette sein werden. [39]

Die ständig zunehmende Datenmenge, die in Unternehmen sowie im Internet allgemein entsteht, bietet die Chance, gezielt nach bisher unbekannten Zusammenhängen zu suchen und diese für die Gestaltung von Produkten (auf Basis von Kundenbedürfnissen) oder Prozessen (bei erkannten bzw. vorhergesagten Abweichungen) zu nutzen. Diese Entwicklungen werden mit Big Data bezeichnet, die Anwendungen und Algorithmen selbst kennt man unter der Bezeichnung Data Mining oder Business Intelligence. Weiterhin eröffnen verfügbare Daten sowie die Vernetzung die Chance zur effizienten Zusammenarbeit in kreativen und in Wissensbereichen. Wissen ist dabei die einzige Ressource, die sich vermehrt, wenn sie zuvor geteilt wird.

Neue Technologien wie Virtual oder Augmented Reality oder Smart Devices unterstützen die Zusammenarbeit in Unternehmen sowie zwischen verschiedenen Akteuren. Informationen können kontextbezogen gefiltert und nutzerspezifisch zur Verfügung gestellt werden (vgl. Bsp. 9). Entscheidungen und Zusammenarbeitsprozesse werden damit vereinfacht, laufen schneller ab und führen zu besseren Ergebnissen.

Die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung führt aber auch zu Gefahren wie der Cyberkriminalität (Computerbetrug, Betrug mit Zugangsberechtigung zu Kommunikationsdiensten, Fälschung beweisbarer Daten, Täuschung im Rechtsverkehr bei Datenverarbeitung, Datenveränderung/Computersabotage sowie Ausspähen, Abfangen von Daten einschl. Vorbereitungshandlungen).

#### Bsp. 7

Die Nachwuchsforscherguppe „The Smart Virtual Worker (SVW) - Digitale Menschmodelle für die Simulation industrieller Arbeitsvorgänge“ an der TU Chemnitz entwickelt ein Werkzeug zur besseren, altersgerechten Arbeitsplatzgestaltung. Ziel des Projektes ist es, die aktuell nur in sehr begrenztem Maße berücksichtigten Altersfaktoren wie die Veränderungen in der Beweglichkeit und der Wahrnehmung in die Modellierung des virtuellen Arbeiters einzubeziehen. [43]

#### Aktuelle Entwicklungen

IBM geht davon aus, dass Computer in fünf Jahren die fünf menschlichen Sinne ansprechen oder sogar imitieren können. Sie sind überzeugt, dass Computer immer besser mit komplexen Informationen umgehen können und weniger von fertiger Software abhängig sein werden. Stattdessen werden sie selbstständig lernen können und verstärkt so denken, wie wir Menschen es tun.

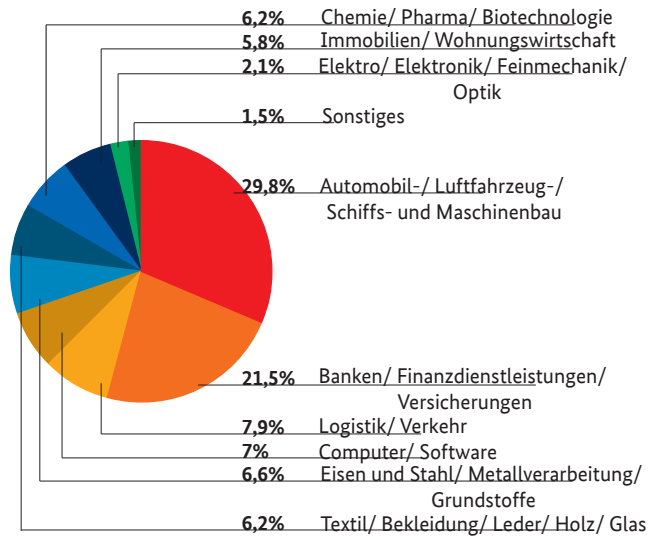
Fühlen - man wird in der Lage sein über das Telefon etwas zu berühren. Sehen - ein Pixel wird mehr als tausend Worte beinhalten. Hören - Computer hören worauf es ankommt. Schmecken - digitale Geschmacksknospen helfen Menschen intelligenter zu essen. Riechen - Computer werden einen Geruchssinn haben. [46]

#### Bsp. 8

Ambient Assisted Living (AAL) beschäftigt sich mit der Erforschung neuer Konzepte, Dienstleistungen und Produkte, die moderne Technologien und das soziale Umfeld miteinander verbinden. Vordergründiges Ziel ist es, die Lebensqualität aller Altersschichten durch geeignete assistierende Systeme zu erhöhen sowie das selbstbestimmte Leben und die Mobilität eingeschränkter Personen zu bewahren. [53]



**Abb. 23: Durch Cyberkriminalität geschädigte Branchen**



Quelle: cooperate trust [47]

Der Maschinenbau scheint dabei eines der Hauptangriffsziele zu sein (vgl. Abb. 23). Dies ist einerseits ein Risiko, mit dem Unternehmen umgehen müssen, andererseits existiert damit für IT-Unternehmen und Dienstleister ein entsprechendes Marktpotenzial. [47]

#### Bsp. 9

Angereicherte Realität oder Augmented Reality kann beispielsweise zur Handhabung von Adhoc Prozessen in der Logistik genutzt werden. Im Beispielbild werden dem Nutzer Standort und kontextbezogene Informationen zu Objekten und Prozessen in seiner Umgebung (im Blickfeld) in Echtzeit auf mobilen Geräten wie Smartphones angezeigt und ermöglichen so schnellere Prozesse. [52]

Die wachsende Leistungsfähigkeit der IT, die Vernetzung sowie die enorme verfügbare Datenmenge bergen für Unternehmen ein immenses Potenzial, um Wissen, Kundenbedürfnisse sowie technische und verhaltenswissenschaftliche Zusammenhänge zu generieren und diese gezielt für die Produktentwicklung sowie für die Prozessgestaltung und -steuerung zu nutzen. Gleichzeitig müssen Herausforderungen wie angepasste organisatorische Prozesse, einheitliche Schnittstellen und Standards, zunehmende Komplexität und Mensch-Maschine-Schnittstellen bewältigt werden.

#### 2.4.3 Dynamisierung und Wandel der Kundenanforderungen

Ständig neue technische Entwicklungen (auch getrieben durch die weltweite Vernetzung und die damit einhergehende Wissenszunahme), der bereits genannte Wertewandel (Bedeutung der Individualität) und eine dynamische Nachfrage nach neuen Produkten mit neuen Funktionen führen zu einem hohen Anpassungsdruck bei der Gestaltung und Vermarktung von Produkten und Leistungen. Daraus folgen eine steigende Anzahl an Produktvarianten sowie kürzere Produktlebenszyklen. [42] [4]

Mit einer erhöhten Variantenzahl reagieren Unternehmen auf spezifische Wünsche ihrer Kunden, die durch regionale und kulturelle Besonderheiten oder durch die spezifische Lebenssituation gegeben sein können. Beispielhaft kann die Variantenvielfalt im Bereich Automobil genannt werden, bei der die Hersteller mit ihren Modellen zunächst auf länderspezifische Anforderungen eingehen (vgl. Tabelle 3) und bei denen es darüber hinaus noch eine Vielzahl weiterer Konfigurationsmöglichkeiten (Motor, Ausstattung, Infotainment, Sicherheit) gibt.

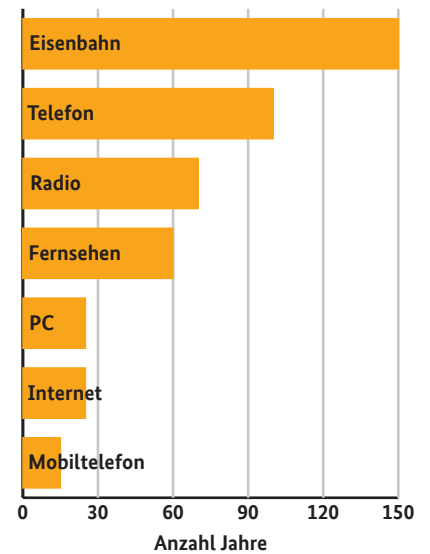
Nach Studien der Credit Suisse hat sich die Zeit, die ein Produkt von der Erfindung bis zu einer Marktdurchdringung von 80% benötigt, zunehmend beschleunigt (vgl. Abb. 24). [14] Die kürzeren Lebenszyklen sind dabei nicht unbedingt technischer Natur; stattdessen veraltet oder verschleißt ein Produkt in der Wahrnehmung der Kunden, weil auf dem Markt neuere technische Lösungen verfügbar

sind. Ursächlich kann auch der rasche Wandel von Modeströmungen (sogenannte „Endkundentrends“) sein, der wiederum zu Innovationsdruck und Technologiewandel führt und sich in neuen Produktgenerationen äußert. [4] Wichtige „Endkundentrends“ sind z.B. kollaborative Konsumformen, die wachsende Bedeutung der Kundenbindung sowie der ökologischen und sozialen Dimensionen der Produkte. [3] [2]

Konträr zur marktgetriebenen Verkürzung der Produktlebenszyklen gibt es mittlerweile auch Forderungen nach längerer Haltbarkeit. Ebenso sind Kunden bereit, für Reparatur und längere Lebensdauer zu bezahlen. [48] Die Verkürzung von Produktlebenszyklen muss nicht immer eine Änderung am physischen Produkt mit sich bringen, oftmals reichen zusätzliche Module oder ein Softwareupdate aus, um den entsprechenden Marktbedarf zu befriedigen. Dies gilt insbes. in der Informations- und Elektrotechnik-/Elektronik-Branche sowie für Produkte mit einem hohen Elektronik- bzw. Automatisierungsanteil.

Eine weitere, insbes. für Produktionsunternehmen relevante Entwicklung stellt die Orientierung des Kunden am (kurzfristigen) Nutzen statt am physischen Produkt dar. Diese ist getrieben durch dynamische Umfeldveränderungen, die es beispielsweise erschweren, den langfristigen Nutzen einer Investition zu bewerten. Produkte bzw. deren Funktionen werden nur solange genutzt, wie der entsprechende Bedarf vorhanden ist. Eine Veränderung des Bedarfs führt zu neuen Anforderungen, die ggf. neue Produkteigenschaften oder -funktionen erforderlich machen. Der Besitz eines Produkts erschwert in diesem Fall den Wechsel bzw. die Reaktion auf die veränderten Anforderungen.

**Abb. 24: Zeitdauer, bis eine Erfindung sich durchsetzt (d.h. eine Marktdurchdringung von 80% erzielt)**



Quelle: Comin & Hobjin 2004

Marke	Modell	Basis-Varianten			
		Deutschland	Frankreich	UK	Russland
Audi	A4	192	138	68	16
	S4	4	2	5	4
	RS4			3	
	A5	15	53	27	2
	S5	2	2	1	1
	A6	41	146	62	31
	S6	2	2	2	1
	RS6	2	2	2	2
Volkswagen	Passat	94	51	31	10
	Passat Variant	94	52	31	9
	Passat CC	8	22	11	5
	Scirocco	7		7	
Renault	Laguna	14	46	23	11
	Laguna Coupé	2	13	7	
	Laguna Grandtour	17	44	20	3
Toyota	Avensis	33	22	26	9
	Avensis 2008			32	
Hyundai	Coupé	4	1	3	4
	Sonata	14	2	3	7

**Tabelle 3: Beispiel zur Produktdiversität im Mittelklasse-Segment**

Quelle: Synovate Motorresearch Germany/ KPMG

**Bsp. 10**

Anbieter wie moovel, routeRANK oder mobiliate zeigen, wie Mobilität in Zukunft organisiert werden kann. Unabhängig vom Verkehrsmittel planen diese (mobilen) Dienste die günstigste Route von A nach B, auf Wunsch gefiltert nach Preis, CO<sub>2</sub>-Ausstoß oder Reisezeit.

Erkennen lässt sich das am Beispiel der Mobilität. Die Bedeutung des individuellen Fahrzeugs (Besitz) sinkt, stattdessen wird eine flexible Mobilitätsleistung erworben (vgl. Bsp. 10). Weitere Beispiele sind das sog. Contract Manufacturing und das Foundry Prinzip. Bei ersterem verkauft der Anlagenhersteller die Maschine nicht mehr an den Kunden sondern stellt lediglich eine Leistung zur Produktion bestimmter Teile in bestimmter Menge und Qualität bereit. Bei letzterem spezialisieren sich Unternehmen auf die Produktion bestimmter Erzeugnisse (bspw. Mikrochips), um sog. Skaleneffekte auszunutzen, die Entwicklung der Produkte selbst bleibt in der Verantwortung ihrer Kunden (vgl. Bsp. 11).

Die Dynamisierung der Produktlebenszyklen sowie der Trend zur Individualisierung führen dazu, dass sich Unternehmen verstärkt auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren und die Wertschöpfungstiefe reduziert wird. Die damit verbundene Vergabe von Fertigungsaufgaben an andere Unternehmen gilt als weiterer Produktionstrend. [15] Damit einher geht ein höherer Grad an Arbeitsteilung. Insbesondere die Fertigung kundenindividueller Produkte in kleinen Losgrößen zieht temporäre Wertschöpfungsstrukturen und modulare Produkte nach sich. Sowohl in unternehmensexternen Fertigungsverbünden als auch im Unternehmen selbst sollen rasche Wandlungsfähigkeit in Organisation und Technik für die nötige Flexibilität sorgen. Daher gelten (Wertschöpfungs-) Cluster als zukunftssträchtige Unternehmensform. [2] [20]

**Bsp. 11**

„Global Foundries“ wurde 2008 aus einem Zusammenschluss von AMD und ATIC gegründet. Der Halbleiterhersteller betreibt ausschließlich Auftragsfertigung mit dem Ziel, der erste wirklich globale Fertiger der Branche zu sein. [49]

Die Forderung nach spezifischen und individuellen Produkten verlangt von der industriellen Produktion ein hohes Maß an Flexibilität sowie eine Verkürzung aller Zeitanteile – angefangen bei der Produktentstehung/-entwicklung bis hin zur Herstellung. Unternehmen müssen technische und Grundlagenentwicklungen schnell aufnehmen und in die eigenen Portfolios und Prozesse integrieren. Die Modularisierung von Produkten sowie technisch-organisatorische Lösungen wie eine möglichst späte Variantenkonfiguration bieten Ansätze zur Beherrschung dieser Herausforderungen. Weiterhin tragen Zusatzleistungen (industrielle Dienstleistungen) sowie der erhöhte Softwareanteil von Produkten bei, auf individuelle Bedürfnisse einzugehen, Eigenschaften und Funktionen dynamisch anzupassen und sich damit am Markt zu differenzieren. Die Veränderung vom physischen Produkt hin zur Nutzen-Orientierung bedeutet, dass Unternehmen nicht nur ihr Leistungsangebot verändern müssen, sondern dass auch Prozessorganisation (Auftragsabwicklung) und Geschäftsmodelle generell anzupassen sind. [22] [15]

## 2.5 Zusammenfassung: Trends als Chancen und Herausforderungen für die Produktion

Die beschriebenen Trends sind für produzierende Unternehmen Chancen und Herausforderungen zugleich. Diese sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Die Entwicklungen lassen sich weiterhin entsprechend ihrer Auswirkung auf die Wertschöpfungskette bewerten. Dabei wurde unter Nutzung des eingangs vorgestellten Grundmodells in Beschaffungs-, Prozess- und Markt- bzw. Kundenseite unterschieden. Die Bewertungen in Tabelle 5 geben entsprechende Tendenzen wieder.

Die Analyse verdeutlicht, dass es kein Trend nur auf einzelne Bereiche eines Unternehmens wirkt. Effekte auf der Beschaffungs- und Marktseite haben notwendigerweise auch Einflüsse auf die Unternehmens- oder unternehmensübergreifenden Prozesse. Insbesondere technologische Entwicklungen wirken



naturgemäß am unmittelbarsten auf Prozessseite, eröffnen vielfach aber auch Chancen für neue Märkte und Produkte.

Weiterhin ist zu erkennen, dass sich durch alle Entwicklungen Chancen für Produktionsunternehmen bieten, ihre Markt- oder Wettbewerbsposition zu verbessern. Allerdings sind diese Chancen stets auch mit Herausforderungen verbunden. Dies bedeutet, dass sich Unternehmen wandeln müssen und Strukturen, Prozesse, eingesetzte Technik, Geschäftsmodelle usw. zu überdenken und anzupassen sind. Dies geht einher mit einem Transformationsprozess, der i. d. R. das gesamte Unternehmen, v. a. aber die dort arbeitenden Menschen betrifft.

**Tabelle 4: Chancen und Herausforderungen einzelner Trends**

Trends	Chancen	Herausforderungen
<b>Globale Trends</b>		
Internationalisierung Globalisierung Wachstumsmärkte	neue Märkte, Ausnutzen von Synergieeffekten und Kostenpotenzialen	erhöhter Wettbewerb, erhöhte Komplexität durch globale Lieferketten, (inter-)kulturelle Kompetenzen (Produktentwicklung, Produktion, Beschaffung und Vertrieb), Intellectual Property
neue/ veränderte politische Weltordnung: Multipolare Welt, zunehmende Instabilität  Ressourcenknappheit, Ressourcenkosten, Umwelt und Klima	neue Absatzpotenziale, z.B. Sicherheitstechnik  Aufbau von Alleinstellungsmerkmalen durch effiziente Ressourcennutzung, Image-Entwicklung („grüne Produkte“)	Instabilität von Abläufen/ Lieferketten, Cyberkriminalität  neue Verfahren, neue Produkte, Veränderung der Kostenstrukturen, gesetzliche Auflagen
Wissensgesellschaft  Wertewandel, veränderte Konsummuster	Transfer von Wissen in Produkte und Prozesse, verbesserte/ erweiterte Grundlage für Entscheidungen und Ideen  Differenzierungsmöglichkeiten für Unternehmen, zusätzliche Quellen für Ideen, stärkere Kundenorientierung, neue Geschäftsmodelle	Komplexitätsbeherrschung, Sicherheit, Lernprozesse/Wissensmanagement  Ausbalancieren von notwendiger Flexibilität, Zeit und Kosten, Integration des Kunden in den Unternehmensprozess
Urbanisierung, Gesundheit, Mobilität	neue Marktchancen, verbesserte infrastrukturelle Voraussetzungen	neue Arbeits- und Lebenswelten, Erhöhung der Komplexität, erhöhter Wettbewerb, Konzentration vs. Diversifikation
<b>Regionale Trends</b>		
Demografie	Erfahrungswissen der Mitarbeiter nutzen, neue Produkte	Verfügbarkeit von Fachkräften, Anpassung von Arbeitsaufgaben, Arbeitsmitteln, Arbeitsumgebung
Urbanisierung, Raumentwicklung	Attraktivität für Mitarbeiter und Identifikation mit dem Unternehmen	flexible und angepasste Arbeitsorganisation (Arbeitszeiten, Telearbeit), Verfügbarkeit von Infrastruktur und Fachkräften
<b>Produktionsspezifische Trends</b>		
neue Materialien, Technologien und Konvergenzen	neue Produkte, neue Funktionen, Diversifikation, Effizienzverbesserungen, Lernen von der Natur	erhöhte Komplexität, Prozessbeherrschung (Qualität, Robustheit), Flexibilität und Anpassungsfähigkeit der Produktionstechnik
Digitale Durchdringung und Wissensvernetzung	erhöhung der Prozesseffizienz, verbesserte Steuerungsmöglichkeiten	erhöhte Komplexität, Beherrschung der Informationsmenge und -vielfalt, Sicherheit, Nutzerschnittstellen und -akzeptanz, infrastrukturelle Voraussetzungen
Dynamisierung und Wandel der Kundenanforderungen	erhöhtes Marktpotenzial, Diversifizierung, Alleinstellungsmerkmale, neue Geschäftsmodelle (zusätzlicher Ertrag)	Zeit und Flexibilität als Wettbewerbskriterium, neue Geschäftsmodelle erfordern neue Prozesse und Kompetenzen, Finanzierung, Amortisation von Produktionstechnik

Diese Transformation zu gestalten, ist Aufgabe des Managements. Dabei müssen Veränderungen auf einer Strategie, d. h. auf einer langfristigen Orientierung basieren. Für das Unternehmen relevante Entwicklungen sind zu identifizieren und mit den vorhandenen Kompetenzen, Stärken und Schwächen abzugleichen.

Abschließend ist festzustellen, dass eine zeitliche Einordnung der Entwicklungen schwerfällt und daher hier auch nicht näher diskutiert wird. Globale Entwicklungen sind meist auf einem hohen Abstraktionsniveau formuliert. Da es sich um Megatrends handelt, ist von einer langfristigen Perspektive auszugehen. Regionale Entwicklungen basieren auf statistischen Daten und entsprechenden Hochrechnungen. Bestimmte Effekte (Rückgang Geburtenrate, Fachkräftemangel) sind bereits spürbar. Zu technischen Trends existieren etliche qualitative Aussagen; naturgemäß werden konkrete Aussagen – die hier auch verarbeitet wurden – eher mit kurz- bis mittelfristiger Perspektive getroffen.

**Tabelle 5: Bewertung der Trends hinsichtlich ihrer Wirkung**

**Legende**

- - direkte, unmittelbare Wirkung
- ◐ - indirekte Wirkung
- - keine oder nur geringe Wirkung

Trend	Auswirkungen		
	Beschaffung	Prozess	Markt/Kunde
Globale Trends			
Internationalisierung, Globalisierung, Wachstumsmärkte	●	◐	●
Politische Weltordnung, Instabilität	●	○	●
Ressourcenknappheit, Ressourcenkosten, Umwelt & Klima	●	●	◐
Wissensgesellschaft	○	◐	●
Wertewandel, veränderte Konsummuster	○	●	●
Urbanisierung, Gesundheit, Mobilität	○	◐	●
Regionale Trends			
Demografie	●	●	◐
Urbanisierung, Raumentwicklung	◐	●	○
Produktspezifische Trends			
Neue Materialien, Technologien und Konvergenzen	◐	●	◐
Digitale Durchdringung und Wissensvernetzung	○	●	◐
Dynamisierung und Wandel der Kundenanforderungen	○	●	●

# 3 Perspektiven des ostdeutschen Maschinenbaus: Auswirkungen von Trends und Entwicklungen

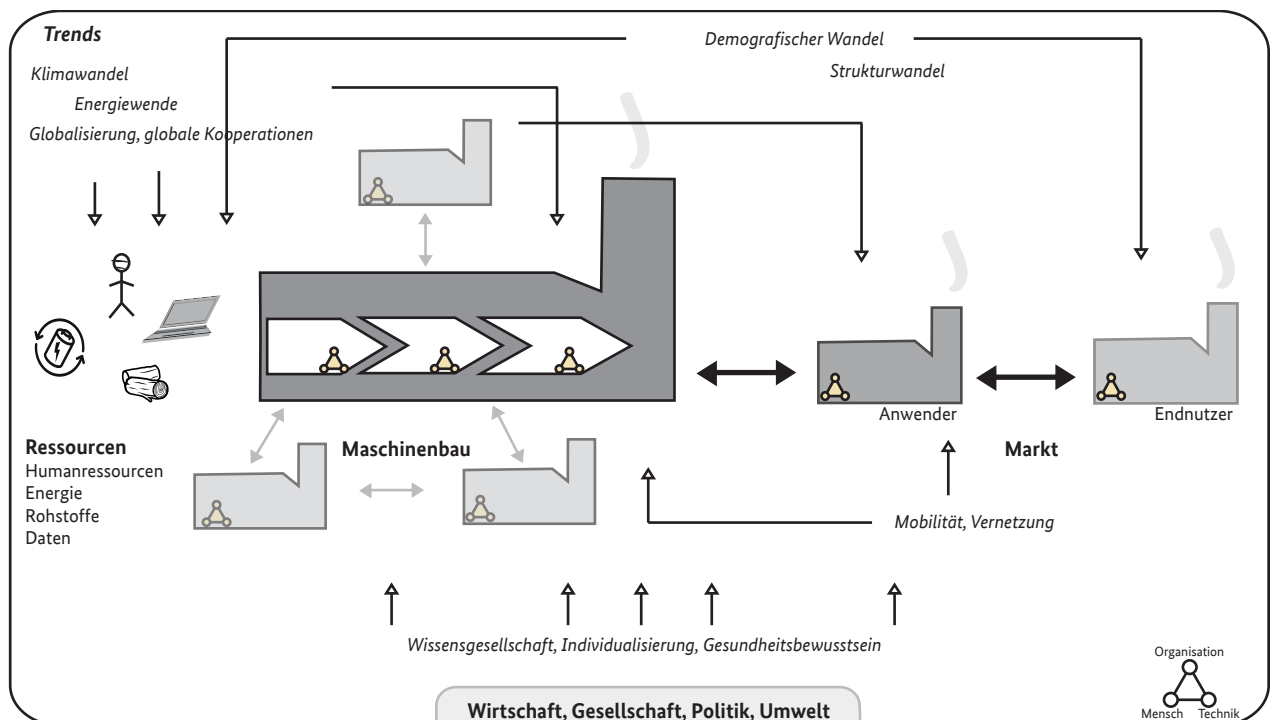
## 3.1 Überblick

Nachdem im vorhergehenden Abschnitt die allgemeinen Entwicklungen mit Bezug zu produzierenden Unternehmen dargestellt und diskutiert wurden, stehen in diesem Kapitel die Auswirkungen dieser Entwicklungen speziell auf den Maschinen- und Anlagenbau im Osten Deutschlands im Mittelpunkt. Die Diskussion orientiert sich am Modell der Wertschöpfungskette, d.h. es werden Auswirkungen unterschieden, die hauptsächlich auf Markt-/ Kundenseite, auf Beschaffungsseite oder innerhalb des Prozesses wirksam werden. Die entsprechende Systematik ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich (vgl. Abb. 25).

Auf Markt-/Kundenseite wird in die Bereiche Internationalisierung, innovative Produkte, Individualisierung und industrielle Dienstleistungen unterschieden. Auf der Beschaffungsseite stehen speziell die Verfügbarkeit und Substitution von Ressourcen, die Bedeutung von Wissen als Ressource sowie die Fachkräfteproblematik im Fokus. Aus Prozess- und Organisationssicht erfolgt die Untersuchung in die Bedeutung von Informationstechnologie und Automatisierung, Wandlungsfähigkeit und Flexibilität, neuen Prozessen und Technologien sowie neuen Organisationsformen. Aufgrund ihrer Bedeutung werden Kooperationen und überbetriebliche Wertschöpfungsketten gesondert betrachtet.

Für jeden Entwicklungsbereich werden aus den zuvor angestellten Betrachtungen Anforderungen an den Maschinen- und Anlagenbau abgeleitet. Weiterhin wird jeweils kurz auf die Ist-Situation eingegangen. Aus dem Abgleich bzw. dem entstandenen Wirkgefüge lassen sich Stärken, Schwächen, Potenziale, Chancen und Risiken ableiten.

Abb. 25: Systemmodell Wertschöpfungskette



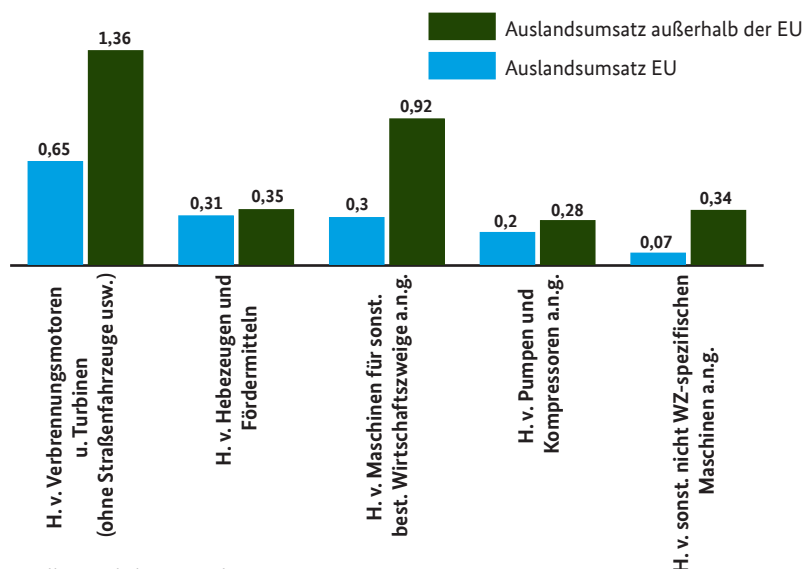
## 3.2 Veränderungen auf der Kundenseite: Produkte und Märkte

### 3.2.1 Deutscher Maschinenbau - Ausrüster der Welt

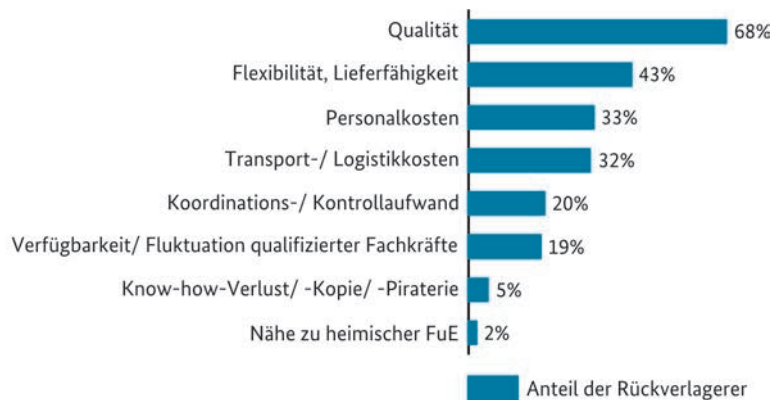
Wie in Kapitel 2 dargelegt, ist weltweit von einem wachsenden Bedarf an Konsumartikeln auszugehen. Dafür wird die entsprechende Anlagentechnik benötigt. Aufgrund von strategischen Überlegungen (Kundennähe), aus Kostengesichtspunkten (Distributionskosten) oder bedingt durch gesetzliche Vorgaben (local content Forderungen) erfolgt die Fertigung der erforderlichen Produkte nahe am Verbrauchsort, d.h. in diesem Fall in BRIC- oder „next eleven“-Staaten. Weiterhin erhalten in diesen Ländern insbesondere Entwicklungen wie Urbanisierung und die damit verbundenen Anforderungen an Infrastruktur und Mobilität sowie die nachhaltige Gewinnung und Verwertung von Ressourcen speziell in solchen Ländern eine hohe Priorität. Auch darin liegen Quellen für Wachstum. Um die genannten Anforderungen zu erfüllen sind neue und anspruchsvolle technische Konzepte erforderlich, die vor Ort zum Einsatz gebracht werden müssen. Schlussendlich bietet die Globalisierung ein für die Unternehmen Chancen auf Ressourcenzugang und Kostenminimierung.

Eine Analyse der Exportkennzahlen (aufgeschlüsselt nach Fachzweigen und Bundesländern) belegt die Bedeutung des Exportes im Maschinen- und Anlagenbau für die ostdeutschen Bundesländer. In den einzelnen Fachzweigen ist die Situation dabei unterschiedlich (vgl. Abb. 26). Darüber hinaus ist festzustellen, dass Deutschland zusätzlich für den größten Anteil des gesamten Maschinenmarktes weltweit verantwortlich ist (im Jahr 2011 = 16,5 %), gefolgt von Japan (11,8%), den USA (11,3%) und China (10%). Der Maschinen- und Anlagenbau kann damit auf ein solides Auslandsgeschäft aufbauen, wobei der deutsche und europäische Markt die Hauptabnehmer darstellen (ca. 2/3 des Exportes gehen in die EU). Erfahrungen in der Akquise ausländischer oder internationaler Kunden sowie für Liefer- und Inbetriebnahmeprozesse sind damit vorhanden. Die Produktion im Ausland zur Realisierung von Kundennähe oder zur Ausnutzung von Kostenvorteilen wird bislang eher weniger betrieben. Da die Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau zumeist mittelständisch geprägt sind, verfügen diese Firmen aus eigener Kraft meist nicht über die Ressourcen, die für Auslandsaktivitäten erforderlich sind.

Abb. 26: Fachzweige mit dem größten Export in Ostdeutschland 2011 (in Mrd EUR)



Quelle: Amtliche Statistik



Quelle: Fraunhofer ISI, Erhebung - Modernisierung der Produktion

Abb. 27: Gründe für Rückverlagerung

Der Maschinen- und Anlagenbau besitzt weiterhin den großen Vorteil, dass seine Produkte ein überaus positives Image haben. „Made in Germany“ verbindet man mit Zuverlässigkeit und Qualität (vgl. Bsp. 12). Der Branche selbst wird eine beträchtliche Innovationskraft zugesprochen. Daher ist davon auszugehen, dass die Marktchancen für deutsche Maschinen- und Anlagenbauer auch in Zukunft recht hoch sein werden. Es ergeben sich daraus verschiedene Anforderungen, die zunächst in eine Produkt- und in eine Prozessperspektive gegliedert werden können.

Aus Produktsicht ist es zunächst erforderlich, dass die Unternehmen eine globale Produktstrategie erarbeiten. Dabei sind die Fragen zu beantworten, in welchen Märkten man mit welchen Produkten präsent sein will und mit welchen Instrumenten diese Märkte zu erschließen sind. Dazu gehören eventuell notwendige Anpassungen der Produkte an lokale oder regionale Anforderungen sowie die Beherrschung einer vermutlich entstehenden Variantenvielfalt. Weiterhin besteht die Chance, sich durch Zusatz- und Dienstleistungen im globalen Wettbewerb zu differenzieren. Dazu müssen entsprechende Kompetenzen und Ressourcen aufgebaut werden.

Aus Prozesssicht ist es erforderlich, dass die Unternehmen ihre Kernkompetenzen definieren sowie die Chancen und Risiken, die mit einer Verlagerung von Funktionen und Aufgaben ins Ausland einhergehen, ganzheitlich bewerten. Dabei spielen Aspekte der Kundennähe, der vorhandenen Kompetenzen, der Verfügbarkeit und des Niveaus von Ressourcen wie Fachkräfte und Infrastruktur, der Qualität, der Logistik sowie von Schnittstellen eine Rolle. Eine anschließende Festlegung, welche Funktionen an welchen Standorten in welchem Umfang realisiert werden, führt zum sog. „global footprint“. Zu beachten ist, dass diese strategischen Überlegungen erstens nicht nur einmalig erfolgen dürfen, sondern ein laufendes Standortcontrolling gebraucht wird (bspw. zur Überwachung von Kostenentwicklungen), und dass zweitens eine ganzheitliche Betrachtung vonnöten ist, die neben Kostenfaktoren auch organisatorische (Koordination) sowie kulturelle Aspekte einbezieht. Diese ganzheitliche Sicht hilft, typische Misserfolgssituationen von Verlagerungsprojekten zu vermeiden (vgl. Abb. 27, auch Bsp. 13).

Ein weiteres nicht zu vernachlässigendes Thema ist der Schutz von geistigem Eigentum. Beim Vertrieb von Produkten sowie bei der Produktion oder auch Entwicklung im Ausland sind Maßnahmen gegen Know-how-Verlust und Plagiate zu ergreifen. Dazu gehören bspw. Vorkehrungen gegen Datendiebstahl und Industriespionage sowie die eindeutige Kennzeichnung von Produkten.

#### Bsp. 12

Absolute Zuverlässigkeit, höchste Qualität und unwiderstehliche Produkte – auf dieses Rezept komprimiert Professor Hermann Simon den Erfolg deutscher Unternehmen selbst in entlegenen Ländern. [54]

#### Bsp. 13

Eine Studie der Boston Consulting Group rechnet für China mit jährlichen Zuwächsen bei den Arbeitskosten von mindestens 10%. [55]

Als Fazit lässt sich festhalten, dass der Maschinen- und Anlagenbau einerseits die wachsenden Marktchancen wahrnehmen muss, um selbst Wachstum zu generieren. Andererseits besteht die Chance, im Zuge der Globalisierung Standortvorteile wahrzunehmen und damit bspw. Effizienzgewinne zu realisieren. Die Branche kann dabei auf ihr fundiertes Know-how sowie sein Image zurückgreifen. Die zentralen Herausforderungen bestehen vor allem in der Verfügbarkeit notwendiger Ressourcen, in der Entwicklung und Umsetzung einer Strategie sowie in der Beherrschung der mit der Internationalisierung einhergehenden Komplexität.

### 3.2.2 Hochwertige Technik und innovative Produkte

Aufgrund des globalen Wettbewerbs sind Unternehmen gezwungen, sich zum einen durch neue Produkte zu differenzieren und Alleinstellungsmerkmale zu erarbeiten. Zum anderen müssen Produkte und Prozesse laufend überdacht und angepasst werden, um zusätzliche Effizienz- und damit Kostenvorteile zu generieren. Beide Aspekte haben Bedeutung für den Maschinen- und Anlagenbau: Für die Differenzierung im Bereich Consumer-Produkte sind nicht nur Produktentwicklung und Marketing entscheidend, sondern auch die Technologie und Technik, mit der die Produkte hergestellt werden. Die Realisierung von Einsparpotenzialen hängt ebenso in hohem Maße von den Produktionsprozessen ab, die maßgeblich von der eingesetzten Technik bestimmt werden. Innovative Maschinen und Anlagen können so zu Wettbewerbsvorteilen in Zeiten der Globalisierung führen.

Neuer Bedarf nach innovativen Produkten entstehen zudem aus generellen Entwicklungen auf den Gebieten Urbanisierung, Medizintechnik, Ver- und Entsorgung, Nahrungsmittelproduktion, erneuerbaren Energien, Recycling, Demografie usw. Ob dieser Bedarf zufriedenstellend gedeckt werden kann hängt ebenfalls von der Qualität und Funktionalität der eingesetzten Technik und Technologie ab. Weiterhin bieten neueste technologische Entwicklungen wie Technologiekonvergenz sowie Fortschritte in der Materialforschung, erhebliche Potenziale für neue, innovative Produkte.

Insgesamt scheint der ostdeutsche Maschinen- und Anlagenbau nach Zahlen des ZEW (Innovationserhebung) im Hinblick auf seine Innovationsfähigkeit gut aufgestellt. Der Anteil von Unternehmen (WZ 28xx), welche mit Marktneuheiten agieren, beträgt demnach knapp 40% und liegt damit leicht über dem gesamtdeutschen Wert. Gleichstand im bundesdeutschen Vergleich herrscht bei der Anzahl der Unternehmen, welche mit Prozessinnovationen am Markt antreten (vgl. Abb. 28-30). Der Anteil des Umsatzes, der mit diesen Marktneuheiten erzielt wird, ist im Osten Deutschlands allerdings geringer als in Gesamtdeutschland. Im Vergleich zur gesamten Hochtechnologiebranche liegt der Umsatzanteil der als „High-Tech“ klassifizierten Unternehmen im ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbau bei 25-27% und damit leicht über dem entsprechenden westdeutschen Anteil (23-24%). Der ostdeutsche Maschinen- und Anlagenbau besitzt damit eine solide Basis, auf die es aufzubauen gilt. Potenziale gibt es noch in der Verwertung der Entwicklungen, d.h. bei der Generierung eines entsprechenden Umsatzes.

Als erste Schlussfolgerung lässt sich ableiten, dass die Entwicklung von innovativen High-Tech-Produkten für Zukunftsmärkte ein wesentliches Differenzierungsmerkmal des ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbaus darstellt. Die Branche kann dabei auf entsprechendes Know-how zurückgreifen. Die Herausforderung besteht hier darin, die Entwicklungen auch erfolgreich zu vermarkten, d.h. zu echten Innovationen zu machen. Gefordert sind strategische Überlegungen, welche zum einen auf Zukunftsbranchen wie Mikroelektronik,

Abb. 28: Anteil Unternehmen mit Prozessinnovationen

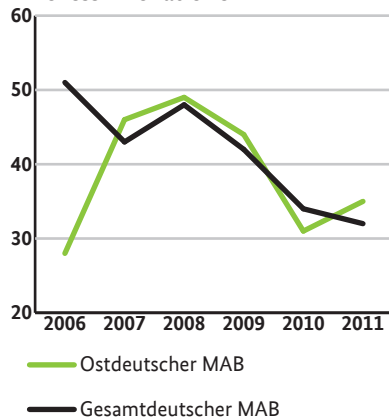


Abb. 29: Anteil Unternehmen mit Marktneuheiten (in %)

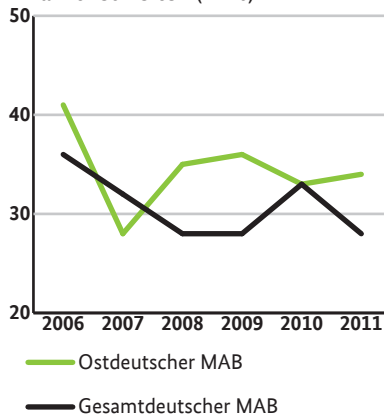
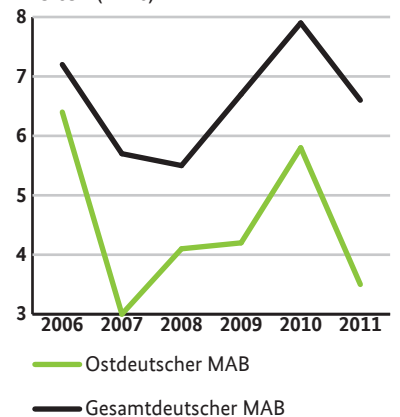


Abb. 30: Umsatzanteil von Marktneuheiten (in %)



Quelle: eigene Berechnungen auf Grundlage amtlicher Statistiken & ZEW-Daten

Energie, Ver- und Entsorgung, Recycling usw. fokussieren und die zum anderen aktiv aktuelle technologische Entwicklungen aufgreifen und verwerten (Technologiemanagement).

Weiterhin scheint es vor dem Hintergrund der vorhandenen Potenziale sinnvoll, die Beherrschung der zunehmenden Komplexität bei Produkten und damit verbundenen Prozessen als nicht bzw. kaum kopierbares Know-how auszubauen. Damit kann die Position im globalen Wettbewerb nachhaltig gefestigt werden. Allerdings setzt dies den Aufbau entsprechender Ressourcen und die aktive Entwicklung und Nutzung geeigneter Instrumente voraus.

Großes Wachstumspotenzial für den Maschinen- und Anlagenbau bieten zudem die jüngsten Entwicklungen im Bereich Informations- und Kommunikationstechnik, die unter dem Schlagwort „Industrie 4.0“ zusammengefasst werden. Einzelne Produktionsschritte werden sensorgestützt untereinander vernetzt, was eine digitale Integration von Material und Produkt entlang der kompletten Wertschöpfungskette ermöglicht. Dadurch wird eine selbstorganisierte Interaktion von Produktionssystemen innerhalb und außerhalb einer Fabrik möglich. Eine stärker kundenorientierte, flexiblere Fertigung, weg von zentraler, unflexibler Planung und hin zu dezentraler autonomer Steuerung wird damit realisierbar. [45] [50] Für die entsprechende Integrationsleistung ist der Maschinen- und Anlagenbau geradezu prädestiniert. Dies führt dazu, dass sog. Smarte Fabriken (zum Grundgedanken vgl. Abb. 31) als ganzheitliches Produkt entwickelt und vertrieben werden könnten.

Zusammengefasst ist zu konstatieren, dass der Maschinen- und Anlagenbau aufgrund seiner Innovationsfähigkeit gute Chancen hat, die Potenziale in zukünftigen Wachstumsbereichen zu realisieren. Entscheidend sind allerdings die Schaffung und Sicherung entsprechender Voraussetzungen (Technik, Personal, Know-how) sowie die Überführung von Ideen in marktreife und umsatzwirksame Leistungen. Es gibt verschiedene Ansätze, wie sich der ostdeutsche Maschinen- und Anlagenbau mit einzigartigen Produkten und Leistungen Alleinstellungsmerkmale schaffen kann.

### 3.2.3 Individuelle Produkte und individualisierte Produktion

Die zunehmende Individualisierung wurde bereits als allgemeine Entwicklung erkannt. Die Fähigkeit, schnell und flexibel auf Kundenwünsche zu reagieren und das eigene Leistungsspektrum entsprechend anzupassen, wird zum Wettbewerbsvorteil von Unternehmen. Die Berücksichtigung von individuellen Wün-



**Bsp. 14: Alter des Produktportfolios**

VDMA : „Im Schnitt hat sich in den Produktportfolios der Anteil von Produkten, die älter als fünf Jahre sind, erhöht. Zusammenhänge zwischen der Unternehmensgröße oder der Fertigungsart mit dem Portfolioanteil junger bzw. reifer Produkte können nicht festgestellt werden.“

Der durchschnittliche Innovationszyklus hat sich gegenüber 2002 (3,4 Jahre) und 2007 (3,6 Jahre) leicht auf 4,1 Jahre erhöht. Allerdings liegt der Median bei 3,0 Jahre, d.h. die Hälfte der befragten Unternehmen hat einen Innovationszyklus von weniger als drei Jahren. Besonders Einzel- und Gemischtfertiger haben im Schnitt kurze Innovationszyklen.

Ein ähnliches Bild liefert die Produktlebensdauer: Sie hat sich von 13,5 Jahren (2002) bzw. 13,1 Jahren (2007) auf 14,9 Jahre erhöht. Zusammenhänge zwischen der Produktlebensdauer und der Größe bzw. der Fertigungsart sind nicht erkennbar.“ [56]

schen und die damit einhergehenden Umsatzpotenziale stehen im Widerspruch zu Skaleneffekten, welche durch Standardisierung realisiert werden können. Diesen Widerspruch durch geeignete Konzepte aufzulösen, stellt eine große Chance für den Maschinen- und Anlagenbau dar. Das betrifft einerseits die eigenen Produkte, d.h. kundenindividuelle Maschinen und Anlagen, sowie andererseits Technik für die Produktion kundenindividueller Güter.

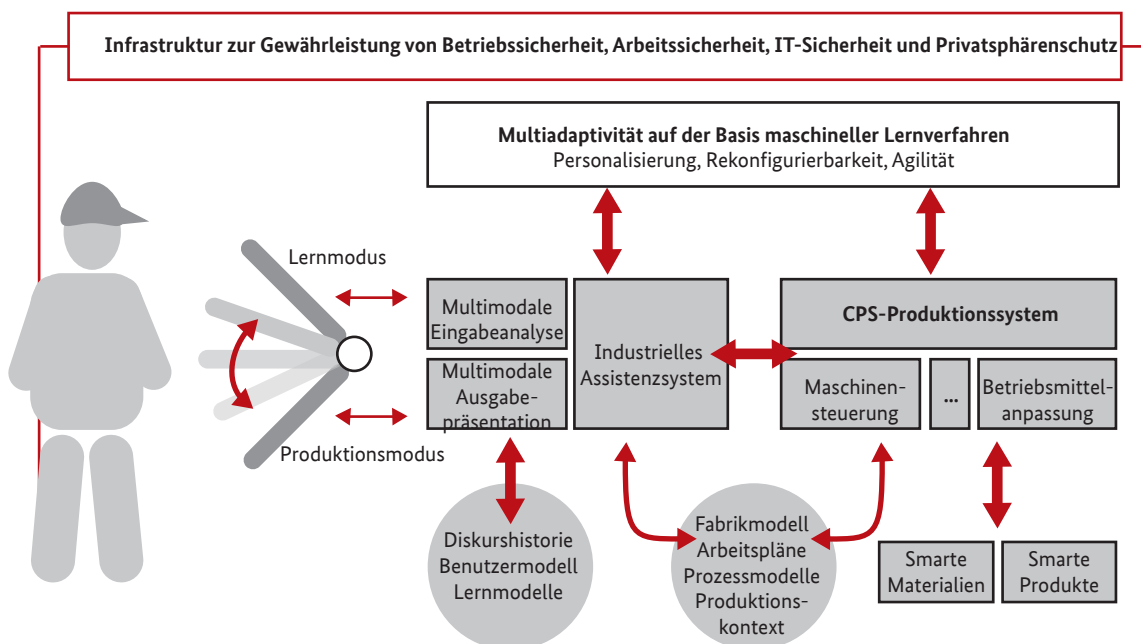
Da Maschinen und Anlagen sehr häufig an spezielle Kundenwünsche angepasst werden, und der Maschinen- und Anlagenbau daher im Bereich der Einzel- und Kleinserienproduktion aktiv ist, existieren bereits erhebliche Vorteile. Weiterhin bringen die Unternehmen in Ostdeutschland i.d.R. typische KMU-Eigenschaften wie Pragmatismus sowie Problemlösekompetenz mit. Diese Grundfähigkeiten gilt es gezielt auszubauen.

Aus dem Alter von Produktportfolios sowie der Länge von Innovationszyklen (vgl. Bsp. 14) sind keine eindeutigen Schlussfolgerungen zu ziehen: Längere Innovationszyklen und eine längere Produktnutzungszeit können ein Indiz dafür sein, dass die Produkte bereits über Eigenschaften verfügen, die eine Nutzung für die unterschiedlichsten, individuellen Zwecke ermöglicht. Andererseits ist nicht auszuschließen, dass andere externe Gründe (Investitionsbereitschaft und -vermögen der Kunden) dafür verantwortlich sind.

Eine weitere interessante Analyse betrifft die inhaltliche Zusammensetzung der Leistungen des Maschinen- und Anlagenbaus, besteht doch bspw. durch Informationstechnik die Möglichkeit, kundenindividuelle Funktionen leichter zu realisieren als durch Hardware. Kundenindividuelle Angebote im Anlagenbau werden demnach aktuell vor allem über mechanische Lösungen realisiert (knapp 50%), [56] die Bedeutung von Softwarelösungen liegt mit ca. 25% deutlich dahinter.

Die Herausforderung besteht für den Maschinen- und Anlagenbau zunächst vor allem darin, entsprechende Produktarchitekturen zu entwerfen, die eine Individualisierung wirtschaftlich machen. Als Beispiel können hier modulare und parallele Produktstrukturen sowie Baukastenprinzipien genannt werden.

**Abb. 31: Grundgedanke Smart Factory**  
[154]





Diese Strukturen wirken eng mit entsprechenden Abläufen zusammen, da neben der Individualisierung noch Forderungen wie kurze Liefer- und damit auch Entwicklungszeiten zu berücksichtigen sind. Standardisierte Produktbestandteile ermöglichen zum Beispiel simultane Entwicklungsprozesse und kürzere Wiederbeschaffungszeiten. Weiterhin kann die Nutzung unterstützender Software wie Produktkonfiguratoren und Wissensmanagementsystemen zusätzliche Effizienzgewinne bringen. Modulare Produkte erlauben weiterhin modulare und parallele Produktionsprozesse, was die Möglichkeiten zur reaktionsschnellen, flexiblen, kundenbezogenen Konfiguration erhöht. [4] Durch eine späte Variantenbildung im Prozess können übliche Varianteneffekte wie hohe Bestände vermindert werden. Administrative Abläufe der Auftragsabwicklung sind dafür anzupassen.

Die Entwicklung von Standards stellt eine weitere Herausforderung dar, da Modularisierung nur über einheitliche (technische) Schnittstellen zu realisieren ist. Hier können Unternehmen auf das nationale und internationale Normenwesen, auf klassische Verbandsarbeit (VDI-/VDE-Normen), aber auch auf offene Standards, die es mittlerweile nicht nur für Software sondern auch für Hardware gibt, zurückgreifen.

Neben Produkt und Prozess bieten neue Technologien eine Chance, schnell und flexibel individuelle Produkte herzustellen. Von besonderer Bedeutung sind dabei generative Fertigungsverfahren, wie die Lithographie oder der 3D-Druck. Für diese Technologien ist zu überprüfen, inwieweit durch sie funktionale Kundenforderungen realisiert werden können. Darüber hinaus entsteht ein sicher nicht unbeträchtliches Marktpotenzial für die Hersteller derartiger Anlagentechnik.

Eine grundlegende Anforderung besteht für die Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus darin, entsprechende Differenzierungsmerkmale für ihr Leistungsspektrum zu definieren. Durch Zusatzleistungen sowie durch Softwarekomponenten besteht die Möglichkeit, flexibel, schnell und i.d.R. mit vertretbarem Aufwand auf individuelle Bedürfnisse des Kunden einzugehen und so einen Mehrwert anzubieten. Insbesondere die Nutzung von Software kann zudem die Kundenbindung erhöhen, indem bspw. in regelmäßigen Abständen neue Programme oder Features für Maschinenfunktionen, Werkzeuge, Auswertungen u.v.m. bereitgestellt werden.

Es ist abschließend festzuhalten, dass die Individualisierung von Produkten und Leistungen zukünftig ein wesentliches, wettbewerbskritisches Differenzierungsmerkmal darstellt. Die besonderen Herausforderungen liegen dabei in der Gestaltung von Produkten, Prozessen sowie Geschäftsmodellen.

### 3.2.4 Vom Produkt zur Lösung: Hybride Produkte und industrielle Dienstleistungen

Bei der Diskussion allgemeiner Entwicklungen wurde bereits erläutert, dass Kunden bzw. Verbraucher zunehmend an einer Leistung und weniger an einem physischen Produkt interessiert sind (vgl. Bsp. 15). Dafür gibt es mehrere Gründe. Zum einen will bzw. kann der Kunde die Komplexität von Anforderungen und/oder Produkten nicht mehr beherrschen. Zum anderen wird das Investitionsrisiko immer stärker in Richtung des Produktherstellers verlagert. Insbesondere im Investitionsgüterbereich, in dem die Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus aktiv sind, ist diese Entwicklung von zentraler Bedeutung.

Da, wie bereits festgestellt, im Maschinen- und Anlagenbau zumeist individuelle Probleme des Kunden gelöst werden, ist darin bereits ein bestimmter Dienstleis-

#### Bsp. 15

Im Expertenworkshop wurde als Folge der Entwicklung von immer komplexeren Systemen genannt, dass der Kunde in Zukunft kein für ihn geeignetes Produkt mit entsprechendem Output mehr nachfragt, auch das konkrete Verfahren hat für ihn keine primäre Bedeutung - stattdessen gibt er lediglich vor, wie das Ergebnis auszusehen hat, wie dieses erzeugt wird, bleibt komplett dem (Anlagen-) Lieferanten überlassen.

tungsanteil zu sehen, mit dem die Unternehmen Erfahrung besitzen. Die speziellen Eigenschaften von Dienstleistungen (immateriell, nicht speicherbar, nur in Interaktion mit dem Kunden erbringbar) verlangen spezielle Kompetenzen. Aufgrund der genannten Branchenbesonderheiten sollten diese Voraussetzungen in bestimmtem Maße in den Unternehmen somit vorhanden sein.

Zudem bietet der Lebenszyklus im Maschinen- und Anlagenbau ein erhebliches Potenzial für diverse Zusatzleistungen, vgl. beispielhaft Tabelle 7.

Als erste Anforderung an die Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau ergibt sich die Notwendigkeit, eine geeignete Strategie zu entwickeln, welche einerseits physische Produkte und Zusatzleistungen integriert und andererseits die Potenziale von hybriden Produkten aktiv nutzt: [57] [58] [59] [60] [61]

- » Akquisitionspotenzial (Verkaufsförderung für das physische Produkt), Erschließung zusätzlicher Absatzmärkte
- » Differenzierungspotenzial im Wettbewerb
- » Diffusionspotenzial (Unsicherheiten beim Abnehmer im Hinblick auf das Produkt abbauen)
- » Ertragspotenzial (Zusatzgeschäft) und Abkopplung von Konjunkturschwankungen
- » Kundenbindungspotenzial (Komplettleistung und zusätzliche Nutzenstiftung)
- » Diversifikationspotenzial (Streuung der Tätigkeitsfelder, Steigerung der Flexibilität)
- » Informationspotenzial (Bestärkung des Kunden in seiner Entscheidung)
- » Sammlung von Anwendungs-Know-how

Weiterhin sind neue Geschäftsmodelle erforderlich, welche nutzenorientierte Leistungen in das Portfolio des Unternehmens integrieren. Zu beachten ist, dass je nach Geschäftsmodell das Unternehmen einen entsprechenden Reifegrad bei organisatorischen Fähigkeiten aufweisen muss. Mit der Entwicklung und Vermarktung der Geschäftsmodelle geht somit der Aufbau entsprechender Kompetenzen einher, vgl. Tabelle 6.

**Tabelle 6: Systematik: Kompetenzen für nutzenorientierte Leistungen [115]**

organisatorische Fähigkeiten					5. Service als Ergebnisgarantie
				4. Service als Leistungsgarantie	» Pay on Production » Contract Manufacturing » Vertragsfertigung » Performance Contracting 2. Stufe
			3. Service als Beratung	» Contract-Hire » Pay on Availability » Performance contracting 1. Stufe	
	2. Service als Betreuung	» Wartung » Instandhaltung » Ersatzteildienst » Full-Service	» Konfigurationsberatung » Prozessberatung » Ingenieursleistungen für Design-for-Assembly oder Design-for-manufacture		
	1. Service als Zusatzleistung				
	» Simultaneous Engineering » Finanzierung » Modernisierung » Rücknahme				
Optimale Gestaltung der Produktqualität	Optimaler Erhalt der Produktqualität	Optimale Gestaltung der Systemqualität	Optimale Nutzung der Know-how-Qualität	Optimale Integration der Know-how-Qualität	
					Differenzierungspotenzial

Phase	Primäres Ziel	Beispiele
Systementstehung	Senkung Entwicklungs- und Herstellungskosten, Verkürzung Produktentstehungszeit, Verbesserte Produktqualität	Spezifikation, Zertifizierung, Animation, Visualisierung, Planung, Simulation, Integration, Subsysteme
Systeminbetriebnahme	Verkürzung Inbetriebnahmezeit, Sicherung der Prozessfähigkeit	Montage, Anschluss, Einfahren, Serienlauf, Schulung, Ausbildung, Fehlerbeseitigung
Systembetrieb	Verbesserung Prozessbeherrschung, Verkürzung nicht-produktiver Zeiten, Senkung Betriebskosten	Telebetrieb, Teleconsulting, Logistikdienste, Umrüstplanung, Optimierung, Tuning
Systemveränderung	Verkürzung Rekonfigurationszeit, Verlängerung Nutzungsdauer, Verringerung Invest-Bedarf	Rekonfiguration, Gebrauchtkomponentenmarkt, Demontage, Re-Use, Wiederaufbereitung

Tabelle 7: Potenziale für Zusatzleistungen im Produktlebenszyklus [114]

Eine weitere Herausforderung insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen besteht darin, dass mit veränderten Geschäftsmodellen auch andere Finanzierungsmodelle verbunden sind. Investiert nicht mehr der Kunde in eine Anlage sondern bezahlt einen Preis pro Nutzungseinheit (Stunde oder Stück), so liegt die Verantwortung für die Finanzierung plötzlich beim Hersteller der Anlage. Dieser hat u.U. aufgrund seiner Unternehmensstruktur und -größe nur begrenzten Zugang zu Finanzierungsquellen und kann bei mehreren Fällen finanziell überfordert sein.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass der Trend zu industriellen Dienstleistungen und der Vermarktung von Nutzen statt physischer Produkte speziell für den Maschinen- und Anlagenbau hervorragende Möglichkeiten zur Differenzierung und Entwicklung bietet. Allerdings stellt diese Entwicklung insbes. KMU vor die Herausforderung, geeignete Strategien und Geschäftsmodelle zu entwickeln sowie adäquate Kompetenzen aufzubauen.

### 3.3 Veränderungen auf der Beschaffungsseite

#### 3.3.1 Verfügbarkeit und Substitution von Ressourcen

Der Maschinen- und Anlagenbau ist von der Ressourcenknappheit in verschiedenen Bereichen sowie von den damit verbundenen Auswirkungen wie steigende Kosten und globaler Wettbewerb um diese Ressourcen in zweifacher Hinsicht betroffen. Zum einen werden Ressourcen in nicht unerheblichem Umfang benötigt, um die eigenen Produkte herzustellen, zum anderen werden die Produkte (Maschinen und Anlagen) vielfach in Produktionsprozesse integriert und bestimmen so maßgeblich Ressourcenverbrauch und Kostenstruktur.

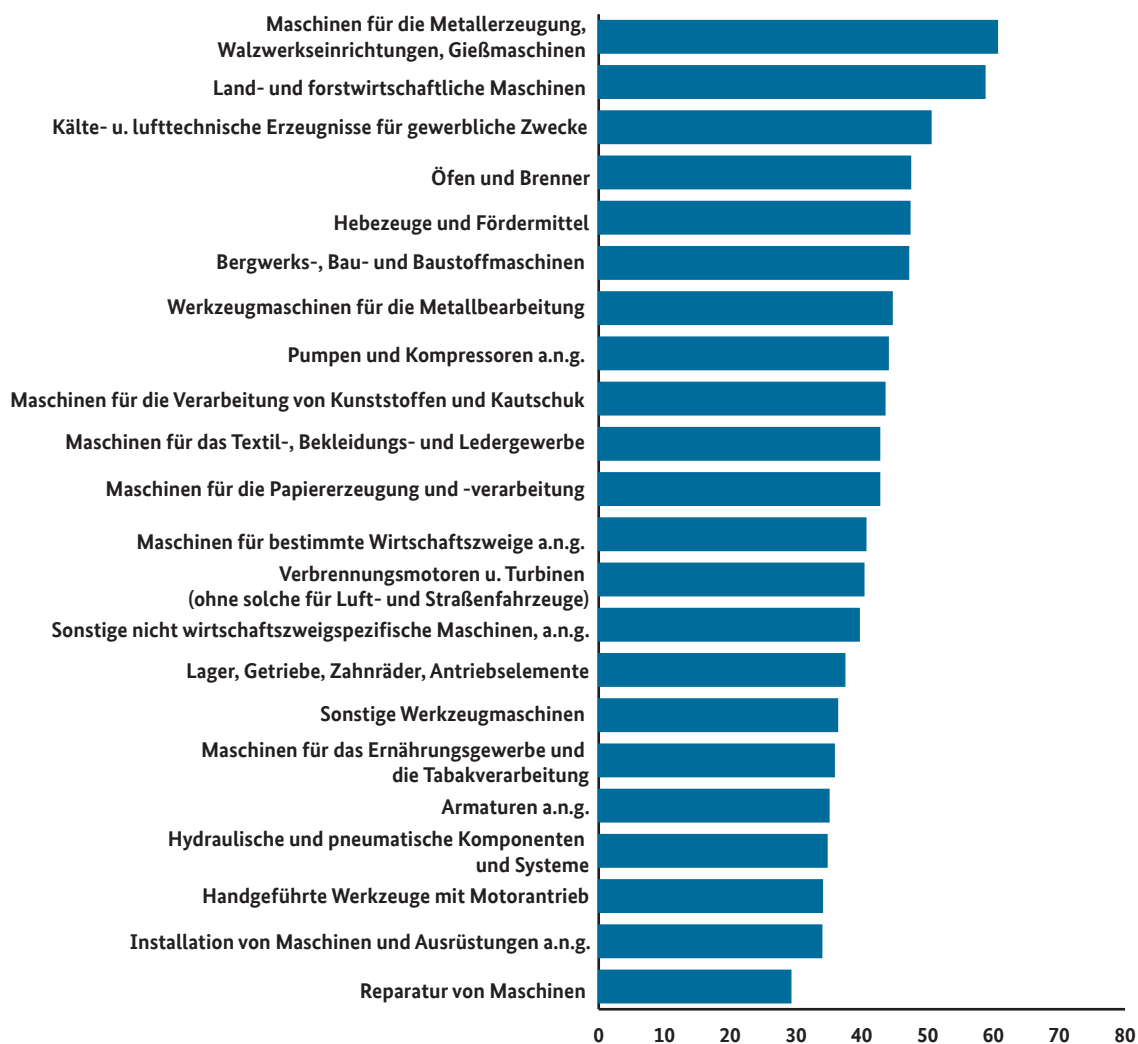
Der Trend zur Substitution von Ressourcen, u.a. durch nachwachsende Rohstoffe, erfordert geeignete Technologien, sodass der Maschinen- und Anlagenbau berechtigterweise als Treiber einer solchen Entwicklung bezeichnet werden kann. Das gleiche trifft auf die energieeffiziente Produktion zu: Nur durch in-

novative Maschinen- und Anlagenkonzepte in Verbindung mit entsprechenden Betriebsstrategien wird es möglich sein, vorgegebene Einsparziele zu erreichen.

Der Materialkostenanteil im Maschinen- und Anlagenbau (vgl. Abb. 32), erreicht dieser über alle Fachzweige hinweg eine beträchtliche Größenordnung. Somit sind alle Unternehmen von der beschriebenen Entwicklung betroffen. Der Anteil des Energieeinsatzes beträgt dagegen je nach Fachzweig zwischen 0,6-1,6 % und spielt damit im Vergleich zu den Materialkosten eine eher untergeordnete Rolle. [62] [63] Den größten Anstieg im Bereich Energiekosten findet man im Fachzweig „Maschinen für die Metallerzeugung, Walzwerkseinrichtungen, Gießmaschinen“. [62] [63] Steigende Preise können jedoch in Zukunft dazu führen, dass die Energiekosten einen höheren Anteil ausmachen.

Sollen Einsparpotenziale gehoben werden, so setzt dies voraus, dass in den Unternehmen eine entsprechende Innovationsfähigkeit vorhanden ist. Prozessinnovationen können bspw. dazu benutzt werden, Ressourcen einzusparen und/oder Kostenstrukturen zu verbessern. Eine Analyse der Innovationserhebung des ZEW zeigt, dass die Unternehmen des ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbaus bei Prozessinnovationen und Kostensenkungsaktivitäten gleichauf mit dem gesamtdeutschen Maschinenbau liegen und damit eine gute Basis vorhanden ist (vgl. Abb. 33).

**Abb. 32: Materialkostenanteil nach Fachzweigen 2009 (in %)**



Quelle: Amtliche Statistik

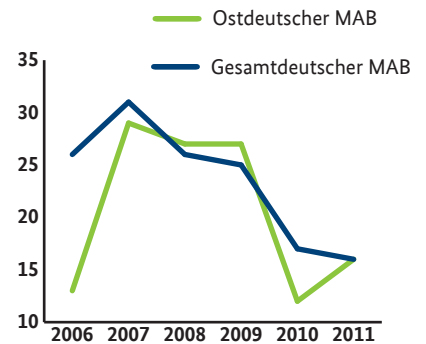
Als primäre Anforderung ergibt sich für die Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau die Notwendigkeit, den Ressourcenverbrauch zu senken. Dazu gibt es verschiedene Ansätze:

- » Ressourcen substituieren: Es ist zu überprüfen inwieweit durch andere Ressourcen Engpässe umgangen, Kosten gespart und ggf. die Ausbeute erhöht werden kann.
- » Ressourcen einsparen: Durch geeignete Maßnahmen, v.a. der Produktgestaltung, kann die Menge an benötigten Ressourcen generell reduziert werden. Denkbar sind bspw. Leichtbaustrukturen, die durch neue Maschinenkonzepte ermöglicht werden. Weiterhin erlauben digitale Technologien u.U. den Verzicht auf Prototypen.
- » Ressourcenproduktivität erhöhen: Durch geeignete Technologien muss die Ausnutzung der Ressourcen verbessert werden. Dazu gehören die Vermeidung von Verschwendung im Prozess sowie, wenn möglich, der Einsatz generativer Fertigungsverfahren anstelle von abtragenden Verfahren.
- » Ressourcen wiederverwenden: Dazu müssen entsprechende Kreisläufe geschaffen werden. Dies bedeutet, dass Abprodukte, Abfälle dem Prozess nach einer Aufbereitung wieder zugeführt werden. Dazu müssen entsprechende Technologien und Materialkonzepte verfügbar gemacht werden.
- » Ressourcen weiterverwenden: Ist ein geschlossener Kreislauf innerhalb einer Wertschöpfungskette nicht möglich, sollten nicht benötigte Ressourcen und Abfälle an anderer Stelle in geeigneter Weise Verwendung finden. Dies kann bspw. im Rahmen übergreifender Strukturen erfolgen und ist sowohl für physische Materialien als auch für Energie denkbar.

Aus organisatorischer Sicht gibt es darüber hinaus weitere Anforderungen: Zunächst müssen Beschaffungsstrategien auf die Verfügbarkeit und Kosten ausgerichtet werden. Deshalb sind multiple und globale Sourcing-Strategien anzuwenden. Die Aufgabe kann die Struktur von kleinen und mittleren Unternehmen allerdings überfordern. Weiterhin bieten Kooperationen u.U. eine Chance, zum einen Bedarfe zu bündeln und zum anderen das Problem fehlender Kapazitäten oder Kompetenzen zu lösen. Schlussendlich kann die bereits diskutierte Thematik der Internationalisierung dazu beitragen, Engpässe zu vermeiden und Beschaffungskosten zu reduzieren: Durch eine „ressourcennahe Produktion“ bekommen Unternehmen einen direkten Zugang zu Ressourcenquellen, vermeiden Logistikkosten und vermindern Unsicherheiten und Risiken. Dieser Ansatz ist allerdings vor dem Hintergrund einer ganzheitlichen, globalen Produktionsstrategie zu betrachten. [32]

Die zentralen Herausforderungen für Unternehmen bestehen somit darin, zukünftig in Kreisläufen, aus Ersatzstoffen sowie generell ressourcenschonender zu produzieren (vgl. Bsp. 16 und 17). Die Vielzahl an möglichen Ansätzen zeigt das große Potenzial, das in den Unternehmen durch die Entwicklung bzw. Integration neuer Technologien, durch den Aufbau entsprechender Kompetenzen sowie durch die Schaffung förderlicher Rahmenbedingungen zu realisieren ist.

**Abb. 33: Anteil Unternehmen mit kostensenkenden Prozessinnovationen (in %)**



Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, VDMA



**Bsp. 16: Mikrospritzgießsystem für komplexe Hybridbauteile**

Im Zentrum für Integrative Leichtbautechnologien (ZIL) der Technischen Universität Chemnitz lassen sich mittels Mikrospritzgießsystem komplexe Hybridbauteile herstellen. Die Vorteile dieser Technologie im Vergleich zu einem klassischen Spritzgießprozess liegen in der deutlichen Reduzierung der Herstellungskosten und der Rohstoffmengen bei einer gleichzeitigen Verbesserung der Bauteileigenschaften und der Erhöhung der Funktionsdichte. Auch eine direkte Funktionsintegration im Fertigungsprozess, wie das Einbinden und Einbetten von Elektronikkomponenten beziehungsweise von Sensoren und Aktoren in Bauteile mit einem Teilgewicht bis zu 0,0008g, sind durch dieses Verfahren möglich. [64]

**Bsp. 17**

Jaguar hat die lokale Produktion der XF Limousine im Werk Pune aufgenommen. Der Jaguar XF wurde in Indien bislang nur als komplett in Großbritannien montiertes und von dort angeliefertes Modell offeriert. Bei einer lokalen Fertigung entfallen die sonst üblichen hohen Importsteuern - als Folge können die Fahrzeuge günstiger angeboten und preislich an ebenfalls lokal produzierte Konkurrenzmodelle angeglichen werden. [65]

**3.3.2 Wissen als Ressource im Maschinenbau der Zukunft**

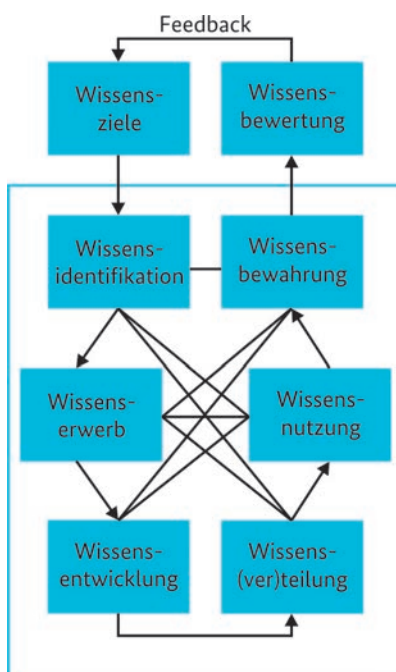
Der Wandel zur Wissensgesellschaft spielt auch für den Maschinen- und Anlagenbau eine bedeutsame Rolle. Zum einen erhöht sich durch die Menge an verfügbarem Wissen das Potenzial, auf das die Unternehmen zugreifen können und das sie nutzen können, um ihre Produkte und Leistungen weiterzuentwickeln und noch besser an spezifische Bedürfnisse einzelner Kunden und oder Kundengruppen anzupassen. Zum anderen muss die Menge an verfügbaren Informationen und Wissen bewältigt und effizient genutzt werden, um damit langfristige Wettbewerbsvorteile aufzubauen.

Weitere Treiber sind veränderte Anforderungen an Produkten und Leistungen, die sich zumeist in erhöhter Komplexität äußern. Das verlangt eine vermehrt interdisziplinäre Bearbeitung und damit auch unterschiedlichstes Fachwissen. Veränderungen in der Leistungserbringung wie neue Geschäftsmodelle und globale Aktivitäten stellen ebenfalls neue Anforderungen an die Kompetenzen von Mitarbeitern bzw. des gesamten Unternehmens.

Aktivitäten des Wissensmanagements spielen eine Rolle im Unternehmen, wenn es um die Erschließung und Nutzung interner Quellen sowie um den Aufbau von Kompetenzen geht, sowie außerhalb des Unternehmens, wenn es um die Nutzung externer Informationsquellen (Lieferanten, Kunden, Partner, Forschung, Internet, öffentliche Stellen usw.) möglich werden soll.

Was den Wissensaufbau im Unternehmen betrifft, so fühlen sich die Unternehmen des ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbaus ausreichend qualifiziert. [66] Branchenunabhängige Studien kommen jedoch zu dem Ergebnis, dass die Weiterbildung in deutschen Unternehmen nur im EU-Durchschnitt rangiert und ihre Bedeutung teilweise sogar eher zurückgeht. [67] Die Unternehmen des Branchenverbands Bitkom liegen mit 4,5 Tagen Weiterbildung im Jahr deutlich über dem Durchschnitt von 2,5 Tagen in der gesamten Wirtschaft. Dies ist sicherlich mit den kurzen Innovationszyklen, speziell im IK-Bereich zu begründen. Berücksichtigt man allerdings die zunehmende Bedeutung von IK-Technologien in Maschinen und Anlagen sowie die Forderungen nach innovativen Produkten, so bestehen offensichtlich doch Defizite im internen Wissensaufbau. Als Weiterbildungsinstrumente werden von den Unternehmen neben klassischen Kursen und Seminaren auch der Besuch von Tagungen und Messen sowie Mitarbeitergespräche angegeben. [66] Neue Methoden wie E-Learning (als Teil des autonomen Lernens) oder Mitarbeiterpotenzialanalysen werden eher selten genutzt. Wenig verbreitet ist auch die Erfolgskontrolle von Weiterbildungsmaßnahmen.

**Abb. 34: Modell des Wissensmanagements nach Gilbert Probst [86]**



Was das Erschließen externer Quellen betrifft, so ist in der konservativ geprägten Branche des Maschinen- und Anlagenbaus eher davon auszugehen, dass auch hier die klassischen Wege bzw. Kanäle wie Vertriebs-, Kundendienst- und Service-Mitarbeiter genutzt werden und neue Medien sowie soziale Netzwerke eher noch unterrepräsentiert sind. Die Herausforderung für den Maschinen- und Anlagenbau besteht also in der Beherrschung der einzelnen Bausteine des Wissensmanagements (vgl. Abb. 34), sowohl innerhalb des Unternehmens als auch extern. [86]

Als erster Schritt muss relevantes Wissen identifiziert und akquiriert werden. Dazu sind die wichtigen Wissensträger und -quellen zu finden und auszuwerten. Dabei ist es wichtig auch Quellen zu erschließen, die bisher noch nicht im Fokus standen. Denkbar sind zum Beispiel Innovations- oder Ideenwettbewerbe, die sowohl internen als auch externen Charakter haben können. Jüngere Trends sind bspw. das sog. Crowdsourcing, bei dem Unternehmen Probleme öffentlich auf einer Plattform bereitstellen, für die dann Lösungen gesucht werden (vgl.



Bsp. 18), oder Open Innovation, dabei werden Entwicklungsprozesse für andere Stakeholder (i.d.R. Kunden) geöffnet.

Ein weiterer Ansatz zur Generierung von Wissen besteht in der Analyse von vorhandenen Daten bzw. Informationen. Dazu existieren Verfahren und Technologien, die unter Namen wie Data Mining, Big Data, Business Intelligence bekannt sind (vgl. Abb. 35). Ziel ist es dabei, bisher unbekannte Zusammenhänge aufzudecken und das so entstandene Wissen für zukünftige Entscheidungen zu nutzen.

Im nächsten Schritt muss das Wissen anwendbar gemacht und an relevante Stellen verteilt werden. Dazu ist das Wissen in geeigneter Weise zu beschreiben und zu strukturieren. Auch hier helfen neue Entwicklungen wie Ontologien und semantische Netze weiter. Strukturierung und Beschreibung sind Voraussetzungen für die Speicherung des Wissens, da dieses nicht nur an einzelne Personen gebunden sein sollte.

Neben schon beschriebenen technischen Aspekten spielen auch personelle und organisatorische Aspekte eine entscheidende Rolle. Aus Organisationssicht sind vor allem die Rahmenbedingungen für ein Wissens- und Kompetenzmanagement von Bedeutung. Dazu gehören:

- » eine zweckmäßige Organisation der Wissensvermittlung, differenziert nach unterschiedlichen Bedarfen, Fähigkeiten und ggf. Altersstrukturen der Belegschaft
- » die Ausgestaltung von Möglichkeiten für den Wissenserwerb und die Wissensweitergabe, bspw. durch zeitliche Freiräume, geeignete Prozesse und Veranstaltungen usw.
- » die Definition benötigter Kompetenzen und Wissensbausteine, neben fachlichen Inhalten sind insbes. methodische, soziale, interkulturelle Kompetenzen zu berücksichtigen
- » die Integration des Kompetenzaufbaus in eine ganzheitliche Personalstrategie, insbes. in den persönlichen Entwicklungsweg von Mitarbeitern

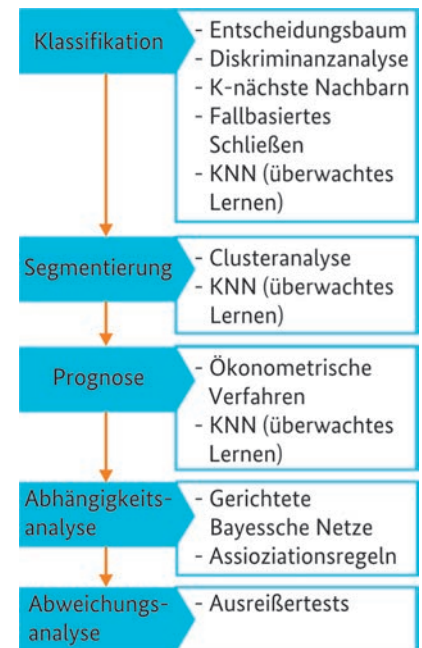
Für Unternehmen mit KMU-Strukturen, wie sie typisch für den ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbau sind, stellt sich die besondere Herausforderung, die beschriebenen Prozesse mit begrenzten Ressourcen und neben dem Tagesgeschäft zu realisieren. Für die Mitarbeiter in den Unternehmen wird die Fähigkeit immer wichtiger, sich selbstständig und situativ neues Wissen anzueignen. Dazu müssen sie befähigt werden (Selbst-/Lernkompetenz).

### 3.3.3 Fachkräfte – Entwicklung und Anforderungen

Demographische Veränderungen, insbes. im ostdeutschen Raum, werden, wie in vielen anderen Branchen auch, eklatante Auswirkungen auf den Maschinen- und Anlagenbau haben. Besonders sind veränderte Belegschaftsstrukturen (höheres Durchschnittsalter) sowie Probleme beim Ersatz ausscheidender Mitarbeiter und beim Aufbau von Personalkapazität zu nennen.

Die demographische Entwicklung führt dazu, dass mehr Mitarbeiter aus dem Arbeitsleben ausscheiden, als neue ausgebildet werden können. Das resultiert aus dem Rückgang der Geburtenzahlen. Weiterhin ist zu beobachten, dass im Osten ausgebildete Fachkräfte häufig nach Westen und Süden abwandern. [31] Gründe dafür sind u.a. Aussichten auf einen besseren Verdienst und kulturell attraktivere Regionen. Dies führt speziell im Ingenieurbereich zu einem erheblichen

**Abb. 35: Aufgaben und zugehörige Methoden des Data Mining** Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Alpar & Niederreichholz [87]



#### Bsp. 18: Autos aus der Cloud

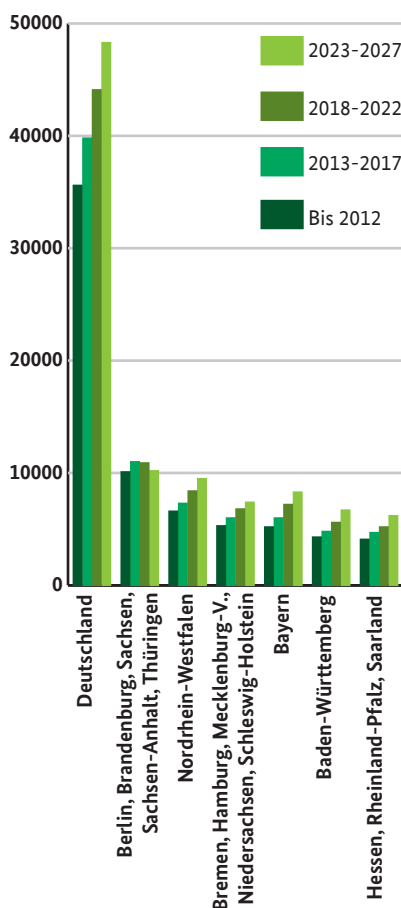
Das US-Unternehmen Local Motors hat sich auf Autos, die exakt auf die Bedürfnisse der Kunden abgestimmt sind, spezialisiert – ganz gleich, wie klein der Kundenkreis ist. Dabei nutzt die kleine Firma, die selbst nur wenige Mitarbeiter hat, für die Autoentwicklung Crowdsourcing, mit mehr als 25.000 freien Mitentwicklern aus 122 Ländern. Sie entwickeln Fahrzeuge gemeinsam im virtuellen Raum, mit allem, was Open-Source-Software und Crowdsourcing inzwischen bieten. Alle angemeldeten Mitglieder der Local-Motors-Community können auf sämtliche Baupläne und Zeichnungen in der Cloud nach Belieben zugreifen und sie weiterentwickeln. Patente gibt es ebenso wenig wie Lizenzgebühren. Ganz unentgeltlich werden die Leistungen der globalen Entwicklergemeinschaft nicht in Anspruch genommen. In der Projektausschreibung, der „Challenge“, wird ein Budget festgesetzt. Die überzeugendsten Lösungen für die einzelnen Entwicklungsphasen werden jeweils mit ein paar Tausend Dollar honoriert. [68]

Mangel, d.h. zu einem Bedarf, der nicht gedeckt werden kann. Die ostdeutschen Bundesländer sind hiervon am härtesten betroffen (vgl. Abb. 36).

Betrachtet man die aktuelle Personalstruktur im Maschinen- und Anlagenbau, so fällt erstens auf, dass im gesamtdeutschen Vergleich der Anteil an Facharbeitern in Ostdeutschland besonders hoch ist. Gerade kleine Unternehmen mit unter 50 Mitarbeitern weisen hier mit bis zu 80% einen um knapp 9% höheren Wert auf als westdeutsche Unternehmen. Dagegen werden in Westdeutschland in kleinen Unternehmen mehr ungelernte Arbeitnehmer beschäftigt (21% West; 13% Ost). [69] Bedingt durch den hohen Facharbeiteranteil wird der Mangel an Nachwuchsfachkräften daher besonders starke Auswirkungen haben. Weiterhin lässt sich vermuten, dass der Anteil an Frauen innerhalb der Beschäftigten im Maschinen- und Anlagenbau zurückgeht (vgl. Tabelle 8). Eine Ursache dafür kann in der mangelnden Attraktivität naturwissenschaftlich-technischer Berufe liegen.

Aufgrund der Spezifika kleiner und mittlerer Unternehmen, wie sie typisch für den ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbau sind, lässt sich ferner ableiten, dass es nur wenige Erfahrungen mit den Instrumenten des Personalmanagements gibt. [69] Personalmanagement wird häufig gleichgesetzt mit Personalverwaltung oder Personalabrechnung; Aufgaben wie die Erarbeitung einer Personalstrategie, Personalakquise, Personalentwicklung, Anreizsysteme und Gehaltsmanagement werden vernachlässigt. Die Unternehmen haben somit u.U. noch erhebliche Kompetenzdefizite, um die zuvor genannte Situation zu beherrschen. Die Herausforderung besteht somit darin, ein aktives und umfassendes Personalmanagement zu betreiben, entweder als einzelnes Unternehmen oder ggf. im Verbund.

Abb. 36: Jährlicher Bedarf an Ingenieuren bis 2027



Quelle: Statista

Als erstes ist eine Personalstrategie zu entwickeln, die in die strategische Unternehmensplanung zu integrieren ist. Dabei spielen nicht nur quantitative Aspekte eine Rolle, sondern auch benötigte Kompetenzen bzw. Qualifikationen. Weiterhin müssen sich die Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau mit der aktiven und prospektiven Personalakquise beschäftigen. Dazu sind zusätzliche Kanäle und Zugänge zu nutzen und geeignete Instrumente zur frühzeitigen Bindung zu entwickeln. Eine entscheidende Rolle spielt die Attraktivität von Arbeitsbedingungen, die sich u.a. an folgenden Merkmalen festmacht:

- » Image von Arbeitgeber und Produkt
- » Zukunftsaussichten für Unternehmen und Branche
- » persönliche Entwicklungsmöglichkeiten: Karrierepfade
- » Entlohnung
- » Zusatzleistungen
- » Qualifikationsmöglichkeiten
- » Flexibilität, Arbeitszeitmodell
- » Vereinbarkeit von Familie und Beruf
- » Standort (Infrastruktur, kulturelle und Freizeitangebote, Kinderbetreuung, Ausbildung)

Diese Bedingungen sind gezielt zu analysieren und – soweit möglich – zu entwickeln.

Im Bereich der Personalentwicklung und Arbeitsorganisation sollten die speziellen Bedürfnisse des Unternehmens als auch des Mitarbeiters berücksichtigt werden. In unterschiedlichen Lebensphasen haben bestimmte Aspekte wie Qualifizierungsprogramme, Auslandseinsätze, Zweitstudium oder Teilzeitarbeit unterschiedliche Priorität und Anreize. Flexibilisierungsansätze, bspw. im Hinblick auf die Arbeitszeit oder den Arbeitsort, können Vorteile sowohl für das Unternehmen als auch für die Mitarbeiter bieten (vgl. dazu auch Kap. 3.4).



**Ost-West-Unterschiede**

		Ost	West
Anteil an den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten		15,5	15,8
davon	Vollzeit	89,9	80,3
	Teilzeit	10,0	19,7
Auszubildende		3,5	6,2
	im Alter unter 25	7,4	11,5
	im Alter 25-49	59,1	62,0
	im Alter über 50	33,4	26,5

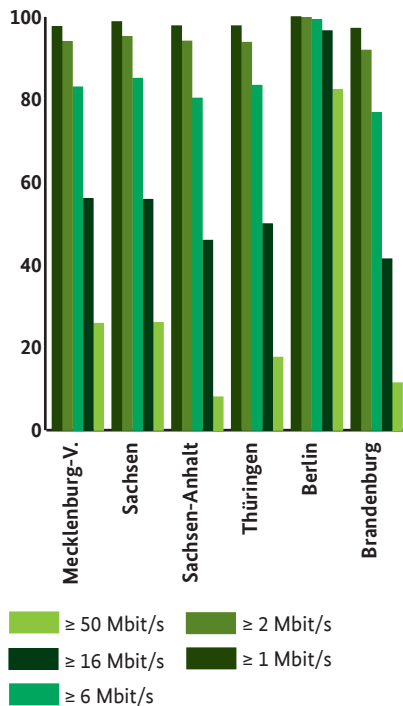
Frauen im ostdeutschen Maschinenbau arbeiten nur halb so häufig in Teilzeit wie ihre Kolleginnen im Westen. Allerdings scheinen sie sich als Arbeitnehmerinnen zunehmend aus der Branche zurückzuziehen. Ein Drittel von ihnen zählt bereits zur Altersgruppe der über 50jährigen. Nachwuchs ist ebenfalls eher rar: Die frauenspezifische Ausbildungsquote von 3,5% liegt nicht nur deutlich unter jener der Männer (7,2%), sondern auch unterhalb der westdeutschen frauenspezifischen Quote von 6,2%.

**Tabelle 8: Regionale Unterschiede der Frauenerwerbstätigkeit im deutschen Maschinenbau 2010 (in %) Quelle: Bundesagentur für Arbeit**

Eine weitere Aufgabe, vor der die Unternehmen stehen, betrifft die geeignete Integration älterer Mitarbeiter sowie die Abstimmung der Arbeitsbedingungen auf deren besondere Bedürfnisse. Da sich bestimmte Fähigkeiten im Laufe des Alterns verändern (Reaktionsschnelligkeit, audiovisuelle Wahrnehmung usw.), müssen Arbeitsbedingungen wie Anzeigen, Prozessführung, Dokumentationen usw. entsprechend verändert werden. Damit bleiben die Arbeitsplätze für die Mitarbeiter attraktiv, was den Anreiz zum Verbleib im Unternehmen erhöht. Weiterhin führen bessere Arbeitsbedingungen i.d.R. zu besseren Arbeitsleistungen. Zusätzlich müssen Wege gefunden werden, wie das wertvolle Fach- und Erfahrungswissen älterer Mitarbeiter erhalten und weitergegeben werden kann. Hier sind neben Instrumenten des Wissensmanagements geeignete Formen der Arbeitsorganisation (gemischte Teams) bzw. des organisationalen Lernens zu implementieren.

Die Bewältigung des Fachkräftemangels wird für die Unternehmen im ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbau ein zentrales Thema sein, welches über deren Zukunftsfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit entscheidet. Die Unternehmen stehen vor der Herausforderung, entsprechende Kompetenzen und Rahmenbedingungen für ein ganzheitliches Fachkräfte- und Personalmanagement herauszubilden. Daneben spielen allerdings auch infrastrukturelle Bedingungen eine Rolle, die das Unternehmen nur bedingt beeinflussen kann, und die eine konzentrierte Aktion zwischen verschiedenen Akteuren erforderlich macht.

**Abb. 37: Verfügbarkeit von Breitbandinternet in Ostdeutschland Mitte 2012**  
(Angaben in %)



Quelle: TÜV Rheinland Consulting GmbH

## 3.4 Veränderungen in Prozess und Organisation

### 3.4.1 Informationstechnologie und Automatisierung

Durch die beschriebenen Entwicklungen in der Informationstechnologie sind auch in den Prozessen des Maschinen- und Anlagenbaus erhebliche Potenziale realisierbar.

Als erstes betrifft dies eine verbesserte Prozesseffizienz durch eine verbesserte und umfassendere Datenverfügbarkeit. Diese führt zum Aufbau von Prozesswissen, zur Vorhersage des Prozessverhaltens, zum Aufdecken von bisher unbekannten Zusammenhängen und als Folge zu besser fundierten, schnelleren Entscheidungen sowie zu vorausschauenden Verhaltensweisen.

Zweitens kann auf Abweichungen in Prozessen schneller reagiert werden, indem auf Mechanismen der Selbststeuerung zurückgegriffen wird. Diese Abweichungen können sowohl Produktionsprozesse (bspw. Prozess- und Qualitätsparameter) als auch logistische Prozesse (mit Kenngrößen wie Zeit, Bestände, Auslastung) betreffen.

Drittens ist über Identifikationstechnologien eine Überwachung und Rückverfolgung von Produkten und Produktbestandteilen möglich. Das kann für die Steuerung von internen und externen/übergreifenden logistischen Prozessen und Wertschöpfungsketten mit dem Fokus auf Mengen, Zeiten, Qualität genutzt werden.

Viertens bietet bspw. die Robotik die Chance, den Menschen von schweren und unzumutbaren oder potentiell gesundheitsgefährdenden Tätigkeiten zu entlasten. Zudem können durch Automatisierung kurzzyklische Aufgaben sowie solche mit hohen Genauigkeitsanforderungen realisiert werden. Beide Aspekte haben insbesondere Bedeutung vor dem Hintergrund einer alternden Belegschaft sowie des prognostizierten Fachkräftemangels.

Die Realisierung der Potenziale ist an verschiedene Voraussetzungen geknüpft, dazu gehören zunächst aus technischer Sicht leistungsfähige Rechentechnik, Sensorik und Vernetzung sowie entsprechende Schnittstellen. In der deutschen Industrie werden Digitalisierung, Vernetzung und informationstechnische Durchdringung als Lösungsansatz zur Flexibilisierung der Produktion gesehen. [2] Eine Befähiger-Technologie stellt v.a. RFID dar, wobei es unterschiedliche Annahmen im Hinblick auf deren Verbreitung gibt (vgl. Abb. 38). [70]

Eine Analyse der Verfügbarkeit von schnellen Internetverbindungen im ostdeutschen Raum zeigt, dass v.a. in Städten und Ballungsgebieten sowie in Gebieten, die eindeutig durch eine hohe Industriedichte geprägt sind, gute Voraussetzungen gegeben sind. Dagegen weisen ländliche Gebiete noch Defizite auf (vgl. Abb. 37).

Daten des VDMA zeigen weiterhin, dass die Dienstleistung Softwareprogrammierung bereits ca. 25% der Stundenaufwände bei kundenspezifischen Anpassungen und ca. 33% bei Neu- oder Weiterentwicklungen ausmacht. Die Fertigung mechanischer Komponenten verursacht (noch) rund 50% der Stundenaufwände. [56] Das legt die Schlussfolgerung nahe, dass aufgrund der Tendenzen aus Produkthanforderungen und -merkmalen, die Unternehmen bereits über Know-how im Bereich Informationstechnologie verfügen. Da der Maschinen- und Anlagenbau selbst Lieferant von Automatisierungslösungen ist, sind auch hier ent-

sprechende Kompetenzen vorhanden, die auf die eigenen Prozesse angewandt werden können.

Als zentrale Anforderung lässt sich formulieren, dass die Potenziale der Informationstechnologie konsequent genutzt werden sollten, da damit zukünftige Wettbewerbsvorteile verbunden sind. Der Einsatz bzw. die Integration entsprechender Technologien muss dabei mit Augenmaß erfolgen und einem ganzheitlichen Verständnis folgen:

- » Mit dem Einsatz der Informationstechnologie einhergehen müssen Veränderungen in der Organisation (Prozess), bei den Arbeitstätigkeiten und Mitarbeitern (Qualifikation).
- » Bei der Konfiguration von entsprechenden Lösungen und der Festlegung der Aufgabenteilung muss eine Orientierung an den jeweiligen Stärken von Mensch und Maschine erfolgen.
- » Für Mitarbeiter dürfen keine Resttätigkeiten übrig bleiben, welche eine beeinträchtigungsfreie und persönlichkeitsförderliche Arbeit nicht mehr gewährleisten.
- » Bei der Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen sind die entsprechenden Anforderungen (vgl. Bsp. 19) zu berücksichtigen, sodass die Akzeptanz der Technologie durch die Mitarbeiter gefördert und die Wahrscheinlichkeit gesundheitlicher Schäden minimiert werden.

Es kann in diesem Zusammenhang von einem Paradigmenwechsel gesprochen werden: Konventionelle Prozesse entwickeln sich hin zu smarten Prozessen in smarten Systemen bzw. in der smarten Fabrik, die durch Eigenschaften wie Ortsunabhängigkeit, Anpassung an die Erfordernisse der Anwendungssituation, Teilautonomie, Multifunktionalität, Vernetztheit gekennzeichnet sind (vgl. Abb. 39).

### 3.4.2 Wandlungsfähigkeit und Flexibilität

Äußere Anforderungen aus Markt, gesellschaftlichem und politischem Umfeld, Technologielebenszyklen sowie innere Ereignisse wie Störungen, Änderungen, Abweichungen usw. stellen hohe Anforderungen an die Reaktionsfähigkeit von Unternehmen. Dies gilt insbes. für den Maschinen- und Anlagenbau, der durch seine Spezifik als Einzelfertiger mit hoher Kundenorientierung sowie durch die hohe Produkt- und Prozesskomplexität besonders von derartigen Einflussfaktoren betroffen sein dürfte.

Die Reaktionsfähigkeit erstreckt sich auf Handlungsfelder im Unternehmen:

- » Produkt: Aufbau, Abmessungen, Materialien, Varianten
- » Produktionsprogramm: Mengen, Zeiten
- » Prozesse: Reihenfolgen, Zeiten
- » Technologie: Art, Verfügbarkeit
- » Organisation: Auftragsabwicklung, Sonder- und Eilaufträge, Änderungen
- » Mitarbeiter: Qualifikation, Einsatzort und Einsatzzeit

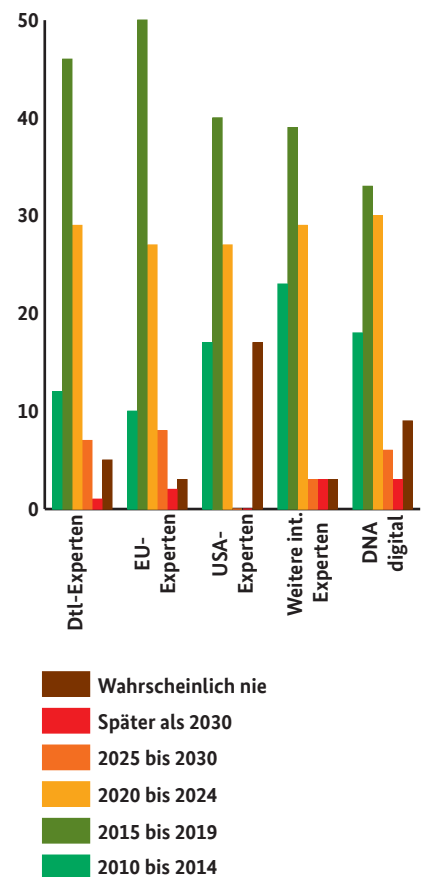
Die Beherrschung dieser Anforderungen, d.h. die Anpassung an äußere und/oder innere Veränderungen innerhalb kürzester Zeit wird, neben den anderen bereits angesprochenen Aspekten, wettbewerbsbestimmend sein. Man geht davon aus, dass die Dynamik bzw. Volatilität im Umfeld, in dem Industrieunternehmen agieren, noch weiter zunehmen werden. Daher sind Flexibilität und wandlungsfähige Strukturen für Unternehmen überlebensnotwendig.

#### Bsp. 19

Anforderungen an die Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen nach DIN EN ISO 9241 „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten“ (1995-2009):

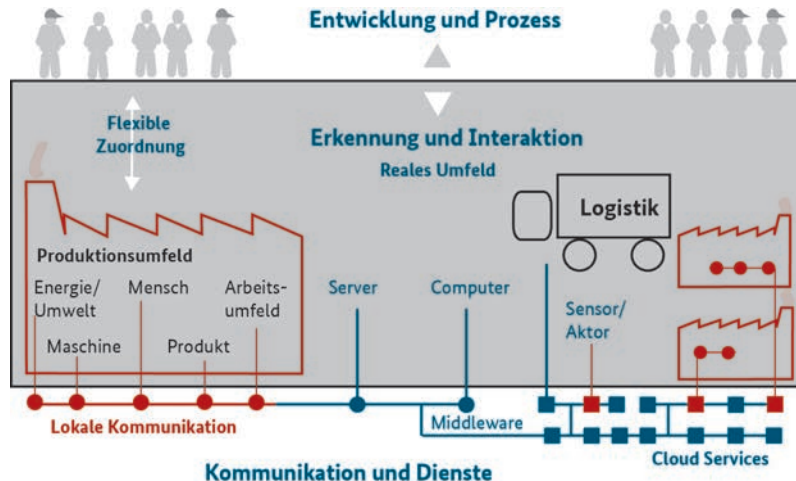
- » Aufgabenangemessenheit
- » Selbstbeschreibungsfähigkeit
- » Steuerbarkeit
- » Erwartungskonformität
- » Fehlertoleranz
- » Individualisierbarkeit
- » Lernförderlichkeit

Abb. 38: Expertenmeinung zur Durchsetzung von RFID als Standardtechnologie



Quelle: Statista

Abb. 39: Smart Factory und Umfeld  
[154]



### Bsp. 20

#### Zu den Wandlungstreibern zählen:

- » die Verschärfung der Turbulenzen im Hinblick auf Produktvarianten, Mengen (Stückzahlen, Losgrößen) sowie Auftragseingang, Auftragszusammensetzung, Lieferfristen und Termine
  - » die Zunahme der Änderungen und Neuerungen in laufenden Produktprogrammen infolge differenzierter Nachfrage und Varianten sowie infolge technisch/wirtschaftlich bedingter Verbesserungen und Änderungen in laufenden Serie
  - » die späteste Festlegung der Produktkonfigurationen und kürzere Einführungs- und Anlaufphasen neuer Produkte
  - » der Druck auf Preise und Kosten infolge der Marktsituationen
  - » der Druck auf kurzfristige positive Ergebnisse aus den Kapitalmärkten
  - » Regularien, Gesetze, Vereinbarungen mit Wirkung auf Produkte und Produktionsabläufe
  - » lokale Einflüsse an den Standorten
- [73]

#### Als Wandlungsbefähiger gelten u.a.:

- » Universalität (Funktions- und Nutzungsneutralität)
- » Mobilität
- » Skalierbarkeit (Erweiter- und Reduzierbarkeit)
- » Modularität
- » Kompatibilität (Vernetzungsfähigkeit, (Des-)Integrationsfähigkeit)

[74]

Der ostdeutsche Maschinen- und Anlagenbau kann bzgl. Flexibilität Vorteile aufweisen, gelten doch KMU durch kurze Entscheidungswege als reaktionsschneller als große Unternehmen. Umfragedaten zufolge schätzt sich ein Großteil des ostdeutschen Maschinenbaus als weitgehend flexibel ein. [66] Eine detaillierte Untersuchung der eingesetzten Flexibilisierungsinstrumente kommt zu folgendem Ergebnis: Die befragten Maschinenbauunternehmen in Ostdeutschland gaben an, entweder Maßnahmen zur Arbeitsflexibilität (94%), d. h. flexible Arbeitszeiten, Arbeitszeitkonten und Gleitzeit oder flexible Arbeitsorganisation (92%) zu nutzen. Zu letzterem zählen u.a. Tätigkeitserweiterung/-bereicherung und Job Rotation. Nach Daten des Statistischen Bundesamtes für die Gesamtwirtschaft nutzen 34% der Unternehmen, aber nur rund 24% des verarbeitenden Gewerbes flexible Arbeitszeiten als Instrument. [71] Der ostdeutsche Maschinenbau besitzt damit eine gute Ausgangsbasis.

Weitere häufig genutzte organisatorische Methoden sind Team- und Gruppenarbeit in Verbindung mit Job Enlargement oder Job Enrichment oder mit Hilfe von passenden Arbeitszeitansätzen wie Teilzeit und Arbeitszeitkonten. Als weitere wichtige Instrumente zur technischen Flexibilisierung wurden genannt (jeweils von über 50% der Beteiligten): PPS- und ERP-Systeme, Bearbeitungszentren, Betriebsdaten- und Maschinendatenerfassung sowie computergestützte Arbeitsplanung. [66] (vgl. Abb. 40)

Zeitarbeit sowie der Rückgriff auf freie Mitarbeiter spielen im Maschinen- und Anlagenbau offensichtlich nur eine untergeordnete Rolle. Demnach beträgt der Anteil von freien Mitarbeitern im Maschinenbau unter 1%, der von Zeitarbeitern zwischen 2 und 4,5%. [72] Dies liegt sicherlich darin begründet, dass im Maschinen- und Anlagenbau spezifische Anforderungsprofile erforderlich sind, die durch Zeitarbeiter nicht erfüllt werden können.

Es lassen sich folgende Herausforderungen für den Maschinen- und Anlagenbau ableiten: Zunächst sind Mechanismen erforderlich, um die Notwendigkeit für Anpassungen zu erkennen. Dazu kann bspw. auf die bekannte Systematik von Wandlungstreibern zurückgegriffen werden. Als nächstes ist der erforderliche Grad der Flexibilität bzw. Wandlungsfähigkeit zu bestimmen. Dazu können Eigenschaften wie die der sog. Wandlungsbefähiger herangezogen werden (vgl. Bsp. 20). Im nächsten Schritt sind die notwendigen Anpassungsmaßnahmen zu ermitteln und zu implementieren.

Die dabei zum Einsatz kommenden Konzepte lassen sich wiederum entsprechend der bereits genannten Handlungsfelder systematisieren:

- » Produkt: Modularisierung
- » Produktionsprogramm: flexible Marktstrategien, antizyklische Märkte
- » Prozess: Mehrzweckmaschinen, Funktionsredundanz
- » Organisation: Arbeitszeitmodelle, Arbeitsorganisation
- » Kooperationsmodelle
- » Mitarbeiter: Polyvalenz

Die besonderen Herausforderungen bei der Umsetzung liegen im Bereich Technik in der Sicherstellung der Wirtschaftlichkeit, bspw. bei Mehrzweckmaschinen, bei Redundanz und in der Beherrschung von Schnittstellen. Im Bereich Organisation und Mitarbeiter müssen die entsprechenden Fähigkeiten aufgebaut und langfristig erhalten werden.

### 3.4.3 Neue Prozesse und Technologien

Die Potenziale neuer Technologien lassen sich im Maschinen- und Anlagenbau in mehrfacher Hinsicht erschließen. Zum einen ermöglicht der Einsatz neuer Technologien die Herstellung neuer Produkte mit neuen Eigenschaften, was wiederum den Zugang zu neuen (Zukunfts-) Märkten ermöglicht. Zum anderen können durch den Einsatz neuer Technologien Effizienzpotenziale in den eigenen Prozessen erschlossen werden. Diese Potenziale betreffen bspw. den Material- und Energieverbrauch, die Produktivität, Bearbeitungszeit oder die Qualität. Neue Technologien sind somit als Chance zu begreifen, die es aktiv zu nutzen gilt. Gleichwohl sind neue Prozesse und Technologien mit Risiken verbunden, insbes. was deren Beherrschung und Integration in bestehende Abläufe betrifft.

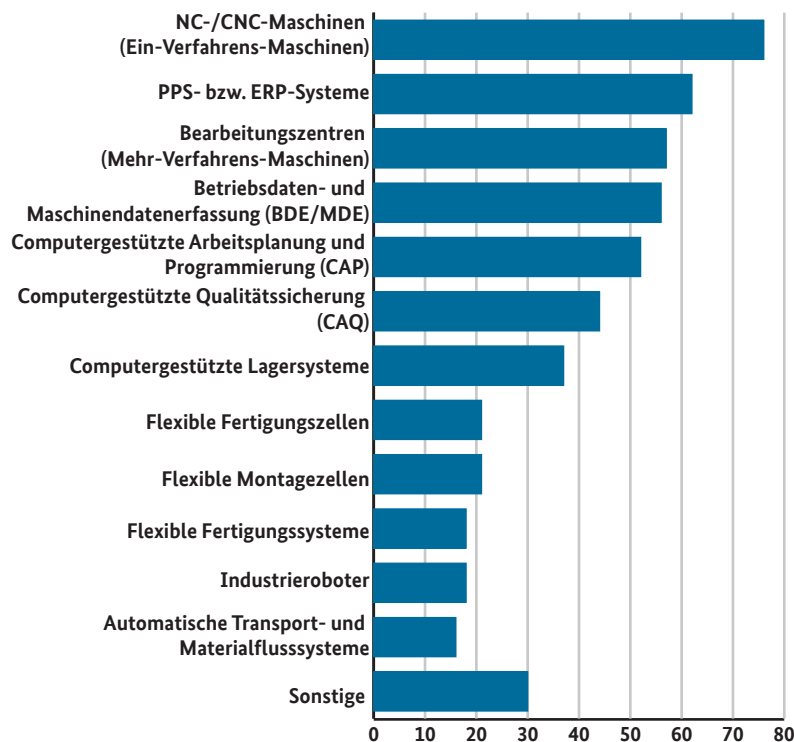
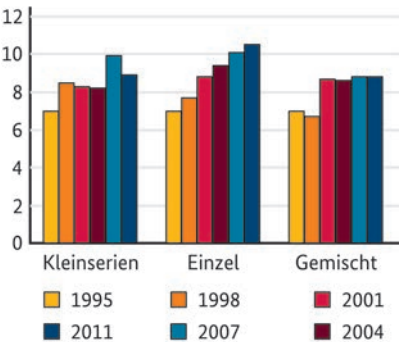


Abb. 40: Nutzung flexibler technischer Arbeitsmittel

**Abb. 41: Entwicklung des Durchschnittsalters der NC/CNC Maschinen (in Jahren)**



Quelle: VDMA

Der Einsatz neuer Technologien kommt einer Prozessinnovation gleich. Ostdeutsche Maschinenbauunternehmen können als innovativ charakterisiert werden; Untersuchungen bewerten diese im Hinblick auf Prozessinnovationen als genauso gut wie westdeutsche Unternehmen. Die entsprechende Fähigkeit und Bereitschaft, Prozesse erfolgreich zu verändern, scheint somit gegeben zu sein.

Die Anlagenutzung erfolgt dagegen im Maschinenbau eher langfristig, was per se die Umstellung auf neue Materialien und Technologien eher erschwert. Zahlen des VDMA zeigen zwar, dass gerade im Bereich von NC- und CNC-Maschinen die Investitionsbereitschaft wieder gestiegen ist, dennoch beträgt das Durchschnittsalter dieser Werkzeugmaschinengruppe zwischen sieben und elf Jahren (vgl. Abb. 41). Vor allem Einzelfertiger nutzen ihren Maschinenpark eher langfristig. [75] Diese Tendenz lässt sich u.a. mit den hohen Investitionssummen für Ausrüstungen begründen, die sich nur über einen längeren Zeitraum amortisieren können. Es kann geschlussfolgert werden, dass die Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau im Prinzip die Bereitschaft zur Veränderung von Prozessen und zur Integration neuer Technologien mitbringen, dass aber insbesondere der Investition in neue Technologien allerdings oft wirtschaftliche Gründe entgegenstehen.

Da aufgrund der großen Breite der im Maschinen- und Anlagenbau eingesetzten Technologien im Rahmen dieser Studie keine einzelne Technologie im Detail betrachtet werden kann, soll im folgenden der Fokus auf den allgemeinen Anforderungen im Umgang mit neuen Technologien liegen.

Die zentrale Forderung an die Unternehmen lautet, dass sie technologische Fähigkeiten gezielt, d.h. orientiert an erwarteten Marktpotenzialen und äußeren Notwendigkeiten sowie orientiert an gegebenen internen Bedingungen, entwickeln. Dies kann bspw. anhand der Aufgabensystematik des Technologiemanagements (vgl. Bsp. 21) erfolgen. Einzelne Aspekte werden im Folgenden näher erläutert:

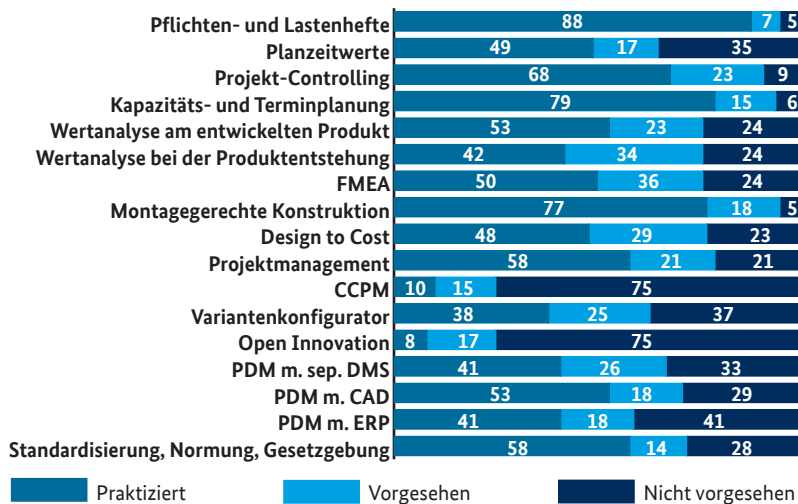
<b>Bsp. 21: Aufgabensystematik des Technologiemanagements [116]</b>
Technologiefrüherkennung
Technologieplanung
Technologieentwicklung
Technologieverwertung
Technologieschutz
Technologiebewertung

Geeignete Technologien müssen identifiziert werden. Dazu bedarf es entsprechender Informations- und Bewertungssysteme. Informationen können über Messen, Einkäufer, Partnerschaften und Kooperationen, Forschungseinrichtungen, Fachliteratur, Datenbanken usw. beschafft werden. Aus der Vielzahl von Informationen sind die Technologien mit entsprechendem Potenzial herauszufiltern. Die als brauchbar identifizierten Technologien müssen mit den vorhandenen Fähigkeiten im Unternehmen sowie mit äußeren und inneren Entwicklungen abgeglichen werden. Eine bedeutsame Rolle spielt dabei das Potenzial der Technologie, zukünftige Bedarfe zu erfüllen bzw. zukünftige Probleme zu lösen.

Ausgewählte Technologien sind in geeigneter Weise in die vorhandenen Prozesse zu integrieren. Dazu sind Konzepte erforderlich, die eine wirtschaftliche Nutzung ermöglichen. Das heißt bspw., dass Technologien ein entsprechend großes Potenzial besitzen müssen (Umsatz, Einsparung usw.) oder dass im Zweifelsfall Möglichkeiten zur gemeinsamen Nutzung in einem Verbund (Kooperation) oder zur Weiternutzung (sodass sich für das Unternehmen ein Rest- bzw. Weiterveräußerungswert ergibt) gesucht werden müssen. Das Integrationskonzept muss aus ganzheitlicher Sicht entwickelt und umgesetzt werden und Aspekte der Organisation sowie v.a. der Mitarbeiterqualifikation enthalten.

Neue Technologien bedürfen des Schutzes, da sie i.d.R. die Kernkompetenzen des Unternehmens ausmachen und die Wettbewerbsposition mitbestimmen. Insbes. bei Technologieentwicklungen im Rahmen von Kooperationen ist die Nutzung/Verwertung der Ergebnisse im Vorfeld eindeutig zu regeln.





Quelle: VDMA (Betriebswirtschaft 2012)

Mit dem Einsatz von Technologien verbunden ist die Frage nach der Finanzierung der entsprechenden Investitionen. Hier bieten eventuell neue Finanzierungsmethoden wie crowdfunding eine interessante Perspektive.

### 3.4.4 Neue Lösungen für die Prozess-, Arbeits- und Produktionsorganisation

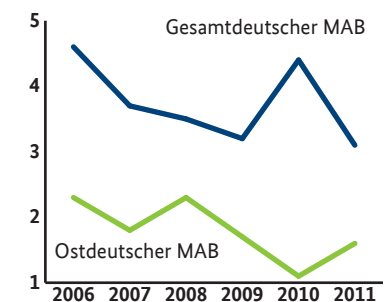
Die Gestaltung der Organisation ist eine entscheidende Grundlage für die bereits diskutierten Themen Effizienz, Personalentwicklung, Wissensmanagement und Flexibilität. Dabei geht es um das Zusammenwirken der einzelnen Akteure im Unternehmen, wobei grundsätzliche strukturelle Festlegungen sowie Abläufe zu unterscheiden sind. Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau sind aus organisatorischer Sicht tendenziell eher konservativ geprägt, d.h. neue Organisationskonzepte benötigen Zeit, bis sie als sinnvoll erkannt und implementiert werden. Insbesondere bei der Implementierung sind vielfach Beharrungstendenzen der bestehenden Organisation zu überwinden. Eine Untersuchung des VDMA [56] lässt die Schlussfolgerung zu, dass bestimmte Ansätze zu Veränderungen organisatorischer Gegebenheiten bereits Beachtung gefunden haben. Gleichzeitig ist aus dem Durchdringungsgrad zu erkennen, dass ein nicht unbedeutender Teil der Unternehmen noch keine Veränderungen in wichtigen Bereichen initiiert hat (vgl. Abb. 42).

Im ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbau ist entsprechendes Innovations- und Entwicklungspotenzial vorhanden (vgl. Abb. 43). Demnach liegt der ostdeutsche Maschinen- und Anlagenbau bei der Stückkostensenkung durch Prozessinnovationen im deutschlandweiten Vergleich ca. 1,5% unter dem bundesdeutschen Wert. Ursachen können zwar fehlende Skaleneffekte aufgrund der starken Konzentration auf die Sonder- und Einzelfertigung in Ostdeutschland sein. Nichtsdestotrotz sind die Potenziale viele Konzepte und Methoden noch längst nicht ausgeschöpft. Die Herausforderung besteht also darin, geeignete Lösungsansätze aufzugreifen, diese an die eigenen Spezifika anzupassen und erfolgreich zu implementieren. Auf einige ausgewählte Ansätze wird im Folgenden eingegangen:

Flexible Arbeitsorganisationen ermöglichen dem Unternehmen, schnell und wirtschaftlich auf Schwankungen im Bedarf zu reagieren. Mögliche Konzepte sind u.a. flexible Arbeitsorganisationsformen.

Abb. 42: Organisatorische Regelungen in den Entwicklungs- und Konstruktionsabteilungen des Maschinen- und Anlagenbaus in %

Abb. 43: Senkung der Stückkosten durch Prozessinnovationen (in %)



Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, VDMA

### Bsp. 22: Sieben Arten der Verschwendung

- » Transport
- » Bestände
- » Bewegung
- » Warten
- » Überproduktion
- » Falsche Technologie/Prozesse
- » Ausschuss/Nacharbeit

[83]



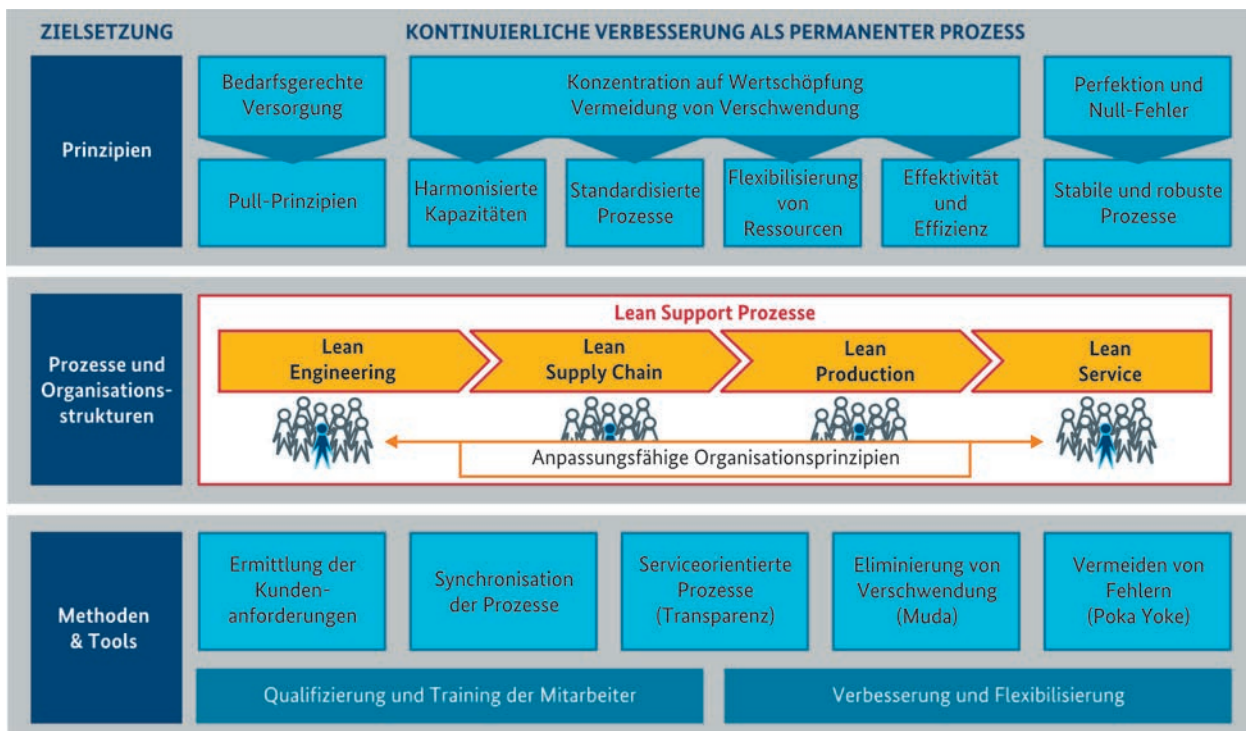
Die Gestaltung kundenorientierter, synchronisierter Prozesse, orientiert an japanischen Lean Management Prinzipien (vgl. Bsp. 22) ermöglichen kurze Durchlaufzeiten, geringe Bestände, die schnelle Reaktion auf Veränderungen, das Aufdecken von Fehlern. Insbesondere das Vermeiden von Verschwendung hat hier oberste Priorität. Verschiedene Methoden wurden zwar im Bereich der Serienfertigung entwickelt, sind mit bestimmten Anpassungen aber durchaus auch in der Einzelfertigung anwendbar (vgl. Abb. 44).

Die Gestaltung alters- und altersgerechter Arbeitsprozesse und Arbeitsbedingungen berücksichtigt insbes. die speziellen Anforderungen, die sich aus einer Veränderung der Belegschaftsstruktur ergeben. Arbeitsaufgaben und -prozesse, Arbeitszeitorganisation, Informationsbereitstellung, Arbeitsumgebung, Arbeitsmittel usw. müssen an die speziellen Erfordernisse älterer Mitarbeiter angepasst werden. Die Entwicklung muss hingehen zum „demografiefesten“ Unternehmen gehen (vgl. Bsp. 23).

Darüber hinaus sind Lern- und Veränderungsprozesse aktiv zu gestalten. Dies bedarf einer grundlegenden Bereitschaft im Unternehmen, sich mit notwendigen Veränderungen auseinanderzusetzen und entsprechend darauf zu reagieren. Die jüngere Forschung spricht in diesem Fall von „Dynamischen Fähigkeiten“, d.h. „...die Fähigkeit eines Unternehmens, interne und externe [...] Kompetenzen in einer sich schnell wandelnden Umwelt zu erzeugen, zu integrieren und weiter zu entwickeln.“ [88] Der Grundansatz sowie die einzelnen Fähigkeiten sind aus Abb. 45 ersichtlich. [89]

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die neuen Prozesse und Technologien und neue organisatorische Lösungen nicht unabhängig voneinander betrachtet werden können. Allen vorgestellten Ansätzen wohnt großes Potenzial inne. Grundsätzliches Ziel von neuen Prozessen, Technologien und Organisationsformen ist die Anpassung an gegebene oder prognostizierte Anforderungen, bspw. um neue Bedürfnisse zu erfüllen, um wettbewerbsfähiger (produktiver, schneller, kostengünstiger) zu werden sowie die Ausbildung grundsätzlicher Fähigkeiten zur Anpassung, im Sinne von Flexibilität und Wandlungsfähigkeit.

Abb. 44: Methodenauswahl für Produktionssysteme [180]



Allen vorgestellten Ansätzen ist gemein, dass entsprechende Rahmenbedingungen geschaffen werden müssen, damit diese zur vollen Wirksamkeit gelangen können. Dazu bedarf es grundlegender Fähigkeiten des Unternehmens, Veränderungsbedarf zu erkennen und gezielt darauf zu reagieren.

### 3.5 Flexible Wertschöpfungsketten

Die Verringerung der Wertschöpfungstiefe und die Konzentration auf Kernkompetenzen gelten als Trend in der Produktionsorganisation. [2] Daraus resultieren eine höhere Arbeitsteilung sowie, aufgrund der Spezifik der Einzel- und Kleinserienproduktion, temporäre Wertschöpfungsnetzwerke. Bedingt durch veränderte Produkteigenschaften und Integrationsbestrebungen finden Kooperationen zunehmend über Branchengrenzen hinweg statt.

Für Unternehmen sind Kooperationen mit vielfältigen Potenzialen verbunden: Sie können sich auf ihr Kerngeschäft konzentrieren, sie können Synergieeffekte und seltener auch Volumeneffekte im Verbund nutzen, sie können auf Kompetenzen und Kapazitäten zurückgreifen, die im eigenen Unternehmen nicht vorhanden sind und sie haben damit die Möglichkeit, flexibel auf Bedarfsschwankungen zu reagieren. Aufgrund dieser Vorteile gelten (Wertschöpfungs-)Netzwerke als zukunftssträchtige Unternehmensform. [4] [22]

Gleichwohl sind Kooperationen auch mit bestimmten Risiken und Aufwendungen verbunden. Dazu gehören das Risiko des Know-how- oder Identitäts-Verlustes, der notwendige Koordinationsaufwand, rechtliche Unsicherheiten, ein nicht unerhebliches Konfliktpotenzial, die Gefahr von Doppelarbeit usw. Wichtig ist daher, dass Unternehmen Potenziale und Aufwand abschätzen sowie gezielt Fähigkeiten zum Aufbau und zum Betreiben von Kooperationen entwickeln.

Betrachtet man die Zahlen des VDMA zur externen Auftragsvergabe für den gesamten Maschinen- und Anlagenbau, so ging der Anteil von Auslagerungen von Produktionsprozessen auf unter 15% zurück. [75] Allerdings ist an den Kostenstrukturen des Maschinen- und Anlagenbaus abzulesen, dass gerade wachstumsstarke Zweige (z.B. Produktion von Öfen und Brennern) Arbeitsschritte eher vermehrt an externe Zulieferer auslagern. [77] Es ergibt sich somit ein differenziertes Bild, welches auch durch die im Rahmen der Studie befragten Unternehmer bestätigt wurde - Arbeitsteilung bzw. Fremdvergabe an externe Partner wird nicht immer als Vorteil gesehen. [78] Andere Untersuchungen [66] kommen zu dem Schluss, dass Kleinstunternehmen überbetriebliche Zusammenarbeit weniger in Anspruch nehmen als mittlere Unternehmen. Verschiedene Umfragen deuten zudem darauf hin, dass Netzwerke vor allem zum Erfahrungsaustausch und der Zusammenarbeit bei Forschung und Entwicklung genutzt werden. [66] [79] Der gemeinsame Gebrauch von Produktionsanlagen bildet bei Kooperationen eher die Ausnahme; aufgrund gesetzlicher Regelungen ist weiterhin ein Austausch von Arbeitnehmern innerhalb von Zusammenschlüssen nur schwer möglich. [80]

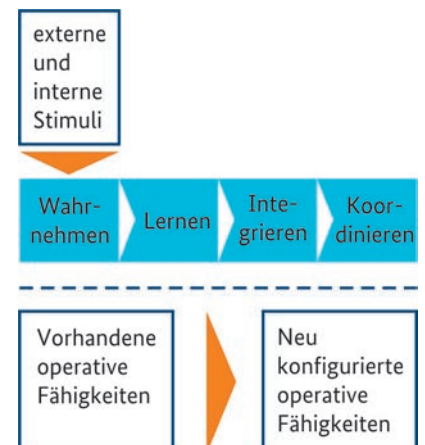
Eine Recherche zu bestehenden Netzwerken der Schlüsseltechnologien in den ostdeutschen Bundesländern ergab, dass es sich dabei hauptsächlich um Mischnetze aus Forschung und Wirtschaft handelt, d.h. Zusammenschlüssen aus Hochschule(n), außeruniversitären Forschungseinrichtungen und Unternehmen (vgl. Abb. 46). Zum Zweck dieser Netzwerke gehören neben der Forschungs- und Entwicklungsarbeit auch die Realisierung der produktionstechnischen Umsetzung sowie der Wissensaustausch und Kompetenzaufbau in den Wirtschaftsunternehmen. Charakteristisch ist, dass sich diese Verbünde bzw. Unternehmen meist

#### Bsp. 23

Die Schwäbisch Hall-Unternehmensgruppe führte das Programm KOMPASS ein, um „demografiefest“ zu werden. Im Programm nehmen erfahrene Mitarbeiter eine Standortbestimmung vor und entwerfen für sich eine berufliche Perspektive.

Ziel des KOMPASS-Prozesses ist es, dass die teilnehmenden Mitarbeiter ihre Erfahrungen und Kompetenzen reflektieren und so justieren, dass sie ihre Kenntnisse auch in den Folgejahren im Unternehmen optimal einbringen können. Im Programm bearbeiten die Teilnehmer übergeordnete Unternehmensthemen, verschiedene Kompetenzbereiche werden aufgefrischt sowie im Kollegenkreis berufliche Erfahrungen reflektiert. Das zentrale Ziel dabei: Den Mitarbeitern sollen die erforderlichen Kenntnisse und Werkzeuge an die Hand gegeben werden, um auch künftig ihre Kompetenzen im Berufsalltag wirksam einzubringen. Oder anders formuliert: Eine schleichende Dequalifizierung der Mitarbeiter aufgrund veränderter Arbeitsbedingungen und -inhalte soll vermieden werden, sodass sie wertvolle Mitarbeiter bleiben. [76]

Abb. 45: Dynamische Fähigkeiten nach Pavlou und El Sawy [89]



um die Universitätsstandorte in den jeweiligen Bundesländern konzentrieren. Auch sind bei den einzelnen Technologien regional unterschiedliche Schwerpunktbildungen zu beobachten, beispielsweise eine hohe Konzentration auf die Informationstechnologie in Berlin-Brandenburg und Biotechnologie in Sachsen-Anhalt. Ein weiteres Merkmal ist, dass in einigen Technologien die regionale Forschung nur an Hochschulen und in KMU mit Spin-Off Hintergrund bzw. entsprechenden Ressourcen zur Auftragsforschung stattfindet.

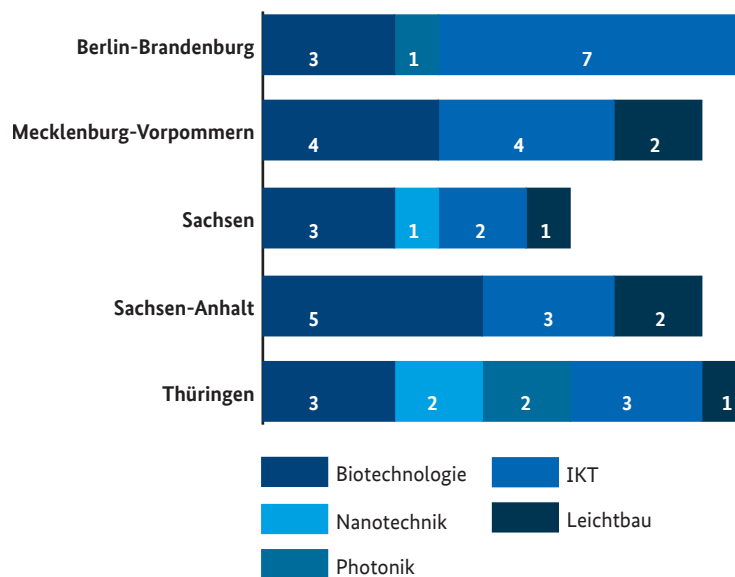
Betrachtet man aktuelle Netzwerke im Maschinen- und Anlagenbau, so zeigt sich, dass für die Unternehmen Themen wie die Forschung und Entwicklung oder gemeinsame Produktionsstrategien die häufigsten Anreize sind, sich zu beteiligen (vgl. Tabelle 9, [81]). Dagegen sind Zusammenschlüsse für Markt- oder Beschaffungszwecke noch recht selten anzutreffen. Am häufigsten setzen sich die Maschinenbauunternehmen mit den Einzelthemen „Neue Werkstoffe“ und „Prozessoptimierung“ auseinander. Laut einer Befragung der IW Consult GmbH gaben 70% der teilnehmenden Firmen an, hierzu gelegentlich oder häufig mit anderen Unternehmen zu kooperieren. [81]

Die Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus erwarten von einer Teilnahme an Kooperationen v.a. Vorteile durch eine gemeinsame Forschung, [66] durch die Entwicklung neuer Produkte, durch den Erfahrungsaustausch sowie durch einen Know-how-Zugewinn. [79] Als Hindernisse bei Kooperationen gelten demzufolge Finanzierung und Ressourcenmangel, die Finanzierung des Netzwerkmanagements sowie unterschiedliche Interessen und Ziele der Netzwerkpartner. Bestimmende Faktoren bei der Kooperation sind laut Expertenmeinung [78] die regionale Nähe und das langfristig aufgebaute Vertrauen zwischen den Partnern.

Wie sich Finanzierungslücken auswirken, kann tendenziell aus der Analyse der Netzwerkaktivität nach abgelaufener Förderungsdauer am Beispiel der Initiative „Innovative regionale Wachstumskerne“ für die Förderzeiträume von 2006 bis 2011 des BMBF (vgl. Tabelle 10) abgelesen werden. Nur etwa die Hälfte der Netzwerke bleibt nach dem Auslaufen der Förderung aktiv.

Einen interessanten Ansatz, der offensichtlich auch nicht von der eben beschriebenen Tendenz betroffen ist, bieten von der Wirtschaft initiierte Netzwerke, die

**Abb. 46: Ostdeutsche Mischnetzwerke in den Schlüsseltechnologien**



Quelle: Eigene Recherche

Themenbereich der Zusammenarbeit	Häufigkeit der Zusammenarbeit	Anteil in %
<b>Markt</b> (Produkt-Dienstleistungs-Bündel, Auslandsmärkte)	häufig	5,7
	gelegentlich	26,9
	<b>selten</b>	<b>41,9</b>
	nie	25,5
<b>Beschaffung</b> (Personal, Finanzen, Einkauf, Versorgungssicherheit für Rohstoffe)	häufig	9,8
	gelegentlich	26,3
	<b>selten</b>	<b>35,2</b>
	nie	28,7
<b>Produktion</b> (Produktmodifikationen, Prozessoptimierung, Materialeffizienz)	häufig	19,1
	<b>gelegentlich</b>	<b>41,7</b>
	selten	27,2
	nie	12,0
<b>Forschung &amp; Entwicklung</b> (Grundlagenforschung, Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung, neue Werkstoffe)	häufig	16,3
	<b>gelegentlich</b>	<b>38,4</b>
	selten	28,0
	nie	17,3

**Tabelle 9: Teilnahme von Maschinenbauunternehmen an themenbezogenen Netzwerken [Mehrfachantworten möglich]** Quelle: eigene Zusammenfassung nach IW Consult GmbH, Wertschöpfungsketten und Netzwerke

als Verband, Verein oder als Forschungsinstitut agieren. Diese arbeiten weitgehend projektbezogen und finanzieren sich über entsprechende Forschungsprojekte. Beispielhaft zu nennen sind das ICM Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau sowie das Silicon bzw. Organic Saxony. Ein in diesem Rahmen genutztes Instrument sind die NEMO-Förderprogramme.

In Expertengesprächen wurde darauf hingewiesen, dass für die Initiierung oder die längerfristige Netzwerkarbeit und Projektanbahnung auch für diese Institutionen selten Mittel zu Verfügung stehen und über Beiträge bzw. individuelle Vorleistungen abgedeckt werden müssen.

Als Herausforderung für die Unternehmen des ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbaus ergibt sich zunächst die Notwendigkeit, grundlegende Fähigkeiten für Kooperationen aufzubauen. Dies betrifft einerseits organisatorische Aspekte wie notwendige Kapazitäten und Kompetenzen, bspw. zur Koordination von Plänen und Aktivitäten, sowie andererseits technische Aspekte zum Informationsaustausch, zur Schnittstellengestaltung, zur Sicherheit, zum Wissensmanagement, zur gemeinsamen Planung, zur verteilten Entwicklung usw. Weiterhin sind Lern- und Anpassungsprozesse erforderlich, um im Rahmen der Kooperation entstandene Ergebnisse ins Unternehmen zu integrieren.

Für Kooperationen in verschiedenen Lebensphasen eines Produkts (Entwicklung, Produktion, Vermarktung/ Vertrieb, Service) müssen geeignete Organisationsmodelle und Finanzierungsmodelle gefunden werden. Weiterhin sind rechtliche Fragestellungen (Eigentum an Entwicklungsergebnissen, Umgang mit Garantie-/Gewährleistungsansprüchen, Verteilung von Gewinnen) zu lösen.

Förderzeitraum	Anzahl geförderter Netzwerke	Aktivität vorhanden	Aktivität erloschen oder unklar
2005-2008	5	3	2
2006-2009	5	2	3
2007-2010	8	4	4
2008-2011	3	1	2

**Tabelle 10: Aktivität von Netzwerken nach abgelaufener Förderungsdauer am Beispiel der Initiative „Innovative regionale Wachstumskerne“ für die Förderzeiträume von 2006 bis 2011 des BMBF [82]**

Für den Betrieb von Kooperationen bedarf es Festlegungen zur Koordination (über Pläne, Verträge, persönlich), zur geeigneten Kommunikation (Formalisierungs-, Standardisierungsgrad, Kommunikationsmittel usw.) sowie zum Umgang mit Störungen und Problemen. Da der Erfolg von Kooperationen maßgeblich von Personen abhängt, müssen Aspekte der persönlichen Eignung sowie der Qualifikation (soziale, ggf. interkulturelle Kompetenzen) berücksichtigt werden.

Vergleichbar mit der Entwicklung im IT-Bereich kann auch bei der Kooperation von möglichen tiefgreifenden Veränderungen ausgegangen werden. Ein denkbarer Entwicklungsweg ist in Abb. 47 bis 49 aufgezeigt: Findet man bereits jetzt eine Tendenz zur Nutzung und Integration fremder Kompetenzen, so werden in Zukunft flexible Wertschöpfungsnetzwerke eine sinnvolle Organisationsform darstellen, womit Unternehmen auf die zunehmende Dynamik sowie auf Forderungen nach Individualisierung reagieren können. [22]

### 3.6 Zusammenfassung: Herausforderungen im ostdeutschen Maschinenbau

Die aus den allgemeinen Entwicklungen abgeleiteten Herausforderungen für den ostdeutschen Maschinenbau sind in Tabelle 11 noch einmal verkürzt zusammengefasst. Diese Herausforderungen bilden die Grundlage für die Ableitung von Handlungsempfehlungen in Kapitel 5, wobei Spezifika der Branche (Gegenstand des nächsten Kapitels) und der Region (vgl. Kapitel 2.3) besondere Berücksichtigung finden.

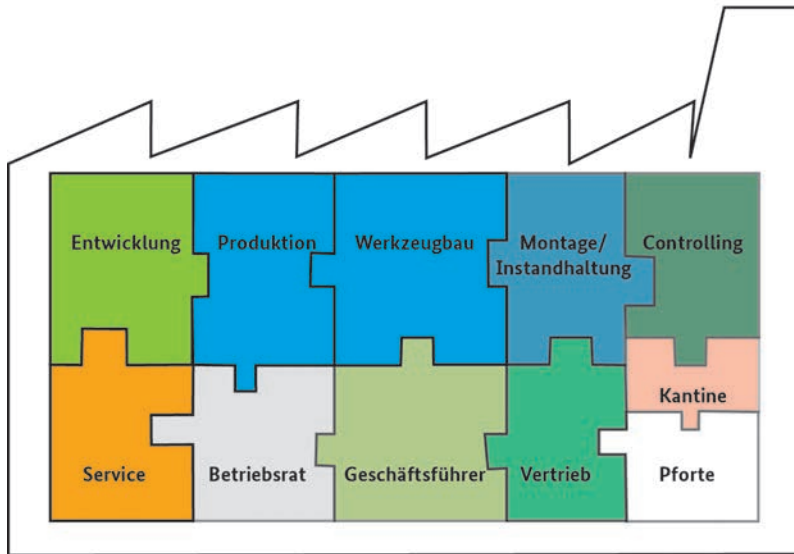


Abb. 47: Fabrik GESTERN - Produktion aus eigener Hand, einzelne Geschäftsbereiche liegen in der Verantwortung des Unternehmens

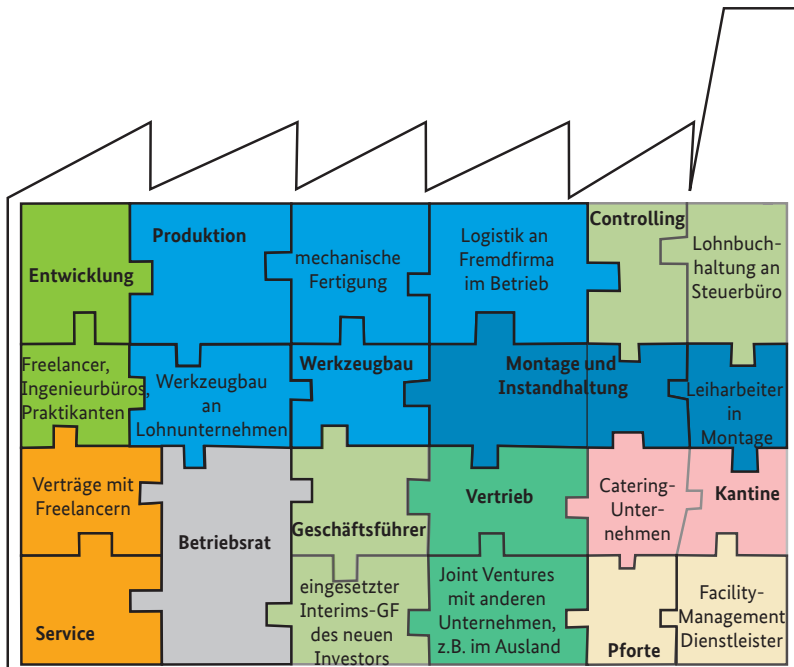


Abb. 48: Fabrik HEUTE - das Unternehmen zerfällt, Geschäftsbereiche liegen vielerseits in der Verantwortung von Fremdfirmen

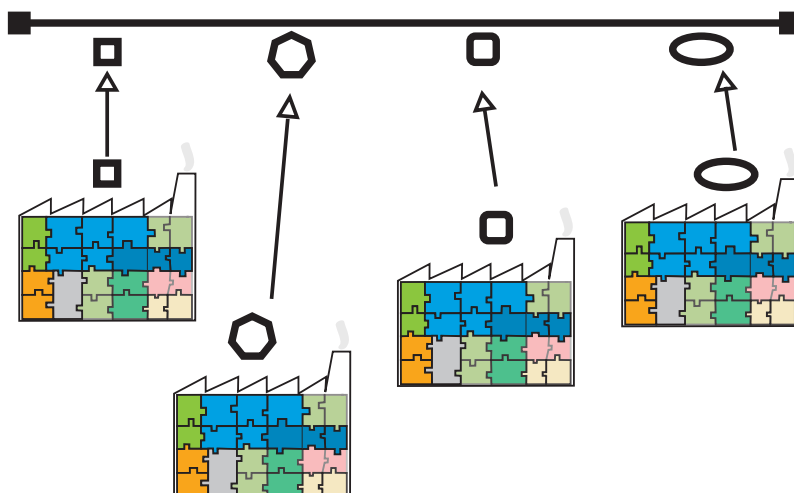


Abb. 49: Fabrik MORGEN - um kundengerecht zu fertigen, müssen entlang der Wertschöpfungskette mehrere Kompetenzen eingebunden werden



**Tabelle 11: Aktuelle Herausforderungen für den ostdeutschen Maschinenbau**

Bereich	Herausforderungen
Internationalisierung	globale Produkt- und Produktionsstrategie; Intensivierung Auslandsgeschäft, Aufbau internationaler Produktionsstätten, Teilhabe an globalen Wertschöpfungsketten
Innovative „High-Tech“ Produkte	Erschließung von Zukunftsfeldern (Mikroelektronik, Energie, Ver- und Entsorgung, Recycling, usw.); Schaffung von Voraussetzungen für Innovationen
Individualisierung	Entwicklung geeigneter Produktarchitekturen, Nutzung neuer Technologien; Entwicklung geeigneter Abläufe, Standardisierung vs. Flexibilität
Hybride Produkte, Nutzen statt Produkt	Entwicklung entsprechender Gesamtleistungen (Service Engineering) und Geschäftsmodelle; Aufbau notwendiger Kompetenzen
Ressourcen-Verfügbarkeit	Ressourcen substituieren, einsparen, Produktivität erhöhen, Erschließung von Möglichkeiten der Weiter- und Wiederverwendung
Wissen als Ressource	Nutzung moderner Methoden zur Wissensakquise sowie Nutzung/ Verwertung – intern und extern
Fachkräfte	umfassendes Personalmanagement, vorausschauende Personalakquise, frühe Bindung, Gestaltung der Arbeitsbedingungen; Personalentwicklung; geeignete Integration älterer Mitarbeiter
IT und Automatisierung	Entwicklung und Implementierung smarter Prozesse und Systeme; ganzheitliche Gestaltung: Technik – Organisation – Mensch
Wandlungsfähigkeit und Flexibilität	Anpassungsbedarf erkennen und notwendige Anpassungsfähigkeit definieren; geeignete Konzepte entwickeln: modulare Produkte, flexible und robuste Prozesse, Kooperationsmodelle, mehrfachqualifizierte Mitarbeiter in flexiblen Organisationsformen
Neue Prozesse und Technologien	Technologiemanagement: Identifikation, Bewertung, wirksame Integrationskonzepte, Schutz, Finanzierungsmodelle
Prozess-, Arbeits-, Produktionsorganisation	Nutzung flexibler Organisationsformen; kundenorientierte, synchronisierte Prozesse; alter(n)sgerechte Arbeitsbedingungen
Flexible Wertschöpfungsketten	Aufbau von Voraussetzungen zur Kooperation; Entwicklung von Konzepten zur Organisation (Aufbau und Betrieb), zur Finanzierung und v.a. zur Nachhaltigkeit (i.S.v. langfristiger Überlebensfähigkeit)

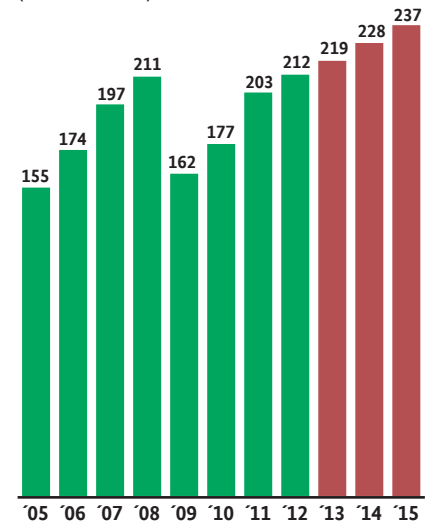


## 4 Struktur des Maschinen- und Anlagenbaus

Für die deutsche Wirtschaft ist der Maschinen- und Anlagebau ein bedeutender Stützpfeiler. Kein anderer Industriezweig verfügt über mehr Unternehmen und Beschäftigte. Betrachtet man den Umsatz, so lag dieser für die deutsche Industrie im Jahr 2011 insgesamt bei rund 1.638,83 Milliarden Euro, wovon das verarbeitende Gewerbe 1.626,95 Milliarden Euro erwirtschaftete. Der deutsche Maschinen- und Anlagenbau ist nach der Automobilproduktion der zweitgrößte Industriezweig im Land und erreichte 2011 einen Umsatz von rund 203,02 Milliarden Euro. Das entsprach ca. 12,4% des gesamten Industrieumsatzes. Seit dem Jahr 2005 kann die Branche steigende Umsätze verbuchen. Unterbrochen wurde das Wachstum nur im Jahr 2008 aufgrund der weltweiten Finanzkrise. (vgl. Abb. 50) Das Geschäft des Maschinen- und Anlagenbaus ist maßgeblich vom Export bestimmt. Denn mit 124,7 Milliarden Euro Auslandsumsatz im Jahr 2011 wurden über die Hälfte der in Deutschland produzierten Maschinen außerhalb der Bundesrepublik verkauft (vgl. Abb. 53).

In den nachfolgenden Abschnitten wird speziell die Situation des Maschinen- und Anlagenbaus in Ostdeutschland untersucht. Entsprechende Besonderheiten im Sinne von Merkmalen, Herausforderungen und Stärken werden dabei herausgearbeitet.

Abb. 50: Umsatzentwicklung und Prognose im Maschinenbau Deutschland (in Mrd EUR)

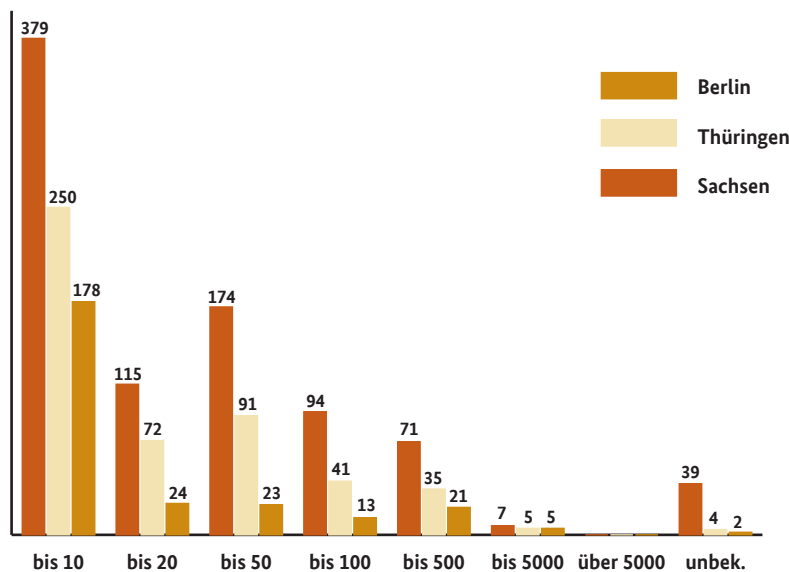


Quelle: Statistisches Bundesamt, Weltbank, Statista

### 4.1 Maschinen- und Anlagenbau in Ostdeutschland

Der Maschinen- und Anlagenbau ist auch in Ostdeutschland einer der wichtigsten Wirtschaftszweige, innerhalb der jeweiligen Bundesländer und Regionen allerdings unterschiedlich stark vertreten. Genauere Strukturmerkmale sind in den Bundeslandprofilen (siehe ausführliche Darstellung im Anhang) zu finden.

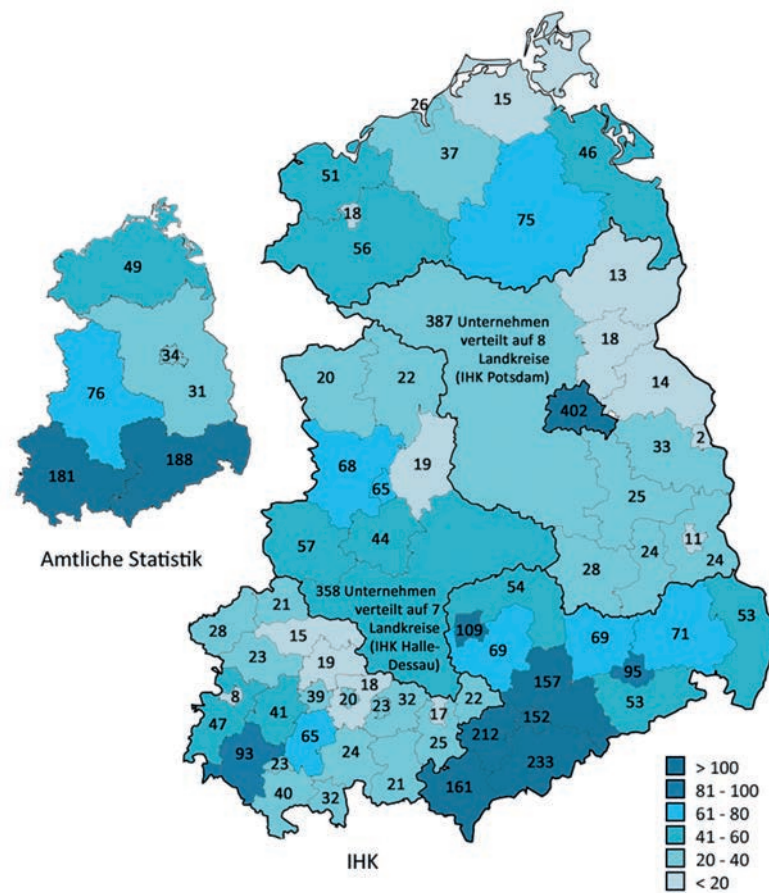
Analysiert man die Relation zwischen Umsatz und Anzahl der Betriebe im verarbeitenden Gewerbe, liegt der ostdeutsche Maschinenbau mit rund. 32 Mio. EUR



Quelle: IHK

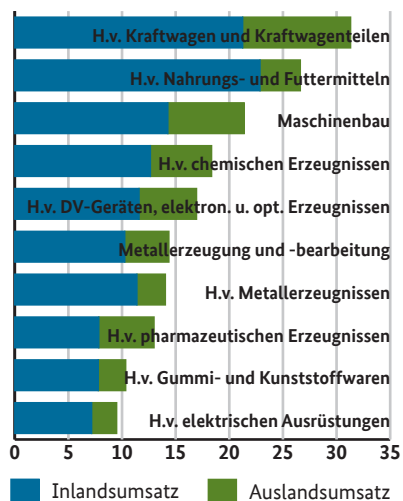
Abb. 51: Anzahl Unternehmen nach Anzahl der Beschäftigten für Berlin, Thüringen und Sachsen

Abb. 52: Anzahl der Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus in den ostdeutschen Bundesländern



je Betrieb lediglich im Mittelfeld, nämlich an 12. Stelle von 23 ausgewerteten Gewerbebranchen. Zum Vergleich: Deutlich „größer“ sind im Osten Deutschlands die Pharmaindustrie (156 Mio. EUR je Betrieb) oder Fahrzeugbau und Kraftwagen mit 100 bzw. 110 Mio. EUR je Betrieb. Ein Vergleich zum Maschinenbau in Westdeutschland zeigt einen gut doppelt so großen Umsatz je Betrieb in Höhe von 62 Mio EUR (Pharma 170 Mio. EUR, Fahrzeugbau 160 Mio. EUR, KFZ 435 Mio. EUR je Betrieb). [84]

Abb. 53: Umsatz des verarbeitenden Gewerbes in Ostdeutschland 2011 (in Mrd EUR)



Quelle: Amtliche Statistik

Der Maschinen- und Anlagenbau stellt besonders in Sachsen eine wichtige Größe in der Industrie dar. Laut Wirtschaftsförderung Sachsen sind mehr als 33.000 Personen in rund 230 Firmen (größer 50 Mitarbeiter) tätig. Die Branche erwirtschaftet etwa ein Fünftel der gesamten sächsischen Industrieproduktion. [85] Aber auch in Berlin sowie Mecklenburg-Vorpommern ist der Maschinen- und Anlagenbau von hoher Bedeutung. In den Bundesländern Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Thüringen rangiert die Branche dagegen nach Anzahl der Unternehmen hinter anderen Wirtschaftszweigen. Je nach zugrunde liegenden Daten kann es dabei zu stark variierenden Ergebnissen kommen. Abb. 52 verdeutlicht dies, indem dort Angaben der Industrie- und Handelskammern der neuen Bundesländer den amtlichen Statistiken gegenüber gestellt werden. Die Ursache für die großen Unterschiede zwischen beiden Datenquellen liegt in der Art der Datenerfassung der Industrie- und Handelskammern bzw. der statistischen Ämter. So werden in den amtlichen Statistiken Unternehmen ab 50 Mitarbeitern monatlich, ab 20 Mitarbeitern jährlich und die übrigen Unternehmen gar nicht erfasst. Dagegen erfassen die Industrie- und Handelskammern alle gemeldeten Unternehmen. Aus den Industrie- und Handelskammer-Daten geht hervor, dass Unternehmen in Ostdeutschland auch stark im ländlichen Bereich angesiedelt sind.

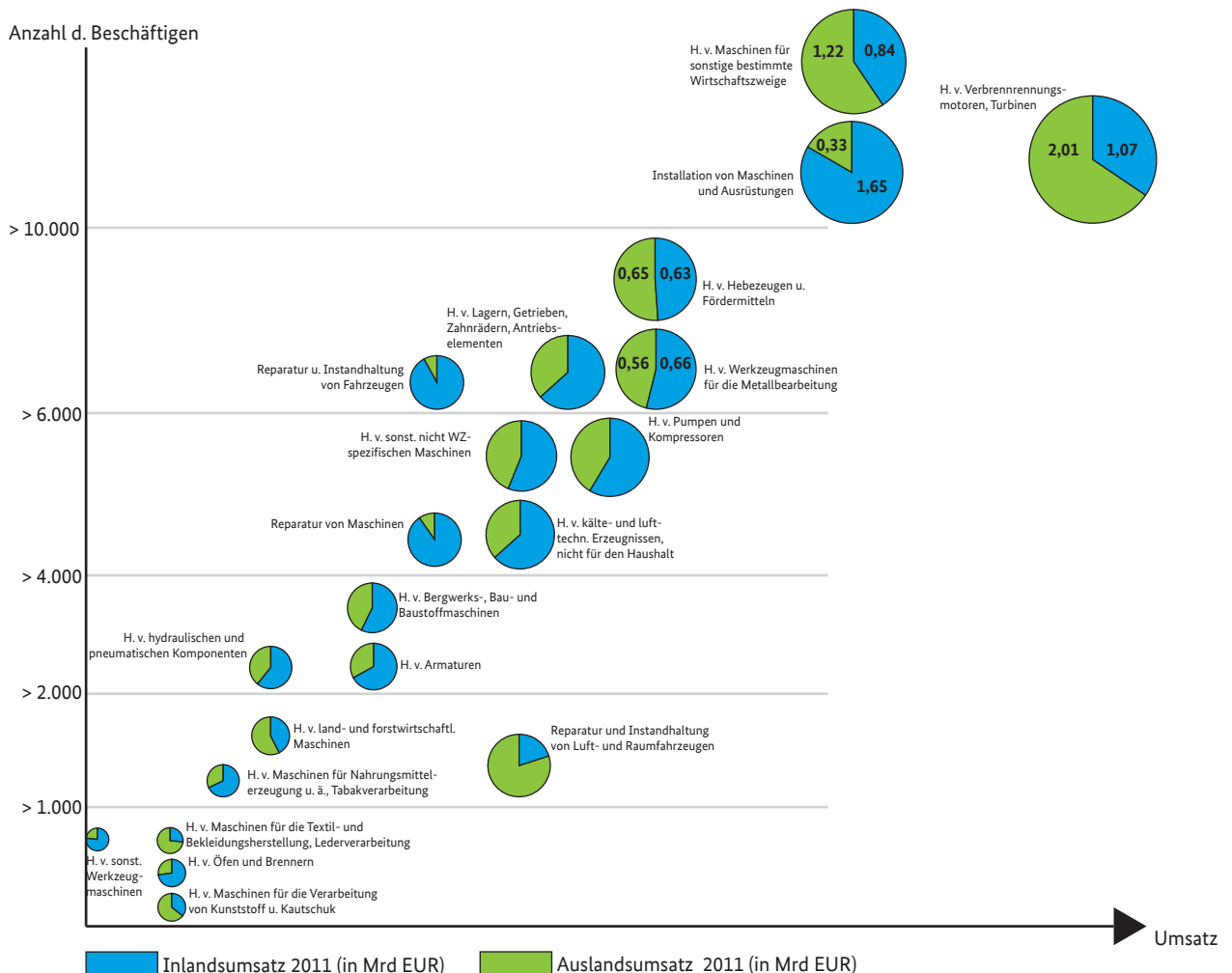
Betrachtet man die Anzahl der Unternehmen im Zusammenhang mit den Mitarbeiterzahlen, so wird deutlich, dass die überwiegende Mehrheit an Unternehmen nur bis zu 10 Mitarbeiter beschäftigt, wie Abb. 51 zeigt. Bereits eine Mitarbeiterzahl ab 20 ist für ostdeutsche Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus eher die Ausnahme als die Regel. Hier wird ein besonderes Strukturmerkmal deutlich: ausgeprägte Kleinteiligkeit. Es befinden sich hauptsächlich Unternehmen mit weniger als 10 Mitarbeitern in Ostdeutschland.

Der Maschinenbau unterteilt sich in verschiedenste Fachzweige. Die amtliche Statistik unterscheidet sich hier von der Fachzweiggruppierung des VDMA. Einen Überblick der Vielfalt der unterschiedlichen Gruppierungen bzw. Tätigkeitsfelder gibt Tabelle 20 im Anhang. Die Stärke der einzelnen Fachzweige nach Anzahl der Beschäftigten und Umsatz geht aus Abb. 54 hervor.

Als weiteres Kriterium zur Verdeutlichung der Unterschiedlichkeit der Fachzweige wurde die Anzahl der Betriebe herangezogen. Betrachtet man einzelne Fachzweige zu diesen Kriterien, so zeigen sich deutlich Stärken und Schwächen, wie die Darstellung in Tabelle 12 wiedergibt. Die genauen Zahlen sind im Anhang zu finden.

Die Fachzweige sind hinsichtlich Mitarbeiterzahl, Anzahl der Betriebe und Umsätze sehr unterschiedlich aufgestellt. Fachzweige des Maschinen- und Anlagenbaus müssen demnach immer stark differenziert betrachtet werden und es ist schwierig, von „dem“ Maschinen- und Anlagenbau zu sprechen.

**Abb. 54: Bedeutung der Fachzweige nach Umsatzstärke und Anzahl der Mitarbeiter**



Quelle: Amtliche Statistik

Tabelle 12: Stärken und Schwächen ausgewählter Fachzweige

Zu beachten ist, dass die Höchstwerte für 2011 immer auch absolut und nicht relativ sind. D.h. ein kleiner Fachzweig kann extrem hohe Exportzahlen haben, ohne dass er hier genannt wird, wenn ein großer Fachzweig sehr wenig Export macht, dies in absoluten Zahlen aber natürlich viel höher ist.

Fachzweig	Einschätzung
Herstellung von Verbrennungsmotoren und Turbinen	Sowohl beim Umsatz als auch beim Auslandsumsatz außerhalb der EU gab es hier eine Steigerung, von 2005 bis heute ist dies der stärkste Fachzweig in Ostdeutschland, obwohl der Gesamtumsatz seit 2005 gesunken ist. Seit 2011 ist es auch der stärkste Fachzweig beim Auslandsumsatz in der EU. Der Inlandsumsatz ist einer der höchsten aller Fachzweige in Ostdeutschland, ebenso die Anzahl der Mitarbeiter. Die Anzahl der Unternehmen hat sich allerdings seit 2005 verringert.
Herstellung von Pumpen und Kompressoren	Der Gesamtumsatz und der Auslandsumsatz in der EU sind mit die höchsten aller Fachzweige in Ostdeutschland
Herstellung von Armaturen	Der Auslandsumsatz außerhalb der EU wurde gesteigert.
Herstellung von Getrieben, Zahnrädern, Antriebselementen	Hier ist einer der höchsten Gesamtumsätze aller Fachzweige in Ostdeutschland zu finden.
Herstellung von Öfen und Brennern	Obwohl die Gesamtumsätze nicht zu den Spitzenwerten der Fachzweige gehören, gab es 2005 bis 2011 Steigerungen sowohl beim Gesamtumsatz als auch bei der Anzahl der Unternehmen und der Anzahl der Mitarbeiter.
Herstellung von Hebezeugen und Fördermitteln	2011 nimmt dieser Fachzweig eine der Spitzenpositionen beim Gesamtumsatz, beim Auslandsumsatz innerhalb und außerhalb der EU und bei der Anzahl der Unternehmen ein.
Herstellung von sonstigen nicht WZ-spezifischen Maschinen	Sowohl bei der Anzahl der Unternehmen als auch beim Auslandsumsatz außerhalb der EU nimmt dieser Fachzweig 2011 eine Spitzenposition ein. Der Auslandsumsatz außerhalb der EU wurde gesteigert.
Herstellung von land- und forstwirtschaftlichen Maschinen	Vor allem Entwicklungen im Export: Im Auslandsumsatz innerhalb und außerhalb der EU wurden 2011 Steigerungen des Umsatzes von 2005 erreicht.
Herstellung von Werkzeugmaschinen für die Metallbearbeitung	Der Fachzweig nimmt die Spitzenposition im Gesamtumsatz und in der Anzahl der Unternehmen unter den Fachzweigen in Ostdeutschland ein.
Herstellung von sonstigen Werkzeugmaschinen	Sowohl im Gesamtumsatz als auch im Inlandsumsatz ist dies einer der kleinsten Fachzweige in Ostdeutschland.

Fachzweig	Einschätzung
Herstellung von Bergwerks-, Bau- und Baustoffmaschinen	Seit 2005 bis 2011 ist eine Abwärtsentwicklung bei Inlandsumsatz, Auslandsumsatz innerhalb und außerhalb der EU zu beobachten.
Herstellung von Maschinen für Nahrungsmittelerzeugung u.ä., Tabakverarbeitung	Sowohl im Auslandsumsatz innerhalb und außerhalb der EU 2011 ist dies einer der kleinsten Fachzweige in Ostdeutschland.
Herstellung von Maschinen für die Textil- u. Bekleidungsherstellung, Lederverarbeitung	Seit 2005 ist ein Abwärtstrend bei folgenden Zahlen zu verzeichnen: Umsatz, Inlandsumsatz, Auslandsumsatz innerhalb und außerhalb der EU, Anzahl der Unternehmen und Anzahl der Mitarbeiter. Inlandsumsatz und Auslandsumsatz innerhalb der EU sind mit die kleinsten Werte aller Fachzweige in Ostdeutschland.
Herstellung von Maschinen für die Papiererzeugung und -verarbeitung	Ein sehr kleiner Fachzweig: Im Gesamtumsatz, bei der Anzahl der Unternehmen und der Beschäftigtenzahl nimmt dieser Fachzweig mit die geringsten Zahlen für 2011 unter allen Fachzweigen ein.
Herstellung von Maschinen für die Verarbeitung von Kunststoff und Kautschuk	Der Fachzweig ist eher klein, der Inlandsumsatz und der Auslandsumsatz innerhalb der EU gehören zu den geringsten aller Fachzweige 2011. Von 2005 bis 2011 gab es im Gesamtumsatz und in der Anzahl der Unternehmen einen Aufwärtstrend.
Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige	In den vergangenen Jahren war dieser Fachzweig im Gesamtumsatz, Auslandsumsatz innerhalb und außerhalb der EU und in der Anzahl der Beschäftigten und der Unternehmen führend. 2011 ist er das noch im Auslandsumsatz außerhalb der EU. Der Auslandsumsatz innerhalb der EU hat abgenommen. Trotzdem sind die Zahlen auch 2011 noch mit die höchsten unter allen Fachzweigen.
Reparatur von Maschinen	Dieser Fachzweig hat mit die meisten Unternehmen 2011. In dieser Anzahl und bei der Beschäftigtenzahl sowie im Gesamtumsatz kam es seit 2005 zu Steigerungen.
Reparatur von elektronischen und optischen Geräten	Ein sehr kleiner Fachzweig, mit die wenigsten Unternehmen und Mitarbeiter und Umsätze unter allen Fachzweigen 2011. Seit 2005 kam es zu Einbußen unter der Zahl der Unternehmen und der Beschäftigtenzahl, wo es eine Reduktion des Wertes von 2005 gab.

Fachzweig	Einschätzung
Reparatur von elektrischen Ausrüstungen	Seit 2005 kam es zu einer Steigerung der Beschäftigtenzahl.
Reparatur und Instandhaltung von Fahrzeugen	Einer der geringsten Auslandsumsätze außerhalb der EU 2011.
Installation von Maschinen und Ausrüstungen	Der Gesamtumsatz dieses Fachzweiges ist bis 2010 der höchste unter allen Fachzweigen gewesen. 2011 gehört er immer noch mit zu den höchsten. Im Inlandsumsatz ist der Fachzweig 2011 mit Abstand der höchste. Dies gilt auch für die Anzahl der Mitarbeiter. 2011 nimmt der Fachzweig auch die Spitzenposition bei der Anzahl der Unternehmen ein.

## 4.2 Wirtschaftsstruktur Ostdeutschland

Im Folgenden wird ein Überblick über die Besonderheiten der ostdeutschen Wirtschaftsstruktur gegeben. Dafür wurden sechs Studien verschiedener Institutionen analysiert.

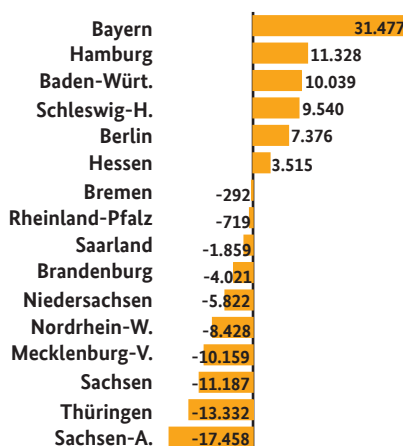
Wie bereits erwähnt, existieren große Schwankungen zwischen den einzelnen Bundesländern. Gesamtwirtschaftlich gesehen liegen die neuen Bundesländer im innerdeutschen Vergleich der Wirtschaftsdaten (z.B. Produktivität, Exportquoten, Wirtschaftswachstum, Bruttolöhne und Kapitalstock) immer noch hinter Westdeutschland zurück. Dies kann anhand des nach wie vor vorhandenen Wohlstandsgefälles im Zusammenhang mit der höheren Arbeitslosenquote gezeigt werden. Eine positive Dynamik in Richtung eines Angleichens der Verhältnisse in Ost und West ist zwar prinzipiell vorhanden, verläuft aber sehr langsam.

Des Weiteren wirkt sich die geschichtliche und politische Vergangenheit Ostdeutschlands auf die ansässige Unternehmenskultur aus. Die Wertschöpfungstiefe der Unternehmen ist oftmals noch zu hoch, daneben gibt es zu wenig Spezialisierung oder produktnahe Dienstleistungen. [90] Aus den bereits erwähnten Folgen leiten sich weitere Reaktionen ab, wie beispielsweise die noch zu geringe Innovationstätigkeit aufgrund des vergleichsweise geringen Kapitalstocks der Unternehmen. Die verminderte Entwicklung innovativer Produkte schmälert laut Holtmann et al. auch die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen auf dem internationalen Markt. [91] Hier zeigt sich, dass Themen wie Internationalisierung, Export, Außenhandel oder der internationale Verkehr in den ostdeutschen Bundesländern noch eine entsprechend untergeordnete Rolle spielen.

Viele Unternehmer wünschen mehr Unterstützung durch Bund und Länder, bspw. bei Finanzierungsproblemen. [91] Förderungen, wie der Solidarpakt II, laufen aus und die dabei entstehende Lücke zwischen benötigtem und vorhandenem Kapital beträgt immerhin 20%. [92] [93] Außerdem stellt das BMI fest, dass in den ostdeutschen Ländern zu wenig Finanzdienste angeboten werden, weshalb hier auch die Gefahr besteht, dass die Schuldenbremse den Handlungsspielraum im Osten einschränkt und sich damit die Bruttowertschöpfung verringert.

Zusätzlich zu den schwächeren wirtschaftlichen Eckdaten hat Ostdeutschland auch mit Auswirkungen demografischer Trends, wie in Kapitel 2 beschrieben, zu kämpfen. So fallen neben der Überalterung der Bevölkerung auch Abwan-

Abb. 55: Wanderungssaldo aller Bundesländer 2007



Quelle: Statista

rungsprobleme ins Gewicht. [95] [92] (vgl. Abb. 55) Sachsen bildet beispielsweise die meisten Ingenieure aus, aber lediglich sechs von zehn in den ostdeutschen Bundesländern ausgebildeten Absolventen bleiben nach dem Examen in Ostdeutschland. [94] Viele Regionen in den westlichen Bundesländern erscheinen sowohl soziokulturell als auch finanziell attraktiver. Dadurch wird für Unternehmen die Suche nach Fach- und Führungskräften wie auch Unternehmensnachfolgern erschwert. [91] [93] Die aus den Studien identifizierten Stärken und Schwächen werden in Tabelle 13 zusammengeführt.

Stärken	Schwächen
» hoher Ausbildungsstand in technologischen Fachzweigen [93]	» Auswirkungen der DDR-Zeit [93]
» Ausbildungsqualität inzwischen vergleichbar [92]	» politische Rahmenbedingungen ausbaufähig [91]
» dichtes Netz an Wissenschaftseinrichtungen [95]	» Schwächer im Vgl. zum Westen (Exportquote, Produktivität, Wirtschaftswachstum, Löhne, Arbeitslosigkeit, ...), der Ausgleich zum Westniveau wird noch dauern [95] [91]
» einzelne Zentren für F&E [95]	» Dynamik des Aufholprozesses verlangsamt sich [91]
» Kooperationskultur & Netzwerke [90]	» Abwanderung [95] [92]
» leistungsfähiger Wirtschaftsstandort [96]	» demografischer Wandel [91] [92]
» Aufholen des Rückstandes [96]	» Rekrutierungsschwierigkeiten von Arbeitskräften, speziell Fachkräften, Unternehmensnachfolge [93] [91] [92]
» Wachstum um 10% in 2011 [92]	» Schrumpfung des Erwerbspotenzials [96]
» Starke Innovatoren mit hohen Umsatzanteilen bei neuen Produkten [90]	» Entwertete Ausbildungsprofile [93]
» Vorreiter im Bereich erneuerbarer Energien [95]	» geringe Produktivität [91]
» Technologiefreundliche Einstellung [93]	» Lohnstruktur, Einkommensunterschiede [91] [92]
» niedrige Lohnstückkosten [95] [91]	» Fehlen von Strukturen für den Vertrieb, F&E [91] [92] [90]
» KMU-Strukturen [91]	» zu wenig Innovatoren [90]
» Moderne Infrastruktur [91] [92] [96]	» gebremste Innovationen [93]
» Nähe zum osteuropäischen Markt [91]	» Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen, Schwierigkeiten beim Marktzugang [91]
» fortschreitende Internationalisierung bei großen Unternehmen [90]	» zu geringe Internationalisierung, Export, Außenhandel, internationaler Verkehr [90] [96]
»	» zu wenig Dienstleistungen [93] [90] [96]
	» schwache industrielle Basis [96]
	» kleinteilige Struktur [96]
	» Rückführung der Förderung, Auslaufende Förderung [91] [92]
	» Schuldenbremse [92]
	» auslaufender Solidarpakt II [92]
	» Kapitalproblem (Lücke = 20%) [92] [93]
	» Anstieg der Bruttowertschöpfung verlangsamt sich [92]
	» zu wenig Finanzdienste [96]
<b>Aber: Große regionale Unterschiede/Wachstumsschwerpunkte [95] [91] [92]</b>	

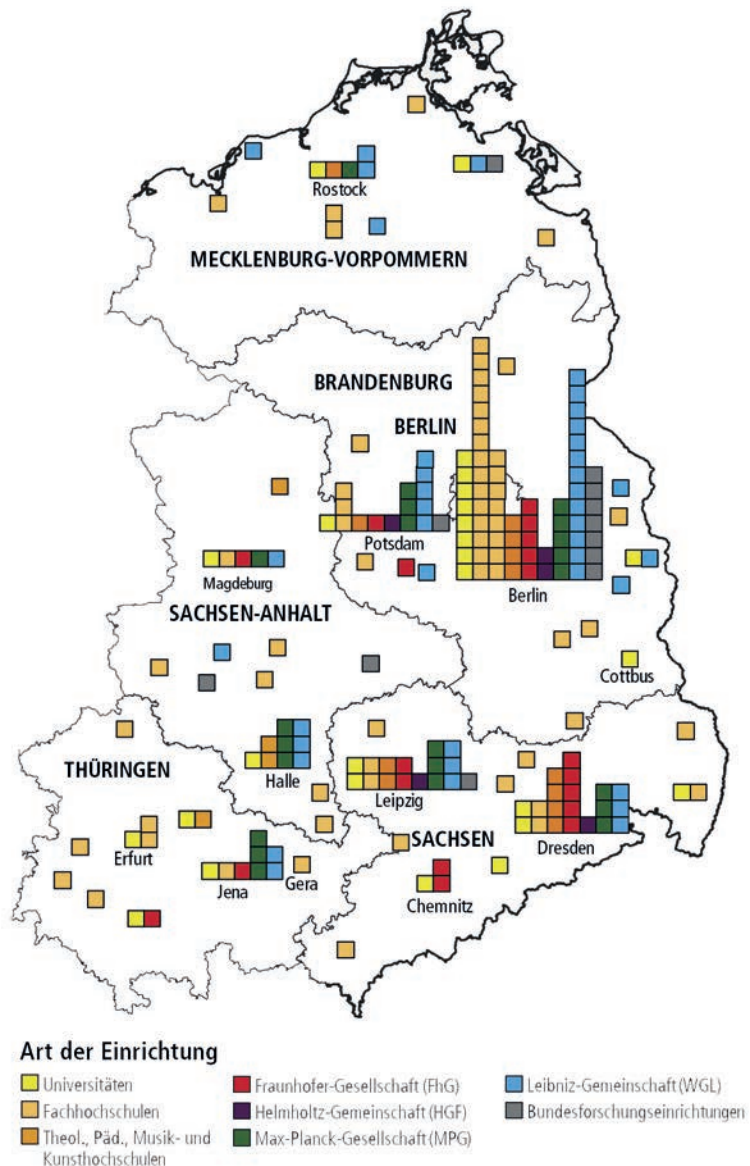
**Tabelle 13: Stärken und Schwächen der ostdeutschen Wirtschaft**



Als Chancen für die ostdeutsche Wirtschaft sind anhand der Studien folgende positive Entwicklungen zu erkennen: So ist der Wirtschaftsstandort Ostdeutschland trotzdem leistungsfähig mit durchaus starken Innovatoren und hohen Umsatzanteilen an neuen Produkten – z.B. auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien. [90] Auch findet man ein dichtes Netz an Wissenschaftseinrichtungen mit hoher Ausbildungsquote und hohem Ausbildungsniveau (vgl. Abb. 56). [93] [95] Ferner wird auf eine entwickelte Kooperationsstruktur sowie Netzwerke verwiesen, welche für sehr ausgeprägte F&E-Aktivitäten mit hohen Umsatzanteilen an neuen Produkten sorgen. Problematisch ist jedoch, dass diese Kooperationsstruktur nicht flächendeckend ist, sondern sich auf vereinzelte Regionen beschränkt. Schließlich sind, abgesehen von der aus DDR-Zeiten erhaltenen besonders technologiefreundlichen Ideologie im Osten, [93] für potenzielle Investoren vor allem auch die niedrigen Lohnstückkosten, die moderne Infrastruktur wie auch die Nähe zum osteuropäischen Markt vorteilhaft. [91]

Um einen genaueren Eindruck der Struktur, speziell des ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbaus, zu erhalten, wird im Folgenden eine Auswertung der sechs betrachteten Bundesländer vorgenommen. Der Fokus liegt dabei auf statistischen Strukturdaten.

Abb. 56: Wissenschaftseinrichtungen in Ostdeutschland [151]



Die Krise hat hinsichtlich der Anzahl der Betriebe in allen neuen Bundesländern einen Wachstumsdämpfer bewirkt. Auch in Sachsen, wo nach wie vor die höchste Anzahl an Unternehmen angesiedelt ist, gehört der Stand von 2011 mit 189 Unternehmen zu den niedrigsten seit 2001. Die geringste Dichte an Unternehmen findet sich in Brandenburg, Berlin und Mecklenburg-Vorpommern.

Betrachtet man die Anzahl der Beschäftigten, so zeigt sich, dass 2011 in Mecklenburg-Vorpommern mit ca. 5.000 die wenigsten Beschäftigten zu finden sind. Die meisten Beschäftigten im Jahr 2011 weist in Sachsen mit ca. 31.000 auf. Die Beschäftigtenanzahl entwickelte sich nach der Krise günstiger als die Anzahl der Betriebe. Nach einem krisenbedingten Sinken halten sich die Zahlen auf einem gleichbleibenden Niveau, in Sachsen und Berlin erholen sich die Zahlen sogar wieder.

In Thüringen und Sachsen-Anhalt wuchs der Umsatz bis 2008, danach kam es zu einem krisenbedingten Einbruch, seit 2009 steigen die Umsätze wieder. Auch in Berlin und Sachsen zeigt sich wieder ein Anstieg. Brandenburg hat die Krise, am Umsatz betrachtet, besonders stark getroffen, doch auch hier steigen die Zahlen inzwischen wieder. Mecklenburg-Vorpommern zeigte keinen Kriseneinbruch, hier kam es lediglich zu einer Verlangsamung des Wachstums.

Die geringste Exportquote hat im Jahr 2011 Thüringen mit ca. 38%. In Berlin liegen die Zahlen über die Jahre ohne Kriseneinbrüche auf einem konstanten Niveau, aktuell beträgt sie ca. 65%. Die Entwicklung in Sachsen verläuft ähnlich und weist im Jahr 2011 ca. 50% auf, in Sachsen-Anhalt sind es ca. 45%, jedoch zeigt sich hier eine Steigerung. Brandenburg erhöhte seinen Export nach der Krise deutlich, ebenso Mecklenburg-Vorpommern.

## 4.3 F&E und Innovationen im Maschinenbau

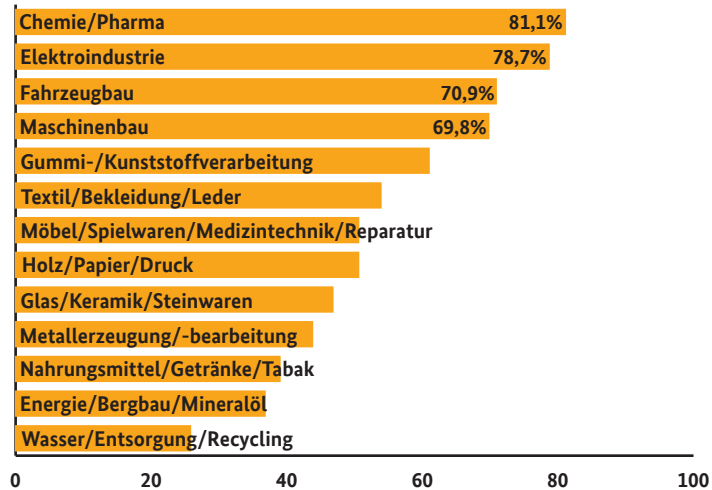
Die deutsche Wirtschaft kann nach der Wirtschaftskrise im Jahr 2008 wieder eine steigende Zahl an Innovationserfolgen aufweisen.

Betrachtet man das Innovationsverhalten nach Daten des ZEW, so zeigt der Maschinen- und Anlagenbau in Deutschland eine hohe Aktivität im Vergleich mit anderen industriellen Wirtschaftszweigen. Dies belegt auch die sogenannte „Innovatorenquote“, - der Anteil der Unternehmen, in denen innerhalb von drei Jahren mindestens ein neues Produkt oder ein neuer Prozess eingeführt wurde. Die Innovatorenquote des Maschinen- und Anlagenbaus entwickelte sich im Zeitverlauf analog zur wirtschaftlichen Konjunktur, d.h. bis zum Jahr 2008 konnte ein Anstieg beobachtet werden, der jedoch aufgrund der weltweiten Finanzkrise für das Jahr 2009 abrupt abfiel. Doch innerhalb von zwei Jahren erholte sich die Branche wieder und verzeichnete 2010 mit insgesamt 69,8% wieder ein Wachstum von 0,9% mehr Unternehmen, die neue Produkte auf den Markt brachten.

Wird ein Vergleich mit den anderen Branchengruppen des verarbeitenden Gewerbes gezogen, so lässt sich feststellen, dass der Maschinen- und Anlagenbau mit seiner Innovatorenquote im Jahr 2010 an fünfter Stelle rangierte. Darüber hinaus lag die Branche über dem Durchschnitt des verarbeitenden Gewerbes, wo 2010 eine Innovatorenquote von 51,4% erreicht wurde (vgl. Abb. 57).

Obwohl die Forschungslandschaft in Ostdeutschland recht gut aufgestellt ist (siehe Kapitel 4.4), besteht bei der Innovationstätigkeit noch Potenzial: So ist der Umsatzanteil für Innovationsausgaben im ostdeutschen Maschinenbau allgemein geringer als im gesamtdeutschen Vergleich.

Abb. 57: Innovatorenquote der verarbeitenden Industrie (2010)



Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel

Ferner kann sowohl für Ost- als auch für Gesamtdeutschland ein rückläufiger Trend nach den Krisenjahren beobachtet werden, obwohl die Innovationsausgaben der gesamten deutschen Industrie laut Indikatorenbericht des ZEW von 2011 stetig ansteigen. Diese eher abwartende Haltung kann zwar das Überwinden eventueller Spätfolgen der Finanzkrise erleichtern, birgt für die Maschinenbaubranche aber auch die Gefahr, den Anschluss zu verlieren (vgl. Abb. 59-61).

Im Gegensatz zu den gesunkenen Innovationsausgaben hat der Anteil der Maschinenbauunternehmen, die über eigene Innovationsprojekte verfügen, nach der Krise wieder zugenommen. Hierbei ist hervorzuheben, dass diese Zahl in Ostdeutschland leicht über dem im gesamtdeutschen Durchschnitt liegt. Analog zu den Innovationsprojekten stieg auch der Anteil der Unternehmen, die kontinuierliche eigene Forschung und Entwicklung betreiben. Hier liegen ostdeutsche Maschinenbauunternehmen deutlich über dem gesamtdeutschen Wert (vgl. Abb. 61). Außerdem zeigt sich im Zeitverlauf, dass diese Entwicklung von der Finanzkrise relativ wenig berührt wurde.

Grundsätzlich muss an dieser Stelle jedoch erwähnt werden, dass trotz hoher Forschungs- und Entwicklungstätigkeit der Innovationserfolg durch den Umsatz mit neuen Produkten in Ostdeutschland niedriger ist als im Westen. Es besteht noch Potenzial, die Innovationsfähigkeit zu steigern.

## 4.4 Die ostdeutsche Forschungslandschaft im Maschinenbau

Die Forschungslandschaft Ostdeutschlands ist, wie auch schon die Verteilung der Maschinenbauunternehmen, regional unterschiedlich stark ausgeprägt. Ein Großteil der Forschungsinstitutionen konzentriert sich im Bereich Mitteldeutschland sowie in den Städten Berlin, Potsdam und Rostock. Bei den länderspezifischen Forschungsschwerpunkten lässt sich im ostdeutschen Vergleich eine Verteilung analog der Anzahl der Maschinenbauunternehmen und -netzwerke erkennen. In Sachsen und Mecklenburg-Vorpommern stellt der Maschinenbau einen der Schwerpunkte in der Forschung und Entwicklung dar. Grundsätzlich liegen in Gesamtdeutschland die Ingenieurwissenschaften, zu denen der Maschinenbau gehört, bei der Bewilligung von laufenden Projekten mit 21,8%

im Jahr 2011 nur an dritter Stelle hinter den Lebens- sowie Naturwissenschaften. (vgl. Abb. 58)

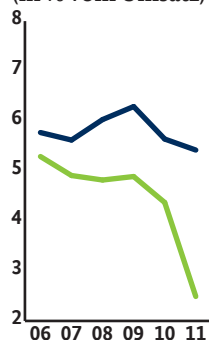
Nach Analysen des Stifterverbands für die Deutsche Wirtschaft ist die sächsische Hochschulforschung im Drittmittelwettbewerb der Bundesländer sehr gut aufgestellt. Das wirkt sich im bundesdeutschen Vergleich auch bei den Patentanmeldungen aus, jedoch ist es wohl der Kleinteiligkeit des ostdeutschen Maschinenbaus geschuldet, dass in der wirtschaftlichen Umsetzung der Anteil der ostdeutschen Unternehmen mit Marktneuheiten geringer ist als in den alten Bundesländern. Dort bringen die zumeist größeren Unternehmen bessere finanzielle und strukturelle Voraussetzungen mit, um Produktneuheiten auf dem Markt zu etablieren. Eine weitere Erklärung kann die Zusammenarbeit von ostdeutschen Hochschulen mit westdeutschen Unternehmen sein, was die Patent-Innovation-Verzerrung z.T. erklären könnte.

## 4.5 Zusammenfassung: Besonderheiten und Rahmenbedingungen

Der Maschinen- und Anlagenbau nimmt in der Welt eine bedeutende Rolle ein. Der innovative ostdeutsche Maschinen- und Anlagenbau hat ebenfalls eine große Bedeutung und ist durch eine kleinteilige Struktur gekennzeichnet. Die überwiegende Anzahl an Unternehmen beschäftigt weniger als zehn Mitarbeiter und ist im ländlichen Raum angesiedelt. Da Unternehmen mit weniger als 20 Mitarbeitern nicht in der amtlichen Statistik erfasst werden, liegen kaum Daten zu diesen Firmen vor. Die gesamte ostdeutsche Wirtschaft zeigt nach wie vor zahlreiche Schwachstellen, die sich häufig durch die KMU-Struktur begründen lassen.

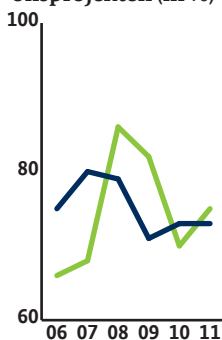
Betrachtet man die einzelnen Fachzweige innerhalb des Maschinen- und Anlagenbaus, so weisen diese extrem unterschiedliche Ausprägungen hinsichtlich Umsatz und Größe auf. Die höchsten Zahlen sind derzeit bei der Herstellung von Verbrennungsmotoren und Turbinen und bei der Installation von Maschinen und Ausrüstungen in allen neuen Bundesländern zusammen festzustellen. Im Vergleich zu 2005 kam es bei der Herstellung von Maschinen für die Textil- und Bekleidungsindustrie sowie Lederverarbeitung zu einer Abwärtsentwicklung. Dagegen entwickelten sich die Herstellung von Öfen und Brennern und die Herstellung von land- und forstwirtschaftlichen Maschinen auffallend positiv. Zudem sind die Unternehmen regional sehr unterschiedlich aufgestellt.

**Abb. 59: Innovationsausgaben im Maschinenbau (in % vom Umsatz)**

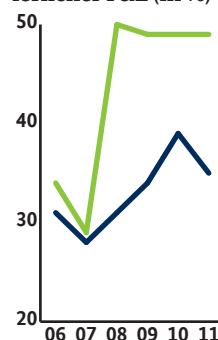


— Ostdeutscher Maschinenbau — Gesamtdeutscher Maschinenbau

**Abb. 60: Anteil Unternehmen mit Innovationsprojekten (in %)**

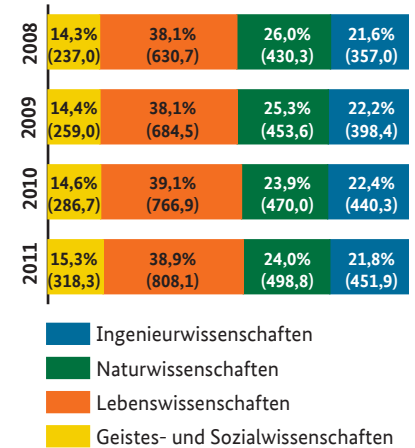


**Abb. 61: Anteil Unternehmen mit kontinuierlicher F&E (in %)**



Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel

**Abb. 58: Jahresbezogene Bewilligungen der Deutschen Forschungsgemeinschaft für laufende Projekte 2008-2011 (in % und Mio EUR)**



Quelle: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Insgesamt ist die Herstellung von Maschinen für bestimmte Wirtschaftszweige aber auch für nicht spezifische Wirtschaftszweige ebenso wie die Installation von Maschinen und Ausrüstungen in den neuen Bundesländern häufig vertreten.

In den Bundesländern gibt es darüber hinaus folgende Schwerpunkte: In Berlin, Sachsen-Anhalt, Thüringen und Sachsen sind viele Unternehmen der Herstellung von Hebezeugen und Fördermitteln vertreten. Thüringen und Berlin beherbergen zudem viele Unternehmen für die Herstellung von kälte- und lufttechnischen Erzeugnissen. In Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg finden sich vermehrt Unternehmen für die Reparatur und Instandhaltung von Maschinen, während in Sachsen viele Unternehmen für die Herstellung von Werkzeugmaschinen für die Metallbearbeitung angesiedelt sind.

Betrachtet man die ansteigenden Innovationserfolge der deutschen Wirtschaft, so sind hinsichtlich des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus hohe Aktivitäten festzustellen, in Ostdeutschland jedoch geringer als in Westdeutschland. Ein genauerer Blick verrät, dass die Innovationsausgaben in Ostdeutschland zwar geringer sind als in Westdeutschland, die Anzahl der Innovationsprojekte und das Durchführen kontinuierlicher FuE aber höher ist als in Westdeutschland. In der insgesamt zwar gut aufgestellten Forschungslandschaft Ostdeutschlands besteht bisher noch ungenutztes Potenzial, vor allem im Transfer zu marktfähigen Produkten.

## 5 Handlungsempfehlungen

### 5.1 Überblick über die Handlungsfelder

Die in Kapitel 3 herausgearbeiteten Herausforderungen werden im Folgenden aufgegriffen, um möglichst konkrete Handlungsempfehlungen abzuleiten. Dabei finden die Spezifika des ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbaus Berücksichtigung.

Da sowohl Trends als auch Herausforderungen vielfältig miteinander verknüpft sind, werden die Handlungsempfehlungen zweckmäßigerweise in Handlungsfelder eingeordnet, die sich wiederum am Grundmodell der Wertschöpfungskette orientieren. Auch die einzelnen Handlungsfelder existieren naturgemäß nicht unabhängig voneinander. Tabelle 14 gibt einen Überblick über die einzelnen, betrachteten Handlungsfelder (linke Spalte) sowie über deren Beziehung zu den Herausforderungen.

Zu den einzelnen Lösungsansätzen werden, soweit verfügbar, Best-Practice Beispiele oder andere Fallstudien angeführt. Allen Handlungsempfehlungen ist gemein, dass sie stets ganzheitlich zu betrachten sind, d.h. nur im Zusammenspiel von Mensch, Technik und Organisation wirksam werden.

Tabelle 14: Überblick Handlungsfelder

<div> <div>Herausforderungen</div> <div>Handlungsfelder</div> </div>	Internationalisierung	Innovative Produkte	Individualisierung	Hybride Produkte, Nutzen statt Produkt	Ressourcen- Verfügbarkeit	Wissen als Ressource	Fachkräfte	IT und Automatisierung	Wandlungsfähigkeit und Flexibilität	Neue Prozesse und Technologien	Prozess-, Arbeits-, und Produktionsorganisation	Flexible Wertschöpfung
Erschließung und Etablierung internationaler Märkte und Wertschöpfungsketten	●	●	●	●	●	●	●	○	●	○	○	●
Nutzenorientierung und kundenindividuelle Lösungen	●	●	●	●	○	●	○	●	●	●	●	●
Instrumente/Ansätze für die anpassungsfähige Produktionsorganisation	●	○	●	○	●	○	●	●	●	●	●	●
Flexible Wertschöpfungskonfigurationen durch überbetriebliche Zusammenarbeit	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Digitalisierung und Automatisierung / Der Mensch in der Produktion der Zukunft	○	●	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●
Fachkräfte-Akquise und Entwicklung	●	○	○	○	○	●	●	○	●	●	●	●
Bildung und Kompetenzaneignung	○	●	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●
Kooperationen für Forschung und Entwicklung	●	●	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
Innovationsfähigkeit und Innovationsorientierung	●	●	●	●	●	●	●	○	○	●	●	●

Legende: Die Handlungsfelder decken die Herausforderungen ab...

● in hohem Umfang   ● in mittlerem Umfang   ○ in geringem Umfang



**Bsp. 24**

Nachdem Volkswagen India im Februar 2010 den Kleinwagen Polo auf den Markt gebracht hatte, hat das Unternehmen nun auch ein zweites Auto auf dem indischen Markt, den „Vento“ – eine mittelgroße Limousine speziell konstruiert für Indien, die den Massenmarkt anvisiert. „Indien ist ein strategischer Markt für ein langfristiges Wachstum für die Volkswagen-Gruppe“, so der „Chief Representative“ des Unternehmens. Das Fahrzeug, das siebte Model des Unternehmens in Indien, wird für 15-20 Tausend US-Dollar ab „Showroom“ in Delhi angeboten. [98]

**Bsp. 25**

Die Goldhofer AG präsentierte auf einer der wichtigsten Fachmessen für Baumaschinen in Asien, der bC India in Mumbai einen vielweggelenkten Selbstfahrer vom Typ PST/SL-E 6 mit sechs Achslinien aus seiner Produktreihe der innovativen Schwerlastmodulsysteme und traf damit voll ins Schwarze. Für Goldhofer ist die Schwertransportindustrie in Indien ein absoluter Wachstumsmarkt. Das beweist auch die Tatsache, dass Goldhofer speziell für diesen Markt die neue Modulbaureihe THP/MI entwickelt hat. „Speziell mit dem THP/MI haben wir ein System geschaffen, das genau auf die Bedürfnisse der Logistikunternehmen in Indien abgestimmt ist. Damit heben wir uns klar vom Wettbewerb ab und können wieder einmal unsere Stärke als Marktführer ausspielen“, erklärt Stefan Fuchs, der Vorstandsvorsitzende der Goldhofer Aktiengesellschaft. [97]

## 5.2 Erschließung und Etablierung internationaler Märkte und Wertschöpfungsketten

Wie bereits in Kapitel 3 gefordert, müssen die Unternehmen des ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbaus ihre Internationalisierung konsequent entlang der gesamten Wertschöpfungsketten vorantreiben.

Aufbauend auf der starken Position im Export erscheint es naheliegend, zunächst den Export weiter auszubauen und speziell auf Wachstumsmärkte zu fokussieren. Dazu müssen Marktchancen systematisch eruiert, bewertet und erschlossen werden. Dies erfordert den Zugang zu entsprechenden Informationen, die systematisch auszuwerten und zu bewerten sind (vgl. Bsp. 24 & 25). Bei der Informationsbeschaffung kann u.U. auf Dienstleistungsunternehmen zurückgegriffen werden; auch bei IHK und Außenhandelskammern sind i.d.R. hilfreiche Informationen und Analysen verfügbar. Die Informationen müssen mit den Kompetenzen des Unternehmens abgeglichen werden, um daraus eine geeignete Produkt-Markt-Strategie zu erarbeiten. Hierbei sind Entscheidungen zu treffen, welche Produkte in welchen Varianten in welchen Märkten angeboten werden. Innerhalb dieser Strategie ist zwischen dem Mehrwert aufgrund von Anpassungen (zusätzlicher Umsatz) und den Vorteilen aufgrund von Standardisierung (Skaleneffekte) auszubalancieren.

Produkte müssen für den internationalen Markt häufig an lokale Besonderheiten angepasst werden. Ursachen dafür können in gesetzlichen Vorschriften, klimatischen und anderen natürlichen Bedingungen (Staub, Hitze, Kälte), in kulturellen oder sprachlichen Besonderheiten, anthropometrischen Unterschieden, im Qualifikationsniveau oder in vorhandenen technischen Standards liegen. Entscheidend ist in diesem Fall die Notwendigkeit der Anpassung, wozu ebenfalls geeignete Informationsquellen zu erschließen sind. Hierfür kann der Kontakt zu Unternehmen, die in dem betreffenden Land bereits tätig sind, von großem Nutzen sein.

Im Zuge der Produkt-Markt-Strategie ist zudem festzulegen, wodurch sich die Leistungsangebote unterscheiden können bzw. sollen. Nicht immer müssen es physische Merkmale sein, um auf spezifische Anforderungen einzugehen. Dienstleistungen (Service, Zusatzleistungen) ermöglichen ebenfalls eine Differenzierung. Für die Erschließung der Zielmärkte sind lokale Kontakte und sog. Türöffner hilfreich, welche den Unternehmen bei der Kontaktabbahnung helfen und formelle, sprachliche und kulturelle Hürden überwinden unterstützen. Da insbesondere kleine und mittlere Unternehmen aufgrund ihrer begrenzten Ressourcen häufig nicht die notwendigen Zugänge haben, bieten sich verschiedene Unterstützungsmöglichkeiten an:

- » die Kooperation mit anderen Unternehmen, welche den gleichen Markt bearbeiten und ggf. sogar zueinander komplementäre Leistungen anbieten
- » die Integration ausländischer Studenten, die in Deutschland studieren
- » der Einsatz von „Senior Experts“, d.h. von älteren Fach- oder ehemaligen Führungskräften mit entsprechender Markt-, Technologie- und Managementenerfahrung
- » der Rückgriff auf institutionelle Unterstützung wie bspw. Export- oder Auslandsbeauftragte einzelner Bundesländer (bspw. der Russlandbeauftragte des Freistaats Sachsen), das bestehende Europe Enterprise Network oder die an zahlreichen Standorten vertretenen deutschen Auslandshandelskammern



Bei der Leistungserbringung selbst muss berücksichtigt werden, dass regionale Besonderheiten nicht nur für die Gestaltung des Produkts relevant sein können, sondern auch für die Art und Weise der Auftragsabwicklung. Unter Umständen erfordern rechtliche und formelle Aspekte Verhandlungen, inhaltliche Abstimmungen mit Kunden und Partnern, Aufbau und Inbetriebnahme sowie Serviceleistungen erneute Unterstützung. Hier ist der Ansatz externer Experten vermutlich am praktikabelsten. Gleichzeitig müssen im Unternehmen gezielt eigene Kompetenzen aufgebaut werden. Dies kann zunächst über Partnerschaften, über Kontakte zu ausländischen Hochschulen/Forschungsinstituten oder über die Integration ausländischer Studenten geschehen.

Weiterhin sollte die Möglichkeit genutzt werden, insbes. in direkter Interaktion mit Kunden, also über Vertriebs-, Montage-, Servicemitarbeiter, lokal zuverlässige Kontakte zum Kundenunternehmen im Ausland zu knüpfen. Dafür bedarf es jedoch der gezielten Entwicklung notwendiger Kompetenzen bei den Mitarbeitern, verbunden mit entsprechenden zeitlichen Freiheitsgraden.

Über den Aufbau globaler Wertschöpfungsketten, d.h. die Wertschöpfung im internationalen Raum, globale Produktion, können Unternehmen Vorteile erschließen wie Kundennähe, kurze Reaktionszeiten, flexible Reaktion auf Veränderungen, Ressourcennähe, Vermeidung von zusätzlichen Logistikkosten usw. Basis jeglicher internationalen Aktivität ist eine entsprechende Strategie, innerhalb derer zunächst die relevanten Erfolgsfaktoren festgelegt werden müssen. Neben den genannten Vorteilen sind auch Aspekte wie Image, Qualität sowie die Abhängigkeit von Produkt- und Technologiereife oder Standortbedingungen zu beachten.

Daraus kann abgeleitet werden, welche Funktionen in der Wertschöpfungskette grundsätzlich für eine Realisierung im Ausland infrage kommen und welche Merkmale ein potenzieller Standort haben muss, damit bestimmte Gütekriterien erfüllt werden. Dies führt zum sog. „Global (Manufacturing) Footprint“ (vgl. Bsp. 26) eines Unternehmens, der sich bspw. an grundlegenden Internationalisierungsstrategien orientieren kann.

Aus technischer Sicht kann es Sinn ergeben, ausgereifte Technologien bzw. Produktionsschritte im Ausland durchzuführen, da für diese i.d.R. weniger Betreuungsaufwand seitens der Planung erforderlich ist und vermutlich weniger Störungen und Abweichungen zu erwarten sind. Aus wissenschaftlicher Sicht können innerhalb dieses Handlungsfelds Beiträge zu systematischen Zusammenhängen zwischen Standortmerkmalen und Anforderungen an Produkte, Produktion, Organisation („global fit“) hilfreich sein.

Unter Berücksichtigung konkreter Standortbedingungen wird anschließend die festgelegte Strategie umgesetzt. Für die einzelnen Funktionsbereiche müssen die notwendigen Kompetenzen vor Ort sowie die notwendigen Kompetenzen zur Koordination im Gesamtunternehmen aufgebaut werden. Die Betrachtung sollte sich dabei nicht nur auf die Fertigung beschränken. Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten können innerhalb globaler Netzwerke genauso international vernetzt werden, wie Distribution und Produktion. Sinnvolle Lösungsansätze sind bspw. internationale Projekte und Forschungskooperationsnetzwerke. (vgl. Bsp. 27)

Im Zuge der Umsetzung spielen insbes. personelle Kapazitäten eine Rolle – dies betrifft sowohl lokale Mitarbeiter im Ausland als auch Mitarbeiter, die für eine bestimmte Zeit entsendet werden sollen. Lösungsansätze sind hier Werksstudenten, Kooperationen mit lokalen Hochschulen, die Entwicklung individueller Qualifikations- und Karrierepfade mit Mitarbeitern u.ä.

#### **Bsp. 26**

Der „globale Fußabdruck“ bezeichnet das weltweite Standortnetz eines Unternehmens, das basierend auf Kosten-Nutzen-Abwägungen versucht, strategisch (Produktions-)Standorte zu verteilen.

#### **Bsp. 27**

Bereits seit 2008 fährt der Autobauer Ford die Strategie „One Ford“ produktseitig. Dahinter steckt die Idee, dass alle Fahrzeuge einer Modellreihe weltweit mit der gleichen DNA produziert werden und somit kostenseitig Skaleneffekte generieren. So wurde der Launch des Ford Focus in den USA, Europa und Asien 2010 nicht mehr wie früher mit unterschiedlichen Kampagnen, sondern weltweit einheitlich inszeniert. Gleichzeitig kündigt Ford einen Budgetshift hin zu Digital an. Nachdem der Autobauer bereits die einheitliche Formensprache der Modelle zum strategischen Asset erklärt hat, folgt nun mit dem Focus ein weltweit einheitlicher kommunikativer Auftritt. Gleichzeitig strebt der Autobauer die Führungsrolle im Bereich Social Media an. [99]

Zum Aufbau von internationalen Kompetenzen hat sich bspw. die Tandembildung bewährt, bei dem immer mindestens zwei Personen als Team im Ausland aktiv sind. [78] Eine weitere Möglichkeit besteht darin, ausländische Mitarbeiter eine Zeitlang im Stammwerk zu qualifizieren, was gleichzeitig die Identifikation fördert und beim Aufbau eines unternehmensinternen Netzwerks hilft. Das trägt wiederum zur Koordination und Problemlösung zu einem späteren Zeitpunkt bei (vgl. Bsp. 29).

Der Betrieb einer globalen Wertschöpfungskette erfordert Prozesse zur Koordination der einzelnen Leistungspakete zwischen den verschiedenen Standorten, die Synchronisation von Standardisierungsbemühungen für Produkte und Prozesse sowie ein laufendes Controlling, verbunden mit entsprechenden Anpassungsprozessen an einzelnen Standorten oder im gesamten Netzwerk.

Als wichtige Rahmenbedingungen für Auslandsaktivitäten sind rechtliche Aspekte, Finanzierungsmöglichkeiten sowie interkulturelle Kompetenzen zu nennen. Für rechtliche Belange muss i.d.R. auf Experten zurückgegriffen werden, wobei Arbeitskreise innerhalb von Kooperationen und Netzwerken durchaus für eine hilfreiche Informationsbasis sorgen können (vgl. Bsp. 28). Der Finanzbedarf für Auslandsaktivitäten kann gerade kleine und mittlere Unternehmen überfordern. Alternative Möglichkeiten bieten Unterstützung von offizieller Seite, so z.B. die Startup Factory in Shanghai/China, die Einbeziehung ausländischer Investoren vor Ort oder der neue Trend der Schwarmfinanzierung. Letztere, sehr junge Idee, wird auch als crowdfunding bezeichnet und beinhaltet das projektbezogene Sammeln von Geld über Plattformen wie Kickstarter.com. Über die seit 2008 bekannte Plattform wurden im Jahr 2012 bereits bei mehreren Projekten Budgets von über 1 Mio. US \$ z.B. für Produktentwicklungen eingeworben.

Interkulturelle Kompetenzen können durch entsprechendes Training, durch einen offenen Erfahrungsaustausch inner- und außerhalb des Unternehmens sowie durch praktisches Erleben aufgebaut werden. Dies sollte insbes. bei der Karriereplanung und Personalentwicklung mit berücksichtigt werden.

#### Bsp. 28

Der Unternehmensberater weiß: „Heute ist jede Branche ein globales Dorf. Selbst in den letzten Ecken des Planeten wissen die Experten, wer absolute Spitze ist.“ [100] – Deutsche Mittelständler sehen ihre Chance in noch wenig erschlossenen Märkten wie Chile, Kolumbien, Vietnam oder Ghana. Ein solcher internationaler Schritt ist mit hohen Anfangsinvestitionen verbunden, wird jedoch von Institutionen wie der Deutschen Botschaft und den in 80 Staaten vertretenen Auslandshandelskammern unterstützt. Ein gutes Beispiel dafür, wie mittelständigen Unternehmen der Markteintritt im Ausland erleichtert werden kann, ist die Startup Factory in Shanghai. In einem Fabrikgebäude produzieren 12 Mittelständler unter deutscher Anleitung auf 18.000 qm. Die Kosten sind mit maximal 50 bis 60 EUR pro Jahr überschaubar. Dafür übernimmt die Startup Factory die Verwaltung, den Betrieb und oftmals die Produktion. Da die Unternehmen häufig noch keine Mitarbeiter vor Ort haben. Es dauert etwa sechs Monate vom Projektstart bis Produktionsbeginn in denen die Startup Factory alle anfallenden Aufgaben wie die Rekrutierung der Mitarbeiter oder nötige Dokumentationsarbeiten übernimmt. In der Regel mieten sich die Unternehmen zwei bis drei Jahre ein.

## 5.3 Nutzenorientierung und kundenindividuelle Lösungen

Bei zukünftigen Leistungsangeboten müssen Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus verstärkt auf kundenindividuelle Lösungen setzen. Dabei ist von Bedeutung, dass es trotz eines hohen Individualisierungsgrades gelingen muss, im Hinblick auf Kosten und andere kritische Größen wie der Lieferzeit wettbewerbsfähig zu sein.

Das große Potenzial des Maschinenbaus Ost liegt im Know-how als Einzelfertiger sowie in der Möglichkeit, durch die vorhandenen Strukturen flexibel auf veränderte Marktbedingungen und Kundenanforderungen zu reagieren. Flexibilität einerseits und Kostenorientierung andererseits dürfen allerdings zukünftig keinen Widerspruch mehr darstellen.

Bei der Entwicklung kundenindividueller Produkte bzw. Leistungen werden zukünftig zwei Entwicklungen bestimmend sein:

- » eine Orientierung am Nutzen statt am physischen Produkt und
- » eine Betrachtung der Gesamtleistung, d.h. eine oder mehrere physische Komponenten angereichert mit diversen Mehrwertdiensten

Die Orientierung am Nutzen statt am physischen Produkt erfordert die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, bei denen der Anlagenhersteller der Eigentümer des Produkts bleibt und lediglich die Produktion eines bestimmten Teils bzw. bestimmte Wertschöpfungsstufen an seinen Kunden verkauft.

Neue Leistungsangebote müssen einerseits den Bedarf und Anforderungen berücksichtigen, die sich aus den beschriebenen Trends ergeben – so die Entwicklung energieeffizienter Werkzeugmaschinen, die Simulation und Optimierung des Energieverbrauchs ganzer Prozessketten, in denen diese Maschinen genutzt werden oder die Entwicklung speziell angepasster Technik z.B. im landwirtschaftlichen Bereich für Entwicklungsländer. Andererseits sind konsequent Potenziale aus anderen Disziplinen wie der Mikroelektronik, Nanotechnik und Biologie zu nutzen, bspw. durch intelligente Beschichtungen, integrierte Sensorik, bio-nische Produkt- und Produktionsstrukturen.

Um Aktivitäten zu bündeln und gezielt Innovationen zu generieren, ist eine strategische Produktplanung erforderlich, die folgende Punkte umfasst:

- » Potenzialfindung (z.B. Marktanalyse, Kundenverhalten) und Absatzmärkte (Marktzugang)
- » Produktfindung und Technologieplanung (z.B. strategiekonforme Produkt-, Technologie- einschließlich Materialwahl)
- » Produktkonzipierung (z.B. Produkt-, Produktionsprogrammgestaltung, Produkt-Technologie-Geschäftsinnovation) auf Basis von Technologie-Roadmaps mit möglichen Wertschöpfungsprozessen
- » Produktentwicklung (z.B. FuE- und Konstruktionsnetzwerke, ressourcen-, material-, energieschonende, recyclingfähige, lebenszyklusoptimierte, technologieeffiziente Produkte), integrierte Material- und Produktentwicklung bis zur Recyclebarkeit
- » Produktionssystementwicklung (z.B. Wechselwirkung Produkt Produktionsprozess, systemorientierte Integration von Methoden und Arbeitstechniken aus mehreren Fachdisziplinen, Beachtung von Aspekten der Arbeitsablauf-, Arbeitsmittel- und Arbeitsstättenplanung)

Im Rahmen der Produktplanung müssen sinnvolle Differenzierungsmerkmale festgelegt werden, welche dann die Basis für die Gestaltung des Produktprogramms, bspw. bei der Festlegung erforderlicher Varianten oder Typen, bilden. Entscheidende Stellgrößen sind dabei die Produktarchitektur, der Anteil an Dienstleistungen und deren Art bzw. Verknüpfung zum Produkt sowie der Anteil an Software, mit dem bestimmte Funktionen realisiert werden.

Einen sinnvollen Lösungsansatz zur effizienten Individualisierung stellt die Modularisierung von Produkten und damit auch von Produktionsprozessen dar. Module ermöglichen im Idealfall die Konfiguration eines individuellen Produkts aus dem Baukasten, wobei der Planungsaufwand für die individuelle Lösung vergleichsweise gering ist. Ebenso erlauben Module die Verwendung von Gleichteilen, was Vorteile in der Beschaffung und Fertigung bringt. Beispiel für ein erfolgreiches Modularkonzept ist das System 21, ein Modulbaukasten für kosten- und stückzahlflexible Montageanlagen der USK Karl Utz Sondermaschinen GmbH (vgl. Bsp. 30).

Ein weiterer sinnvoller Ansatz besteht in der Ausnutzung von Kooperationspotenzialen durch die Konzentration auf Kernkompetenzen und deren bedarfsweiser Vernetzung. Das hat zur Folge, dass ein Unternehmen nicht mehr alle Kompetenzen für ein breites Produkt- und Leistungsspektrum vorhalten muss, sondern dass diese in verschiedenen Unternehmen angesiedelt sind und die kundenindividuelle Leistung im Rahmen eines Produktionsnetzes erbracht wird.

#### Bsp. 29

„Gebraucht werden weltoffene Improvisationskünstler“: [101]

Der andere Weg zur Internationalisierung ist, ausländische Mitarbeiter zu gewinnen. Diese arbeiten zunächst einige Jahre im Unternehmen in Deutschland, um die Unternehmenskultur kennenzulernen. Im Anschluss daran erfolgt eine Entsendung in das Heimatland, um dort Kontakte zur Gründung einer neuen Niederlassung zu knüpfen. Die Mitarbeiter, die vor Ort solche Projekte realisieren, brauchen viel Durchhaltevermögen, um eng mit Unternehmern zusammenarbeiten und ein Händler- und Servicenetz aufbauen zu können.

Für die Markttöffnung werden auslandserfahrene und weltoffene Mitarbeiter benötigt, die bereit sind, sich auf die Gegebenheiten im jeweiligen Land einzulassen. Dabei beinhaltet das Rezept für den Erfolg deutscher Unternehmen, dass sie Spitzenqualität in Nischen liefern können, flexibel und freundlich sowie absolut zuverlässig sind.

**Bsp. 30**

Zum Baukasten des modularen Montagesystem 21 der USK Karl Utz Sondermaschinen GmbH gehören Grund- bzw. Robotermodul sowie Technik-, Palettier- und Handarbeitsplatz-Modul. Von außen unterscheiden sich die einzelnen Module, die über Schnittstellen miteinander verbunden sind, kaum voneinander. Erst der genaue Blick gibt Aufschluss: Das Grundmodul mit bis zu vier Bearbeitungspositionen ist die zentrale Einheit einer Montagezelle. Auf beiden Seiten des Grundmoduls können wahlweise Palettier- oder Technikmodule angekoppelt werden. Als zentrales Handhabungsgerät ist ein Roboter vorgesehen. Ergänzt wird der Baukasten durch einen Handarbeitsplatz. Eine ebenfalls modulare Bandstrecke verbindet die einzelnen Montagezellen untereinander. [102]

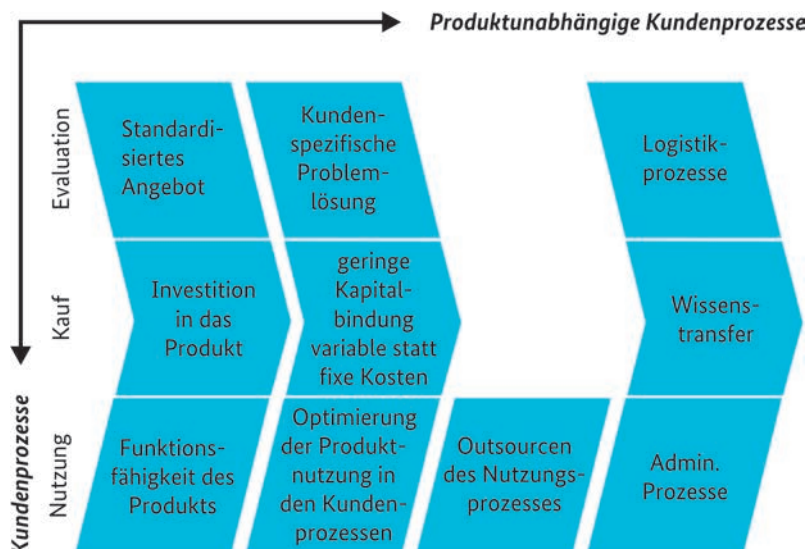
Weiterhin wird Individualisierung durch ergänzende Dienstleistungen und Software erreicht. Software-Anteile im Produkt sind leichter zu modularisieren und in der Entwicklung sowie auch im späteren Lebenszyklus der Anlage besser anzupassen als physische Bestandteile. Das erfordert entsprechende Maschinen- und Anlagenkonzepte, die in Zusammenarbeit mit der Forschung entwickelt werden müssen.

Spezielle Leistungen führen zur Differenzierung im Markt und können auf individuelle Kundenforderungen zugeschnitten werden. Die Entwicklung von industriellen Dienstleistungen sollte stets im Zusammenhang mit dem physischen Produkt erfolgen, wobei eine Orientierung am Kundenprozess (vgl. Abb. 62) erfolgen kann.

Die Entwicklung von industriellen Dienstleistungen bzw. hybriden Leistungsbündeln war bereits Gegenstand umfangreicher Forschung. Daraus entstanden ist bspw. die Methodik des Service Engineerings, welche einen Entwicklungsprozess mit entsprechenden Methoden und Erfolgsfaktoren (vgl. Tabelle 15) vorgibt. Die Produkt- bzw. Leistungsentwicklung erfordert spezifisches Wissen zu Marktbedürfnissen, Kundenwünschen, technische Möglichkeiten und Entwicklungstendenzen u.v.m. Um die notwendigen Informationen zu eruieren, sollte eine Vielzahl von Quellen genutzt werden: Vertriebs- und Servicemitarbeiter, Partner, Lieferanten, Messen, Forschungseinrichtungen u.a. Zur Vernetzung der Informationen und zur Vorbereitung von Entscheidungen werden kompetente und erfahrene Mitarbeiter gebraucht.

Im Produktentwicklungsprozess selbst gibt es zwei moderne Tendenzen, die unter bestimmten Umständen sinnvoll für den Maschinen- und Anlagenbau sind. Dies ist zum einen die Open-Source-Entwicklung von Software- und mittlerweile auch von Hardware-Komponenten. Ihr Vorteil: Eine Vielzahl von Personen arbeiten an einer Lösung, was diese auf lange Sicht gesehen weniger fehleranfällig macht. Zudem bietet Open Source ein bestimmtes Attraktivitätspotenzial insbes. für junge Entwickler und eröffnet in der weltweiten „Community“ den Zugang zu völlig neuen Ressourcen. Ein prominentes Beispiel ist die Hardware Arduino (vgl. Bsp. 31). Zum anderen existieren, getrieben durch die Digitalisierung, Tendenzen zum sog. Open Innovation oder Co-Creation, welches die Öffnung von Entwicklungsprozessen, insbes. für Kunden beschreibt. Durch die Einbeziehung zusätzlicher Wissensträger sollen Lösungen geschaffen werden, die besser und stärker am tatsächlichen Kundenbedürfnis orientiert sind. Die Herausforderung besteht hier allerdings in der Koordination derartiger Prozesse.

**Abb. 62: Prozessorientierte Einordnung von (industriellen) Dienstleistungen [118]**



Dienstleistungsentwicklung	Dienstleistungsangebot
<ul style="list-style-type: none"> <li>» Entwickeln Sie Dienstleistungen nah an den Kundenbedürfnissen!</li> <li>» Systematisieren Sie den Entwicklungsprozess!</li> <li>» Binden Sie den Kunden in den Entwicklungsprozess mit ein!</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Ergänzen Sie die einfachen produktunterstützenden Dienstleistungen um kundenunterstützende Dienstleistungen!</li> <li>» Kommerzialisieren Sie ihre Dienstleistungen!</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>» Definieren Sie eine dienstleistungsorientierte Wettbewerbsstrategie!</li> <li>» Legen Sie fest, welche Dienstleistungen sie aktiv vermarkten wollen!</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» Richten Sie die Kommunikation am Prozess aus!</li> <li>» Befähigen Sie Ihre Mitarbeiter zur verbesserten Vermarktung der Dienstleistungen!</li> </ul>
Wettbewerbsstrategie	Dienstleistungsmarketing

Die Zusammenarbeit mit dem Kunden bei der Entwicklung bzw. Spezifikation von Produkten und Leistungen kann mittels moderner Informationstechnologie unterstützt werden, z.B. durch Produktkonfiguratoren. Ein solches Softwaresystem enthält alle relevanten Informationen zu (möglichen) Produktbestandteilen und deren Abhängigkeiten. Das gestattet einerseits eine schnelle Konfiguration, andererseits können durch die enthaltene Standardisierung Nachfolgeprozesse wie Arbeits- und Produktionsplanung effizienter ablaufen (vgl. Bsp. 32).

Durch die Nutzung von digitalen Werkzeugen erhält außerdem der Vertrieb in Kooperation mit der Konstruktion die Möglichkeit, dem Kunden vorab einen Eindruck der fertigen Anlage zu vermitteln. Über Simulationstools können Output und Prozesse optimiert werden

Für die beschriebenen Prozesse sind in den Unternehmen zunächst die erforderlichen Strukturen, Prozesse und Kompetenzen aufzubauen. Wichtige Entscheidungen, bspw. zu Produktionsverfahren, werden insbes. bei der Nutzenorientierung vom Kunden an den Lieferanten delegiert. Die Folge ist, dass im Unternehmen das Know-how zu verschiedensten Technologien sowie zu Schnittstellen mit bestehenden Anlagen beim Kunden vorhanden sein muss, um fundierte Aussagen treffen zu können. Kreative Mitarbeiter mit sozialer Kompetenz und dem Vermögen, sich schnell in neue Prozesse einzudenken, sind hier unabdingbare Voraussetzung.

Der Trend zu Formen des Performance Contracting (Nutzen) fordert zudem die Finanzen kleiner Unternehmen heraus, was durch geeignete Finanzierungsmodelle ausgeglichen werden muss.

**Tabelle 15: Empfehlungen zur Umsetzung der Erfolgsfaktoren bei der Gestaltung von Dienstleistungsangeboten [117]**

#### **Bsp. 31**

Die Forschungstochter des spanischen Konzerns „Telefonica“ nutzt Arduino, um eine Plattform zu schaffen, die fast jedes Gerät drahtlos mit dem Internet verbindet. Das Motto lautet hier: „denkende Dinge“. Ein Modell enthält diverse Sensoren, kann twittern bzw. informiert bei Anschluss an eine Lichtquelle z.B. über eingehende E-Mails. „Telefonica“ sieht dies als Element zur Kommunikation von Maschinen untereinander, hier umgesetzt mit Open-Source-Hardware. [103]

#### **Bsp. 32: Schwere Maschinen in vielen Varianten: Angebots- und Produktionsoptimierung dank APS**

Die Firma Händle plant dank proALPHA die komplette Produktion via APS mit der Priorität „pünktliche Auslieferung“. So kann bei den Maschinen tatsächlich eine Rate von 100% erreicht werden. Die Planungsparameter wurden in Workshops von Händle und spezialisierten proALPHA Mitarbeitern erarbeitet und passten so von Anfang an. Intensiv genutzt wird hierbei die CTP Funktion bei der Auftragsbearbeitung, sodass frühzeitig Maßnahmen ergriffen werden können, um die Termine einzuhalten. Das in proALPHA integrierte Dokumentenmanagement (DMS) nutzt Händle mit verschiedenen Optionen. Hinterlegt sind hier beispielsweise Prüfpläne oder Handbücher der ausgelieferten Maschinen. Entwickelt werden neue Produktionsaufträge mit dem Produktkonfigurator. So werden technisch unsinnige Kombinationen unterbunden und fehlende Bauteile sind nicht mehr zu befürchten. Der gesamte Prozess ist im proALPHA Workflow abgebildet. [104]



**Bsp. 33: Arbeitsflexibilisierung – flexible Arbeitszeit Innovatives Schichtmodell**

Ein Schichtmodell sollte vor allem mitarbeiterorientiert sein, ist man sich bei der WESTFALIA Presstechnik GmbH & Co. KG sicher und hat deshalb ein Modell im Einsatz, welches in vielfältiger Hinsicht eine gesunde Balance zwischen Arbeits- und Privatleben schafft.

Jeweils für ein Jahr im Voraus wird der Schichtplan für die Mitarbeiter erstellt. Dieser besteht aus je drei aufeinanderfolgenden Einheiten von sieben Tagen Schichtarbeit mit kurzen Wechseln, d.h. in den sieben Tagen wird beginnend mit der Frühschicht jeweils nach zwei bzw. drei Schichten in die Spät- und dann in die Nachtschicht gewechselt. In der darauffolgenden Woche können die Beschäftigten in dem sogenannten Dispo-Zeitraum selbst entscheiden, in welchen Schichten und wie oft sie arbeiten möchten oder ob sie eine Woche komplett pausieren. Zu beachten ist dabei nur, dass am Ende des Jahres das Zeitkonto ausgeglichen ist. Durch die relativ langen Planungszeiten, können die Mitarbeiter Freizeitaktivitäten auch langfristig planen. Durch die kurzen Wechsel wird eine erzwungene Anpassung des Körpers an die verschiedenen Schlafzeiten vermieden und damit Schlafdefiziten vorgebeugt. Auch auf die besondere körperliche Belastung von Nachtschichten wird Rücksicht genommen: So ist das Schichtsystem vorwärts rotierend, d.h. auf Frühschichten folgen Spätschichten und dann Nachtschichten, da dieses zu weniger Beschwerden führt als rückwärts rotierende Schichtsysteme.

Von der Möglichkeit der Disposchicht machen die Mitarbeiter bei WESTFALIA Presstechnik flexibel Gebrauch. Insgesamt wird das Schichtsystem gut angenommen und ist bereits einige Jahre in dieser Form im Einsatz.

## 5.4 Produktion in der Wertschöpfungskette von morgen

### 5.4.1 Instrumente/Ansätze für die anpassungsfähige Produktionsorganisation

Wie bereits erwähnt, wird die Flexibilität in der Produktion zukünftig eine wesentliche Rolle spielen. Der ostdeutsche Maschinen- und Anlagenbau weist per se durch sein Produktspektrum, welches i.d.R. kundenindividuelle Produkte umfasst, eine hohe Flexibilität insbes. im Maschinenpark auf. Allerdings besteht die Herausforderung darin, erstens die Flexibilität nicht nur auf technischer Seite, sondern auch in der Organisation auszubauen und zweitens Flexibilität zu vertretbaren Kosten zu generieren (vgl. Best Practice folgende Seite).

Aufgrund des hohen Anteils an Abläufen, in denen Mitarbeiter involviert sind, bietet speziell die Arbeitsorganisation einen geeigneten Ansatzpunkt, um die genannten Herausforderungen zu bewältigen. Technologische Arbeitsabläufe stehen im Wesentlichen fest und können kaum verändert werden. Für die Arbeitsorganisation existieren mittlerweile interessante und innovative Ansätze, welche zu einer höheren Flexibilität führen:

- » die flexible Verteilung von Arbeitsaufgaben auf mehrere Personen und die damit verbundene Redundanz von Kompetenzen, was es ermöglicht, dass im Bedarfsfall bestimmte Aufgaben parallel (so technisch möglich) von mehreren Mitarbeitern bearbeitet werden können;
- » die Polyvalenz der Beschäftigten, was es ermöglicht, dass diese mehrere Aufgaben wahrnehmen können und somit flexibel einsetzbar sind;
- » Gruppen- bzw. Teamarbeit, innerhalb derer die Gruppe selbst für Anwesenheit, Arbeitszeiten und Reihenfolge der Auftragserfüllung verantwortlich ist – von der übergeordneten Planung wird lediglich ein Rahmen, bspw. in Form von einzuhaltenden Endterminen vorgegeben;
- » Anwesenheit nach Bedarf, bspw. für Maschinenbediener/Einrichter/Instandhalter, geplante Anwesenheiten können dabei mit Bereitschaftszeiten kombiniert werden, in denen die Anwesenheit über Kommunikationsmedien (SMS, Twitter, E-Mail) abgerufen werden kann;
- » Heimarbeit bzw. Telearbeit, insbes. für Arbeitsinhalte, für die keine Anwesenheitspflicht besteht, so bspw. für bestimmte Programmier- oder Entwicklungstätigkeiten;
- » Flexible Arbeitszeitmodelle unter Nutzung von Arbeitszeitkorridoren, flexiblen oder rollierenden Wochenarbeitszeiten, Teilzeitmodelle;
- » Lebensarbeitszeitmodelle, in denen Mitarbeiter auf einem Zeitkonto Beträge für Sabbaticals, soziales Engagement, Weiterbildungen oder für einen früheren Ausstieg aus dem Berufsleben ansammeln können (vgl. Bsp. 33 und 34).

Aus Sicht der Prozessorganisation sowie der Produktionsplanung kann Flexibilität erhöht werden, indem bspw.

- » die Planung von Terminen und die Arbeitsauslastung bewusst Freiräume vorsieht, d.h. dass eine Maschine lang- bis mittelfristig nicht zu 100% verplant wird, sondern zu einem geringeren Anteil, sodass bspw. Störungen und Schwankungen aufgefangen werden können. Die Planung erfolgt dann anhand einer Art Trichtermodell, d.h. je kurzfristiger die Betrachtung ist, umso weniger Freiraum kann gewährt werden.

- » dezentrale Ansätze zugelassen werden. Die Planung gibt dabei lediglich Terminrahmen und Ziele, bspw. für Auslastung und Bestände vor, der Rest wird (teil-) autonom durch Arbeitsgruppen geregelt, die einerseits viel mehr Detailkenntnis für eine optimale Auftragsreihenfolge (Minimierung von Rüstzeiten) besitzen und die andererseits viel schneller auf Störungen und Änderungen reagieren können.
- » kleine Losgrößen, bis hin zum One-Piece Flow vorgesehen werden, die im Pull-Prinzip durch die Fertigung geschleust werden. Die damit erzielten geringen Bestände ermöglichen flexible Änderungen im Programm.

Nichtsdestotrotz sind auch aus technischer Sicht noch Ansätze zur Erhöhung der Flexibilität denkbar:

- » Der Einsatz von Universalmaschinen anstelle von Spezialmaschinen und damit das Vorhalten technisch-funktionaler Redundanz ermöglicht es, zumindest bei der Maschinenbelegung flexibel zu sein und auf Störungen und Änderungen reagieren zu können, indem man auf alternative Arbeitsplätze ausweicht.
- » Der Einsatz von Automatisierungstechnik und Robotern ermöglicht die offline Anpassung an Veränderungen, sodass bedarfsweise nur eine kurze Umrüstzeit des Arbeitsplatzes erforderlich ist.
- » Ansätze aus der japanischen Lean Management Philosophie wie das Minimieren von Rüstzeiten (SMED = Single Minute Exchange of Dies)

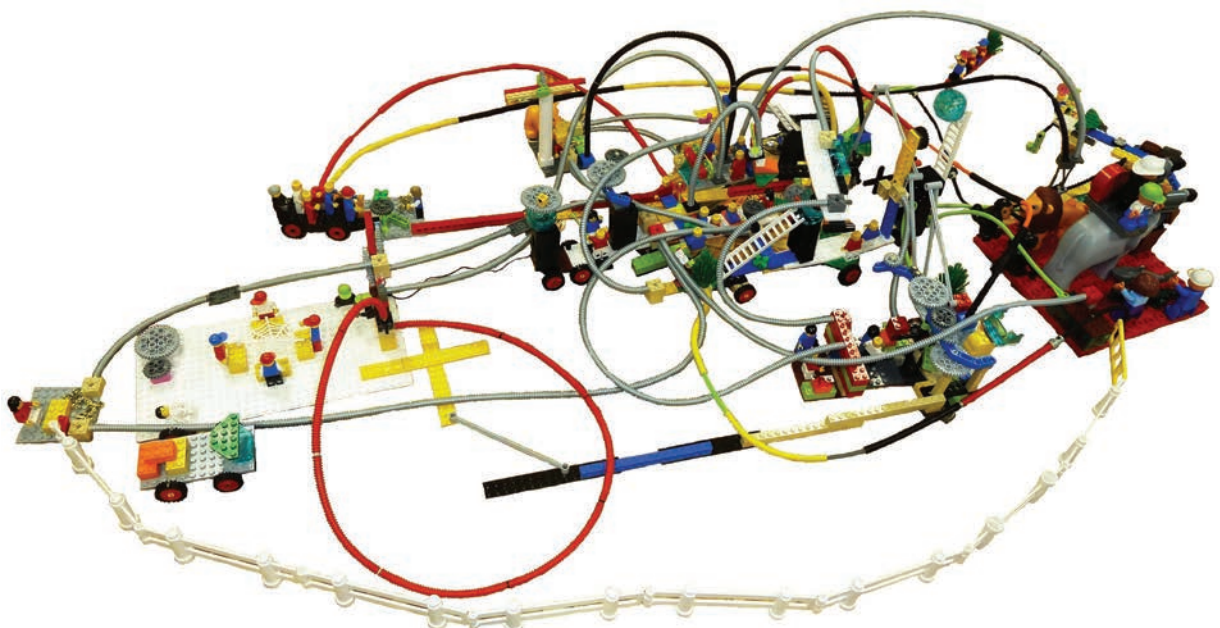
#### Bsp. 34: Karl Meyer AG setzt auf Zeitwertkonten- und Lebensarbeitszeitmodell „GARANT-PLUS-KONTO“

Die Karl Meyer AG hat sich dazu entschlossen, ihren MitarbeiterInnen der Unternehmensgruppe die Nutzung und Gestaltungsmöglichkeiten von Lebensarbeitszeitkonten zugänglich zu machen. Neben der Freistellung von der Arbeitszeit zur Weiterbildung, Kinderbetreuung oder Pflege während der Erwerbsphase sehen die Vereinbarungen zu Langzeitkonten einen gleitenden Übergang in den Altersruhestand vor. [105]

#### Best Practice:

In mittelständisch geprägten Unternehmen sind Prozessschritte z.B. zur Arbeitsvorbereitung meist nur wenig formalisiert und stark an einzelne Personen gebunden. Anpassungen der Prozesse, personelle Veränderungen oder personenbezogene Eigenschaften können so schnell zu Turbulenzen führen. Für eine Lösung sollte in solchen Fällen weniger der einzelne Prozessschritt sondern eher der Gesamtprozesses wie z.B. die gesamte Auftragsabwicklung betrachtet werden.

Hier kann es zu Schwierigkeiten durch gegenseitige Vorbehalte zwischen einzelnen Abteilungen kommen. Diese Hindernisse können durch innovative Methoden wie LEGO® Serious Play® überwunden werden. Durch diese Methode erhalten Workshopteilnehmer die Möglichkeit, zunächst mit selbstgebauten Metaphern ihre individuelle Sicht darzustellen und anschließend ein gemeinsam getragenes Verständnis zu entwickeln. Die folgende Abbildung zeigt hierzu ein abteilungsübergreifendes Unternehmensmodell der Getriebefabrik Nossen GmbH & Co. KG, das im Rahmen einer Zusammenarbeit mit einer Nachwuchsforscherguppe der TU Chemnitz entwickelt wurde.





**Bsp. 35**

SMED läuft in fünf Schritten ab:

- » Trennung von internen (Werkzeugwechsel) und externen (Bereitstellung der Werkzeuge und Vorprodukte) Rüstvorgängen
- » Überführung von internen in externe Rüstvorgänge
- » Optimierung und Standardisierung von internen und externen Rüstvorgängen (Einsatz von Klemmen statt Schrauben, Schiebetische statt Kräne)
- » Beseitigung von Justierungsvorgängen
- » Parallelisierung von Rüstvorgängen (gleichzeitig statt nacheinander – d.h. statt einem, mehrere Mitarbeiter einsetzen) [106]

stellt verschiedene Prinzipien zur Verfügung, um Maschinen und Anlagen innerhalb kürzester Zeit umzurüsten (vgl. Bsp. 35).

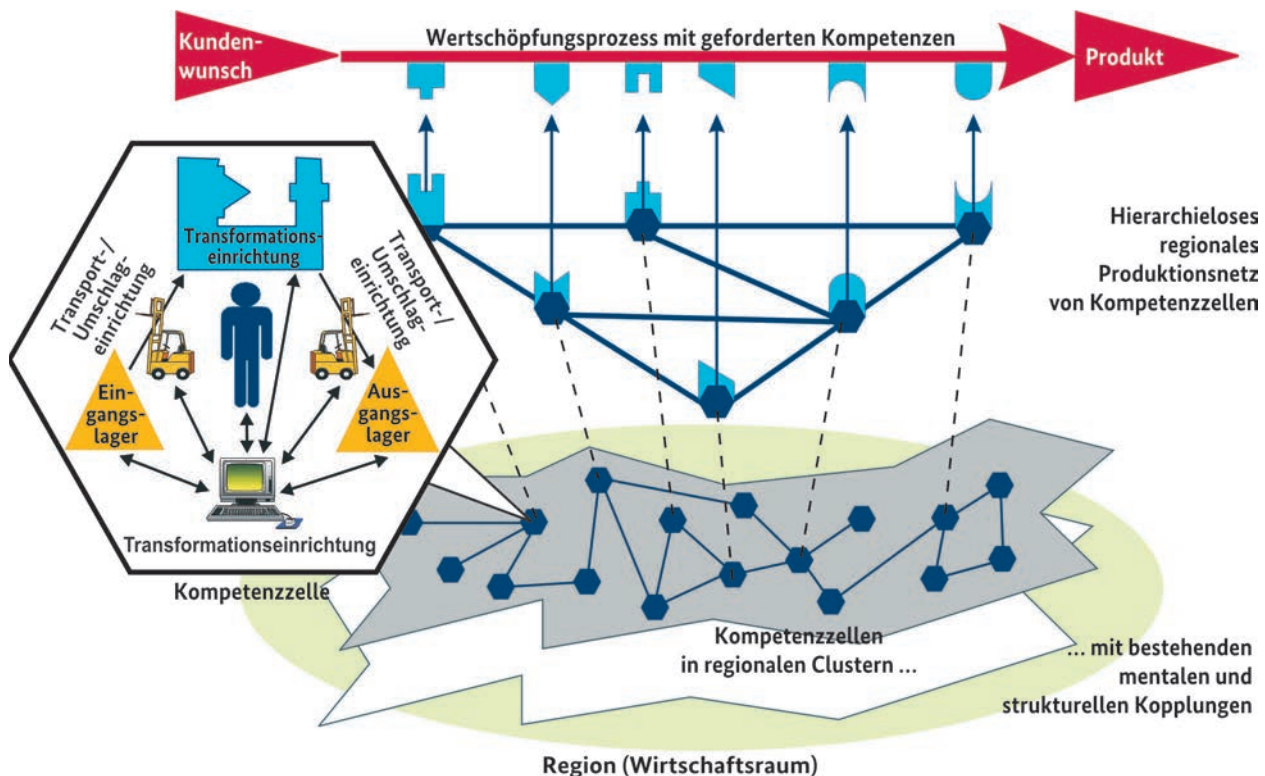
Bei der Umsetzung der genannten Konzepte kann es passieren, dass die erhöhte Flexibilisierung mit Kontrollverlust und Arbeitsverdichtung für die Mitarbeiter einhergeht. Das wiederum birgt tendenziell die Gefahr einer mangelnden Akzeptanz der Flexibilisierungskonzepte. Alternativ bieten aber gerade solche Vorgehensweisen die Chance, individuelle Wünsche der Mitarbeiter einzubeziehen, d.h. Unternehmensinteressen und Wertvorstellungen stimmen überein. Insbesondere in KMU mit ihren ausgewiesenen kurzen Entscheidungswegen, flachen Hierarchien und vielfältigen Entwicklungsmöglichkeiten sind beste Bedingungen vorhanden, Flexibilisierungskonzepte erfolgreich umzusetzen, da dies keinen kulturellen Bruch mit dem Bisherigen bedeutet. Die entstehenden Freiräume und die Chance sowie Herausforderung, diese zu nutzen sollte zudem deutlicher als Wettbewerbsvorteil auf dem Arbeitsmarkt herausgestellt werden.

Eine zweckmäßige Strategie, um Mitarbeiterinteressen gezielt einzubeziehen und von vornherein Akzeptanz und Transformationsprozesse positiv zu beeinflussen, besteht darin, Konzepte bzw. deren Anpassung an die betriebliche Realität gemeinsam zu erarbeiten. Dazu existieren innovative methodische Konzepte, eines davon wird nachfolgend beschrieben.

#### 5.4.2 Flexible Wertschöpfungskonfigurationen durch überbetriebliche Zusammenarbeit

Wertschöpfungsketten und -netze sind das Mittel der Wahl, um flexibel auf individuelle und dynamische Bedürfnisse des Marktes zu reagieren. Die Potenziale reichen dabei von der Nutzung zusätzlicher Kompetenzen für eine Ausweitung der eigenen Leistungsfähigkeit über den vereinfachten und effizienten Zugang zu Beschaffungs- und Absatzmärkten bis hin zu Prozesssynergien und dem flexiblen überbetrieblichen Austausch von Arbeitskräften oder Maschinenbearbeitungskapazitäten zum Ausgleich von Auftragsschwankungen.

Abb. 63: Modell kompetenzzellenbasierter Netze [150]



Durch Netzwerke sind insbes. KMU in der Lage, Nachteile, die sich aus ihrer Größe ergeben, auszugleichen. Für den Maschinen- und Anlagenbau hat insbes. die Kombination von technischen Kompetenzen als auch von Kapazitäten innerhalb von Netzwerken Bedeutung.

Für Wertschöpfungsnetzwerke sind verschiedene Konfigurationen denkbar: Erstens vertikal, entlang der Wertschöpfungskette; zweitens horizontal, mit Partnern auf gleicher Wertschöpfungsstufe sowie drittens diagonal, über verschiedene Branchen und Stufen hinweg. Innerhalb eines Netzwerkes können dabei Mischformen auftreten.

Die überbetriebliche Zusammenarbeit ist gestaltungsbedürftig. Grundsätzlich sind bei Netzwerken zwei Ebenen zu unterscheiden:

- » eine strategische Ebene, welche den Rahmen vorgibt, von dauerhaften Beziehungen geprägt ist, auf der grundsätzliche Regeln vorgegeben sind
- » eine operative Ebene, auf der kunden- und objektbezogen die Wertschöpfung stattfindet, die befristet ist und für die projektbezogen die jeweils passenden Partner ausgewählt werden

Die Strukturen, speziell auf strategischer Ebene, können ggf. auch als Marke platziert werden. Dann kann sich eine gesamte Region oder das strategische Netzwerk unter einem Dach vermarkten. Der Vorteil ist, dass das Netzwerk viele Kompetenzen bündelt, somit ein großes Leistungsspektrum abdeckt und als Problemlöser für komplexe Aufgaben fungiert. Je nach Anforderung werden die passenden Partner miteinander kombiniert.

Derartige Kooperationsverbünde bezeichnet man häufig auch als Virtuelle Fabrik, wobei damit nicht ausschließlich das operative Projektnetzwerk gemeint ist, sondern das strategische Netzwerk, in dem – wie in einer realen Fabrik – Kundenaufträge durch die Kombination von Produktionsfaktoren bearbeitet werden (vgl. Bsp. 36 und 37).

Neben den Potenzialen einer Wertschöpfungskoooperation sind bestimmte Risiken bzw. Problemfelder zu beachten:

- » Der Austausch von Leistungen kann zum Verlust von Know-how führen, sodass Unternehmen eine wichtige Grundlage ihrer Kernkompetenz verlieren.
- » Die Vermarktung von Leistungen über übergeordnete Strukturen kann zum Verlust von Marktnähe und direkten Kundenkontakten führen.
- » Das ausschließliche Agieren unter einer fremden Marke führt ggf. zum Identitätsverlust. Die eigene Leistung eines Unternehmens wird für Kunden nicht mehr sichtbar.
- » Die Kooperation in Netzwerken erfordert Aufwand für Koordination und Kommunikation. Dabei sind technische Aspekte (Schnittstellen, Sicherheit), organisatorische Belange (Informationsfluss) sowie psychologische Besonderheiten (Kommunikationsstörungen) zu beachten. Ferner müssen die Koordinationskosten über den Marktpreis refinanziert werden.
- » Netzwerke können zu Akzeptanzproblemen beim Kunden führen, da dieser u.U. einen eindeutigen Ansprechpartner für Garantiefälle vermisst.
- » Fehlende vertragliche Regelungen zur Verteilung von Risiko und Gewinn sowie zur Übernahme von Verantwortlichkeiten und zum Know-how-Schutz können zu Konflikten führen.

#### Bsp. 36

„Sie [virtuelle Unternehmen] sind auf Zeit angelegte Problemlösungsgemeinschaften. Unterschiedliche Partner arbeiten miteinander in Datennetzen, orts- und zeitunabhängig, ohne festen Unternehmensstandort und ohne regionale Grenzen. Die Mitwirkenden bleiben rechtlich unabhängig und regeln ihre Zusammenarbeit für eine begrenzte Zeit, um ein anstehendes Problem optimal zu lösen.“ [107]

#### Bsp. 37

Im lebendigen Firmenverbund Virtuelle Fabrik der Euregio Bodensee engagieren sich hoch qualifizierte Engineering- und Designfirmen, Verfahrenstechniker, Unternehmensberater und andere, bedeutende Dienstleister aus den Bereichen der Wertschöpfungskette. Dabei tritt der Präsident der Virtuellen Fabrik nach außen auf und stellt den Kontakt zwischen dem Anfragenden und den Mitgliedern her. Ein Mitglied, welches den Lead übernehmen kann, zeichnet sich als Generalunternehmer für den Auftrag verantwortlich und zieht Auftragsbezogen die geeigneten Partnerfirmen aus der Virtuellen Fabrik wie auch Drittfirmen hinzu. Je nach Auftrag und Situation gruppieren sich die Netzwerkpartner neu und zielgerichtet. Sie alle setzen auf hohe Qualität durch Information und Innovation und prüfen jede Technologie, die sie nutzen, auf ihre Zukunftssicherheit. [108]

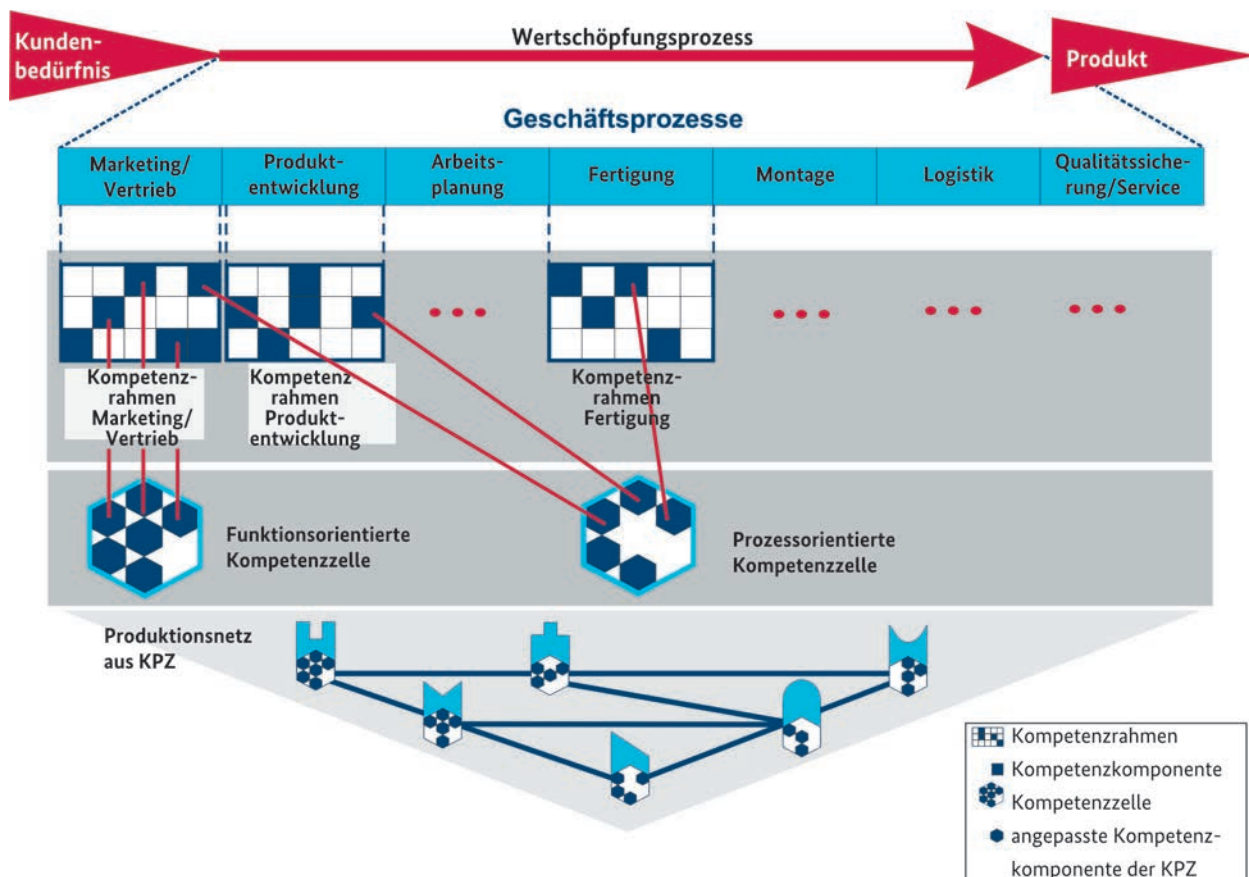
**Bsp. 38**

Die Themen Wissensmanagement und IT-Systeme wurden in den Expertenworkshops als zukünftig wichtig eingestuft. Diese sollten beispielsweise Erfahrungen aus vergangenen Kundenanfragen speichern können und als Wissenspool zur Bildung von Produktionsstandards und Verkürzung der Durchlaufzeit neuer Kundenanfragen dienen.

Im Hinblick auf den Aufbau von Kooperationsbeziehungen muss sich jedes einzelne Unternehmen die Frage nach seinen eigenen Kernkompetenzen stellen und daraus ableiten, welchen Nutzen die Teilnahme an einem Netzwerk bringt. Daraus lassen sich dann Schlüsse bzgl. der Art und des Umfangs möglicher Kooperationsbeziehungen ziehen. Weiterhin muss entschieden werden, an welchem evtl. schon bestehenden Netzwerk man sich beteiligt oder ob neue Strukturen aufgebaut werden sollen. Im Netzwerk ist aus strategischer Sicht zu klären, ob die Zahl der Partner zu erweitern oder zu reduzieren ist. Aus operativer Sicht muss nach der besten Kombination von Partnern geschaut werden, um eine bestimmte Anforderung zu erfüllen. Für die Konfiguration und Koordination der Netze und der in ihnen ablaufenden Prozesse bedarf es geeigneter Kompetenzmodelle (Kompetenzbeschreibung und -bewertung). Dabei kann bspw. das Modell Kompetenzzellenbasierter Netze angewandt bzw. adaptiert werden (vgl. Abb. 63)

Dabei ist die Kompetenzzelle die kleinste Leistungseinheit, die durch verschiedene Kompetenzelemente beschrieben werden kann. Mithilfe des Modells sind Kompetenzen ermittel- und beschreibbar, einerseits um die Kompetenzzelle (das Unternehmen oder Teile davon) zu charakterisieren und andererseits die für einen Kundenwunsch/konkreten Auftrag notwendige Kombination spezifischer Kompetenzen zu finden. Aus dem Abgleich können dann diejenigen Partner ermittelt werden, die für die spezifische Anforderung erforderlich sind. Die Prozesse auf strategischer und operativer Ebene bedürfen ferner der Beschreibung und Unterstützung, bspw. durch Organisationsmittel und -regeln, Informationstechnologie usw. Ferner hat es sich als sinnvoll herausgestellt, wenn die Partner bestimmte Rollen in den Netzwerken wahrnehmen (vgl. Abb. 64).

Abb. 64: Wertschöpfungsprozess [150]



### 5.4.3 Digitalisierung und Automatisierung /Der Mensch in der Produktion der Zukunft

Die (informations-)technische Entwicklung bietet enorme Potenziale, um Prozesse schneller, dynamischer und flexibler zu gestalten. Ansätze, die unter den Schlagworten Industrie 4.0 oder Cyberphysische Systeme propagiert werden, ermöglichen die Selbststeuerung von Produktions- und Logistik-Prozessen und unterstützen den Menschen bei wichtigen Entscheidungen. Gleichzeitig ergibt sich durch die enorm gestiegene Datenmenge und -komplexität die Herausforderung, diese zu beherrschen und nutzbringend zu verwenden.

Für die Unternehmen bedeutet das, die genannten technischen Entwicklungen aufzugreifen und eine Strategie zu definieren, wie diese technischen Entwicklungen und ihre Potenziale sinnvoll und gewinnbringend zu nutzen sind.

Ansätze dafür sind:

- » die Integration von Sensorik in Produkte, Ladungsträger, Transportmittel, Maschinen und Anlagen, (vgl. Bsp. 39)
- » die Informationssammlung aus verfügbaren Sensornetzen und deren systematische Auswertung mittels Data Mining Methoden
- » die Etablierung autonomer Regelkreise unter Nutzung fortschrittlicher Algorithmen oder Agententechnologie
- » die rechnergestützte Entwicklung und Konstruktion, Produktdatenmanagement und Product Lifecycle Management, Projektmanagement, Dokumentenmanagement
- » die durchgängige Nutzung von ERP/PPS-Systemen, MES und Leitständen zur Unterstützung der Auftragsabwicklungsprozesse
- » die Nutzung von AR (Augmented Reality) und VR (Virtual Reality) Technologien bei der Planung von Produkten, Prozessen, Produktionssystemen, Arbeitsplätzen (Bild (aus der EDF) zur AR, VR, vgl. Abb. 65)
- » die Nutzung der Simulation zur Abbildung dynamischer Abläufe und Zufallsverteilungen, um Prozesse und Systeme zu optimieren
- » die Vernetzung von Akteuren mittels sozialer Netzwerke zur verbesserten Kommunikation (vgl. Bsp. 38)

Für die durchgängige Nutzung digitaler Werkzeuge in allen Phasen der Produktentstehung und Wertschöpfungskette wird häufig der Begriff Digitale Fabrik gebraucht. Die Digitale Fabrik umfasst im wesentlichen Softwarewerkzeuge zur modellgestützten Planung, Steuerung und Simulation des Fabrikgeschehens. [4]

Die Digitale Fabrik als Abbild einer realen Fabrik in Form eines digitalen Modells macht durch Simulation und Visualisierung der Strukturen, Produktionsprozesse und Objekte das Modell erlebbar. [113] Als Bindeglied zwischen den einzelnen Werkzeugen dient ein einheitliches Datenmodell. [110] Die Einordnung der Digitalen Fabrik in die Produktentstehung mit digitalen Werkzeugen zeigt Abb. 66. [112]

Speziell in Unternehmensnetzen/virtuellen Unternehmen spielt der Einsatz von IuK-Technologien eine entscheidende Rolle. Die bereits beschriebenen Mechanismen der Kompetenzanalyse und -konfiguration für aktuelle Anforderungen werden idealerweise durch geeignete Informationstechnologie unterstützt. Informations- und Kommunikationstechnologie bilden weiterhin die Grundlage für die Koordination der Auftragsabwicklung und die Absicherung der Prozesse. Ein permanenter orts- und zeitunabhängiger Zugriff auf eine einheitliche Datenbasis ist gerade für virtuelle Unternehmen eine Notwendigkeit. Die sinnvolle und nutzbringende Anwendung der Informationstechnologie ist an bestimmte



**Bsp. 39**

Die Schaeffler Gruppe Industrie führte 2011 unter ihrer Marke FAG ein neu entwickeltes Drehmoment- und Drehzahl-Sensor-Tretlager für E-Bikes ein.

Für ein positives Fahrgefühl bei E-Bikes sind die situationsabhängig richtige Erkennung des Fahrerwunsches nach Motorunterstützung und die entsprechende Steuerung der Leistungsabgabe entscheidend. Um den Fahrer in jeder Situation optimal zu unterstützen, wird im Sensor-Tretlager neben Drehrichtung und Drehzahl das exakte Drehmoment aus der Summe der Trittkraft von linkem und rechtem Pedal erfasst, die der Fahrer beim Treten einbringt. Die Drehmomentsensorik im Tretlager steuert daraufhin die zusätzliche Antriebsleistung durch den Elektromotor, wodurch ein zusätzliches „Gasgeben“ durch den Fahrer nicht mehr erforderlich ist. Das fördert nicht nur hohen Komfort, sondern auch maximale Effizienz, was letztlich zu einer Steigerung der Reichweite führt. [109]

**Abb. 65: „Virtual Reality Center Production Engineering“ der Technischen Universität Chemnitz**







Dem durchgängigen Einsatz von Informationssystemen müssen durchgängige Prozesse zugrunde liegen. Es wird eine Prozessorganisation benötigt, welche den Kunden integriert, Konstruktion und Produktion zusammenbringt und sich fortsetzt in Einkauf und Beschaffung, um auftragsgerechte Teile oder Materialbereitstellung zu ermöglichen. Dazu müssen teilweise Abteilungsgrenzen und funktionales Denken aufgebrochen werden. Dies ist zuerst eine Führungsaufgabe und erfordert einen Kulturwechsel.

Neben den Prozessen der Auftragsabwicklung und Wertschöpfung muss auch der Informationsfluss aktiv gestaltet werden. Wird die Kommunikation im Unternehmen sowie mit Kunden, Lieferanten und Partnern oder in Projekten nicht geregelt, erreicht man mit Informationstechnologie nicht den ursprünglich angestrebten Zweck, sondern überlastet die Beteiligten bspw. mit einer Vielzahl unnötiger Nachrichten (vgl. erneut Bsp. 40).

Neuere Formen der Kommunikation bspw. über soziale Netzwerke oder Microblogging benötigen ebenfalls eine offene Unternehmenskultur und Nutzungskompetenz nötig. Es ist darauf zu achten, dass sich alle Mitarbeiter aktiv beteiligen und alle relevanten Informationen „teilen“. Informationsbereitstellung und selbstständige Informationsversorgung sollten klaren Regeln folgen.

#### Bsp. 41

Wie begeistert man Kinder im Alter von 4 bis 12 Jahren für Technik und Naturwissenschaften? Auf diese Frage gibt der Verein Deutscher Ingenieure e. V. (VDI) eine kreative Antwort: Den VDI-Club. Hier lernen Mädchen und Jungen auf unterhaltsame und spielerische Weise die Welt der Technik kennen, die alle Bereiche des Lebens berührt. Der VDI-Club macht diese in einem einheitlichen Konzept für Kinder erlebbar. So werden beispielsweise Fragen zum Thema Mensch und Technik wie: „Wer benutzt Technik und wer stellt sie her?“ im VDI-Club Stück für Stück beantwortet. So erfahren Kinder im Technikraum ‚Flughafen‘, welche Aufgaben die Menschen im Tower erfüllen. [121]

## 5.5 Fachkräftesicherung und -entwicklung

### 5.5.1 Fachkräfte-Akquise und Entwicklung

Fachkräfte zu finden, zu binden und in geeigneter Weise zu entwickeln, heißen die Herausforderungen in diesem Bereich. Daraus leiten sich verschiedene Handlungsfelder ab.

Grundlage ist erstens eine Personalstrategie, aus der entsprechende Maßnahmen abgeleitet werden können. Personalarbeit bzw. Personalmanagement darf in den Unternehmen kein „Anhängsel“ der kaufmännischen Verwaltung sein oder zur reinen Personalverwaltung und -abrechnung verkommen. Gerade in KMU mit begrenzten Ressourcen und stark operativer Orientierung muss hier ein Umdenken stattfinden. Eine Möglichkeit zur Bewältigung dieser ambivalenten Situation ist die Nutzung von externen Kompetenzen oder die Personalarbeit im Rahmen von Kooperationen, wobei beides nicht grundsätzliche strategische Überlegungen und Festlegungen ersetzt.

Zweitens ist es sinnvoll, die Personalakquise auf eine langfristige Perspektive auszurichten und das Repertoire verfügbarer Maßnahmen im Unternehmen zu erweitern. Der Kontakt zu Schülern, Studierenden, Doktoranden und potenziellen Berufseinsteigern sollte möglichst frühzeitig hergestellt werden, um diesen das Unternehmen sowie berufliche Möglichkeiten vorzustellen. Unternehmen sind daher gut beraten, Kontakte zu Schulen, Gymnasien und Hochschulen strategisch zu nutzen, indem Ausbildungs-, Beschäftigungs- und Entwicklungsmöglichkeiten aufgezeigt werden und Schüler und Studierende über Praktika frühzeitig an den Betrieb gebunden werden. Weiterhin kann das Interesse für Technik bereits im frühkindlichen Alter geweckt werden, wofür es bereits sehr gute Beispiele aus der Vereinsarbeit gibt (vgl. Bsp. 41). Der Kontakt zu Schülern und Studierenden sollte allerdings nicht nur auf bloßen Informationsaustausch reduziert werden – über Schülerpraktika, Ferienarbeit, Praxissemester, Werkstudentenplätze, Projekt- und Abschlussarbeiten existieren vielfältige

#### Bsp. 42

Das Projekt Mentoring-Netzwerk Sachsen (MENTOSA) unterstützt den akademischen und künstlerischen Nachwuchs beim Berufsein- und -aufstieg in Sachsen durch ein bedarfsorientiertes Mentoring, zukunftsweisende Netzwerke und begleitende Workshops. An dem hochschulübergreifenden Projekt sind sechs Universitäten und Hochschulen beteiligt. Zu den Zielen des Projekts gehören beispielsweise die Sicherung und Förderung des Verbleibs des akademischen und künstlerischen Fach- und Führungskräftenachwuchses in Sachsen, die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit sächsischer Unternehmen und Einrichtungen sowie das Aufzeigen beruflicher Perspektiven im Freistaat. Den Hochschulabsolventen soll so der Übergang von der Universität ins Berufsleben erleichtert werden. [122]

**Bsp. 43**

„Trumpf-Mitarbeiter etwa dürfen alle zwei Jahre ihre ‚Wahlarbeitszeit‘ selbst festlegen, Beratungen wie McKinsey bieten jährliche Auszeiten von bis zu drei Monaten („Personal Time“), und selbst Vielarbeiterfestungen wie Freshfields ersinnen Teilzeit-, Home-Office- und andere Strukturen...“ [123]

**Bsp. 44**

Fachkräftemangel – gibt es auch in China. Die Lösung deutscher Firmen in China lautet „qualifizierte Mitarbeiter anzuwerben und im Unternehmen halten. Für die Bezahlung gilt dabei: „Wir müssen unseren Mitarbeitern so viel zahlen, dass sie sich ein Appartement und ein Auto kaufen können, damit sie hier heiraten und bleiben“, sagt Christian Blatt, General Manager bei Krones in Taicang. Eine weitere innovative Idee, um die Mitarbeiter langfristig zu binden, sind sogenannte „Loyalitäts-Konten“. Auf diese Konten zahlt der Arbeitgeber so lange ein, wie der Mitarbeiter im Unternehmen bleibt. Nach einigen Jahren der Betriebszugehörigkeit wird dieses Geld zusätzlich zum monatlichen Gehalt ausgezahlt. Das sind am Beispiel vor Ort in China dann jeden Monat rund 200 Euro mehr. Ein anderes Beispiel ist die Vergabe von Krediten ohne Zinsen durch den Arbeitgeber, damit sich die wichtigsten Mitarbeiter eine Wohnung in Unternehmensnähe kaufen können. Das bewirkt, dass diese Mitarbeiter mit ihren Familien hier sesshaft werden und dadurch weniger den Wunsch hegen, den Arbeitsort zu wechseln. [124]

Möglichkeiten, dass potenzielle Fachkräfte die Abläufe im Unternehmen kennenlernen und ggf. bereits eine Bindung entwickeln.

Weiterhin ist ein Engagement in Karrierenetzwerken oder Mentoringprogrammen sinnvoll, um insbes. „High Potentials“ auch regional zu unterstützen und Möglichkeiten für eine berufliche Entwicklung aufzuzeigen (vgl. Bsp. 42). Eine weitere Quelle für Fachkräfte stellt möglicherweise der Arbeitsmarkt im Ausland dar. Sowohl Green Card als auch Blue Card sind (in Gesamtdeutschland) bisher eher verhalten angenommen worden. [120] Es ist jedoch unbestritten, dass auch im Ausland hochqualifizierte Fachleute, speziell im akademischen Bereich, verfügbar und vor allem interessiert an einer Beschäftigung in Deutschland sind. Hier empfiehlt es sich, entweder auf ausländische Studierende an deutschen Hochschulen oder direkt auf ausländische Hochschulen zuzugehen. Die Politik ist in diesem Zusammenhang gefordert, administrative Regelungen zu vereinfachen.

Ein weiterer Ansatz besteht darin, Fachkräftebedarf aus dem eigenen Haus zu decken, was durch eine langfristige Personalplanung und -entwicklung, verbunden mit entsprechenden Qualifizierungsmaßnahmen für Mitarbeiter möglich wird. Die Qualifizierung kann dabei vollständig oder teilweise durch das Unternehmen getragen werden, wobei Regelungen sinnvoll sind, die den Know-how-Schutz gewährleisten und den Mitarbeiter beispielsweise nach einer Qualifizierung für eine bestimmte Zeit ans Unternehmen binden. Schlussendlich ist denkbar, Tätigkeiten derart umzuorganisieren, dass bestimmte Anteile von gering qualifizierten Mitarbeitern bearbeitet oder automatisiert werden können. Hierzu ist eine Bilanz aufzustellen, wobei beachtet werden muss, dass der Zusammenhang einzelner Teilaufgaben erhalten bleibt, keine Probleme durch zusätzliche Schnittstellen oder Doppelarbeit entstehen und dass für die höherqualifizierten Mitarbeiter keine Arbeitsverdichtung erfolgt, die zu Überforderung führt.

Faktoren, die die Attraktivität von Arbeitsplätzen bestimmen, wurden bereits in Kapitel 3 angeführt. Neben dem Gehaltsniveau sind vor allem Arbeitsinhalt und Arbeitsumfeld entscheidend:

- » Freiraum für das Entfalten eigener Ideen, Beteiligung der Mitarbeiter an betrieblichen Entscheidungen
- » Individuelle Qualifikationsmöglichkeiten und Entwicklungspfade, inkl. Möglichkeiten zum Auslandsaufenthalt, Projektarbeit
- » Familienförderung, insbes. durch flexible Arbeitszeiten, Kinderbetreuungsangebote, vernetzte Tele- und Internetabeitsplätze
- » die Berücksichtigung individueller Bedürfnisse der Mitarbeiter, insbes. bei der Arbeitszeitgestaltung, die sich aus der aktuellen Lebenssituation ergeben können (vgl. Bsp. 43 und 44)
- » Unterstützung bei der Arbeitsplatzsuche für den Partner, Unterstützung bei der Wohnungssuche
- » die (kooperative) Organisation bzw. das Anbieten von Mitfahrgelegenheiten bzw. –Plattformen in strukturschwachen Regionen (vgl. Bsp. 45).

Durch die Wissenschaft können hierzu wichtige Beiträge bspw. zur Implementierung von modernen Managementmethoden oder Formen der Produktionsorganisationen in KMU geliefert werden. Vor dem Hintergrund der speziellen Strukturmerkmale des ostdeutschen Maschinenbaus ist ebenso eine auf den mittelständischen Anforderungen ausgeprägte Ausbildung von Studenten gefragt. KMU-orientierte Studiengänge wie das Angebot eines Masterstudiengangs „Management mittelständiger Unternehmen“ an der HTW Dresden sind dafür ein gutes Beispiel.



Aus Sicht der Politik wären unkomplizierte Fördermaßnahmen für die Co-Finanzierungen von Fachkräften hilfreich. Im Bereich der Ausbildung sollten zentrale Ansprechpartner und eine Vereinfachung und Verbesserung bei Berufsberatung und Schülerpraktika initiiert werden, um junge Menschen gezielter beim Einstieg in die Berufswelt zu unterstützen.

### Lernfabriken

Durch die Untersuchungen von Lernstilen wurde erkannt, dass Studenten auf verschiedene Arten lernen, die oftmals von den traditionellen Denk- und Lehrstilen der Professoren abweichen. Auch wurde durch zahlreiche Studien belegt, dass aktives, kooperatives und problemorientiertes Lernen den Methoden der traditionellen Vorlesung überlegen ist. Denn Vorlesungen sind ineffektiv, weil die Aufmerksamkeit der Studenten nur etwa 10 bis 15 Minuten andauert und danach sehr stark abfällt. Ein Erlernen des vorgetragenen Stoffes durch die Vorlesungsteilnehmer ist somit nicht garantiert. Erfolgt das Lernen stattdessen selbstständig durch die Beschäftigung mit Problemstellungen, dann wird das Nach- und Weiterdenken der Studenten über verschiedene Optionen zur Problemlösung stimuliert. Ein Beispiel hierfür sind Lernfabriken.

Lernfabriken wie die aIE [127] [128] oder die CIP [129] wurden in Deutschland seit ca. 2007 aufgebaut um u.a. die Ingenieurusbildung mit praktischer Anwendung zu verbinden. Gleichzeitig dienen sie, wie die iFabrik [130], die Lean-Fabrik [129] oder die Experimentier- und Digitalfabrik der TU Chemnitz als Umgebungen für Forschungsarbeiten und die Verbindung der virtuellen mit der realen Welt. [131] [132] Dazu nutzen diese Fabriken reale bzw. realitätsnahe Produktionswerkzeuge. Inhalte sind die praxisnahe Reflexion des erworbenen theoretischen Wissens, [127] die Sensibilisierung z.B. auf Wandlungsfähigkeit [135] sowie das „Sehen Lernen“ bei Lean Manufacturing oder Energieverschwendung (LEP – Lernfabrik für Energieproduktivität 2011). Dinkelmann et al [134] erläutert folgendermaßen, wie innerhalb einer solchen Lernumgebung Kenntnisse erworben werden: Die Lernenden treffen zunächst auf eine existierende Produktion und analysieren diese mittels erlernter Methoden und planen die Produktionsstruktur um. In dieser, der Realität stark nachempfundenen, „Mini-Fabrik“ optimieren die Teilnehmer dabei in Gruppenarbeit die Produktion, setzen diese Planungen um und testen neue Prozesse.

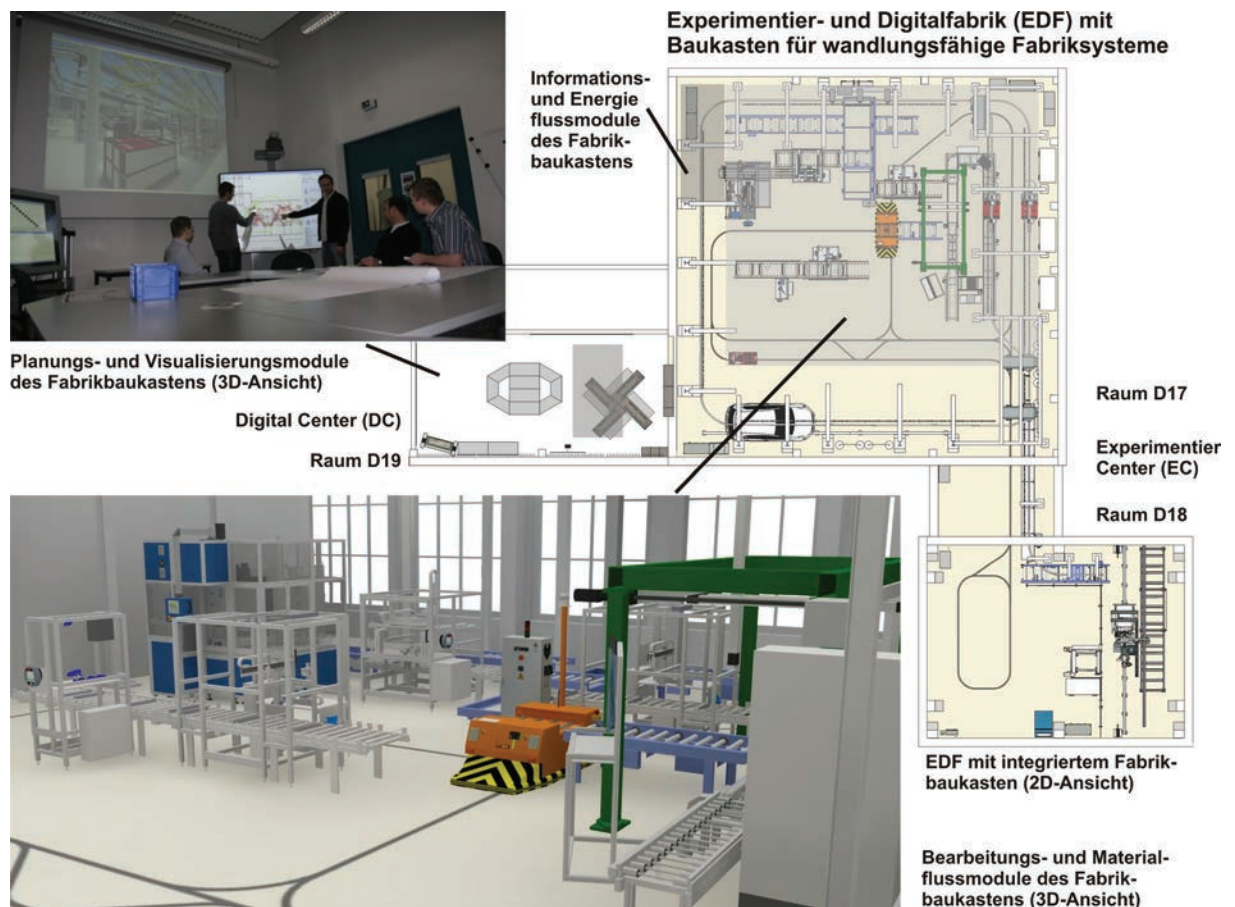


Abb. 67: Laborumgebung Digital und Real im Zusammenwirken an der TU Chemnitz

**Bsp. 45: Ab in die Stadt – pendeln in die Provinz?**

Die tägliche Autofahrt verursacht für den Mitarbeiter Kosten und Stress und schadet zudem der Umwelt. Portale wie Pockettaxi und Flinc bieten für Unternehmen ein neues Modell der Mitfahrgelegenheit an. Mit einem Onlinetool können Mitarbeiter in der eigenen Firma täglich nach Kollegen suchen, die den gleichen Heimweg haben. Damit diese Idee aber funktioniert, muss der Arbeitgeber seine Mitarbeiter nicht nur motivieren gemeinsam zu fahren. Er muss auch Sicherheiten – beispielsweise in Form einer Rückfahrgarantie geben. D.h. die Mitarbeiter wissen, dass sie wieder nach Hause kommen – zur Not mit Hilfe eines firmenbezahlten Bustickets oder Taxis, wenn sich mal keine passende Mitfahrgelegenheit bietet. Doch es gibt weitere Alternativen: auf die Schichten abgestimmte Werksbusse für Mitarbeiter in der Produktion oder die Bereitstellung von Elektrofahrzeugen für den näheren Arbeitsweg. Netter Nebeneffekt: Es fördert die Kommunikation und spart bei 500 Mitarbeitern einige Parkplätze. [125]

**Bsp. 46**

Das „emedia skills lab“ der Medizinischen Fakultät der RWTH-Aachen hat sich zu einem Projekt entwickelt, das zur Initiierung und Unterstützung von vernetztem Lernen, blended-learning-Konzepten und zur curricularen Entwicklung wesentliche Impulse bzw. grundlegende Elemente liefert. Projekte zur Erstellung von Lehr- / Lerneinheiten aus unterschiedlichen Fachgebieten mit interdisziplinärer Verzahnung sind dort eingebunden. Über eine eLearning-Plattform stehen Studierenden, Dozenten und Kursbetreuern der Medizinischen Fakultät diverse Medien – von klassischen Skripten über Lernprogrammen und Lern-Apps bis hin zu Podcasts und Flash Streaming-Videos von Lehrveranstaltungen zu den verschiedenen Bereichen der Humanmedizin zur Verfügung [126]

**5.5.2 Bildung und Kompetenzaneignung**

Wissen und Lernen haben in einem dynamischen Umfeld eine besondere Bedeutung, gilt es doch, die eigenen Kompetenzen an neue Erfordernisse anzupassen und damit wettbewerbsfähig zu bleiben. Lernprozesse leisten einen wichtigen Beitrag zur Fachkräftesicherung und -entwicklung, da dadurch zukünftige Bedarfe durch das Unternehmen selbst gedeckt werden. Gleichzeitig entfalten Qualifikation und Lernmöglichkeiten am Arbeitsplatz eine nicht zu unterschätzende Anreizwirkung, da sie zum einen das Bedürfnis nach Weiterentwicklung befriedigen und zum anderen den individuellen Wert des Mitarbeiters erhöhen. Aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive sind Bildung, Wissen und Qualifikation Wesensmerkmale einer auf Innovation ausgerichteten Gesellschaft. Im Bereich Bildung und Kompetenzentwicklung existieren insbes. für Unternehmen verschiedene Handlungsansätze.

Unternehmen sind zunächst gefordert, im Rahmen der Personalentwicklung strategische Entwicklungspfade zu entwerfen, den Mitarbeitern anzubieten sowie entsprechende Bedingungen für die Umsetzung und Nutzung zu schaffen (Freiräume während der Arbeitszeit, Kurse im Unternehmen, Selbstlernen usw.). Weiterhin kann das Engagement eines Unternehmens noch dadurch unterstrichen werden, dass ein Teil der Weiterbildungskosten übernommen wird.

Besondere Bedeutung hat die Organisation eines systematischen Erfahrungstransfers, d.h. der Weitergabe von Erfahrungen und Wissen durch ältere Fachkräfte. Dies kann z.B. durch Mentoren oder Tandembildung in den Unternehmen organisiert werden. Für Kompetenzentwicklungsprozesse empfehlen sich Lerninseln sowie produktionsnahe Schulungs- und Transfercenter. Weiterhin sollten selbstgesteuerte Lernaktivitäten und arbeitsintegriertes Lernen gefördert und gefordert und durch den sinnvollen Einsatz von Informationssystemen unterstützt werden. Um effizientes Lernen auch für ältere Arbeitnehmer zu ermöglichen, sind altersspezifische bzw. differenzierte Weiterbildungskonzepte zu erstellen.

Einschränkungen durch knappe Ressourcen in KMU können mit Qualifizierungsnetzwerken kompensiert werden. Dies hat den Vorteil, dass auch kleinere Unternehmen ihren Wissenspool permanent aktualisieren, z.B. durch die Kooperation mit Hochschulen bei betrieblichen und überbetrieblichen Weiterbildungsmaßnahmen.

Aufgrund von befristeten Arbeitsverhältnissen und Fluktuation besteht zudem immer die Gefahr, dass Wissen bzw. Kompetenzen verloren gehen. Dem müssen Unternehmen durch geeignete Maßnahmen (Mitarbeiterbindung, Externalisierung und Redundanz) aktiv entgegenwirken. Bildungseinrichtungen kommt die Verantwortung zu, ihre Programme nicht nur auf das Vermitteln von fachlichen Inhalten auszurichten, sondern ebenso die Problemlöse- und Lernkompetenz zu fördern. Individualisierte Wissensaneignung und selbstgesteuertes Lernen sind zu fördern und mit geeigneten Bildungsmethoden und Technologien zu unterstützen (Blended Learning, vgl. Bsp. 46). Dies muss einhergehen mit der Nutzung fortschrittlicher Technik wie Web 2.0 Technologien und Digitalisierung.

Die Ausbildungsprofile selbst müssen sich an die neuen Anforderungen und technologischen Entwicklungen anlehnen (vgl. Bsp. 47 zur Konstrukteursausbildung). Zunehmend gefragt sind interdisziplinäre Ausbildungsprofile mit technischer Spezialisierung. Auch eine Konzentration auf wenige Basisstudiengänge mit einer späteren Ausdifferenzierung kann sowohl die Studienorganisation als auch die Transparenz für Studienanfänger verbessern. Der Politik kommt die Aufgabe zu, geeignete Rahmenbedingungen für die Durchführung der Be-

rufsausbildung, die Abstimmung von Unternehmen und Berufsschulen sowie für die betriebliche Fortbildung und Umschulung unter Einbeziehung von verschiedenen Bildungsträgern zu schaffen. Neue Vernetzungsmöglichkeiten sollten in einer Anlaufphase auch finanziell unterstützt werden.

## 5.6 Kooperationen für Forschung und Entwicklung

Die Integration der Planung von Produkten, Prozessen, Produktionssystemen und Fabriken sowie die zunehmende Konvergenz von Technologien erfordert insbes. für Entwicklungsaufgaben umfängliche Kompetenzen und Kapazitäten aus verschiedenen Disziplinen. Dies steht im Widerspruch zu den i.d.R. in KMU nur begrenzt vorhandenen Ressourcen. Daher liegt ein sinnvoller Ansatz darin, branchenübergreifende Kooperationen auch im Bereich Forschung und Entwicklung zu initiieren (vgl. Bsp. 48).

Dafür können zwei verschiedene Handlungsansätze betrachtet werden: zum einen die Kooperation mit Forschungseinrichtungen sowie zum anderen die Kooperationen mit anderen Unternehmen. Für die Kooperation mit Hochschulen sind verschiedene Formen denkbar:

- » die Arbeit an gemeinsamen Forschungsprojekten, finanziert durch öffentliche Fördermittelgeber (bspw. BMBF-Programme, AiF, ZIM usw.)
- » Auftragsforschung durch die Hochschule, initiiert und finanziert durch das Unternehmen
- » die Gründung gemeinsamer Forschungsinstitute durch Unternehmen und Hochschule, wie bspw. das sächsische Textilforschungsinstitut
- » das Agieren des Unternehmens als Transferpartner in Projekten der Grundlagenforschung
- » die Vergabe von Doktoranden-Stipendien durch Unternehmen
- » die Vergabe von praxisorientierten studentischen Arbeiten

Denkbar ist ebenso die Kombination der verschiedenen Ansätze. Dazu muss das Unternehmen gezielt Themen für die verschiedenen Kooperationsalternativen eruieren und diese an mögliche Partner herantragen. Hierbei ist hilfreich, wenn das Unternehmen einen Überblick über die Forschungslandschaft in seinem Umfeld (regional, Branche) besitzt und für bestimmte Themenfelder bspw. Vorzugspartner definiert. Weiterhin sollten Kontakte zu Hochschulen gezielt aufgebaut und gepflegt werden, z.B. mit Hochschulbeauftragten, die evtl. an der entsprechenden Einrichtung studiert haben. Zudem bieten diverse Veranstaltungen der Forschungseinrichtungen stets eine hervorragende Möglichkeit, sich über das Profil und aktuelle Aktivitäten zu informieren.

Für die wissenschaftlichen Einrichtungen gilt, ihre Profilierung eindeutig und aussagekräftig zu vermarkten sowie zentrale Ansprechpartner für die Unternehmen zu benennen. Die Unternehmen wiederum müssen für eine erfolgreiche Zusammenarbeit notwendige Kapazitäten bereitzustellen. Beide Seiten haben ferner eventuelle Kulturunterschiede (kurzfristig und auf konkrete Ziele orientierte Wirtschaftsunternehmen; langfristig, kreativ und frei agierende Forscher) zu überbrücken. Ein straffes Projektmanagement mit eindeutigen Zielen, klarer Projektstrukturierung und einem Projektcontrolling hilft bei der zielorientierten Arbeit. Parallel dazu sind Kooperationen ausschließlich durch Unternehmenspartner denkbar. Best-Practice-Beispiele (vgl. Kasten unten) für eine derart unternehmensübergreifende Forschung und Innovationstätigkeit belegen das

### Bsp. 47: Der Konstrukteur von morgen

Die ganzheitliche Betrachtung von Produkt-, Prozess- und Produktionssystemgestaltung verlangt die Zusammenarbeit unterschiedlicher Fachdisziplinen. Das bedeutet, Kompetenzvernetzung und Anwendung geeigneter Modelle und Methoden (Simultaneons Engineering, IT-Plattformen). Auch die Ausbildung und Weiterbildung von Konstrukteuren hat sich den neuen sehr komplexen Herausforderungen zu stellen. Einerseits müssen der Wandel an Tätigkeitsfeldern sowie andererseits die Ausbildungskonzepte zukunftsorientiert angepasst werden. Die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) fördert das Projekt „Konstrukteur 2020“. Danach sind wichtige Fertigkeiten eines Konstrukteurs: analytisches Denken, Kenntnisse über Maschinenelemente, räumliches Vorstellungsvermögen, mechanisches Verständnis sowie Kenntnisse im Bereich Fertigungstechnik und Produktionstechnik. Diese werden zukünftig ergänzt durch Inhalte wie: Mechatronik, Projektplanung, Kostenfestlegung und -betrachtung, Kreativität sowie Problemlösungsmethodik. Die Änderungen der von Konstrukteuren benötigten Fähigkeiten und des Wissens sind in Abb. 61 dargestellt. [149]

**Bsp. 48**

Der Verband Innovativer Unternehmen e.V. bezeichnet Industrieforschungsinstitute wie das Institut Chemnitzer Maschinen und Anlagenbau e.V. ICM als die „Forschungs- und Entwicklungsabteilungen“ für ostdeutsche KMU. Damit erbringen 14 vernetzte Industrieforschungseinrichtungen dieses Verbandes allein in Sachsen mit knapp 900 Mitarbeitern Forschungs- und Entwicklungsleistungen in Höhe von 63,7 Mio € und tragen allein damit zu 3 % der Forschungsaufwendungen im Freistaat bei. [136]

Die Studie des Instituts für Wirtschaftsforschung Halle IWH „Evaluierung des BMWi-Programms FuE-Förderung gemeinnütziger Industrieforschungseinrichtungen Ostdeutschlands - Innovationskompetenz Ost (INNOKOM- Ost)“ weist zudem nach, dass durch diese Einrichtungen durchgeführte Industrieforschung mit einem Euro Fördermittel über einen Zeitraum von gut 6 Jahren im Durchschnitt 18 Euro Erlös (Umsatz, Kosteneinsparungen und Lizeinnahmen) erbracht wurden. [138]

enorme Potenzial und gleichzeitig auch die Machbarkeit (unter Berücksichtigung bspw. von Sicherheitsbedenken) solcher Ansätze.

Kooperationen benötigen dabei je nach Lebensphasen verschiedene Finanzierungs- und auch Organisationsansätze. Ideenfindung und Projektentwicklung sind durch die Unternehmen i.d.R. selbst zu tragen, alternativ wird dies über die Kooperation finanziert, wobei dann Zuschüsse aus den Unternehmen in Form von Mitgliedsbeiträgen o.ä. fließen müssen. Konkrete Entwicklungsaufgaben können über Projektförderungen finanziert werden - unter Nutzung der Förderinstrumente auf Landes-, Bundes- oder EU-Ebene. Eine Voraussetzung zum Funktionieren derartiger Konstrukte ist das selbständige Agieren der Unternehmen, insbes. der ostdeutschen Betriebsstätten sofern diese Bestandteil eines größeren Unternehmens sind. Eine Kombination beider Handlungsansätze ist natürlich auch denkbar. Bsp. 49 und 50 stellt eine gelungene Zusammenarbeit zwischen mehreren Unternehmen und der Forschungs-/Bildungslandschaft dar. Förderrechtliche Rahmenbedingungen für die beschriebenen Handlungsansätze können wie folgt formuliert werden:

Zunächst erscheint eine Bundesländerübergreifende Förderung von branchenübergreifender Zusammenarbeit sinnvoll. Dafür wären themenoffene, abgestimmte Förderprogramme denkbar. Weiterhin ist vor allem für kleine Unternehmen eine übersichtliche und einheitliche, einfache und flexible Förderlandschaft gefragt. Die Vielfalt der Forschungslandschaft aus Grundlagen-, Industrie- und angewandter Forschung gilt es, dementsprechend besser zu vernetzen.

Die Erfahrung zeigt, dass eine gemeinsame Forschung und Entwicklung unter Zuhilfenahme von Forschungsförderung meist nur von forschungsstarken und fördererfahrenen Unternehmen in Anspruch genommen wird. [139] Daraus leitet sich die Forderung ab, die formellen Hürden insbes. für kleine Unternehmen abzubauen und entsprechende Vereinfachungen zu schaffen oder zentrale Unterstützung anzubieten.

**Best-Practice-Bsp.: Interdisziplinäre Lernfabrik an der Pennstate University**

Ihren Ursprung hat die Idee in einer, bereits Anfang der 90er Jahre an der Penn State University/Pennsylvania, USA errichteten Lernfabrik, deren Ziel die praktischere Ausbildung der Studenten war. Im Laufe der Zeit wurde diese Lernfabrik ausgebaut und offeriert nun eine zusätzliche spannende Idee: Ein praxisgestützter Lehrplan für das Ingenieurwesen mit einer Kombination aus analytischem und theoretischem Wissen. Es werden Konstruktion, Realisation und wirtschaftliches Denken integriert. Alle Kurse erfordern und fördern Kommunikationspraxis und Teamfähigkeiten. Es gilt die Prämisse, dass alle Interessengruppen – Fakultäten, Studenten und Industriepartner – gemeinschaftlich einbezogen werden. Ferner sind alle Kursmaterialien frei im Web verfügbar. Zu den wichtigsten Kursinhalten zählen Untersuchungen zu Einflussfaktoren der Produktherstellung, das Simultaneous Engineering, das technologiegestützte Unternehmertum, die Sicherung der Prozessqualität sowie die interdisziplinäre Zusammenarbeit.

Ein wesentliches Element der Lernfabrik ist die unterschiedlichste Beteiligung von Industrievertretern bei der Weiterbildung der Studenten. So halten Ingenieure beispielsweise Gastvorträge aus ihrer Fachpraxis und Projektsponsoren stehen für die Studierenden (und die Fakultät) als Mentoren bei der Durchführung von industriegesponserten Entwicklungsprojekten bereit. In diesen interdisziplinären „open End“-Projekten können Studenten aller Fakultäten ihre Fähigkeiten anwenden, Produkte von der Idee bis zum Businessplan entwickeln und gleichzeitig ihr Urteilsvermögen schärfen. Pro Semester wird dabei an einem Industrieprojekt in Teams an den bereit gestellten Anlagen der Lernfabrik gearbeitet. Für jedes interdisziplinäre Team gibt es einen Betreuer aus einer Fakultät und einen Mentor aus der Industrie.

Wirksamkeit und Relevanz dieser Lernfabrik werden kontinuierlich durch ein Industrie-Gremium bewertet und verbessert. Dieses Gremium besteht hauptsächlich aus praktizierenden Ingenieuren sowie Managern der mittleren Führungsebene und beschäftigt sich mit der Programmsteuerung, dem Lehrplan-Feedback und der Suche nach weiteren Sponsoren. Die Lernfabrik wird von der Ingenieursfakultät verwaltet und hat festangestelltes Personal, bestehend aus einem Direktor für Verwaltung und Industriebeziehungen, einem technischen Leiter, mehreren Lehrkräften und zwei Assistenten zur Unterstützung der Studenten sowie der kaufmännischen Verwaltung. [137]



Weitere, eher allgemeine Rahmenbedingungen: [140]

- » rechtliche Regelungen im Hinblick auf Patent- und Markenrechte der Kooperationen sowie zur Klärung von Eigentumsverhältnissen der kollektiven Investitionen
- » die Förderung des Unternehmertums zur Erleichterung von Existenzgründungen
- » einen geringeren administrativen Aufwand der staatlichen Förderinstrumente durch dezentrale Lösungen, (d.h. die Verantwortung liegt bei den Kommunen, da diese mit den Besonderheiten vor Ort vertraut sind)
- » Investitionen in Bildung und die Grundlagenforschung (als Basis späterer Innovationen und Erfolgsgeschichten) durch den Ausbau branchen- und technologieneutraler Forschungsinfrastruktur
- » den Transfer von Forschungsergebnissen in marktfähige Produkte

Ein weiterer Ansatzpunkt ist die gemeinsame Ausrichtung der Wirtschaftspolitik auf Landesebene. In fast allen Bundesländern gibt es in unterschiedlichen Formen eine Orientierung der Wirtschafts- und Innovationsförderung auf Cluster und Kompetenzzentren. Hier sollte zukünftig auf eine länderübergreifende und einheitliche Förderpolitik hingearbeitet werden. [141]

## 5.7 Innovationsfähigkeit und Innovationsorientierung

Die Innovationsfähigkeit stellt eine grundlegende Voraussetzung für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen dar. Insbesondere in kleinen und mittelständischen Unternehmen findet man jedoch ganz typische Gegebenheiten, die zu Problemen bei der Generierung und erfolgreichen Umsetzung von Innovationen führen: [142]

- » KMU fokussieren vorwiegend auf Produktinnovationen, Prozessinnovationen werden häufig vernachlässigt. Dadurch hält die Unternehmensentwicklung mit den produkt- und marktspezifischen Anforderungen häufig nicht Schritt.
- » Mittelständische Unternehmen verfügen meist über unzureichendes Wissen über Innovationspotenziale im Produktionsprozess. Zudem mangelt es an der Vernetzung mit Know-how-Trägern.
- » Der Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Anwendungspraxis ist häufig ein linearer grenzüberschreitender Prozess ohne Rekursivschleifen, was zu mangelnder gegenseitiger Kenntnis von Potenzialen, Anforderungen und Zwängen führt.
- » Der erfolgreiche Transfer von Ideen zu marktreifen Produkten scheitert häufig an der Vernachlässigung sozialer Aspekte von Kooperation.
- » Die Qualifizierung von Nachwuchs wird sowohl auf Hochschuleseite als auch auf Unternehmensseite losgelöst vom Innovationsprozess gesehen. Gleichzeitig werden fehlende Fachkräfte und die mangelnde Qualifikation von Nachwuchs beklagt.

Die genannten Punkte geben nicht nur Defizite wieder, sondern beschreiben gleichzeitig Anforderungen für die Gestaltung von Bedingungen in Unternehmen, welche die Innovationsfähigkeit erhöhen. Die Entstehung von Innovationen ist nicht planbar und vorhersehbar. Allerdings können Rahmenbedingungen geschaffen werden, welche die Entstehung von Innovationen wahrscheinlicher machen. Solche Rahmenbedingungen sind u.a. die Beschäftigung mit dem In-

### Bsp. 49

Unter dem Namen „EASYLOAD - Das Kompetenznetz für Be- und Entladetechnik im Containertransport“ arbeiten innovative Unternehmen aus Deutschland in einem branchenübergreifenden Kooperationsnetzwerk unter der Schirmherrschaft des ICM e.V. zusammen. Ziel ist es, neuartige Ansätze und Lösungen zur Realisierung und Unterstützung von Logistikprozessen zu entwickeln. [119]

### Bsp. 50

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) unterstützt mit dem Förderprogramm „EXIST-Forschungstransfer“ herausragende forschungsbasierte Gründungsvorhaben, die mit aufwändigen und risikoreichen Entwicklungsarbeiten verbunden sind. [144]

**Bsp. 51**

Das SPiNOFF-Projekt in Mecklenburg-Vorpommern unterstützt einerseits Wissenschaftler oder Absolventen einer Hochschule oder Forschungseinrichtung des Bundeslandes bei der wirtschaftlichen Verwertung Ihrer Forschungsergebnisse. Andererseits werden Gründer und Unternehmer bei der Suche nach geeigneten Experten aus der Wissenschaft in M-V zur Entwicklung neuer, marktseitig interessanter Technologien, Produkte und Prozesse unterstützt. Hierfür werden auch Studierende/ Absolventen mit technischem Know-how zur Umsetzung von neuen Ideen vermittelt. [145]

novationsumfeld (Kontextfaktoren) und der Problemstellung, sowie die Reflexion von Praxis aus unterschiedlichen Perspektiven. Weiterhin gehören zu förderlichen Bedingungen eine innovationsförderliche Kultur, die Unterstützung durch Führungskräfte, Freiräume, interdisziplinäre Vernetzung, eine entsprechende Wissensbasis, Kommunikations- und Austauschmöglichkeiten sowie die Unterstützung durch geeignete Methoden.

Speziell Netzwerke fungieren als temporäre Impulsgeber, da hier aufgrund der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit neue Ideen und Lösungsansätze entstehen. Allerdings bedarf es hier spezieller Gestaltungsansätze, so beispielsweise für die Fragestellung, wie die Lösungsansätze aus Netzwerken in die beteiligten Unternehmen einfließen und dort nachhaltig realisiert werden können. Dies wird nicht im Selbstlauf funktionieren, sondern braucht die zielgerichtete Unterstützung durch entsprechende Transfermethoden.

In umgekehrter Richtung ist der Rücktransfer zwischen Unternehmen und Netzwerk ebenfalls zu gestalten. Im Netzwerk werden nur neue Ideen entstehen, wenn zwischen den Partnern ein Vertrauensverhältnis besteht, wenn geteilte Wirklichkeiten (gleiche Annahmen zu bestimmten Sachverhalten) vorhanden sind und wenn Informationen geteilt werden. In diesem Zusammenhang ist zu bedenken, dass Innovation ein sozialer Prozess ist, der von den Beteiligten methodische und soziale Kompetenz erfordert, was entsprechende Qualifikationsprozesse erforderlich macht.

Als Anhaltspunkt kann das in Abb. 68 dargestellte Modell der nachhaltigen Innovationsfähigkeit dienen, welches die relevanten Zusammenhänge und Mechanismen beschreibt. Die Etablierung einer entsprechenden Reflexionsplattform kann durch einzelne Unternehmen erfolgen, ist aber auch als Netzwerkaufgabe denkbar oder kann an externe Institutionen, bspw. Forschungseinrichtungen, delegiert werden.

Neben Fragen der Rechtssicherheit und zum geistigen Eigentum, die beantwortet werden müssen, ist der „Diffusionsprozess“ von Wissen und Ideen möglichst losgelöst von einzelnen Personen, die eine Art „Gatekeeperfunktion“ ausüben, zu gestalten. Ansonsten findet keine Institutionalisierung im Unternehmen statt

**Tabelle 16: Neue Denk- und Verhaltensweisen bei Innovationsansätzen**

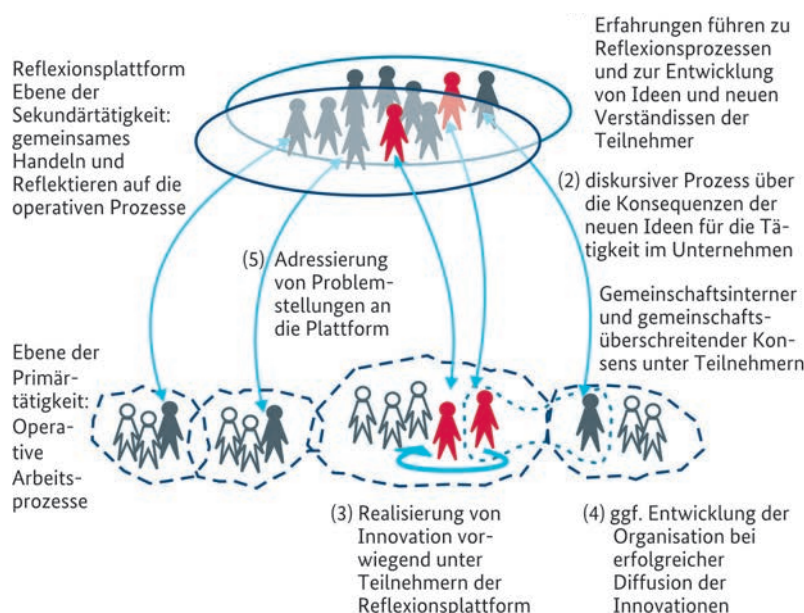
Denk- und Verhaltensweise bei ...	
bisherigen Innovationsansätzen in Unternehmen	kundenorientierten Innovationsansätzen
Das Selbstverständnis der Unternehmen ist die Versorgung mit Produkten	Das Selbstverständnis der Wertschöpfungseinheiten ist die Sicherung der Lebensfähigkeit
Unternehmensziele sind auf Umsätze und Gewinne gerichtet	Ziele sind auf die Innovationsfähigkeit und den Kundennutzen gerichtet
Vorherrschende Denkweisen sind an der BWL orientiert: linear, mechanisch, introvertiert, rational	Vorherrschende Denkweisen sind an der Biologie orientiert: organisch, synergetisch, kybernetisch, ganzheitlich
Introvertierte Entwicklungsarbeit reduziert Kooperationen auf Kompetenz-Zukauf (additive Kooperation)	Extrovertierte Entwicklungsarbeit sichert Gruppenarbeit bei synergetischer Kooperation mit hoher Dynamik
Die Führung managt im Innovationsprozess	Es existiert eine gemeinsame Vision. Mitarbeiter sind primär Potenziale, deren Entfaltung, Innovationsfähigkeit, Wissen und Kreativität sichert
Ressourcen, Mitarbeiter sind wie Technologie und Material primäre Kosten	Wissen, Visionen, Kreativität, Innovationsfähigkeit

und die Innovationsfähigkeit hängt von Einzelpersonen ab, was bei Fluktuation die Wettbewerbsfähigkeit gefährdet. Hier sind organisatorische Regelungen denkbar, die stets mehrere Personen einbeziehen, sowie organisatorisch-technische Lösungen, die zur Explikation von Wissen führen.

Aus Unternehmenssicht ergibt sich weiterhin die Notwendigkeit zur Erschließung und Nutzung zusätzlicher Wissensquellen bspw. durch ein Ideenmanagement sowie durch die Vernetzung mit Hochschulen u.a. Forschungseinrichtungen, bspw. durch Mentoren-Programme. Aus öffentlicher Sicht ist die Umsetzung von Ideen in tatsächliche Innovationen aktiv zu gestalten, bspw. durch den Transfer von Forschungsergebnissen aus Hochschulen in die Praxis. (vgl. Bsp. 51) In diesem Zusammenhang sind zusätzliche Anstrengungen notwendig, um förderliche Bedingungen für eine Kreativ- und Gründerkultur zu schaffen. Hierbei müssen Fördermöglichkeiten, infrastrukturelle Gegebenheiten (bspw. sog. Inkubatoren oder Technologiecenter) sowie geeignete Beratungsangebote Hand in Hand gehen. (vgl. Bsp. 52) Schlussendlich soll noch darauf hingewiesen werden, dass die Herstellung von Innovationsfähigkeit ein Transformationsprozess ist, der alle Ebenen des Unternehmens betrifft und ein Umdenken bzw. einen Kulturwandel impliziert. Innovation muss, soll sie erfolgreich sein, mit Kundenorientierung einhergehen. Einzelne Aspekte sind in Tabelle 16 abschließend beschrieben.

## 5.8 Zusammenfassung der Handlungsfelder und -empfehlungen

Wie ersichtlich wurde, sind die verschiedenen Herausforderungen nur durch eine ganzheitliche Betrachtung, d.h. durch das Zusammenspiel technischer und organisatorischer Lösungen in den einzelnen Handlungsfeldern zu bewältigen, wobei dem Menschen als zentralen Akteur eine entscheidende Rolle zukommt. Für die einzelnen Handlungsfelder sind wichtige Kernaspekte in Tabelle 17 abschließend zusammengestellt.



### Bsp. 52

Das Gründernetzwerk SAXEED unterstützt Studenten, Absolventen, wissenschaftliche Mitarbeiter und Professoren bei Unternehmensgründungen und bei der Verwertung von Forschungsergebnissen an vier Hochschulen in Südwestsachsen. Unter der wissenschaftlichen Leitung der Professur für Marketing und Handelsbetriebslehre an der TU Chemnitz bietet SAXEED eine individuelle Begleitung des gesamten Gründungsprozesses. Je nach Stand des Konzeptes und der unternehmerischen Fähigkeiten werden Existenzgründer auf dem Weg von der ersten Geschäftsidee über das Geschäftsmodell bis hin zum fertigen Businessplan unterstützt - beispielsweise bei der Analyse geeigneter Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten, bei der Aufstellung eines Marketing- und Vertriebskonzepts oder auch bei der Kontakthanbahnung zu ersten Pilotkunden. Ziel ist es, die zukünftigen Gründer bestmöglich auf die Zukunft vorzubereiten. [146]

Abb. 68: Modell der nachhaltigen Innovationsfähigkeit [143]



Tabelle 17: Kernaspekte der einzelnen Handlungsfelder

Handlungsfelder	Handlungsansätze		
	Mensch	Technik	Organisation
<b>Erschließung und Etablierung internationaler Märkte und Wertschöpfungsketten</b>	Aufbau interkultureller Kompetenzen, international einsetzbare Fachkräfte (aus dem In- und Ausland)	lokale Produkthanpassungen, Technik zur weltweiten Vernetzung, u.a. durchgängige Produktentwicklung	Definition Global Manufacturing Footprint, international ausgerichtete Strukturen und Prozesse, Standortcontrolling, Informationssammlung
<b>Nutzenorientierung und kundenindividuelle Lösungen</b>	interdisziplinäre Kompetenzen, soziale und Problemlösungskompetenzen, Software- und Entwicklungskompetenzen	hybride Leistungsbündel, Differenzierung durch Software und Dienstleistungen, Nutzen von Potenzialen aus anderen Disziplinen, Modulkonzepte, standardisierte Schnittstellen, Produktkonfigurationen	innovative Finanzierungsmodelle, strategische Produktplanung und Service Engineering, Open Innovation und Co-Creation
<b>Instrumente/Ansätze für die anpassungsfähige Produktorganisation</b>	Polyvalenz, Partizipation	leistungsfähige IT-Infrastrukturen, Datensicherheit, flexible Prozesse, kleine Losgrößen, Universalmaschinen, schnelles Rüsten, Prozessautomatisierung	flexible Arbeitsverteilung, flexible Arbeitszeitorganisation, Gruppen-/Telearbeit
<b>Flexible Wertschöpfungskonfiguration durch überbetriebliche Zusammenarbeit</b>	soziale Kompetenzen, Vertrauen	Unterstützungswerkzeuge für Netzwerkkonfiguration und Betrieb (Koordination, Kommunikation)	strategische Netzwerke als Marke, organisatorische und rechtliche Regelungen für die Netzwerkarbeit, kompetenzbeschreibungs- und -bewertungsmodelle, Rollenmodelle
<b>Digitalisierung und Automatisierung/ Der Mensch in der Produktion der Zukunft</b>	Qualifikation, Lernprozesse, Technikakzeptanz, Bereitschaft zur Nutzung moderner Medien sowie zum Teilen von Wissen	Integration der Sensorik, hoher Vernetzungsgrad, durchgängige Nutzung digitaler Werkzeuge von der Produktentstehung über die gesamte Wertschöpfungskette	dezentrale Steuerungsansätze, durchgängige Prozesse, Wissensmanagement
<b>Fachkräftesicherung und -entwicklung</b>	Bedingungen für attraktive Arbeitsplätze, Qualifikationsprozesse, Motivation, systematische Erfahrungssicherung	Wissensmanagementsysteme, unterstützende Technik bspw. für flexible Arbeitsbedingungen, moderne Lernmethoden und -mittel	strategische Personalplanung, frühzeitige Kontakte zu KiTa, Schule, Hochschule, Einbinden von Schülern und Studierenden ins Unternehmen, Personalentwicklungskonzepte, organisatorische Freiräume für Qualifikationen, Zusammenarbeit mit Bildungseinrichtungen, (Weiter-)Bildungsnetze
<b>Kooperationen für Forschung und Entwicklung</b>	Offenheit, Vertrauensleute, kulturübergreifende Zusammenarbeit, Lernprozesse	technische Unterstützung von Kommunikation und durchgängigen Entwicklungsprozessen (Vernetzung, einheitliche Datenbasis, Sicherheit, Schnittstellen)	übergreifende Strukturen, flexible Austauschbeziehungen, Ideen- und Projektmanagement
<b>Innovationsfähigkeit und Innovationsorientierung</b>	methodische und soziale Kompetenz, Vertrauen	Vernetzung, Wissensbasis, Wissensmanagement	förderliche Bedingungen: Kultur, Unterstützung durch Führungskräfte, Freiräume, interdisziplinäre Vernetzung, Wissensbasis, Kommunikations- und Austauschmöglichkeiten

## 6 Zusammenfassung: Produktion von morgen im ostdeutschen Maschinenbau

Der ostdeutsche Maschinen- und Anlagenbau hat sich in den vergangenen ein bis zwei Jahrzehnten wieder zu einer wichtigen und wachstumsstarken Branche der ostdeutschen Industrie entwickelt. In vielen Regionen konnte er an seine traditionellen Stärken und Spezialisierungen anknüpfen.

Doch wie wird es weitergehen? Werden auch die kommenden ein bis zwei Jahrzehnte zu einer stetigen Aufwärtsbewegung führen? Welche Chancen und Zukunftsfelder tun sich auf und welche grundlegenden Herausforderungen müssen bewältigt werden?

Die vorliegende Studie hat hierzu den Blick auf die wichtigsten globalen Trends in Wirtschaft, Technologie und Gesellschaft gerichtet und diese ausgewertet: die Globalisierung von Märkten und der Produktion, die vorherrschenden neuen Technologien, die weltweite Ressourcenverknappung, den demografischen Wandel weltweit und speziell in Ostdeutschland – um nur einige zentrale Herausforderungen zu nennen.

Im nächsten Schritt wurden diese und andere zentrale Trends auf den ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbau übertragen und unter folgenden Blickwinkeln im Detail analysiert

- » den Veränderungen auf der Kundenseite
- » den Veränderungen auf der Beschaffungsseite
- » den Veränderungen in Prozess und Organisation
- » sowie den Herausforderungen an flexible Produktionsketten

Aus diesen Untersuchungen konnten wichtige Erkenntnisse gewonnen werden, die im Schlussteil zu fünf zentralen Handlungsempfehlungen für Unternehmen und Wissenschaft verdichtet wurden. Der nachfolgende Text gibt einen Überblick über die wichtigsten Ergebnisse.

### 6.1 Trends und Perspektiven für produzierende Unternehmen

Für die Analyse wurden einige der bekanntesten Zukunftsprognosen und umfangreiche Statistiken ausgewertet. Insgesamt konnten mehr als 200 verschiedene Entwicklungen identifiziert werden, die anschließend zu den nachfolgenden (Mega-)Trends verdichtet wurden. Daraus lassen sich Perspektiven für produzierende Unternehmen ableiten, da allgemeine und globale Entwicklungen sowohl für die zu entwickelnden Produkte und Leistungen und deren Absatz als auch für die Art und Weise der Produktion und die dabei verwendeten Ressourcen entscheidend sind. Dabei wurden insbesondere auch lokale bzw. regionale Entwicklungen in Ostdeutschland berücksichtigt.



#### Zukunftsprognosen:

- » **Credit Suisse** (2009): Megatrends. Chancen und Risiken für KMU.  
(2010): Megatrend Demografie.  
(2010): Megatrend Multipolare Welt.  
(2010): Megatrend Nachhaltigkeit.
- » **Roland Berger** (2011): Trendatlas Thüringen.  
(2012): THOUGHTS Megatrends.
- » **Z\_Punkt The Foresight Company** (2011): Deutschland 2030 – Zukunftsperspektiven der Wertschöpfung.  
(2012): MEGATRENDS UPDATE.
- » **EU-Kommission** (2011): Rahmenprogramm für Forschung und Innovation „Horizont 2020“.
- » **Abele & Reinhart** (2011): Zukunft der Produktion.
- » **Frost & Sullivan** (2010): World's Top Global Mega Trends To 2020 and Implications to Business, Society and Cultures.

### 6.1.1 Globale Trends

#### Internationalisierung und Globalisierung

Der große Megatrend der vergangenen Jahrzehnte, die Globalisierung von Produktion und Absatzmärkten, setzt sich auch in Zukunft fort. Dies ist aus den einschlägigen Studien eindeutig erkennbar. Die Verflechtung der Volkswirtschaften wird auch künftig durch ausländische Direktinvestitionen sowie durch die Zunahme des weltweiten Gütertransports zunehmen. Das wirtschaftliche Aufholen ehemaliger Schwellenländern, insbesondere Chinas, sorgt in Verbindung mit einem entsprechenden Bevölkerungswachstum für einen wachsenden Absatzmarkt, aber auch für einen neuen großen Konkurrenten. Bereits heute schon ist China der größte Hersteller von Maschinen und Anlagen im weltweiten Vergleich.

Für produzierende Unternehmen ergeben sich daraus die Chancen (1) ein erweitertes Markt- bzw. Kundenpotenzial zu bedienen, (2) auf andere, bessere bzw. kostengünstigere, produktivere Ressourcen zuzugreifen und (3) Synergieeffekte bspw. durch Partnerschaften zu nutzen. Gleichzeitig erhöht dies die Komplexität von Produkten und Prozessen und führt zu neuen Herausforderungen an die Fähigkeiten der Unternehmen. **Der zunehmende globale Wettbewerb ist durch die Unternehmen nur durch ständige Innovationen bei Produkten, Prozessen und in der Organisation zu bestehen.**

#### Ressourcenverfügbarkeit und -kosten sowie nachhaltiges Wirtschaften

Die dynamische Industrialisierung der Schwellenländer und das weltweit stetige Wachstum der Bevölkerung führen auch in Zukunft zu einer stark steigenden Nachfrage nach Rohstoffen. Die einschlägigen Untersuchungen kommen zu dem Ergebnis, dass die Verfügbarkeit bestimmter Ressourcen stark abnehmen wird. Damit stehen produzierende Unternehmen in einem wachsenden globalen Wettbewerb um diese Ressourcen. Angesichts eines hohen Materialkostenanteils im Maschinen- und Anlagenbau von z.T. mehr als 30% ist die Frage der Ressourceneffizienz künftig von entscheidender Bedeutung. Wirtschaftswachstum, steigende Mobilität, extensive Landwirtschaft etc. belasten außerdem die natürliche Umwelt bspw. durch CO<sub>2</sub>, Abfälle, Abwässer etc. Im Interesse einer nachhaltigen Entwicklung ist davon auszugehen, dass sowohl der Rohstoffverbrauch bzw. die Rohstoffverwendung als auch die Abfallprodukte von produzierenden Unternehmen einer verstärkten gesetzlichen Regulierung unterworfen sein werden.

Produzierende Unternehmen stellt dies einerseits vor Herausforderungen bei der Gestaltung ihrer Produkte und Prozesse, um zukünftig weniger Ressourcen zu verbrauchen, alternative Ressourcen zu verwenden, vorhandene Ressourcen besser auszunutzen und Abfallprodukte zu vermindern. **Zukünftige Entwicklungen müssen dadurch geprägt sein, dass mit geringerem Ressourceneinsatz über Innovationen und durch Investitionen ein höherer Output generiert wird, der wiederum verstärkt zu Wettbewerbsvorteilen am Markt führt.**

Weiterhin lässt sich belegen, dass das Bildungsniveau global ansteigt. Dies hat zur Folge, dass sich Anforderungen der Kunden an Produkte und Leistungen verändern. Gleichzeitig wird Wissen immer mehr zur entscheidenden Ressource im globalen Wettbewerb. **Wissen stellt sich damit zunehmend als wichtiger Produktionsfaktor dar. Ohne geeignete Strategien zur Beschaffung und Nutzung dieser kritischen Ressource können Unternehmen zukünftig nicht im Wettbewerb bestehen.**

Die Integration von Kunden in den Entwicklungs- und Wertschöpfungsprozess führt zu Attraktivitäts- und Wettbewerbsvorteilen, stellt aber auch Unterneh-

mensprozesse vor neue Herausforderungen, insbes. in Bezug auf Flexibilität, Individualität und Dynamik.

### **Veränderte Lebensweisen und Wertewandel**

Wirtschaftliche Entwicklung und hohe Bevölkerungsdynamik verstärken den Trend zur Urbanisierung weltweit. Dies wird zu veränderten Anforderungen an Lebens- und Arbeitswelten, an die Energie- und Ressourcenversorgung, an Entsorgung, Mobilität usw. führen und wiederum Auswirkungen auf Konsumprodukte sowie auf Infrastrukturen haben. Diese Herausforderungen verlangen zukünftig neue Geschäftsmodelle.

Noch wichtiger als die Größe der Bevölkerungszahl werden die Umbrüche innerhalb der Demografie darüber bestimmen, wie Produktion und Konsumption der Zukunft aussehen. Insbesondere der höhere Anteil an älteren Menschen sowie ein gestiegenes Gesundheitsbewusstsein führen zu neuen und erhöhten Anforderungen. Dies hat sowohl Auswirkungen auf infrastrukturelle Gegebenheiten als auch auf die Technik, bspw. zur Überwachung und Diagnose. Ein verändertes Wertebild in der Gesellschaft, bei dem u.a. Lebensqualität und Umweltbewusstsein eine höhere Bedeutung aufweisen, führt zudem zu neuen Anforderungen an die Nachhaltigkeit von Produkten, an die Gestaltung von Arbeitswelten usw.

**Die Früherkennung und Konkretisierung von Trends und damit verbundener Auswirkungen auf und Anforderungen an Produkte und Technologien stellt eine Herausforderung und Chance für produzierende Unternehmen dar. Ihnen muss es gelingen, daraus frühzeitig Markt- und Wettbewerbsvorteile durch Innovationen und Schnelligkeit zu erzeugen.**

### **6.1.2 Regionale Entwicklungen in Ostdeutschland**

Anders und zugleich ähnlich werden die demografischen Entwicklungen in Ostdeutschland sein. Diese sind gekennzeichnet durch einen Schrumpfungsprozess bei den Bevölkerungszahlen und damit bei der Anzahl der Fachkräfte (s. dazu weiter unten). Ähnlich ist dagegen der Trend zu einer zunehmenden Überalterung. Demographische Studien gehen weiterhin davon aus, dass eine Konzentration auf wenige Kernregionen und Städte zu beobachten sein wird.

Daraus ergeben sich zum einen veränderte Anforderungen an Leistungen und Produkte, bspw. im Hinblick auf Mobilität und Gesundheitsversorgung, zum anderen sind insbes. Produzenten und Verkäufer von Konsumartikeln von einer Veränderung der Kaufkraft (Marktpotenzial) betroffen.

Eklatante Auswirkungen wird die beschriebene Entwicklung für die Verfügbarkeit und Merkmale von Fachkräften haben. **Die Konsequenz einer veränderten Altersstruktur führt zu neuen Lernprozessen in den Unternehmen und zu völlig neuen Prozessen der Fachkräfteakquise, -bindung und -entwicklung.**

Neben den Unternehmen betreffen diese Entwicklungen auch Forschungsinstitutionen, was ebenfalls wiederum Auswirkungen auf die Unternehmen haben kann, da u.U. das Kooperationspotenzial für Forschungs- und Entwicklungsaufgaben sowie der Zugang zu Know-how sinken können.

### 6.1.3 Produktionsspezifische Trends

#### Neue Materialien, Technologien und Konvergenzen

Der große Megatrend, der Einsatz neuer Materialien in Produkten und im Produktionsprozess, wird sich fortsetzen und sogar noch deutlich verstärken. Neue Materialien werden damit immer bestimmender für die Produktion der Zukunft. Smarte Materialien (u.a. Nanoröhrchen, Oberflächenbeschichtungen, selbstheilende Werkstoffe etc.), Leichtbaustoffe, faserverstärkte Stoffe und andere Materialkombinationen, nachwachsende Rohstoffe sowie integrierte Werkstoffe, welche elektronische oder andere Komponenten enthalten, bestimmen dabei wesentlich die zukünftige Entwicklung. **Damit verbunden sind völlig neue Möglichkeiten, gezielte Produkteigenschaften herzustellen, Einfluss auf die Energieeffizienz im Herstellungsprozess zu nehmen und einen Beitrag zur Ressourcenschonung zu leisten.**

Im Bereich Produktionstechnologie sind vor allem generative Fertigungsverfahren, Drucktechnologien und neue Beschichtungsverfahren hervorzuheben. Zudem führt die zunehmende Technologiekonvergenz, d.h. das Zusammenwachsen von unterschiedlichen Technologien, bspw. Maschinenbau, Elektronik, Bionik, Nanotechnik, dazu, dass Forderungen nach Effizienz und Individualität besser erfüllt werden können.

Neue Materialien erfordern den Einsatz neuer Fertigungsverfahren sowie die Um- und Neugestaltung von Produkten. Neue Materialeigenschaften und Fertigungsverfahren müssen entsprechend beherrscht werden (Auslegung, Qualität, Prozessstabilität). **Dafür sind Unternehmensfähigkeiten ständig anzupassen und die dafür notwendigen Lernprozesse zu etablieren.**

#### Digitale Durchdringung und Wissensvernetzung

Die Leistungsfähigkeit der Informationstechnologie nimmt weiterhin zu. Dies betrifft nicht nur Prozessoren (Moore'sches Gesetz), sondern auch die zunehmende Vernetzung aller Akteure und Objekte weltweit. Für das „Internet der Dinge“ sind die besten technologischen Voraussetzungen vorhanden, was einerseits die Herausforderung mit sich bringt, die ständig zunehmende Datenmenge zu beherrschen. Andererseits birgt diese Entwicklung ein immenses Potenzial, um Wissen um Kundenbedürfnisse sowie technische und verhaltenswissenschaftliche Zusammenhänge zu generieren und dieses gezielt zu nutzen.

Auf Basis der technologischen Entwicklung muss man insbes. in Unternehmen von einer Vernetzung auf hohem Niveau (Leistungsfähigkeit, Qualität) mit Kunden, Lieferanten, Partnern sowie der internen Akteure (Produktion, Entwicklung etc.) auf allen Ebenen (Maschinensteuerung, Leitebene, Produktionsplanung, Lieferkette) ausgehen. Die Verschmelzung von digitaler und physischer Welt führt zu „Cyber-physischen Systemen“, denen im Hinblick auf Prozesseffizienz und zusätzlich generiertem Mehrwert auf Kundenseite ein enormes Potenzial zugeschrieben wird.

#### Dynamisierung und Wandel der Kundenanforderungen

Aus der Verkürzung und Dynamisierung der Produktlebenszyklen leiten sich Forderungen nach kürzeren Entwicklungszeiten und nach der stetigen Weiterentwicklung von Produkten ab. Zusätzlich werden Produkte – sowohl im Consumer- als auch im Investitionsgüterbereich – immer mehr an individuelle Bedürfnisse des Nutzers angepasst. Produkte bzw. Leistungen bestehen zukünftig nicht mehr nur aus „Hardware“, d.h. physischen Bestandteilen, sondern

sind stets im Kontext einer Gesamtleistung aus physischem Produkt und damit verknüpften Dienstleistungen zu sehen. Zukünftig wird das physische Produkt immer mehr in den Hintergrund treten, stattdessen wird der Kunde einen Bedarf an einem bestimmten Nutzen artikulieren, der entsprechend zu erfüllen ist.

Dies hat Auswirkungen auf die Prozessorganisation von Unternehmen (simultane Entwicklungsprozesse, Auftragsabwicklung, Flexibilisierung), auf die Produktgestaltung (Modularisierung, hybride Leistungsbündel) sowie auf Geschäftsmodelle generell. **Um die für die Wettbewerbsfähigkeit notwendigen Alleinstellungsmerkmale zu entwickeln, müssen die Unternehmen in der Lage sein, entsprechende Kompetenzen entweder selbst herauszubilden oder über Kooperationen zuzukaufen, um die damit verbundene Komplexitätserhöhung zu beherrschen.**

## 6.2 Auswirkungen von Trends und Entwicklungen: Perspektiven des ostdeutschen Maschinenbaus

Bei der Frage, wie sich diese (Mega-)Trends auf den ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbau auswirken werden, wurden intensive Gruppengespräche mit Experten aus Unternehmen, Verbänden und der Wissenschaft geführt. Grundlage dieser Gespräche bildete das Systemmodell der Wertschöpfungskette, mit dessen Hilfe die Zusammenhänge in Produktionsunternehmen aus systemtheoretischer Sicht beschrieben werden können. Im Rahmen dieses Untersuchungsmodells wurde zunächst die Markt- und Kundenseite untersucht.



### 6.2.1 Veränderungen auf der Kundenseite: Produkte und Märkte

#### Deutscher Maschinenbau - Ausrüster der Welt

Der ostdeutsche Maschinenbau wird auch in Zukunft vom guten Namen des deutschen Maschinenbaus in der Welt profitieren. Er kann damit seine Stärke im Exportgeschäft weiter ausbauen. Global betrachtet ist die Zukunft des Maschinenbaus angesichts der weltweiten dynamischen Industrialisierungsprozesse sehr vielversprechend. Zwar sind noch der deutsche und europäische Markt die Hauptabnehmer (ca. 2/3 des Exportes gehen in die EU), jedoch bieten insbes. die weltweiten Wachstumsmärkte die größten Wachstumschancen. Die verstärkte Nutzung dieser Potenziale ist für die Zukunft unabdingbar.

Die Herausforderungen bestehen insbes. darin, neue Märkte zu erschließen, zu diesem Zweck geeignete Produkte und Leistungen zu entwickeln und an regionale Besonderheiten anzupassen. Darüber hinaus müssen entsprechende Vertriebsstrukturen und Auslandskompetenzen aufgebaut werden.

#### Hochwertige Technik und innovative Produkte

Durch die beschriebenen Entwicklungen bei Infrastruktur, Ressourcenverfügbarkeit, Mobilität, Urbanisierung, Gesundheitsbranche etc. bieten sich für den ostdeutschen Maschinenbau erhebliche Chancen, mit neuen, innovativen Produkten neue Kunden, neue Märkte und neue Anforderungen zu bedienen. Innovationen werden möglich nicht nur durch die Weiterentwicklung bestehender Lösungen sondern vermehrt durch die Integration von anderen Disziplinen



wie Nanotechnik, Optik, Mikroelektronik, Informationstechnik, Biologie. Damit verbunden ist allerdings auch eine Zunahme der Komplexität von Produkten und Produktionsprozessen, die es zu beherrschen gilt. **Aufbauend auf vorhandener Innovationsfähigkeit müssen die Unternehmen in diesem Zusammenhang ihre Interdisziplinarität vorantreiben.**

#### **Individuelle Produkte und individualisierte Produktion**

Die wirtschaftliche Herstellung individueller Produkte für den Endkunden erfordert eine entsprechende Produktionstechnik, d.h. neue Maschinen- und Anlagenkonzepte. Dies ist ein Marktpotenzial für den ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbau, der insbes. im Bereich der kundenindividuellen Einzelfertigung ausgewiesene Kompetenzen besitzt. **Die mit der Entwicklung und Herstellung individualisierter Maschinen verbundenen höheren und neuen Herausforderungen bzgl. Lieferzeiten und Kosten erfordern von den Unternehmen, unter Ausnutzung vorhandener Vorteile, eine grundsätzliche Überprüfung und Neuausrichtung von technischen Lösungen und Prozessen (Entwicklung, Produktion, Auftragsabwicklung).**

#### **Vom Produkt zur Lösung, hybride Produkte, industrielle Dienstleistungen**

Das Leistungsangebot der Unternehmen darf sich zukünftig nicht mehr nur auf physische Produkte beschränken, sondern muss vermehrt Dienstleistungskomponenten enthalten. Derartige Komponenten können der physischen Leistungserstellung vorgelagert (Prozessoptimierung, Integration, Simulation) oder nachgelagert (Garantie von Verfügbarkeiten, Optimierung, Anpassung) sein. Durch die erweiterten Leistungen kann zusätzliches Marktpotenzial erschlossen werden. Die damit verbundene Zunahme der Komplexität von Produkten/Leistungen und Prozessen erfordert neue bzw. erweiterte Fähigkeiten in den Unternehmen, bspw. zur Vernetzung unterschiedlicher Wissensträger aus verschiedenen Bereichen, zum Umgang mit dem Kunden usw. Gleichzeitig bietet sich für Unternehmen aber auch die Chance, die Komplexitätsbeherrschung als Service anzubieten. Verschiedene Leistungen erfordern zudem neue Geschäftsmodelle: Der Kunde kauft zukünftig kein physisches Produkt mehr, sondern lediglich einen Nutzen bzw. eine Leistung – das macht die Anpassung von Prozessen, Produkt-/Leistungskonfigurationen, Finanzierungsmodellen usw. notwendig. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen sind derzeit auf solche Anforderungen noch nicht eingestellt.

### **6.2.2 Veränderungen auf der Beschaffungsseite**

#### **Verfügbarkeit und Substitution von Ressourcen**

Auf begrenzte Ressourcen und steigende Ressourcenkosten muss der ostdeutsche Maschinenbau mit Entwicklungen reagieren, die den Ressourcenverbrauch senken bzw. die Ressourcenproduktivität erhöhen – dies betrifft sowohl die eigene Produktion als auch die hergestellte Produktionstechnik, welche die entsprechenden Effekte beim Kunden erzielen hilft. Die Unternehmen müssen sich Entwicklungspfade wie die Nutzung wiederverwendbarer Ressourcen und Recycling, neue Materialien, produktivere Produktionsverfahren, die Weiter- und Wiederverwendung von Ressourcen, sowie die Wiederaufbereitung (RetroFit) systematisch erschließen. Dabei ist zu beachten, dass eine solche Entwicklung Zeit beansprucht sowie einen entsprechenden Know-how-Aufbau erfordert.

## Wissen als Ressource im Maschinenbau der Zukunft

Wissen wird zunehmend zum entscheidenden Wettbewerbsfaktor im globalen Wettbewerb. Für den Maschinenbau Ost bedeutet dies, dass geeignete Strategien und Instrumente zu entwickeln sind, um Wissen zu akquirieren, zu analysieren, zu nutzen, zu schützen, zu speichern und zu vermehren. Dies hat einerseits Bedeutung für die Unternehmen und deren Produktion selbst, andererseits bieten die genannten Aspekte wiederum die Möglichkeit, einen Mehrwert für Kunden zu generieren. Für die Wissensakquise und -analyse stehen neue Ansätze wie Crowd Sourcing, Open Innovation, Data Mining, Big Data, Business Intelligence usw. zur Verfügung, die sowohl innerhalb als auch außerhalb des Unternehmens in geeigneter Weise angewandt werden können. Weiterhin resultieren aus der aufgezeigten Entwicklung neue Anforderungen an Personalakquise und -entwicklung, da der Mensch der Hauptträger des Wissens ist. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen, die den größten Teil im ostdeutschen Maschinenbau ausmachen, sind hier in Bezug auf einzusetzende Methoden und Tools sowie erforderliche Ressourcen leicht überfordert. Die genannten Defizite können kurzfristig sicher durch externe Kompetenzen (Dienstleistungen, Kooperation) kompensiert werden, langfristig müssen allerdings systematisch eigene Fähigkeiten aufgebaut werden.

## Fachkräfte – Entwicklung und Anforderungen

Aufgrund der demografischen Entwicklung und des prognostizierten Fachkräftemangels bekommt die Akquise und Entwicklung von Fachkräften einen immer höheren Stellenwert. **Das perfekte Zusammenspiel zwischen Technik auf höchstem Niveau und fähiger, motivierter und entsprechend qualifizierter Mitarbeiter ist Voraussetzung, die Mehrzahl der genannten Herausforderungen zu bewältigen.**

Für die Akquise und die Bindung von Fachkräften spielen attraktive Arbeitsbedingungen wie Aufgaben, Organisation, Gehaltsniveau, diverse Nebenleistungen eine Rolle. Hier sind Unternehmen gefordert, die entsprechenden Bedingungen systematisch zu entwickeln, was eine Analyse und ein entsprechendes Bewusstsein zu den motivierenden Faktoren unter den gegebenen Bedingungen (Unternehmen, Umfeld, aktuelle Mitarbeitersituation usw.) voraussetzt. Einige Faktoren erfordern zusätzlich das Engagement externer Akteure (bspw. der Kommune bzw. der Politik, im Hinblick auf verschiedene Infrastrukturaspekte). In der Personalentwicklung müssen sich Lernkonzepte und Qualifikationspfade sowohl an aktuellen und zukünftigen Erfordernissen als auch an den individuellen Merkmalen und Bedürfnissen der Mitarbeiter orientieren. Die Basis für beides stellt die Ermittlung, Beschreibung/ Bewertung entsprechender Kompetenzprofile sowie ein entsprechendes Kompetenzmanagement dar. Auch hier ist zu konstatieren, dass diese Themen bisher nicht im Fokus mittelständisch geprägter Unternehmen stehen und somit Defizite vorhanden sind, die es zu beseitigen gilt.

## 6.2.3 Veränderungen in Prozess und Organisation

### Informationstechnologie und Automatisierung

Digitalisierung und Informationstechnologie werden große Potenziale bzgl. der Bewältigung steigender Flexibilitätsanforderungen zugesprochen. Die Informationstechnologie ist gleichzeitig die Grundlage für die Akquise, Verarbeitung und Speicherung von Wissen (auf Basis von Informationen) sowie für die bereits angesprochene Vernetzung. Für die Maschinenbau-Unternehmen stellt sich damit die Herausforderung Informationstechnologie einerseits in die eigenen Produkte

zu integrieren und damit Mehrwerte und ein erweitertes Leistungsspektrum zu generieren. Andererseits bietet die Informations- und Kommunikations-Technologie die Möglichkeit, interne und externe Prozesse effizienter zu gestalten. Dies kann bspw. mittels des durchgängigen Einsatzes der Digitalen Fabrik, mittels Supply Chain Management sowie Prozessautomatisierung und -steuerung geschehen. In den Unternehmen sind dabei Fragestellungen, welche die Sicherheit, Mensch-Maschine-Schnittstelle, die Dezentralisierung von Entscheidungen sowie Autonomie und Selbststeuerung von Prozessen betreffen zu beantworten.

### **Wandlungsfähigkeit und Flexibilität**

Aufgrund äußerer und interner Gegebenheiten (Umfeld, Produktlebenszyklen usw.) steigen die Anforderungen an die Flexibilität von und in Unternehmen. Die erste Herausforderung besteht darin, die Notwendigkeit für Flexibilität zu erkennen und daraus notwendige Anpassungen sowie den notwendigen Flexibilitätsgrad zu bestimmen. Die zweite Herausforderung ist die Entwicklung und wirksame Implementierung entsprechender Konzepte. Hier sind organisatorische Lösungsansätze wie flexible Arbeitsorganisation und flexible Marktstrategien, Arbeitsflexibilität oder Kooperationskonzepte sowie technische Lösungen wie die Modularisierung von Prozessen, die Universalität von Ausrüstungen, flexible Planungsprozesse, kleine Losgrößen usw. in geeigneter Weise aufzugreifen und in das Unternehmen zu integrieren.

### **Neue Prozesse und Technologien**

Ostdeutsche Maschinenbauunternehmen werden als innovativ charakterisiert, beispielsweise werden ostdeutsche Unternehmen bei Prozessinnovationen genauso gut wie westdeutsche Unternehmen bewertet. Allerdings erfolgt die Anlagennutzung im Maschinenbau eher langfristig, was die Umstellung auf neue Materialien und Technologien erschwert. Dies lässt sich u.a. mit den hohen Investitionssummen für Ausrüstungen begründen, die sich nur über einen längeren Zeitraum amortisieren können. Die Herausforderung für die Unternehmen besteht somit nicht nur darin, neue Technologien zu identifizieren und in geeigneter Weise zu integrieren, sondern auch darin, diese wirtschaftlich zu nutzen bzw. wieder- und weiterzuverwenden. Dazu sind geeignete technische und organisatorische Konzepte erforderlich, die bisher allenfalls in Ansätzen vorhanden sind. Weiterhin gilt es, Fragen der Qualifikation/ Kompetenzentwicklung und der geeigneten Fertigungstiefe zu beantworten.

### **Neue Lösungen für die Prozess-, Arbeits- und Produktionsorganisation**

Die Organisation im Unternehmen ist entscheidend für die Prozesseffizienz sowie für die Bewältigung der Herausforderungen in Personalentwicklung, Wissensmanagement und Flexibilität. Maschinenbauunternehmen sind aus organisatorischer Sicht tendenziell eher konservativ geprägt, d.h. neue Organisationskonzepte benötigen viel Zeit bis sie als sinnvoll erkannt und implementiert werden. Im letzteren Fall sind zusätzlich Beharrungstendenzen der Organisation zu überwinden. Die Herausforderung für Unternehmen nun besteht darin, einerseits Konzepte wie flexible Arbeitsorganisationsformen, alterns- und altersgerechte Arbeitsprozesse, Lernprozesse, kundenorientierte sowie synchronisierte Prozesse mit möglichst wenig Verschwendung zu entwickeln und wirksam umzusetzen (Change Management). Andererseits müssen Unternehmen sog. dynamische Fähigkeiten entwickeln, um Veränderungsbedarf (intern und extern) zu erkennen, neue Lösungen für die Organisation zu entwickeln und diese umzusetzen. Insbesondere der letzte Aspekt ist in kleinen und mittleren Unternehmen eher gering ausgeprägt: Ein bewusster Strategieentwicklungsprozess sowie als Routine installierte Wahrnehmungs-, Bewertungs- und Lernprozesse existieren häu-

fig nicht, stattdessen ist oft eine Mentalität und Praxis vorzufinden, welche als kurzfristige Reaktion auf operative Notwendigkeiten oder als „Durchwursteln“ bezeichnet werden kann. Auch wenn KMU bemerkenswerte Fähigkeiten bei dieser kurzfristigen und operativen Anpassung vorweisen, entbindet dies nicht von langfristig und nachhaltig wirksamen Fähigkeiten, die es gezielt aufzubauen gilt.

#### 6.2.4 Flexible Wertschöpfungsketten

Produktion findet schon jetzt ausschließlich in arbeitsteiligen Prozessen statt. D.h. jedes Unternehmen ist in mehrere Wertschöpfungsketten eingebunden und nimmt dort u.U. verschiedene Rollen wahr. Speziell für den Maschinenbau Ost ergeben sich aufgrund bereits genannter Entwicklungen wie Internationalisierung, Flexibilisierung, Ressourcenverfügbarkeit etc. spezielle Anforderungen im Hinblick auf grundlegende Fähigkeiten (organisatorisch, technisch), die Koordination von Plänen und Aktivitäten, die Anpassungsfähigkeit (intern und extern), interkulturelle Kompetenzen sowie Lernprozesse. Für die Unternehmen bietet eine Kooperation vielfältige Potenziale, die genannten Anforderungen zu erfüllen. Kooperationen sind jedoch auch mit entsprechendem Mehraufwand (Ressourcen) zum Aufbau, zur Koordination sowie mit notwendigen Kompetenzen verbunden. Das Potenzial von Kooperationen kann im ostdeutschen Maschinenbau als noch nicht ausreichend ausgeschöpft bezeichnet werden. Insbesondere betrifft dies Partnerschaften im Bereich der Entwicklung und Vermarktung sowie bei flexiblen Wertschöpfungsketten zur Herstellung kundenindividueller Leistungen. Dieses Potenzial gilt es systematisch zu erschließen; eine besondere Herausforderung besteht in selbsttragenden Strukturen und Prozessen, die ohne öffentliche Förderung auskommen.

### 6.3 Strukturanalyse des ostdeutschen Maschinenbaus

#### Struktur des Maschinenbaus Ost

Die in den neuen Bundesländern vorherrschende Struktur dieses Wirtschaftszweiges ist vor allem durch Kleinteiligkeit charakterisiert. Die überwiegende Anzahl an Unternehmen beschäftigt weniger als zehn Mitarbeiter und die Unternehmen sind v.a. im ländlichen Raum angesiedelt. Betrachtet man die einzelnen Fachzweige innerhalb des Maschinen- und Anlagenbaus, so weisen diese extrem unterschiedliche Ausprägungen hinsichtlich Umsatz und Größe auf. Generalisierende Aussagen zu „dem Maschinenbau Ost“ sind daher schwierig zu treffen; es sind jeweils fachspezifische und auch regionale Unterschiede zu beachten. Allerdings stellt insbes. die Kleinteiligkeit eine besondere Herausforderung dar, bedeutet dies doch, dass nur wenige Ressourcen für die genannten Herausforderungen, bspw. in den Bereichen internationale Märkte, Produkt- und Prozessinnovationen, Wissensmanagement, strategische Planung usw., vorhanden sind.

#### Wirtschaftsstruktur Ostdeutschland

Die gesamte ostdeutsche Wirtschaft weist nach wie vor zahlreiche Schwachstellen auf: Schwierigkeiten beim Marktzugang, abhängige Betriebsstrukturen, geringe Internationalisierung, usw. Dies lässt sich zu großen Teilen durch die vorherrschende Struktur (v.a. kleine und mittlere Unternehmen) begründen. Konkrete Unterschiede im gesamtdeutschen Vergleich lassen sich insbes. beim Lohnniveau des ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbaus feststellen. Eine Besonderheit



des Maschinenbaus ist, dass sowohl in Ost- wie auch in Westdeutschland deutlich mehr Männer als Frauen in dieser Branche beschäftigt sind. **Daraus ergeben sich Anforderungen, gezielte Maßnahmen zur Verbesserung der Attraktivität von Arbeitsplätzen und der Erschließung ungenutzter Arbeitskraftpotenziale generell und unternehmensspezifisch zu entwickeln.**

### Forschung/Entwicklung und Innovationen im Maschinenbau

Bezüglich der Innovationskraft und der damit verbundenen Erfolge ist festzustellen, dass der Maschinen- und Anlagenbau eine entscheidende Rolle innerhalb der deutschen Wirtschaft spielt. Unternehmen in den alten Bundesländern rangieren dabei im Vergleich vor den Unternehmen in den neuen Bundesländern. Obwohl die Innovationsausgaben im ostdeutschen Maschinenbau geringer sind als in Westdeutschland, ist jedoch die Anzahl der Innovationsprojekte höher und mehr Maschinenbau-Unternehmen betreiben kontinuierliche Forschungs- und Entwicklung als in Westdeutschland. Damit ist eine sehr gute Ausgangsbasis für die oben beschriebenen Herausforderungen vorhanden, die systematisch und kontinuierlich ausgebaut werden muss.

### Regionale Forschungslandschaft

In der insgesamt zwar gut aufgestellten Forschungslandschaft Ostdeutschlands ist ebenfalls noch ungenutztes Potenzial vorhanden. So wird derzeit insbes. in neuen Technologiebranchen meist reine Hochschulforschung betrieben, die Vernetzung zur Wirtschaft ist in diesem Bereich eher gering ausgeprägt. Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau nutzen bisher nur in geringem Maße Möglichkeiten der brancheninternen und branchenübergreifenden Vernetzung. **Um die geforderte Innovationsfähigkeit zu sichern, sind strukturelle, institutionelle und personelle Voraussetzungen zur Forschungszusammenarbeit auszubauen bzw. neu zu schaffen.** Damit verbunden sind nicht nur positive Effekte im F&E-Bereich der Unternehmen, sondern auch im Hinblick auf den Zugang zu Fachkräften.



## 6.4 Handlungsempfehlungen

Die Studie hat eine Reihe wichtiger Trends und Entwicklungen für die Zukunft des ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbaus aufgezeigt. Im Schlusskapitel Handlungsempfehlungen geht es darum, noch einmal auf prägnante Weise aufzulisten, welches die fünf zentralen Aufgabenfelder für eine erfolgreiche Entwicklung sind.

- (1) Erschließung internationaler Märkte und Etablierung globaler Wertschöpfungsketten

An erster Stelle der Aufgabenliste steht unbestritten die konsequente Orientierung des ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbaus auf die internationalen Märkte und Wettbewerbsherausforderungen. Hier liegen große Chancen, hier liegen aber zugleich auch die größten Herausforderungen bedingt durch die Kleinteiligkeit der ostdeutschen Unternehmen und aufgrund der Mächtigkeit der neuen Wettbewerber.

Um selbst zu wachsen, ist es erforderlich, dass die Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus Ost systematisch global zukünftige Wachstumsmärkte erschließen. Die Internationalisierung muss durch die Unternehmen des ostdeutschen

Maschinen- und Anlagenbaus konsequent entlang der gesamten Wertschöpfungsketten vorangetrieben werden. Dazu ist ein systematisches Eruiere und Bewerten von Marktchancen erforderlich. Im Rahmen der Markterschließung ist zu beachten, dass Produkte ggf. spezifischen Anforderungen unterliegen und entsprechend angepasst werden müssen. Dies betrifft nicht nur physische Produkte, sondern auch damit verbundene Dienstleistungen und Prozesse der Auftragsabwicklung. Unternehmen müssen daher eine globale Produkt-/Marktstrategie definieren, die einerseits auf entsprechenden Kernkompetenzen aufbaut und andererseits strategische Entwicklungsperspektiven berücksichtigt. Innerhalb dieser Strategie ist zwischen dem Mehrwert aufgrund von Anpassungen und Vorteilen aufgrund von Standardisierung auszubalancieren.

Die Internationalisierung bietet auch Optionen für die Neuausrichtung der Wertschöpfungskette. Um langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen analog zu Großunternehmen lokale Standortvorteile (Faktorkosten, Marktzugang) erschlossen werden. Hierzu ist ein globaler Fußabdruck, eingebettet in die strategische Entwicklung des Unternehmens, zu definieren. Im Rahmen dieser Strategie wird festgelegt, welche Wertschöpfungsanteile an welchen Standorten erbracht werden (können bzw. müssen). Dieser Entscheidung liegt eine systematische Betrachtung der eigenen Kompetenzen, Prozesse, möglicher Geschäftsmodelle sowie Erfolgs- und Standortfaktoren zugrunde. Eine entsprechende Internationalisierungsstrategie betrifft nicht nur Produkte und Produktion, sondern muss sich auch auf Forschung und Entwicklung erstrecken. **Der systematische Aufbau von Auslandskompetenz stellt insbesondere für kleine Unternehmen eine zwingende Notwendigkeit, aber auch eine Herausforderung dar.**

Für diese kleinen Unternehmen, die nur über begrenzte Ressourcen und Erfahrungen verfügen, bietet sich das Mittel der Kooperation zur Unterstützung an. Durch Unternehmensverbünde können komplexe Leistungen angeboten, Synergien im Vertrieb erschlossen, Kompetenzdefizite kompensiert werden. Unternehmen sollten sich aber nicht nur auf externe Hilfe verlassen, sondern konsequent und systematisch eigene Kompetenzen aufbauen; dies kann zunächst über Partnerschaften, über Kontakte zu ausländischen Hochschulen/Forschungsinstituten, Integration ausländischer Studenten usw. geschehen. Lokale Forschungsressourcen und entsprechende Kompetenzen gilt es zu nutzen. Zudem müssen Personalbedarfe für den globalen Einsatz und entsprechende Möglichkeiten zu deren Deckung (Werksstudenten, MA-Entsendung im Rahmen individueller Qualifikationspfade, Kompetenzmatrizen usw.) Berücksichtigung finden.

## (2) Nutzenorientierung und kundenindividuelle Lösungen

Der Erfolg jedes Maschinenbauunternehmens wird auch in Zukunft davon abhängen, wie sehr es sich auf die Bedürfnisse und Wünsche der Kunden einstellen kann. Kürzere Produktlebenszyklen und eine Zunahme der Individualisierung bieten für den ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbau eine große Chance, da bei der kundenindividuellen und flexiblen Leistungserbringung bereits Stärken vorhanden sind. **Durch modulare Produktstrukturen, flexible Prozess- und Organisationsstrukturen, neue Technologien (generative Verfahren) und der geeigneten IT-Unterstützung ist eine effiziente Gestaltung der komplexitätsbedingten Individualisierung zu sichern.**

**Die gezielte Ausnutzung von Kooperationspotenzialen durch Konzentration auf Kernkompetenzen und deren bedarfsweiser Vernetzung ermöglicht es, zukünftig wettbewerbsfähig besonders im Hinblick auf Kosten und Lieferfähigkeit zu sein.**



Weiterhin bieten speziell ergänzende Dienstleistungen und Software ein großes Potenzial zur Individualisierung. Dienstleistungen führen zur Differenzierung im Markt und können speziell auf individuelle Kundenforderungen zugeschnitten werden. Methoden des Service Engineerings sind dazu sinnvoll anzuwenden. Software-Anteile im Produkt lassen sich leichter modularisieren und in der Entwicklung sowie auch im späteren Lebenszyklus der Anlage leichter anzupassen als physische Bestandteile. **Die dazu notwendigen neuen Maschinen – und Anlagenkonzepte sind in enger Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen anwendungsorientiert zu entwickeln.**

Die Orientierung am Nutzen statt am physischen Produkt erfordert die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle, bei denen der Anlagenhersteller bspw. der Eigentümer des Produkts bleibt und lediglich die Produktion eines bestimmten Teils bzw. die Realisierung bestimmter Wertschöpfungsstufen an seinen Kunden verkauft. Dazu müssen in den Unternehmen zunächst die erforderlichen Strukturen, Prozesse und Kompetenzen aufgebaut werden. **Zwingend sind dazu geeignete Rahmenbedingungen wie z. B. passende Finanzierungsmodelle zu entwickeln und bereitzustellen.**

Neue Leistungsangebote müssen einerseits Bedarfe und Anforderungen berücksichtigen, die sich aus den beschriebenen Trends ergeben – so die Entwicklung energieeffizienter Werkzeugmaschinen, die Simulation und Optimierung des Energieverbrauchs ganzer Prozessketten oder die Entwicklung speziell angepasster Technik z.B. im landwirtschaftlichen Bereich für Entwicklungsländer. Andererseits sind konsequent Potenziale aus anderen Disziplinen wie der Mikroelektronik, Nanotechnik und Biologie zu nutzen, bspw. durch intelligente Beschichtungen, integrierte Sensorik, bionische Produkt- und Produktionsstrukturen usw. **Eine branchenübergreifende Vernetzung, mithilfe derer das Wissen verschiedenster Disziplinen integriert wird, stellt dabei eine notwendige Voraussetzung dar. Gemeinsame, synergieorientierte Verbundlösungen, die regional und länderübergreifend koordiniert sowie konzentriert werden, führen dabei zur Herausbildung neuer integrativer bzw. branchenübergreifender Schlüsseltechnologien.**

### (3) Produktion in der Wertschöpfungskette von morgen

Flexibilität und Wandlungsfähigkeit werden die bestimmenden Eigenschaften von Unternehmen sein, um auf Schwankungen und Abweichungen reagieren zu können und damit Wettbewerbsvorteile zu generieren. Der Maschinen- und Anlagenbau Ost hat hier aufgrund seiner Unternehmensstruktur Vorteile, die gezielt auszubauen sind. Weiterhin weist der ostdeutsche Maschinen- und Anlagenbau per se durch sein Produktspektrum (i.d.R. kundenindividuelle Produkte) eine hohe Flexibilität auf. Die Herausforderung besteht nun darin, Flexibilität und Wandlungsfähigkeit sowohl auf technischer Seite als auch auf organisatorischer Seite auszubauen und zu vertretbaren Kosten zu generieren. Handlungsfelder liegen in auf technischer Seite in der Produktgestaltung, in Prozessen, im Technologieeinsatz und im Produktionsprogramm sowie auf organisatorischer Seite in Strukturen, in Planungs- und Steuerungsprinzipien, in der Arbeitsorganisation sowie bei den Menschen bzw. Mitarbeitern im Hinblick auf deren Bereitschaft, Qualifikation und vorhandene Kompetenzen.

Zunehmende Ressourcenknappheit und steigende Ressourcenkosten erfordern von den Unternehmen, neue Materialien einzusetzen, Ressourcen produktiver zu nutzen, sowie neue Wege zu deren Weiter- und Wiederverwendung zu erschließen. Damit können Wettbewerbsvorteile durch ressourceneffiziente Produkte aufgebaut werden; als Ausrüstungslieferant bieten sich für den Maschinen- und

Anlagenbau zusätzliche Potenziale, indem durch die Produkte ressourceneffiziente Prozesse beim Kunden möglich werden. Neue Materialien und neue Technologien stellen die Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau vor die Herausforderung, neue Fähigkeiten zu entwickeln und diese in die bestehenden Prozesse zu integrieren. Gleichzeitig bietet deren Beherrschung die Chance zur Herausbildung neuer Alleinstellungsmerkmale. **Erhebliche Potenziale sind dabei durch Orientierungen auf die Kreislaufwirtschaft zu erschließen, welcher eine lebenszyklusorientierte Betrachtung von der Produktentwicklung über die Nutzung einschließlich einer Wiederverwertung mit den möglichen dazugehörigen Dienstleistungen zugrunde liegt, zu erschließen.**

Wenngleich auch aufgrund der starken Orientierung auf die kundenorientierte Einzelfertigung im ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbau hierbei auf eine solide Basis aufgebaut werden kann, stellt doch v.a. die schlanke Prozessorganisation die Unternehmen i.d.R. vor Herausforderungen, die zunächst einen Philosophiewechsel erforderlich machen. Die zielgerichtete Gestaltung der Prozesse und damit der operativen Fähigkeiten eines Unternehmens braucht als Voraussetzung die Herausbildung dynamischer Fähigkeiten um Veränderungsbedarf und Chancen innerhalb und außerhalb des Unternehmens zu erkennen und entsprechend darauf reagieren zu können.

Wertschöpfungsketten und -netze sind das Mittel der Wahl, um flexibel auf individuelle und dynamische Bedürfnisse des Marktes zu reagieren. Die flexibel vernetzte Fabrik, in der einzelne Unternehmen zweckorientiert in Kooperationen agieren, stellt eine Zukunftsvision für die Produktion im Maschinen- und Anlagenbau dar. Die Unternehmen werden damit in die Lage versetzt, die kleinteiligen Strukturen in Ostdeutschland zu überwinden, sich auf ihre jeweiligen Kernkompetenzen zu konzentrieren und damit Spezialisierungsvorteile wahrzunehmen. Gleichzeitig können sie ein breites Leistungsspektrum anbieten und flexibel auf individuelle Kundenwünsche einzugehen, indem Kompetenzen bedarfsorientiert vernetzt werden. Dazu bedarf es geeigneter Modelle zur Kompetenzbeschreibung und -bewertung sowie passender Methoden zur Konfiguration und Koordination der Netze und der in ihnen ablaufenden Prozesse.

Neuere Entwicklungen in der Informationstechnologie bieten ein enormes Spektrum zur Erschließung von Effizienzpotenzialen in den Unternehmen sowie zur Generierung von zusätzlichem Mehrwert durch neue, ganzheitliche Leistungen wie Smarte Produktionssysteme oder Smarte Fabriken die zukünftig als Produkt vermarktet werden können. Ansätze, die unter den Schlagworten Industrie 4.0 oder Cyber-physische Systeme propagiert werden, ermöglichen die Selbststeuerung von Produktions- und Logistik-Prozessen und unterstützen den Menschen bei wichtigen Entscheidungen. Für die Unternehmen ergibt sich der Handlungsbedarf, die genannten technischen Entwicklungen aufzugreifen und für sich, d.h. für ihre Produkte und ihre Produktion, eine entsprechende Strategie zu definieren, wie die durch die Technik gegebenen Potenziale sinnvoll und gewinnbringend ausgenutzt werden können. Ansätze dafür sind die Integration von Sensorik in Produkte, Ladungsträger, Transportmittel, Maschinen und Anlagen, die Informationssammlung aus diesen Quellen und deren systematische Auswertung mittels Data Mining Methoden. Die Unternehmen stehen vor der Herausforderung, digitale Werkzeuge durchgängig im Unternehmen sowie unternehmensübergreifend zu nutzen.

**Zukünftige Wettbewerbsvorteile erreichen kleine und mittelständische Unternehmen dabei vor allem durch Klein- und mittelständische Unternehmen durch Umsetzung so genannter „High Tech-Low Cost Strategien“ zu erreichen. „High Tech-Low Cost“ heißt, technische ausgefeilte Lösungen aus der Consu-**

**mer-Unterhaltungs- und Telekommunikationsindustrie für eigene industrienahe Anwendungen zu nutzen.**

Dazu sind die Prozesse in geeigneter Weise anzupassen. Der Einsatz moderner IuK-Technologie ist flexibel sowie abgestimmt auf die Erfordernisse der Aufgabe und des Nutzers zu gestalten. Entsprechende Rahmenbedingungen (Netzverfügbarkeit und -leistungsfähigkeit) müssen bereitgestellt werden.

Über moderne Methoden und Werkzeuge des Wissensmanagements können Unternehmen eine Vielzahl an Informationen zielgerichtet für Produkte und Leistungen, für Prozessverbesserungen sowie für Lern- und Qualifikationsprozesse nutzen. Neben technischen Lösungen sind hierfür insbes. organisatorische Rahmenbedingungen zu schaffen.

**(4) Fachkräftesicherung und -entwicklung**

Die Beherrschung des Fachkräftemangels ist entscheidend für die Zukunftsfähigkeit der Unternehmen im ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbau. **Durch neue ganzheitliche Ansätze mit Fokussierung auf die Beteiligung der Mitarbeiter und hoher Attraktivität der Arbeitsbedingungen erfolgt eine systematische Entwicklung und Langfristbindung der Mitarbeiter in den Unternehmen.**

Zunächst ist eine Personalstrategie notwendig, die sich in entsprechenden Maßnahmen niederschlägt. Personalarbeit bzw. Personalmanagement darf in den Unternehmen kein „Anhängsel“ der kaufmännischen Verwaltung sein oder zur reinen Personalverwaltung und -abrechnung verkommen. Gerade in KMU mit begrenzten Ressourcen und stark operativer Orientierung ist hier ein Umdenken erforderlich. Eine Möglichkeit zur Bewältigung dieser ambivalenten Situation ist die Nutzung von externen Kompetenzen und Kooperationen. **Im Rahmen strategischer, langfristiger Kontakte zu Schulen, Gymnasien und Hochschulen erfolgt eine frühzeitige Bindung von Schülern und Studierenden an das Unternehmen.**

Bei Akquise und Bindung von Fachkräften spielt die Attraktivität der Arbeitsbedingungen eine entscheidende Rolle. Dabei entscheidet nicht nur das Gehaltsniveau. Auch weitere Leistungen wie Qualifikationsmöglichkeiten, Möglichkeiten zum Auslandsaufenthalt, Familienförderung (flexible Arbeitszeiten, Kinderbetreuung) sowie die Berücksichtigung individueller Bedürfnisse der Mitarbeiter, die sich aus der aktuellen Lebenssituation ergeben können, sind von Bedeutung.

Zur Beherrschung der zunehmenden Dynamik inner- und außerhalb des Unternehmens müssen kontinuierliche Lern- und Qualifikationsprozesse zum Standard werden. Diese dienen nicht nur der Personalentwicklung sondern entfalten auch eine Anreizwirkung für die Mitarbeiter.

Für effektives und effizientes Lernen sind neue Modelle und Methoden zu erschließen: Lernen im Arbeitsprozess, Lernen mit neuen Medien, lebenslanges Lernen, Lernen im (unternehmensübergreifenden) Verbund sowie Lernen in innovativen Kooperationsmodellen mit Bildungseinrichtungen. Die hohe Dichte von Hochschulen und industrienahen Forschungseinrichtungen stellt dafür gute Ausgangsbedingungen bereit. Den Bildungseinrichtungen kommt die Verantwortung zu, ihre Programme nicht nur auf das Vermitteln von fachlichen Inhalten auszurichten, sondern eher die Problemlöse- und Lernkompetenz zu fördern.

(5) Konsequente Innovationsorientierung

Die Innovationsfähigkeit ist eine grundlegende Voraussetzung für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen. Um das Problem begrenzter Ressourcen und damit beschränkter Bearbeitungskapazität und beschränkten Wissens zu lösen, bieten sich Kooperationen in Forschung und Entwicklung an. Insbesondere kooperative Netzwerke und institutionalisierte Einrichtungen für die innovative Entwicklung von Produkten, Prozessen und Technologien haben sich als erfolgreich erwiesen.

Die weitere Unterstützung von Kooperationen im F&E-Bereich sowie generell die Förderung von Synergien in Zukunftsfeldern mittels Plattform-, Cluster-, Netz-, Verbundlösungen stellt eine wichtige Voraussetzung für die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit dar. In diesem Rahmen ist eine enge Verzahnung von Wissenschaft und Wirtschaft notwendig. Die Industrie- und Verbundforschung dient dabei als Bindeglied für branchenübergreifende Produkt- und Prozessinnovationen im industriellen Mittelstand.

Aber auch in den Unternehmen selbst sind entsprechende Bedingungen zu schaffen: Dazu gehören bspw. eine innovationsförderliche Kultur, die Unterstützung durch Führungskräfte, Freiräume, interdisziplinäre Vernetzung, eine entsprechende Wissensbasis, Kommunikations- und Austauschmöglichkeiten sowie die Unterstützung durch geeignete Methoden. Insbes. in kleinen Unternehmen gibt es bzgl. dieser Aspekte Defizite, die durch fehlende Kenntnisse oder durch eine stark operative Prägung bedingt sind.

Weitere wichtige Aspekte, die der gezielten Beeinflussung bedürfen, sind die Erschließung und Nutzung zusätzlicher Wissensquellen bspw. durch Ideenmanagement, durch Vernetzung mit Hochschulen/Forschungseinrichtungen, Mentoren-Programme sowie die Umsetzung von Ideen in tatsächliche Innovationen, was bspw. den Transfer von Forschungsergebnissen aus Hochschulen berührt.



# I Literaturverzeichnis

- [1] Kreibisch, R. (2012): Zukunftsforschung für Orientierungswissen in Gesellschaft und Wirtschaft. In: Koschnick, Wolfgang J. (Hrsg.) Focus Jahrbuch 2012 – Prognosen, Trend- und Zukunftsforschung. S. 95-134. Focus Magazin Verlag GmbH. München.
- [2] Z\_punkt The Foresight Company & BDI Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (2011): Deutschland 2030 – Zukunftsperspektiven der Wertschöpfung. Langfassung. Köln.
- [3] Z\_punkt The Foresight Company (2012): MEGATRENDS UPDATE. Z\_punkt GmbH The Foresight Company. Köln.
- [4] Abele, E.; Reinhart G. (2011): Zukunft der Produktion. Herausforderungen, Forschungsfelder, Chancen. Carl Hanser Verlag. München.
- [5] Efrat, Z. (2010): World's Top Global Mega Trends To 2020 and Implications to Business, Society and Cultures. Executive Summary. Frost & Sullivan  
<http://www.frost.com/sublib/display-report.do?bdata=bnVsbEB%2BQJEhY2tAfkAxMzQ5Mjc4NDY4MTAy-&id=M65B-01-00-00-00> (Letzter Zugriff: 22.03.2013)
- [6] Roland Berger School of Strategy and Economics (2012): THOUGHTS Megatrends. München.
- [7] Roland Berger School of Strategy and Economics & Freistaat Thüringen, Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie (2011): Trendatlas Thüringen. Endbericht. München.
- [8] Bundesministerium für Bildung und Forschung (2010): Ideen. Innovation. Wachstum – Hightech-Strategie 2020 für Deutschland. Bonn/Berlin
- [9] Handelsblatt vom 23.08.2006: "Der umgekehrte Solidaritätszuschlag"  
<http://www.handelsblatt.com/karriere/nachrichten/absolventen-abwanderung-der-umgekehrte-solidaritaetszuschlag-seite-all/2696592-all.html> (letzter Zugriff: 22.03.2013)
- [10] Europäische Kommission (2011): Vorschlag für BESCHLUSS DES RATES über das spezifische Programm zur Durchführung des Rahmenprogramms für Forschung und Innovation „Horizont 2020“ (2014-2020)
- [11] Leber, J. in Technology Review vom 01.02.2013: „Der Exodus wird sich umkehren“  
<http://heise.de/-1791897> (letzter Zugriff: 22.03.2013)
- [12] Regalato, A. in Technology Review vom 11.01.2013: "Die USA sollten nach höheren Bäumen Ausschau halten"  
<http://heise.de/-1780648> (letzter Zugriff: 22.03.2013)
- [13] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2008): Megatrends der Nachhaltigkeit – Unternehmensstrategien neu denken. Bonn
- [14] Credit Suisse (2010): Megatrends Sustainability. Investment Campaigns & Communication. Zürich
- [15] Z\_punkt The Foresight Company & BDI Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (2011): Deutschland 2030 – Zukunftsperspektiven der Wertschöpfung. Berlin
- [16] International Energy Agency (iea) (2011): World Energy Outlook 2011 – Zusammenfassung. Paris
- [17] Strunden, C. in NZZ am Sonntag vom 05.08.2012: „Wasser wird nie knapp“  
[http://app.nzz.ch/2012/08/05/hintergrund/JN7H8/wasser-wird-nie-knapp?guest\\_pass=d0b5050793%3AJN-7H8%3A2107df54fc82b13d5ea4be7d51ff559121a039b2](http://app.nzz.ch/2012/08/05/hintergrund/JN7H8/wasser-wird-nie-knapp?guest_pass=d0b5050793%3AJN-7H8%3A2107df54fc82b13d5ea4be7d51ff559121a039b2) (Letzter Zugriff: 22.03.2013)



- [18] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (2012): Education for all – Global Monitoring Report. UNESCO Publishing. Paris
- [19] OECD (2012): OECD-Umweltausblick bis 2050: Die Konsequenzen des Nichthandelns. OECD Publishing  
<http://dx.doi.org/10.1787/9789264172869-de> (letzter Zugriff: 22.03.2013)
- [20] Huber, Jeanette (20011): Megatrends und Arbeit der Zukunft VDMA & Zukunftsinstitut (Vortrag)
- [21] :zukunfts|institut (2011): Mega-Trend-Map 2.0.  
[www.trend-update.de/megatrend-map](http://www.trend-update.de/megatrend-map) (letzter Zugriff: 25.03.2013)
- [22] Alt, Hans-Jürgen (2011): Maschinenbaukompetenz in NRW – Spitze in 2020. ExzellenzNRW Cluster Nordrhein-Westfalen. ProduktionNRW Cluster Maschinenbau/Produktionstechnik & VDMA. Impulsvortrag
- [23] what's next (2010): Trend & Technology Timeline 2010+  
[http://www.nowandnext.com/?action=misc&subaction=trend\\_maps](http://www.nowandnext.com/?action=misc&subaction=trend_maps) (letzter Zugriff: 22.03.2013)
- [24] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2006): Szenarien der Mobilitätsentwicklung unter Berücksichtigung von Siedlungsstrukturen bis 2050. Berlin/Bonn
- [25] Statistisches Bundesamt (2012): Geburten in Deutschland. Wiesbaden
- [26] prognos (2010): Auf einen Blick Prognos Zukunftsatlas 2010 – Deutschlands Regionen im Zukunftswettbewerb. Prognos AG. Berlin/Bremen/Düsseldorf
- [27] Expertengespräche und Vorträge im Rahmen der Konferenz „New Mobility“. Messe Leipzig, 22.-24. Oktober 2012
- [28] prognos (2009): Der Prognos Zukunftsatlas Branchen 2009 – Auf einen Blick. Prognos AG. Berlin/Bremen/Düsseldorf
- [29] Hanseatic Institute for Entrepreneurship and Regional Development an der Universität Rostock (HIERO) (2008): Wirtschaftliche Zukunftsfelder in Ostdeutschland. Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS). Rostock.
- [30] Bechman, S.; Dahms, V.; Tschersich, N.; Frei, M.; Leber, U.; Schwengler B. (2012): IAB-Forschungsbericht 13/2012. Fachkräfte und unbesetzte Stellen in einer alternden Gesellschaft – Problemlagen und betriebliche Reaktionen. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit. Nürnberg
- [31] Arent, S; Nagl, W. (2010): Ostdeutscher Fachkräftemangel bis 2030. Ifo Dresden berichtet 6/2010. S. 40-43
- [32] VDI (2012): Studie: Produktion und Logistik in Deutschland 2025: Trends, Tendenzen, Schlussfolgerungen. Verein Deutscher Ingenieure e.V. VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik. Düsseldorf
- [33] Erdmann, V.; Koppel, O. (2010): Demografische Herausforderung: MINT-Akademiker, IW-Trends – Vierteljahresschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung aus dem Institut der deutschen Wirtschaft Köln. Heft 4/2010
- [34] Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr Sachsen (SMWA) (2012): Innovationsstrategie des Freistaates Sachsen. Dresden
- [35] Witten, E.; Jahn, B.; Karl, D. (2012): Composites-Marktbericht 2012. Marktentwicklungen, Trends, Herausforderungen und Chancen. AVK e.V. - Industrievereinigung verstärkte Kunststoffe. Frankfurt
- [36] Thehos, K., Pressemitteilung der Technischen Universität Chemnitz vom 18.01.2011: „Holz anstatt Stahl sorgt für weniger Schall und Schwingungen“  
<http://www.tu-chemnitz.de/tu/presse/aktuell/2/3436> (letzter Zugriff: 25.03.2013)

- [37] United Nations Environment Programme (2009): Recycling – From E-Waste to Resources. United Nations Environment Programme & United Nations University
- [38] Rötzer, F. in Telepolis vom 12.03.2013: „3D-Drucker für Ersatz von Körperteilen“  
<http://www.heise.de/tp/artikel/38/38730/1.html> (letzter Zugriff: 25.03.2013)
- [39] VDE/VDI/IT (2011): Technologische und wirtschaftliche Perspektiven Deutschlands durch die Konvergenz der elektronischen Medien. Studie der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH in Kooperation mit dem Institut für Gründung und Innovation der Universität Potsdam im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Berlin
- [40] Mathes, V. in Frankfurt Industrieanzeiger vom 20.08.2012: „Faserverbund-Kunststoffe – mehr als nur Carbon...“ AVK – Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e. V.  
<http://www.industrieanzeiger.de/home/-/article/32571342/37421472?returnToFullPageURL=back> (letzter Zugriff: 26.03.2013)
- [41] Stegmaier, T. (2008): Beispiele zur Werkstoffentwicklung, Kooperationsmodelle, Fördermöglichkeiten. Bionik Workshop Osnabrück 8.-9.04.2008. Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Deckendorf
- [42] Credit Suisse (2009): Megatrends. Chancen und Risiken für KMU. Forum Zukunft KMU 2009. Credit Suisse Economic Research. Zürich
- [43] ESF-Nachwuchsforschergruppe „The Smart Virtual Worker“ an der TU Chemnitz  
[http://www.tu-chemnitz.de/forschung/virtual\\_humans/nwfg\\_svw/](http://www.tu-chemnitz.de/forschung/virtual_humans/nwfg_svw/) (letzter Zugriff: 26.03.2013)
- [44] Leber, J. in Technology Review vom 11.12.2012: „Vorsprung durch Maschinenlesen“  
<http://heise.de/-1765086> (letzter Zugriff: 26.03.2013)
- [45] Geisberger, E.; Broy, M. (2012): >agendaCPS Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Systems. acatech Deutsche Akademie für Technikwissenschaften. München/Berlin
- [46] heise online vom 17.12.2012: „IBM: Fünf Sinne für Computer“  
<http://heise.de/-1770675> (letzter Zugriff: 26.03.2013)
- [47] Corporate Trust (2012): Studie: Industriespionage 2012 – Aktuelle Risiken für die deutsche Wirtschaft durch Cyberwar. Corporate Trust - Business Risk & Crisis Management GmbH. Begleitet durch Brainloop AG & TÜV SÜD AG. München
- [48] Kunigkeit, S., dpa über heise online vom 30.10.2012: „Mit dem Schraubendreher gegen die Elektroschrott-Lawine“  
<http://heise.de/-1739017> (letzter Zugriff: 26.03.2012)
- [49] Global Foundries. Vision, Mission & Values  
<http://www.globalfoundries.com/about/vision.aspx> (letzter Zugriff: 26.03.2013)
- [50] Kagermann, H.; Lukas, W.-D. in Ingenieur.de vom 01.04.2011: „Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution“  
<http://www.ingenieur.de/Themen/Produktion/Industrie-4.0-Mit-Internet-Dinge-Weg-4.-industriellen-Revolution> (letzter Zugriff: 26.03.2013)
- [51] Brahms, T.; Kühne, U.; Greiner, S.; Albers, H. (2007): Machbarkeitsstudie zur Verwertung von Faserverbundwerkstoffen (MaVeFa). Forschungs- und Koordinierungsstelle Windenergie (fk-wind) & Institut für Umwelt und Biotechnik, Hochschule Bremen im Rahmen des 6. Forschungsworkshop Windenergie am 24.04.2007. Hochschule Bremerhaven
- [52] Götze, J.; Müller, E.; Jähne, D.-M.; Schumann, C.-A. (2012): information site map (ISIMAP) approach for a better management of logistic ad-hoc processes. New Horizons in Logistics and Supply Chain Management. 17th International Symposium on Logistics (ISL2012) vom 08.-11.07.2012. Cape Town. South Africa

- [53] United Nations Environment Programme (2011): Recycling Rates of Metals – A Status Report. United Nations Environment Programme & United Nations University
- [53] MFG-Stiftung Baden-Württemberg (2008): FAZIT Forschung. S. 66ff. Schriftenreihe 17
- [54] Müller, E. in manager magazin online vom 13.02.2013: „Pioniere des Wachstums, 2. Teil: Absolute Zuverlässigkeit, höchste Qualität und unwiderstehliche Produkte“  
<http://www.manager-magazin.de/magazin/artikel/0,2828,880099-2,00.html> (letzter Zugriff: 02.04.2013)
- [55] Chan, T.; Michael, D.-C.; Nettersheim C.; Tong, M.; Tratz, A. (2012): The End of Easy Growth – Fast-Growing Companies Face Headwinds as They Expand, BCG The Boston Consulting Group, S. 10  
[http://www.bcg.com.cn/export/sites/default/en/files/publications/reports\\_pdf/BCG\\_End\\_of\\_Easy\\_Growth\\_Sep\\_2012\\_ENG.pdf](http://www.bcg.com.cn/export/sites/default/en/files/publications/reports_pdf/BCG_End_of_Easy_Growth_Sep_2012_ENG.pdf) (letzter Zugriff: 03.04.2013)
- [56] VDMA (2012): VDMA-Kennzahlen vergleichen, verstehen, verändern – Entwicklung und Konstruktion
- [57] Hildenbrand, K. (2006): Strategisches Dienstleistungsmanagement in produzierenden Unternehmen. Difo-Druck GmbH. Bamberg
- [58] Meier, H.; Uhlmann E., Kortmann D. (2005): Hybride Leistungsbündel - Nutzenorientiertes Produktverständnis durch interferierende Sach- und Dienstleistungen. wt Werkstattstechnik online, 95(7): S. 528-532.
- [59] Meier, H.; Kortmann D. (2006): Automatisierte Dienstleistungsprozesse hybrider Leistungsbündel - Handlungsfelder und Lösungsansätze. ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. S. 557-560. 10/2006
- [60] Seliger, G.; Gegusch, R.; Bilgen E. (2007): Wissensgenerierung in hybriden Leistungsbündeln - Wissensgenerierung zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit in hybriden Leistungsbündeln. Wt Werkstattstechnik online. S. 522-525. 97(7/8)
- [61] Uhlmann, E., C. Geisert, und C. Stelzer (2007): Hybride Leistungsbündel für die Mikroproduktion. Wt Werkstattstechnik online, 97(3): S. 126-129.
- [62] VDMA (2009): Volkswirtschaft und Statistik – Statistik für den Maschinenbau. VDMA. LV Ost
- [63] VDMA (2006): Volkswirtschaft und Statistik – Statistik für den Maschinenbau. VDMA. LV Ost
- [64] TU Chemnitz. Pressemitteilung vom 25.08.2010: „In einem Schritt zu komplexen Hybridbauteilen“  
<http://www.tu-chemnitz.de/tu/presse/2010/08.25-08.19.html> (letzter Zugriff: 03.04.2013)
- [65] Jaguar Media Center vom 23.01.2013: „Jaguar startet lokale Produktion der XF Limousine in Indien“  
<http://newsroom.jaguarlandrover.com/de-de/jlr-corp/neuigkeiten/2013/01/pune/> (letzter Zugriff: 03.04.2013)
- [66] Ivanova, R.; Ganß, M.; Baum, H.; Schütze, J. (2011): Forschungsprojekt KMUflex Stabilitätsförderliche Flexibilisierungsstrategien in industriellen KMU-Kompetenzzellen. Management Report – Eine empirische Studie in industriellen KMU. Institut für Betriebswissenschaften und Fabrikplanung. Technische Universität Chemnitz
- [67] Kultusministerkonferenz und Bundesministerium für Bildung und Forschung (2010): Bildungsbericht 2010
- [68] Kilimann, S. in Zeit online vom 04.03.2013: „Autos aus der Cloud“  
<http://www.zeit.de/auto/2013-02/autoentwicklung-crowdsourcing> (letzter Zugriff: 03.04.2013)
- [69] Lutz, B.; Grünert, H.; Ketzmerick, T.; Wiekert, I. (2010): Fachkräftemangel in Ostdeutschland - Metall und Elektrobetriebe. Otto Brenner Stiftung
- [70] Statista: Barrieren der Etablierung von RFID als Standardtechnologie. Aus: TNS Infratest (2009): Zukunft und Zukunftsfähigkeit der Informations- und Kommunikationstechnologien und Medien - Internationale Delphi-Studie 2030

- [71] Statistisches Bundesamt (2011): Fachserie 1 Reihe 4.1.2. Bevölkerung und Erwerbstätigkeit. Mikrozensus Beruf, Ausbildung und Arbeitsbedingungen der Erwerbstätigen. Band 2: Deutschland
- [72] VDMA (2010): VDMA-Kennzahlen. vergleichen, verstehen, verändern – Personalstruktur 2010
- [73] Westkämper, E.; Zahn, E. (Hrsg.) (2009): Wandlungsfähige Produktionsunternehmen – Das Stuttgarter Unternehmensmodell. Springer Verlag. Berlin/Heidelberg
- [74] TU Chemnitz: Experimentier- und Digitalfabrik  
<http://www.tu-chemnitz.de/mb/FabrPlan/EDF/> (letzter Zugriff: 03.04.2013)
- [75] VDMA (2010): VDMA-Kennzahlen. vergleichen, verstehen, verändern – Fertigung und Montage 2010
- [76] Lutz, A. in PerspektiveMittelstand vom 13.08.2012: „Demografiefest durch Mitarbeiter – eigene Karriereplanung“  
<http://www.perspektive-mittelstand.de/Generationenmanagement-Demografiefest-durch-Karriereplanung/management-wissen/4819.html> (letzter Zugriff: 03.04.2013)
- [77] VDMA: Kostenstruktur 2006/2009
- [78] Expertenworkshop im Rahmen der Zukunftsstudie am 19.12.2012 in Jena und am 04.02.2013 in Chemnitz
- [79] Weidlich, D.; Pohl, M. (2012): Kooperation durch Netzwerke: Gewinn oder Risiko? In: Müller, E., Bullinger A.C (Hrsg.) Tagungsband VPP2012. Vernetzt planen und produzieren. Symposium Wissenschaft und Praxis - Intelligent vernetzte Arbeits- und Fabriksysteme. 08.-09.11.2012, S.367-375
- [80] Uhlmann, M.; Kleeberg, K.: ArbeitGeber Zusammenschlüsse – ein intern-externes Flexibilisierungsinstrument für KMU, ATB Beitrag, TBI 11 Nachhaltigkeit in Fabrikplanung und Fabrikbetrieb, Chemnitz, TU-Chemnitz Institut für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme.
- [81] IW-Studie. Endbericht vom 25.07.2012: Wertschöpfungsketten und Netze
- [82] Bundesministerium für Bildung und Forschung  
<http://www.unternehmen-region.de> (letzter Zugriff: 03.04.2013)
- [83] Lean Production Expert: 7 Verschwendungsarten  
<http://www.lean-production-expert.de/lean-production/7-verschwendungsarten.html> (letzter Zugriff: 03.04.2013)
- [84] eigene Berechnung auf Basis amtl. Statistik
- [85] Wirtschaftsförderung Sachsen. Broschur „Maschine!“, S. 5
- [86] Probst, G.; Raub, S.; Romhardt, K. (2006): Wissen managen – Wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen. 5. Auflage. Gabler-Verlag. Wiesbaden
- [87] Alpar, P.; Niederreichholz, J. (HRSG.) (2000): Data Mining im praktischen Einsatz. Verfahren und Anwendungsfälle für Marketing, Vertrieb, Controlling und Kundenunterstützung. Vieweg: Braunschweig/Wiesbaden.
- [88] Teece, D. J.; Pisano, G.; Shuen, A. (1997): Dynamic Capabilities and Strategic Management. In: Strategic Management Journal (18) 7, S. 509-533.
- [89] Pavlou, P. A.; El Sawy, O. A. (2011): Understanding the Elusive Black Box of Dynamic Capabilities. Decision Sciences 42 1. S. 239-273.
- [90] Lichtblau, K. (2008): Der Maschinenbau als Impulsgeber für die ostdeutsche Wirtschaft – Ergebnisse einer Unternehmensbefragung im Maschinenbau. Institut der deutschen Wirtschaft Köln. Expertenforum „Zukunft Maschinenbau“ Leipzig, 28.02.2008

- [91] Holtmann, E.; Ragnitz, J.; Völkl, K. (2012): Ostdeutschland 2020. Die Zukunft des „Aufbau Ost“, Friedrich-Ebert-Stiftung, Berlin
- [92] Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Technologie (2012): Zukunft Ost. Analysen, Trends, Handlungsempfehlungen
- [93] Blum, U. (2008): Aufbau Ost: Ist der Erfolg von heute die Entwicklungsschranke von morgen?. Institut der deutschen Wirtschaft Köln. Expertenforum „Zukunft Maschinenbau“. Leipzig, 28.02.2008
- [94] IW – Institut der deutschen Wirtschaft Köln (2012): Wertschöpfungsketten und Netzwerke. Wertschöpfungsketten und Netzwerkstrukturen in der deutschen Industrie – Welche Veränderungen sind zu erwarten?. Endbericht der IW Consult GmbH im Auftrag der Verbände VCI, VDMA und WV Stahl. Köln
- [95] Borstel, S. von in Die Welt vom 26.09.2012: „Einheitsbericht: Osten liegt weiter denn je hinter Westen zurück“  
<http://www.welt.de/politik/deutschland/article109479713/Osten-liegt-weiter-denn-je-hinter-Westen-zurueck.html> (letzter Zugriff: 09.04.2013)
- [96] Bundesministerium des Innern (2011): Wirtschaftlicher Stand und Perspektiven für Ostdeutschland
- [97] Goldhofer (2013): Punktlandung in Asien: Goldhofer mit Top-Präsenz auf der bC India  
<http://www.goldhofer.de/gh-de/news/meldungen/Punktlandung-in-Asien-Goldhofer-mit-Top-Praesenz-auf-der-bC-India.php> (letzter Zugriff: 04.04.2013)
- [98] Prof. Dr. Holzhauser & Partner Rechtsanwälte GbR vom 01.10.2010: „Volkswagen bringt den ‚Vento‘ auf den Markt – ein speziell für Indien konstruierter PKW“  
[http://www.holzhauser.de/index.php/indiennews\\_startseite/items/volkswagen-bringt-den-vento-auf-den-markt-ein-speziell-fuer-indien-konstruierter-pkw.html](http://www.holzhauser.de/index.php/indiennews_startseite/items/volkswagen-bringt-den-vento-auf-den-markt-ein-speziell-fuer-indien-konstruierter-pkw.html) (letzter Zugriff: 04.04.2013)
- [99] Kolbrück, O. in Horizont.net vom 14.01.2010: „Ford inszeniert den Focus global einheitlich und digital“  
[http://www.horizont.net/aktuell/marketing/pages/protected/Ford-inszeniert-den-Focus-global-einheitlich-und-digital\\_89547.html](http://www.horizont.net/aktuell/marketing/pages/protected/Ford-inszeniert-den-Focus-global-einheitlich-und-digital_89547.html) (letzter Zugriff: 04.04.2013)
- [100] Simon, H. (2012): Die Wirtschaftstrends des neuen Jahrzehnts Koschnick, W. J. (Hrsg.) Focus Jahrbuch 2012 – Prognosen, Trend- und Zukunftsforschung, S. 1-9, Focus Magazin Verlag GmbH. München
- [101] Müller, E. in Manager Magazin Online vom 13.02.2013: „Pioniere des Wachstums“  
[https://heft.manager-magazin.de/reader/index\\_MM.html#j=2013&h=1&a=90103094](https://heft.manager-magazin.de/reader/index_MM.html#j=2013&h=1&a=90103094) (letzter Zugriff: 04.04.2013)
- [102] Steinebach, M., Pressestelle der TU Chemnitz vom 26.11.2002: „Produktion aus dem Baukasten – ‚Plug + Produce‘: Fabriken und Maschinen von morgen sind wandelbar und modular“  
<http://www.tu-chemnitz.de/tu/presse/aktuell/2/1898> (letzter Zugriff: 04.04.2013)
- [103] Krempel, S. in HardwareHacks vom 25.10.2012: „Telefónica entwickelt Bausatz fürs Internet der Dinge“  
<http://www.heise.de/hardware-hacks/meldung/Telefonica-entwickelt-Bausatz-fuers-Internet-der-Dinge-1736864.html> (letzter Zugriff: 04.04.2013)
- [104] ProAlpha Referenzen, Händle GmbH  
[http://www.proalpha.de/uploads/tx\\_proalphareferences/haendle.pdf](http://www.proalpha.de/uploads/tx_proalphareferences/haendle.pdf) (letzter Zugriff: 04.04.2013)
- [105] Pressemitteilung Karl Meyer AG vom 06.10.2019: „Karl Meyer AG setzt auf Zeitwertkonten- und Lebensarbeitszeitmodelle“  
[http://www.karl-meyer.de/index.php?id=130&tx\\_ttnews\[tt\\_news\]=8&cHash=0c6da0fb38420db3f9932d5f997f4ba5](http://www.karl-meyer.de/index.php?id=130&tx_ttnews[tt_news]=8&cHash=0c6da0fb38420db3f9932d5f997f4ba5) (letzter Zugriff: 04.04.2013)
- [106] Single Minute Exchange of Die  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Single\\_Minute\\_Exchange\\_of\\_Die](http://de.wikipedia.org/wiki/Single_Minute_Exchange_of_Die) (letzter Zugriff: 04.04.2013)

- [107] Steuhoff, H. U. (2000): Virtuelle Unternehmen ein Modell mit Zukunft? In: VDI-Nachrichten magazin. Expo 2000. (24). S. 30-31
- [108] vfeb.ch <http://www.vfeb.ch/> (letzter Zugriff: 04.04.2013)
- [109] Pressemitteilung Schaeffler-Gruppe vom 05.04.2011: „Unterstützung nach Maß: Exakte Steuerung macht E-Bikes attraktiver“  
<http://www.schaeffler-gruppe.de/content.schaefflergroup.de/de/press/press-releases/press-details.jsp?id=3447044>  
(letzter Zugriff: 04.04.2013)
- [110] VDI Richtlinie 4499: Digitale Fabrik
- [111] TA-SWISS, Zentrum für Technologiefolgen- Abschätzung (46/2003): Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft – Auswirkungen des Pervasive Computing auf die Gesundheit und Umwelt. Technologische und wirtschaftliche Perspektiven Deutschlands durch die Konvergenz der elektronischen Medien. Arbeitsband 2011. Studie der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
- [112] Schlögl, Wolfgang (2011): Digitales Engineering schließt die Lücke zwischen Digitaler Fabrik und Anlagenbetrieb In: 8. Fachtagung „Digitales Engineering und virtuelle Techniken zum Planen, Testen und Betreiben technischer Systeme“. 14. IFF-Wissenschaftstage, Magdeburg. 28.-30.06.2011. S. 191-199
- [113] Westkämper, E. (2003): Digitale und virtuelle Welten in der Fabrik von Morgen In: Die wandlungsfähige Fabrik. IFA-Fachtagung 2003. Hannover, 20.-21.03.2003. S. 43-63
- [114] Reiff, G.W. (2004): Innovative Vertriebs- und Marketingkonzepte für industrielle Dienstleistungen. Verlag Dr. Kovac. Hamburg
- [115] Spath, D.; L. Demuß (2003): Entwicklung hybrider Produkte – Gestaltung materieller und immaterieller Leistungs-bündel In: H.-J. Bullinger, A.W. Scheer (Hrsg.) Service Engineering. 2003. S. 463-502. Springer Verlag. Berlin
- [116] Schuh, G. (2012): Innovationsmanagement. Springer Verlag. Berlin
- [117] Friedli, T.; Gebauer, H. (2003): Erfolgsfaktoren für professionelles Dienstleistungsmanagement in produzierenden Unternehmen. Industrie Management. 19(5) 2003: S. 74-77
- [118] Hildenbrand, K. (2006): Strategisches Dienstleistungsmanagement in produzierenden Unternehmen. Difo-Druck GmbH. Bamberg
- [119] <http://www.conloadsys.eu/de/index.php> (letzter Zugriff: 05.04.2013)
- [120] Astheimer, S. in Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 01.03.2010: „Geburtsstunde der Greencard: Als Einwanderung wieder als Gewinn galt“  
<http://www.faz.net/themenarchiv/2.1181/geburtsstunde-der-greencard-als-einwanderung-wieder-als-ge-winn-galt-1941918.html> (letzter Zugriff: 05.04.2013)
- [121] <http://www.vdini-club.de/layout-echtseite/eltern/was-ist-der-vdini-club/> (letzter Zugriff: 05.04.2013)
- [122] <http://www.mentosa.de> (letzter Zugriff: 05.04.2013)
- [123] Werle, K. in Manager Magazin Online vom 24.08.2012: „Karriereverweigerer – Wer will noch Chef werden?“  
<http://www.manager-magazin.de/magazin/artikel/0,2828,851513-4,00.html> (letzter Zugriff: 05.04.2013)
- [124] Trentmann, N. in Welt Online vom 10.01.2013: „Taicang – Die deutsche Musterstadt mitten in China“  
<http://www.welt.de/wirtschaft/article112656041/Taicang-Die-deutsche-Musterstadt-mitten-in-China.html> (letz-ter Zugriff: 05.04.2013)



- [125] Harms, W. in Financial Time Deutschland vom 19.11.2012: „Wenn der Arbeitgeber die Mitfahrgelegenheit organisiert“  
<http://www.ftd.de/karriere/management/:fahrgemeinschaften-im-job-wenn-der-arbeitgeber-die-mitfahrgelegenheit-organisiert/70119024.html> (letzter Zugriff: 05.04.2013)
- [126] <https://emedia-medizin.rwth-aachen.de/> (letzter Zugriff: 05.04.2013)
- [127] Pressemitteilung des Instituts für Industrielle Fertigung und Fabrikbetriebe (IFF) vom 10.06.2007: „Das IFF präsentiert innovative Lernfabrik“  
[http://lf.iff.uni-stuttgart.de/presse/PM\\_LF-Er%C3%B6ffnung\\_2007.pdf](http://lf.iff.uni-stuttgart.de/presse/PM_LF-Er%C3%B6ffnung_2007.pdf) (letzter Zugriff: 05.04.2013)
- [128] Bauernhansl, T.; Dinkelmann, M.; Siegert, J. (2012): Lernfabrik advanced Industrial Engineering. Teil 1 Lernkonzepte und Struktur. In *werkstattstechnik online* 102 (3). S. 80–83
- [129] Abele, E.; Kürke, B.; Rotenbücher, S. (2010): Entwicklungstrends zur Erhöhung und Bewertung der Energieeffizienz spanender Werkzeugmaschinen In: Neugebauer, R. (Hrsg.): ICMC-Tagungsband 13, IWU. Wissenschaftliche Skripte. Chemnitz
- [130] ElMaraghy, H. A. (Hg.) (2012): Enabling manufacturing competitiveness and economic sustainability. Proceedings of the 4th International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production (CARV2011). Montreal, Canada. 02.-05.10.2011. International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production. CIRP - The International Academy for Production Engineering. CARV 2011. Berlin: Springer.
- [131] Wagner, U.; AlGeddawy, T.; ElMaraghy, H.; Müller, E. (2012): The State-of-the-Art and Prospects of Learning Factories. unveröffentlicht.
- [132] Müller, E.; Götze, U.; Fischer, S.; Veit, T.; Strauch, J.; Kränert, S. (2010): Auswirkungen von Lean-Logistikstrategien auf energieeffizienten Fabrikssysteme. In: Neugebauer, R. (Hrsg.) *Energieeffiziente Produkt- und Prozessinnovationen in der Produktionstechnik/Energy-Efficient Product and Process Innovation in Production Engineering*. 1. Internationales Kolloquium des Spitzentechnologieclusters eniPROD. S. 551–572. Verlag Wissenschaftliche Skripte. Auerbach/V
- [133] Reinhart, G.; Niehues, K.; Maier, T. in *Fertigung – das Fachmagazin für die Metallbearbeitung* vom 11.3.2011: „Kampf der Verschwendung“ <http://www.fertigung.de/2011/03/kampf-der-verschwendung/> (letzter Zugriff: 05.04.2013)
- [134] Dinkelmann, M.; Riffelmacher, P.; Westkämper, E. (2012): Training concept and structure of the Learning Factory advanced Industrial Engineering In: Hoda A. ElMaraghy (Hg.): *Enabling manufacturing competitiveness and economic sustainability. Proceedings of the 4th International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production (CARV2011)*, Montreal, Canada, 2 - 5 October 2011. S. 624–629. Springer Verlag. Berlin
- [135] Ackermann, J.; Horbach, S.; Börner, F.; Müller, E. (2011): Wandlungsfähiger Fabrikbaukasten - Konzept und Umsetzung In: E. Müller und B. Spanner-Ulmer (Hg.) *Nachhaltigkeit in Fabrikplanung und Fabrikbetrieb*. TBI 11 - 14. Tage des Betriebs- und Systemingenieurs (Tagungsband). S. 363.-371. Eigenverlag. Chemnitz
- [136] Institut für Mittelstands- und Regionalentwicklung GmbH – imreg (2013): *Ökonomische Effekte der gemeinnützigen Industrieforschungseinrichtungen (IFE) in Sachsen*. Studie
- [137] Institut für Wirtschaftsforschung Halle – IWH (2012): *Evaluierung des BMWi-Programms „FuE-Förderung gemeinnütziger Industrieforschungseinrichtungen Ostdeutschlands - Innovationskompetenz Ost (INNOKOM-Ost)“ einschließlich des Modellvorhabens Investitionszuschuss technische Infrastruktur*. Studie. Halle.
- [138] Lamancusa, J.; Zayas, J.; Soyster, A.; Morell, L.; Jorgensen, J. (2008): The Learning Factory: Industry-Partnered Active Learning. *Journal of Engineering Education*. Vol.97(1). S. 5–12
- [139] Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH – ZEW (13.12.2011): *Systemevaluierung „KMU-innovativ“*  
<http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/docus/dokumentation1204.pdf> (letzter Zugriff: 05.04.2013)

- [140] VDMA-Impulsstudie (2010): Clusteraktivitäten der Unternehmen im deutschen Maschinenbau
- [141] Berka, M.; Hennersdorf, J.; Holst, G.; Krippendorf, W.; Richter, U. (2007): Die Struktur des Maschinenbaus in Ostdeutschland - Ansatzpunkte einer arbeitsorientierten Branchenstrategie. Eine Studie im Auftrag der Otto Brenner Stiftung. Frankfurt/Main
- [142] TU Chemnitz, Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb und Professur Organisation und Arbeitswissenschaften: Projekt InnoLab  
<http://www.innolab-pro.tu-chemnitz.de/> (letzter Zugriff: 05.04.2013)
- [143] Schulz, K.-P.; Riedel, R. (2009): Innovation through Process Simulations and Business Games – Considering the Social Aspects of Innovating in Networks. International Conference on Advances in Production Management Systems: INNO-VATIONS IN NETWORKS, 2009. Originaldarstellung aus: TU Chemnitz, Nachwuchsforschergruppe IREKO
- [144] <http://www.exist.de/exist-forschungstransfer/index.php> (letzter Zugriff: 05.04.2013)
- [145] <http://www.spinoff-mv.de/> (letzter Zugriff: 05.04.2013)
- [146] [www.saxeed.net](http://www.saxeed.net) (letzter Zugriff: 05.04.2013)
- [147] Koschnick, W. J. (2012): Nur falsche Prognosen sind gute Prognosen, und das ist auch ganz gut so In Koschnick, Wolfgang J. (Hrsg.) Focus Jahrbuch 2012 – Prognosen, Trend- und Zukunftsforschung. S. 3-46. Focus Magazin Verlag GmbH. München
- [148] Popp, R. (2012): Viel Zukunft – wenig Forschung In Koschnick, Wolfgang J. (Hrsg.) Focus Jahrbuch 2012 – Prognosen, Trend- und Zukunftsforschung. S. 95-134. Focus Magazin Verlag GmbH. München
- [149] Albers, A.; Denkena, B.; Matthiesen, S. (Hrsg.) (2012): > Faszination Konstruktion – Berufsbild und Tätigkeitsfeld im Wandel. Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech). München/Berlin
- [150] Wirth, S. (1999): Sonderforschungsbereich 457. Hierarchielose regionale Produktionsnetze. Theorien, Modelle, Methoden und Instrumentarien. Finanzierungsantrag 2000, 2001, 2002. S. 36, 37, 40. Technische Universität Chemnitz
- [151] Deutsche Forschungsgemeinschaft (2012): Förderatlas 2012. Kennzahlen zur öffentlich finanzierten Forschung in Deutschland. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- [152] [www.car2go.com](http://www.car2go.com) (letzter Zugriff: 09.04.2013.)
- [153] [www.elvis-ag.com](http://www.elvis-ag.com) (letzter Zugriff: 09.04.2013)
- [154] Forschungsunion Wirtschaft und Wissenschaft (2012): Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern – Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Berlin
- [155] Gabler Verlag (Hrsg.): Gabler Wirtschaftslexikon, online im Internet: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de> (letzter Zugriff: 10.04.2013)  
Stichwort: Blended Learning, <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/435569391/blended-learning-v3.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)  
Stichwort: Data Mining, <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/57691/data-mining-v7.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)  
Stichwort: Innovation, <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/54588/innovation-v7.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)  
Stichwort: CAD, <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/74985/cad-v8.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)  
Stichwort: Lean Management, <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/54609/lean-management-v5.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)  
Stichwort: Taylorismus, <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/55478/taylorismus-v8.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

Stichwort: Open Source, <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/77360/open-source-v6.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

Stichwort: Soziale Medien, <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/569839/soziale-medien-v2.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

Stichwort: Sendungsverfolgung, <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/83376/sendungsverfolgung-v5.htm> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

[156] "Aufgaben und Methoden des Data Mining" <http://wissensexploration.de/datamining-kdd-aufgaben-methoden.php> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

[157] Hall, A. über MEETINGSNET: „BRIC Is Now BRIICS for Global Companies" <http://meetingsnet.com/global-site-research/bric-now-briics-global-companies> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

[158] Zentrum für Sozialforschung Halle: Planen mit Weitblick – Herausforderung für kleine Unternehmen.

[159] Böhm, S. A.; Kunze, F.; Baumgärtner, M. K.; Bruch, H. (2009): Demographiefeste Unternehmensführung – Strategische Maßnahmen zum Management einer Aging Workforce In: Strategische Führung auf dem Prüfstand (2009) S. 17-32. Springer Verlag, Berlin

[160] E-Learning <http://de.wikipedia.org/wiki/E-Learning> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

[161] ICM e.V.: Tätigkeitsbericht 2011

[162] Innovationsindikator. Innovationsindikator 2012-Methodik. <http://www.innovationsindikator.de/der-innovationsindikator/methodik/> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

[163] BMBF, Bundesbericht Forschung u. Innovation 2012, S. 396

[164] Europäische Kommission (2006), Unternehmen und Industrie: Die neue KMU-Definition - Benutzerhandbuch und Mustererklärung.

[165] Baum, H. (2008): Morphologie der Kooperation als Grundlage für das Konzept der Zwei-Ebenen-Kooperation. TU Chemnitz, Fakultät Maschinenbau

[167] Liestmann, V., Gill, Ch., Reddemann, A., Sontow, K. (1999): Kooperationen industrieller Dienstleistungen in Theorie und Praxis In: Fortschritts-Berichte. VDI Reihe 16 Nr. 104. Luczak, H.; Schenk, M. (Hrsg.). S. 1-36

[168] Lean Management, [http://de.wikipedia.org/wiki/Lean\\_Management](http://de.wikipedia.org/wiki/Lean_Management) (letzter Zugriff: 10.04.2013)

[169] DATACOM Buchverlag GmbH (Hrsg.): IT Lexikon, das große Onlinewissen für Informationstechnologie, <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Mooresches-Gesetz-Moores-law.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

[170] O'Neill, J.; Wilson, D.; Purushothaman, R.; Stupnytska, A. (01.12.2005): How Solid are the BRICs?, in: Global Economics Paper No. 134, Goldman Sachs

[171] Product Lifecycle Management, <http://www.plm-info.de/de/default.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

[172] Toffler, A. (1983): Die dritte Welle, Zukunftschance. Perspektiven für die Gesellschaft des 21. Jahrhunderts. (Übers., The third wave, 1980)

[173] Reichwald, R., Piller, F. (2006): Interaktive Wertschöpfung – Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung

[174] Kanz, J. vom 24.10.2011: „Schlüsseltechnologien und die industrielle Wettbewerbsfähigkeit aus Sicht der EU" <http://juergenkanz.blogspot.de/2011/10/schlüsseltechnologien-und-die.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

[175] ScanBalt, <http://www.kooperation-international.de/detail/info/scanbalt.html> (letzter Zugriff: 10.04.2013)

- [176] Corsten, H.(2001): Dienstleistungsmanagement. Wissenschaftsverlag Oldenburg
- [177] Steven, M. (2005): Supply Chain Management für globale Wertschöpfungsprozesse. In: Wirtschaftswissenschaftliches Studium 34 (4), S.195-200
- [178] Meixell, M. J. / Gargeya, V. B.: Global supply chain design (2005): A literature review and critique Transportation Research Part E, Logistics and Transportation Review, Vol. 41, Issue 6, 2005, S. 531-550
- [179] Nohlen, D. (Hrsg.)(2010):Lexikon der Politikwissenschaft, 2 Bände, S. 1231
- [180] IBS Business Consulting GmbH - Management and Process Decision Support/Unsere Methoden und Lösungen [http://ibs-bc.de/typo3temp/pics/IBS\\_BC\\_Lean\\_3b390538a0.jpg](http://ibs-bc.de/typo3temp/pics/IBS_BC_Lean_3b390538a0.jpg) (letzter Zugriff: 10.04.2013)
- [181] Mayring, P. (2010): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 11., aktualisierte und überarbeitete Auflage. Beltz Verlag. Weinheim/Basel
- [182] Kühn, T./Koschel, K.-V. (2011): Gruppendiskussion. Ein Praxis-Handbuch. VS Verlag für Sozialwissenschaften. Wiesbaden
- [182] Ropohl, G. (1999): Allgemeine Technologie - eine Systemtheorie der Technik. 2. Auflage. Hanser. München, Wien
- [183] Wiendahl, H.-P. (1997): Betriebsorganisation für Ingenieure. 4. Auflage. Hanser. München
- [184] Porter, M. E. (1985): Competitive Advantage. Free Press. New York



## II Expertenworkshops

### a) Zielstellung und Methode

Im Rahmen der Studie wurden in Abstimmung mit dem VDMA Ost zwei Expertenworkshops durchgeführt. Diese dienten dazu, die in der Studie abgeleiteten Trends und Handlungsansätze zu validieren, zu priorisieren und weitere kreative Lösungsansätze zu finden. Gezielt wurden daher erfolgreiche Unternehmer aus verschiedenen Fachzweigen und Regionen eingeladen, um ein möglichst breites Spektrum abzudecken. So konnten aus verschiedenen Perspektiven Aussagen zur zukünftigen Entwicklung, zur Wirkung von Trends sowie zu sinnvollen Strategien als Vergleich gewonnen werden. Gleichzeitig wurde die wissenschaftliche Sicht durch eine unternehmerische Sicht ergänzt. Die nebenstehende Tabelle gibt einen Überblick über die Teilnehmer.

In Orientierung an der Methodik der Studie wurde auch im Workshop eine systemtheoretische Betrachtungsweise der Industrieunternehmen anhand der Wertschöpfungskette (vgl. Abb. 1) zugrunde gelegt. Im Workshop arbeiteten die Teilnehmer zur besseren Interaktion und Priorisierung einzelner Aspekte mit einer angepassten Version (vgl. Abb. 75: Material – Grundschemata vereinfachte Wertschöpfungskette).

Nach einem kurzen Input-Vortrag lagen den Teilnehmern des Workshops im ersten Teil eine Auswahl Trendkarten vor (vgl. Tabelle 18). Diese umfassten Stichworte aus den in Kapitel 2 vorgestellten Trendgruppen „Lebensweise“, „Umgebung“, „Bildung/Wissensgesellschaft“ und „Natur/Umwelt/Ressourcen“. Zusätzlich wurde noch der Bereich „Produktion/Technologie“ ergänzt. Daraus wählten die Unternehmer bis zu zwei aus, welche ihnen aktuell am bedeutendsten erscheinen, am dringlichsten Handlungsbedarf hervorrufen und/oder die Unternehmer in Zukunft vor Herausforderungen stellen. Die ausgewählten Trends konnten genauer spezifiziert oder durch eigene Trends ergänzt werden.

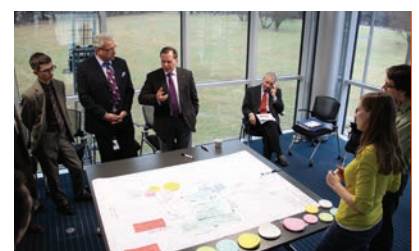
Anschließend wurden die Trendkarten so auf dem Schema der Wertschöpfungskette (vgl. Abb. 75) platziert, dass deutlich wurde, auf welchen Teilbereich der gewählte Trend besonders stark wirkt. Zusätzlich sollte auch der erwartete zeitliche Horizont benannt werden. Als Auswahlmöglichkeiten standen sofort, in fünf Jahren (eher mittelfristige Wirkung) oder in zehn Jahren (langfristige Wirkung) zur Verfügung. Jeder Teilnehmer platzierte seine gewählten Trends entsprechend seiner Einschätzung und erläuterte diese. Anschließend wurde dies in der Gruppe diskutiert, mit Beispielen aus der eigenen unternehmerischen Praxis genauer beschrieben und unterschiedliche Aspekte und Ansichten ausgetauscht. Im zweiten Teil des Workshops wurden aus den priorisierten Trends, wieder in Form einer Diskussionsrunde, Handlungsoptionen und Lösungsvorschläge abgeleitet. Diese sollten je nach Schwerpunkt, den Bereichen Mensch, Technik und Organisation zugeordnet werden. Zudem erfolgte eine Einschätzung zu den hauptverantwortlichen Akteuren: Forschung/ Wissenschaft, Politik/ Gesellschaft, Unternehmen/ Wirtschaft oder sonstige (vgl. Abb. 76: Material – Beispiel eines ausgefüllten Schemas nach einem Workshop).

Durch die methodische Konzeption als Gruppendiskussion, welche auf der jeweiligen individuellen Perspektive der Teilnehmer basiert, sind die Ergebnisse des Workshops wie Fallstudien zu werten. Aussagen einzelner Unternehmer können damit nicht auf den gesamten ostdeutschen Maschinen- und Anlagenbau übertragen werden, bieten jedoch durchaus eine Bewertungsbasis. Da bei

#### Teilnehmer:

Jena
» Geda Dechenreiter, Gera
» Jodeit GmbH, Jena
» Vorrichtungsbau und Spannsysteme GmbH, Hohenstein
» FKT Formenbau und Kunststofftechnik, Triptis
» ORISA, Jena
» SAMAG, Gera
Chemnitz
» AMC GmbH, Chemnitz
» Profiroll GmbH, Bad Dübau
» N + P Informationssysteme GmbH, Meerane
» VEMAS
» VDMA Ost

**Abb. 73: Workshopteilnehmer in Chemnitz diskutieren Trends und Trendfolgen**





**Tabelle 18: Ausgewählte Trends nach Trendgruppen**

Trendgruppe	Trends
» Produktion	» Nutzen statt Produkt (2) » Nischenprodukte (2) » Automatisierung (2) » Cyber Physische Systeme » Individualisierung der Produktion » Technologiekonvergenz » Branchenübergreifende Technologien » neue Materialien » Internationalisierung
» Bildung	» Daten und wissensbasierte Wertschöpfung » Spezialisierung (Verstärkter Taylorismus) » Fachkräfte (mit veränderten Kompetenzprofilen) » Entgrenzung der Arbeit
» Umwelt/Natur	» Ressourcenverknappung » Neue Energien » Energieversorgung
» Lebensweise	» Eigenverantwortung » Hierarchielose Organisation » Individualisierung
» Umgebung	» Urbanisierung » Exporte, neue Märkte

der Auswahl der vertretenen Unternehmer eine breite Streuung von Fachzei-  
gen und Unternehmensstrukturen erreicht wurde, kann von einem umfassen-  
den und typischen Einblick der komplexen Trendwirkungen auf verschiedene  
Unternehmen gesprochen werden. Die Ergebnisse des Workshops liefern damit  
vielfältige Anregungen zur Diskussion für die Studie.

**Abb. 74: Workshopteilnehmer in Jena**

## b) Ergebnisse

Abb. 76 zeigt ein ausgefülltes Schema, welches im Zuge eines Workshops ent-  
stand. Rechtecke stellen die Trendkarten und dazugehörige Stichworte dar, run-  
de Karten die Lösungsoptionen. Diese sind entsprechend ihrer Wirkung in den  
Bereichen der Wertschöpfungskette platziert. Zur besseren Einschätzung der  
Wirkung sind mit Pfeilen gerichtete Beziehungen und Interaktionen zwischen  
Trends, Elementen der Wertschöpfungskette und Lösungsansätzen dargestellt  
(vgl. Tabelle 19).

In beiden Workshops lag der Schwerpunkt der ausgewählten Trends im Be-  
reich Produktion/ Technologie. Es zeigte sich, dass die teilnehmenden Unter-  
nehmer in ihren Aussagen eher kurzfristig orientiert waren, was als typisch für  
KMUs gilt. Trends mit langfristiger oder globaler Wirkung wurden tendenzi-  
ell nicht ausgewählt und wurden somit scheinbar auch nicht als vordergründig  
betrachtet. Die meisten der ausgewählten Trends waren eher zeitnah in einem  
Wirkzeitraum von zwei bis fünf Jahren angesiedelt. Nur drei der ausgewählten  
Trends schrieben die Teilnehmer eine längerfristige Wirkung zu: automatisierte  
wissensbasierte Wertschöpfung, Energie sowie Technologiekonvergenz. Beson-  
ders auffällig ist, dass im Ergebnis nahezu alle Trends als auf die gesamte Wert-  
schöpfungskette wirkend eingeschätzt wurden, statt ausschließlich auf die Pro-  
duktion von Ausrüstungen.

Daraus leiteten die Unternehmer vielschichtige Handlungsoptionen ab. In einem Workshop wurde vor allem Handlungsbedarf bei Akteuren aus der Wirtschaft gesehen, im anderen überwogen eher Forderungen an Politik und Gesellschaft. Von zukünftigen Fachkräften erwarten Unternehmer vermehrt flexibles, prozessorientiertes Denken, integrierte interdisziplinäre Ausbildungen und hohe soziale Kompetenz.

Die Aussagen der Workshopteilnehmer zur Förderung von Forschung und Innovation waren ambivalent. Die Spanne reichte von „sehr gut“ mit expliziten Verweis auf KMU Innovativ bis „nicht brauchbar“. Ein ähnliches Bild zeigte sich für das Thema betriebliche Kooperationen, auch hier reichten die Aussagen von „Ich kenne keine funktionierende Kooperation“, bis: „Kooperationen arbeiten sehr gut, mit Ausnahme von Krisenzeiten“. Die Zusammenarbeit mit lokalen Hochschulen und der Industrie wurden als noch ausbaufähig beschrieben. Es fehlt demnach v.a. an Kontakten zu regionalen Einrichtungen. Potenzial besteht ebenfalls an strukturiertem, bedarfsorientiertem und offenem Wissensaustausch und Kooperationen zwischen den Unternehmen. Trotz bereits bestehender Fördermaßnahmen zeigte sich, dass Unternehmer weiterhin Unterstützung benötigen, um zukünftig junge Erwachsene für den Maschinen- und Anlagenbau zu begeistern, auch wenn man teilweise schon im Kindergartenalter beginnt. Doch nicht nur das Image der Branche, auch der Standort Ostdeutschland als Gesamtes braucht nach Meinung der Teilnehmer der (Image- und infrastrukturellen) Pflege. Selbst wenn bereits Löhne auf westdeutschem Niveau gezahlt werden, gibt es Defizite im Hinblick auf die wahrgenommene Attraktivität. Vor allem Unternehmen in ländlichen Regionen werden hier zunehmend als unattraktiv wahrgenommen, denn der Trend geht eher zum Leben in der Stadt

### c) Feedback

Sowohl die Ergebnisse als auch die Reaktionen der Beteiligten zeigten, dass das Konzept des Workshops gut angenommen wurde. Die Unternehmer nutzen die Gelegenheit, sich auszutauschen und ihre Einschätzung bezüglich zukünftiger Entwicklungen zu äußern. Die thematische Orientierung durch die Trendkarten, das Modell der Wertschöpfungskette und die Ausrichtung der Handlungsempfehlungen an bestimmten Akteuren sowie dem Mensch-Technik-Organisationsschema erwiesen sich dabei als sehr geeignet, die Diskussion zu strukturieren und zu fokussieren.

Dies wurde durch die Teilnehmer bestätigt: Der fachzweigübergreifende Austausch und die strukturierte Diskussion wurde als sehr produktiv erlebt. Das äußerte sich auch in aktiver Beteiligung sowie lebhaften Diskussionen zwischen allen Teilnehmern. Die Veranstaltungen waren durch eine strukturierte Diskussion geprägt, in der sich dennoch jeder mit der speziellen Situation seines Unternehmens wiederfinden konnte. Als entsprechend aufschlussreich können die Ergebnisse gesehen werden.

**Tabelle 19: Handlungsoptionen (Auswahl)**

<b>Verantwortlicher Akteur: Wirtschaft</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>» Bessere Integration der IuK in die Produktion</li> <li>» Fokussieren auf Kernkompetenzen</li> <li>» Organisation (Methoden besser nutzen)</li> <li>» bessere Nutzung vorhandener internationaler Beziehungen</li> <li>» bessere Kooperation der Unternehmen untereinander</li> <li>» Technologieentwicklung ausbauen</li> <li>» reaktionsschnelle Entwicklung</li> <li>» Bessere Führung und Mitarbeitermanagement</li> <li>» Emanzipation der Ostdeutschen Unternehmenstöchter durch selbständiges Agieren</li> <li>» Image des Maschinen- und Anlagenbaus verbessern</li> <li>» technisches Know-How für weltweite Dienstleistungen nutzen</li> </ul>
<b>Verantwortlicher Akteur: Politik/Gesellschaft</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>» (Bundes)Länderübergreifende Zusammenarbeit</li> <li>» Infrastruktur (Breitbandkommunikation, ICE) ausbauen</li> <li>» Durchlässigkeit im Bildungssystem stärken</li> <li>» Bürokratie abbauen</li> <li>» Mehr Anreize für Unternehmensgründer schaffen</li> <li>» branchenübergreifende Projektförderung</li> <li>» Exportfinanzierung</li> <li>» Erhöhung der Stellenwertes der Industrie und der KMU</li> <li>» vereinfachte FuE Förderung (Aufwand – Nutzen stimmt für KMU nicht)</li> </ul>



### III Struktur des Maschinen- und Anlagenbaus

**Tabelle 20: Klassifizierung der Fachzweige des Maschinen- und Anlagenbaus**

Amt. Statistik (WZ 08 WZ Gruppen 28 und 33)	VDMA
» Herstellung von Verbrennungsmotoren, Turbinen	» Werkzeugmaschinen
» Herstellung von hydraulischen und pneumatischen Komponenten	» Hütten- und Walzwerkseinrichtungen
» Herstellung von Pumpen und Kompressoren	» Industrieöfen, Brenner u. Feuerungen
» Herstellung von Armaturen	» Gießereimaschinen
» Herstellung von Lagern, Getrieben, Zahnrädern, Antriebselementen	» Prüfmaschinen
» Herstellung von Öfen und Brennern	» Holzbearbeitungsmaschinen
» Herstellung von Hebezeugen und Fördermitteln	» Präzisionswerkzeuge
» Herstellung von Büromaschinen	» Schweißtechnik (ohne elektr.)
» Herstellung von handgeführten Werkzeugen mit Motorantrieb	» Lokomotiven
» Herstellung von kälte- und lufttechnischen Erzeugnissen ,nicht für den Haushalt	» Allgemeine Lufttechnik
» Herstellung von sonstigen nicht WZ-spezifischen Maschinen	» Kraftmaschinen
» Herstellung von land- und forstwirtschaftlichen Maschinen	» Power Systems (Gas-, Dampf-, Wasser- und Windturbinen)
» Herstellung von Werkzeugmaschinen für die Metallbearbeitung	» Flüssigkeitspumpen
» Herstellung von sonstigen Werkzeugmaschinen	» Kompressoren, Druckluft- und Vakuumpumpen
» Herstellung von Maschinen für Metallerzeugung, Walzwerkseinrichtungen	» Bau- und Baustoffmaschinen
» Herstellung von Bergwerks-, Bau- und Baustoffmaschinen	» Kunststoff- und Gummimaschinen
» Herstellung von Maschinen für Nahrungsmittelerzeugung u. ä., Tabakverarbeitung	» Bergbaumaschinen
» Herstellung von Maschinen für die Textil- und Bekleidungsherstellung, Lederverarbeitung	» Landtechnik
» Herstellung von Maschinen für die Papiererzeugung u. -verarbeitung	» Waren- und Leistungsautomaten
» Herstellung von Maschinen für die Verarbeitung v. Kunststoff u. Kautschuk	» Nahrungsmittelmaschinen und Verpackungsmaschinen
» Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige	» Verfahrenstechnische Maschinen und Apparate
» Reparatur von Metallerzeugnissen	» Geldschränke und Tresoranlagen
» Reparatur von Maschinen	» Waagen
» Reparatur von elektronischen und optischen Geräten	» Fördertechnik
» Reparatur von elektrischen Ausrüstungen	» Druck- und Papiertechnik
» Reparatur und Instandhaltung von Schiffen, Booten, Yachten	» Textilmaschinen (ohne Trockner)
» Reparatur und Instandhaltung von Luft- und Raumfahrzeugen	» Bekleidungs- und Ledertechnik
» Reparatur und Instandhaltung von Fahrzeugen	» Näh- und Bekleidungsmaschinen
» Reparatur von sonstigen Ausrüstungen	» Wäscherei- und Chemischreinigungsmaschinen
» Installation von Maschinen und Ausrüstungen	» Schuh- und Ledertechnik
	» Feuerwehrgeräte
	» Reinigungssysteme
	» Armaturen
	» Aufzüge und Fahrtreppen
	» Antriebstechnik
	» Motoren und Systeme (Verbrennungsmotoren)
	» Fluidtechnik (ohne Hydropumpen)
	» Robotik und Automation
	» Productronic
	»

## a) Struktur der Fachzeige in Ostdeutschland

### Anzahl der Unternehmen je Fachzeig

- » Vor der Krise: Wachstum der Anzahl der Betriebe, Stillstand 2009, ab da Sinken auf etwa 2006 Niveau
- » Im Durchschnitt ca. 20-25 Betriebe je Fachzeig: allerdings ist Durchschnitt durch Ausreißer nach oben in die Höhe verzerrt (also mehr Fachzeige, die weniger Betriebe haben, als Fachzeige, die mehr Betriebe haben)
- » Median: Die Hälfte der Fachzeige hat 2011 über 12 Betriebe, die Hälfte hat weniger

**Tabelle 21: Anzahl der Unternehmen je Fachzeig**

Anzahl der Unternehmen 2011	
» Fachzeige mit den meisten Betrieben	» Installation von Maschinen und Ausrüstungen über alle Jahre hinweg, kein Kriseneinbruch
	» Ausreißer vergangener Jahre:
	» Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige (nur 2005)
» über 40 Betriebe	» Reparatur von Maschinen
	» Herstellung von sonstigen nicht WZ-spezifischen Maschinen
	» Herstellung von Hebezeugen und Fördermitteln
	» Herstellung von Werkzeugmaschinen für die Metallbearbeitung
» unter 5 Betriebe	» Reparatur von elektronischen und optischen Geräten (mit 3 Betrieben)
	» Herstellung von Maschinen für die Papiererzeugung und -verarbeitung (mit 4 Betrieben)

### Anzahl der Mitarbeiter je Fachzeig

- » Vor Krise: Steigerung der Mitarbeiterzahl von 2005 bis 2008, dann Sinken bis 2010, 2011 jedoch schon wieder mehr Mitarbeiter als zuvor seit 2005
- » Im Durchschnitt zwischen 2.900 bis zu knapp 3.900 Mitarbeitern je nach Jahr in jedem Fachzeig, Durchschnitt ist aber wieder nach oben verzerrt
- » Median: Die Hälfte der Fachzeige hat 2011 mehr als 1.421 Mitarbeiter, die andere Hälfte hat weniger Mitarbeiter

**Anzahl der Mitarbeiter 2011**

» Fachzweig mit den meisten Mitarbeitern	» Seit 2009 keine extremen Ausreißer nach oben mehr
	» (davor die drei Fachzweige mit den über 10.000 Mitarbeitern)
» über 10.000 Mitarbeiter	» Installation von Maschinen und Ausrüstungen
	» Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige
	» Herstellung von Verbrennungsmotoren und Turbinen
» unter 500 Mitarbeiter	» Reparatur von elektronischen und optischen Geräten
	» Herstellung von Maschinen für die Papiererzeugung und -verarbeitung

**Tabelle 22: Anzahl der Mitarbeiter je Fachzweig****Umsatz der Fachzweige**

- » Vor Krise: Wachstum des Umsatzes, Sinken 2009 auf 2007 Niveau, 2011 wieder 2008 Niveau erreicht
- » Im Durchschnitt zwischen 478.363 bis zu 723.816 je nach Jahr, Durchschnitt ist aber wieder nach oben verzerrt
- » Median: Die Hälfte der Fachzweige hat 2011 mehr als 461.021 Umsatz, die Hälfte hat weniger Umsatz

**Umsatzhöhe 2011**

» Fachzweige mit dem höchsten Umsatz	» Herstellung von Verbrennungsmotoren und Turbinen (jedes Jahr deutlich mehr Umsatz)
	» Ausreißer vergangener Jahre:
	» Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige 2005 bis 2008)
	» Installation von Maschinen und Ausrüstungen (2005 und 2010 wieder)
» Umsatz über 1.000.000 Tsd.	» Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige
	» Installation von Maschinen und Ausrüstungen
	» Herstellung von Hebezeugen und Fördermitteln
	» Herstellung von Werkzeugmaschinen für die Metallbearbeitung
	» Herstellung von Pumpen und Kompressoren
	» Herstellung von Lagern, Getrieben, Zahnrädern, Antriebselementen
» Umsatz unter 100.000 Tsd	» Herstellung von sonstigen Werkzeugmaschinen
	» Reparatur von elektronischen und optischen Geräten
	» Herstellung von Maschinen für die Papiererzeugung und -verarbeitung

**Tabelle 23: Umsatzhöhe je Fachzweig**



**Auslandsumsatz in der EU je Fachzweig Ost**

- » Im Durchschnitt zwischen 130.680 Tsd. bis zu 174.920 je Jahr, Durchschnitt ist nach oben verzerrt
- » Median: Die Hälfte der Fachzweige hat 2011 mehr als 31.787 Tsd. Umsatz in der EU gemacht, die andere Hälfte hat weniger Umsatz in der EU gemacht
- » Vor Krise: stetiges Ansteigen bis 2008, danach Einbruch, in der Gesamtheit aller Fachzweige nicht wieder auf demselben Niveau -> unterschiedliche Strategien nach Krise

**Tabelle 24: Auslandsumsatz mit der EU je Fachzweig**

<b>Auslandsumsatz mit der EU 2011</b>	
» Fachzweige mit dem höchsten Umsatz im EU- Ausland	» Herstellung von Verbrennungsmotoren und Turbinen (2005 bis 2011)
	» Ausreißer vergangener Jahre:
	» Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige
	» (nur 2005 bis 2007)
» über 200.000 Tsd. Auslandsumsatz EU	»
	» Herstellung von Hebezeugen und Fördermitteln
	» Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige
» unter 30.000 Tsd. Auslandsumsatz EU	» Herstellung von Pumpen und Kompressoren
	» Herstellung von Maschinen für die Verarbeitung von Kunststoff und Kautschuk
	» Herstellung von Maschinen für Nahrungsmittelerzeugung u.ä., Tabakverarbeitung
	» Herstellung von Maschinen für die Textil- und Bekleidungsherstellung, Lederverarbeitung

**Auslandsumsatz außerhalb der EU je Fachzweig**

- » Im Durchschnitt zwischen 201.393 Tsd. bis 314.445 Tsd. je Jahr, Durchschnitt ist nach oben verzerrt
- » Median: Die Hälfte der Fachzweige hat 2011 mehr als 61.931 Tsd. Umsatz in der EU gemacht, die andere Hälfte hat weniger Umsatz in der EU gemacht (starke Diskrepanz zu Durchschnitt, d.h. wenige Fachzweige haben besonders hohe Umsätze gemacht) -> unterschiedliche Strategien der Fachzweige
- » Die mittleren Werte halten sich über die Krise hinweg recht stabil

**Auslandsumsatz außerhalb der EU 2011**

» Fachzweige mit dem höchsten Auslandsumsatz außerhalb EU	» Herstellung von Verbrennungsmotoren und Turbinen: über alle Jahre starker Ausreißer nach oben, stetiges Wachstum bis 2009, 2010 starker Einbruch, 2011 massiver Anstieg auf vorher nicht erreichtes Niveau (Werte zwischen 516.745 bis 1.358.280)
	» Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige
	» (über alle Jahre Ausreißer, jedoch sehr schwankend, sinkend 2007, Höchststand 2008, Einbruch 2009, Erholung 2010-2011) (Werte zwischen 689.359 bis 1.002.646)
» über 300.000 Tsd. Auslandsumsatz außerhalb EU	» Herstellung von Hebezeugen und Fördermitteln
	» Herstellung von sonst. nicht WZ-spezifischen Maschinen
» unter 50.000 Tsd. Auslandsumsatz außerhalb EU	» Herstellung von Maschinen für Nahrungsmittelerzeugung u.ä., Tabakverarbeitung
	» Reparatur und Instandhaltung von Fahrzeugen

**Tabelle 25: Auslandsumsatz außerhalb der EU je Fachzweig****Inlandsumsatz je Fachzweig**

- » Im Durchschnitt zwischen 376.156 Tsd. bis zu knapp 469.460 Tsd. Inlandsumsatz je nach Jahr in jedem Fachzweig, Durchschnitt ist aber wieder nach oben verzerrt
- » Median: Die Hälfte der Fachzweige hat 2011 mehr als 354.515 Tsd. Inlandsumsatz gemacht, die andere Hälfte weniger

**Innlandsumsatz 2011**

» Fachzweige mit dem höchsten Inlandsumsatz	» Installation von Maschinen und Ausrüstungen (über alle Jahre hinweg starker Ausreißer mit 1.264.368 bis zu 1.645.395, Steigerung bis 2008, leichter Kriseneinbruch, ab 2010 wieder sehr starkes Wachstum)
	» Herstellung von Verbrennungsmotoren und Turbinen
» über 800.000 Tsd. Inlandsumsatz	» Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige
	» Herstellung von sonstigen Werkzeugmaschinen
» unter 100.000 Tsd. Inlandsumsatz	» Herstellung von Maschinen für die Verarbeitung von Kunststoff und Kautschuk
	» Herstellung von Maschinen für die Textil- und Bekleidungsherstellung, Lederverarbeitung

**Tabelle 26: Innlandslandsumsatz je Fachzweig**

Quelle: Amtliche Statistik

## b) Profile des Maschinen- und Anlagenbaus in den einzelnen Bundesländern

Tabelle 27: Länderprofil Berlin

Schwerpunktbranchen sind auf Basis der Unternehmenslisten der IHK herausgearbeitet, da dort mehr Unternehmen mit gelistet sind mit jeweiliger FZ-Zuschreibung.

Berlin	
Entwicklung seit 2001	
» Anzahl der Betriebe	» Die Anzahl der Betriebe schwankt zwischen 34 und 42 zwischen 2001 und 2011 » 2011: 34 Unternehmen
» Beschäftigte	» Beschäftigtenzahl schwankt von 7.570 und 10.713 über die Jahre » 2011: 7.712 Beschäftigte
» Umsatz	» Umsatz schwankt zwischen 2,317 Mrd. und 1,741 Mrd. » Umsatz: 1,764 Mrd.
» Exportquote	» Exportquote liegt immer über 50% » 2011: 64,80%
» Schwerpunktbranchen	» Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige » Installation von Maschinen und Ausrüstungen. » Herstellung von sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen » Herstellung von Hebezeugen und Fördermitteln » Herstellung von kälte- und lufttechnischen Erzeugnissen

Tabelle 28: Länderprofil Brandenburg

Brandenburg	
Entwicklung seit 2001	
» Anzahl der Betriebe	» Anzahl der Betriebe schwankt zwischen 31 und 42 über die Jahre » Höchststand 2002, bis 2006 Sinken auf 30 » 2011 31 Unternehmen
» Beschäftigte	» Beschäftigtenzahl schwankt von 4.292 und 5.810 über die Jahre » Höchststand 2002 » 2011: 4.497 Beschäftigte
» Umsatz	» Schwankt über die Jahre zwischen 0,469 bis 0,937 Mrd. » Höchststand 2008 mit 0,937 Mrd. » 2011: 0,544 Mrd.
» Exportquote	» Steigert sich über die Jahre von 10,60% auf zwischenzeitlich 50% » 2011: 47,50%
» Schwerpunktbranchen	» Installation von Maschinen und Ausrüstungen » Reparatur von Metallerzeugnissen » Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige » Herstellung von sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen » Herstellung von nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen

<b>Mecklenburg-Vorpommern</b> <b>Entwicklung seit 2001</b>	
» Anzahl der Betriebe	» Anzahl der Betriebe schwankt zwischen 14 und 35 über die Jahre » Höchststand 2008 mit 35 » 2011: 26 Unternehmen
» Beschäftigte	» Beschäftigtenzahl schwankt von 1.579 und 4.968 » 2011: 4.4.968 Beschäftigte
» Umsatz	» Schwankt über die Jahre zwischen 0,13 bis 1,324 Mrd. » 2011: 1,324 Mrd., das entspricht dem bisherigen Höchststand seit 2001
» Exportquote	» Schwankt zwischen 15,50% und 60,70% » 2011: 60,70% das entspricht dem bisherigen Höchststand seit 2001
» Schwerpunktbranchen	» Installation von Maschinen und Ausrüstungen » Reparatur von Maschinen » Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige » Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige » Reparatur und Instandhaltung von Schiffen, Booten und Yachten

**Tabelle 29: Länderprofil Mecklenburg-Vorpommern**

<b>Sachsen-Anhalt</b> <b>Entwicklung seit 2001</b>	
» Anzahl der Betriebe	» Daten für Anzahl der Betriebe erst ab 2007 verfügbar » Anzahl der Betriebe schwankt zwischen 76 und 89 über die Jahre » Höchststand 2008 » 2011: 76 Unternehmen
» Beschäftigte	» Beschäftigtenzahl schwankt von 7.769 und 11.428 über die Jahre » 2011: 11.009 Beschäftigte
» Umsatz	» Schwankt über die Jahre zwischen 0,872 bis 1,956 Mrd. » 2011: 1,956 Mrd., das entspricht dem bisherigen Höchststand seit 2001
» Exportquote	» Schwankt zwischen 25,70% und 44,50% » Exportquote steigt seit 2001 » 2011: 44,50% das entspricht dem bisherigen Höchststand seit 2001
» Schwerpunktbranchen	» Installation von Maschinen und Ausrüstungen » Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige a. n. g. » Herstellung von Hebezeugen und Fördermitteln » Herstellung von sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen

**Tabelle 30: Länderprofil Sachsen-Anhalt**

Tabelle 31: Länderprofil Thüringen

Thüringen	
Entwicklung seit 2001	
» Anzahl der Betriebe	» Daten für Anzahl der Betriebe erst ab 2005 verfügbar » Anzahl der Betriebe schwankt zwischen 92 und 103 über die Jahre » 2011: 92 Unternehmen, niedrigster Stand seit 2005
» Beschäftigte	» Beschäftigtenzahl schwankt von 11.711 und 14.319 über die Jahre » 2011: 13.619 Beschäftigte
» Umsatz	» Schwankt über die Jahre zwischen 1,313 bis 2,416 Mrd. » 2011: 2,416 Mrd., das entspricht dem bisherigen Höchststand seit 2001
» Exportquote	» Schwankt zwischen 25,10% und 38,20% » 2011: 38,20% das entspricht dem bisherigen Höchststand seit 2001
» Schwerpunktbranchen	» Herstellung von sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen » Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige » Installation von Maschinen und Ausrüstungen » Herstellung von Hebezeugen und Fördermitteln » Herstellung von kälte- und lufttechnischen Erzeugnissen

Tabelle 32: Länderprofil Sachsen

Sachsen	
Entwicklung seit 2001	
» Anzahl der Betriebe	» Anzahl der Betriebe schwankt zwischen 185 und 226 über die Jahre » 2011: 189 Unternehmen, niedrigster Stand seit 2001
» Beschäftigte	» Beschäftigtenzahl schwankt von 26.625 und 33.404 über die Jahre » 2011: 30.956 Beschäftigte
» Umsatz	» Schwankt über die Jahre zwischen 3,651 bis 6,761 Mrd. » 2011: 6,275 Mrd.
» Exportquote	» Schwankt zwischen 41,10% und 50,30% » 2011: 49,60%
» Schwerpunktbranchen	» Installation von Maschinen und Ausrüstungen » Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige » Herstellung von sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen » Herstellung von Werkzeugmaschinen für die Metallbearbeitung » Herstellung von Hebezeugen und Fördermitteln

## IV Glossar

### Activity Stream

Eine aus dem Umfeld von Twitter und Facebook entstandene Form der (automatischen) Darstellung der Aktivitäten von Menschen im sozialen Netzwerk. Der Nutzer kann erkennen, welcher der verbundenen Freunde wann was gemacht hat, welche Fragen dieser gestellt oder Kommentare dieser gegeben hat.

### Blended Learning

Unter Blended Learning („blended“: „gemixt, zusammengemischt“) versteht man die Kombination von unterschiedlichen Methoden und Medien, etwa aus Präsenzunterricht und E-Learning. Im wissenschaftlichen Kontext spricht man auch vom Lernen im Medienverbund oder von hybriden Lernarrangements. Die Mischung aus formellem und informellem Lernen fällt nach verbreiteter Auffassung ebenfalls unter den Begriff. Zudem gibt es Experten, die die Anreicherung von Printmedien mit 2D-Codes (v.a. QR-Codes) als Blended Learning bezeichnen. [155]

### BRIICS

Ist eine Erweiterung der vom Goldman- Sachs Volkswirt 2003 geschaffenen Bezeichnung für die Länder: Brasilien, Russland, Indien und China, ergänzt durch Indonesien und Südafrika. [157]

### CAD – Computer Aided Design

Computer unterstütztes Gestalten und Konstruieren von Produkten [155]

### Cluster

Unter Cluster wird hier ein regionales Netzwerk von Produzenten, Zulieferern, Forschungs- und Qualifizierungseinrichtungen, Dienstleistern und wirtschaftsstrategische Institutionen (wie z. B. Verbände und Kammern) verstanden. Dabei sind die Mitglieder entlang einer Wertschöpfungskette über Liefer-, Austausch- oder Wettbewerbsbeziehungen als auch durch gemeinsame Interessen und Kooperationsbeziehungen miteinander verbunden. Der Begriff *Clusterinitiative* weist darauf hin, dass sich das Cluster noch im Aufbau befindet und die daraus entstehenden Wettbewerbsvorteile für die Mitglieder über die Region hinaus noch nicht gefestigt sind. [158]

### Data Mining

Unter Data Mining versteht man die Anwendung von Methoden und Algorithmen zur möglichst automatischen Extraktion empirischer Zusammenhänge zwischen Planungsobjekten, deren Daten in einer hierfür aufgebauten Datenbasis bereitgestellt werden. Die Methoden des Data Mining können nach verschiedenen Kriterien klassifiziert werden. Alpar und Niederreichholz unterscheiden die zwei Ebenen: Aufgaben und Methoden. Die Aufgaben des Data Mining sind Klassifikation, Segmentierung, Prognose, Abhängigkeitsanalyse und Abweichungsanalyse. Data Mining verwendet ein breites Spektrum an Methoden die von der Regressionsanalyse bis zu komplexen Anwendungen von neuronalen Netzen reichen. Beispiele hierfür sind Entscheidungsbäume, Diskriminanzanalysen, K-nächste Nachbarn, Clusteranalyse, Künstliche Neuronale Netze (KNN), Fallbasiertes Schließen, Ökonometrische Verfahren, Gerichtete Bayessche Netze, Assoziationsregeln oder auch Ausreißertests. [87] [155] [156]

### Demografiefestes Unternehmen

In einem demografiefesten Unternehmen wird ein ganzheitliches und umfassendes Konzept zum Management des demographischen Wandels unter Mitwirkung des Topmanagements verfolgt. Dabei ist dieses Konzept nicht auf einzelne Aktivitäten oder Maßnahmen beschränkt, sondern berücksichtigt und integriert verschiedene Handlungsfelder wie Wissensmanagement, Gesundheitsmanagement, Führung und Kultur, Personalentwicklung sowie Karrieremanagement. In diesen Bereichen muss eine Anpassung von Maßnahmen an eine veränderte Altersstruktur der Belegschaften erfolgen, welche den spezifischen Bedürfnissen älterer und jüngerer Mitarbeiter gleichermaßen Rechnung trägt und deren Potenziale optimal nutzt und weiterentwickelt. [159]

### E-Learning

Ist lernen mit digitaler Unterstützung, d.h. dem Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik, Vorteile:

- » Ermöglicht tendenziell zeit- und ortsunabhängiges Lernen,
- » Technische Simulation von Prozessen zur Ermöglichung anschaulichen Lernens
- » einmal erstellt können Inhalte vielfältig verwendet werden.



Nachteile:

- » hoher finanzieller und kreativer Aufwand
  - » gestiegene Anforderungen an den Nutzer (Orientierung, Selbst-Motivation, ...)
  - » Technische Herausforderungen (z.B. Kontrolle zur Vorbeugung bei Plagiaten bei Leistungsüberprüfungen)
- [160]

### **Flexibilität**

Die Unternehmensflexibilität ist die Fähigkeit eines Unternehmens, effektiv auf sich verändernde Umstände zu reagieren. Da Flexibilität zur langfristigen Sicherung des Unternehmenserfolgs und zur „Anpassung der Betriebe an die Wirtschaftslage“ notwendig ist, wird sie auch als strategischer Erfolgsfaktor bezeichnet. Obwohl sich die Wissenschaft seit über 80 Jahren mit dieser Thematik beschäftigt und es eine Vielzahl von Definitionen gibt, fehlt bis heute eine einheitliche Flexibilitätstheorie. Zu unterscheiden von der Wandlungsfähigkeit. [66]

### **Flexibilisierungsstrategien**

Es lassen sich u.a. Folgende unterscheiden:

#### » *Flexible Arbeitsorganisation*

Diese Gruppe beinhaltet alle Varianten des flexiblen Einsatzes der Arbeitskräfte. Beispiele hierfür sind Job Enlargement, Team- oder Gruppenarbeit sowie Produktdivision.

#### » *Arbeitsflexibilität*

Diese komplexe Gruppe wird in die drei Untergruppen Arbeitszeitflexibilität, Anreiz- und Entgeltsysteme sowie Personalentwicklung, Weiterbildung und Qualifikation unterteilt. Beispiele für die Einzelstrategien dieser Gruppe sind Schichtarbeit, Arbeitszeitkonten, Arbeitszeitkorridore, Vertrauensarbeitszeit, Altersteilzeit, Akkordlohn, Überstundenausgleich: Freizeit oder Lohn, Zielvereinbarungen, Qualitätszirkel und Erfolgskontrolle von Personalentwicklungsmaßnahmen.

#### » *Flexible technische Arbeitsmittel*

In diese Gruppe werden sämtliche technische Ressourcen zur Unterstützung des Produktions- und Montageprozesses eingeordnet. Als Beispiele sind Industrieroboter, computergestützte Qualitätssicherung und flexible Montagezellen zu nennen.

#### » *Finanzierung*

Diese Gruppe beinhaltet Flexibilitätsinstrumente des Finanzmarkts, welche dem Unternehmen einen flexiblen finanziellen Handlungsspielraum ermöglichen. Beispielhaft sind die Subventionsfinanzierung, die Beteiligungsfinanzierung, die Kreditfinanzierung sowie das Mezzanine-Kapital zu nennen.

#### » *Flexible Marktstrategien*

Unter dieser Gruppe sind Maßnahmen eingeordnet, bei denen Teile in das Unternehmen eingegliedert (Insourcing) bzw. aus dem Unternehmen ausgegliedert (Outsourcing) werden.

#### *Überbetriebliche Zusammenarbeit*

In diese Gruppe werden alle Arten von Kooperationen zwischen Unternehmen und/oder Institutionen/Organisationen eingeordnet. Diese Art der Zusammenarbeit kann beispielsweise durch ein gemeinsames Forschungsprojekt oder einen gemeinsamen Messeauftritt erfolgen.

#### » *Arbeitnehmerüberlassung*

In diese Gruppe werden sowohl gewerbsmäßige als auch nicht gewerbsmäßige Arbeitnehmerüberlassungen eingeordnet. Beispiele hierfür sind die Leiharbeit und die Arbeitgeberzusammenschlüsse.

[66]

### **ICM - Institut Chemnitzer Maschinenbau e.V.**

Das ICM ist ein 1992 als Verein gegründetes Netzwerk von Unternehmen aus der Region Chemnitz. Seit 2009 firmiert es als Institut und ist als Forschungsinstitut für die KMU in den Bereichen Anlagenbau, Sondermaschinebau, Netzwerkentwicklung und Konstruktion aktiv. [161]

### **IATA**

International Air Transport Association (oder dt. Internationale Flugtransport Vereinigung) – Diese Vereinigung ist u.a. für die Vergabe der Airport Codes (TXL etc.) zuständig, veröffentlicht aber auch Studien zur Zukunft des Lufttransportes.

### **Innovation**

Hier liegt bisher keine allgemeingültige Begriffsdefinition vor. Im Allgemeinen werden in der Wirtschaftswissenschaft mit Innovation komplexe, technische, soziale und wirtschaftliche Veränderungen im Sinne von Neuerungen bezeichnet.

net. Bekannt ist vor allem das objektbezogene Verständnis wonach Innovation eine neue Idee, Verfahrensweise oder neues Produkt ist. [155], [167]

### Innovationsindikator

Der Innovationsindikator ist ein sogenannter Kompositindikator. Er fasst viele verschiedene Einzelindikatoren, die Teilaspekte des Innovationssystems abbilden, zu einer einzigen Maßzahl zusammen. So können auch komplexe und mehrdimensionale Zusammenhänge einfach und übersichtlich dargestellt werden. Die Berechnung des Innovationsindikators besteht aus drei Einzelschritten: der Indikatorenauswahl und Datensammlung, der Normalisierung der Einzelindikatoren und der Zusammenfassung über Aggregationsgewichte.

Er dient zum Vergleich der Innovationsfähigkeit zwischen Industrieländern und wurde von folgenden Institutionen erarbeitet: BDI, FHG ISI, Telekom Stiftung, ZEW, UN Uni Merit. [162]

### Innovatorenquote

Diese misst den Anteil der Unternehmen, die innerhalb eines bestimmten Zeitraumes neue Produkte oder neue Prozesse eingeführt haben. [163]

### KMU

Die Europäische Kommission (2003) legte in einer Empfehlung zum 01.01.2005 fest, wie kleine und mittlere Unternehmen definiert werden. Kleinstunternehmen sind Unternehmen mit einer Beschäftigtenzahl von weniger als zehn Mitarbeitern und einem Umsatz bzw. einer Bilanzsumme von maximal 2 Millionen Euro im Jahr. Unternehmen bis zu einer Schwelle von 49 Mitarbeitern und bis zu 10 Millionen Euro Umsatz jährlich oder bis zu 10 Millionen Euro jährliche Bilanzsumme werden als Kleinunternehmen definiert. Mittlere Unternehmen sind Unternehmen mit bis zu 249 Beschäftigten und einem jährlichen Umsatz von unter 50 Millionen Euro oder einer jährlichen Bilanzsumme bis 43 Millionen Euro. Unternehmen, die in ihrer Mitarbeiterzahl und dem Umsatz oder der Bilanzsumme über diesen Schwellenwerten liegen, gelten gemäß dieser Definition als Großunternehmen. Das Institut für Mittelstandsforschung Bonn (IfM) erweitert den Geltungsbereich der KMU auf bis zu 499 Beschäftigte und bis unter 50 Millionen Euro Umsatz. Alle Unternehmen, die darüber liegen, sind gemäß IfM Großunternehmen. Die Schwellenwerte der Definition der Europäischen Kommission gehen aus der folgenden Tabelle hervor:

Unternehmensgröße	Anzahl der Mitarbeiter	jährlicher Umsatz in Euro	oder	jährliche Bilanzsumme in Euro
Kleinstunternehmen	< 10	bis 2 Millionen		bis 2 Millionen
Kleinunternehmen	< 50	bis 10 Millionen		bis 10 Millionen
Mittlere Unternehmen	< 250	bis 50 Millionen		bis 43 Millionen

KMU werden u.a. folgende typischen Unterschiede zu Großunternehmen zugeordnet:

KMU	Großunternehmen
Unternehmensführung	
» Eigentümer-Unternehmer	» angestellte Führungskräfte
» (oftmals) mangelnde Unternehmensführungskenntnisse	» in der Regel fundierte Unternehmensführungskenntnisse
» technisch orientierte Ausbildung	» umfangreiches technisches Wissen in Fachabteilungen und Stäben verfügbar
» patriarchalische Führung	» Führung nach Management-by-Prinzipien
» kaum Gruppenentscheidungen	» häufig Gruppenentscheidungen
» große Bedeutung von Improvisation und Intuition	» geringe Bedeutung von Improvisation und Intuition
» kaum Planung	» umfangreiche Planung
» unzureichendes Informationswesen	» ausgebautes, formalisiertes Informationswesen
» Überlastung durch Funktionshäufung, soweit Arbeitsteilung personenbezogen	» hochgradige, sachbezogene Arbeitsteilung
» unmittelbare Teilnahme am Betriebsgeschehen	» Ferne zum Betriebsgeschehen
» geringe Ausgleichsmöglichkeiten bei Fehlentscheidungen	» gute Ausgleichsmöglichkeiten bei Fehlentscheidungen
» Führungspersonal nicht austauschbar	» Führungspersonal austauschbar

Organisation	
<ul style="list-style-type: none"> <li>» auf den (Eigentümer-) Unternehmer ausgerichtetes Einliniensystem, von ihm selbst oder mit Hilfe weniger Führungspersonen bis in die Einzelheiten überschaubar</li> <li>» Funktionshäufung, kaum Stellen bzw. Abteilungsbildung, Delegation in beschränktem Umfang</li> <li>» kurze, direkte Informationswege</li> <li>» starke persönliche Bindungen</li> <li>» Weisungen und Kontrolle im direkten personenbezogenen Kontakt</li> <li>» geringe/r Koordinationsprobleme /-aufwand</li> <li>» geringer Formalisierungsgrad</li> <li>» hohe Flexibilität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» personenunabhängig an den sachlichen Gegebenheiten orientierte Organisationsstruktur</li> <li>» Funktions- bzw. Arbeitsteilung, umfangreiche Stellen bzw. Abteilungsbildung, Delegation in vielen Bereichen</li> <li>» vorgeschriebene. (oft lange) Informationswege</li> <li>» schwache persönliche Bindungen</li> <li>» formalisierte unpersönliche Weisungs- und Kontrollbeziehungen</li> <li>» große/r Koordinationsprobleme / -aufwand</li> <li>» hoher Formalisierungsgrad</li> <li>» geringe Flexibilität</li> </ul>
Personal	
<ul style="list-style-type: none"> <li>» geringe Anzahl von Beschäftigten</li> <li>» Anteil von ungelernten bzw. angelernten Arbeitskräften häufig unbedeutend</li> <li>» kaum Akademiker beschäftigt</li> <li>» überwiegend breites Fachwissen vorhanden (Generalisten)</li> <li>» vergleichsweise hohe Arbeitszufriedenheit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>» hohe Anzahl von Beschäftigten</li> <li>» Anteil von ungelernten bzw. angelernten Arbeitskräften häufig größer</li> <li>» Akademiker in größerem Umfang beschäftigt</li> <li>» starke Tendenz zum ausgeprägten Speziesistentum</li> <li>» (oftmals) geringe Arbeitszufriedenheit</li> </ul>

[66] [164]

**Kooperation**

Folgt man der Definition so bietet ein Netzwerk das Potenzial zur Zusammenarbeit. Diese konkrete, zeitlich begrenzte Zusammenarbeit an einem Projekt wird dann als Kooperation bezeichnet.

Anmerkung: Die Begriffe Netzwerk, Kooperation, Cluster und Verbund werden in der Studie synonym genutzt. [165]

**Lean Management**

Unter Lean Management wird ein Managementansatz verstanden, der sich insbesondere durch die Grundprinzipien der Dezentralisierung und der Simultanisierung auszeichnet und dabei sowohl unternehmensintern als auch unternehmensübergreifend das Ziel verfolgt, eine stärkere Kundenorientierung bei konsequenter Kostensenkung für die gesamte Unternehmensführung herbeizuführen. [155]

*Prinzipien:*

- » Kundenorientierung
- » Konzentration auf die eigenen Stärken
- » Optimierung von Geschäftsprozessen
- » Ständige Qualitätsverbesserung, KVP
- » Interne Kundenorientierung als Unternehmensleitbild
- » Eigenverantwortung, Empowerment und Teamarbeit
- » Dezentrale, kundenorientierte Strukturen
- » Führen ist Service am Mitarbeiter
- » Offene Informations- und Feedback-Prozesse
- » Einstellungs- und Kulturwandel im Unternehmen (Kaikaku)

[168]

**Megatrend**

Nach Kreibisch [1] muss eine Entwicklung, um als Megatrend zu gelten, folgende Merkmale aufweisen:

- (1) Der Trend muss fundamental in dem Sinne sein, dass er starke bis grundlegende Veränderungen im Bereich der menschlichen Sozialentwicklung und/oder des natürlichen Umfeldes bewirkt.
- (2) Der Trend muss mind. mittelfristig (5-20 Jahre) oder langfristig (über 20 Jahre) starke Wirkungen und Folgen auslösen.
- (3) Mit dem Trend müssen globale Wirkungen und Folgen verbunden sein.

**Moore'sches Gesetz**

Das Mooresche Gesetz geht auf Gordon Moore, einen Mitbegründer von Intel zurück, der in den sechziger Jahren prognostizierte, dass sich die Zahl der Transistoren von integrierten Schaltungen (IC) jährlich verdoppelt. Diese Faustregel, die er aufgrund der rasanten Entwicklung der Halbleiterindustrie traf, hat er 1975 dahingehend relativiert, dass er die Verdoppelung der aktiven Komponenten eines Chips auf etwa alle zwei Jahre voraussagte. Heute geht man davon aus, dass der Zeitraum der Verdoppelung mit 18 Monaten hinreichend genau erfasst ist. [169]

**N-11**

Dazu zählen nach den BRIC Staaten 11 weitere, als aufstrebend geltende Länder: Bangladesch, Ägypten, Indonesien, Iran, Mexico, Nigeria, Pakistan, Philippinen, Südkorea, Türkei, Vietnam. Diese werden auch als Next 11 bezeichnet. [170]

**Near Net Shape Technologien**

Ein Bauteil wird durch einen entsprechenden Fertigungsprozess bereits so nah wie möglich an der Endform produziert. Ziele sind u.a. die Vermeidung von Abfall und das Einsparen von Bearbeitungsschritten. [4]

**Neuer Taylorismus**

Taylor formulierte vor rund 80 Jahren die „Thesen zu wissenschaftlichen Betriebsführung“. Ziel war und ist die Zerlegung der Arbeit in kleinste Einheiten. Durch die stete Wiederholung des einfachen einzelnen Arbeitsschritts sollte die Arbeitsleistung erhöht werden. Ziel war die Erschließung von Rationalisierungspotenzial. Das Prinzip gilt jedoch als Inbegriff inhumaner Arbeit.

Der neue Taylorismus wendet dieses Prinzip auf die moderne Arbeits- und Produktionssystemwelt an. Demnach erfordert die Automatisierung und Integration Taylorismus und somit gilt: „Die Gestaltung und der Betrieb der dazu passenden Organisation mit heutigen und zukünftigen Techniken ist eine herausragende neue Aufgabenstellung des „scientific management“ nach Taylor.“ [73] [155]

**Open-Source**

Ist ein Konzept aus dem Softwarebereich bei dem der Quellcode eines Softwareprogramms vollständig einsehbar ist und durch jeden verändert werden kann. [155]

**PLM – Product Lifecycle Management**

Das Produktlebenszyklusmanagement ist ein Konzept das die Integration aller Informationen eines Objektes (Produkt) in dessen Lebenszyklus vornimmt und seinen Ursprung im Produktdatenmanagement hat. Dies geschieht üblicherweise mit der Speicherung aller „Lebensdaten“ in einer Datenbank. Es umfasst bzw. hat Schnittstellen zu Konstruktionsdaten (CAD), Informationen aus Produktionsplanung und Steuerung usw. [155]

**PLC – Produktlebenszyklus/Product Life Cycle**

Der Produktlebenszyklus ist ein Konzept das von der Annahme ausgeht das ein Objekt (ein Produkt) in einem Zeitlichen Verlauf verschiedene charakteristische Lebensphasen aufweist. [171]

**Performance Contracting**

Das Performance Contracting kann in 5 Stufen unterteilt werden. In der 1. Stufe umfasst es Dienstleistungen, bei denen Leistungen für einen festen Mietpreis zur Verfügung gestellt werden. Der Investitionsgüterhersteller überlässt seinen Kunden sein Kernprodukt, inklusive eines Full-Service für einen bestimmten Zeitraum, zu einem Festpreis und garantiert innerhalb des Zeitraums eine vereinbarte Verfügbarkeit seines Produkts. Der Investitionsgüterhersteller übernimmt das technische Risiko, das Risiko der Wiederverwendung seines Sachguts etc. Beispiel für solche Geschäftsmodelle sind so genannte „Pay on Availability“- „Care free Motoring“- oder „Contract-Hire“-Konzepte. Beim Performance Contracting der 2. Stufe stellt der Investitionsgüterhersteller auch das Personal und betreibt seine Sachleistung vollständig selbst. Er hat so ein Eigeninteresse an der Optimierung der Wertschöpfungskette seines Kunden, weil die gewonnene Effizienz auch ihm selbst zugutekommt. Beispiele im Maschinen- und Anlagenbau sind „Pay on Production“, „Betreiberkonzepte“ oder das „Contract Manufacturing“. [115]

**Prosumer**

Der Konsument wird, z.B. durch Preisgabe seiner Präferenzen Teil des Produktionsprozesses. Er erstellt selbst digitale Produkte (You-Tube, Open Source Software) oder Hardware (z.B. <http://www.theoscarproject.org/>, Arduino) und wird dabei zu einer Kombination aus Konsument und Produzent: Prosumer. [172] [173]

### Retrofit

1. wird auch als Re-Engineering bezeichnet und bedeutet im Wesentlichen die Wiederaufbereitung, Modernisierung und Umrüstung vorhandener älterer Anlagen im Sinne einer Modernisierung.
2. Netzwerk zu Erschließung von Märkten für 1 z.B. in Russland.

### Schlüsseltechnologien

Sind Technologien, die eine Erschließung neuer Technikbereiche ermöglichen und die Basis für neue Produkte, Verfahren und Dienstleistungen darstellen. Mit deren Hilfe können konkrete gesellschaftliche Herausforderungen wie beispielsweise Biotechnologien, Nanotechnologien, Informations- und Kommunikationstechnologien, optische Technologien, Produktionstechnologien oder auch Werkstofftechnologien gelöst werden. [174]

### ScanBalt

ScanBalt ist ein Netzwerk aus Akteuren der Life Science- und Biotechnologiebranche in der Nord-Ostsee-Region (Skandinavien, Baltikum, Polen, nördlicher Teil Deutschlands, Nordwesten Russlands). Die ScanBalt BioRegion besteht aus elf Ländern, 85 Millionen Menschen, mehr als 60 Universitäten und 2.149 Life Science- bzw. Biotechnologie-Unternehmen inklusive 671 auf biotechnologischer Forschung basierende kleine und mittelständische Unternehmen (KMU). Der Hauptsitz des Netzwerkes ist in Dänemark. [175]

### SCM

SCM bezeichnet die unternehmensübergreifende Integration von Material- und Informationsströmen (Produkte, Dienstleistungen, Informationen) vom Kunden bis zum Ursprungslieferanten. Das Ziel ist ein Mehrwert (Kostensparnis, Verbesserung der Lieferzeiten,...) für die Mitglieder der Kette durch die Integration aller benötigten Prozesse sowie deren Koordination und die Schnittstellenreduzierung bzw. -abstimmung. Trotz einer Vielfalt von verschiedenen Modellen lassen sich folgende gemeinsame definitorische Merkmale zusammenfassen:

- » Basis ist der Endkunde (Nachfragedaten)
- » Geschäftsprozessorientierung
- » Unternehmensübergreifend
- » kooperative Zusammenarbeit in der Kette

Ziel ist die Reduzierung der Produktionsschwankungen innerhalb der Liefer- bzw. Wertschöpfungskette. Bekannte Effekte die dadurch verhindert werden sollen sind Bull-Whip oder auch Peitscheneffekt, d.h. das Aufschaukeln der Produktion in der Kette durch lokale Optimierung einzelner Akteure. u.a. [176] [177] [178]

### Social Media

Social Media (oder dt. Soziale Medien), ist ein Sammelbegriff für internet-basierte mediale Angebote, die auf sozialer Interaktion und den technischen Möglichkeiten des sog. Web 2.0 basieren. Dabei stehen Kommunikation und der Austausch nutzergenerierter Inhalte (User-Generated Content) im Vordergrund. Die sozialen Medien gewinnen zunehmend auch kommerzielle Bedeutung, da die vernetzte Struktur der Nutzerschaft großes Potenzial für die wirkungsvolle Übermittlung kommerzieller Nachrichten und Inhalte bildet (Social Commerce). [155]

### Track & Trace

Auch Tracking-Tracing genannt, sind IT-gestützte Systeme zur Verfolgung des aktuellen Bearbeitungszustandes von Sendungen oder Ladungen innerhalb physischer Supply Chains der Industrie und des Handels. [155]

### Trend

Eine gesellschaftliche Entwicklung, deren allgemeine Richtung bekannt ist, in dem mehrere gegenwärtige gesellschaftliche Beobachtungen gebündelt sind und von dem angenommen wird, dass sie in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Zur Unterscheidung vgl. *Megatrend* [147]

### Wissensgesellschaft

Gesellschaftstheoretischer Begriff zur Bezeichnung der gegenwärtigen Gesellschaftsformation. Die These der Wissensgesellschaft geht davon aus, dass Wissen im Übergang von der industriellen zu postindustriellen Gesellschaft zum entscheidenden gesellschaftsprägenden Faktor wird, der sowohl die Produktionsverhältnisse als auch die Relationen des Sozialen entscheidend prägt. [179]

# Impressum

## **Erstellt von**

Technische Universität Chemnitz  
Institut für Betriebswissenschaften und Fabrikssysteme  
Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb  
Leitung: Prof. Dr.-Ing. Egon Müller  
egon.mueller@mb.tu-chemnitz.de  
<http://www.tu-chemnitz.de/mb/FabrPlan/>  
Tel.: +49 (371) 531 35 309  
Fax: +49 (371) 531 23 229

## **Im Auftrag**

des Beauftragten der Bundesregierung für die Neuen Bundesländer

## **Stand**

April 2013

## **Druck**

Druckerei Willy Gröer GmbH & Co. KG  
Chemnitz

## **Gestaltung**

Satz: Beate Pohlens  
Grafiken: Antonia Mahling, Nadine Göhlert

## **Bildnachweis**

Titelbild: Trumpf, Laserschneider  
Seite 44: TU Chemnitz/Wolfgang Thieme, Mikropräzisionsbauteil  
Seite 78: TU Chemnitz/Jörg Ackermann, Baukasten des modularen Montagesystem  
21 der USK Karl Utz Sondermaschinen GmbH  
Seite 81: TU Chemnitz/David Jentsch, Nachwuchsforschergruppe IREKO  
Seite 85: Scheffler AG, Pressebild  
Seite 85: TU Chemnitz/Wolfgang Thieme, eniPROD auf der INTEC  
Seite 89: TU Chemnitz/Jörg Ackermann, Lernfabrik  
Seite 125: TU Chemnitz/Jens Mühlsted  
Seite 126: Orisa Software GmbH, Pressebild

## **Unter Mitarbeit von**

Martina Ganß  
Nadine Göhlert  
Maik Jähne  
Beate Pohlens  
Ralph Riedel  
Sören Steinert  
Siegfried Wirth





Professur Fabrikplanung  
und Fabrikbetrieb

