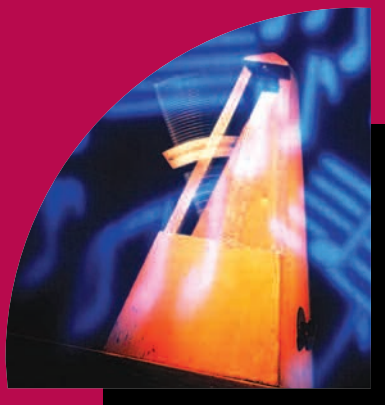


IMPULS



PRODUKTIVITÄTSPARADOXON IM MASCHINENBAU

Stiftung für den Maschinenbau,
den Anlagenbau und die Informationstechnik

PRODUKTIVITÄTSPARADOXON IM MASCHINENBAU

ABSCHLUSSBERICHT

STUDIE IM AUFTRAG DER IMPULS-STIFTUNG

MANNHEIM UND KARLSRUHE, OKTOBER 2018

In Gedenken an
Dr. Susanne Krebs.
Ihr ist diese Studie gewidmet.

Diese Studie wurde erstellt von

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW)

und

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)

Ansprechpartner

Dr. Christian Rammer

Forschungsbereich Innovationsökonomik und Unternehmensdynamik

L 7, 1

68161 Mannheim

E-Mail rammer@zew.de

Telefon +49 621-1235-184

Telefax +49 621-1235-170

Projektteam:

Dr. Christian Rammer (ZEW), Projektleitung

Angela Jäger (ISI)

Bastian Krieger (ZEW)

Dr. Christian Lerch (ISI)

Dr. Georg Licht (ZEW)

Prof. Dr. Bettina Peters (ZEW)

Prof. Dr. Alfred Spielkamp (Westfälische Hochschule und ZEW)

ZU DIESER STUDIE

Sinkt die Produktivität im deutschen Maschinenbau? Aufgeworfen wurde diese Frage vom Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung im Jahresgutachten 2015/16. Dort wurde berechnet, dass sich das jährliche Wachstum der gesamtwirtschaftlichen Produktivität in Deutschland verlangsamt hat und es im Maschinenbau gar zu einem deutlichen Rückgang der Produktivität gekommen ist.

Kann das sein? In der Eigenwahrnehmung – und auch objektiv, wenn man sich die Auslastung, die Auftragseingänge, die Gewinne und die Beschäftigtenentwicklung ansieht – geht es dem Maschinenbau heute gut. Aber wie ist das Bild morgen und übermorgen? Klar ist: Die Produktivität ist eine wesentliche Stellschraube für nachhaltigen Erfolg, für Wettbewerbsfähigkeit, für Wachstum und natürlich auch für Erträge, die investiert, aber auch an Eigentümer und Mitarbeiter ausgeschüttet werden können.

Insofern gibt es gute Gründe, sich auf die Spur des Produktivitätsparadoxons zu manchen. Diese Studie untersucht also den statistisch festgestellten Rückgang der Produktivität und stellt Hypothesen zur Erklärung auf, widerlegt einige davon und führt schließlich Handlungsempfehlungen auf. Quintessenz ist: Das Produktivitätsparadoxon im Maschinenbau ist – zumindest in Teilen – wissenschaftlich fundiert zu erklären. Wir hoffen, dass Sie, liebe Leserinnen und Leser, aus der Studie Impulse für Ihre Arbeit erhalten.

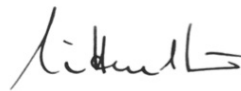
Selten hat eine IMPULS-Studie in der Erstellung ein höheres Interesse erfahren. Sowohl beim Ornungspolitischen Kolloquium der IMPULS-Stiftung im Kloster Eberbach als auch bei einem Workshop in Frankfurt wurde das Thema intensiv mit Unternehmensvertretern diskutiert. Die Studie hat durch diesen Input gewonnen.

Wir bedanken uns besonders bei den Autoren der Studie für die geleistete Arbeit und die gute Zusammenarbeit. Auch bedanken wir uns herzlich bei unserem VDMA-Themenpaten Dr. Ralph Wiechers für sein großes Engagement im Zuge der Studienerstellung. Bei Konzeption und Umsetzung der Studie war unsere verstorbene VDMA-Kollegin Dr. Susanne Krebs ebenfalls wesentlich beteiligt. Ihr und ihrem Andenken ist diese Studie gewidmet.

Frankfurt, Oktober 2018



Dr. Thomas Lindner
Vorsitzender des Kuratoriums
IMPULS-Stiftung



Dr. Manfred Wittenstein
Stellv. Vorsitzender des Kuratoriums
IMPULS-Stiftung



Dr. Johannes Gernandt
Geschäftsführender Vorstand
IMPULS-Stiftung



Stefan Röger
Geschäftsführender Vorstand
IMPULS-Stiftung

INHALT

ZU DIESER STUDIE	3
INHALT	4
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	5
TABELLENVERZEICHNIS	7
VERZEICHNIS DER ÜBERSICHTEN	8
EXECUTIVE SUMMARY	9
1 DAS PRODUKTIVITÄTSPARADOXON	11
2 PRODUKTIVITÄTSENTWICKLUNG IM MASCHINENBAU	17
3 DIGITALISIERUNG UND PRODUKTIVITÄTSENTWICKLUNG	29
4 SERVITISATION UND PRODUKTIVITÄTSENTWICKLUNG	39
5 INTERNATIONALISIERUNG UND PRODUKTIVITÄTSENTWICKLUNG	46
6 PRODUKTPOLITIK UND PRODUKTIVITÄTSENTWICKLUNG	57
7 INVESTITIONEN UND PRODUKTIVITÄTSENTWICKLUNG	64
8 FACHKRÄFTEKNAPPHEIT UND PRODUKTIVITÄTSENTWICKLUNG	71
9 PREISMESSUNG UND PRODUKTIVITÄTSENTWICKLUNG	76
10 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	84
11 LITERATURVERZEICHNIS	92

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Arbeitsproduktivität im deutschen Maschinenbau 1995-2015	12
Abbildung 2:	Erklärungsfaktoren für das Produktivitätsparadoxon im Maschinenbau	16
Abbildung 3:	Index der Arbeitsproduktivität im Maschinenbau Deutschlands 2005-2016 nach unterschiedlichen Datenquellen	17
Abbildung 4:	Arbeitsproduktivität im Maschinenbau Deutschlands 1995-2015 lt. VGR und Kostenstrukturerhebung	18
Abbildung 5:	Arbeitsproduktivität im Maschinenbau Deutschlands 2008-2015 nach Beschäftigtengrößenklassen	19
Abbildung 6:	Arbeitsproduktivität im Maschinenbau Deutschlands 1995-2015 nach Fachzweigen	20
Abbildung 7:	Veränderung der Arbeitsproduktivität im Maschinenbau Deutschlands zwischen 2008 und 2015 nach Unterfachzweigen	20
Abbildung 8:	Arbeitsproduktivität ausgewählter Branchen in Deutschland 2008-2015, Basis Kostenstrukturerhebung	21
Abbildung 9:	Arbeitsproduktivität ausgewählter Branchen in Deutschland 1995-2015, Basis VGR	22
Abbildung 10:	Arbeitsproduktivität im Maschinenbau 1995-2015 in ausgewählten europäischen Ländern (auf Euro-Basis)	23
Abbildung 11:	Index der Arbeitsproduktivität (in Landeswährung) im Maschinenbau 1995-2015 in ausgewählten europäischen Ländern	24
Abbildung 12:	Arbeitsproduktivität im Maschinenbau 2000-2014 in Deutschland, USA, Japan und Südkorea	24
Abbildung 13:	Umsatzrendite im Maschinenbau in Deutschland 1995-2015 im Vergleich zum Verarbeitenden Gewerbe	25
Abbildung 14:	Umsatzrendite im Maschinenbau 1995-2015 im internationalen Ländervergleich	26
Abbildung 15:	Bruttoproduktionswert und Bruttowertschöpfung im deutschen Maschinenbau 1995-2015	27
Abbildung 16:	Anteil von Vorleistungen, Personalaufwendungen und Abschreibungen am Bruttoproduktionswert im deutschen Maschinenbau 1995-2015	28
Abbildung 17:	Reallöhne und geleistete Arbeitsstunden im deutschen Maschinenbau 1995-2015	28
Abbildung 18:	Zusammenhang zwischen Umsatzproduktivität und Digitalisierungsbreite 2016 in Unternehmen des Maschinenbaus und der deutschen Wirtschaft insgesamt	32
Abbildung 19:	Einfluss der Digitalisierungsbreite auf die Arbeitsproduktivität	33
Abbildung 20:	Einfluss von Investitionen in Software auf die Arbeitsproduktivität von Unternehmen in Deutschland	34
Abbildung 21:	I4.0-Readiness: Digitalisierungsbereitschaft des Maschinenbaus im Vergleich zum sonstigen Verarbeitenden Gewerbe, 2015	35
Abbildung 22:	Arbeitsproduktivität und I4.0-Readiness Index in Betrieben des Maschinenbaus und des sonstigen Verarbeitenden Gewerbes 2015	36

Abbildung 23: Dynamik der Hauptgruppen der I4.0-Readiness 2006-2015 im Maschinenbau und im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe	36
Abbildung 24: Beschäftigungsveränderung im deutschen Maschinenbau 2007-2015 nach Tätigkeiten	40
Abbildung 25: Betriebe im Maschinenbau und im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe nach Servicetransformationsstufen im Jahr 2015	41
Abbildung 26: Arbeitsproduktivität entlang der Servicetransformationsstufen im Jahr 2015	42
Abbildung 27: Arbeitsproduktivität bei digitalen und herkömmlichen Geschäftsmodellen im Jahr 2015	42
Abbildung 28: Innovationen bei Dienstleistungen und Hardware in Unternehmen in Deutschland 2008-2016	44
Abbildung 29: Anteil der Unternehmen mit erstmaliger Gründung einer und vollständiger Aufgabe von Auslandsniederlassung(en) 2003-2016	48
Abbildung 30: Veränderung der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität am Standort Deutschland nach erstmaliger Gründung einer Auslandsniederlassung im Zeitraum 2003-2007 und 2010-2016	48
Abbildung 31: Veränderung der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität bei Aufgabe von Auslandsniederlassungen	49
Abbildung 32: Verlagerungen und Rückverlagerungen von Teilen der Produktion 2013-2015	50
Abbildung 33: Arbeitsproduktivität im Jahr 2015 nach Produktionsverlagerungen im Zeitraum 2013-2015	51
Abbildung 34: Ausbau von Produktionskapazitäten im Ausland und Arbeitsproduktivität im Jahr 2015	51
Abbildung 35: Bedeutung des Wettbewerbsumfelds "starke Konkurrenz aus dem Ausland" in Unternehmen 2009-2017	52
Abbildung 36: Durchschnittliche Arbeitsproduktivität nach der Bedeutung einer starken Konkurrenz durch Anbieter aus dem Ausland	53
Abbildung 37: Innovationsaktive Unternehmen in Deutschland 2008-2010 nach Auslandsstandorten mit und ohne FuE	54
Abbildung 38: Effekt der Durchführung von FuE an Auslandsstandorten auf die Produktivität der Unternehmen am Standort Deutschland	55
Abbildung 39: Bedeutung kundenspezifischer Lösungen als wesentliche Wettbewerbsstrategie im Zeitraum 2014-2016	58
Abbildung 40: Durchschnittliche Arbeitsproduktivität von Unternehmen nach der Bedeutung von kundenspezifischen Lösungen als Wettbewerbsstrategie	59
Abbildung 41: Effekt der Strategie kundenspezifischer Lösungen auf die Produktivität von Unternehmen	59
Abbildung 42: Verbreitung von Sortimentsneuheiten in Unternehmen in Deutschland 2006-2016	61

Abbildung 43: Sachanlageinvestitionen im Maschinenbau und im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe Deutschlands 1995-2015	65
Abbildung 44: Sachanlage-Kapitalintensität im Maschinenbau und im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe Deutschlands 1995-2015	66
Abbildung 45: Zusammensetzung der gesamten Investitionen im deutschen Maschinenbau 2006-2016 nach Kapitalgütern	67
Abbildung 46: Dynamik der Investitionen im deutschen Maschinenbau 2006-2016 nach Kapitalgütern	68
Abbildung 47: Produktivitätswirkung von Sachanlageinvestitionen und immateriellen Investitionen in Unternehmen in Deutschland, 2001-2008 und 2009-2013, AFiD-Daten	69
Abbildung 48: Produktivitätswirkung von immateriellen Investitionen und dem Sachanlagekapitalstock in Unternehmen in Deutschland 2010-2016, MIP-Daten	70
Abbildung 49: Innovationshemmnis Fachkräftemangel in Unternehmen in Deutschland 2006-2016	73
Abbildung 50: Ingenieure im deutschen Maschinenbau nach Altersgruppen 2007-2016	73
Abbildung 51: Effekt des Fachkräftemangels auf die Produktivität von Unternehmen in Deutschland 2000-2016	74
Abbildung 52: Erzeugerpreisindex für ausgewählte Industriebranchen Deutschlands 1995-2017	78
Abbildung 53: Preisindex der Bruttowertschöpfung nach VGR für ausgewählte Industriebranchen Deutschlands 1995-2015	79
Abbildung 54: Erzeugerpreisindex im Maschinenbau für ausgewählte europäische Länder 2000-2015	80
Abbildung 55: Erzeugerpreisindex im Maschinenbau für Inlands- und Auslandsabsatz für ausgewählte europäische Länder 2010-2015	81
Abbildung 56: Preisindex der Bruttowertschöpfung im Maschinenbau nach VGR für ausgewählte europäische Länder 1995-2015	81
Abbildung 57: Änderungsrate des Erzeugerpreisindex und der nominellen Bruttowertschöpfung im deutschen Maschinenbau 1996-2015	82

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Arbeitsproduktivität nach der Verbreitung von Technologien der digitalen Fabrik im Maschinenbau und sonstigem Verarbeitenden Gewerbe	37
Tabelle 2:	Effekte von Innovationen in Hardware und bei Dienstleistungen auf die Arbeitsproduktivität in Unternehmen 2006-2016	44
Tabelle 3:	Kurz- und mittelfristiger Einfluss von Sortimentsneuheiten und Marktneuheiten auf die Arbeitsproduktivität in Unternehmen des Maschinenbaus und der deutschen Wirtschaft insgesamt	62

VERZEICHNIS DER ÜBERSICHTEN

Box 1:	Produktivitätsmessung	12
Box 2:	Hypothesen zur Erklärung des Produktivitätsparadoxons	13
Box 3:	Datenbasis	14
Box 4:	Gesamtwirtschaftliche und sektorale Produktivitätskennzahlen	18
Box 5:	Thesen zur Digitalisierung als mögliche Produktivitätsbremse	29
Box 6:	Daten zur Verbreitung von Digitalisierung im Maschinenbau	30
Box 7:	Thesen zur Servitisation als mögliche Produktivitätsbremse	39
Box 8:	Analyse der Produktivitätswirkung von Servitisation	40
Box 9:	Thesen zur Internationalisierung als Ursache für Produktivitätsrückgänge	46
Box 10:	Analyse von Internationalisierung und Produktivitätsentwicklung	47
Box 11:	Thesen zu Produktpolitik und Produktivitätsrückgängen	57
Box 12:	Analyse von Produktpolitik und Produktivitätsentwicklung	58
Box 13:	Produktinnovationen, Sortiments- und Marktneuheiten	60
Box 14:	Thesen zur Investitionstätigkeit und Produktivitätsentwicklung	64
Box 15:	Analyse von Investitionen und Produktivitätsentwicklung	65
Box 16:	Thesen zur Fachkräfteknappheit und Produktivitätsentwicklung	71
Box 17:	Analyse von Fachkräfteknappheit und Produktivitätsentwicklung	72
Box 18:	Thesen zur Rolle der Preismessung für die Produktivitätsanalyse	77
Box 19:	Empfehlungen zu Digitalisierung	88
Box 20:	Empfehlungen zu Dienstleistungen und Geschäftsmodellen	89
Box 21:	Empfehlungen zu Internationalisierung und Produktivität	90
Box 22:	Empfehlungen zu Preismessung und Produktivität	90

EXECUTIVE SUMMARY

Die wirtschaftliche Entwicklung im deutschen Maschinenbau zeigt nach der Wirtschaftskrise von 2009 eine paradoxe Entwicklung. Auf der einen Seite war der Maschinenbau wirtschaftlich sehr erfolgreich: Umsätze, Exporte, Löhne und Beschäftigung stiegen merklich an, und die Gewinne der Unternehmen erreichten wieder rasch das Vorkrisenniveau. Auf der anderen Seite blieb die Arbeitsproduktivität merklich unter dem Wert von vor der Krise, von 2011 bis 2015 kam es sogar zu einem absoluten Rückgang der Arbeitsproduktivität.

Die vorliegende Studie untersucht mögliche Ursachen für dieses "Produktivitätsparadoxon" im Maschinenbau. Mithilfe von Unternehmensdaten werden sieben Thesen untersucht. Aus den empirischen Analysen sowie den Interviews mit Unternehmen zeigen sich vier Thesen als relevant.

(1) Die rasche Verbreitung **einer umfassenden, intensiven Digitalisierung in der Produktion** des Maschinenbaus trägt aktuell nicht zu Produktivitätsgewinnen bei. Zum einen haben viele Maschinenbauunternehmen schon frühzeitig digitale Anwendungen umgesetzt und ihre Produktivität gesteigert. Zum anderen führen die neuesten Konzepte der digitalen Fabrik zu geringeren Effizienzsteigerungen als in anderen Industriebranchen. Bei der **Digitalisierung von Produktangeboten und digitalen Geschäftsmodellen** befinden sich viele Maschinenbauunternehmen noch in der Investitionsphase. Sie bauen ihre IT-Abteilungen und Datenanalysekapazitäten auf und aus und entwickeln innovative Konzepte. Den hohen Investitionen stehen erst vergleichsweise geringe Erträge gegenüber.

(2) Die fortschreitende **Internationalisierung** der deutschen Maschinenbauunternehmen trägt insofern zu Produktivitätsrückgängen bei, als die Wirtschaftsstatistik die Produktivität nur für die Aktivitäten am Standort Deutschland misst und Produktivitätsgewinne der Unternehmen an Auslandsstandorten nicht einfließen.

(3) Der steigende **Dienstleistungsanteil** ist ein zentraler Trend im deutschen Maschinenbau. Seine Produktivitätswirkung ist ambivalent. Auf der einen Seite können produktbegleitende Dienstleistungen und neue Service-Geschäftsmodelle die Produktivität erhöhen, indem sie die Qualität der angebotenen Leistungen verbessern und die Kundenbindung stärken. Auf der anderen Seite weisen viele Dienstleistungsaktivitäten eine strukturell niedrigere Arbeitsproduktivität auf, und viele Maschinenbauunternehmen befassen sich nicht systematisch mit dem Thema Messung und Steigerung der Dienstleistungsproduktivität.

(4) Die **Messung der Preisentwicklung** ist im Maschinenbau von jeher schwierig, da aufgrund von kundenspezifischer Fertigung, laufenden Qualitätsverbesserungen und häufigen Produktinnovationen kaum über die Zeit unveränderte Produkte vorliegen, um deren Preisentwicklung zu beobachten. Es ist wahrscheinlich, dass der in der amtlichen Statistik ausgewiesene Preisanstieg zu einem relevanten Teil Preiserhöhungen aufgrund von Änderungen in der Produktqualität einschließt. Dadurch werden der Anstieg der realen Bruttowertschöpfung und damit die Produktivitätsentwicklung unterschätzt.

Für einige Hypothesen konnten keine empirischen Befunde gefunden werden:

- Der hohe Grad an **Produktdifferenzierung** im Maschinenbau (kundenspezifische Produkte, Losgröße 1) sowie die **Diversifikation des Produktangebots** (Ausweitung des Sortiments, oft auch im Zusammenhang mit digitalen Angeboten) haben keine nachweisbar negativen Auswirkungen auf die Produktivitätsentwicklung.
- Die **Investitionstätigkeit** im Maschinenbau entwickelte sich gleichmäßig. Die Anteilsverschiebung von physischem in Richtung immateriellem Kapital (technisches Wissen, Software und Datenbanken, Markenwerte, Humankapital) kann für den Produktivitätsrückgang nicht verantwortlich gemacht werden.
- Eine Beschäftigung von aktuell nicht benötigten Mitarbeitern, um **Vorsorge für eine künftige Fachkräfteknappheit** zu treffen, konnte auf Basis der – allerdings nur eingeschränkt aussagekräftigen Daten – ebenfalls nicht als Ursache für das Produktivitätsparadoxon ausgemacht werden.

1 DAS PRODUKTIVITÄTSPARADOXON

Der Maschinenbau ist einer der industriellen Leuchttürme Deutschlands. Er zählt zu den am stärksten international ausgerichteten Branchen der deutschen Wirtschaft mit einer Exportquote von zuletzt (2017) 78,2 %. Maschinen und Anlagen aus Deutschland gelten weltweit als ein Symbol für Präzision, Effizienz und Hochtechnologie. Sie prägen die internationale Wahrnehmung Deutschlands als innovatives, technikorientiertes Land mit einer hochstehenden Ingenieurskunst und sind aktuell ein Vorreiter der digitalen Transformation zu Industrie 4.0. Diesem Bild entspricht, dass der deutsche Maschinenbau eine eindrucksvolle wirtschaftliche Entwicklung aufweist. Die Beschäftigung erreichte Ende 2017 mit 1,03 Mio. Personen einen neuen Rekord und liegt um 7 % über dem Höchststand vor der Krise (2008: 0,96 Mio.).¹ Der Umsatz nahm von 2011 bis 2017 mit einer Jahresrate von nominal 2,7 % zu und lag um 13 % über dem Spitzenwert aus dem Jahr 2008. Die Exporte überstiegen 2017 das Niveau von 2008 sogar um 20 %. Und die Unternehmen des Maschinenbaus produzieren profitabel: Die Umsatzrendite erreichte nach der Wirtschaftskrise mit etwa 8 % wieder annähernd das Niveau der Hochkonjunkturjahre 2006 bis 2008.²

Nicht in dieses Bild passt allerdings, dass die Produktivität im deutschen Maschinenbau³ nach der Wirtschaftskrise von 2009 nicht wieder das Vorkrisenniveau erreicht hat und von 2011 bis 2015 sogar absolut zurückgegangen ist (Abbildung 1). Dies ist für eine hochinnovative Branche, die unter starkem internationalen Wettbewerbsdruck steht, ein erstaunliches Ergebnis. Der Maschinenbau steht unter den technologieorientierten Branchen Deutschlands damit alleine dar. Als Ergebnis lag die Produktivität des Maschinenbaus im Jahr 2015 um

10 % unter dem deutschen Industriedurchschnitt.⁴ Bis 2008 war die Produktivität des Maschinenbaus stets deutlich überdurchschnittlich, im Jahr 2000 lag sie um 23 % über dem Industriemittel. Diese Sonderentwicklung des deutschen Maschinenbaus gilt auch im internationalen Vergleich. In allen wichtigen Wettbewerberländern (u. a. USA, Japan, Frankreich) hat sich die Produktivität des Maschinenbaus günstiger entwickelt als in Deutschland.

Es ist dieses Paradoxon zwischen Produktivitätsschwäche auf der einen Seite und beeindruckender wirtschaftlicher Performance bei vielen anderen Kennzahlen auf der anderen Seite, das den Anlass für die vorliegende Studie der IMPULS-Stiftung gab. Die zentrale Frage lautet: Was sind die Ursachen für das Produktivitätsparadoxon im Maschinenbau? Dahinter stehen weitere Fragen, etwa nach der Bedeutung und Interpretation von (Arbeits-)Produktivität in einer Welt, in der sich Produktionsprozesse mehr und mehr differenzieren und der Wert von Produkten immer schwerer messbar wird, sowie nach den Maßnahmen, die Unternehmen, Verbände und die Politik ergreifen können, um die Produktivitätsentwicklung im deutschen Maschinenbau wieder anzukurbeln.

Der vorliegende Bericht liefert Antworten auf diese Fragen. Es werden sieben mögliche Erklärungsansätze für das Produktivitätsparadoxon untersucht (siehe Box 2). Diese Erklärungsansätze beruhen auf Hypothesen, die in der wissenschaftlichen Literatur diskutiert werden und sich in Gesprächen mit Maschinenbauunternehmen herauskristallisiert haben. Sie zielen auf Bedingungen und Entwicklungen ab, die spezifisch für den Maschinenbau sind oder bei denen sich die Situation im deutschen Maschinenbau anders darstellt als in anderen Branchen oder anderen Ländern.

Gesamtwirtschaftliche Veränderungen, die in den vergangenen Jahren die Produktivitätsentwicklung in der deutschen Wirtschaft beeinflusst haben (z. B. Geldpolitik, Preisentwicklung

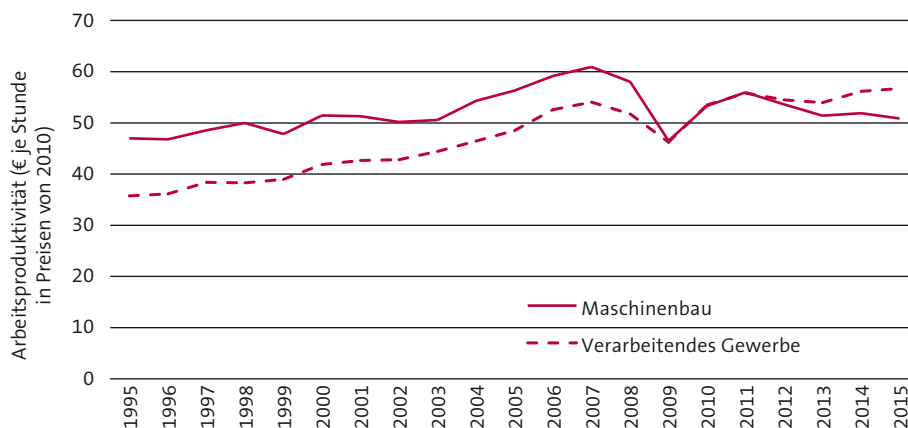
1 Beschäftigte in Betrieben ab 50 Mitarbeiter. Die Anzahl der Erwerbstätigen im deutschen Maschinenbau (alle Betriebsgrößen) belief sich im Jahr 2016 auf 1,346 Mio. (Quelle: VDMA).

2 Umsatzrendite gemessen als Nettobetriebsüberschuss am Produktionswert. Quelle: Eurostat, eigene Berechnungen.

3 Unter Produktivität im deutschen Maschinenbau wird in dieser Studie stets die Produktivität der am Standort Deutschland stattfindenden Aktivitäten verstanden. Diese Produktivität muss nicht der Produktivität der globalen Aktivitäten von Maschinenbauunternehmen mit Sitz in Deutschland entsprechen. Zur Produktivitätsmessung siehe Box 1.

4 2016 stieg die Arbeitsproduktivität im deutschen Maschinenbau auf Basis der Angaben aus der Produktionsstatistik wieder leicht an.

Abbildung 1: Arbeitsproduktivität im deutschen Maschinenbau 1995–2015



Arbeitsproduktivität: Bruttowertschöpfung je geleisteter Arbeitsstunde.
Quelle: Statistisches Bundesamt, VGR. – Berechnungen des ZEW.

auf Rohstoffmärkten, Demografie, Arbeitsmarkt-reformen, sektoraler Strukturwandel, vgl. Ademmer et al. 2017), stehen nicht im Zentrum der Studie, da sie für die Erklärung der spezifischen Entwicklung im Maschinenbau im Vergleich zu anderen Industriebranchen weniger relevant sind. So haben beispielsweise die gesunkenen Preise für Rohstoffe, Materialien und Energie und die Euro-Abwertung gegenüber dem US-Dollar die Unternehmen kostenseitig entlastet, wodurch das Thema Produktivitätssteigerungen in den Hintergrund gerückt sein

könnte. Doch gilt das für alle exportorientierten Industriebranchen in sehr ähnlicher Weise und kann somit kaum die großen Unterschiede in der Produktivitätsentwicklung erklären.

Dasselbe gilt für produktivitätssenkende Veränderungen der Rahmenbedingungen wie z. B. eine stärkere bürokratische Belastung der Unternehmen (z. B. Produktdokumentation im Exportgeschäft, Berichts- und Dokumentationspflichten z. B. im Zusammenhang mit dem Mindestlohn). Auch diese betreffen Unternehmen

Box 1: Produktivitätsmessung

Das gängige Produktivitätsmaß in der amtlichen Wirtschaftsstatistik ist die Arbeitsproduktivität auf Stundenbasis (s. Index der Arbeitsproduktivität im Produzierenden Gewerbe, Fachserie 4, Reihe 2.1 des Statistischen Bundesamts). Sie setzt dem Inlandsprinzip folgend den Wert der in einem Jahr in einer Volkswirtschaft produzierten Güter (Waren und Dienstleistungen) in Relation zu den in diesem Jahr geleisteten Arbeitsstunden (Produktions- und Dienstleistungs-/Verwaltungstätigkeiten). Für einen Vergleich über die Zeit wird der Produktionswert um die Preisveränderung bereinigt (reale Arbeitsproduktivität).

Arbeitsproduktivität: $\frac{\text{Produktionswert}}{\text{Preisindex}} / \text{geleistete Arbeitsstunden}$

In der **amtlichen Statistik** der Arbeitsproduktivität wird der Produktionswert als **Bruttoproduktionswert** definiert, d.h. inklusive des Werts der von den Unternehmen bezogenen Vorleistungen wie Material, Energie, Hilfs- und Betriebsmittel, bezogene Dienstleistungen. In dieser **Studie** wird dagegen i.d.R. auf die **Bruttowertschöpfung** (Bruttoproduktionswert abzüglich Vorleistungen) Bezug genommen. Für einzelne Analysen wird statt der geleisteten Arbeitsstunden die Anzahl der **Beschäftigten in Vollzeitstellen** herangezogen. Dies ändert konzeptionell allerdings nichts an dem Produktivitätsmaß.

In dieser Studie wird stets auf die **Produktivität in einem Land** (meistens Deutschland) Bezug genommen und nicht auf die globale Produktivität eines Unternehmens.

Box 2: Hypothesen zur Erklärung des Produktivitätsparadoxons

- 1) Digitalisierung: Der Einstieg in intensive Digitalisierung könnte mit hohen Anlaufkosten verbunden sein, während Wertsteigerungen durch digitale Produktangebote (noch) nicht oder nur teilweise in höhere Preise umsetzbar sein könnten.
- 2) Servitisation: Ein steigender Dienstleistungsanteil könnte aufgrund der hohen Personalintensität (geringer Kapitaleinsatz) zu einem niedrigeren Verhältnis von Output zu Arbeitseinsatz führen, Produktivitätssteigerung von Dienstleistungen könnten schwieriger zu realisieren sein, Dienstleistungen könnten beim Kauf von Neumaschinen als „gratis add-on“ angeboten werden.
- 3) Internationalisierung: Produktivitätsgewinne könnten primär an Auslandsstandorten stattfinden, Konzentration der Funktionskosten an deutschen Standorten sowie Insourcing von zuvor ausgelagerten Aktivitäten könnten zu niedrigerer Produktivität an Inlandsstandorten führen.
- 4) Produktpolitik: Zunehmende Produktdifferenzierung (kundenspezifische Produktion, Losgröße 1) und Produktdiversifikation (Ausweitung der Angebotspalette) könnten die Produktion komplexer machen und die Nutzung von Skalenerträgen einschränken.
- 5) Investitionen: Eine Zurückhaltung bei Erweiterungsinvestitionen und Verschiebung zu immateriellen Investitionen (mit weniger nachhaltiger Produktivitätswirkung) könnten das Produktivitätswachstum dämpfen.
- 6) Personalpolitik: Jüngere Mitarbeiter könnten über den aktuellen Bedarf hinaus eingestellt werden, um möglichst friktionsfrei ausscheidende ältere Mitarbeiter zu ersetzen („vorsorgende Personalpolitik“).
- 7) Preismessung: Der Preisanstieg von Maschinenbauprodukten könnte wegen Untererfassung von Qualitätsverbesserungen in der amtlichen Statistik überschätzt sein.

aus allen Branchen in sehr ähnlicher Weise. Weitere maschinenbauspezifische Faktoren wie z. B. kleinere Bestellmengen bei Maschinenbaukomponenten als früher üblich, um in Anbetracht der Unsicherheit über die weitere wirtschaftliche Entwicklung die Lagerhaltung zu reduzieren, konnte mangels geeigneter Daten nicht untersucht werden.

Ein besonderes Merkmal dieser Studie ist der Ansatz, die Produktivitätsentwicklung im Maschinenbau auf der Unternehmensebene zu untersuchen. Hierfür kommen Daten aus drei bereits vorliegenden Unternehmensbefragungen zum Einsatz (siehe Box 3). Die Datenbasis erlaubt es, Bestimmungsfaktoren der Produktivität auf Unternehmensebene zu messen und so u. a. den Einfluss von Unternehmensmerkmalen zu berücksichtigen (z. B. Größe, Standort, Investitions- und Innovationstätigkeit, Wettbewerbsumfeld, interne Organisation). Bei einer Analyse auf Branchenebene wäre eine solche differenzierte Betrachtung nicht möglich. Die Unternehmensperspektive erlaubt somit differenziertere Aussagen und damit konkretere Handlungsempfehlungen.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass insbesondere drei Entwicklungen im Maschinenbau zumindest für einen Teil der nachlassenden Produktivität verantwortlich gemacht werden können. Wenngleich eine Quantifizierung des Beitrags der einzelnen Entwicklungen nicht möglich ist, so lässt sich folgende Reihenfolge aufstellen:

- Der Haupteffekt geht von der **Digitalisierung** aus. Die **Digitalisierung** befindet sich in den meisten Unternehmen des deutschen Maschinenbaus noch in der Investitionsphase. Dies bedeutet, dass neue Strukturen aufgebaut und neue Tätigkeiten mit Mitarbeitern besetzt werden müssen. Das Ertragspotenzial von digitalen Produkten und Geschäftsmodellen ist zum großen Teil erst noch zu erschließen. Dies bremst klar die Produktivität.
- Die **Internationalisierung** der Maschinenbauunternehmen kann zum Ausweis einer sinkenden Produktivität in der Statistik beitragen. Denn wenn Unternehmen ihre Produktionsaktivitäten primär in Kundennähe an Auslandsstandorten ausweiten, während zentrale Funktionen wie

Unternehmensführung, Forschung und Marketing am deutschen Stammsitz verbleiben, so kann dies die Produktivität am deutschen Standort nach unten drücken. Den erhöhten Aufwendungen für die Funktionskosten stehen zwar höhere Erträge im Unternehmen insgesamt gegenüber, die allerdings primär an Auslandsstandorten und kaum in Deutschland anfallen.

- Der Trend im Maschinenbau zur **Ausweitung von Dienstleistungsangeboten** dürfte potenziell ebenfalls eine Rolle für die rückläufige Produktivitätsentwicklung spielen.⁵ Denn Dienstleistungen weisen i. d. R. eine strukturell niedrigere Produktivität im Vergleich zu Produktionstätigkeiten auf, da der Kapitaleinsatz sowie die Möglichkeiten der Standardisierung und Rationalisierung geringer sind. Gleichzeitig bieten Dienstleistungen aber auch viele neue Chancen, um zusätzliche Erlöse zu erzielen, Kunden zu binden und das

Box 3: Datenbasis

Mannheimer Innovationspanel (MIP): Jährliche Erhebung der Innovationsaktivitäten von Unternehmen in Deutschland durch ZEW und ISI im Auftrag des BMBF; Panelstichprobe mit ca. 8.000 Beobachtungen pro Jahr, darunter ca. 350 aus dem Maschinenbau.

Modernisierung der Produktion: Dreijährliche Erhebung des ISI zum Einsatz von Produktionstechnologien und neuen Produktionskonzepten in Betrieben des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschlands; ca. 1.500 Beobachtungen pro Jahr, darunter ca. 250 aus dem Maschinenbau.

Amtliche Firmendaten (AFiD) – Industrieunternehmen: Kombinierte Daten des Jahresberichts für Unternehmen sowie der jährlichen Investitions- und der Kostenstrukturerhebungen im Verarbeitenden Gewerbe durch die Statistischen Ämter; ca. 15.400 Beobachtungen pro Jahr, darunter ca. 2.500 aus dem Maschinenbau.

Die **Messung der Produktivität** unterscheidet sich je nach Datensatz: Sowohl im MIP als auch in den AFiD wird der Umsatz je Beschäftigten (in Vollzeitstellen) herangezogen, wobei in multivariaten Analysen die Höhe der Vorleistungen berücksichtigt und somit implizit die Bruttowertschöpfung je Beschäftigten zugrunde gelegt wird (vgl. Abschnitt 12.1). Während in Querschnittsanalysen die nominale Produktivität verwendet wird, wird die Produktivität bei Verwendung von Paneldaten zusätzlich preisbereinigt (unter Verwendung branchenspezifischer Erzeugerpreisindizes). In der Erhebung *Modernisierung der Produktion* wird die Bruttowertschöpfung je Beschäftigten verwendet.

Die Analysen von Unternehmensdaten wurden ergänzt um Interviews mit Unternehmen (fünf mittlere und große Unternehmen, die eine stagnierende oder rückläufige Produktivitätsentwicklung 2010-2015 gezeigt haben) sowie einem Workshop und mehreren Diskussionsrunden zu Zwischenergebnissen mit Unternehmens- und Verbandsvertretern. Die Kombination aus Datenanalysen und Fallbeispielen erlaubt eine umfassende Bewertung der möglichen Ursachen des Produktivitätsparadoxons.

⁵ Handelsaktivitäten werden hier nicht zu den Dienstleistungsangeboten gezählt. Letztere umfassen primär Angebote in direkter Interaktion mit dem Kunden bzw. Angebote, die am Kundenstandort ausgeführt werden, wie z. B. Installation, Wartung, Reparatur, Beratung, Schulung oder Betreibermodelle.

Auftragsvolumen auszuweiten und zu verstetigen. Dies gilt ganz besonders für innovative Geschäftsmodelle auf Basis von produktbegleitenden Dienstleistungen. Da sich der produktivitätsdämpfende strukturelle und der produktivitätssteigernde expansive Effekt ausgleichen können, kann der Trend der Servitisation den Produktivitätsrückgang selbst nicht erklären. Allerdings trägt die teilweise noch geringe Aufmerksamkeit, die dem Thema Messung und Steigerung der Dienstleistungsproduktivität in vielen Maschinenbauunternehmen entgegengebracht wird, dazu bei, dass Produktivitätspotenziale ungenutzt bleiben.

Dass trotz der genannten produktivitätsdämpfenden Faktoren die Profitabilität des deutschen Maschinenbaus weiterhin auf einem hohen Niveau ist, liegt u. a. daran, dass die **Kosten für bezogene Vorleistungen** nach der Wirtschaftskrise merklich gesenkt werden konnten. Ein Treiber dieser Entwicklung waren die gesunkenen Rohstoffkosten, ein anderer Treiber der intensiveren internationalen Wettbewerb insbesondere bei Vorprodukten.

Ein weiterer Faktor zur Erklärung des Produktivitätsparadoxons im Maschinenbau ist im Bereich der statistischen Messung der Produktivität zu suchen. Eine wesentliche Determinante der Produktivitätsentwicklung ist die **Veränderung des Preisniveaus** von Maschinenbauprodukten. Die Messung von Preisänderungen ist im Maschinenbau aufgrund der häufig kundenspezifisch zugeschnittenen Produkte sowie der Herstellung von Unikaten (Anlagenbau) besonders schwierig. Hinzu kommt, dass der Kundennutzen und damit die Zahlungsbereitschaft nicht nur von den physischen Merkmalen der Maschinen und Anlagen, sondern auch von digitalen und Dienstleistungskomponenten abhängen. Änderungen in diesen immateriellen Merkmalen können aufgrund der höheren Produktqualität zu höheren Produktpreisen führen. In der amtlichen Preismessung besteht jedoch die Gefahr, dass die gestiegene Produktqualität nur unzureichend berücksichtigt und als Preisanstieg ausgewiesen wird. In der Folge wird der in konstanten Preisen gemessene Bruttoproduktionswert unterschätzt und die Produktivitätsentwicklung entsprechend zu ungünstig ausgewiesen. Hinweise auf einen

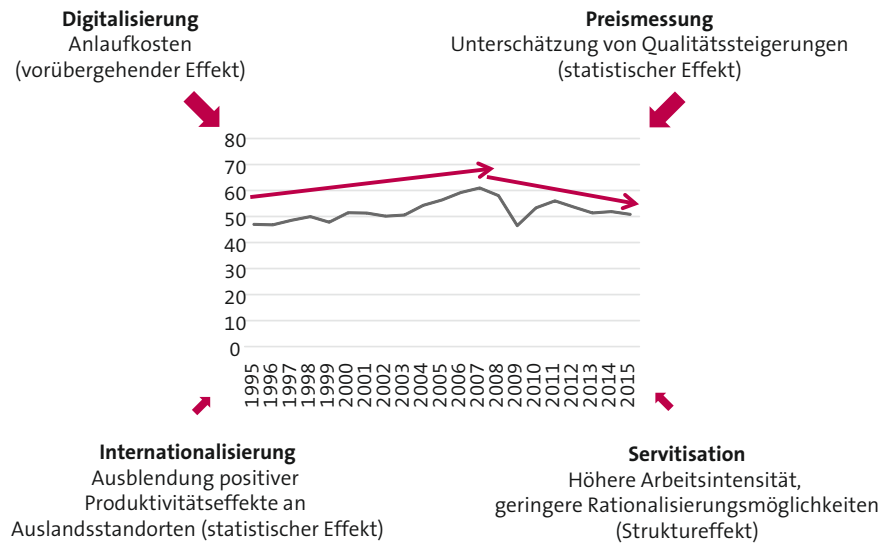
zu hoch ausgewiesenen Anstieg des Preisniveaus im deutschen Maschinenbau liefert zum einen der Umstand, dass der Preisanstieg in Deutschland deutlich über dem des Maschinenbaus in anderen europäischen Ländern liegt. Zum anderen weist der Maschinenbau einen merklich höheren Preisanstieg als andere Investitionsgüterindustrien in Deutschland auf.

Die rückläufige Produktivitätsentwicklung im deutschen Maschinenbau nach der Wirtschaftskrise ist somit primär auf einen vorübergehenden Technologieeffekt (Anlaufkosten der Digitalisierung) sowie einem statistischen Effekt (ungenauere Preismessung) zurückzuführen (Abbildung 2). Zusätzlich spielen ein weiterer statistischer Effekt, nämlich die Nicht-Erfassung von Produktivitätsgewinnen an Auslandsstandorten, und der Trend zu Dienstleistungen eine gewisse, jedoch deutlich geringere Rolle. Die beiden statistischen Effekte, die auch schon vor 2009 vorhanden waren, dürften aufgrund der fortschreitenden Digitalisierung und der Zunahme von produktbegleitenden Dienstleistungen – die beide die Preismessung erschweren – sowie der verstärkten Internationalisierungsaktivitäten im Maschinenbau jüngst zugenommen haben.

Für weitere in Betracht gezogene Erklärungsansätze für das Produktivitätsparadoxon konnten nur schwache oder gar keine Anhaltspunkte gefunden werden. Die **Investitionen** haben sich im deutschen Maschinenbau nach der Wirtschaftskrise positiv entwickelt, der Kapitalstock stieg weiter an. Eine Investitionsschwäche als Ursache für den Produktivitätsrückgang kann also nicht ausgemacht werden. Allerdings kam es zu einer Strukturverschiebung in Richtung immaterielle Anlagegüter (FuE, Software). Produktivitätseffekte von immateriellen Investitionen sind häufig kurzfristiger oder mit größerer Unsicherheit behaftet als von Investitionen in Ausrüstungen und Produktionsanlagen. Für Investitionen in Software zeigt sich im Maschinenbau ab 2010 sogar ein negativer Produktivitätseffekt, der in Zusammenhang mit den Anlaufkosten von Digitalisierungsprojekten steht.

Die starke Ausrichtung vieler Maschinenbauunternehmen auf **kundenspezifische Angebote** und Einzelanfertigungen

Abbildung 2: Erklärungsfaktoren für das Produktivitätsparadoxon im Maschinenbau



Quelle: ZEW und ISI.

(**Produktdifferenzierung**), die mit Industrie-4.0-Ansätzen noch weiter zunimmt, ist nicht für die ungünstige Produktivitätsentwicklung verantwortlich. Vielmehr weisen diese Unternehmen eine deutlich höhere Produktivität und günstigere Produktivitätsveränderung auf. Der Einstieg in neue Leistungsangebote außerhalb der angestammten Produktsegmente (**Produktdiversifizierung**) ist in kurzfristiger Sicht mit Produktivitätseinbußen verbunden, denen aber langfristig merkliche Produktivitätsgewinne gegenüberstehen. Da kein Trend zu einer stärkeren Produktdiversifizierung zu beobachten ist, fällt auch dieser Faktor als Erklärung aus. Keine belastbaren Hinweise konnten außerdem für die These gefunden werden, dass das **Insourcing** von Aktivitäten (Erhöhung der Fertigungstiefe) und die Rückverlagerung von zuvor ins Ausland verlagerten Aktivitäten als Produktivitätsbremse gewirkt haben.

Ebenfalls keine Hinweise konnten für das Argument gefunden werden, dass die Unternehmen des deutschen Maschinenbaus **Vorsorge für eine künftige Fachkräfteknappheit** betreiben, indem sie mehr Mitarbeiter beschäftigen als aktuell benötigt. Zum einen bieten die bestehenden Arbeitszeitregelungen ausreichend Flexibilität, um auch bei Auftragsrückgängen Mitarbeiter weiter zu beschäftigen, zum anderen besteht gerade aufgrund der Fachkräfteknappheit auf dem Arbeitsmarkt oft gar nicht die Möglichkeit, Mitarbeiter über den aktuellen Bedarf hinaus zu beschäftigen.

2 PRODUKTIVITÄTSENTWICKLUNG IM MASCHINENBAU

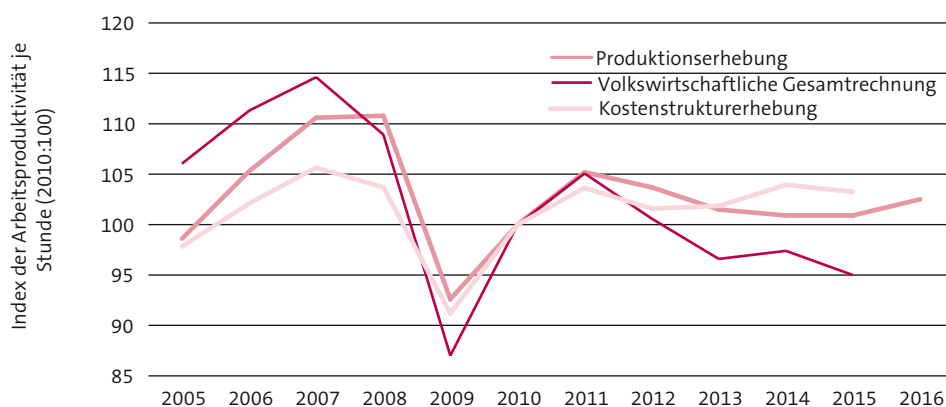
Die amtliche Statistik bietet mehrere Kennzahlen zur Produktivitätsentwicklung nach Branchen an, die sich aus unterschiedlichen Datenquellen speisen und denen unterschiedliche Berechnungsmethoden zugrunde liegen (siehe Box 4). Die umfassendste Abbildung der Arbeitsproduktivität in einer Branche bietet die volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (VGR), da hier alle wirtschaftlich tätigen Unternehmen erfasst werden. Die Maßzahlen aus der Kostenstrukturstatistik und aus der Produktionserhebung beziehen sich nur auf Unternehmen ab 20 Beschäftigte bzw. auf fachliche Betriebsteile ab 50 Beschäftigte.

Die Entwicklung der Arbeitsproduktivität im Maschinenbau im Zeitraum 2005 bis 2016 stellt sich je nach Maßzahl unterschiedlich dar. Auf Basis der VGR-Zahlen lag die Arbeitsproduktivität 2015 um knapp 20 Indexpunkte unter dem Höchstwert aus dem Jahr 2007. Laut Kostenstrukturserhebung ergibt sich dagegen nur eine Differenz von -2,4 Indexpunkten. Die Werte aus der Produktionserhebung, die sich nicht auf die Bruttowertschöpfung, sondern den Bruttoproduktionswert einschließlich Vorleistungen beziehen, zeigen einen Rückgang der Arbeitsproduktivität zwischen 2008 und 2015 von knapp 10 Indexpunkten.

Die beträchtlichen Unterschiede sind zum einen auf die unterschiedlichen Bezugsgrößen für die Produktion (Bruttowertschöpfung vs. Bruttoproduktionswert) und die Einbeziehung unterschiedlicher Gruppen von Unternehmen bzw. Betrieben zurückzuführen. So kann die ungünstigere Entwicklung der Arbeitsproduktivität auf Basis der Produktionserhebung zum Teil auf die Einbeziehung von Vorleistungen zurückgeführt werden, deren Wert aufgrund einer günstigen Preisentwicklung vergleichsweise schwach angestiegen ist, was die Entwicklung des Produktivitätsmaßes abschwächt. Zum anderen spielen die unterschiedlichen Deflatoren eine wesentliche Rolle. Die VGR-Zahlen zur realen Bruttowertschöpfung legen einen deutlich stärkeren Anstieg des (impliziten) Preisindex zugrunde als die beiden anderen statistischen Quellen. Dies führt zu einem geringeren Anstieg der in konstanten Preisen gemessenen Bruttowertschöpfung.

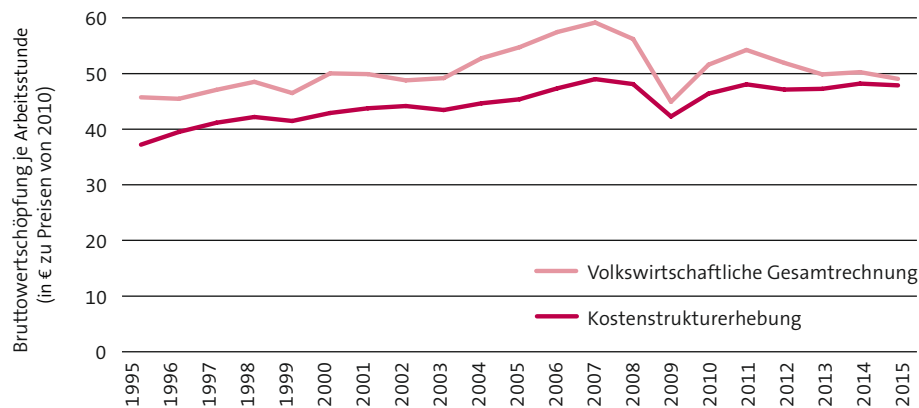
Dies wird deutlich, wenn man die Arbeitsproduktivität (Bruttowertschöpfung je geleisteter Arbeitsstunde in € zu Preisen des Jahres 2010) laut VGR und laut Kostenstrukturserhebung vergleicht (Abbildung 4). Aufgrund des stärkeren unterstellten Preisanstiegs liegen die realen Werte aus der VGR für frühere Jahre deutlich

Abbildung 3:
Index der Arbeitsproduktivität im Maschinenbau Deutschlands 2005-2016
nach unterschiedlichen Datenquellen



Quelle: Statistisches Bundesamt. – Berechnungen des ZEW.

Abbildung 4:
Arbeitsproduktivität im Maschinenbau Deutschlands 1995-2015 lt. VGR und Kostenstrukturerhebung



Kostenstrukturerhebung 1995-2007: Summe der Gruppen 29.1 bis 29.5 der WZ 2003, 2008-2015: Abteilung 28 der WZ 2008.

Quelle: Statistisches Bundesamt. – Berechnungen des ZEW.

über denen der Kostenstrukturerhebung. Die Differenz in der Arbeitsproduktivität verringerte sich von rund 10 € je Stunde im Jahr 2007 auf nur rund 1 € je Stunde im Jahr 2015. Die Daten der Kostenstrukturerhebung legen nahe, dass es nach der Wirtschaftskrise zu keinem Rückgang der Arbeitsproduktivität im Maschinenbau kam,

sondern das Niveau von vor der Krise 2011 annähernd wieder erreicht wurde. Bis 2015 hat sich die Arbeitsproduktivität dann nur wenig verändert. Allerdings schließen die Werte der Kostenstrukturerhebung die kleinen Unternehmen mit weniger als 20 Beschäftigten nicht mit ein.

Box 4: Gesamtwirtschaftliche und sektorale Produktivitätskennzahlen

Arbeitsproduktivität lt. Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnung: Bruttowertschöpfung (Bruttoproduktionswert abzüglich Vorleistungen) je geleisteter Arbeitsstunde der Arbeitnehmer; alle Unternehmen; geleistete Arbeitsstunden je Branche berechnet vom Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung der Bundesagentur für Arbeit (2015: 1.634 Mio. Std. im Maschinenbau); Deflationierung der Bruttowertschöpfung über einen impliziten Preisindex, der die Entwicklung von Outputpreisen (Bruttoproduktionswert) und Inputpreisen (Vorleistungen) kombiniert (Bruttowertschöpfung 2015 zu Preisen von 2010 im Maschinenbau: 83,1 Mrd. €).

Arbeitsproduktivität lt. Kostenstrukturstatistik: Bruttowertschöpfung (Bruttoproduktionswert abzüglich Vorleistungen) je geleisteter Arbeitsstunde; Unternehmen mit 20 oder mehr Beschäftigten; geleistete Arbeitsstunden geschätzt über die durchschnittliche Arbeitszeit je Beschäftigten laut Monatsberichten der Betriebe (Fachserie 4, Reihe 4.1.1) für Betriebe mit 50 oder mehr tätigen Personen (2015: 1.455 Mio. Std. im Maschinenbau); die Bruttowertschöpfung über den Erzeugerpreisindex (Fachserie 17, Reihe 2) deflationiert (Bruttowertschöpfung 2015 zu Preisen von 2010 im Maschinenbau: 76,5 Mrd. €).

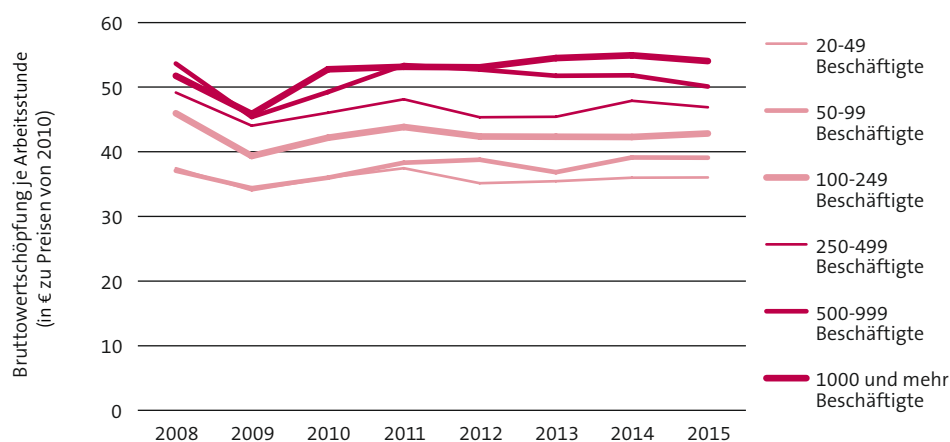
Arbeitsproduktivität lt. Produktionserhebung: Bruttoproduktionswert (einschließlich Vorleistungen) je geleisteter Arbeitsstunde; fachliche Betriebsteile ab 50 Beschäftigte; geleistete Arbeitsstunden geschätzt über die durchschnittliche Arbeitszeit je Beschäftigten laut Monatsberichten der Betriebe (Fachserie 4, Reihe 4.1.1); Deflationierung der Bruttowertschöpfung über den Erzeugerpreisindex (Fachserie 17, Reihe 2).

UNTERSCHIEDE NACH GRÖSSENKLASSEN UND FACHZWEIGEN IM MASCHINENBAU

Eine Differenzierung der Produktivitätsentwicklung nach Beschäftigtengrößenklassen auf Basis der Daten aus der Kostenstrukturerhebung zeigt eine sehr ähnliche Entwicklung in allen Größenklassen bei höherem Produktivitätsniveau in größeren Unternehmen. Im Jahr 2015 betrug der Unterschied in der Arbeitsproduktivität zwischen jeder Größenklasse etwa 3,00 bis 4,00 € je Stunde (Abbildung 5). Am günstigsten hat sich zwischen 2008 und 2015 die Produktivität in Großunternehmen mit 1.000 oder mehr Beschäftigten entwickelt (+2,30 €). Ebenfalls eine positive Entwicklung zeigen mittelkleine Unternehmen mit 50-99 Beschäftigte (+2,00 €). Der stärkste Rückgang ist für größere Unternehmen mit 500-999 Beschäftigten (-3,60 €) und mittlere Unternehmen (100-249 Beschäftigte: -3,10 €) zu beobachten. Die insgesamt schwache Produktivitätsentwicklung im deutschen Maschinenbau nach der Krise ist somit nicht auf eine Sonderentwicklung in einer bestimmten Größenklasse zurückzuführen.

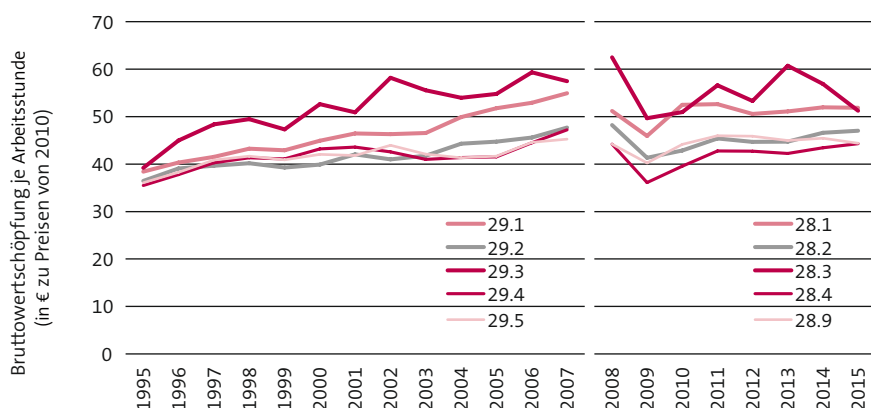
Differenziert nach Fachzweigen (Abbildung 6) zeigt sich ein ähnliches Bild. In vier der fünf "Fachzweige" (Gruppen der Wirtschaftszweigsystematik) veränderte sich die Arbeitsproduktivität zwischen 2008 und 2015 nur geringfügig zwischen +0,70 € (WZ 28.1: Motoren, Getriebe, Pumpen, Hydraulik, Armaturen) und -1,20 € (WZ 28.2: Öfen, Fördertechnik, Büromaschinen, handgeführte Werkzeugmaschinen, Luft- und Klimatechnik, sonstige nicht wirtschaftszweigspezifische Maschinen). Einzig im Bereich der land- und forstwirtschaftlichen Maschinen (WZ 28.3) ging die Produktivität deutlich zurück (-11,20 €), allerdings schwankt in diesem Fachzweig die Produktivität stark. Dies kann an einer hohen Zeitarbeitsquote aufgrund des teilweise stark saisonalen Geschäfts liegen. Da dieser Fachzweig nur einen kleinen Anteil an der gesamten Bruttowertschöpfung des Maschinenbaus hat (2015: 3,9 %), kann seine Entwicklung aber nicht den leicht negativen Trend für den Maschinenbau insgesamt erklären.

Abbildung 5:
Arbeitsproduktivität im Maschinenbau Deutschlands 2008-2015 nach Beschäftigtengrößenklassen



Quelle: Statistisches Bundesamt, Kostenstrukturerhebung. – Berechnungen des ZEW.

Abbildung 6: Arbeitsproduktivität im Maschinenbau Deutschlands 1995-2015 nach Fachzweigen

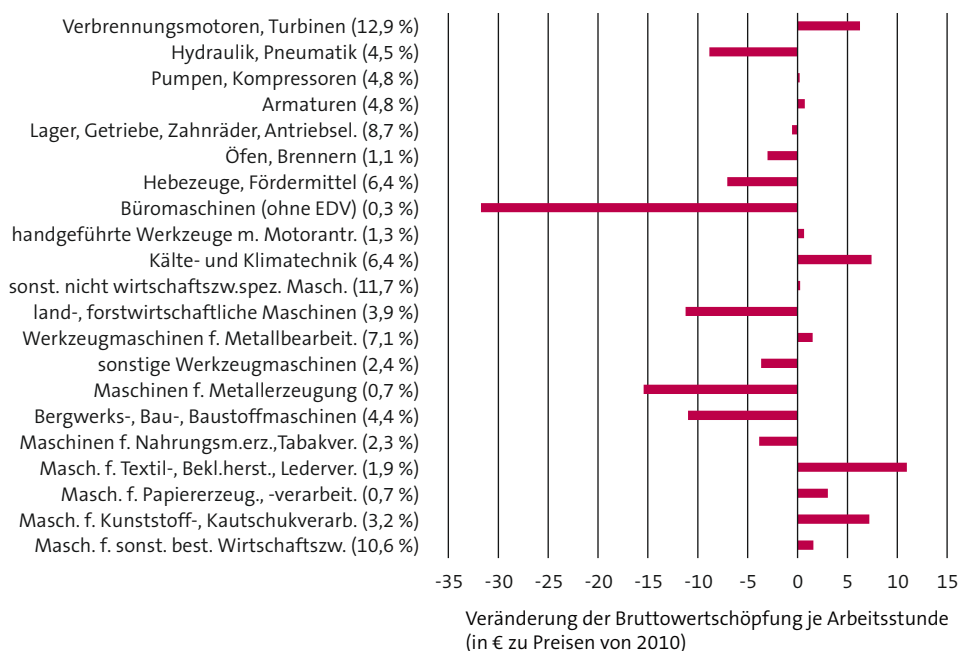


Bruch in der Zeitreihe 2007/08 wegen Umstellung der Wirtschaftszweigsystematik von WZ 2003 auf WZ 2008.
 29.1 [WZ 2003] bzw. 28.1 [WZ 2008]: nicht wirtschaftszweigspezifische Maschinen (Motoren, Turbinen, Getriebe, Pumpen, Hydraulik, Armaturen); 29.2 bzw. 28.2: sonstige nicht wirtschaftszweigspezifische Maschinen (Öfen, Fördertechnik, Büromaschinen, handgeführte Werkzeugmaschinen, Luft- und Klimatechnik);
 29.3 bzw. 28.3: land- und forstwirtschaftliche Maschinen; 29.4 bzw. 28.4: Werkzeugmaschinen;
 29.5 bzw. 28.9: Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige.
 Quelle: Statistisches Bundesamt, Kostenstrukturstatistik. – Berechnungen des ZEW.

Auf Ebene von “Unterfachzweigen” (Klassen der Wirtschaftszweigsystematik) zeigen sich für Metallerzeugungsmaschinen und Büromaschinen besonders hohe Rückgänge der

Arbeitsproduktivität zwischen 2008 und 2015 (Abbildung 7), die den Rückgang im Bereich der land- und forstwirtschaftlichen Maschinen deutlich übertreffen. Allerdings tragen beide

Abbildung 7: Veränderung der Arbeitsproduktivität im Maschinenbau Deutschlands zwischen 2008 und 2015 nach Unterfachzweigen



Anteil eines Unterfachzweigs an der gesamten Bruttowertschöpfung des Maschinenbaus 2015 in Klammern.
 Quelle: Statistisches Bundesamt, Kostenstrukturstatistik. – Berechnungen des ZEW.

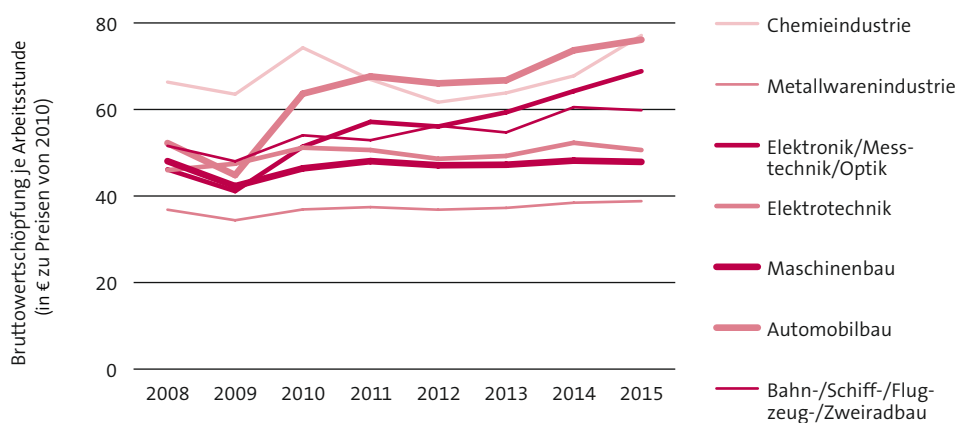
Unterfachzweige nur in sehr geringem Umfang zur Bruttowertschöpfung des deutschen Maschinenbaus bei. Eine merklich positive Produktivitätsentwicklung melden die Unterfachzweige Motoren/Turbinen, Kälte-/Klimatechnik, Textilmaschinen und Kunststoffmaschinen.

Von den gemessen an der Bruttowertschöpfung großen Unterfachzweigen zeigen die Hydraulik und die Baumaschinen eine deutlich negative Produktivitätsentwicklung. Die Aussagekraft der Produktivitätsentwicklung auf Ebene von Unterfachzweigen ist allerdings dadurch eingeschränkt, dass aufgrund von Verschiebungen in den wirtschaftlichen Tätigkeitsschwerpunkten der Unternehmen die Unternehmenszusammensetzung der einzelnen Unterfachzweige über die Zeit nicht konstant ist, sodass Fachzweigwechsler zumindest für einen Teil der Unterschiede in der Produktivitätsentwicklung verantwortlich sein könnten.

VERGLEICH MIT ANDEREN INDUSTRIEBRANCHEN IN DEUTSCHLAND

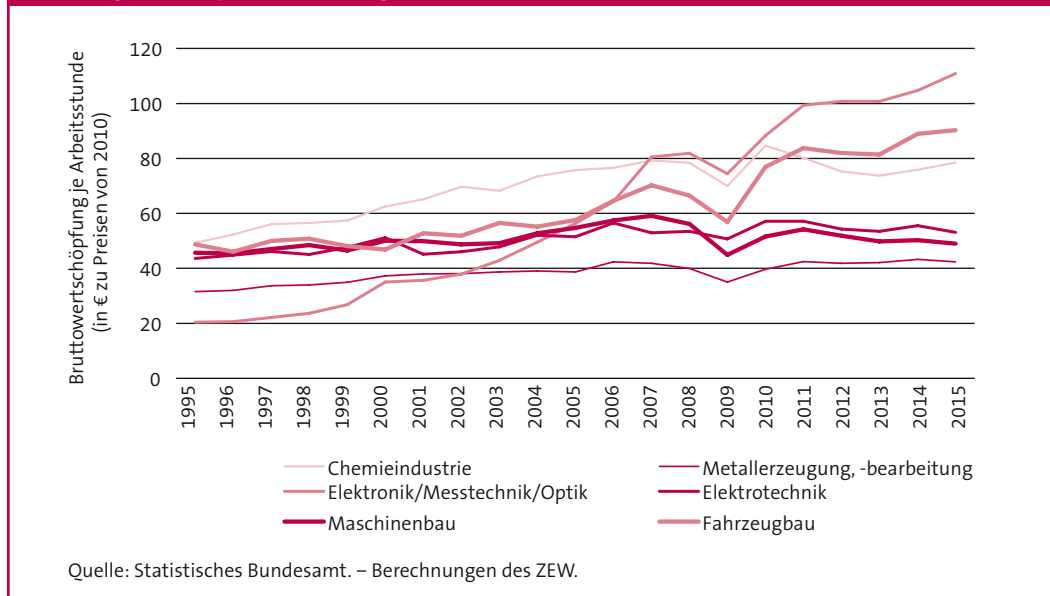
Mit einer rückläufigen Produktivitätsentwicklung steht der Maschinenbau gegenüber anderen Technologiebranchen in Deutschland alleine da (Abbildung 8). Im Automobilbau, der Elektronik/Messtechnik/Optik und im Bahn-/Schiff-/Flugzeug-/Zweiradbau stieg die Arbeitsproduktivität nach dem Einbruch im Krisenjahr 2009 in den meisten Jahren an und lag 2015 deutlich über dem Niveau von 2008: im Automobilbau um 24 € je Stunde, in der Elektronik/Messtechnik/Optik um 23 € und im Bahn-/Schiff-/Flugzeug-/Zweiradbau um 8 €. Eine klar positive Produktivitätsentwicklung zeigt auch die Chemieindustrie, wenngleich hier der Branchenzklus etwas anders verlief. Eine eher flache Produktivitätsentwicklung ist in der Elektrotechnik (+5 €) und der Metallwarenindustrie (+2 €) zu beobachten.

Abbildung 8:
Arbeitsproduktivität ausgewählter Branchen in Deutschland 2008-2015, Basis Kostenstrukturerhebung



Quelle: Statistisches Bundesamt. – Berechnungen des ZEW.

Abbildung 9: Arbeitsproduktivität ausgewählter Branchen in Deutschland 1995-2015, Basis VGR

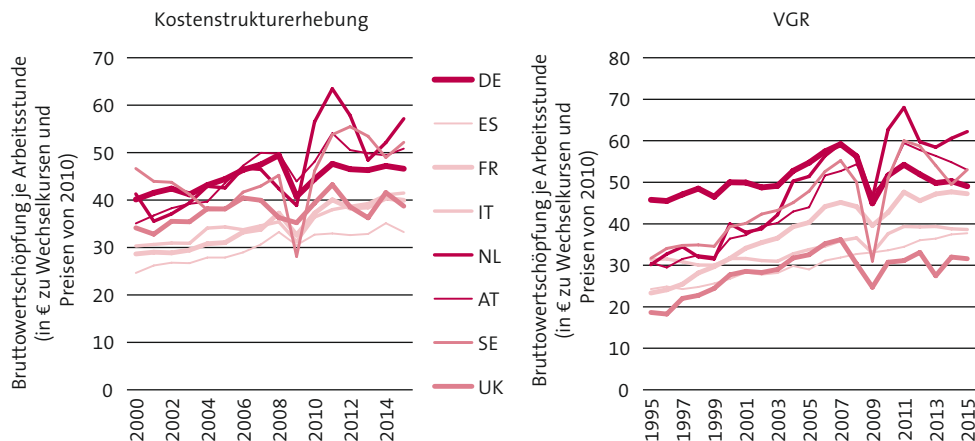


In einer längerfristigen Perspektive, für die auf die Daten der VGR zurückgegriffen werden muss, zeigt sich die schwache Produktivitätsentwicklung im Maschinenbau noch deutlicher (Abbildung 9). Von 1995 bis 2015 stieg die Arbeitsproduktivität lediglich um rund 3 € pro Stunde (in Preisen von 2010). Der Fahrzeugbau (Automobilbau sowie Bahn-/Schiff-/Flugzeug-/Zweiradbau) kommt auf eine Steigerung von über 41 € und die Chemieindustrie auf 29 €. Die Elektrotechnik und die Metallindustrie (Metallerzeugung, Metallwarenindustrie) liegen mit Werten von 10 bzw. 11 € ebenfalls deutlich vor dem Maschinenbau. Eine Sondersituation stellt sich für die Elektronik/Messtechnik/Optik dar. Aufgrund der Anwendung von hedonischen Preisindizes in dieser Branche (siehe dazu ausführlicher Abschnitt 9) kommt es statistisch zu einer wahren Produktivitätsexplosion (mehr als eine Verhundertfachung in zwei Jahrzehnten).

INTERNATIONALER VERGLEICH

Auch im internationalen Vergleich fällt die Produktivitätsentwicklung im deutschen Maschinenbau hinter die des Maschinenbaus anderer europäischer Länder zurück (Abbildung 10). Auf Basis der Daten der Kostenstrukturerhebung ("strukturelle Unternehmensstatistik" von Eurostat), die erst ab dem Jahr 2000 vorliegen, nahm der deutsche Maschinenbau im europäischen Vergleich in den 2000er Jahren stets einen Spitzenrang bei der Arbeitsproduktivität ein, etwa gleichauf mit den Niederlanden, Österreich und Schweden. Nach der Wirtschaftskrise entwickelte sich die Arbeitsproduktivität in diesen Ländern günstiger als in Deutschland.

Abbildung 10:
Arbeitsproduktivität im Maschinenbau 1995-2015 in ausgewählten europäischen Ländern (auf Euro-Basis)



Bruttowertschöpfung in Euro umgerechnet zu Wechselkursen.
Kostenstrukturerhebung ("strukturelle Unternehmensstatistik"): 2000-2007: Summe der Gruppen 29.1 bis 29.5 der WZ 2003, 2008-2015: Abteilung 28 der WZ 2008; VGR: 1995-2015: Abteilung 28 der WZ 2008. DE: Deutschland; ES: Spanien; FR: Frankreich; IT: Italien; NL: Niederlande; AT: Österreich; SE: Schweden; UK: Vereinigtes Königreich.
Quelle: Eurostat, Strukturelle Unternehmensstatistik, VGR. – Berechnungen des ZEW.

Im längerfristigen Vergleich, der wiederum auf VGR-Daten zurückgreift, zeigt sich deutlich, wie stark der deutsche Maschinenbau seinen früheren Produktivitätsvorsprung eingebüßt hat. Mitte der 1990er Jahre lag der deutsche Maschinenbau mit einer Arbeitsproduktivität (Bruttowertschöpfung je Arbeitsstunde) von 45 bis 50 € (in Preisen von 2010) erheblich vor allen wichtigen Wettbewerberländern in Europa. Im Jahr 2015 befindet er sich nur noch an vierter Stelle, hinter den Niederlanden, Österreich und Schweden. Alle anderen größeren Maschinenbauländer in Europa haben ebenfalls zum Teil deutlich gegenüber Deutschland aufgeholt.⁶

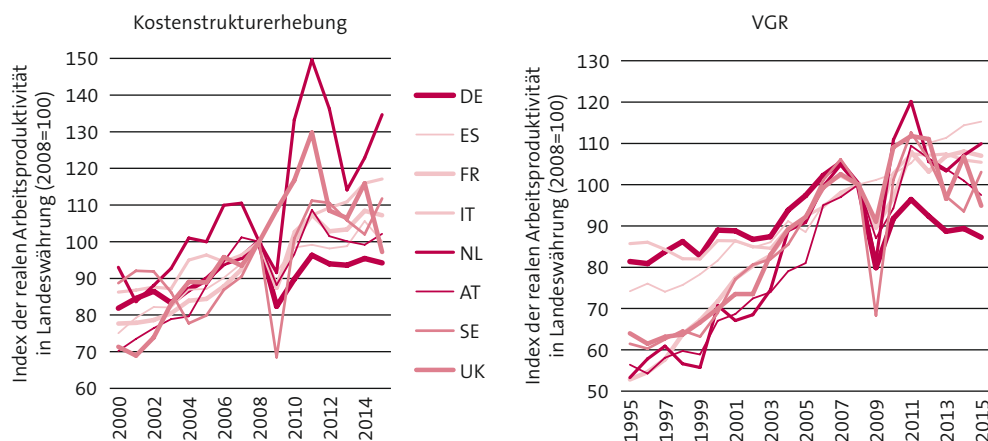
Wechselkurseffekte spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Dies zeigt sich an der Index-Entwicklung der Arbeitsproduktivität gemessen in der jeweiligen Landeswährung (Abbildung 11). Hier weist Deutschland mit Abstand die ungünstigste Produktivitätsentwicklung nach 2008 auf.

Aber auch vor 2008 war der Produktivitätsanstieg wesentlich flacher als in fast allen anderen betrachteten Ländern.

Im Vergleich zu den drei größten außereuropäischen entwickelten Industrieländern – USA, Japan und Südkorea – sieht der Befund sehr ähnlich aus (Abbildung 12). Die Produktivitätsentwicklung im Zeitraum 2000 bis 2014 war insgesamt erheblich ungünstiger als in den drei anderen Ländern. Gleichwohl konnte der deutsche Maschinenbau in Wechselkursen gerechnet seinen Produktivitätsvorsprung gegenüber dem US-amerikanischen behaupten. Der japanische Maschinenbau hat zu Wechselkursen bis 2012 stark aufgeholt, die Yen-Abwertung führte dann wieder zu einem größeren Abstand gegenüber Deutschland. In Südkorea stieg die Produktivität des Maschinenbaus bis 2010 rasant an, ging danach aber wieder zurück.

⁶ Für die Schweiz liegen keine Angaben vor.

Abbildung 11:
Index der Arbeitsproduktivität (in Landeswährung) im Maschinenbau 1995-2015
in ausgewählten europäischen Ländern

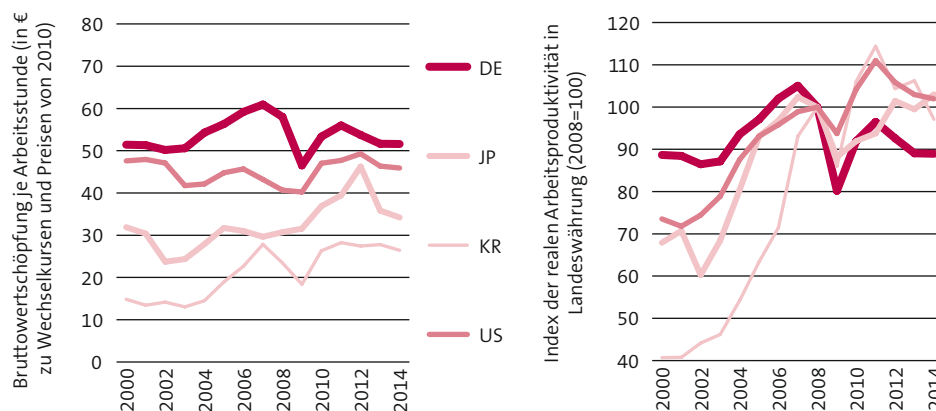


Bruttowertschöpfung in Landeswährung.

Kostenstrukturerhebung ("strukturelle Unternehmensstatistik"): 2000-2007: Summe der Gruppen 29.1 bis 29.5 der WZ 2003, 2008-2015: Abteilung 28 der WZ 2008; VGR: 1995-2015: Abteilung 28 der WZ 2008. DE: Deutschland; ES: Spanien; FR: Frankreich; IT: Italien; NL: Niederlande; AT: Österreich; SE: Schweden; UK: Vereinigtes Königreich.

Quelle: Eurostat, Kostenstrukturerhebung, VGR. – Berechnungen des ZEW.

Abbildung 12:
Arbeitsproduktivität im Maschinenbau 2000-2014 in Deutschland, USA, Japan und Südkorea



DE: Deutschland; JP: Japan; KR: Südkorea; US: USA.

Quelle: WIOD (World Input-Output Database). – Berechnungen des ZEW.

PRODUKTIVITÄT UND PROFITABILITÄT

Das Bemerkenswerte am Produktivitätsrückgang im deutschen Maschinenbau ist, dass er nicht mit einer deutlich verschlechterten Profitabilität der Unternehmen einherging. Die Umsatzrendite im deutschen Maschinenbau (gemessen am EBIT) hat sich im vergangenen Jahrzehnt deutlich verbessert und lag auch nach der Krise mit etwa 7 bis 8 % fast auf dem Niveau der Hochkonjunkturperiode 2005-2008 (7,5 bis 9,5 %; Abbildung 13). In allen Jahren von 2010 bis 2015 erzielte der Maschinenbau eine höhere Umsatzrendite als das deutsche Verarbeitende Gewerbe insgesamt, wenngleich sich die Werte im Jahr 2015 stark angenähert haben.

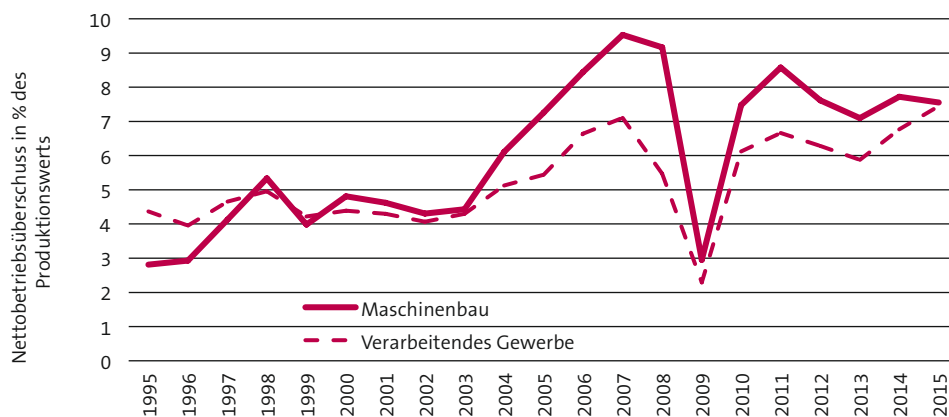
Im europäischen Vergleich liegt die Umsatzrendite des deutschen Maschinenbaus trotz der erheblich schlechteren Produktivitäts-

entwicklung deutlich über dem Niveau der wichtigsten Wettbewerberländer (Abbildung 14).

Während bis 2003 die Umsatzrendite des deutschen Maschinenbaus deutlich unter dem Mittelwert der Wettbewerberländer lag, ist sie seit 2005 erheblich höher. Der Abstand blieb auch in den Jahren nach der Krise bei über 2 %-Punkten stabil groß.

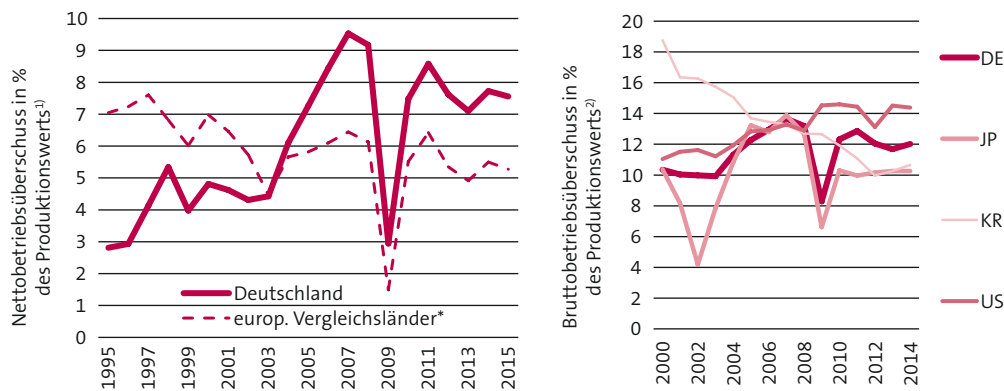
Im Vergleich zu den drei großen außereuropäischen Industrieländern, der datenbedingt auf einem breiteren Renditemaß (EBITDA) fußt, weist der deutsche Maschinenbau eine etwas niedrigere Umsatzrendite als der US-amerikanische Maschinenbau auf, ist aber profitabler als der japanische und südkoreanische. Gegenüber Japan und Südkorea hat sich die Renditesituation nach der Krise deutlich verbessert, gegenüber den USA hat sich der Rückstand etwas erhöht.

Abbildung 13:
Umsatzrendite im Maschinenbau in Deutschland 1995-2015 im Vergleich zum Verarbeitenden Gewerbe



Quelle: Statistisches Bundesamt, VGR. – Berechnungen des ZEW.

Abbildung 14: Umsatzrendite im Maschinenbau 1995-2015 im internationalen Ländervergleich



* Frankreich, Italien, Großbritannien, Niederlande, Schweden, Österreich.

DE: Deutschland; JP: Japan; KR: Südkorea; US: USA.

1) Entspricht in etwa der EBIT-Umsatzrendite. – 2) Entspricht in etwa der EBITDA-Umsatzrendite.

Quelle: Eurostat, VGR; WIOD. – Berechnungen des ZEW.

STRUKTURBRUCH NACH 2009

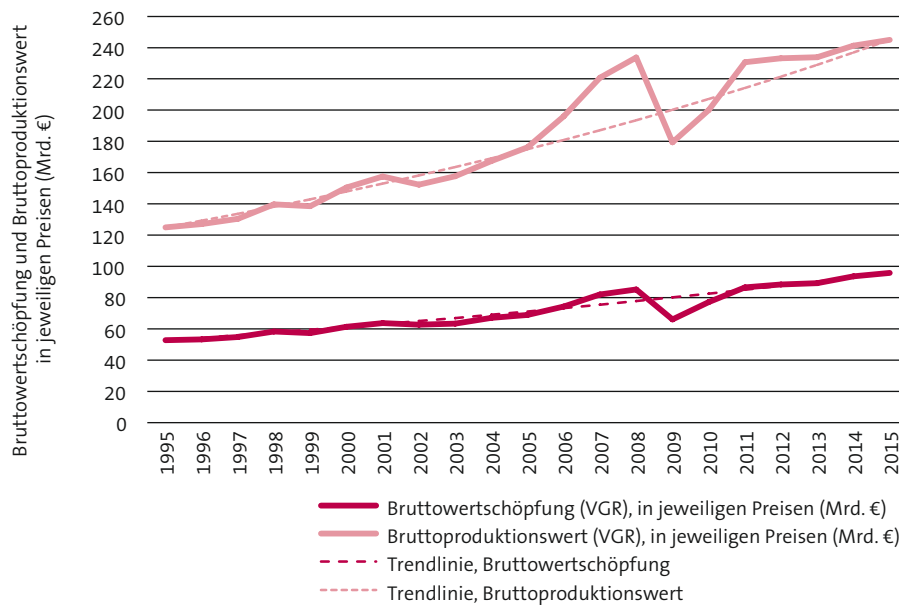
Das Paradoxon rückläufiger Produktivitätsentwicklung bei relativ günstiger Entwicklung der Profitabilität nach 2009 fand vor dem Hintergrund einer günstigen Umsatzentwicklung im Maschinenbau statt. Betrachtet man den Trend der nominellen Entwicklung des Bruttoproduktionswerts im deutschen Maschinenbau von 1995 bis 2015, so lagen alle Jahre ab 2006 (mit Ausnahme des Krisenjahres 2009 und des folgenden Jahres) über der Trendlinie, d. h. die Zunahme des Bruttoproduktionswerts war überproportional hoch (Abbildung 15). Die Bruttowertschöpfung bewegte sich von 2011 bis 2015 entlang der Trendlinie. Die Phase nach der Krise war von einem günstigen konjunkturellen Umfeld geprägt, der Einbruch des Jahres 2009 war spätestens 2011 wettgemacht. Während bis 2008 der Bruttoproduktionswert schneller

zunahm als die Bruttowertschöpfung, lag die durchschnittliche jährliche reale Wachstumsrate der Bruttowertschöpfung im Zeitraum 2009 bis 2015 mit 6,4 % über der des Bruttoproduktionswerts (5,3 %).

Gleichwohl kam es nach 2009 zu einem Strukturbruch in der wirtschaftlichen Entwicklung im Maschinenbau. Nach vielen Jahren eines rückläufigen Anteils der Personalaufwendungen am Bruttoproduktionswert nahm dieser Anteilswert nach 2008 zu, und zwar von 22,8 % des Bruttoproduktionswerts auf 26,7 % im Jahr 2015 (Abbildung 16). Demgegenüber ging der Anteil der Vorleistungen am Bruttoproduktionswert von 63,5 auf 60,9 % zurück, der Anteil der Abschreibungen stieg geringfügig von 4,5 auf 4,9 %.⁷

⁷ Gleichwohl kam es nach 2009 zu einem Strukturbruch in der wirtschaftlichen Entwicklung im Maschinenbau. Nach vielen Jahren eines rückläufigen Anteils der Personalaufwendungen am Bruttoproduktionswert nahm dieser Anteilswert nach 2008 zu, und zwar von 22,8 % des Bruttoproduktionswerts auf 26,7 % im Jahr 2015 (Abbildung 16). Demgegenüber ging der Anteil der Vorleistungen am Bruttoproduktionswert von 63,5 auf 60,9 % zurück, der Anteil der Abschreibungen stieg geringfügig von 4,5 auf 4,9 %.

Abbildung 15: Bruttoproduktionswert und Bruttowertschöpfung im deutschen Maschinenbau 1995-2015



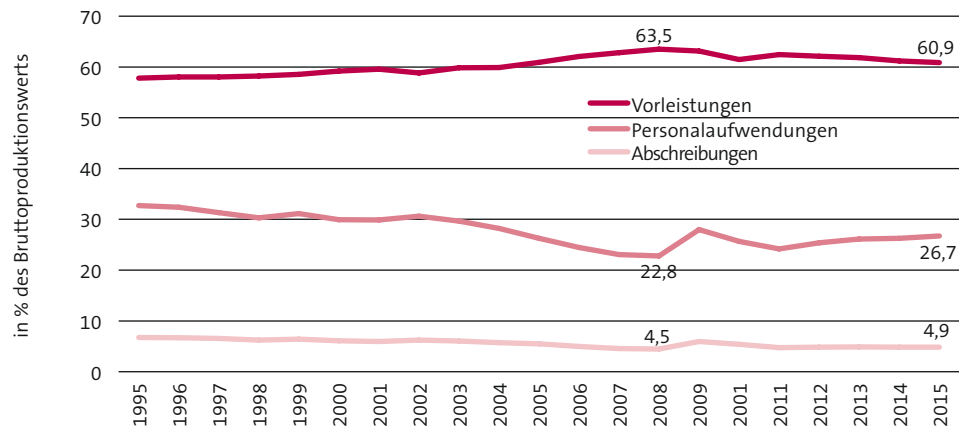
Quelle: Statistisches Bundesamt, VGR. – Berechnungen des ZEW.

Offensichtlich kam es zu einer Arbeitsintensivierung im Maschinenbau. Dies zeigt sich auch in der Zunahme der geleisteten Arbeitsstunden, die 2013 den bisherigen Spitzenwert aus dem Jahr 2008 (1,59 Mrd. Stunden) übertrafen und bis 2015 auf 1,63 Mrd. Stunden anstiegen. Gleichzeitig nahm auch der durchschnittliche Reallohn (Arbeitnehmerentgelte je geleisteter Arbeitsstunde, deflationiert mit dem Verbraucherpreisindex) zu (Abbildung 17). Von 2010 bis 2015 erhöhten sich die Reallöhne im Maschinenbau mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 1,1 %, im Vergleich zu 0,5 % im Zeitraum 1995 bis 2008. Dahinter steht auch eine Verschiebung der Belegschaft in Richtung höher qualifizierter Mitarbeiter. Im Hinblick auf die ausgeübten Tätigkeiten wurde die Beschäftigung vor allem im Bereich von Dienstleistungstätigkeiten ausgeweitet, und zwar sowohl bei primären Diensten (Handel, Vertrieb und Verwaltung) als auch bei den sekundären Diensten (u.a. FuE, Konstruktion, IT; vgl. Abschnitt 4). Hinter diesem Prozess können unterschiedliche Faktoren stehen, die in den folgenden Abschnitten diskutiert werden. Dazu zählt der Aufbau zusätzlicher Kapazitäten in FuE und IT, um die Herausforderungen der Digitalisierung anzunehmen,

die Ausweitung von Dienstleistungsangeboten, die Vorsorge für einen künftig erwarteten Fachkräftebedarf oder ein vermehrter Personaleinsatz, um gestiegene Anforderungen durch Regulierung und Gesetzgebung erfüllen zu können.

Dass die Umsatzrendite trotz steigender Personalaufwendungen bei rückläufiger Produktivität auf hohem Niveau gehalten werden konnte, lag an Kosteneinsparungen bei den Vorleistungen. Ob hinter der gesunkenen Vorleistungsquote ein Insourcing (d.h. eine Erhöhung der Fertigungstiefe) oder ein günstigerer Bezug von Materialien und Vorprodukten stand, kann auf Basis der Daten der VGR nicht festgestellt werden. Interviews mit Maschinenbauunternehmen sowie Befunde aus der ISI-Erhebung *Modernisierung der Produktion* legen nahe, dass primär eine Verbilligung von Materialien und Vorprodukten und weniger ein Insourcing hinter dieser Entwicklung steht. Dafür spricht auch, dass in einer Situation hoher und weiter steigender Kapazitätsauslastung eine Erhöhung der Fertigungstiefe untypisch ist.

Abbildung 16:
Anteil von Vorleistungen, Personalaufwendungen und Abschreibungen am Bruttoproduktionswert
im deutschen Maschinenbau 1995-2015

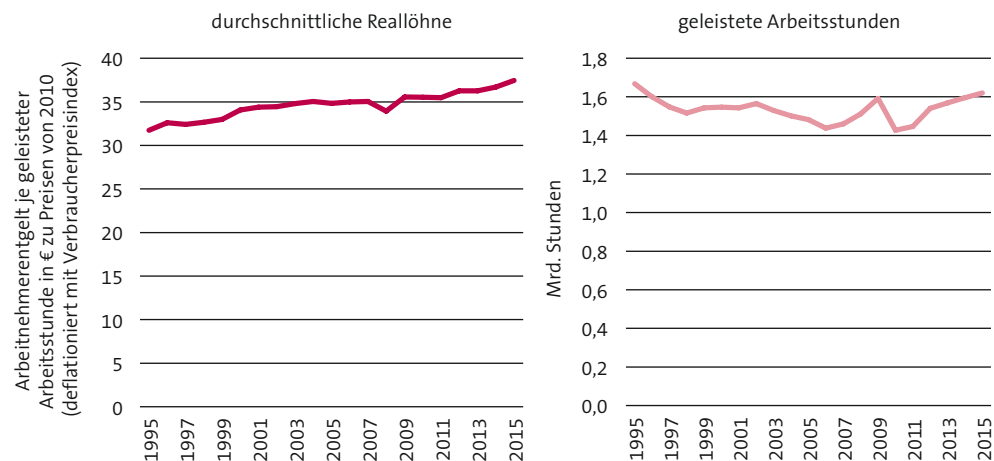


Quelle: Statistisches Bundesamt, VGR. – Berechnungen des ZEW.

Insgesamt ergibt sich das Bild, dass der deutsche Maschinenbau in den Jahren nach der Krise die günstige Nachfrageentwicklung und Kosteneinsparungen bei Vorleistungen für den Ausbau zusätzlicher Kapazitäten – insbesondere durch die Einstellung von hoch qualifiziertem

Personal – genutzt hat. Diesen zusätzlichen Kapazitäten steht (zunächst) keine entsprechend höhere (statistische gemessene) Bruttowertschöpfung an den deutschen Standorten der Unternehmen gegenüber.

Abbildung 17: Reallöhne und geleistete Arbeitsstunden im deutschen Maschinenbau 1995-2015



Reallöhne: Arbeitnehmerentgelt je geleisteter Arbeitsstunde, deflationiert mit dem Verbraucherpreisindex.
Quelle: Statistisches Bundesamt, VGR. – Berechnungen des ZEW.

3 DIGITALISIERUNG UND PRODUKTIVITÄTSENTWICKLUNG

THESEN

Die Digitalisierung ist heute der dominierende technologische Trend im Maschinenbau (vgl. Kinkel et al. 2016, Lichtblau et al. 2015). Dabei ist der Maschinenbau nicht nur Technologietreiber für die Entwicklung von neuen Digitalisierungsanwendungen wie Industrie 4.0 und andere digitale Produktionstechniken. Der Maschinenbau kann mithilfe der Digitalisierung auch seine eigenen Prozesse neu ausrichten und so zusätzliche Potenziale zur Produktivitätssteigerung heben. Gleichzeitig bietet die Digitalisierung vielfältige Möglichkeiten für gänzlich neue Produkt- und Dienstleistungsangebote sowie neue Formen der Kundeninteraktion und des Marketings.

Die Produktivitätswirkung der Digitalisierung im Maschinenbau ist allerdings ambivalent. Denn die Implementierung von Digitalisierungsanwendungen kostet Zeit und Geld und verursacht häufig zusätzliche Fixkosten, während sich die Erträge erst später realisieren lassen und – wie bei jeder Investition – mit einer gewissen Unsicherheit behaftet sind. Box 5 fasst Argumente für eine mögliche produktivitätsdämpfende Wirkung der Digitalisierung zusammen.

Inwieweit diese Thesen zutreffen, wird empirisch mithilfe von zwei Datenquellen untersucht (siehe Box 6). Zum einen wird anhand der Breite der Digitalisierungsanwendungen in Unternehmen untersucht, ob Unternehmen, die rasch die Digitalisierungsmöglichkeiten umfassend

Box 5: Thesen zur Digitalisierung als mögliche Produktivitätsbremse

Digitale Anwendungen machen Maschinenbauprodukte flexibler und leistungsfähiger, sind aber auch erklärungsbedürftiger:

- der zusätzliche Aufwand bei Aftersales und Service (Schulung, Installation, Integration, Problemlösungen) fließt mitunter nur partiell in den Gesamtpreis ein;
- der Mehrwert von digitalen Anwendungen ist für Kunden u.U. nicht transparent oder erst nach längerem Zeitraum realisierbar, daher keine höhere Zahlungsbereitschaft, die Vorteile der Digitalisierung müssen aufwendig kommuniziert werden;
- hohe Anlaufkosten für den Einstieg in komplexere Digitalisierungsanwendungen (eigene IT, neues Personal).

Der Aufbau **neuer Geschäftsmodelle** für Industrie 4.0 Anwendungen ist aufwendig:

- viele Unternehmen sind noch in der Investitionsphase;
- Kunden sind zurückhaltend bei der Vernetzung ihrer Anlagen mit Maschinenbauunternehmen aufgrund von Sicherheitsbedenken;
- der erwartete Umsatzzuwachs hat sich oft noch nicht eingestellt.

Eigene Industrie 4.0-Anwendungen sind wegen kleiner Losgrößen mitunter nur eingeschränkt möglich, viele Einsatzmöglichkeiten (z.B. Vernetzung von Entwicklung, Konstruktion, Fertigung und Logistik) werden bereits genutzt.

Box 6: Daten zur Verbreitung von Digitalisierung im Maschinenbau

Die empirische Analyse zur Rolle der Digitalisierung für die Produktivitätsentwicklung nutzt zwei Datenquellen:

- Im Mannheimer Innovationspanel (MIP) des ZEW wurde die Verbreitung von Digitalisierungsanwendungen zum Zeitpunkt Frühjahr 2016 erhoben. Es werden 11 Anwendungen aus den Bereichen "Vernetzung von Prozessen", "externe Kommunikation und Vertrieb", "interne Organisation" sowie "Informationsverarbeitung" unterschieden und zu einer **Digitalisierungsbreite** zusammengefasst (vgl. Rammer 2017 sowie Anhang 12.2 zur Berechnung).
- Ebenfalls mit Daten des MIP wird untersucht, welche Wirkung **Investitionen in Software** auf die Produktivität haben. Dabei werden nicht nur die Anschaffung von Software und externe Programmierungsleistungen, sondern auch interne Softwareaufwendungen, einschließlich solche für in Produkten und Anlagen integrierte Software, berücksichtigt.
- Aus der Erhebung *Modernisierung der Produktion* des ISI wird der **I4.0-Readiness Index** genutzt. Er misst anhand des Einsatzes von sieben digitalen Produktionstechnologien die Bereitschaft von Betrieben, Digitalisierung innerhalb der eigenen Produktion zu nutzen (vgl. Lerch et al. 2016).

Das MIP umfasst Unternehmen ab 5 Beschäftigte aus dem **Maschinenbau** (WZ 28 nach der Wirtschaftszweigklassifikation WZ 2008); dem **sonstigen Verarbeitenden Gewerbe** (WZ 10 bis 33, ohne 28) sowie aus den Bereichen Bergbau, Energie-, Wasserversorgung, Entsorgung und Recycling (WZ 05-09, 35-39); wissensintensive Dienstleistungen (WZ 58-66, 69-73) und sonstige Dienstleistungen (WZ 46, 49-53, 74, 78-82). Die Summe der hier genannten Wirtschaftszweige wird als **Gesamtwirtschaft** bezeichnet.

Die Erhebung *Modernisierung der Produktion* umfasst Produktionsstandorte (Betriebe) ab 20 Beschäftigte aus dem Verarbeitenden Gewerbe und erlaubt eine separate Betrachtung des **Maschinenbaus** sowie des **sonstigen Verarbeitenden Gewerbes**.

genutzt haben, daraus Produktivitätseinbußen erleiden. Dies wäre ein Hinweis darauf, dass sich in der Phase der frühen Verbreitung einer neuen Technologie negative Produktivitätseffekte einstellen, die sich gegebenenfalls erst bei einer breiteren Diffusion in positive Effekte drehen. Zum anderen wird die Nutzung von

Digitalisierung in der eigenen Produktion anhand eines Industrie 4.0-Readiness Index erfasst. Mithilfe dieses Index kann die Frage beantwortet werden, inwieweit der Maschinenbau selbst in der Lage ist, Industrie 4.0 als Produktivitätstreiber zu nutzen.⁸

⁸ Der Anhang (Kapitel 12) der Studie ist online verfügbar unter <http://www.impuls-stiftung.de/studien>.

DIGITALISIERUNGSBREITE

Abbildung 18 zeigt den durchschnittlichen Umsatz je Beschäftigten der Unternehmen⁹ in Abhängigkeit von ihrer Digitalisierungsbreite. Unternehmen mit einer besonders niedrigen oder hohen Nutzung von Digitalisierungsanwendungen weisen tendenziell eine geringere Umsatzproduktivität auf als Unternehmen mit einer mittleren Digitalisierungsintensität. Im Maschinenbau setzen Unternehmen mit der höchsten Umsatzproduktivität die Digitalisierung eher zurückhaltend ein. In der Gesamtwirtschaft ist die Digitalisierungsbreite der besonders produktiven Unternehmen im Mittel höher. Diese Beobachtung legt nahe, dass der Effekt der Digitalisierung auf die Produktivität nicht konstant ist. Vielmehr scheint ein nichtlinearer Zusammenhang vorzuliegen, d. h. zunächst steigt die Produktivität mit steigender Digitalisierungsnutzung an, bei einem besonders umfassenden Digitalisierungseinsatz sinkt sie im Vergleich zum Optimum wieder.

Diese Hypothese wird von den Ergebnissen ökonometrischer Analysen gestützt (vgl. Anhang 12.1¹⁰ zum methodischen Ansatz). Sie zeigen, dass eine zunehmende Digitalisierungsbreite zunächst einen positiven Einfluss auf die Arbeitsproduktivität eines Unternehmens hat (Abbildung 19). Dies gilt im Maschinenbau allerdings nur bis zu einem Indexwert von 15. Einen solchen Wert weisen z. B. Unternehmen auf, die Industrie 4.0-Konzepte intern intensiv nutzen, sonst aber kaum Digitalisierung anwenden (also z. B. keine digitalen Geschäftsmodelle oder digitale Vernetzung und Kommunikation entlang der Wertschöpfungskette aufweisen). In Maschinenbauunternehmen mit einer besonders umfassenden (breiten) Digitalisierungsnutzung ist im Vergleich zu dieser Gruppe der Produktivitätsbeitrag der Digitalisierung geringer.

Gleichwohl ist er noch immer signifikant höher als in Unternehmen, die keine Digitalisierungsanwendungen aufweisen. Negative Produktivitätseffekte im Vergleich zu Unternehmen ohne Digitalisierungsanwendungen würden erst bei sehr hohen Indexwerten auftreten. Solche Unternehmen gibt es in dem hier verwendeten Unternehmenssample allerdings gar nicht.

Die Ergebnisse für die Gesamtwirtschaft zeigen, dass die stärkste positive Produktivitätswirkung der Digitalisierungsbreite bei einem Indexwert von 18 auftritt, also bei einem etwas höheren Wert als für den Maschinenbau. Gleichzeitig verläuft die Kurve flacher als im Maschinenbau. Im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe liegt das Produktivitätsmaximum bei einer Digitalisierungsbreite von 22, der positive Produktivitätseffekt wird bei einer höheren Breite nur langsam schwächer. Dies bedeutet, dass Unternehmen im Maschinenbau sich durch die Nutzung neuer Digitalisierungsanwendungen stärker in ihrer Produktivitätsperformance von Unternehmen ohne oder mit nur geringer Nutzung absetzen können. Im Maschinenbau können bereits bei ersten Digitalisierungsmaßnahmen vergleichsweise deutliche Produktivitätseffekte eintreten, es wird aber auch schneller ein Optimum erreicht. Zu beachten ist, dass es sich bei der durchgeführten Untersuchung lediglich um eine Querschnittsanalyse des Jahres 2016 handelt. Hinzu kommt, dass die festgestellten Zusammenhänge als Korrelationen und nicht zwangsweise als Wirkungszusammenhänge zu interpretieren sind.¹¹

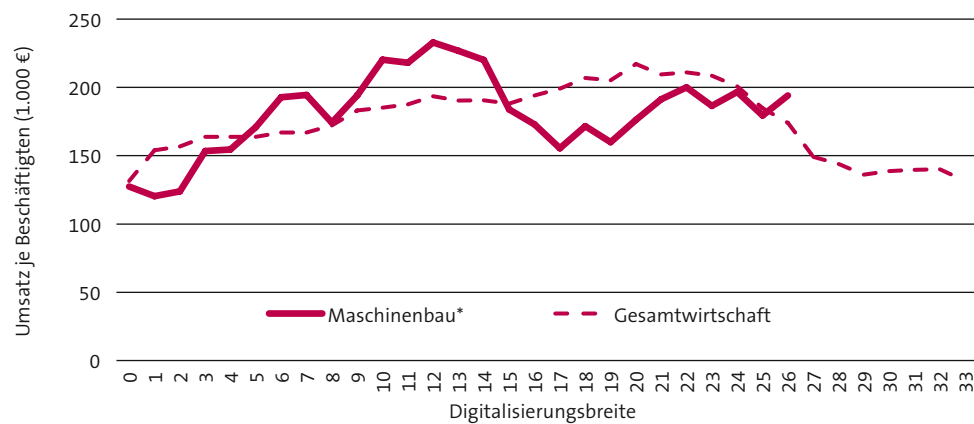
Die Auswertung der Interviews mit ausgewählten Maschinenbauunternehmen ergänzt die Ergebnisse der quantitativen Analyse. Es zeigt sich, dass im Maschinenbau Investitionen in Digitalisierungsmaßnahmen mit Vorsicht getätigt und intensiv auf ihren Nutzen überprüft werden. Auch ist ein anfänglicher Produktivitätsrückgang durch die Implementierung von Digitalisierungsanwendungen als Folge von notwendigen Strukturanpassungen, wie dem

9 Zur Illustration des Zusammenhangs zwischen Produktivität und Digitalisierungsbreite wird der Umsatz je Beschäftigten in Vollzeitstellen herangezogen. Die Ergebnisse der ökonometrischen Analysen beziehen sich auf den Einfluss der Digitalisierungsbreite auf diese Größe bei gleichzeitiger Berücksichtigung des Umfangs der Vorleistungen sowie des Sachkapitaleinsatzes, wodurch implizit der Einfluss auf die Arbeitsproduktivität (Bruttowertschöpfung je Vollzeitstelle) untersucht wird.

10 Der Anhang (Kapitel 12) der Studie ist online verfügbar unter <http://www.impuls-stiftung.de/studien>.

11 Zum Aufzeigen klarer Kausalitäten wäre die Anwendung eines Instrumentenvariablenansatzes notwendig gewesen. Es war allerdings nicht möglich, ein zuverlässiges Modell anhand der gegebenen Daten für diese Methodik zu entwickeln.

Abbildung 18:
Zusammenhang zwischen Umsatzproduktivität und Digitalisierungsbreite 2016 in Unternehmen
des Maschinenbaus und der deutschen Wirtschaft insgesamt



Zur Definition der Gesamtwirtschaft siehe Box 6.

* Keine Unternehmen mit einer Digitalisierungsbreite von mehr als 26.

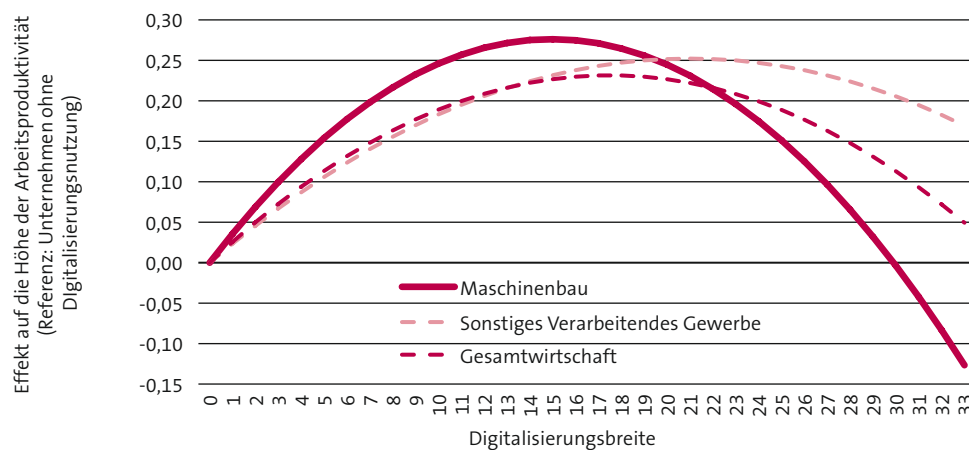
Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

Aufbau neuer IT-Abteilungen und Datenanalysekapazitäten oder der Reorganisation von etablierten Abläufen, zu beobachten. Dies kann zum einen die beobachtete große Anzahl an Unternehmen erklären, für die Digitalisierung noch keine Rolle spielt, und zum anderen auch den positiv abnehmenden Effekt der Digitalisierung. Gleichzeitig zeigen die Interviewergebnisse aber auch, dass Unternehmen, die frühzeitig in Digitalisierung investiert haben, heute deutliche Produktivitätssteigerungen aufweisen können. In den Interviews wurde weiter das Thema Datengewinnung und -qualität als zentraler Hebel für Produktivitätssteigerungen betont. Produktivitätsgewinne durch Digitalisierungsmaßnahmen

im Bereich kundenspezifischer Produkte hängen stark davon ab, ob Nutzengewinne für die Kunden aufgrund der Digitalisierung auch in höhere Preise umgesetzt werden können.

Abschließend kann festgehalten werden, dass eine äußerst umfangreiche Nutzung von Digitalisierungsmaßnahmen im Vergleich zu einem moderaten Einsatz zunächst mit einer niedrigeren Produktivität einhergehen kann. Gleichwohl sollten aber die Chancen der Digitalisierung wahrgenommen werden, um langfristige Produktivitätsgewinne zu erzielen.

Abbildung 19: Einfluss der Digitalisierungsbreite auf die Arbeitsproduktivität



Lesehilfe: Unternehmen im Maschinenbau mit einem Digitalisierungsgrad von 15 haben eine um 27,6 % höhere Arbeitsproduktivität als Unternehmen mit einem Digitalisierungsgrad von 0.
Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

INVESTITIONEN IN SOFTWARE

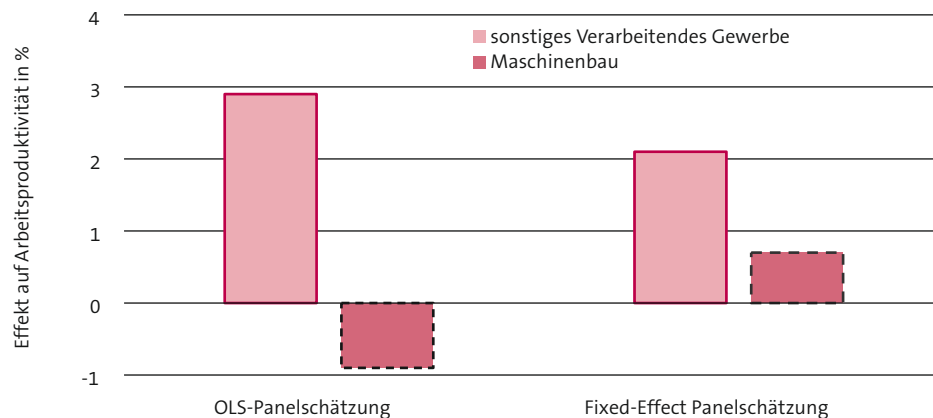
Einen weiteren Hinweis auf die Produktivitätswirkung von Digitalisierungsaktivitäten liefert eine Analyse des Einflusses von Softwareinvestitionen auf die Höhe der Arbeitsproduktivität. Hierzu werden Produktivitätsmodelle geschätzt, die zusätzlich zu den Standardvariablen (siehe Anhang 12.1)¹² auch die Höhe der Investitionen in Sachanlagen und verschiedenen Formen immateriellen Kapitals, darunter auch Software, enthalten (siehe ausführlicher Abschnitt 7 sowie Tabelle 9 im Anhang 12.5).¹³ Software-Investitionen enthalten dabei nicht nur die Anschaffung von Software und aktivierte interne Softwareentwicklungskosten, sondern auch laufende interne und externe Aufwendungen

für Programmierung und Softwareentwicklung, darunter auch Embedded Software. Betrachtet wird der Zeitraum 2011 bis 2016.

Die Ergebnisse zeigen, dass Softwareinvestitionen in Unternehmen der deutschen Industrie (ohne Maschinenbauunternehmen) einen signifikant positiven Einfluss auf die Höhe der Arbeitsproduktivität haben. Im Maschinenbau zeigt sich dagegen kein positiver Einfluss (Abbildung 20). Die geschätzten Parameter sind statistisch nicht signifikant. Dies bedeutet, dass ein Mehr an Softwareinvestitionen im Maschinenbau nicht in eine höhere Produktivität mündet.

¹² Der Anhang (Kapitel 12) der Studie ist online verfügbar unter <http://www.impuls-stiftung.de/studien>.
¹³ Die Investitionen werden in Relation zur Beschäftigtenzahl gemessen, die Variablen gehen in logarithmierter Form in die Schätzgleichung ein.
Der Anhang (Kapitel 12) der Studie ist online verfügbar unter <http://www.impuls-stiftung.de/studien>.

Abbildung 20:
Einfluss von Investitionen in Software auf die Arbeitsproduktivität von Unternehmen in Deutschland



Analysezeitraum: 2011-2016.

Fett umrandet: Einfluss statistisch bei <1 % Fehlerwahrscheinlichkeit signifikant;

gestrichelte Umrandung: Effekt statistisch nicht von 0 unterschieden.

Lesehilfe: OLS-Panelschätzung: Im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe führt eine Zunahme der Software-Investitionen (pro Beschäftigten) um 1 % zu einer Erhöhung der Arbeitsproduktivität (Umsatz pro Beschäftigten) um 2,9 %.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

INDUSTRIE 4.0-READINESS

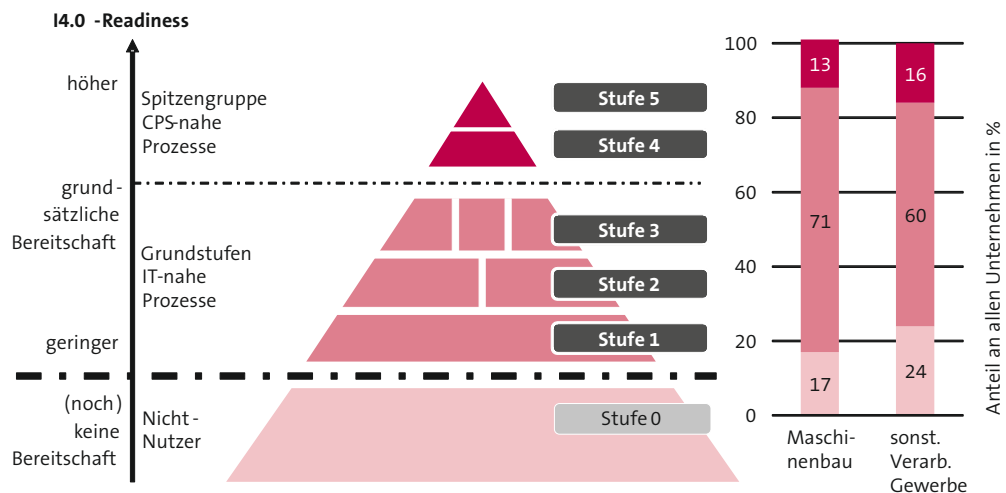
Zur Analyse der Produktivität im Zusammenspiel mit der Digitalisierungsneigung von Betrieben wird der I4.0-Readiness Index des Fraunhofer ISI herangezogen (vgl. dazu ausführlich Lerch et al. 2016). Der Index unterteilt die Betriebe in drei Hauptgruppen, die wiederum in insgesamt 6 Stufen unterteilt sind (vgl. Abbildung 21).

Die Betriebe des Maschinenbaus zeichnen sich im Vergleich zum sonstigen Verarbeitenden Gewerbe einerseits durch eine kleinere Spitzengruppe sowie andererseits aber auch einen kleineren Anteil an Nicht-Nutzern digitaler Technologien aus. Gleichzeitig besitzt der Maschinenbau mit 71 % einen sehr hohen Anteil an Betrieben in den Grundstufen. Zum Vergleich sind dies nur 60 % in den anderen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes. Die Digitalisierungsbereitschaft der Maschinenbaubetriebe ist aktuell somit durch eine breite mittlere Basis, eine kleine Spitzengruppe und wenige Nachzügler gekennzeichnet (vgl. Abbildung 21).

Werden die drei Hauptgruppen hinsichtlich ihrer Arbeitsproduktivität (Bruttowertschöpfung je Beschäftigten) untersucht, ergibt sich folgendes Bild (Abbildung 22): Eine höhere Digitalisierungsneigung der Betriebe geht grundsätzlich mit einer höheren Arbeitsproduktivität einher. Allerdings fallen die Unterschiede innerhalb des Maschinenbaus geringer aus als die Unterschiede innerhalb des sonstigen Verarbeitenden Gewerbes. Zudem ist die Beobachtung einer höheren Arbeitsproduktivität bei einer höheren I4.0-Readiness nur für das sonstige Verarbeitende Gewerbe statistisch abgesichert, für den Maschinenbau hingegen sind die beobachteten Unterschiede in der Arbeitsproduktivität zwischen den Digitalisierungsstufen statistisch nicht signifikant.

Wie in der Abbildung 22 deutlich angemerkt ist, sind die Produktivitätsunterschiede zwischen Maschinenbau und sonstigem Verarbeitendem Gewerbe besonders groß bei Unternehmen ohne Industrie 4.0. Maschinenbaubetriebe kommen hier im Durchschnitt auf 90 Tsd. Euro Bruttowertschöpfung je Beschäftigten, während die

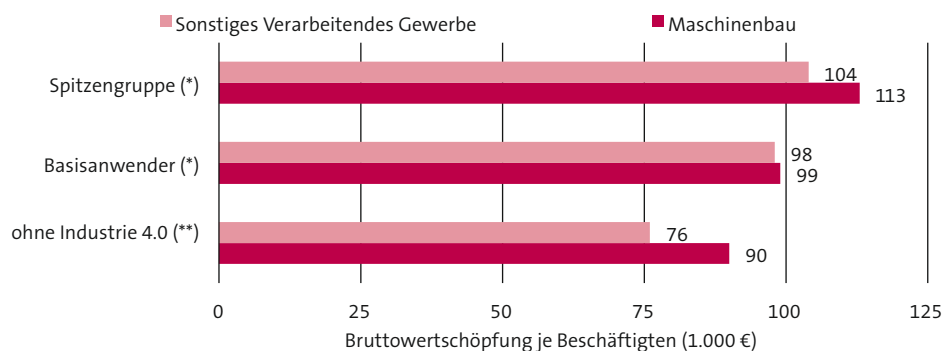
Abbildung 21:
I4.0-Readiness: Digitalisierungsbereitschaft des Maschinenbaus im Vergleich zum sonstigen Verarbeitenden Gewerbe 2015



Cyber-physische Systeme (CPS) sind softwareintensive, auf modernen IuK-Techniken basierende, eingebettete, mechatronische Produktionssysteme. Unter CPS-nahe Prozesse fallen echtzeitnahe Produktionssysteme, die Automatisierung der Logistik und der digitale Datenaustausch mit Zulieferern und Kunden, da diese Technologien bereits Produktionselemente der CPS aufweisen und damit zu fortgeschrittenen I4.0-Technologien zählen (Lerch et al. 2016).

Quelle: ISI, Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015. – Berechnungen des ISI.

Abbildung 22:
Arbeitsproduktivität und I4.0-Readiness Index in Betrieben des Maschinenbaus und des sonstigen Verarbeitenden Gewerbes 2015



**, *: Unterschiede in den Digitalisierungsgruppen zwischen Maschinenbau und sonstigen Verarbeitenden Gewerbe bei <5 % bzw. <10 % Fehlerwahrscheinlichkeit statistisch signifikant (bivariater Gruppenvergleich für die einzelnen I4.0-Readinessstufen mit Mann-Whitney U Rangsummen-Test). Unterschiede zwischen den drei Digitalisierungsgruppen im Maschinenbau statistisch nicht signifikant.

Quelle: ISI, Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015. – Berechnungen des ISI.

Betriebe aus den anderen Branchen im Schnitt auf 76 Tsd. Euro kommen. Bei den Basisanwendern hingegen liegt die Arbeitsproduktivität bei Maschinenbaubetrieben und in den sonstigen Industriebranchen auf ähnlichem Niveau. In der Spitzengruppe erreichen die Maschinenbaubetriebe eine etwas höhere Produktivität als andere Betriebe, allerdings ist der Unterschied statistisch nur schwach signifikant.

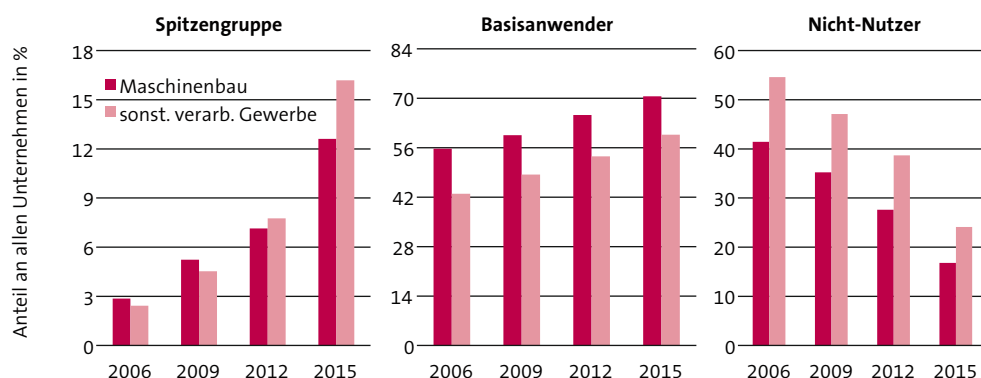
Die Maschinenbaubetriebe können offensichtlich ihre Arbeitsproduktivität mit dem Einsatz digitaler Technologien nicht im gleichen Maße steigern, wie andere Betriebe. Allerdings liegt dies auch an dem höheren Ausgangsniveau bei der Arbeitsproduktivität der Nicht-Nutzer von Industrie 4.0 im Maschinenbau. Maschinenbaubetriebe sind offensichtlich auch ohne digitale Technologien in der Lage, ihre Produktionsabläufe überdurchschnittlich effizient zu gestalten. Hierdurch fällt die Steigerung der Arbeitsproduktivität mittels digitaler Technologien den Maschinenbaubetrieben folglich schwerer als Betrieben aus anderen Branchen.

Auf Basis dieses Befunds ist mit Blick auf das Produktivitätsparadoxon auch die Entwicklung der drei Hauptgruppen in den vergangenen Jahren von Interesse. Abbildung 23 zeigt

die Anteile der drei Hauptgruppen für den Maschinenbau im Vergleich zu den sonstigen Branchen seit 2006 im 3-Jahresrhythmus. Schon 2006 hatte im Vergleich ein größerer Anteil der Maschinenbauunternehmen erste digitale Technologien eingesetzt. Deutlich wird zudem, dass die Gruppe der Nicht-Nutzer bei den anderen Branchen seit 2006 stetig und relativ stark sinkt (von 55 auf 24 %). Der Anteil an Betrieben ohne digitale Technologien im Einsatz hat sich innerhalb von 10 Jahren mehr als halbiert. Im Gegensatz dazu wuchs der Anteil der Betriebe in der Grundgruppe in den letzten 10 Jahren nur moderat an. Eine sehr dynamische Entwicklung ist vielmehr für den Anteil in der Spitzengruppe zu verzeichnen. Diese Dynamik fiel jedoch für den Maschinenbau in den letzten 10 Jahren geringer aus, sodass der Maschinenbau hier den ursprünglich leichten Vorteil einbüßte.

Insgesamt fiel die Entwicklung im Maschinenbau also weniger dynamisch aus, als im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe. Trotz der früheren Investitionen in die Digitalisierung verbleiben viele Maschinenbauer in den Grundstufen und setzen nur selektiv die untersuchten cyberphysischen Produktionssysteme ein.

Abbildung 23:
Dynamik der Hauptgruppen der I4.0-Readiness 2006-2015 im Maschinenbau
und im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe



Quelle: ISI, Erhebung *Modernisierung der Produktion*. – Berechnungen des ISI.

Tabelle 1: Arbeitsproduktivität nach der Verbreitung von Technologien der digitalen Fabrik im Maschinenbau und sonstigem Verarbeitenden Gewerbe

		Anteil der Betriebe		durchschnittliche Bruttowertschöpfung	
Technologien der digitalen Fabrik		Sonst. Verarb. Gewerbe	Maschinenbau	Sonst. Verarb. Gewerbe	Maschinenbau
Supply Chain Management	nicht genutzt	69,1%	68,3%	90,6	94,4
	genutzt	30,9%	31,7%	101,7	109,2
Echtzeitnahes Produktionsleitsystem	nicht genutzt	71,1%	80,6%	87,3	97,3
	genutzt	28,9%	19,4%	111,6	105,1
Automatisierung und Steuerung der internen Logistik	nicht genutzt	69,8%	70,6%	87,4	94,9
	genutzt	30,2%	29,4%	108,2	110,5
WLAN Geräte zur Programmier./ Bedienung v. Anlagen/Maschinen	nicht genutzt	81,9%	76,6%	92,4	99,0
	genutzt	18,1%	23,4%	101,6	96,4
Digitale Visualisierung	nicht genutzt	68,7%	56,9%	91,3	98,1
	genutzt	31,3%	43,1%	99,7	99,0
Product Lifecycle Management-Systeme	nicht genutzt	90,0%	84,1%	92,2	95,2
	genutzt	10,0%	15,9%	112,3	125,4
Softwaresystem zur Produktionsplanung und -steuerung	nicht genutzt	34,9%	24,7%	83,1	91,3
	genutzt	65,1%	75,3%	99,4	100,9

Anmerkung: Dunkelrot unterlegte Felder zeigen eine bei <5 % Fehlerwahrscheinlichkeit statistisch signifikant höhere Arbeitsproduktivität beim Einsatz der jeweiligen digitalen Technologie; Ergebnisse des multivariaten Gruppenvergleichs basieren auf einer Regressionsschätzung des Einflusses der Nutzung der einzelnen Technologie auf die Höhe der Arbeitsproduktivität unter Kontrolle von Betriebsgröße, Seriengröße, Komplexität, Exportumfang und FuE-Intensität.

Quelle: ISI, Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015. – Berechnungen des ISI.

Jenseits der Gruppenanalyse ist auch von Interesse, ob es Unterschiede in der Arbeitsproduktivität beim Einsatz einzelner Technologien gibt. Werden die einzelnen digitalen Produktionstechnologien des Indexes miteinander verglichen, zeigt sich, dass nicht jede digitale Technologie im Zusammenhang mit einer höheren Arbeitsproduktivität steht. Zwar sind im bivariaten Vergleich der durchschnittlichen Bruttowertschöpfung je Beschäftigten für alle Technologien höhere Werte bei Einsatz der jeweiligen Technologie zu verzeichnen (vgl. Tabelle 1), jedoch zeigt der multivariate Test, dass die höhere Arbeitsproduktivität nur für ausgewählte

Technologien statistisch signifikant ist. Demnach ist im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe nur für drei der sieben Technologien ein Zusammenhang zwischen dem Technologieeinsatz und der Arbeitsproduktivität festzustellen. Echtzeitnahe Produktionsleitsysteme, automatisierte Logistikprozesse sowie Softwaresysteme zur Produktionsplanung und -steuerung gehen danach mit einer höheren Arbeitsproduktivität einher. Im Maschinenbau lässt sich lediglich beim Einsatz von Softwaresystemen zur Produktionsplanung und -steuerung eine höhere Arbeitsproduktivität feststellen.

FAZIT

Die Analysen geben recht klare Hinweise, dass sich die Digitalisierung im Maschinenbau in dem untersuchten Zeitraum 2010 bis 2016 in vielen Unternehmen noch in der Investitionsphase befindet, ohne dass es zu ausreichend hohen, mit der Digitalisierung einhergehenden Mehrerträgen und positiven Produktivitätseffekten kommt. Um die Möglichkeiten der Digitalisierung sowohl bei Leistungsangeboten als auch für interne Prozesse nutzen zu können, müssen neue Strukturen (z. B. IT-Abteilungen) im Regelfall aufwendig aufgebaut und neue Tätigkeiten (z. B. Datenanalyse) mit Mitarbeitern besetzt werden. Das Ertragspotenzial von digitalen Produkten, Dienstleistungen, Vertriebskonzepten und Geschäftsmodellen ist zum großen Teil jedoch erst noch zu erschließen. Dies bremst klar die Produktivität. Deshalb profitieren jene Unternehmen am meisten von Digitalisierungsanwendungen, die sich auf wenige Anwendungsfelder konzentrieren. Unternehmen, die einen sehr breiten Einstieg in die Digitalisierung gewählt haben und sich mit vielen Themen gleichzeitig befassen, erzielen demgegenüber derzeit noch geringere Produktivitätsgewinne. Inwieweit sich dies jedoch langfristig in höheren

Produktivitätsgewinnen auszahlen wird, lässt sich auf der aktuellen Datenbasis noch nicht sagen. In dieses Bild passt auch, dass die Investitionen der Maschinenbauunternehmen in neue Softwareanwendungen keine Produktivitätseffekte zeigen. Denn hinter der Anschaffung neuer Software kann z. B. der Einstieg in neue digitale Anwendungen stehen.

Industrie 4.0 ist im Maschinenbau weit verbreitet, allerdings dominieren Basisanwendungen. Die Gruppe der Spitzennutzer ist klein. Produktivitätsunterschiede zwischen I4.0-Nutzern und Nicht-Nutzern sind im Maschinenbau zudem geringer als in anderen Industriebranchen und unterscheiden sich nicht signifikant. Dies weist zum einen auf begrenzte Potenziale zur Produktivitätssteigerung in einer stark auf Kleinserien oder Losgröße 1 ausgerichteten Branche hin. Zum anderen haben viele Maschinenbauunternehmen schon frühzeitig digitale Anwendungen umgesetzt und die Produktivitätspotenziale dieser Technologien genutzt. Durch den Einsatz der neuesten Konzepte der digitalen Fabrik kann im Maschinenbau die Produktivität nicht mehr so stark gesteigert werden wie in anderen Industriebranchen.

4 SERVITISATION UND PRODUKTIVITÄTSENTWICKLUNG

THESEN

Ein weiterer zu beobachtender Trend im Maschinenbau ist die Service-Transformation (Vandermerwe und Rada 1989). Darunter versteht man die stärkere Fokussierung von Produktherstellern auf produktbegleitende Dienstleistungsangebote. Ziel dieser produktbegleitenden Dienstleistungsangebote ist eine stärkere Differenzierung gegenüber Konkurrenzangeboten und damit letztlich eine verbesserte Wettbewerbsfähigkeit, die in Folge zu einer Steigerung von Umsatz und Gewinn beitragen soll. In einigen Maschinenbauunternehmen werden mit Dienstleistungen bereits höhere Umsatzbeiträge erzielt als mit dem Verkauf von Maschinen und Anlagen. Gerade digitale Geschäftsmodelle können in diesen Fällen logische Weiterentwicklungen darstellen.

Inwieweit sich eine solche Strategie aber auch auf die Produktivität der Unternehmen auswirkt und damit zur Verlangsamung des Produktivitätswachstums beiträgt, ist nicht eindeutig. Dienstleistungen werden im Vergleich zu Fertigungsaktivitäten allgemein mit einem hohem Arbeitsaufwand und niedrigerer Produktivität verbunden. Box 7 fasst Thesen zusammen, warum die Servitisation im

Maschinenbau – neben ihren positiven Beiträgen zu Umsatzwachstum und Kundenbindung – zu einer Schwächung der statistisch gemessenen Produktivitätsentwicklung beitragen kann.

Der Trend der Servitisation im Maschinenbau lässt sich an der Beschäftigungsentwicklung nach Tätigkeiten ablesen. Von 2007 bis 2011 stieg die Beschäftigung im Maschinenbau um ca. 1 % pro Jahr an (Abbildung 24). Speziell bei primären Diensten (Handel, Vertrieb, Verwaltung) lag das Plus bei 1,5 %, bei sekundären Diensten sogar bei 1,9 %.

Im Zeitraum 2013-2015 nahm die Beschäftigung im Maschinenbau insbesondere bei den primären Diensten zu (+2,2 %), aber auch die Beschäftigung in den sekundären Diensten stieg mit 1,6 % stärker an als im Durchschnitt aller Tätigkeiten (inkl. Fertigungstätigkeiten, +1,3 %).

Zur Untersuchung der Frage, ob und inwieweit die stärkere Fokussierung auf Dienstleistungen zur Verlangsamung des Produktivitätswachstums beigetragen hat, werden im Folgenden zwei sich ergänzende Ansätze verfolgt (vgl. Box 8).

Box 7: Thesen zur Servitisation als mögliche Produktivitätsbremse

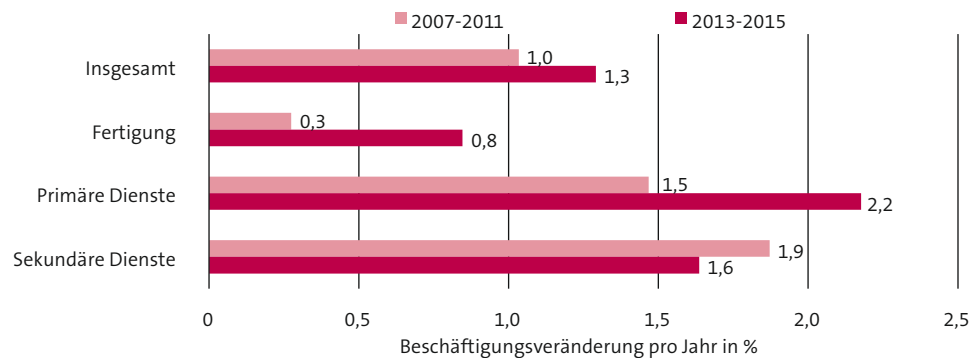
Steigender Dienstleistungsanteil: Mit dem verstärkten Angebot von Dienstleistungen für den Kunden könnte im Maschinenbau der Anteil der Tätigkeiten mit niedrigerer Produktivität steigen (weil diese Tätigkeiten weniger leicht automatisierbar oder skalierbar sind).

Fehlende Aufmerksamkeit gegenüber dem Thema der Dienstleistungsproduktivität: Ansätze zur Messung von Dienstleistungsproduktivität und Methoden zur Produktivitätssteigerung von Dienstleistungen könnten insbesondere in kleineren Unternehmen des Maschinenbaus noch Entwicklungspotenzial aufweisen.

Komplexität von Dienstleistungen: Die Kombination von kundenspezifischen Produkten und Aftersales-/Serviceleistungen könnte besonders produktivitätsdämpfend wirken, da für kurze Reaktionszeiten und einen flächendeckenden Service ein hoher Personaleinsatz notwendig ist.

Mangelnde Vermittlung des Mehrwerts von Dienstleistungen an die Kunden: Produktbegleitende Dienstleistungen könnten als eine vom Kunden abrufbare Zusatzleistung verkauft werden und sind Teil des Gesamtpreises der Maschine/Anlage; der Verkauf und die Bepreisung als eigenständige Leistung könnte erst nach Ablauf der Gewährleistungsperiode stattfinden.

Abbildung 24: Beschäftigungsveränderung im deutschen Maschinenbau 2007-2015 nach Tätigkeiten



Primäre Dienste: u.a. Handel, Vertrieb, Verwaltung; sekundäre Dienste: u.a. FuE, Konstruktion, IT, technischer Support, Management.

Quelle: Bundesagentur für Arbeit, DIW. – Berechnungen des VDMA und ZEW.

Box 8: Analyse der Produktivitätswirkung von Servitisation

- Zunächst wird der Zusammenhang zwischen dem bestehenden Dienstleistungsangebot und der Arbeitsproduktivität von Betrieben untersucht, wofür das Modell der Servicetransformation herangezogen wird. Datenbasis bildet die ISI-Erhebung *Modernisierung der Produktion*.
- In einem weiteren Schritt wird der Fokus spezifisch auf neue Dienstleistungsangebote gelegt und untersucht, inwiefern Produktivitätsunterschiede zwischen neu eingeführten Waren im Vergleich zu neu eingeführten produktbegleitenden Dienstleistungen existieren. Datenbasis hierfür ist das MIP.

MODELL DER SERVICETRANSFORMATION

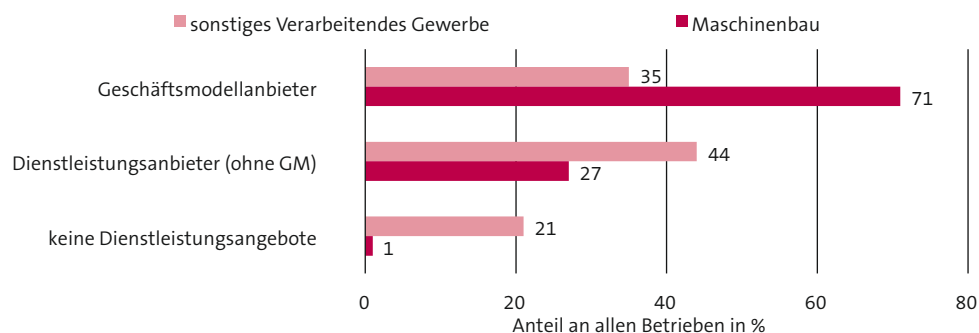
Für die Analyse des möglichen Zusammenspiels von Dienstleistungsangeboten und der Arbeitsproduktivität von Betrieben wird das klassische dreistufige Modell der Servicetransformation herangezogen (vgl. Bruhn et al. 2015; Gebauer et al. 2008). In der ersten Stufe befinden sich Industriebetriebe, die keine produktbegleitenden Dienstleistungen anbieten. In der zweiten Stufe existieren bereits produktbegleitende Dienstleistungen (bspw. Schulung, Wartung/Reparatur, Finanzierung, Modernisierung, etc.) bei den anbietenden Unternehmen. Industriebetriebe, die vergleichsweise neue Geschäftsmodelle (bspw. Betreibermodelle, Verfügbarkeitsgarantien etc.) anbieten, werden der dritten Stufe zugeordnet.

Wie Abbildung 25 zeigt ist der Maschinenbau insgesamt sehr viel serviceorientierter als das sonstige Verarbeitende Gewerbe. Der Maschinenbau weist im Vergleich zu anderen Industriebranchen im Durchschnitt mehr als doppelt so viele Betriebe mit neuen Geschäftsmodellangeboten auf. Maschinenbauer ohne Serviceangebote existieren hingegen kaum noch, während jeder fünfte Betrieb außerhalb des Maschinenbaus keine Serviceangebote aufweist.

Abbildung 26 zeigt, dass Unterschiede hinsichtlich der Arbeitsproduktivität nur zwischen den Betrieben ohne Serviceangebote und den Betrieben der beiden anderen Stufen bestehen. Betriebe ohne Serviceangebote weisen eine signifikant geringere Arbeitsproduktivität auf, als Betriebe mit produktbegleitenden Dienstleistungen oder neuen Geschäftsmodellangeboten. Einen Unterschied hinsichtlich der Arbeitsproduktivität zwischen Betrieben mit produktbegleitenden Dienstleistungen und neuen Geschäftsmodellen gibt es hingegen statistisch gesehen nicht.

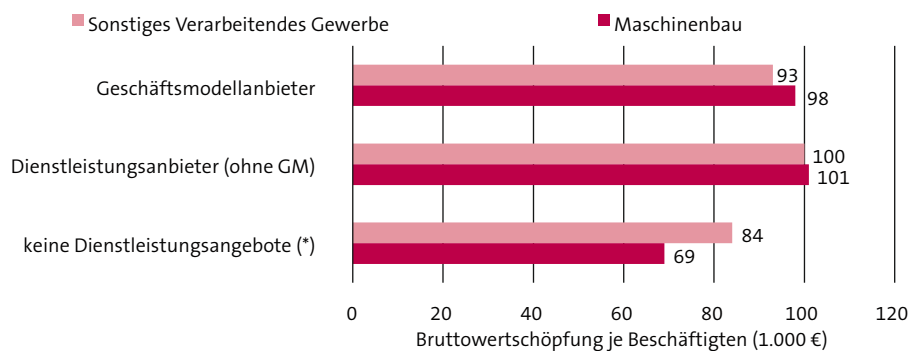
Interessanterweise wird jedoch bei genauerem Blick ein Unterschied bei Geschäftsmodellanbietern deutlich. Wird nur die Gruppe der Geschäftsmodellanbieter untersucht (Abbildung 27), zeigt sich, dass die Arbeitsproduktivität bei Betrieben mit Geschäftsmodellen ohne digitale Technologien signifikant geringer ist als bei Betrieben, die ihre Geschäftsmodellangebote mit digitalen Technologien versehen. Im Maschinenbau sind wegen der Vielfalt der Maschinenausführungen Serviceangebote ohne IT-Lösungen oft nur mit höherem Aufwand leistbar. Herkömmliche Geschäftsmodelle fallen sogar unter die durchschnittliche Arbeitsproduktivität der produktbegleitenden Dienstleistungen. Geschäftsmodelle ohne digitale Technologien

Abbildung 25: Betriebe im Maschinenbau und im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe nach Servicetransformationsstufen im Jahr 2015



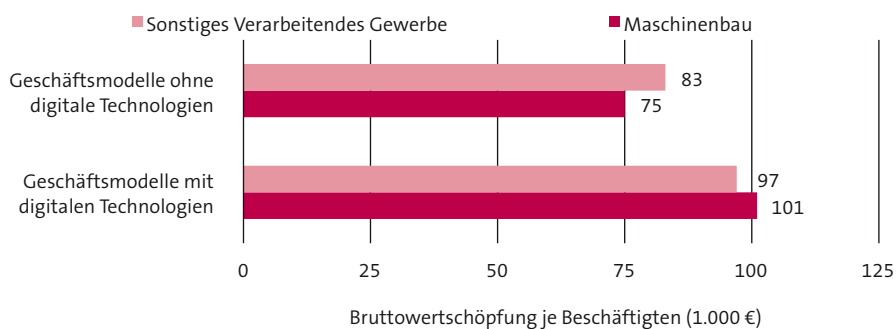
Quelle: ISI, Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015. – Berechnungen des ISI.

Abbildung 26: Arbeitsproduktivität entlang der Servicetransformationsstufen im Jahr 2015



* Unterschied bei <5 % Fehlerwahrscheinlichkeit statistisch signifikant (bivariater Gruppenvergleich mit Mann-Whitney U Test).
Quelle: ISI, Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015. – Berechnungen des ISI.

Abbildung 27: Arbeitsproduktivität bei digitalen und herkömmlichen Geschäftsmodellen im Jahr 2015



Quelle: ISI, Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015. – Berechnungen des ISI.

sind anscheinend hinsichtlich der Arbeitsproduktivität eher kontraproduktiv. Digitale Technologien helfen hingegen, Geschäftsmodellangebote effizienter abzuwickeln bzw. zu erbringen,

wodurch die durchschnittliche Arbeitsproduktivität gegenüber den produktbegleitenden Dienstleistungen zumindest gehalten werden kann.

AUFNAHME NEUER DIENSTLEISTUNGSANGEBOTE

Die Ausweitung der Leistungsangebote um neue Dienstleistungen ist im deutschen Maschinenbau häufig anzutreffen. Im Jahr 2016 hatten 16 % der Maschinenbauunternehmen zumindest eine Dienstleistungsinnovation im Angebot (Abbildung 28). In fast allen diesen Unternehmen wurden parallel zu den neuen Dienstleistungen auch Innovationen im Hardware-Bereich (d. h. innovative Maschinen, Anlagen oder Komponenten) eingeführt. Ob es sich bei den Dienstleistungsinnovationen um produktbegleitende oder um alleinstehende Dienstleistungen gehandelt hat, lässt sich aus den Daten der Innovationserhebung nicht feststellen. Lediglich 1 % der Maschinenbauunternehmen hatten 2016 Dienstleistungsinnovationen, ohne auch im Bereich Hardware innoviert zu haben. Der Anteil der Unternehmen mit Dienstleistungsinnovationen stieg seit 2012 leicht an (von 13 % über 14 % im Jahr 2014), liegt aber 2016 noch unter dem Anteil aus dem Jahr 2008 (17 %). Der Anteil ist kaum höher als im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe, wenngleich es dort etwas häufiger Unternehmen mit ausschließlich Dienstleistungsinnovationen gibt.

Der Einfluss der Einführung von neuen Dienstleistungen auf die Produktivität der Maschinenbauunternehmen hängt stark davon ab, ob die Innovationen gemeinsam mit Hardware-Innovationen eingeführt werden oder nicht. Unternehmen, die sowohl Dienstleistungs- als auch Hardware-Innovationen einführen, können einen hohen positiven Effekt auf die Arbeitsproduktivität erzielen, während die wenigen Unternehmen, die ausschließlich Dienstleistungsinnovationen einführen, Produktivitätsverluste hinnehmen müssen (vgl. Tabelle 2).¹⁴ Demgegenüber sind die Produktivitätseffekte von Unternehmen, die nur Hardware-Innovationen eingeführt haben, sehr gering und statistisch nicht signifikant. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Einführung von Dienstleistungen

gemeinsam mit neuen Technologien für Maschinen und Anlagen der erfolgversprechende Weg zu Produktivitätssteigerungen sind.

Im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe zeigen sich dagegen deutlich andere Effekte. Dort geht von der parallelen Einführung neuer Hardware und neuer Dienstleistungen tendenziell ein negativer Produktivitätseffekt aus, während sich keine signifikanten Produktivitätsunterschiede für Unternehmen mit ausschließlich Hardware- oder Dienstleistungsinnovationen zeigen.

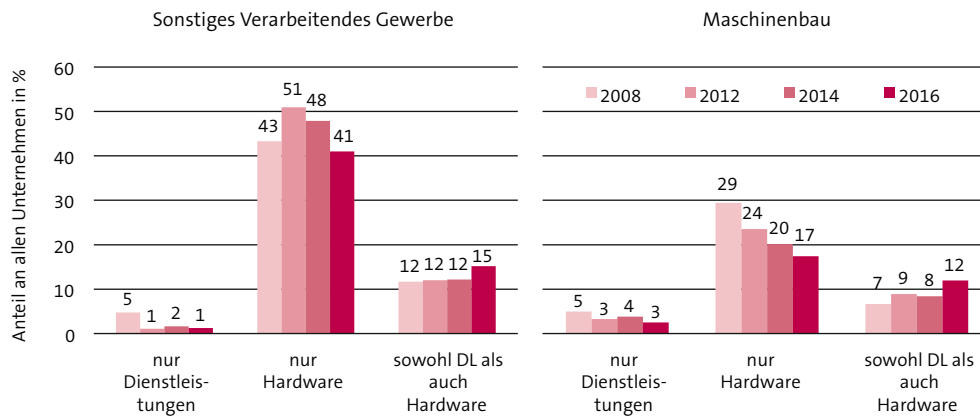
Unternehmensinterviews und Diskussionen mit Unternehmensvertretern haben gezeigt, dass das Thema Dienstleistungsproduktivität im Vergleich zur systematischen Befassung mit Produktivitätssteigerungen im Produktionsbereich in vielen Unternehmen weniger im Fokus steht. Dies fängt mit der Messung der Kosten von Dienstleistungen an und geht bis zu Bepreisungsmodellen für Dienstleistungsangebote. Eine Erhebung des VDMA (VDMA Benchmarks Kundendienst) aus dem Jahr 2016 zeigte, dass 44 % der Maschinenbauunternehmen Servicebereiche als Profit Center führen, 20 % als Cost Center und 5 % als rechtlich selbstständiges Unternehmen, während 31 % der Maschinenbauer Servicebereiche gar nicht in ihrer Kostenrechnung gesondert ausweisen. Auf der Vertriebsseite betragen die Leistungen der Serviceaußendienstmitarbeiter, die dem Kunden direkt vom Service in Rechnung gestellt werden, im Durchschnitt nur 64,4 % ihrer Gesamtstundenzahl.¹⁵ Zugleich weist dieser Indikator eine hohe Variation zwischen den Unternehmen auf.

Bei etwa einem Viertel der Service-Gesamtleistung im Maschinenbau, wie der Aufstellung und Inbetriebnahme von Maschinen- und Anlagen, kommt es nach Erfahrungen aus der Branche häufig vor, dass die Preise für diese Leistungen zu niedrig angesetzt werden. Meist ist der Grund, dass sie in den Gesamtpreis der neuen Maschine einfließen und dieser einem harten Wettbewerb ausgesetzt ist. Mitunter werden

14 Die Ergebnisse sind nur im Fall von Fixed-Effects-Modellen statistisch signifikant, bei OLS-Panelregressionen zeigen sich keine statistisch signifikanten Ergebnisse.

15 Dieses Maß dient als KPI (Key Performance Indicator) für die Auslastung der Mitarbeiter mit profitablen Serviceleistungen. Der KPI zeigt mit einer hohen 70-prozentigen Bandbreite von 34 % bis 90 % die hohe strukturelle Vielfalt des Service im Maschinenbau.

Abbildung 28: Innovationen bei Dienstleistungen und Hardware in Unternehmen in Deutschland 2008-2016



Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

Tabelle 2:

Effekte von Innovationen in Hardware und bei Dienstleistungen auf die Arbeitsproduktivität in Unternehmen 2008-2016

	Maschinenbau		Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe	
	OLS	FE	OLS	FE
Nur Hardware-Innovation	-0,005 (0,025)	0,028 (0,031)	-0,010 (0,011)	-0,004 (0,012)
Nur Dienstleistungs-Innovationen	-0,097 (0,075)	-0,183** (0,072)	-0,024 (0,025)	-0,011 (0,022)
Kombination von Hardware- und Dienstleistungs-Innovationen	0,047 (0,040)	0,097** (0,081)	-0,049** (0,033)	-0,039* (0,029)

OLS: Kleinste-Quadrate-Schätzung; FE: Fixed-Effects-Schätzung. Standardfehler in Klammern.

*, **, ***: signifikant bei <10 %, <5 % bzw. <1 % Fehlerwahrscheinlichkeit.

Lesehilfe für FE-Schätzung: Maschinenbauunternehmen mit nur Hardware- bzw. nur Dienstleistungsinnovationen haben eine um +2,8 % höhere (statistisch nicht signifikant) bzw. 18,3 % (statistisch signifikant bei 5 % Fehlerwahrscheinlichkeit) niedrigere Arbeitsproduktivität. Bei gleichzeitiger Einführung erzielen sie eine um +9,7 % höhere Arbeitsproduktivität (signifikant auf dem 5 %-Niveau).

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

Dienstleistungen als Gratis-Zusatzleistung vereinbart. Der Wert dieser Leistungen für den Kunden wird im Neumaschinenvertrieb häufig

unterschätzt und dessen mögliche Zahlungsbereitschaft für die Zusatzleistung wird oft nicht ausreichend genutzt.

FAZIT

Die Ergebnisse zeigen, dass der stärkere Trend von Produktherstellern zur Einführung von produktbegleitenden Dienstleistungen nur wenig zur schwachen Produktivitätsentwicklung im Maschinenbau beigetragen haben kann. Zwar sehen sich Maschinenbauer, die allein auf die Einführung neuer Dienstleistungsangebote gesetzt haben, tendenziell mit Produktivitätseinbußen konfrontiert, die wohl primär mit der strukturell niedrigeren Produktivität von Dienstleistungsaktivitäten erklärt werden können. Da aber nur wenige Maschinenbauunternehmen eine solche Innovationsstrategie verfolgen und ihr Anteil auch nicht zugenommen hat, kann dies die Produktivitätsschwäche nicht erklären. Gleichzeitig zeigt sich, dass Betriebe ohne Serviceangebote eine signifikant geringere Arbeitsproduktivität aufweisen als Betriebe mit produktbegleitenden Dienstleistungen oder neuen Geschäftsmodellangeboten. Der Verzicht auf Dienstleistungsangebote führt somit nicht zu einer höheren Produktivität.

Darüber hinaus sind die Metriken zur Messung der Produktivität der konkret erbrachten Dienstleistungen – auch wegen der großen Vielfalt an Dienstleistungsaktivitäten im Maschinenbau – wenig entwickelt oder sehr stark auf einzelne Dienstleistungen zugeschnitten. Inwieweit Produktivitätsreserven in den Dienstleistungen des deutschen Maschinenbaus stecken, lässt sich deshalb statistisch nicht ermitteln. Die am Arbeitsmarkt seit mehreren Jahren bestehenden Personalengpässe behindern nach Aussagen von Serviceleitern des Maschinenbaus die Serviceentwicklung und auch zunehmend die Produktivität des Service. Auch die Interviews mit größeren Maschinenbauunternehmen deuten darauf hin, dass im Bereich Dienstleistungen gewisse Produktivitätsreserven vorhanden sind. Der Beitrag dieser Potenziale zur Produktivitätssteigerung kann nicht quantifiziert werden, er dürfte aber sicher nicht ausreichen, um das beobachtete Produktivitätsparadoxon wesentlich zu erklären.

5 INTERNATIONALISIERUNG UND PRODUKTIVITÄTSENTWICKLUNG

THESEN

Eine weitere Hypothese zur Erklärung des Produktivitätsparadoxons stellen aktuelle Trends der Internationalisierung im Maschinenbau dar. Box 9 fasst wichtige Thesen in diesem Kontext zusammen.

Im Maschinenbau ist oft ein Leistungsangebot vor Ort notwendig (insbesondere Vertrieb und Service), um internationale Märkte zu bearbeiten und Produkt- und Dienstleistungsangebote oder kundenspezifische Lösungen anbieten zu können. Forschung, Produktentwicklung und andere zentrale Funktionskostenbereiche verbleiben in diesem Fall allerdings meist am Heimatstandort. Da nur ein Teil der von diesen Funktionen versorgten Produktion in Deutschland erfolgt, kann sich das Verhältnis zwischen Produktionsoutput und Beschäftigung an den Inlandsstandorten verschlechtern. Da die Wirtschaftsstatistik die Kennzahlen, die der Produktivitätsmessung zugrundeliegen (Produktionswerte, Vorleistungen, Beschäftigung), nur für die Aktivitäten von Maschinenbauunternehmen

am Standort Deutschland erfasst und die Aktivitäten der Unternehmen an Auslandsstandorten unberücksichtigt lässt, kann sich die für den Standort Deutschland ausgewiesene Produktivität verringern, auch wenn die global gemessene Produktivität ansteigt.

Ein weiterer Aspekt der Internationalisierung ist ein möglicher zunehmender Wettbewerbsdruck, z. B. aufgrund vermehrter Markteintritte von Maschinenbauherstellern aus Schwellenländern. Dies kann die Umsatzpotenziale deutscher Maschinenbauunternehmen reduzieren und sich negativ auf die Produktivität auswirken. Auf der anderen Seite könnten Maschinenbauunternehmen durch "Insourcing" sowie die Rückverlagerung von zuvor ins Ausland verlagerten Aktivitäten versuchen, Koordinationskosten zu verringern sowie die Reaktionszeit und Flexibilität zu erhöhen. Die eingegliederten Wertschöpfungsteile können aber weniger produktiv sein und damit zu einem Rückgang der durchschnittlichen Produktivität führen.

Box 9: Thesen zur Internationalisierung als Ursache für Produktivitätsrückgänge

Produktivitätsgewinne vor allem an **Auslandsstandorten**:

- Deutsche Standorte spezialisieren sich zunehmend auf FuE, Konstruktion, Marketing, die Funktionskostenbelastung steigt.
- Produktionsstandorte im Ausland spezialisieren sich auf standardisierte Produkte, für die höhere Produktivitätsgewinne zu erzielen sind.

"Insourcing" sowie die **Rückverlagerung** von zuvor ins Ausland verlagerten Aktivitäten:

- Verringerung von Koordinationskosten, Erhöhung von Reaktionszeit und Flexibilität.
- Eingegliederte Wertschöpfungsteile u.U. weniger produktiv.

Verstärkter **Wettbewerb aus dem Ausland**:

- Verringerung der Umsatzpotenziale.
- Aber auch Möglichkeiten zum günstigeren Bezug von Vorprodukten.

Box 10: Analyse von Internationalisierung und Produktivitätsentwicklung

- Erstens wird untersucht, ob Unternehmen, die Auslandsstandorte bzw. ausländische Tochterunternehmen erstmals gegründet oder vollständig aufgegeben haben, eine signifikant unterschiedliche Produktivität im Vergleich zu Unternehmen aufweisen, die unveränderte oder gar keine Auslandsniederlassungen haben.
- Zweitens wird die internationale Verlagerungsaktivität von Betrieben untersucht.
- Drittens wird analysiert, ob ein steigender Wettbewerbsdruck aus dem Ausland zu negativen Effekten auf die Produktivität geführt hat.

Der erste und der dritte Punkt werden mithilfe von Daten des MIP untersucht, die Analyse zum zweiten Punkt nutzt die Daten der ISI-Erhebung *Modernisierung der Produktion*.

Der mögliche Einfluss der Internationalisierung auf die Produktivität wird über drei empirische Zugangswege untersucht (vgl. Box 10).

EINSTIEG IN UND AUSSTIEG AUS INTERNATIONALEN AKTIVITÄTEN

Die Frage, welchen Einfluss die Entscheidung eines Unternehmens, internationale Geschäftsaktivitäten aufzunehmen oder einzustellen, auf die Produktivität am Standort Deutschland ausübt, wird mithilfe der Daten des MIP untersucht. Im MIP wird in jedem Jahr die Zugehörigkeit eines Unternehmens zu einer nationalen Unternehmensgruppe (d. h. alle Unternehmen der Gruppe sind in Deutschland angesiedelt) oder zu einer multinationalen Unternehmensgruppe (d. h. zumindest ein Unternehmen der Gruppe ist außerhalb Deutschlands angesiedelt) erfasst. Der Wechsel der Zugehörigkeit eines Unternehmens von einer nationalen zu einer multinationalen Unternehmensgruppe zeigt die erstmalige Gründung einer oder mehrerer Auslandsniederlassung/en an, sei es als Greenfield-Investment oder durch Kauf eines ausländischen Unternehmens. Der Wechsel der Zugehörigkeit eines Unternehmens von einer multinationalen zu einer nationalen Unternehmensgruppe zeigt dagegen die Aufgabe ihrer Auslandsniederlassungen an (entweder durch Schließung oder durch Verkauf an andere Unternehmen). Beide hier gemessenen Formen

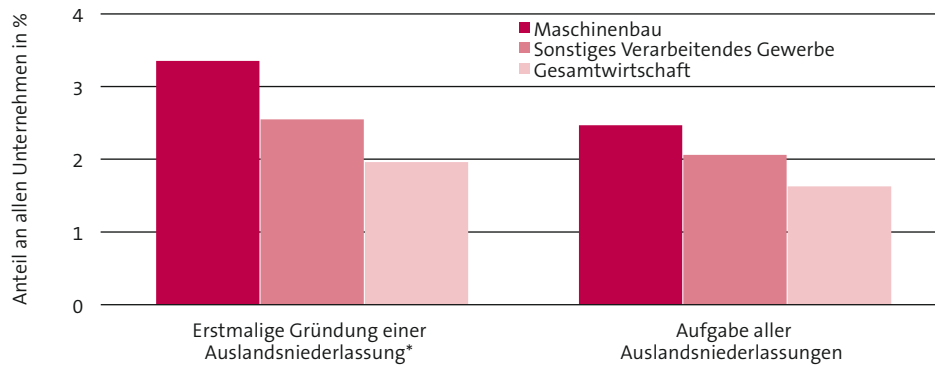
der Internationalisierung umfassen also nicht die Intensivierung oder Extensivierung von Auslandsaktivitäten durch die Verlagerung von Aktivitäten zwischen bereits existierenden in- und ausländischen Standorten oder den überproportionalen Auf- oder Abbau von Geschäftsaktivitäten an ausländischen im Vergleich zu inländischen Standorten.

Der Anteil der Unternehmen, die in einem bestimmten Jahr entweder erstmalig eine Auslandsniederlassung gegründet¹⁶ oder alle Auslandsniederlassungen eingestellt haben, beträgt im Maschinenbau pro Jahr 4,3 % (Durchschnitt der Jahre 2003-2016; Abbildung 29). Im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe sind es 3,4 %, in der Gesamtwirtschaft lediglich 2,6 %. Dabei überwiegt der Wechsel von einer nationalen in eine multinationale Gruppe (2,5 % im Maschinenbau), während sich pro Jahr im Durchschnitt 1,8 % der Unternehmen von einer multinationalen zu einer nationalen Gruppe verändern.

Abbildung 30 zeigt die Veränderung der Arbeitsproduktivität in Unternehmen am Standort Deutschland im Zeitraum 2003-2016, die von einer nationalen zu einer multinationalen Unternehmensgruppe gewechselt sind (d. h. erstmalig

¹⁶ Einschließlich die erneute Eröffnung von Auslandsniederlassungen, wenn dazwischen zumindest ein Jahr war, in dem keine Auslandsniederlassungen bestanden haben.

Abbildung 29:
Anteil der Unternehmen mit erstmaliger Gründung einer und vollständiger Aufgabe von Auslandsniederlassung(en) 2003-2016

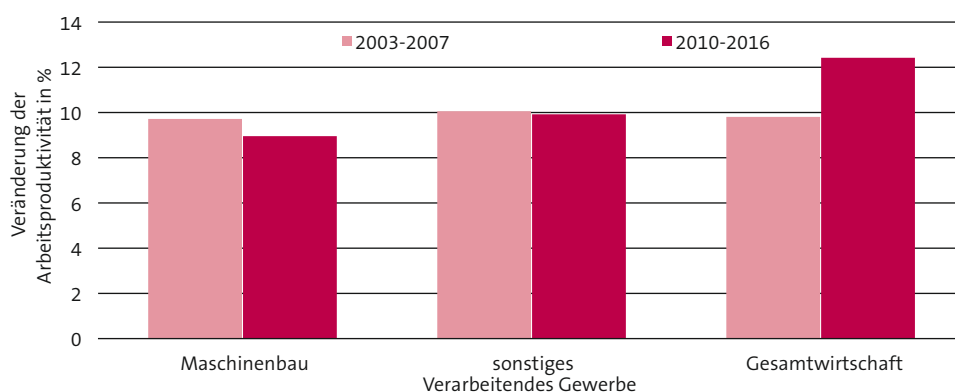


*Erstmalige Gründung einer Auslandsniederlassung schließt auch die erneute Gründung einer Auslandsniederlassung ein, wenn dazwischen eine Phase ohne Auslandsniederlassungen war. Zur Definition der Gesamtwirtschaft siehe Box 6.
Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

oder erneut eine Auslandsniederlassung gegründet haben). Die Differenz bezieht sich auf die durchschnittliche Arbeitsproduktivität in den Jahren vor der Gründung einer Auslandsniederlassung und der durchschnittlichen

Arbeitsproduktivität in den Jahren nach der Gründung. Es werden die beiden Teilperioden 2003-2007 und 2010-2016 (d. h. vor und nach der Wirtschaftskrise 2009) betrachtet, um Sondereffekte durch die Wirtschaftskrise

Abbildung 30:
Veränderung der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität am Standort Deutschland nach erstmaliger Gründung einer Auslandsniederlassung im Zeitraum 2003–2007 und 2010–2016



Arbeitsproduktivität: Umsatz je Beschäftigten. Zur Definition der Gesamtwirtschaft siehe Box 6. Erstmalige Gründung einer Auslandsniederlassung schließt auch die erneute Gründung einer Auslandsniederlassung ein, wenn dazwischen eine Phase ohne Auslandsniederlassungen war.
Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

auszublenzen. Es ist zu erkennen, dass in jeder der beiden Perioden die Arbeitsproduktivität nach dem Wechsel zu einer multinationalen Unternehmensgruppe das vorherige Produktivitätsniveau (Umsatz je Beschäftigten) um 9-10 % übersteigt.

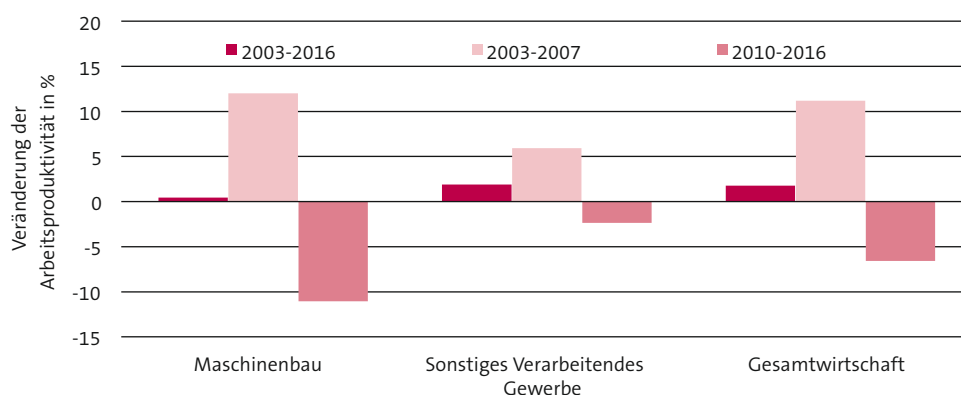
Insgesamt deutet das Ergebnis darauf hin, dass durch den Einstieg in eine aktive Internationalisierung durch Gründung von Auslandsstandorten die Produktivität an deutschen Standorten erhöht werden kann, z. B. weil zusätzliche Märkte und Kunden erschlossen und dadurch das Produktionsvolumen an den deutschen Standorten ausgeweitet werden kann.

Abbildung 31 zeigt die gleiche Analyse wie zuvor, jedoch für den Wechsel von einer multinationalen zu einer nationalen Unternehmensgruppe, d. h. der Aufgabe von Auslandsniederlassungen. Hier zeigt sich ein deutlich differenzierteres Bild. In der Periode vor der Wirtschaftskrise geht die Aufgabe von Auslandsniederlassungen mit einer Zunahme der Produktivität am Inlandsstandort einher, während nach der Krise ein negativer Effekt zu beobachten ist. Die Effekte sind im

Maschinenbau höher als im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe.

Dieses Ergebnis findet sich allerdings nicht in der multivariaten Analyse zum Einfluss der Aufnahme oder der Aufgabe von Auslandsniederlassungen durch Maschinenbauunternehmen (vgl. Tabelle 6 in Anhang 12.4).¹⁷ Zwar finden sich positive Effekte für die Aufnahme und negative für die Aufgabe, beide sind aber statistisch nicht signifikant. Unternehmen, die Auslandsniederlassungen gründen, sind offenbar produktiver und in der Lage, ihre Produktivität rascher auszuweiten als solche ohne Auslandsniederlassungen, ohne dass dies ursächlich mit dem Einstieg in eine aktive Internationalisierung zusammenhängt. Die negative Veränderung der Produktivität in Maschinenbauunternehmen, die im Zeitraum 2010-2016 ihre Auslandsniederlassungen aufgegeben haben, liegt offenbar an generellen Produktivitätsproblemen in den Unternehmen, und nicht am Umstand des Rückzugs aus Auslandsaktivitäten. Für die Gesamtwirtschaft zeigt sich dagegen ein signifikanter negativer Effekt der Aufgabe von Auslandsniederlassungen im Zeitraum 2010-2016.

Abbildung 31:
Veränderung der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität bei Aufgabe von Auslandsniederlassungen



Arbeitsproduktivität: Umsatz je Beschäftigten. Zur Definition der Gesamtwirtschaft siehe Box 6.
Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

¹⁷ Der Anhang (Kapitel 12) der Studie ist online verfügbar unter <http://www.impuls-stiftung.de/studien>.

VERLAGERUNGSAKTIVITÄTEN VON BETRIEBEN

Ein weiterer Aspekt der Internationalisierung lässt sich durch die Verlagerungsaktivitäten von Betrieben beschreiben. Hierzu zählt sowohl die Verlagerung von Teilen der Produktion ins Ausland als auch die Rückverlagerung von Teilen oder von der gesamten Produktion an den heimischen Produktionsstandort. Abbildung 32 zeigt den Anteil der Betriebe mit Auslands- und Rückverlagerungen im Zeitraum 2013-2015 im Maschinenbau im Vergleich zu den anderen Branchen des Verarbeitenden Gewerbes. So verlagern etwas mehr Maschinenbaubetriebe Teile ihrer Produktion ins Ausland als Betriebe des sonstigen Verarbeitenden Gewerbes. Im Gegensatz dazu führen Maschinenbaubetriebe aber nur vereinzelt Rückverlagerungen durch. Allerdings sind die Unterschiede zwischen dem Maschinenbau und dem sonstigen Verarbeitenden Gewerbe wegen der sehr geringen Fallzahlen statistisch nicht signifikant.

Rückverlagerungen sind insgesamt ein seltenes Phänomen, gerade im Maschinenbau. Der Anteil der Rückverlagerer ist mit durchschnittlich einem Prozent zu klein, um einen tatsächlichen Beitrag zur Erklärung des Produktivitätsparadoxons im Maschinenbau zu leisten. Für die Produktionsverlagerung ins Ausland lässt sich zudem kein besonderer Zusammenhang zur Arbeitsproduktivität feststellen. Sowohl Verlagerer als auch Nicht-Verlagerer weisen ein ähnliches Produktivitätsniveau auf bzw. erkennbare

Unterschiede sind primär durch andere Betriebscharakteristika zu begründen. So verlagern Großunternehmen sehr viel häufiger als kleine oder mittlere Betriebe, haben aber gleichzeitig eine höhere Arbeitsproduktivität. Von daher sind Unterschiede zwischen Verlagerungsaktivitäten und der Arbeitsproduktivität von Betrieben eher auf die Betriebsgröße zurückzuführen.

Bei Rückverlagerern spielt die Betriebsgröße hingegen eine geringere Rolle. Die Angaben rückverlagernder Unternehmen hat gezeigt, dass Betriebe, die Teile ihrer Produktion wieder an die Heimatbasis zurückholen, im Ausland meist nicht erfolgreich waren (Kinkel und Maloca 2009; Dachs und Zanker 2014; Ancarani et al. 2015). Häufig konnten (Personal-)Kostensenkungen nicht wie gewünscht realisiert werden. Der Arbeitsaufwand kann durch Rückverlagerung dann möglicherweise wieder reduziert werden.

Bei der Produktionsverlagerung sind hinsichtlich der Arbeitsproduktivität allerdings interessante Unterschiede für die verschiedenen Zielregionen festzustellen. Abbildung 33 visualisiert die Zielregionen der verlagernden Betriebe und deren Arbeitsproduktivität. Betriebe, die Teile ihrer Produktion nach China verlagert haben, weisen eine statistisch signifikant höhere Arbeitsproduktivität auf als andere Verlagerer bzw. als Betriebe ohne Produktionsverlagerung. Betriebe, die hingegen innerhalb der neuen EU-Mitgliedstaaten

Abbildung 32: Verlagerungen und Rückverlagerungen von Teilen der Produktion 2013-2015

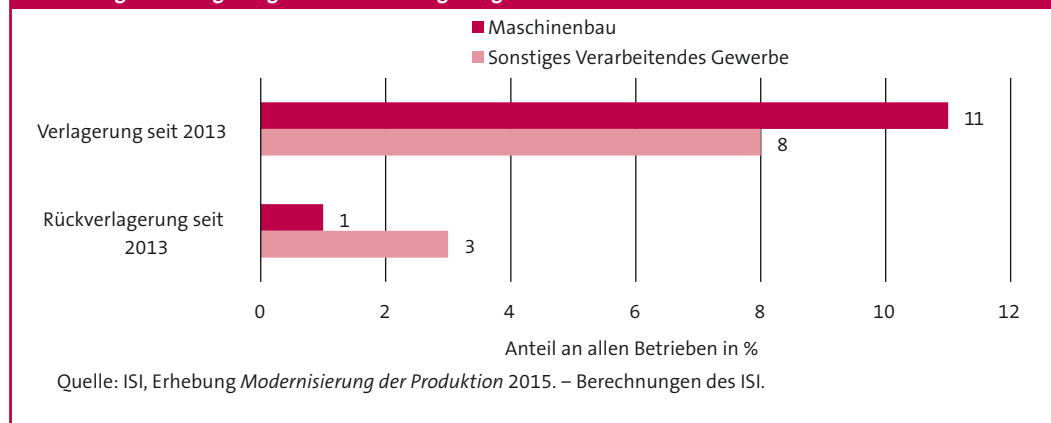


Abbildung 33: Arbeitsproduktivität im Jahr 2015 nach Produktionsverlagerungen im Zeitraum 2013-2015



* Unterschied signifikant bei <5 % Fehlerwahrscheinlichkeit (bivariater Gruppenvergleich mit Mann-Whitney U Test).
Quelle: ISI, Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015. – Berechnungen des ISI.

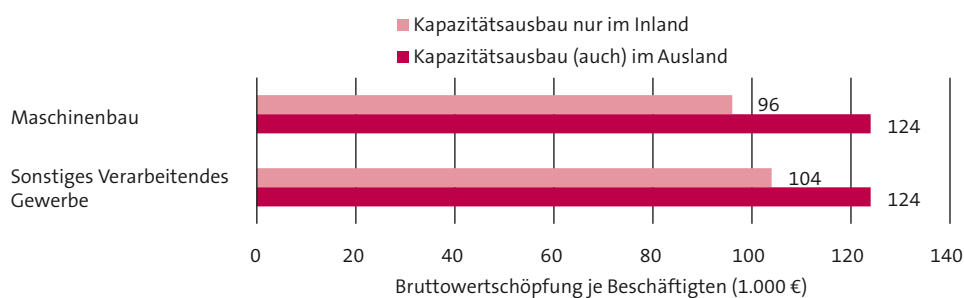
(Erweiterungen seit 2004) verlagert haben, weisen auf eine insgesamt geringere Arbeitsproduktivität als die restlichen Verlagerer auf.

Ein weiterer Aspekt der Internationalisierung lässt sich durch den Kapazitätsausbau an Auslandsstandorten beschreiben. Dabei handelt es sich um Kapazitäts- bzw. Personalerweiterungen im Ausland, die nicht auf einer Reduktion im Inland beruhen. Bei diesem Teil der Untersuchung wird analysiert, welche Betriebe im Zeitraum 2013-2015 Produktionskapazitäten an ihren Inlands- oder Auslandsstandorten auf- und ausgebaut haben. Insgesamt bauen große Betriebe sehr viel häufiger ihre Produktionskapazitäten aus als mittlere oder gar kleine

Betriebe. Betriebe des Maschinenbaus haben etwas häufiger Produktionskapazitäten ausgebaut als der Durchschnitt des sonstigen Verarbeitenden Gewerbes (50 gegenüber 43 %).

Dabei werden im Durchschnitt 86 % der Kapazitäten im Inland ausgebaut und 14 % im Ausland. Im Maschinenbau liegt dieses Verhältnis bei 84 % (Inland) zu 16 % (Ausland). Größer sind hier allerdings die Unterschiede entlang der Betriebscharakteristika. So liegt bei großen Betrieben der Akzent deutlich stärker bei dem Ausbau im Ausland, etwa ein Drittel der Kapazitäten werden im Ausland auf- bzw. ausgebaut.

Abbildung 34: Ausbau von Produktionskapazitäten im Ausland und Arbeitsproduktivität im Jahr 2015



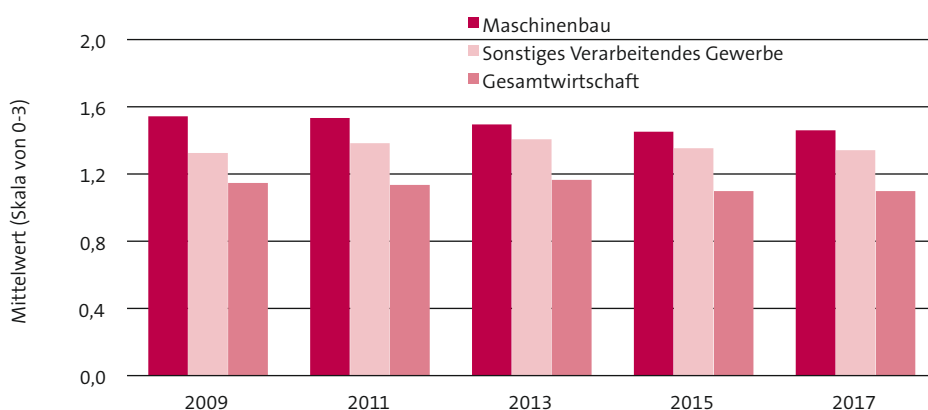
Quelle: ISI, Erhebung *Modernisierung der Produktion* 2015. – Berechnungen des ISI.

Mit Blick auf die Arbeitsproduktivität wird aus Abbildung 34 ersichtlich, dass Betriebe mit Kapazitätsausbau im Ausland eine deutlich höhere Arbeitsproduktivität aufweisen als Betriebe, die Kapazitäten nur im Inland ausbauen (wenngleich nicht dargestellt, gilt dies auch im Vergleich zu Betrieben, die keinen Ausbau der Produktionskapazität vornehmen). Der Unterschied zwischen einem Ausbau nur im Inland (d. h. der Einstellung zusätzlicher Mitarbeiter an Inlandsstandorten) und einem Ausbau der Produktionskapazitäten im Ausland fällt beim Maschinenbau deutlicher aus. Ein Ausbau im Inland wird auch von Betrieben mit noch vergleichsweise geringerer Arbeitsproduktivität vorgenommen. Ein Ausbau im Ausland erfolgt über alle Branchen hinweg nur bei Betrieben mit hoher Arbeitsproduktivität. Insgesamt gibt es keine nennenswerte Differenz zwischen den Branchen hinsichtlich Betrieben mit und ohne Kapazitätsausbau. Maschinenbauer weisen mit Blick auf den Auf- bzw. Ausbau von Auslandskapazitäten eine gleich hohe Arbeitsproduktivität auf wie Betriebe aus dem sonstigen Verarbeitenden Gewerbe. Für das Produktivitätsparadoxon im Maschinenbau insgesamt scheinen die Produktionskapazitäten im Ausland folglich keine nennenswerte Rolle zu spielen.

WETTBEWERBSDRUCK AUS DEM AUSLAND

Die Hypothese einer negativen Produktivitätsentwicklung aufgrund eines steigenden Wettbewerbsdrucks durch Maschinenbauhersteller aus dem Ausland wird anhand von Daten des MIP untersucht. Dort wird regelmäßig nach der Bedeutung einer starken Konkurrenz aus dem Ausland als Merkmal des Wettbewerbsumfelds der Unternehmen gefragt (vgl. Anhang 12.4).¹⁸ Bei einer Betrachtung von Abbildung 35 ist zu erkennen, dass im Maschinenbau die Konkurrenz durch ausländische Anbieter im Schnitt höher eingeschätzt wird als im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe und in der Gesamtwirtschaft. Allerdings ist auch zu beobachten, dass die Bedeutung des Wettbewerbsdrucks aus dem Ausland von 2009 bis 2017 tendenziell gesunken ist. Dies wird auch bestätigt durch relativ konstante Importquoten des Maschinenbaus in den Jahren von 2008 bis 2015 sowie einer geringen und tendenziell abnehmenden Anzahl von Gründungen von Niederlassungen in Deutschland durch ausländische Maschinenbauer.

Abbildung 35:
Bedeutung des Wettbewerbsumfelds "starke Konkurrenz aus dem Ausland" in Unternehmen 2009-2017

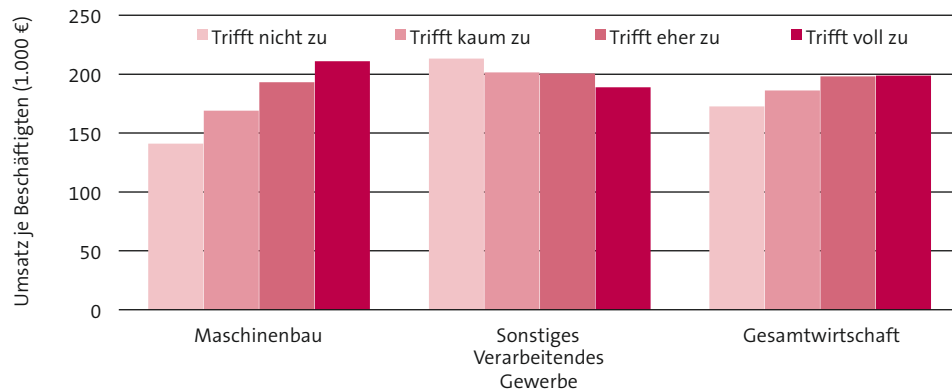


Zur Definition der Gesamtwirtschaft siehe Box 6.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

¹⁸ Der Anhang (Kapitel 12) der Studie ist online verfügbar unter <http://www.impuls-stiftung.de/studien>.

Abbildung 36:
Durchschnittliche Arbeitsproduktivität nach der Bedeutung einer starken Konkurrenz durch Anbieter aus dem Ausland



Arbeitsproduktivität: Umsatz je Beschäftigten. Zur Definition der Gesamtwirtschaft siehe Box 6.
Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

Abbildung 36 zeigt, dass die durchschnittliche Arbeitsproduktivität der deutschen Maschinenbauer tendenziell umso höher ist, je stärker sie mit einer starken Konkurrenz durch ausländische Anbieter konfrontiert sind. Im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe findet sich dagegen das umgekehrte Muster: Unternehmen, die unter starken Wettbewerbsdruck aus dem Ausland stehen, weisen tendenziell eine niedrigere Produktivität auf als Unternehmen, für die dieses Wettbewerbsmerkmal nicht zutrifft.

Dieser Zusammenhang wird auch durch eine signifikant positive Korrelation der Arbeitsproduktivität und der ausländischen Konkurrenz innerhalb der Produktionsfunktionsschätzung für den Maschinenbau bestätigt (vgl. Anhang 12.4).¹⁹

Dasselbe Ergebnis findet sich für die Gesamtwirtschaft, während sich für das sonstige Verarbeitende Gewerbe kein signifikanter Effekt zeigt.

Als Folge dieser Ergebnisse kann die Hypothese eines negativen Einflusses eines steigenden Wettbewerbsdrucks aus dem Ausland nicht bestätigt werden. Zum einen kann ein Anstieg der ausländischen Konkurrenz nicht zu einer Verringerung des Produktivitätswachstums geführt haben, da die von Maschinenbauunternehmen wahrgenommene ausländische Konkurrenz nicht angestiegen ist. Zum anderen ist festzustellen, dass insbesondere Unternehmen, die starker internationaler Konkurrenz ausgesetzt sind, eine besonders hohe Produktivität aufweisen. Ob dies ein Grund des starken internationalen Wettbewerbs ist oder der Tatsache geschuldet, dass insbesondere hochproduktive Unternehmen international tätig sind und dementsprechend die ausländische Konkurrenz verstärkt wahrnehmen, kann auf Basis der vorliegenden Daten aber nicht ermittelt werden.

¹⁹ Der Einfluss der ausländischen Konkurrenz ist statistisch nicht mehr signifikant, sobald mithilfe eines Fixed-Effects-Modells auf zeitlich konstante Unternehmenseigenschaften kontrolliert wird. Ursache dafür dürfte jedoch sein, dass die Wahrnehmung der ausländischen Konkurrenz selber zeitlich kaum variiert und daher der Einfluss im Fixed-Effects-Modell nur schwer identifiziert werden kann.

Der Anhang (Kapitel 12) der Studie ist online verfügbar unter <http://www.impuls-stiftung.de/studien>.

FuE ALS VORLEISTUNG FÜR AUSLANDSSTANDORTE

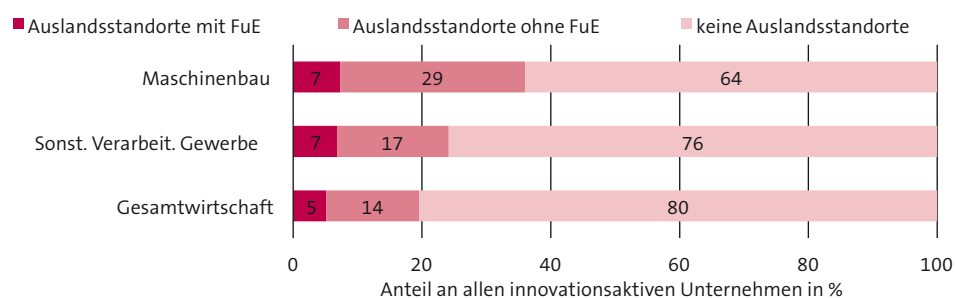
Eine These für eine mögliche negative Produktivitätswirkung von Auslandsaktivitäten ist die Konzentration von Funktionskosten an deutschen Standorten wie z. B. FuE, Marketing und administrative Dienstleistungen. Die deutschen Standorte versorgen dabei auch die Auslandsstandorte des Unternehmens und entlasten diese damit von Overheads. Dies sollte ceteris paribus zu einer höheren Produktivität an den Auslands- und einer niedrigeren an den deutschen Standorten führen.

Um diese These zu testen, können Daten des MIP aus der Erhebungswelle 2011 genutzt werden. Dort wurde erfasst, ob Unternehmen mit Innovationsaktivitäten in Deutschland Auslandsstandorte aufweisen und ob an diesen Auslandsstandorten FuE-, Design- oder Konstruktionsaktivitäten durchgeführt werden. Dies erlaubt eine Trennung zwischen deutschen Maschinenbauunternehmen, bei denen ausschließlich in Deutschland Funktionskosten für FuE/Design/Konstruktion anfallen, und solchen, die diese Funktionen auch an Auslandsstandorten aufweisen.

Im Zeitraum 2008-2010 unterhielten 36 % der innovationsaktiven Maschinenbauunternehmen in Deutschland Auslandsstandorte (Abbildung 37). Nur in einem Fünftel dieser Unternehmen wurde an zumindest einem Auslandsstandort auch FuE betrieben, während die anderen Unternehmen an ihren Auslandsstandorten keine FuE-Aktivitäten unterhalten haben. Das sind 29 % aller innovationsaktiven Maschinenbauunternehmen in Deutschland. Im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe betreibt dagegen ein größerer Teil der Unternehmen mit Auslandsstandorten auch FuE an zumindest einem dieser Standorte, wenngleich der Anteil der Unternehmen mit Auslandsstandorten niedriger als im Maschinenbau ist.

Die multivariaten Analysen zeigen, dass innovationsaktive Maschinenbauunternehmen mit Auslandsstandorten eine höhere Arbeitsproduktivität erzielen als innovationsaktive Maschinenbauunternehmen ohne Auslandsstandorten (Abbildung 38, vgl. auch Tabelle 8 im Anhang 12.4).²⁰ Zwischen den Unternehmen mit FuE-Aktivitäten an den Auslandsstandorten und ohne FuE-Aktivitäten zeigt sich kein signifikanter Unterschied in der Wirkung auf die Arbeitsproduktivität.

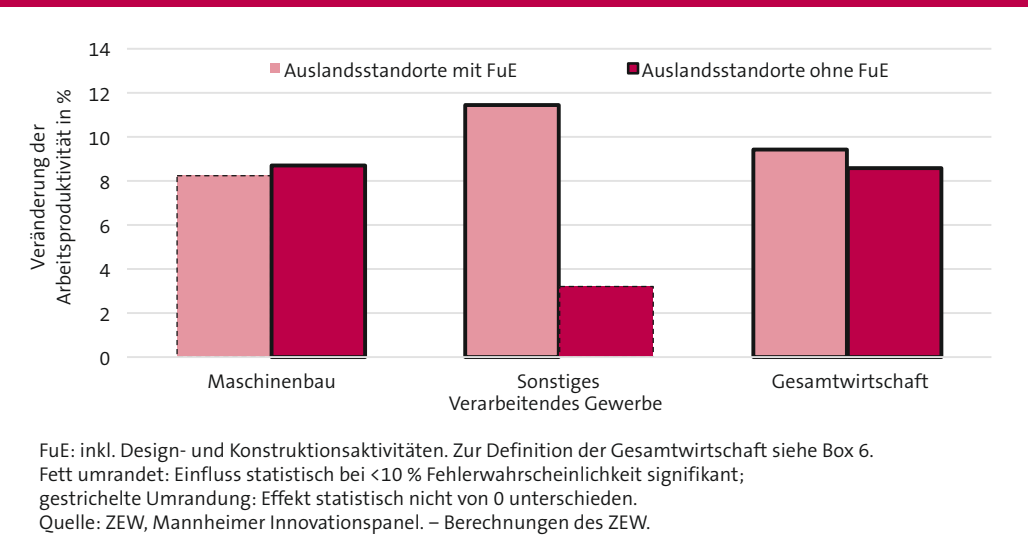
Abbildung 37:
Innovationsaktive Unternehmen in Deutschland 2008-2010 nach Auslandsstandorten mit und ohne FuE



FuE: inkl. Design- und Konstruktionsaktivitäten. Zur Definition der Gesamtwirtschaft siehe Box 6.
Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

²⁰ Der Anhang (Kapitel 12) der Studie ist online verfügbar unter <http://www.impuls-stiftung.de/studien>.

Abbildung 38:
Effekt der Durchführung von FuE an Auslandsstandorten auf die Produktivität der Unternehmen am Standort Deutschland



Dies ist im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe anders. Hier weisen Unternehmen mit Auslandsstandorten, an denen keine FuE durchgeführt wird, eine niedrigere Produktivität auf als Unternehmen mit Auslandsstandorten, an denen FuE durchgeführt wird. Dies könnte ein Hinweis auf produktivitätsbremsende Effekte einer hohen Belastung mit FuE-Funktionskosten am Heimatstandort sein.

Die Ergebnisse sind allerdings mit Vorsicht zu bewerten. Denn erstens beziehen sie sich auf einen Zeitraum, der aufgrund der Wirtschaftskrise durch eine Sonderentwicklung gekennzeichnet ist. Zweitens ist die Gruppe der Maschinenbauunternehmen, die FuE an Auslandsstandorten durchführt, sehr klein, sodass auch die für diese Gruppe geschätzten Produktivitätseffekte statistisch nicht signifikant sind. Für eine belastbarere Analyse würden Daten über einen längeren Zeitraum benötigt werden, die leider nicht vorliegen. Außerdem stellt FuE nur einen Teil der Funktionskosten dar, die überwiegend an Inlandsstandorten erbracht werden und die Auslandsstandorte mitversorgen. Leider liegen weder in der amtlichen Statistik noch in den Befragungsdaten der Institute Angaben zu anderen Funktionskosten und deren Verteilung auf Inlands- und Auslandsstandorte vor.

Ein etwas differenziertes Bild ergeben die Unternehmensinterviews sowie die Ergebnisse des Workshops. Zum einen kommt es durch die Internationalisierung mitunter zu einer Verringerung der Fertigungstiefe an deutschen Standorten, da einfache Teile und Komponenten zunehmend an den Auslandsstandorten gefertigt werden. Da diese oft eine höhere Produktivität aufweisen (hohe Losgrößen, geringe Variantenvielfalt), verschiebt sich die Produktivitätsrelation innerhalb der Unternehmen zuungunsten der deutschen Standorte. Gleichzeitig profitieren die deutschen Standorte aber auch von einer Kostenentlastung, da Vorprodukte und Komponenten günstiger aus dem Ausland (aus eigener Produktion ebenso wie von Zulieferern) bezogen werden können.

Zum anderen zeigt sich in vielen größeren Maschinenbauunternehmen eine Konzentration der Funktionskosten wie FuE, Marketing und Administration an den deutschen Standorten. Ob dies die Produktivität beeinträchtigt, hängt u. a. davon ab, inwieweit die für die Auslandsstandorte anfallenden Funktionskosten weiterverrechnet werden und als zusätzliche (Dienstleistungs-)Erlöse am Standort Deutschland erfasst werden. Hier ist die Praxis in den Unternehmen recht unterschiedlich.

FAZIT

Zusammenfassend ergibt sich ein ambivalentes Bild.

- Es gibt keine Befunde, dass die Internationalisierung der Unternehmen des deutschen Maschinenbaus primär zu einer Verlagerung besonders produktiver Aktivitäten geführt hätte und dass die weniger produktiven Tätigkeiten am Standort Deutschland verblieben wären. Vielmehr gehen eine hohe Produktivität und eine positive Produktivitätsentwicklung von Unternehmen in Deutschland mit intensiveren Internationalisierungsaktivitäten einher.
- Dass die aktive Internationalisierung eher zu Produktivitätssteigerungen als -senkungen am Heimatstandort führt, zeigt sich auch daran, dass Unternehmen, die ihre Auslandsniederlassungen stilllegen, tendenziell Produktivitätseinbußen an deutschen Standorten hinnehmen müssen. Dies könnte darauf hinweisen, dass die Aktivitäten an Auslandsstandorten eine hohe Produktivität aufweisen. Allerdings können auch andere Faktoren eine Rolle spielen, z. B. ein höherer Funktionskostenanteil am deutschen Standort nach Stilllegung von Auslandsaktivitäten. Diese Produktivität, die die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen insgesamt verbessert, wird in der derzeitigen Form der Produktivitätsmessung nicht dem Maschinenbaustandort Deutschland zugerechnet, was aus Sicht der amtlichen Statistik und ihrer Ausrichtung auf nationale Territorien folgerichtig ist.

- Durch die Internationalisierung kann es mitunter zu einer Verringerung der Fertigungstiefe an deutschen Standorten kommen. Dadurch verringert sich die Wertschöpfung an deutschen Standorten, was die Produktivität dämpfen kann. Gleichzeitig profitieren die deutschen Standorte aber von einer Kostenentlastung durch den günstigeren Bezug von Vorprodukten aus dem Ausland.
- Die Konzentration von Funktionskosten auf deutsche Standorte innerhalb von international tätigen Maschinenbauunternehmen dürfte die für die deutschen Standorte ausgewiesene Produktivitätsentwicklung gedämpft haben. Die Höhe dieses Effekts kann mangels Daten jedoch nicht abgeschätzt werden.

Insgesamt liegen aus Unternehmensgesprächen schwache Hinweise vor, dass die Internationalisierung im deutschen Maschinenbau aufgrund der Konzentration von Funktionskosten an deutschen Standorten zu einem Ausweis eines Produktivitätsniveaus beiträgt, der die wahre Produktivität der international tätigen Unternehmen unterschätzt. Erklärt werden kann das Produktivitätsparadoxon damit jedoch nur zu einem sehr kleinen Teil.

6 PRODUKTPOLITIK UND PRODUKTIVITÄTSENTWICKLUNG

THESEN

In Teilen des Maschinenbaus kommt es zu einer immer stärkeren Differenzierung des Produktangebots, die vielfach einhergeht mit einer stärkeren Individualisierung der Produktpalette. Industrie 4.0-Ansätze tragen dazu bei, dass Unternehmen vermehrt solche Strategien verfolgen. Auch der Trend der Servitisation und der Einführung produktbegleitender Dienstleistungen spiegelt sich in einer größeren Variantenvielfalt des Leistungsangebots und in den Einstieg in neue Angebotsformen wider. Bei einem hohen Grad der Produktdifferenzierung und der Ausweitung

der Angebotspalette werden allerdings die Möglichkeiten der Standardisierung und der Nutzung von Skalenvorteilen eingeschränkt oder deutlich schwieriger. Dies kann sich negativ auf die Produktivität der Unternehmen auswirken. Andererseits versprechen die Erweiterung des Angebots auf zunehmend kundenspezifische Produkte und Dienstleistungen die Gewinnung neuer und die Bindung bestehender Kundengruppen. Box 11 fasst wichtige Argumente in diesem Kontext zusammen.

Zur Überprüfung dieser Hypothesen werden Daten des MIP herangezogen (vgl. Box 12).

Box 11: Thesen zu Produktpolitik und Produktivitätsrückgängen

Der Anteil **kundenspezifischer** Produkte (Losgröße 1) nimmt zu und der Anteil standardisierter Angebote nimmt ab:

- Die größere Produktdifferenzierung verringert die Möglichkeiten, Skalen- und Verbundvorteile in der Produktion zu nutzen.
- Kundenspezifische Produkte erhöhen den Aufwand bei Entwicklung, Konstruktion und Vertrieb. Die zusätzlichen Kosten können nur schwer an die Kunden weitergegeben werden.
- Allerdings verspricht ein hoher Grad der Produktdifferenzierung eine engere Kundenbindung und eine Verringerung des reinen Preiswettbewerbs.

Einstieg in **neue Märkte und Anwendungsgebiete**:

- Eine größere Produktvielfalt kann zu komplexeren Abläufen führen, die die Produktivität verringern und eine Produktivitätssteigerung schwieriger machen.
- Mit einer Produktdiversifizierung fallen immer wieder hohe Einstiegskosten für den Aufbau neuer Produktlinien (von der Produktion bis zum Vertrieb) an. Auch können die Fixkosten steigen, wenn für neue Produktangebote bestimmte Infrastrukturen oder spezifische betriebliche Funktionen dauerhaft vorzuhalten sind.
- Die Strategie der Produktdiversifizierung verspricht aber auch hohe Wachstumsperspektiven bei erfolgreicher Marktplatzierung, da so neue Kundengruppe angesprochen und neue Märkte bearbeitet werden können.

Box 12: Analyse von Produktpolitik und Produktivitätsentwicklung

Auf Basis der Daten des MIP werden zwei Fragestellungen untersucht:

- Auswirkung einer Individualisierung der Produktpalette durch Fokussierung auf kundenspezifische Lösungen.
- Auswirkung einer Diversifikation des Produktsortiments, gemessen über den Anteil von Produktinnovationen, für die es keine Vorgängerprodukte im Unternehmen gab und die mithin zu einer Erweiterung des Produktsortiments beigetragen haben ("Sortimentsneuheiten").

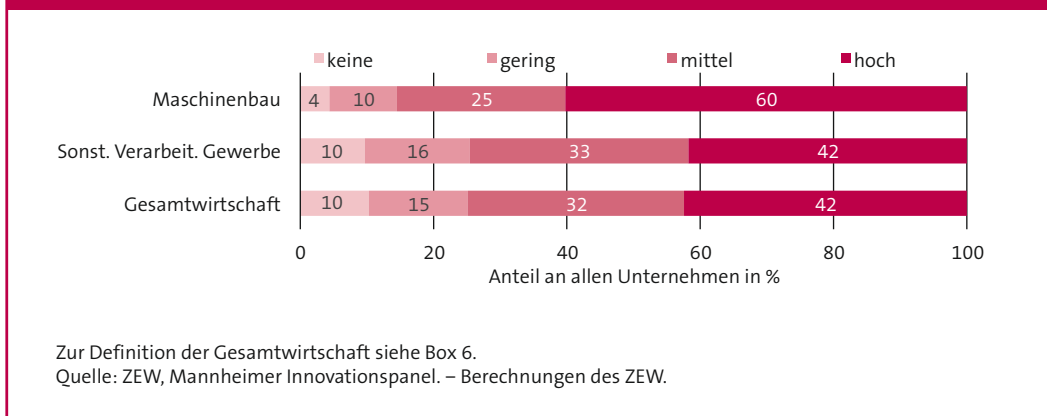
Aufgrund der Datenverfügbarkeit kann die Untersuchung zur Individualisierung des Produktangebots nur für die aktuelle Situation durchgeführt werden und beschränkt sich auf kurzfristige Produktivitätswirkungen. Die Wirkungen der Produktdiversifikation können dagegen mithilfe von Paneldaten analysiert werden, sodass kurz- und langfristige Produktivitätseffekte unterschieden werden können.

PRODUKTINDIVIDUALISIERUNG: KUNDENSPEZIFISCHE LÖSUNGEN

Der erste Ansatz untersucht den Einfluss einer kundenspezifischen Ausrichtung des Produktangebots, d. h. einer stärkeren Individualisierung der Produkte auf die Produktivität. Hierbei kann auf eine Frage zur Bedeutung kundenspezifischer Lösungen als Wettbewerbsstrategie aus der MIP-Erhebung des Jahres 2017 zurückgegriffen werden (vgl. Anhang 12.6).²¹ Abbildung 39 zeigt, dass dieser Strategie im Maschinenbau

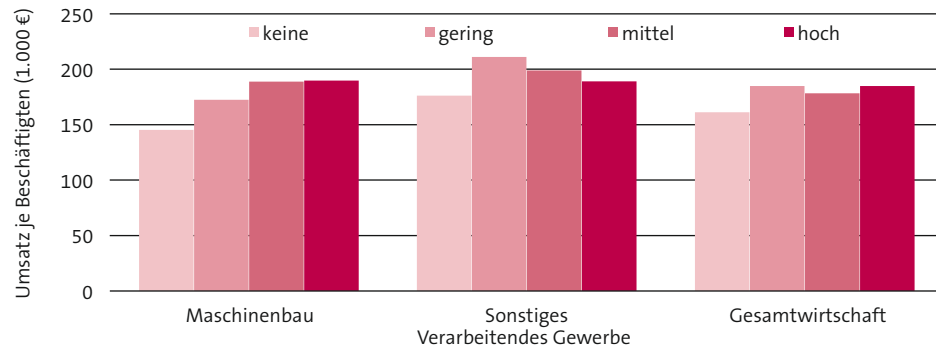
eine besonders hohe Bedeutung zukommt. 60 % der Maschinenbauunternehmen gaben an, dass kundenspezifische Lösungen eine hohe Bedeutung in ihrer Wettbewerbsstrategie haben. Dies liegt deutlich über dem Anteil von 42 % in der Gesamtwirtschaft. Es ist ebenfalls zu erkennen, dass insbesondere der Anteil an Unternehmen, die kundenspezifischen Produkten eine geringe oder keine Bedeutung zumessen, im Maschinenbau merklich geringer ist. Diese Tendenzen wurden auch in den geführten Interviews bestätigt.

Abbildung 39:
Bedeutung kundenspezifischer Lösungen als wesentliche Wettbewerbsstrategie im Zeitraum 2014-2016



²¹ Der Anhang (Kapitel 12) der Studie ist online verfügbar unter <http://www.impuls-stiftung.de/studien>.

Abbildung 40:
Durchschnittliche Arbeitsproduktivität von Unternehmen nach der Bedeutung
von kundenspezifischen Lösungen als Wettbewerbsstrategie



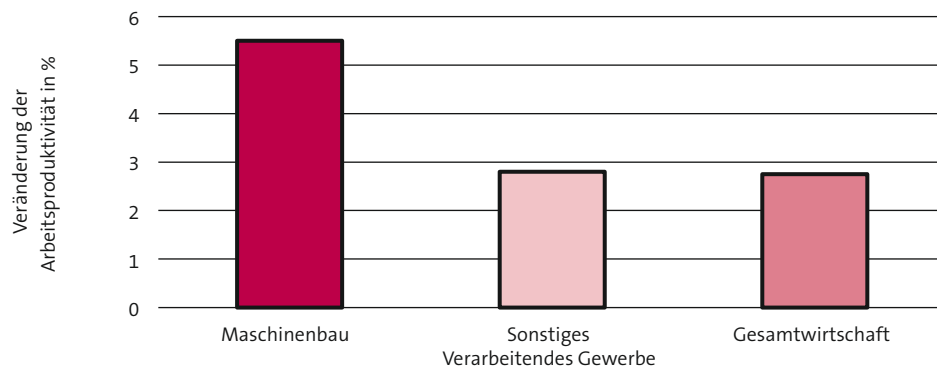
Zur Definition der Gesamtwirtschaft siehe Box 6.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

Eine deskriptive Betrachtung des Zusammenhangs kundenspezifischer Lösungen und der Arbeitsproduktivität von Unternehmen lässt außerdem erkennen, dass eine hohe Bedeutung kundenspezifischer Lösungen nicht mit einer geringen Arbeitsproduktivität einhergehen

muss. Im Gegenteil: Insbesondere im Maschinenbau geht eine steigende Produktivität mit einer zunehmenden Bedeutung der Kundenspezifität einher (Abbildung 40). Für die Gesamtwirtschaft sind hingegen keine großen Produktivitätsunterschiede festzustellen.

Abbildung 41: Effekt der Strategie kundenspezifischer Lösungen auf die Produktivität von Unternehmen



Fett umrandet: Einfluss statistisch bei <5 % Fehlerwahrscheinlichkeit signifikant (Gesamtwirtschaft: <1 %).

Zur Definition der Gesamtwirtschaft siehe Box 6.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

Eine multivariate Untersuchung des Einflusses der Ausrichtung auf kundenspezifische Lösungen auf die Arbeitsproduktivität der Unternehmen anhand von Produktionsfunktionsschätzungen (vgl. Anhang 12.6)²² zeigt einen signifikanten positiven Effekt einer solchen Strategie für den Maschinenbau. Unternehmen, die eine solche Strategie verfolgen, erzielen alleine aufgrund dieser Strategiewahl eine um gut 5 % höhere Produktivität (Abbildung 41). Für die Gesamtwirtschaft und die sonstige Industrie ist der positive Produktivitätsbeitrag mit knapp 3 % etwa halb so hoch.

PRODUKT DiversIFIKATION

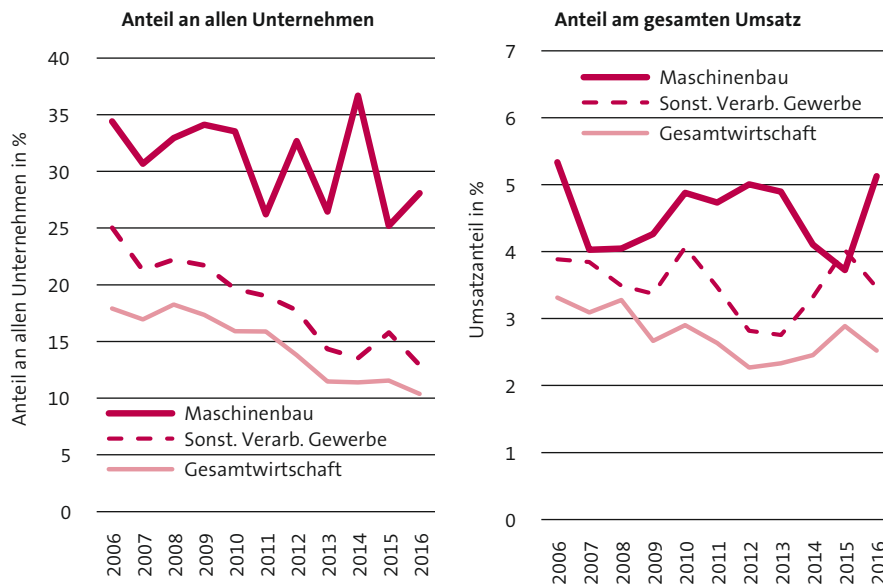
Zur Erfassung von Produktivitätseffekten einer Produktdiversifikation in Maschinenbauunternehmen greifen wir auf Indikatoren zurück, die die Einführung von neuen Produkten und Dienstleistungsangeboten in Unternehmen entsprechend ihres Neuheitsgrades erfassen. Dabei wird zwischen "Sortimentsneuheiten" und "Marktneuheiten" unterschieden (siehe Box 13). Eine Sortimentsneuheit liegt vor, wenn das neu eingeführte Produkt bzw. die neue Dienstleistung kein Vorgängerangebot im Unternehmen hatte. In diesem Fall führt die Einführung zu einer Ausweitung des Leistungsangebots und einer Verbreiterung des Sortiments. Es liegt somit eine Produktdiversifikation vor.

Box 13: Produktinnovationen, Sortiments- und Marktneuheiten

- **Produktinnovationen** sind neue oder merklich verbesserte Produkte bzw. Dienstleistungen, die ein Unternehmen innerhalb eines zurückliegenden Dreijahreszeitraums auf den Markt gebracht hat. Es kommt nicht darauf an, ob ein anderes Unternehmen diese Innovation bereits eingeführt hat. Wesentlich ist die Beurteilung aus Sicht des Unternehmens. Produktinnovationen können hinsichtlich ihres Neuheitsgrads unterschieden werden in Marktneuheiten und Sortimentsneuheiten.
- **Marktneuheiten** sind Produktinnovationen, die von Unternehmen als erste Anbieter im Markt eingeführt wurden. Von einem Unternehmen erstmals angebotene Produkte, die bereits von Wettbewerbern im Markt angeboten werden, sind **Nachahmerinnovationen**.
- **Sortimentsneuheiten** sind Produktinnovationen, die keine Vorgängerprodukte im Unternehmen haben. Durch Sortimentsneuheiten weiten Unternehmen ihre Angebotspalette aus und bedienen Kundenbedürfnisse, die bislang durch die Produkte des Unternehmens nicht abgedeckt wurden. Bei Sortimentsneuheiten kann es sich gleichzeitig sowohl um Marktneuheiten handeln als auch um Nachahmerinnovationen. Umgekehrt können Marktneuheiten gleichzeitig Sortimentsneuheiten sein oder auch nicht, je nachdem ob ein Vorgängerprodukt vorhanden ist oder nicht.
- **Umsatzanteile mit Produktinnovationen** (bzw. **Marktneuheiten, Sortimentsneuheiten** oder **Nachahmerinnovationen**) beziehen sich auf dem Umsatz eines Jahres, der mit Produktinnovationen des zurückliegenden Dreijahreszeitraums erzielt worden ist.

²² Der Anhang (Kapitel 12) der Studie ist online verfügbar unter <http://www.impuls-stiftung.de/studien>.

Abbildung 42: Verbreitung von Sortimentsneuheiten in Unternehmen in Deutschland 2006-2016



Zur Definition der Gesamtwirtschaft siehe Box 6.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

Markneuheiten sind dagegen neue Produkte oder Dienstleistungen, die das Unternehmen als erster Anbieter auf den Markt gebracht hat. Die Abgrenzung des relevanten Marktes erfolgt aus Unternehmenssicht und kann sich somit auf geografische oder sektorale Teilmärkte beziehen.

Die Verbreitung von Sortimentsneuheiten im deutschen Maschinenbau schwankt im Zeitraum 2006-2016 recht stark, zeigt aber keinen klaren Trend. Je nach Jahr haben zwischen 25 und 37 % der Maschinenbauunternehmen ihre Produktpalette durch die Einführung von neuen Angeboten ohne Vorgängerprodukt im Unternehmen ausgeweitet (Abbildung 42). Im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe kann demgegenüber ein klarer Trend zu weniger Produktdiversifikation beobachtet werden.

Der Umsatzanteil, der auf Sortimentsneuheiten zurückgeht, weist weder im Maschinenbau noch im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe eine Trendentwicklung auf. Im Maschinenbau gingen im Jahr 2016 etwas mehr als 5 % des

Gesamtumsatzes auf neue Produktangebote ohne Vorgängerprodukte im Unternehmen zurück. Dies ist ein Wert, der auch in den Jahren 2010-2013 erreicht und 2006 sogar übertroffen wurde. Der Umsatzanteil von Sortimentsneuheiten liegt im Maschinenbau in fast jedem Jahr über dem Referenzwert für die sonstige Industrie.

Die Produktivitätsschätzungen zum Einfluss von Sortimentsneuheiten, die den gesamten verfügbaren Beobachtungszeitraum 2002 bis 2016 umfassen, zeigen, dass die Einführung von Sortimentsneuheiten mit produktivitätssenkenden Anlaufkosten verbunden ist. Von diesem Effekt ist der Maschinenbau deutlich stärker betroffen als andere Industrien. In Bezug auf die Gesamtwirtschaft bleibt die Produktivität von Unternehmen, die innerhalb eines Dreijahreszeitraums Sortimentsneuheiten eingeführt haben, unverändert. Bei Maschinenbauunternehmen sinkt dagegen die Produktivität um durchschnittlich 2,4 % (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3:

Kurz- und mittelfristiger Einfluss von Sortimentsneuheiten und Marktneuheiten auf die Arbeitsproduktivität in Unternehmen des Maschinenbaus und der deutschen Wirtschaft insgesamt

	Maschinenbau		Sonst. Verarb. Gew.		Gesamtwirtschaft	
	Kurzfristig ^a	Mittelfristig ^b	Kurzfristig ^a	Mittelfristig ^b	Kurzfristig ^a	Mittelfristig ^b
Sortimentsneuheit eingeführt	-0.024** (0.011)	0.031** (0.014)	-0.000 (0.005)	0.010 (0.007)	-0.001 (0.004)	-0.001 (0.004)
Marktneuheit eingeführt	0.018 (0.012)	0.001 (0.015)	0.003 (0.005)	0.003 (0.008)	0.011** (0.005)	0.011** (0.005)
Sortimentsneuheit, Umsatzanteil	-0.146*** (0.049)	0.173*** (0.058)	0.010 (0.024)	0.023 (0.034)	-0.046** (0.020)	-0.046** (0.020)
Marktneuheit, Umsatzanteil	0.081 (0.049)	-0.074 (0.061)	0.052** (0.025)	0.000 (0.035)	0.070*** (0.021)	0.070*** (0.021)

a: im Jahr der Einführung; b: drei Jahre nach der Einführung

Standardfehler in Klammern: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

Für die vollständigen Schätzergebnisse siehe Tabelle 12 im Anhang 12.6.²²

Alle Modelle enthalten außerdem Indikatorvariablen für Jahre und im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe und Gesamtwirtschaft für Branchen. Zur Definition der Gesamtwirtschaft siehe Box 6.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

Wird statt der einfachen Indikatorvariablen der Umsatzanteil mit Sortimentsneuheiten betrachtet, treten die Anlaufkosten einer solchen Unternehmensstrategie noch deutlicher zutage. Sowohl in der Gesamtwirtschaft als auch im Maschinenbau finden wir einen signifikant negativen Produktivitätseffekt des Umsatzanteils mit Sortimentsneuheiten. Ein Maschinenbauunternehmen, das 100 % seines Umsatzes mit Sortimentsneuheiten erzielt, hätte demnach eine um rund 15 % geringere Produktivität als ein Unternehmen ohne Sortimentsneuheiten und bei 50 % Umsatzanteil wäre es entsprechend eine Reduktion der Produktivität um 7,5 %. Damit fällt der Effekt rund dreimal stärker aus in der Gesamtwirtschaft (4,6 %). Interessanterweise finden wir einen solchen negativen kurzfristigen Produktivitätseffekt nicht bei Marktneuheiten. Im Maschinenbau ist der Produktivitätseffekt positiv, wenngleich nicht

signifikant. Unternehmen in der Gesamtwirtschaft erzielen sogar eine signifikant höhere Umsatzproduktivität mit Marktneuheiten (+1,1 %).

Darüber hinaus wurde untersucht, ob und inwieweit Unternehmen langfristig Produktivitätseinbußen erfahren, wenn sie auf eine stärkere Produktdiversifikation setzen, oder ob es sich im klassischen Sinne um Anlaufkosten handelt und die Unternehmen nach einer gewissen Phase Produktivitätsgewinne einstreichen können. Dazu wurden die Indikatorvariable zur Einführung von Sortiments- und Marktneuheiten jeweils um ein, zwei oder drei Jahre zeitverzögert in die Schätzungen aufgenommen. Die Ergebnisse zeigen, dass es durchschnittlich drei weitere Jahre dauert, bis Unternehmen mit Sortimentsneuheiten signifikante Produktivitätsgewinne erzielen. So weisen Maschinenbauunternehmen, die innerhalb

23 Der Anhang (Kapitel 12) der Studie ist online verfügbar unter <http://www.impuls-stiftung.de/studien>.

eines Dreijahreszeitraums Sortimentsneuheiten eingeführt haben, erstmals im Jahr nach diesem Zeitraum eine signifikant höhere Produktivität auf. Fielen die Anlaufkosten im Maschinenbau deutlich stärker aus, so zeigt sich, dass nun auch die Produktivitätsgewinne mit 3,1 % rund dreimal stärker als in der Gesamtwirtschaft sind.

FAZIT

Veränderungen in der Produktpolitik der Maschinenbauunternehmen können das Produktivitätsparadoxon kaum erklären. Zwar hat sich ein großer Anteil der Maschinenbauunternehmen auf kundenspezifische Produktangebote und damit sehr kleine Losgrößen spezialisiert. Dies führt jedoch nicht zu Produktivitätseinbußen, im Gegenteil. Offenbar erlauben es die große Kundennähe und die auf die Kundenbedürfnisse zugeschnittenen Angebote, dass der Mehraufwand von kleinteiliger Produktion und Vertrieb an den Kunden weiterverrechnet werden kann. Interviews mit ausgewählten Unternehmen haben außerdem gezeigt, dass durch die Standardisierung von Produktkomponenten die Produktivität auch bei großer Produktvielfalt hoch gehalten werden kann. Allerdings berichten Unternehmen auch, dass der höhere Kundennutzen aufgrund von kundenspezifischen Zuschnitten der Produkte oft nur schwer in höhere Preise umsetzbar ist, sondern vielmehr oft Bedingung ist, um ein gegebenes Preisniveau bei zunehmenden Wettbewerb aus dem Ausland (insbesondere China) zu halten.

Die Analysen ebenso wie die Unternehmensinterviews zeigen, dass die Aufnahme neuer Produkte in das Sortiment zunächst mit Produktivitätsverlusten einhergeht. Dafür sind hohe Anlaufkosten verantwortlich. Allerdings zeigt sich kein Trend zu mehr Produktdiversifizierungsaktivitäten im Maschinenbau, sodass dieser Effekt nicht für den Rückgang der Produktivität im Vergleich zu früheren Perioden verantwortlich sein kann. Außerdem führt die Produktdiversifikation mittelfristig zu merklichen Produktivitätssteigerungen, wenn die zusätzlichen Produktangebote zu einer Ausweitung des Absatzes beitragen und so die Stückkostensituation verbessern. Bei einer gleichmäßigen Einführung von Sortimentsneuheiten, wie dies im Maschinenbau der Fall ist, sollten sich also die negativen kurzfristigen mit den positiven mittelfristigen Produktivitätswirkungen zumindest ausgleichen.

7 INVESTITIONEN UND PRODUKTIVITÄTSENTWICKLUNG

THESEN

Eine Ursache für ein ausbleibendes Produktivitätswachstum im deutschen Maschinenbau seit der Hochkonjunkturphase 2006-2008 könnte in niedrigen Investitionen in neue Produktionsanlagen sowie in die IT-Ausstattung liegen. Der Beitrag von Investitionen zum Produktivitätswachstum ergibt sich grundsätzlich aus zwei Komponenten, der Veränderung der Höhe der Investitionen multipliziert mit dem Produktivitätseffekt der Investitionen.²⁴ Dieser Abschnitt untersucht einerseits, wie sich die Höhe der Investitionen im Maschinenbau entwickelt hat und geht andererseits mittels multivariater Analysen der Frage nach, ob sich der Produktivitätseffekt der Investitionen im Zeitverlauf verändert hat. Nachdem 2006-2008 die Produktionskapazitäten voll ausgelastet waren, blieben in den Folgejahren die Investitionen in neue Anlagen niedrig. Zwar haben die konjunkturpolitischen Maßnahmen der Bundesregierung zu verbesserten steuerlichen Abschreibungsbedingungen geführt (vgl. Büttner et al. 2015). Allerdings wurde erst 2013 der nominelle Bruttoproduktionswert des Jahres 2008 erreicht. Ein geringes

Wachstum des Kapitalstocks bzw. dessen langsame Erneuerung würde dazu führen, dass die effizienzsteigernden Möglichkeiten neuer Produktionstechnologien nicht ausreichend genutzt werden. Eine weitere produktivitätsdämpfende Wirkung der Investitionstätigkeit könnte aus einer Verschiebung der Investitionen in Richtung Kapitalgüter mit geringeren (nachhaltigen) Produktivitätsbeiträgen ausgehen, insbesondere im Hinblick auf bestimmte immaterielle Investitionen (Peters et al. 2018). Box 14 fasst die entsprechenden Argumente zusammen.

Zur Überprüfung dieser Hypothesen werden zum einen die amtlichen AfiD-Firmendaten (Unternehmenspaneldaten der amtlichen Investitions- und Kostenstrukturerhebungen) sowie ergänzend Daten des MIP genutzt (vgl. Box 15).

Box 14: Thesen zur Investitionstätigkeit und Produktivitätsentwicklung

- **Niedrige Investitionen in neue Ausrüstungen** (Maschinen, Geräte, Einrichtungen, Fahrzeuge) können die Diffusion von technischem Fortschritt reduzieren, während ein zunehmend alternierender Kapitalstock die Möglichkeiten für weitere Produktivitätssteigerungen begrenzt.
- Eine **Verschiebung zu immateriellen Investitionen** wie FuE, Markenwerte, unternehmensspezifisches Human- und Organisationskapital sowie Software und Datenbanken kann zu stärker kurzfristigen und weniger nachhaltigen Produktivitätssteigerungen führen, da diese Kapitalgüter zum Teil schneller entwertet werden und viele dieser Investitionen wegen des raschen technologischen Wandels und des intensiven technologischen Wettbewerbs nur kurzfristig wirken.

²⁴ Der Produktivitätseffekt der Investitionen, auch Outputelastizität des Kapitals genannt, gibt die prozentuale Veränderung der Produktivität bei Veränderung der Investitionen um 1 Prozent an.

Box 15: Analyse von Investitionen und Produktivitätsentwicklung

- AFiD: Effekte von Investitionen in Sachanlagen und FuE (für den Zeitraum 2001-2008 sowie 2009-2013) sowie gewerbliche Schutzrechte und Software (nur für den Zeitraum 2009-2013 verfügbar) auf die Arbeitsproduktivität
- MIP: Effekte von Investitionen in immaterielle Kapitalgüter (Software, FuE, Weiterbildung und Marketing) sowie des Sachanlagekapitalstocks auf die Arbeitsproduktivität für den Zeitraum 2006-2016 (ohne Software) und 2011-2016 (mit Software)

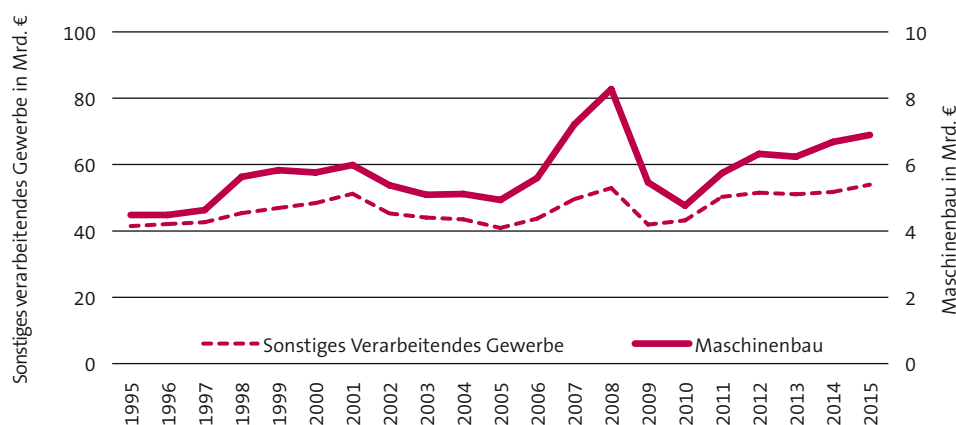
ENTWICKLUNG DER SACHANLAGEINVESTITIONEN

Die Sachanlageninvestitionen umfassen Zugänge zu den Kategorien technische Anlagen und Maschinen, andere Anlagen, Betriebs- und Geschäftsausstattung, Grundstücke und Bauten sowie Anlagen im Bau (kurz: Ausrüstungen und Bauten). Sie stellten lange den ganz überwiegenden Teil von Investitionen in das produktive Kapital in Unternehmen dar. Solche Investitionen bieten i. d. R. Möglichkeiten der Produktivitätssteigerung, da Neuanschaffungen von Sachkapitalgütern meist einen weiter fortgeschrittenen

technologischen Stand als bereits ältere Kapitalgüter aufweisen. Dies gilt sowohl für Ersatzinvestitionen wie für Erweiterungsinvestitionen.

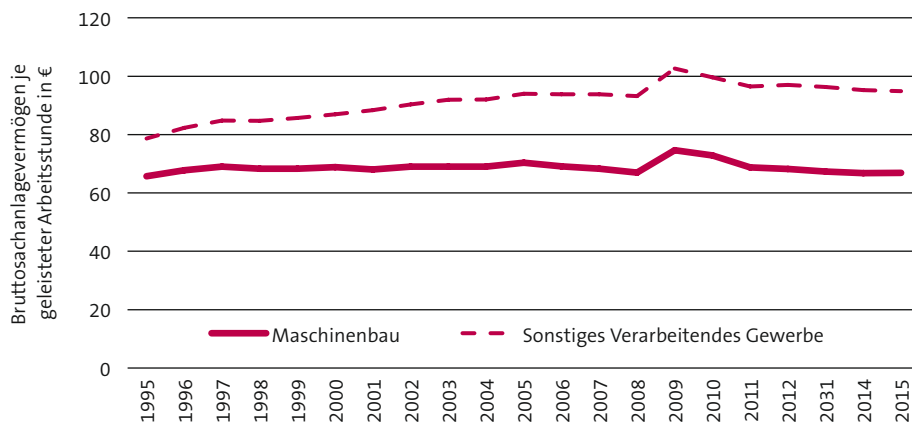
Die Investitionsentwicklung bei Sachanlagen im Maschinenbau war im vergangenen Jahrzehnt durch eine rapide Zunahme in den Jahren 2006 bis 2008 geprägt, der ein – angesichts der Schwere des Nachfrageeinbruchs im Jahr 2009 – relativ moderater Rückgang in den Jahren 2009 und 2010 folgte (Abbildung 43). Das Investitionsvolumen fiel nicht unter das Niveau des Jahres 2005. Ab 2011 nahm die Investitionstätigkeit

Abbildung 43:
Sachanlageinvestitionen im Maschinenbau und im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe Deutschlands 1995-2015



Quelle: Statistisches Bundesamt, VGR. – Berechnungen des ZEW.

Abbildung 44:
Sachanlage-Kapitalintensität im Maschinenbau und im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe
Deutschlands 1995-2015



Quelle: Statistisches Bundesamt, VGR. – Berechnungen des ZEW.

wieder zu und erreichte 2015 fast das Niveau aus dem Hochkonjunkturjahr 2007. Die Investitionsdynamik im Maschinenbau war etwas stärker als im Verarbeitenden Gewerbe Deutschlands insgesamt. Von einer Investitionszurückhaltung nach der Wirtschaftskrise kann somit nicht gesprochen werden.

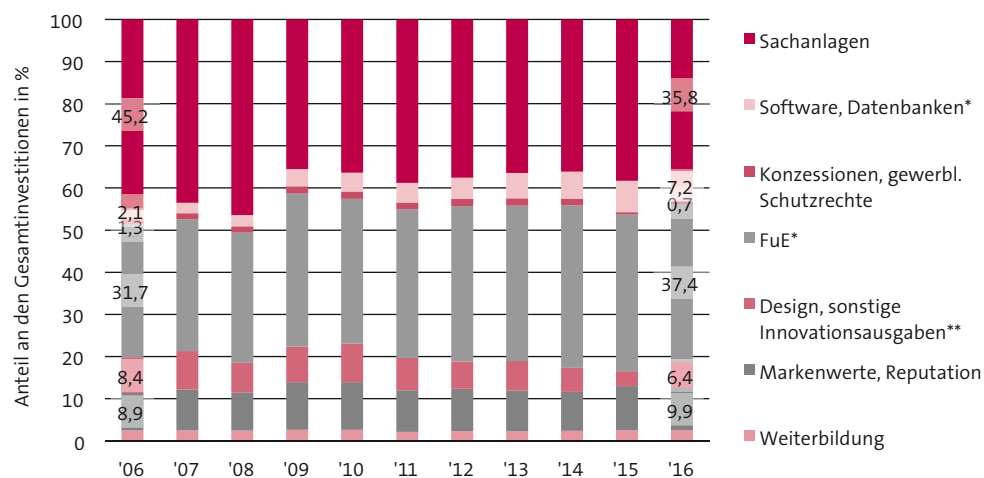
Der Sachanlagekapitalstock (Bruttoanlagevermögen an Ausrüstungen und Bauten zu Wiederbeschaffungspreisen) blieb in Relation zum Arbeitsvolumen (geleistete Arbeitsstunden) im Maschinenbau während der vergangenen zwei Jahrzehnte faktisch konstant (Abbildung 44). Dies bedeutet, dass die Sachanlageinvestitionen mit der Ausweitung der Beschäftigung Schritt hielten. Nur in der Hochkonjunkturphase 2006-2008 war dies anders, damals kam es zu einem leichten Rückgang der Kapitalintensität. Sie stieg im Krisenjahr 2009 abrupt an, da das Arbeitsvolumen aufgrund von Kurzarbeit deutlich verringert wurde. Bis 2011 war wieder eine Kapitalintensität von knapp 70 € je Arbeitsstunde erreicht, seither blieb der Indikatorwert unverändert. Langfristig gesehen entwickelt sich die Kapitalintensität im deutschen Maschinenbau

allerdings schlechter als im Verarbeitenden Gewerbe insgesamt, da dort zumindest bis 2012 eine stärker ansteigende Tendenz zu verzeichnen war. Im Rahmen der multivariaten Analysen auf Basis der AFiD wird untersucht, ob es zu einem geringen Produktivitätsbeitrag der Sachanlageinvestitionen gekommen ist.

VERSCHIEBUNG DER INVESTITIONEN VON SACHANLAGEN ZU IMMATERIELLEN KAPITALGÜTERN

Sachanlageinvestitionen sind allerdings schon länger nicht mehr die einzige Form des Aufbaus von produktivem Kapital in Unternehmen. Ein immer wichtiger werdender Bestandteil der Investitionen sind immaterielle Wirtschaftsgüter (intangible capital, vgl. Corrado et al. 2006). Dazu zählt technisches Knowhow als Ergebnis von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten (FuE) ebenso wie nichttechnisches Wissen, Markenwerte und Reputation, Fähigkeiten zur Datenanalyse sowie unternehmensspezifisches Human- und Organisationskapital. In der VGR werden derzeit im Wesentlichen nur zwei dieser immateriellen Kapitalgüter erfasst, nämlich

Abbildung 45:
Zusammensetzung der gesamten Investitionen im deutschen Maschinenbau 2006-2016 nach Kapitalgütern



Investitionen in Unternehmen mit 5 oder mehr Beschäftigten.

* FuE enthält auch Ausgaben für Softwareentwicklung und FuE-nahe Konstruktion. Sachanlageinvestitionen für FuE sind bei FuE und nicht bei Sachanlagen erfasst.

** Innovationsbezogene Ausgaben für Markenwerte/Reputation und Weiterbildung sind dort erfasst.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel; Statistisches Bundesamt, VGR. – Berechnungen des ZEW.

Software und Datenbanken sowie FuE. Der Anteil der Sachanlageninvestitionen an den gesamten Bruttoanlageinvestitionen lt. VGR lag im Maschinenbau 2015 bei 55 %. Der Anteilswert ist von 63 % im Jahr 1998 in den vergangenen zwei Jahrzehnten deutlich gesunken.

Unter Einbezug weiterer immaterieller Kapitalgüter (Design und sonstige Innovationsausgaben jenseits von FuE, Markenwerte und Unternehmensreputation, unternehmensspezifische Weiterbildung) sinkt der Anteil der Sachanlageinvestitionen an diesen erweiterten „Gesamtinvestitionen“ auf nur noch 36 % im Jahr 2016, nach 45 % im Jahr 2006 (Abbildung 45).²⁵ Die Investitionen in FuE trugen im Jahr 2016 mit einem Anteil von 37 % bereits mehr zu den gesamten Investitionen bei als die „klassischen“ Sachanlageinvestitionen. FuE ist dabei breiter abgegrenzt als in der VGR und schließt auch Ausgaben für eigene Softwareentwicklung, FuE-nahe Konstruktion sowie Sachanlageinvestitionen für FuE ein.

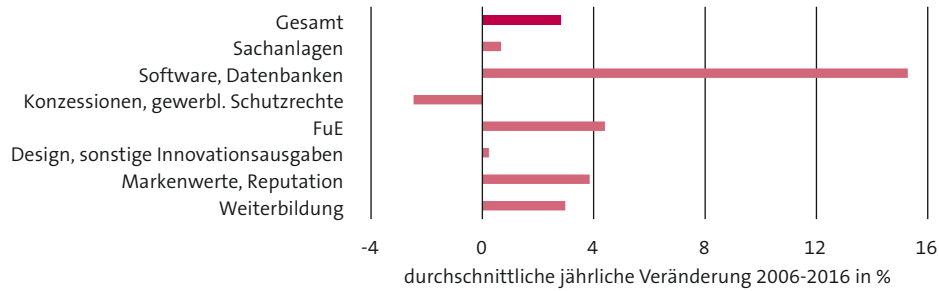
Die zusätzlichen Ausgaben für Software und Datenbanken machen etwa 7 % der Gesamtinvestitionen aus, sonstige Innovationsausgaben

(Design, nicht FuE-nahe Konstruktion, Konzeption, andere kreative Tätigkeiten) rund 6 %. Auf Investitionen in Markenwerte und Reputation entfallen 10 %. Eine eher geringe Bedeutung und auch eine geringe Dynamik haben Investitionen in unternehmensspezifische Weiterbildung sowie in Konzessionen und gewerbliche Schutzrechte.

Die Ausgaben für immaterielle Kapitalgüter stiegen somit deutlich rascher als die Investitionen in Sachanlagen (Abbildung 46). Dies zeigt sich auch bei einem Vergleich der Investitionsvolumina zwischen 2006 und 2016. Den stärksten Zuwachs verzeichneten mit Abstand die Investitionen in Software und Datenbanken. Überdurchschnittlich nahmen auch die Investitionen in FuE und Markenwerte/Reputation zu. Nur wenig stiegen die Sachanlageninvestitionen und die sonstigen Innovationsausgaben an.

²⁵ Zu den Berechnungen, die auf Daten des MIP und der VGR (für Sachanlageinvestitionen, Software, gewerbliche Schutzrechte) beruhen, vgl. Rammer und Peters (2016) sowie Behrens et al. (2017).

Abbildung 46: Dynamik der Investitionen im deutschen Maschinenbau 2006-2016 nach Kapitalgütern



Investitionen in Unternehmen mit 5 oder mehr Beschäftigten.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel; Statistisches Bundesamt, VGR. – Berechnungen des ZEW.

PRODUKTIVITÄTSWIRKUNG VON INVESTITIONEN IN SACHANLAGEN

Wenngleich die Investitionstätigkeit in Sachanlagen des deutschen Maschinenbaus nach der Wirtschaftskrise 2009 wieder merklich angestiegen ist, so kann unter Umständen die Produktivitätswirkung der Investitionen nachgelassen haben, z. B. weil der technische Fortschritt, der durch den Ersatz alter durch neue Ausrüstungen stattfindet, langsamer als in früheren Perioden ist. Um dies zu prüfen, wird anhand der Unternehmensdaten der amtlichen Statistik (AFiD) der Produktivitätsbeitrag von Sachanlageinvestitionen für die Periode vor der Wirtschaftskrise (2001-2008) und nach der Wirtschaftskrise (2009-2013) geschätzt. Leider können aufgrund der Datenverfügbarkeit keine jüngeren Jahre in die Analyse einbezogen werden. Die Ergebnisse (siehe Tabelle 10 im Anhang²⁶ und Abbildung 47) zeigen, dass der Produktivitätseffekt von Sachkapitalinvestitionen auch seit der Wirtschaftskrise 2009 im Maschinenbau nicht nachgelassen hat. Im Gegenteil, führte eine Zunahme der Sachkapitalinvestitionen um 1 % zu einem Zuwachs der Arbeitsproduktivität von rund 0,3 % im Zeitraum 2001-2008, so betrug der Zuwachs sogar rund 0,7 % im Zeitraum 2009-2013. Im Verarbeitenden Gewerbe sehen wir dagegen einen gegenläufigen Trend von 1,2 % auf 0,9 %, wenngleich der Produktivitätseffekt von Sachkapitalinvestitionen insgesamt größer ausfällt. Sachanlageinvestitionen leisten im Maschinenbau somit einen zwar steigenden, dennoch deutlich geringeren Beitrag zur

Produktivitätserhöhung als im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe. Dies gilt besonders stark für die Periode vor der Wirtschaftskrise (2001-2008), als das Sachanlagekapital im Maschinenbau sich weniger dynamisch entwickelt hat als im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe, zeigt sich aber auch für den Zeitraum danach.

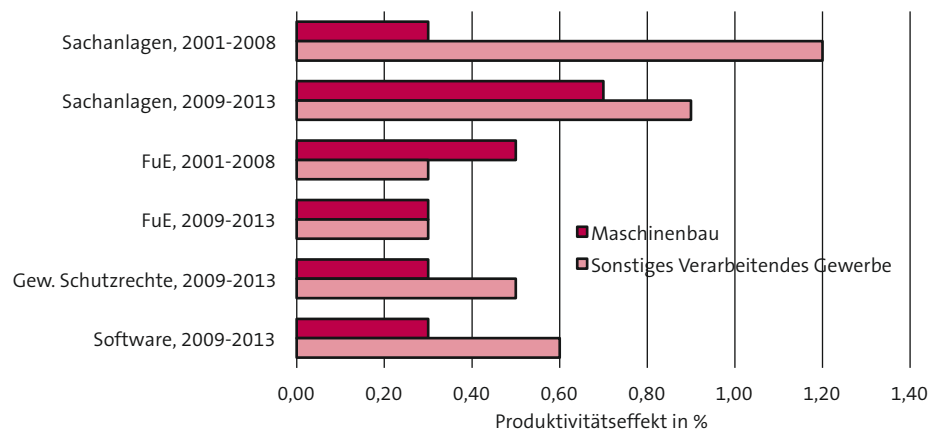
Insgesamt kann festgehalten werden, dass die Sachkapitalinvestitionen nicht zur nachlassenden Produktivität im Maschinenbau beigetragen haben dürften, da die Investitionen in Sachkapital nach der Krise schnell wieder zugenommen haben und die Produktivität der Sachkapitalinvestitionen im Zeitverlauf nicht gesunken ist, sondern im Gegenteil zugenommen hat.

PRODUKTIVITÄTSWIRKUNG VON INVESTITIONEN IN IMMATERIELLE KAPITALGÜTER

Die Strukturverschiebung der Investitionstätigkeit in Richtung immaterielle Kapitalgüter kann dann einen Beitrag zur schwachen Produktivitätsentwicklung geleistet haben, wenn die Produktivitätswirkung von immateriellen Investitionen geringer als die von Sachanlageinvestitionen ist. Um dies zu überprüfen, werden sowohl Unternehmensdaten der amtlichen Statistik (AFiD) als auch Daten des MIP herangezogen. Die amtlichen Daten bilden drei Kategorien von immateriellen Investitionen ab, nämlich Investitionen in FuE, in Software und in gewerbliche Schutzrechte (z. B. Erwerb von Patenten oder Marken, jedoch keine Lizenzzahlungen für gewerbliche Schutzrechte). Daten für FuE liegen seit 2001 in den AFiD-Daten vor, während die beiden anderen Kategorien erst ab 2009 verfügbar sind. Die Daten des MIP wurden

26 Der Anhang (Kapitel 12) der Studie ist online verfügbar unter <http://www.impuls-stiftung.de/studien>.

Abbildung 47:
Produktivitätswirkung von Sachanlageinvestitionen und immateriellen Investitionen
in Unternehmen in Deutschland, 2001-2008 und 2009-2013, AFiD-Daten



Ergebnisse von OLS-Schätzungen.

Fett umrandet: Einfluss statistisch bei <1 % Fehlerwahrscheinlichkeit signifikant; vgl. Tabelle 10 im Anhang 12.5.²⁷

Quelle: FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, AFiD, 2001-2013. – Berechnungen des ZEW.

als alternative Datenquelle hinzugezogen, da sie ein umfangreicheres Bündel an immateriellen Investitionen abbilden, neben den Investitionen in FuE und Software auch Investitionen in sonstige Innovationsausgaben (die neben Ausgaben für gewerbliche Schutzrechte auch Ausgaben für Design und andere kreative Aktivitäten enthalten), in Marketing und Reputationsbildung sowie in die Weiterbildung von Mitarbeitern des Unternehmens. Abbildung 47 und Abbildung 48 zeigen jeweils die geschätzten Produktivitätseffekte für die AFiD- bzw. für die MIP-Daten.

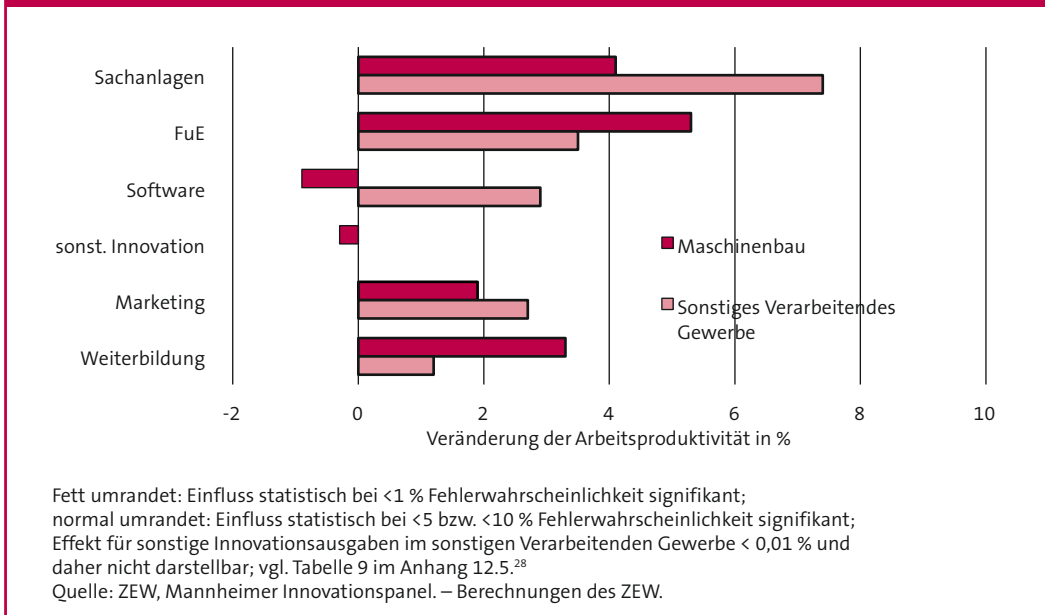
Investitionen in FuE sind im Maschinenbau ein zumindest ähnlich wichtiger Produktivitätstreiber wie Sachanlageinvestitionen. Dies zeigt sich sowohl in den AFiD-Daten für die Zeit vor der Wirtschaftskrise 2001-2008 als auch in den MIP-Daten für die Zeit nach der Wirtschaftskrise von 2010-2016. Dies ist im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe umgekehrt. Gleichzeitig leisteten Softwareinvestitionen nur einen geringeren Beitrag zur Produktivitätssteigerung, der im Zeitverlauf abzunehmen scheint. Während die AFiD-Daten für die Periode 2009-2013 noch

einen positiven Produktivitätseffekt für den Maschinenbau aufweisen, zeigen die MIP-Daten für Zeitraum 2010-2016 keinen signifikanten Beitrag mehr zur Produktivitätssteigerung im deutschen Maschinenbau. Dieser Umstand wurde bereits in Abschnitt 3 zur Digitalisierung diskutiert. Der Beitrag von Marketing ist im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe ähnlich hoch wie der Beitrag von Software. Im Maschinenbau spielen dagegen Marketingausgaben als Produktivitätstreiber eine geringere Rolle. Demgegenüber ist Weiterbildung von deutlich größerer Bedeutung. Die Produktivitätswirkung von Weiterbildungsinvestitionen ist im Maschinenbau merklich höher als im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe.

Die Unternehmensinterviews haben gezeigt, dass aus Sicht der Unternehmen nach der Wirtschaftskrise 2008/09 keine Investitionszurückhaltung geübt wurde, vielmehr die Investitionen

²⁷ Der Anhang (Kapitel 12) der Studie ist online verfügbar unter <http://www.impuls-stiftung.de/studien>.

Abbildung 48:
Produktivitätswirkung von immateriellen Investitionen und dem Sachanlagekapitalstock
in Unternehmen in Deutschland 2010-2016, MIP-Daten



parallel zur Nachfrageentwicklung ausgeweitet wurden. Insbesondere in jüngster Zeit, d. h. ab 2016, wurden die Investitionen weiter erhöht, da sich die Auslastung der bestehenden Anlagen merklich verbessert hat. Im Bereich der Fertigung wurden mithilfe von Neuinvestitionen sowie von Prozessinnovationen und organisatorischen Verbesserungen kontinuierlich Produktivitätsfortschritte erzielt. In allen befragten Unternehmen entspricht die Kapitalausstattung in der Fertigung dem aktuellen Stand der Technik. Allerdings geht der Anteil der direkten Fertigungsaktivitäten an den Gesamtaktivitäten (gemessen in Personalkapazitäten) in den interviewten Unternehmen sukzessive zurück, sodass sich die dort erzielten Produktivitätsgewinne nur zum Teil in der Entwicklung der Gesamtproduktivität – die meist über den Umsatz je Beschäftigten gemessen wird – niederschlagen.

Zu den Produktivitätsbeiträgen von immateriellen Investitionen konnten aus den Unternehmensinterviews keine Hinweise gewonnen werden.

FAZIT

Die Investitionstätigkeit im Maschinenbau nach der Wirtschaftskrise von 2009 kann kaum für die Produktivitätsschwäche verantwortlich gemacht werden. Die Investitionstätigkeit in Sachanlagen hat nach 2010 zugenommen und nähert sich wieder dem Niveau der Hochkonjunkturjahre 2006-2008. Der Sachanlagekapitalstock in Relation zur Beschäftigung ist trotz der deutlichen Beschäftigungsausweitung seit 2011 auf demselben Niveau wie vor der Wirtschaftskrise. Noch rascher gestiegen sind die Investitionen in immaterielle Kapitalgüter, allen voran in FuE und Software. Für FuE zeigen sich auch deutliche positive Produktivitätseffekte, die über denen im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe liegen und sogar höher als für Sachanlagen sind. Einzig von Ausgaben für Software scheinen keine signifikanten Produktivitätseffekte auszugehen. Sie trugen in den Jahren ab 2013 nicht zu Produktivitätsgewinnen bei, haben aber auch nicht die Produktivität verringert. Die Hintergründe dieser Entwicklung wurden bereits im Abschnitt zur Digitalisierung diskutiert.

²⁸ Der Anhang (Kapitel 12) der Studie ist online verfügbar unter <http://www.impuls-stiftung.de/studien>.

8 FACHKRÄFTEKNAPPHEIT UND PRODUKTIVITÄTSENTWICKLUNG

THESEN

Eine große Herausforderung für den deutschen Maschinenbau im kommenden Jahrzehnt (und darüber hinaus) ist die Sicherung des Fachkräftenachwuchses. Im Sinn einer vorsorgenden Personalpolitik könnten die Unternehmen schon jetzt jüngere Mitarbeiter einstellen, um möglichst friktionsfrei ausscheidende ältere Mitarbeiter zu ersetzen. In einer Übergangsphase kann dies zu einem Beschäftigungsüberhang führen.

Die Überprüfung dieser Hypothesen ist nur äußerst eingeschränkt möglich, da keine Unternehmensdaten zur Verfügung stehen, die Informationen sowohl zur Personalpolitik in Bezug auf die Fachkräfteknappheit als auch zur Produktivitätsentwicklung enthalten. Gleichwohl erlauben die Daten des MIP, einzelne Aspekte der Fragestellung zu untersuchen (vgl. Box 17). Außerdem wurden aus den Unternehmensinterviews und dem Workshop Hinweise zur Relevanz dieser Hypothese gewonnen.

Box 16: Thesen zur Fachkräfteknappheit und Produktivitätsentwicklung

Die Fachkräfteknappheit im Maschinenbau kann dazu führen, dass Unternehmen ihre Beschäftigung entweder in Phasen absehbar länger andauernder, niedriger Auslastung weniger stark an die Auftragslage anpassen oder stärker als aktuell notwendig ausweiten, um mögliche künftige Schwierigkeiten bei der Stellenbesetzung zu vermeiden. Solche **Vorsorgemaßnahmen** können

- die Vermeidung von Kündigungen,
- Bleibeanreize für (ältere) Mitarbeiter,
- Übernahme von Auszubildenden trotz geringem aktuellen Bedarf,
- die Einstellung schwer verfügbarer Fachkräfte, sobald sie auf den Markt kommen,
- eine länger Doppelbesetzung von Stellen beim Ausscheiden älterer Mitarbeiter als notwendig

umfassen. Sie können zu einem überproportionalen Anstieg der Beschäftigung in Relation zur Produktion führen und damit die Produktivitätsentwicklung beeinträchtigen.

Die **Vorteile** einer solchen Vorsorgestrategie sind u.a.

- eine rasche Reaktionsmöglichkeit bei verbesserter Auftragslage,
- Vermeidung von Such- und Anlernkosten bei Neueinstellungen,
- Kapazitäten, um sich mit neuen Themen und Innovationsideen zu befassen.

Zu den negativen Konsequenzen zählen:

- „Leerzeiten“ für bestimmte Mitarbeiter,
- geringe Anreize, Produktivitätsreserven zu identifizieren und zu nutzen.

Box 17: Analyse von Fachkräfteknappheit und Produktivitätsentwicklung

- Die Innovationserhebung enthält im zwei- bis vierjährigen Rhythmus eine Frage zu den Faktoren, die Innovationsaktivitäten des Unternehmens behindern. Dies kann sowohl innovationsaktive als auch Unternehmen ohne Innovationsaktivitäten betreffen. Eines der Hemmnisse ist der Fachkräftemangel. Sollte die These zutreffen, dass Unternehmen, für die der Fachkräftemangel eine besonders große Rolle spielt, aufgrund einer vorsorgeorientierten Personalpolitik eine geringere Produktivität aufweisen, so müsste sich ein negativer Effekt des Fachkräftemangels auf die Produktivität zeigen. Dabei wird angenommen, dass die Unternehmen trotz vorsorgender Personalpolitik den Fachkräftemangel nicht gänzlich beseitigen können und daher weiterhin das Hemmnis Fachkräftemangel berichten.
- Für die Analyse werden Daten des Zeitraums 2000 bis 2016 herangezogen. So können Veränderungen in der Produktivitätswirkung des Fachkräftemangels vor und nach der Wirtschaftskrise untersucht werden.

VERBREITUNG DES FACHKRÄFTEMANGELS

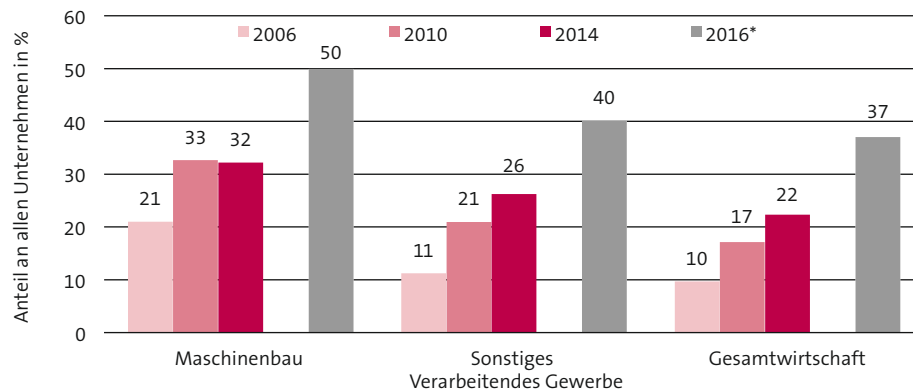
Die Unternehmen im deutschen Maschinenbau werden deutlich häufiger durch Fachkräfteknappheit in ihren Innovationsaktivitäten behindert als Unternehmen im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe. Im Jahr 2016 meldete jedes zweite Maschinenbauunternehmen, dass der Fachkräftemangel von großer oder mittlerer Bedeutung ist (Abbildung 49). Im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe liegt dieser Anteil bei 40 %.

Auffallend ist, dass der Maschinenbau früher als das sonstige Verarbeitende Gewerbe in größerem Ausmaß vom Fachkräftemangel betroffen war. Bereits 2010, also kurz nach der Wirtschaftskrise, musste jedes dritte Maschinenbauunternehmen wegen Mangel an qualifiziertem Fachpersonal Innovationsprojekte verlängern, abbrechen oder gänzlich zurückstellen. Dies ist insofern erstaunlich, als im Maschinenbau während der Krise trotz des starken Nachfrageeinbruchs kaum Personal abgebaut worden war.

Der Fachkräftebedarf wird im Wesentlichen von zwei Faktoren bestimmt. Zum einen erfordern der technologische Wandel und der zunehmende Innovationswettbewerb Investitionen in die Qualifikationen und Fertigkeiten der Mitarbeiter, die nicht nur durch Weiterbildung der vorhandenen Belegschaft umgesetzt werden können. Immer wieder sind auch Neueinstellungen notwendig, um sich neue Kompetenzen ins Unternehmen zu holen. Dies trifft ganz besonders auf die Digitalisierung zu. Aber auch die Service-Transformation führt zu zusätzlichem Qualifikationsbedarf. So meldeten 48 % der Maschinenbauunternehmen, dass sie bei ihren Digitalisierungsprojekten durch die Knappheit an IT-Fachkräften in hohem oder mittlerem Ausmaß behindert werden. 46 % gaben an, dass mangelnde IT-Kenntnisse der eigenen Mitarbeiter die Nutzung der Digitalisierungsmöglichkeiten in hohem oder mittlerem Umfang einschränken.²⁹

²⁹ Angaben aus dem MIP, Bezugsjahr 2016.

Abbildung 49: Innovationshemmnis Fachkräftemangel in Unternehmen in Deutschland 2006-2016



Anteil der Unternehmen, die wegen eines Mangels an geeignetem Fachpersonal Innovationsaktivitäten nicht begonnen oder eingestellt haben oder bei denen es zu Verzögerungen von Innovationsaktivitäten kam. Zur Definition der Gesamtwirtschaft siehe Box 6.

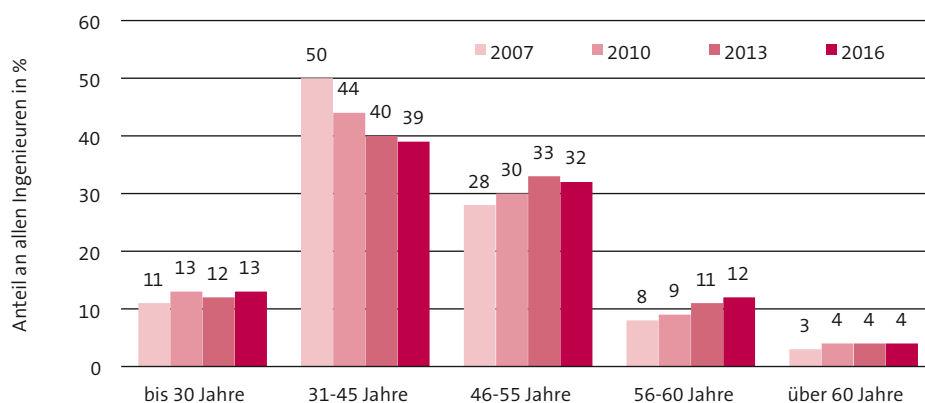
* 2016: hohe oder mittlere Bedeutung des Hemmnisfaktors "Mangel an geeignetem Fachpersonal" für die Behinderung von Innovationsaktivitäten.

Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

Zum anderen steigt der Einstellungsbedarf aufgrund von altersbedingt ausscheidenden qualifizierten Mitarbeitern. So nimmt schon seit längerem der Anteil der Ingenieure im deutschen Maschinenbau in den oberen Altersklassen (46-55 Jahre und 56-60 Jahre) zu. Allerdings konnte

zuletzt, d. h. zwischen 2013 und 2016, der Anteil der Ingenieure in diesen beiden Altersgruppen konstant gehalten werden, während der Anteil der jungen Ingenieure bis 30 Jahre leicht angestiegen ist (Abbildung 50).

Abbildung 50: Ingenieure im deutschen Maschinenbau nach Altersgruppen 2007-2016



Quelle: VDMA, Ingenieurerhebung. – Berechnungen des VDMA.

FACHKRÄFTEMANGEL UND PRODUKTIVITÄT

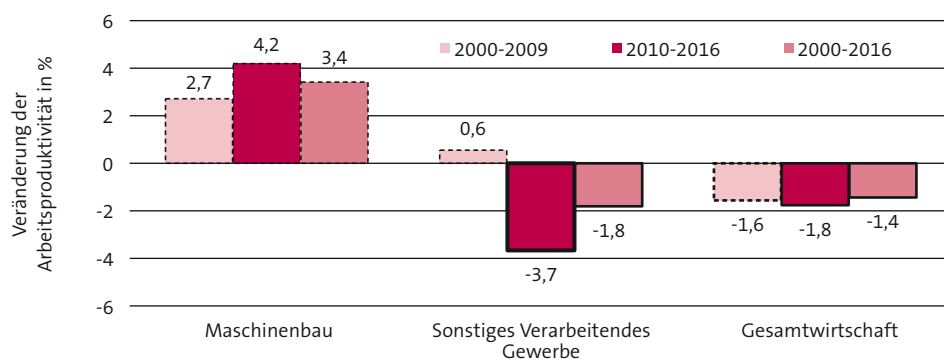
Die Ergebnisse der multivariaten Analysen zum Einfluss des Fachkräftemangels auf die Produktivität der Unternehmen zeigen deutliche Unterschiede zwischen dem Maschinenbau und dem sonstigen Verarbeitenden Gewerbe sowie der Gesamtwirtschaft. Im Maschinenbau weisen Unternehmen, die vom Fachkräftemangel direkt negativ in ihren Innovationsaktivitäten betroffen sind, tendenziell eine höhere Arbeitsproduktivität auf als Unternehmen, die keine (innovationsbezogenen) Einschränkungen aufgrund eines Mangels an qualifizierten Personal berichten. Die Unterschiede in der Arbeitsproduktivität sind allerdings in der Periode 2000-2009 statistisch nicht signifikant und in der Periode 2010-2016 nur sehr schwach signifikant (bei einer Fehlerwahrscheinlichkeit von 15 %) und insofern nur begrenzt belastbar.

Im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe zeigt sich dagegen im Zeitraum 2010-2016 ein statistisch hochsignifikanter negativer Effekt auf die Arbeitsproduktivität. Sie liegt aufgrund des Fachkräftemangels um 3,7 % niedriger. Für die Gesamtwirtschaft zeigt sich in dieser Periode ebenfalls ein signifikant negativer Effekt.

Dies kann daran liegen, dass aufgrund des Fachkräftemangels Prozesse nicht effizient abgewickelt oder an neue Bedarfe angepasst werden können. Gerade in den Dienstleistungen kann ein Fehlen von Fachkräften zu ineffizienten Abläufen und einer Überlastung des vorhandenen Personals führen, mit negativen Auswirkung auf das Dienstleistungsergebnis und damit die Produktivität. In der Periode 2000-2009 zeigen sich dagegen weder im sonstigen Verarbeitenden Gewerbe noch in der Gesamtwirtschaft signifikante Effekte des Fachkräftemangels auf die Produktivität.

Die Unternehmensinterviews und die Diskussionen im Workshop und in den Zwischenpräsentationen gaben keine Hinweise, dass eine vorsorgende Personalpolitik Ursache für das Produktivitätsparadoxon ist. Die Unternehmen betonten, dass aufgrund des intensiven Wettbewerbs eine Beschäftigung von Mitarbeitern über den Bedarf hinaus nicht stattfindet. Gleichwohl ist man sehr bemüht, qualifizierte Fachkräfte auch in Phasen schlechterer Auftragslage zu halten, wofür insbesondere das Instrument der Arbeitszeitkonten zum Einsatz kommt.

Abbildung 51:
Effekt des Fachkräftemangels auf die Produktivität von Unternehmen in Deutschland 2000-2016



Fett umrandet: Einfluss statistisch bei <10 % Fehlerwahrscheinlichkeit signifikant (sonstiges Verarbeitendes Gewerbe 2010-2016: <1 %); gestrichelte Umrandung: Effekt statistisch nicht von 0 verschieden; vgl. Tabelle 13 im Anhang 12.7.³⁰ Zur Definition der Gesamtwirtschaft siehe Box 6.
Quelle: ZEW, Mannheimer Innovationspanel. – Berechnungen des ZEW.

30 Der Anhang (Kapitel 12) der Studie ist online verfügbar unter <http://www.impuls-stiftung.de/studien>.

FAZIT

Die These einer personalpolitischen Vorsorge für einen künftig noch stärker spürbaren Fachkräftemangel als Ursache für die schwache Produktivitätsentwicklung im Maschinenbau konnte aufgrund der Datensituation nur sehr cursorisch untersucht werden. Die empirischen Befunde, die vorliegen, deuten nicht darauf hin, dass die These zutrifft. Auch die Gespräche mit Unternehmen lieferten keine entsprechenden Anhaltspunkte. Jedenfalls weisen Maschinenbauunternehmen mit Fachkräftemangel keine niedrigere Produktivität auf als solche ohne. Eine Erklärung kann darin liegen, dass der Maschinenbau schon relativ lange mit einem knappen Angebot an qualifizierten Ingenieuren und anderen Fachkräften zu kämpfen und bereits Routinen entwickelt hat, mit diesem Mangel so umzugehen, sodass er nicht die Leistungsfähigkeit der Unternehmen beeinträchtigt.

9 PREISMESSUNG UND PRODUKTIVITÄTSENTWICKLUNG

THESEN

Die in der amtlichen Statistik gemessene Produktivitätsentwicklung hängt nicht nur von der Entwicklung des Arbeitsinputs (geleistete Stunden) und des Outputs (Bruttowertschöpfung) ab, sondern auch von der Deflationierung der in laufenden Preisen gemessenen Bruttowertschöpfung. Denn die Erhöhung der Preise für unveränderte Güter stellt keinen realen Wertzuwachs dar, die daraus folgende Erhöhung der nominalen Bruttowertschöpfung muss daher bei der Ermittlung der Veränderung der Produktivität herausgerechnet werden. Hierzu dienen die in der amtlichen Statistik ermittelten Preisindizes für die abgesetzten Waren und Dienstleistungen.

Allerdings steht die Messung der Absatzpreisentwicklung gerade im Maschinenbau vor großen Herausforderungen:

- Erstens stellt ein beträchtlicher Teil der Produktion Unikate dar, d. h. die Produkte werden spezifisch auf die Anforderungen eines konkreten Kunden zugeschnitten. So hat das Angebot kundenspezifischer Lösungen für 60 % der Maschinenbauunternehmen eine große Bedeutung als Wettbewerbsstrategie (vgl. Abbildung 39). Für Produkte mit Losgröße 1 kann nur mit großem Aufwand und unter Hinnahme von Ungenauigkeiten eine Absatzpreisentwicklung über die Zeit ermittelt werden, da das Produkt in unveränderter Form nur ein einziges Mal abgesetzt wird.³¹

- Zweitens zeichnen sich Maschinenbauprodukte häufig durch eine Vielzahl von Qualitätsmerkmalen aus (Flexibilität im funktionalen Einsatz, Embedded Software, Qualitätskontroll-Features und Sensorik, Datenvernetzung, Handhabungsunterstützung und viele mehr), die laufend angepasst und weiter verbessert werden. Deshalb bleiben auch viele "Standardprodukte", wie z. B. eine bestimmte Werkzeugmaschine, über die Zeit nicht unverändert. Solche Qualitätsveränderungen zu identifizieren und mehr noch ihren Beitrag zur Veränderung der Preise für diese Produkte zu bewerten, ist schwierig und aufwendig und kann faktisch nur von Einzelfall zu Einzelfall vorgenommen werden. Dies gilt allerdings nicht nur für den Maschinenbau, sondern auch für andere Branchen, in denen sich Qualitätsmerkmale von Produkten häufig ändern (z. B. im Automobilbau).
- Drittens enthalten Produktangebote im Maschinenbau immer häufiger und zu einem stetig steigenden Anteil Dienstleistungskomponenten. Diese werden oft nicht als eine eigenständige Leistung (d. h. als ein eigenes Produkt) angeboten, sondern integriert mit der Maschine oder Anlage verkauft. Hier können ebenfalls laufend Qualitätsänderungen stattfinden, die die Etablierung eines über die Zeit unveränderten Produkts, dessen Preisentwicklung beobachtet werden kann, erheblich erschweren.

³¹ Losgröße 1 bedeutet nicht, dass immer etwas ganz einmalig Neues hergestellt wird. Theoretisch ließe sich eine Absatzpreisentwicklung ermitteln, wenn die individuellen Spezifika z. B. einer Stranggussanlage identifizierbar und bepreisbar sind und für die Preisentwicklung deren Veränderung bei der Herstellung einer neuen Stranggussanlage berücksichtigt werden. Dies ist jedoch nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand möglich.

Box 18: Thesen zur Rolle der Preismessung für die Produktivitätsanalyse

Der **hohe Anteil von kundenspezifischen Produkten** macht die Preismessung in vielen Fachzweigen des Maschinenbaus und für viele Produktangebote faktisch unmöglich.

- Eine Preismessung, die von den kundenspezifischen Unterschieden abstrahiert, kann für den Fall, dass die kundenspezifischen Lösungen über die Zeit in Qualitätsverbesserungen und Wertsteigerungen für den Kunden münden, zu einer Überschätzung des Preisanstiegs führen.

Die Trends der **Digitalisierung** und der **Servitisation** machen es zusätzlich schwierig, Qualitätsveränderungen in der Preismessung zu berücksichtigen.

- Viele Unternehmen nutzen produktbegleitende Dienstleistungsangebote für eine Produktdifferenzierung und Kundenbindung, bepreisen diese Angebote aber nicht separat, sondern als Teil des Produktpreises.
- Die Digitalisierung verändert den Kundennutzen für viele Produkte, ohne dass die Produkte selbst veränderte physische Eigenschaften aufweisen (z.B. bei Predictive Maintenance weist die Anlage selbst keine unmittelbar ersichtliche, qualitative Veränderung auf, das Angebot stellt aber einen Zusatznutzen für den Kunden dar, der grundsätzlich einen Preisaufschlag rechtfertigen würde).

Messung des Erzeugerpreisindex auf Basis des **Inlandsabsatzes** überzeichnet die Preisveränderung:

- Auf Auslandsmärkten dürfte aufgrund des intensiveren Wettbewerbs der Preissetzungsspielraum für Maschinenbauunternehmen niedriger sein als im Heimatmarkt, wo Vorteile der räumlichen Nähe zu Kunden und die bessere Kenntnis der spezifischen Kundenanforderungen zur Geltung kommen könnten.

Vor diesem Hintergrund ist es plausibel, dass es zu Messproblemen bei der Bestimmung des Preisanstiegs im Maschinenbau kommt, die auch bei sehr komplexen und anspruchsvollen Preismessungsmethoden nicht vermeidbar sind. Die Messprobleme werden dabei eher zu einer Über- als einer Unterschätzung des gemessenen Preisanstiegs beitragen (siehe Box 18).

Eine Überprüfung der Thesen ist im Rahmen dieser Studie allerdings nicht möglich gewesen. Denn hierfür wäre ein Zugang zu den Individualdaten der Preismessung durch das Statistische Bundesamt nötig, der aus Geheimhaltungsgründen nicht gewährt werden kann. Die Analyse beschränkt sich daher auf einen Vergleich der Preisindizes im Maschinenbau mit denen in technologisch und von den Marktstrukturen her ähnlichen Branchen in Deutschland sowie mit den Preisindizes des Maschinenbaus in anderen europäischen Ländern.

PREISINDEX IM BRANCHENVERGLEICH

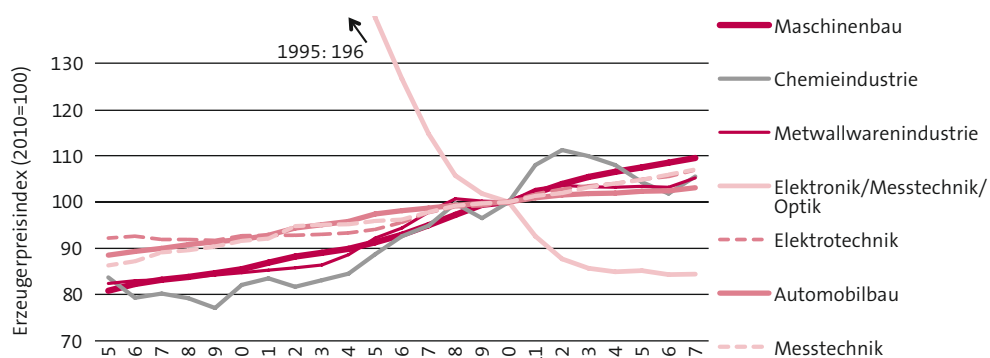
Der Vergleich der Preisentwicklung im Maschinenbau und in anderen Industriebranchen Deutschlands zeigt, dass der ausgewiesene Preisanstieg im Maschinenbau im Zeitraum 1995 bis 2017 am stärksten war (Abbildung 52). Jahresdurchschnittlich stiegen die Erzeugerpreise (Inlandsabsatz) im deutschen Maschinenbau um 1,4 %. In den vom Materialeinsatz und den Kundenbranchen her vergleichbaren Branchen Metallwarenindustrie (WZ 25) und Messtechnik (WZ 26.5) stiegen die Preise jahresdurchschnittlich um 1,1 bzw. 1,0 %. In der Elektrotechnik und im Automobilbau betrug der Preisanstieg 0,7 % pro Jahr. Die stark rohstoffpreisabhängige Chemieindustrie weist einen Preisanstieg von 1,1 % auf.

Eine Sonderrolle nimmt die Elektronikindustrie (inkl. Messtechnik und Optik) ein. Hier fielen die Erzeugerpreise nach der amtlichen Statistik pro Jahr um 3,8 %. Grund für diese von allen anderen Branchen stark abweichende Entwicklung ist die Anwendung der Methode hedonischer Preise in einigen Fachzweigen dieser Branche (Halbleiter, Computer, Telekommunikationstechnik). Dabei wird die Qualitätsänderung der Produkte anhand von beobachtbaren Kriterien (z. B.

Veränderung der Rechengeschwindigkeit) gemessen und von der Veränderung der Absatzpreise abgezogen. Durch die Anwendung dieser Methode wurde ein sehr hoher Preisrückgang ausgewiesen, der die Veränderung der Produktpreise in dieser Branche wohl realitätsnäher abbildet als ein Preisindex, der die Qualitätsveränderungen in dieser Branche nicht ausreichend berücksichtigt. Danach kam es interessanterweise nur zu einer geringen Abnahme der Erzeugerpreise.

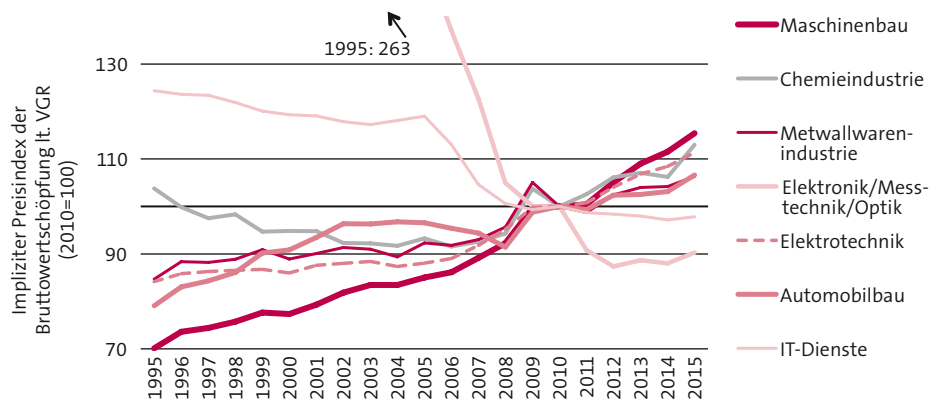
Neben dem Erzeugerpreisindex lassen sich aus der amtlichen Statistik im Rahmen der VGR weitere Preisindizes für den Maschinenbau gewinnen, nämlich der implizite Preisindex für den Bruttoproduktionswert und der implizite Preisindex für die Bruttowertschöpfung. Während der Preisindex für den Bruttoproduktionswert im Wesentlichen auf dem Erzeugerpreisindex beruht und sich nur durch unterschiedliche methodische Berechnungen unterscheidet, ergeben sich beim Preisindex für die Bruttowertschöpfung deutliche Unterschiede. Diese sind darauf zurückzuführen, dass sich in diesem Preisindex sowohl die Entwicklung der Erzeugerpreise als auch die Preisentwicklung für Vorleistungen widerspiegeln. Denn die Bruttowertschöpfung zu konstanten Preisen, auf deren

Abbildung 52: Erzeugerpreisindex für ausgewählte Industriebranchen Deutschlands 1995-2017



Quelle: Statistisches Bundesamt, Erzeugerpreise für gewerbliche Produkte. – Berechnungen des ZEW.

Abbildung 53:
Preisindex der Bruttowertschöpfung nach VGR für ausgewählte Industriebranchen Deutschlands 1995-2015



Quelle: Statistisches Bundesamt, VGR. – Berechnungen des ZEW.

Basis der Preisindex ermittelt wird, ergibt sich aus der Differenz zwischen realem Bruttoproduktionswert (der über den Erzeugerpreisindex deflationiert wird) und realen Vorleistungen, die über den Preisindex der Vorleistungsgüter deflationiert wird. Ist der Preisindex für Vorleistungen niedriger als der Erzeugerpreisindex, so wächst die reale Bruttowertschöpfung langsamer als der reale Bruttoproduktionswert. Dadurch laufen nominelle und reale Bruttowertschöpfung stärker auseinander, und der implizite Preisindex der Bruttowertschöpfung ist höher als der Erzeugerpreisindex.

Dies ist im Maschinenbau in den vergangenen zwei Jahrzehnten ausweislich der Ergebnisse der VGR der Fall gewesen. Die durchschnittliche jährliche Steigerungsrate des Preisindex der Bruttowertschöpfung lag im Zeitraum 1995-2015 mit 2,5 % um einen Prozentpunkt über dem Erzeugerpreisindex. Dies ist mit Abstand die höchste Preissteigerungsrate unter allen dem Maschinenbau verwandten Branchen (Abbildung 53). Der Automobilbau weist einen impliziten Preisindex der Bruttowertschöpfung von 1,5 % p.a. auf, die Elektrotechnik 1,4 % und die Metallwarenindustrie 1,1 %. In der Elektronik/Messtechnik/Optik sanken aufgrund der

hedonischen Preismessung bei gleichzeitig relativ starkem Anstieg der Vorleistungspreise die Preise um 5,2 % pro Jahr (und in der Periode 1998-2012 sogar um 6,9 % p.a.). Einen Preisrückgang weist die VGR außerdem für die IT-Dienste aus (-1,2 % p.a.), die wesentlich den Bereich Softwareherstellung und Datenverarbeitung umfassen und damit wirtschaftliche Aktivitäten repräsentieren, die sich auch im Maschinenbau finden.

PREISINDEX IM MASCHINENBAU IM INTERNATIONALEN VERGLEICH

Die Erzeugerpreise im Maschinenbau haben sich in den wichtigsten Herstellerländern Europas im Zeitraum 2000-2015 insgesamt recht ähnlich entwickelt, wenngleich die Dynamik trotz der hohen Integration der Märkte und der sehr engen Handelsverflechtung erstaunlich hoch ist (Abbildung 54). Im Durchschnitt der gesamten Periode stiegen die Erzeugerpreise (Inlands- und Auslandsabsatz) im deutschen Maschinenbau um 1,5 % pro Jahr. Dies entspricht der Preisdynamik in den Niederlanden und liegt unter dem Preisanstieg in Schweden und Großbritannien (jeweils 1,9 % gerechnet in der jeweiligen

Landeswährung). Eine niedrigere Preissteigerung als Deutschland weisen der spanische (+1,3 %), italienische (+1,1 %) und österreichische Maschinenbau (+0,8 %) auf.

Im hier besonders interessierenden Zeitraum nach der Wirtschaftskrise weist der Maschinenbau in Deutschland gemeinsam mit dem niederländischen die höchste Preissteigerungsrate auf (+1,5 % pro Jahr). In den anderen Vergleichsländern stiegen die Preise von 2010 bis 2015 mit Jahresraten zwischen 0,4 % (Frankreich) und 1,2 % (Schweden).

Differenziert man nach inländischen und ausländischen Absatzpreisen, so fällt für den deutschen Maschinenbau auf, dass sie jeweils 1,5 % pro Jahr betragen. In anderen Ländern fällt die Preisentwicklung zwischen Inlands- und Auslandsabsatz stärker auseinander, insbesondere in Großbritannien (2,1 % Inland, 0,7 % Ausland) und Frankreich (1,6 % Inland, 0,0 % Ausland; Abbildung 55).

Zieht man den impliziten Preisindex der Bruttowertschöpfung aus der VGR heran, so weist der deutsche Maschinenbau mit einer

durchschnittlichen jährlichen Preissteigerungsrate von 2,7 % für den Zeitraum 1995-2015 den höchsten Wert auf. Einen stark ansteigenden Preisindex weist außerdem Spanien auf (2,5 %), während die anderen Länder relativ niedrige Preissteigerungen der Bruttowertschöpfung des Maschinenbaus zwischen 0,5 % (Großbritannien) und 1,7 % (Schweden) berichten (Abbildung 56). In Frankreich gingen die Preise im Maschinenbau in der betrachteten Periode sogar um 0,2 % pro Jahr zurück. Außerdem verläuft die Preisentwicklung in den einzelnen Ländern kaum parallel. Während manche Länder enorm hohe Veränderung der Preise von einem Jahr auf das andere berichten, zeichnet sich der deutsche Maschinenbau den VGR-Daten zu Folge als äußerst behäbig in der Preisentwicklung aus. Angesichts des hohen Grads der internationalen Marktausrichtung im europäischen Maschinenbau sowie der Internationalisierung des Vorleistungsbezugs erscheinen diese starken Unterschiede nicht sehr plausibel.

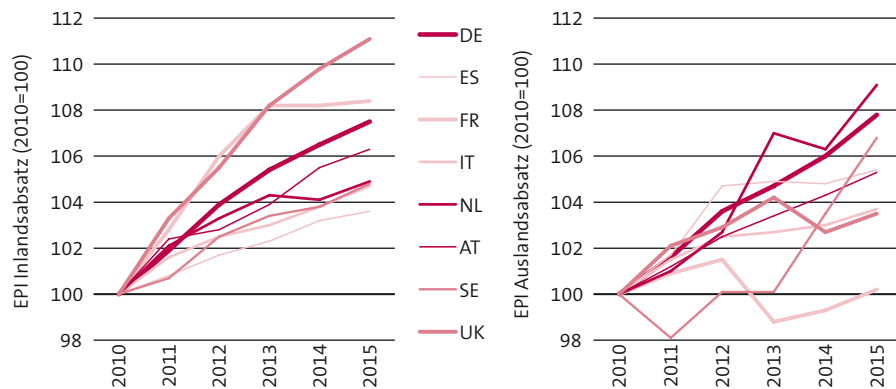
Insgesamt fällt für den deutschen Maschinenbau die äußerst monotone und offenbar kaum mit den starken konjunkturellen Schwankungen der Nachfrage zusammenhängende

Abbildung 54: Erzeugerpreisindex im Maschinenbau für ausgewählte europäische Länder 2000-2015



Erzeugerpreisindex auf Basis der Landeswährungen.
Quelle: Eurostat, Konjunkturstatistik. – Berechnungen des ZEW.

Abbildung 55:
Erzeugerpreisindex im Maschinenbau für Inlands- und Auslandsabsatz
für ausgewählte europäische Länder 2010-2015

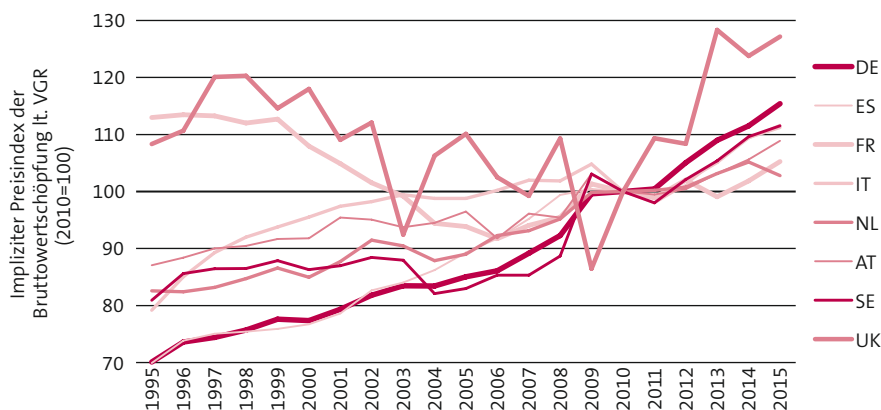


Erzeugerpreisindex (EPI) auf Basis der Landeswährungen.
Quelle: Eurostat, Konjunkturstatistik. – Berechnungen des ZEW.

Preisentwicklung auf. Die Erzeugerpreise stiegen in den meisten Jahren der Periode 1995-2015 um zwischen 1 und 2 %, die geringste Zunahme (0,6 %) und die höchste (2,3 %) liegen nicht weit auseinander (Abbildung 57). Eine solch homogene Preisentwicklung ist angesichts der äußerst

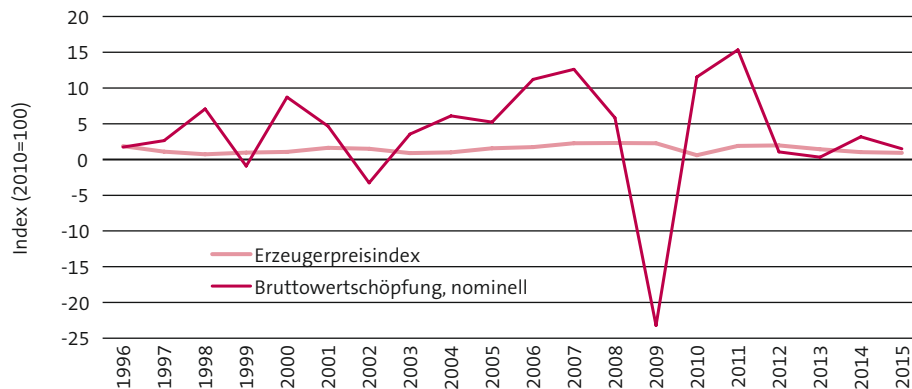
volatilen Nachfrageentwicklung im Maschinenbau erstaunlich. Die Variationskoeffizienten der beiden Veränderungsreihen liegen dementsprechend weit auseinander (0,37 für den Erzeugerpreisindex, 2,12 für die Bruttowertschöpfung).

Abbildung 56:
Preisindex der Bruttowertschöpfung im Maschinenbau nach VGR
für ausgewählte europäische Länder 1995-2015



Preisindex auf Basis der Landeswährungen.
Quelle: Eurostat, VGR. – Berechnungen des ZEW.

Abbildung 57:
Änderungsrate des Erzeugerpreisindex und der nominellen Bruttowertschöpfung
im deutschen Maschinenbau 1996-2015



Quelle: Statistisches Bundesamt, Erzeugerpreise für gewerbliche Produkte und VGR. – Berechnungen des ZEW.

In den Jahren mit dem stärksten nominellen Anstieg der Bruttowertschöpfung (2007: +12,6 %, 2011: +15,3 %) war der Preisanstieg mit 2,3 bzw. 1,9 % auf einem sehr ähnlichen Niveau wie im Krisenjahr 2009 (Rückgang der Bruttowertschöpfung um 23,2 %, Preisanstieg von 2,3 %). Die geringsten Erzeugerpreisanstiege von unter 1 % waren in größtenteils wachstumsstarken Jahren zu verzeichnen (2010, 1998, 2003). Folglich korrelieren die Veränderungsraten des Erzeugerpreisindex und der nominellen Bruttowertschöpfung im deutschen Maschinenbau negativ. Eine positive Korrelation zeigt sich allerdings für den Preisindex des Folgejahres. Gleichwohl ist verwunderlich, dass die Unternehmen des Maschinenbaus nicht kurzfristiger auf Nachfrageeinbrüche durch Preisnachlässe reagieren, während selbst fünf aufeinanderfolgende Jahre mit sehr hohem Wachstum und dem Erreichen von Produktionskapazitätsgrenzen in den Unternehmen (2004-2008) kaum für Preiserhöhungen genutzt wurden bzw. werden konnten.

Die interviewten Unternehmensvertreter betonten, dass für unveränderte Standardprodukte kein Spielraum für Preiserhöhungen besteht. Preiserhöhungen sind i. d. R. nur dann realisierbar, wenn Leistungsmerkmale des Produkts bzw. von produktbegleitenden Dienstleistungen verbessert werden, oder wenn Innovationen vorgenommen werden. Die höheren Produktpreise spiegeln dann die höhere Produktqualität wider.

FAZIT

Wenngleich es ohne tiefere Einblicke in die konkrete Praxis der Preismessung im Maschinenbau durch die statistischen Ämter schwierig ist, die Korrektheit der ausgewiesenen Preisentwicklung zu beurteilen und mögliche Schwachstellen zu benennen, so sollten zumindest drei Aspekte näher betrachtet werden:

- Die große Bedeutung von Qualitätsmerkmalen von Maschinenbauprodukten legt es nahe, über eine hedonische Preismessung ähnlich wie im Bereich der Elektronik nachzudenken. In jedem Fall ist es wenig befriedigend, wenn in manchen Wirtschaftszweigen eine hedonische Preismessung stattfindet und in anderen, ähnlich gelagerten keine. Dies erschwert den Vergleich der Produktivitätsentwicklung und anderer wirtschaftlicher Leistungsindikatoren zwischen Branchen erheblich.
- Die sehr gleichmäßige Entwicklung der Erzeugerpreise im Maschinenbau legt die Vermutung nahe, dass der Fokus der Preismessung auf Standardmaschinen und -komponenten liegt, die geringen Preisschwankungen unterliegen, während Produktgruppen mit volatilen Preisen weniger stark erfasst werden. Die geringen Schwankungen in der Veränderung der Erzeugerpreise könnten außerdem mit Preiserfassungsmethoden zusammenhängen, die – um der inhärenten Schwierigkeit der Preismessung bei sich qualitativ verändernden Produkten zu begegnen – stärker die Faktorpreisentwicklung (Lohnkosten) einbeziehen.

- Die sehr geringen konjunkturellen Schwankungen der Preisveränderung legen nahe, dass nachfragebedingte Preisnachlässe oder Preisaufschläge nicht umfassend abgebildet werden. Dies könnte insbesondere für Serienprodukte der Fall sein, für die u. U. die Entwicklung der Listenpreise als Grundlage für die Preismessung herangezogen wird, während Rabatte und andere Preisnachlässe nicht ausreichend berücksichtigt werden.

Insgesamt kann vermutet werden, dass die Preisentwicklung im Maschinenbau durch die vorliegenden Preisindizes überzeichnet ist. In der Folge wird der Anstieg der realen Produktivität unterschätzt. Wie groß dieser Effekt ist, ob er nach 2009 zugenommen hat und zu welchem Anteil er die Produktivitätsrückgänge nach 2011 erklärt, kann leider nicht festgestellt werden.

10 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die empirischen Analysen und die Interviews mit Unternehmen haben eine Reihe von Hinweisen zur Erklärung des Produktivitätsparadoxons im Maschinenbau geliefert. Zusammenfassend zeigen sich vier Thesen als relevant.

(1) Die rasche Verbreitung von **Digitalisierung** in der Produktion des Maschinenbaus trägt aktuell nicht zu Produktivitätsgewinnen bei. Maschinenbaubetriebe erreichen auch ohne die neuesten Technologien der digitalen Fabrik einen überdurchschnittlich effizienten Arbeitsablauf. Der Einsatz von modernen digitalen Technologien in der Produktion führt im Maschinenbau nicht zu ähnlich hohen Effizienzsteigerungen wie in anderen Branchen. Dafür sind verschiedene Ursachen entscheidend:

- Insbesondere cyberphysischen Systeme (CPS) gehen mit einer höheren Arbeitsproduktivität einher. Allerdings ist der Einsatz CPS-naher Technologien im Maschinenbau aufgrund der spezifischen Produktionsabläufe oft nicht im gleichen Maße relevant wie in anderen Branchen.
- Der Einsatz von Technologien der digitalen Fabrik ist nach wie vor stark auf die Verstärkung von Automatisierung und Massenproduktion ausgelegt. Der Maschinenbau ist jedoch traditionell auf komplexe, weniger automatisierte Produkte und Produktionsprozesse bis hin zur Einzelfertigung ausgerichtet. Der Einsatz digitaler Technologien geht daher konsequenterweise nicht mit den gleichen Produktivitätsfortschritten einher wie in anderen Betrieben (bspw. Prozessindustrien oder bei Endproduktherstellern).
- Zudem befinden sich offenbar viele Maschinenbauunternehmen bei der Nutzung der Digitalisierung noch in der Investitionsphase. Sie bauen ihre IT-Abteilungen und Datenanalysekapazitäten auf und aus und entwickeln Konzepte für digitale Geschäftsmodelle, eine intensivere Digitalisierung ihrer Produkte und Dienstleistungen sowie neue digitale Vertriebskonzepte. Den hohen Investitionen stehen erst geringe Erträge gegenüber.

(2) Die **Internationalisierung** der deutschen Maschinenbauunternehmen trägt insofern zu Produktivitätsrückgängen bei, als die Wirtschaftsstatistik die Produktivität nur für die Aktivitäten am Standort Deutschland misst und Produktivitätsgewinne der Unternehmen an Auslandsstandorten nicht einfließen.

- Unternehmensinterviews zeigen, dass international tätige Maschinenbauunternehmen ihre Funktionskosten (wie FuE, Verwaltung und Unternehmenssteuerung, Marketing) meist an deutschen Standorten konzentrieren und ihre Produktionskapazitäten stärker an den Auslandsstandorten ausweiten. Dies kann abhängig vom Grad der Weiterbelastung von Funktionskosten an die Auslandstöchter und damit der Generierung von Erträgen am deutschen Stammsitz zu einer ungünstigeren Produktivitätsentwicklung in Deutschland beitragen. Gleichzeitig entlastet die Internationalisierung die Unternehmen aber kostenseitig, da sie den Bezug von kostengünstigeren Vorleistungen erlaubt.
- Hingegen ist die Verlagerung der Produktion selbst nicht als ausschlaggebend für einen möglichen Produktivitätsrückgang anzusehen. Unternehmen des Maschinenbaus verlagern nicht zu einem höheren Anteil ihre Produktion ganz oder teilweise ins Ausland als andere Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes. Auch die Rückverlagerung ist angesichts des geringen Umfangs von einem Prozent der Unternehmen als Ursache auszuschließen.

(3) Der steigende Dienstleistungsanteil ist ein zentraler Trend im deutschen Maschinenbau. Für die Produktivitätswirkung zeigen sich gegenläufige Befunde.

- Der Maschinenbau zeigt im Vergleich mit anderen Industriebranchen eine sehr hohe Serviceorientierung. Über zwei Drittel der Maschinenbaubetriebe bieten mindestens ein Dienstleistungs-Geschäftsmodell an.
- Industriebetriebe mit produktbegleitenden Dienstleistungen oder neuen Geschäftsmodellangeboten weisen eine höhere Arbeitsproduktivität auf als Betriebe ohne jedes

Dienstleistungsangebot. Dabei hilft der Einsatz digitaler Technologien, Geschäftsmodellangebote effizienter abzuwickeln bzw. zu erbringen. Der realisierte Produktivitätsvorteil fällt jedoch im Schnitt bei Maschinenbaubetrieben geringer aus, da auch Betriebe ohne Dienstleistungen im Portfolio bereits eine hohe Arbeitsproduktivität aufweisen.

- Dienstleistungen (ohne Ersatzteilhandel) weisen häufig ein strukturell niedrigeres Produktivitätsniveau auf, da der Kapitaleinsatz und die Rationalisierungs- und Standardisierungsmöglichkeiten geringer sind. Dadurch kann sich die gemessene durchschnittliche Produktivität eines Unternehmens (Bruttowertschöpfung je Arbeitsstunde) verringern, ohne dass dies Ausweis eines negativen Produktivitätsbeitrags der Dienstleistungen wäre. Denn i. d. R. erhöhen Dienstleistungen den Kundennutzen und stärken die Kundenbindung und können so zu Absatzsteigerungen im Produktbereich beitragen (und damit indirekt dort die Produktivität durch eine bessere Auslastung und die Nutzung von Skaleneffekten erhöhen).
- Viele Maschinenbauunternehmen befassen sich nicht systematisch mit dem Thema Messung und Steigerung der Dienstleistungsproduktivität. Teilweise werden in der internen Kostenrechnung die Kosten der Dienstleistungserbringung nicht gesondert dargestellt. Auch wird mitunter der Wert der Dienstleistungen nicht als eigenständige Preiskomponente ausgewiesen. Auch wenn der Trend zu Dienstleistungen nicht den Rückgang der Produktivität erklärt, so könnte eine höhere Aufmerksamkeit gegenüber dem Thema Dienstleistungsproduktivität dazu beitragen, noch ungenutzte Produktivitätspotenziale im Bereich der Dienstleistungserbringung zu heben.

(4) Die Messung der Preisentwicklung ist eine relevante Dimension bei einer volkswirtschaftlichen Betrachtung von Produktivitätsentwicklungen.

- Die Messung der Preisentwicklung ist im Maschinenbau von jeher schwierig, da aufgrund von kundenspezifischer Fertigung, laufenden Qualitätsverbesserungen und häufigen Produktinnovationen kaum über die Zeit unveränderte Produkte vorliegen, um deren Preisentwicklung zu beobachten. Es ist nicht ausgeschlossen, dass der in der amtlichen Statistik ausgewiesene Preisanstieg zu einem relevanten Teil Preiserhöhungen aufgrund von Änderungen in der Produktqualität einschließt, insbesondere im Fall von Qualitätsverbesserungen im Bereich digitaler Produktkomponenten und durch begleitende Dienstleistungen. Dadurch werden der Anstieg der realen Bruttowertschöpfung und damit die Produktivitätsentwicklung unterschätzt.

Gleichzeitig konnten einige Hypothesen nicht erhärtet werden:

- Der hohe Grad an Produktdifferenzierung im Maschinenbau (kundenspezifische Produkte, Losgröße 1) sowie die Diversifikation des Produktangebots (Ausweitung des Sortiments, oft auch im Zusammenhang mit digitalen Angeboten) haben keine nachweisbar negativen Auswirkungen auf die Produktivitätsentwicklung. Die verringerten Möglichkeiten zur Nutzung von Skalenvorteilen und die höheren Anlaufkosten und Einarbeitungszeiten werden offenbar durch die höhere Kundennähe (kundenspezifische Lösungen) und die breitere Kundenbasis (Produktdiversifikation) kompensiert. Außerdem tragen die Standardisierung von Komponenten und Plattformlösungen zu Effizienzgewinnen auch bei kleinen Losgrößen und ausdifferenziertem Produktportfolio bei.

- Die Investitionstätigkeit im Maschinenbau entwickelte sich gleichmäßig. Die Anteilsverschiebung von physischem in Richtung immaterielles Kapital (technisches Wissen, Software und Datenbanken, Markenwerte, Humankapital) kann für den Produktivitätsrückgang nicht verantwortlich gemacht werden, da diese immateriellen Investitionen ebenfalls – und zum Teil sogar stärker als Investitionen in neue Ausrüstungen – die Produktivität im Maschinenbau erhöhen.
- Eine Beschäftigung von aktuell nicht benötigten Mitarbeitern, um Vorsorge für eine künftige Fachkräfteknappheit zu treffen, ist aktuell angesichts einer hohen und steigenden Nachfrage und der Knappheit am Markt für Facharbeiter und Hochqualifizierte nicht wahrscheinlich. Aus den Interviews mit Unternehmen liegen ebenfalls keine Hinweise vor, dass in den Jahren nach der Wirtschaftskrise von 2009 eine solche Personalpolitik betrieben worden wäre. Maschinenbauunternehmen, die einen Mangel an qualifizierten Fachkräften melden, zeichnen sich – im Gegensatz zum sonstigen Verarbeitenden Gewerbe – nicht durch eine niedrigere Produktivität aus.

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Zu den vier identifizierten Faktoren, die zumindest teilweise das Produktivitätsparadoxon im Maschinenbau erklären können, lassen sich Handlungsempfehlungen für Unternehmen, Verbände und Politik ableiten. Hierzu wurde ein eintägiger Workshop mit Wissenschaftlern sowie Verbands- und Unternehmensvertretern aus dem Maschinenbau durchgeführt. In diesem Workshop wurden Handlungsempfehlungen abgeleitet, die in diesen Bericht Eingang finden. Die Handlungsempfehlungen zielen zum einen darauf ab, Ansatzpunkte zu identifizieren, um die Produktivität des deutschen Maschinenbaus zu stärken. Zum anderen sollen sie zu einer verbesserten Messung und Interpretierbarkeit des Indikators Produktivität beitragen.

(1) Digitalisierung

Um die Möglichkeiten der Digitalisierung rascher und umfassend zu nutzen, sehen sich vor allem kleinere Unternehmen sowie Unternehmen, die aufgrund ihrer bisher erfolgreichen Geschäftsmodelle einerseits und der hohen Komplexität der Digitalisierung andererseits dem Thema eine vergleichsweise geringe Priorität beigemessen haben, vor Herausforderungen.

Seitens des Verbands sind dabei **Handreichungen zu Methoden** hilfreich, wie Digitalisierungsstrategien entwickelt und implementiert werden können und wie auf Schwierigkeiten bei der intensiveren Nutzung von Digitalisierung reagiert werden kann. Hierzu gibt es bereits zahlreiche Leitfäden sowie Fachveranstaltungen des Maschinenbverbandes VDMA, die sich mit Digitalisierungsthematiken von Servicemanagementsystemen über die Mobile Anbindung, Predictive Maintenance bis hin zu Additiven Fertigungstechnologien (3D-Druck) von Ersatzteilen widmen. Die Plattform Industrie 4.0 und das Forum Industrie 4.0 des VDMA bieten Good-Practice-Beispiele. Weitere relevante Themen sind Ansätze zur Erhöhung der Datenqualität aus Produktion, Vertrieb sowie von Kunden und Lieferanten sowie zur systematischen Analyse dieser Daten.

Die bereits existierenden, umfangreichen Angebote des Verbands zum Themenbereich Industrie 4.0 sollten um Konzepte und Methoden zur Entwicklung von betriebspezifischen Digitalisierungsstrategien für KMU ergänzt werden. Digitalisierung ist dabei als eine **ganzheitliche Aufgabe im Unternehmen** zu sehen, die nicht auf die Arbeit von Spezialisten oder Fachabteilungen zu beschränken ist. Digitalisierung gilt es, sowohl in Bezug auf das eigene **Produkt** (Smart Product), auf die **Produktionsprozesse** (Smart Production) als auch auf die **Vermarktung**, Geschäftsmodelle, Kundenbindung und Marktposition zu denken. Besonderes Augenmerk sollte dem Thema **datenbasierte Geschäftsmodelle** gewidmet werden und welche technischen, qualifikatorischen und organisatorischen Voraussetzungen hierfür in KMU notwendig sind.

Für eine Digitalisierung des Maschinenbaus sind zudem die **digitale Infrastruktur** und **digitale Kompetenzen bei den Arbeitskräften** eine wesentliche Voraussetzung – zum einen als Bedingung für die internen Umgestaltungen, zum anderen auch für die Vernetzung mit Kunden, um digitale Maschinenbauangebote erfolgreich absetzen zu können. Gerade für die Maschinenbaubranche wird **schnelles Internet** auch im ländlichen Raum benötigt, wo viele Kundenunternehmen oder kleine und mittelständische Maschinenbauunternehmen angesiedelt sind. Entwicklungen in Richtung Industrie 4.0 werden nur mit sehr schnellem Internet möglich sein. Um weiter von der Diversität der Industriestruktur Deutschlands profitieren zu können, aber auch um die Wettbewerbsfähigkeit der existierenden Betriebe nicht zu beschränken, sind ein flächendeckender digitaler Infrastrukturausbau und die rasche Einführung von 5G-Netzen notwendig. Die digitale Infrastruktur muss zudem immer den aktuellen Stand der Datenübertragungs- und Telekommunikationstechnik ermöglichen.

Eine **digitale Grundbildung** wie auch **spezialisierte Digital Skills** werden in allen Bereichen des Maschinenbaus notwendig werden – sowohl auf der Ebene der Fachkräfte und Maschinenbediener als auch auf der Ebene von Meistern, Ingenieuren und Entwicklern. Hier ist der VDMA beispielsweise über die Nachwuchsstiftung oder durch die Definition von Anforderungen an die Ingenieurausbildung bereits aktiv. Gleichwohl bleibt es eine Daueraufgabe, in allen Bereichen von der beruflichen Ausbildung bis zur universitären Bildung dafür zu werben, digitale Kompetenzen in die Lehrpläne aufzunehmen und zu stärken sowie Unternehmen zu einer noch stärkeren Nutzung von Weiterbildungsangeboten zu motivieren. Denn Digitalisierung erfordert Kompetenzen auf allen Stufen des Wertschöpfungsprozesses.

Für Unternehmen stellt sich zum einen die Frage, in welcher Form digitale Lösungen im Produktionsprozess und der Marktverortung unterstützend eingesetzt werden können. Hilfreich ist hierfür, eine strategische Prüfung gesamter Prozessketten und nicht allein in singulären Aufgabenstellungen oder Abteilungen zu denken. Dies erfordert eine Abschätzung

unternehmensinterner Bedarfe und eine **Marktbeobachtung**, um disruptive Entwicklungen frühzeitig zu erkennen.

Zum anderen bietet die Digitalisierung das **Potenzial**, sich neu im Markt zu verorten und neue Geschäftsmodelle zu entwickeln. Als Ausgangspunkt kann man einerseits bestehende Services nutzen und mit digitalen Techniken weiterentwickeln. Andererseits bietet sich eine Geschäftsmodellentwicklung auf Basis einer Produktlebenszyklusplanung an, um bislang noch nicht identifizierte Wertschöpfungspotenziale zu heben. Hierdurch lassen sich nicht nur Wettbewerbsvorteile erzielen, sondern ggf. auch neue Märkte erschließen.

Des Weiteren kann die Lebenszyklusplanung dabei helfen, ein **digitales Gedächtnis** von Produkten oder Produktgruppen aufzubauen. Mithilfe parametrisierter Zeichnungen lassen sich diese über Module standardisieren. Die Herstellung von Ersatzteilen, die Materialplanung sowie die Produktpassung an Kundenwünsche lassen sich dabei deutlich erleichtern.

Verbandsseitig kann dies durch neue Impulse geschehen, die Ansatzpunkte für die **Entwicklung einer Gesamtvision** bzw. Digitalstrategie für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau bilden, sowie durch das Ausarbeiten von realistischen Szenarien für die verschiedenen Bedarfe von KMU und Großbetrieben im Maschinenbau. Dabei gilt es, die **Besonderheiten des Maschinenbaus** mit seinem Schwerpunkt auf flexiblen, arbeitsteiligen Prozessen im Gegensatz zur automatisierten Serienproduktion sowie die besondere Bedeutung von mittelständischen Unternehmen zu berücksichtigen.

Box 19: Empfehlungen zu Digitalisierung

- Digitalisierung erfordert eine unternehmensspezifisch ausgestaltete und ausformulierte **Digitalisierungsstrategie**, die es ermöglicht, gezielt in Technologie und Software zu investieren und eine spezifische Personalentwicklung zu betreiben.
- Digitale Lösungen sollten gezielt **für das gesamte Unternehmen** und in der Außenkommunikation eingesetzt werden, um Medienbrüche zu reduzieren. Dies erfordert klare Kommunikation, konsequente Umsetzung und Schulung für die Beschäftigten. Entsprechend ist bzgl. der Digitalisierung eines Unternehmens eine klare Kommunikationsstrategie und eine damit einhergehende Umsetzung nach innen und außen von Vorteil.
- Die Fähigkeit der gezielten **Analyse** von Daten und des Umgangs mit digitalen Informationen gehört zu den notwendigen Digitalisierungskompetenzen. Die Zusammenarbeit mit IT-Unternehmen kann hier neben Weiterbildung der eigenen Mitarbeiter und Neueinstellungen hilfreich sein. Der sichere Umgang mit sensiblen Produkt- und Produktionsdaten ermöglicht es, Nutzen zu erkennen und Risiken klar zu bestimmen.
- Eine **branchenübergreifende Kooperation** von Maschinenbauunternehmen, Unternehmen mit „Plattformfahrung“ und IT-Unternehmen kann eine Basis für die digitale Vermarktung und für neue digitale Geschäftsmodelle bieten. Der VDMA hat hierzu mit der Studie „B2B-Plattformökonomie im Maschinenbau“ bereits wichtige Aktivitäten gesetzt. Entscheidend für die Maschinenbauunternehmen ist es, eine kritische Masse zu erreichen und auf Kernkompetenzen zu fokussieren. Dann wird es möglich, an der Plattformökonomie zu partizipieren sowie durch neue Kooperationen die Digitalisierung von Geschäftsmodellen voranzutreiben.

(2) Dienstleistungen und Geschäftsmodelle

Der Maschinenbau wandelt sich, gerade auch durch die fortschreitende Digitalisierung, immer mehr zu einer Produktions-Dienstleistungs-Branche, in der ein immer größerer Wertschöpfungsbeitrag auf Dienstleistungen entfällt. Der Maschinenbau ist eine der führenden Industriebranchen mit Blick auf das Dienstleistungsangebot. Das Thema „Produktivität von Dienstleistungen“ gewinnt daher für die Produktivitätsentwicklung im Maschinenbau immer größere Bedeutung. Dabei geht es zum einen um Modelle für die Erfassung und Erhöhung von Dienstleistungs-Produktivität. Beim Thema Auslastung von Mitarbeitern im Dienstleistungsbereich und Mitarbeiterzufriedenheit kann z. B. von Dienstleistungsbranchen gelernt werden. Zum anderen geht es darum, den eigenständigen Wert von Dienstleistungen im Leistungsangebot

von Maschinenbauunternehmen herauszuarbeiten und den Kunden zu vermitteln. Dies schließt auch die Frage, wie Dienstleistungen bei der Preisbildung und beim Preisausweis behandelt werden, mit ein.

Die digitalisierte hybride Wertschöpfung, also die Kopplung digitaler Techniken mit hybriden Wertschöpfungskonzepten, spielt bereits heute eine entscheidende Rolle für den betrieblichen Erfolg von Dienstleistungen im Maschinenbau. Ein überdurchschnittlicher Erfolg im Dienstleistungsgeschäft ist häufig bei einer Kopplung von digitalen Techniken und hybrider Wertschöpfung zu beobachten. Hier bietet es sich an, aus bereits bestehenden Dienstleistungen heraus neue Geschäftsmodelle zu entwickeln. Dort sind bereits Detailinformationen hinsichtlich Kunden, Maschinenausführungen und -zuständen sowie praktische Erfahrungen und Daten aus dem

Box 20: Empfehlungen zu Dienstleistungen und Geschäftsmodellen

- Die Erbringung von Dienstleistungen als eigenes Profit Center konzipieren bzw. neben Kosten auch Wertschöpfung beziffern. Kundendienst sollte nicht nur als Cost-Center geführt werden, da dies einer Professionalisierung des Servicegeschäfts im Wege steht.
- Voraussetzung ist eine systematische Erfassung der Produktivität produktbegleitender Dienstleistungen. Hier gilt es, industrieadäquate Konzepte zu entwickeln, die die Balance zwischen Produktivitätszielen und flexibler Kundeninteraktion bieten können, beispielsweise über Mitarbeiterauslastungen und Methoden zur internen Kostenerfassung und Preisgestaltung
- Für die Erbringung von Dienstleistungen sowie für die Entwicklung neuer Dienstleistungsangebote und dienstleistungsbasierter Geschäftsmodelle kann die Ausgründung rechtlich eigenständiger Tochterunternehmen hilfreich sein. Dies kann eine Spezialisierung in der Dienstleistungserbringung ermöglichen, das Entwickeln und Steuern komplexer Prozesse jenseits der Produktherstellung erleichtern und Innovationsrisiken reduzieren. Allerdings sollte dies im Einzelfall geprüft werden, da negative Folgeeffekte einer Ausgründung diesen Vorteil auch überwiegen können.
- Auch KMU sollten prüfen, welche komplementären Geschäftsmodelle jenseits ihres Hauptgeschäfts aufgebaut werden können – zur Reduktion von Abhängigkeiten, als Erfahrungsfeld für mögliche kommende Entwicklungen, zur Exploration neuer Märkte sowie zur Stabilisierung bzw. Steigerung des Umsatzes. Hier bietet es sich verbandsseitig an, institutionelle Anknüpfungspunkte mit Startups aus der Digitalwirtschaft bzw. mit Serviceprovidern zu schaffen, um durch Erfahrungsaustausch oder sogar Kooperationen solche komplementären Geschäftsmodelle zu fördern und auszubauen. Die VDMA Startup-Machine kann hierfür einen Rahmen bieten.

Betrieb vorhanden. So können relativ einfach neue Geschäftsmodelle von Full Service-Angeboten über Betreibermodelle bis zu auf Daten basierenden Geschäftsmodellen entwickelt und implementiert werden. Als Einstieg kann hier beispielsweise eine Service-App dienen.

3) Internationalisierung

Die Internationalisierung des deutschen Maschinenbaus ist weit fortgeschritten. Die Mehrzahl mittelständischer Unternehmen ist international aktiv und unterhält Auslandsstandorte. Die Internationalisierung ist dabei keine Produktivitätsbremse für die deutschen Standorte der Unternehmen, im Gegenteil: Internationalisierte Unternehmen weisen eine höhere Produktivität auch am Heimatstandort auf, und der Einstieg

oder die Ausweitung internationaler Aktivitäten erhöht die Produktivität auch an den deutschen Standorten. Die partiell negativen Beiträge der Internationalisierung sind in erster Linie statistischer Natur und der oft künstlichen Trennung von innerbetrieblichen Wertschöpfungsketten nach nationalen Grenzen geschuldet. Die Empfehlungen beziehen sich daher auf eine verbesserte Erfassung der (Gesamt-)Produktivität international tätiger Unternehmen.

Auf Unternehmensseite geht es primär um die Frage der **Kostenwahrheit** zwischen einzelnen Standorten im In- und Ausland in Bezug auf die zentral anfallenden Funktionskosten. Hier scheint die Praxis in den Unternehmen derzeit heterogen zu sein. Gleichwohl ist das Thema Verrechnungspreise den international aktiven

Box 21: Empfehlungen zu Internationalisierung und Produktivität

- Produktivität wann immer möglich aus Gesamtunternehmensperspektive (Inlands- plus Auslandsstandorte) betrachten – der rein nationale Fokus der amtlichen Statistik kann bei funktionaler internationaler Arbeitsteilung innerhalb von Unternehmen zu Fehlschlüssen führen.
- Unterstützung von neu in die aktive Internationalisierung einsteigenden Unternehmen, ein System der Kostenverteilung zwischen einzelnen Standorten im In- und Ausland zu etablieren.
- Aufbau eines statistischen Berichtswesens zu den globalen Aktivitäten deutscher Unternehmen könnte, wenn europaweit umgesetzt, auch das Benchmarking mit anderen Ländern verbessern.

Unternehmen – auch schon aus steuerrechtlichen Gründen – präsent. Unternehmen, die erstmals in die aktive Internationalisierung (Gründung von Auslandsstandorten) einsteigen, sollten schon frühzeitig auf die vom VDMA bereits seit vielen Jahren angebotenen Hilfestellungen zurückgreifen.

Auf Verbandsseite sollte bei Produktivitätsvergleichen darauf geachtet werden, stets die globalen Aktivitäten der Unternehmen in den Blick zu nehmen. Bei Produktivitätsvergleichen, die auf rein nationalen Daten der Unternehmen beruhen (wie dies in der amtlichen Statistik durchweg der Fall ist), ist entsprechende Vorsicht bei der Interpretation angezeigt. Hier könnte es sich auch lohnen, den Ergebnissen der amtlichen

Statistik eigene Berechnungen für die globalen Aktivitäten der in Deutschland ansässigen Maschinenbauunternehmen gegenüberzustellen. Dies kann zumindest für die Gruppe von Unternehmen gemacht werden, die Geschäftsberichte und Jahresabschlüsse auf Konzernebene veröffentlichen.

Auf Seite der Politik ist die amtliche Statistik angesprochen. Hier wäre es nützlich, die bestehenden Unternehmensstatistiken um eine Statistik zu den globalen Aktivitäten von Unternehmen mit Hauptsitz in Deutschland zu ergänzen. Ziel wäre es, die gesamten Aktivitäten dieser Unternehmen darzustellen und dabei zwischen inländischen und ausländischen Standorten zu differenzieren. Hierzu gab es bereits in den

Box 22: Empfehlungen zu Preismessung und Produktivität

- **Dialog mit Statistischen Bundesamt** zu möglichen Verbesserungen der Preismessung: hierzu sollte von Verbandsseite in Vorleistung getreten werden, indem an konkreten Produktbeispielen die Preisentwicklung und die Qualitätsveränderung illustriert werden.
- Bessere Methoden der **Erfassung von Qualitätsveränderung**, insbesondere solche, die auf digitale Produktbestandteile und Dienstleistungskomponenten zurückzuführen sind: Ausloten der Möglichkeiten und Sinnhaftigkeit einer hedonischen Preismessung.
- Messung der Arbeitsproduktivität auf Basis der **Kostenstrukturstatistik** (Bruttowertschöpfung über den Erzeugerpreisindex deflationieren).

2000er Jahren eine Initiative des Statistischen Amtes der Europäischen Kommission, die aber von den Mitgliedstaaten nicht weiterverfolgt wurde. Mit der derzeit laufenden Revision des amtlichen Unternehmensregisters (Anwendung des EU-Unternehmensbegriffs aus der Einheitenverordnung) bietet sich die Chance, dieses Thema wieder voranzutreiben

(4) Preismessung und Produktivitätsmessung

Die Messung der Veränderung der Erzeugerpreise im deutschen Maschinenbau durch die statistischen Ämter hat sicherlich spürbare Auswirkungen auf den Produktivitätsvergleich über die Zeit, zwischen Branchen und mit dem Maschinenbau in anderen Ländern. Um die Vergleichbarkeit der Produktivitätsstatistiken, aber auch anderer wirtschaftlicher Kennzahlen, die aus der amtlichen Statistik gewonnen werden, zu verbessern, sollte ein Dialog zwischen Verband und dem für die Preismessung von Maschinenbauprodukten zuständigen Referat im Statistischen Bundesamt gesucht werden. Ziel des **Dialogs** sollte es sein, die Möglichkeiten einer möglichst **zuverlässigen Preismessung** in einer Branche zu diskutieren, in der Qualitätsverbesserungen von Produkten auf der Tagesordnung stehen und in der ein großer Teil der angebotenen Leistungen spezifisch für jeden Kunden und jeden Auftrag neu zugeschnitten wird. Hilfreich kann sein, konkrete Beispiele von Produkten und deren Preis- (und Qualitäts-)Änderung zu erarbeiten. Dabei sollten zwei Aspekte im Fokus stehen:

(a) Produkte, die auf den ersten Blick über die Zeit homogen sind, bei denen sich jedoch schwer oder für Dritte gar nicht beobachtbare Qualitätsmerkmale (etwa der Charakter der produktbegleitenden Dienstleistung oder die Leistungsfähigkeit der eingebetteten Software) verändert haben. Hier sollte die Anwendbarkeit von unterschiedlichen Methoden der Qualitätsbereinigung in der Preismessung (Overlap Pricing, Matched Model, Optionspreise) geprüft werden (vgl. Statistisches Bundesamt 2014). Schließlich sollte auch die Möglichkeit und Sinnhaftigkeit von hedonischen Verfahren zur Sprache kommen.

(b) Einzelanfertigungen: Zur Preismessung bei Einzelanfertigungen gibt es grundsätzlich die – mit großen Erhebungsaufwand verbundene – Methode, Preisveränderungen anhand von Modellprodukten zu bestimmen (vgl. Statistisches Bundesamt 2014). Diese Methode wird nach Auskunft des Statistischen Bundesamtes jedoch im Maschinenbau nur in wenigen Ausnahmefällen angewendet. Hier wäre zu prüfen, ob die Methode nicht häufiger zum Einsatz kommen kann und wie dabei gleichzeitig sichergestellt wird, dass die Preisbestimmung nicht von Preisveränderungen der Inputs getrieben wird, sondern dass auch die Wettbewerbssituation im Absatzmarkt gebührend einfließt.

Darüber hinaus wäre es für die Darstellung der **Produktivitätsentwicklung im Maschinenbau** im nationalen (Branchen-) und internationalen Vergleich günstig, auf ein **einheitliches Messkonzept** zurückzugreifen. Aus der amtlichen Statistik können zumindest drei Maße der Arbeitsproduktivität berechnet werden: auf Basis der Produktionsstatistik, der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung und der Kostenstrukturstatistik (siehe Box 4). Am besten geeignet erscheint die Kostenstrukturstatistik, wobei die Deflationierung über den Erzeugerpreisindex erfolgen sollte. Der Nachteil ist, dass kleine Unternehmen mit weniger als 20 Beschäftigten nicht erfasst sind. Internationale Vergleiche sind auf Basis dieser Statistik zumindest innerhalb der EU möglich. Das Arbeitsproduktivitätsmaß aus der VGR hat den Nachteil, dass aufgrund unterschiedlicher Deflatoren für Bruttoproduktionswert und Vorleistungen eine nicht an den Erzeugerpreisen orientierte Deflationierung vorgenommen wird. Dem steht gegenüber, dass auch die Aktivitäten der Kleinunternehmen einbezogen werden und dass internationale Vergleiche über die EU hinaus möglich sind. Die Arbeitsproduktivität aus der Produktionsstatistik ist am schlechtesten geeignet, weil der Bruttoproduktionswert inkl. Vorleistungen verwendet wird.

LITERATURVERZEICHNIS

- Ademmer, M., F. Bickenbach, E. Bode, J. Boysen-Hogrefe, S. Fiedler, K.-J. Gern, H. Görg, D. Groll, C. Hornok, N. Jannsen, S. Kooths, C. Krieger-Boden (2017), Produktivität in Deutschland – Messbarkeit und Entwicklung, Kieler Beiträge zur Wirtschaftspolitik 12, Kiel: Institut für Weltwirtschaft.
- Ancarani, A., C. Di Mauro, L. Fratocchi, G. Orzes, M. Sartor (2015), Prior to reshoring: a duration analysis of foreign manufacturing venture. *International Journal of Production Economics*, 169, 141–155.
- Behrens, V., M. Berger, M. Hud, P. Hünermund, Y. Iferd, B. Peters, C. Rammer, T. Schubert (2017), Innovation Activities of Firms in Germany – Results of the German CIS 2012 and 2014, ZEW Documentation Nr. 17-04, Mannheim.
- Bruhn, M., M. Hepp, K. Hadwich (2015), Vom ProduktHersteller zum Serviceanbieter – Geschäftsmodelle der Servicetransformation, *Marketing Review* St. Gallen 32(1), 28–39.
- Büttner, T., A. Hönig, B. Kauder, M. Krause, N. Potrafke, M. Riem (2015), Rahmenbedingungen für private Investitionen in Deutschland, Forschungsvorhaben gefördert von der IMPULS-Stiftung, München: ifo Institut.
- Corrado, C., C. Hulten, D. Sichel (2006), Intangible Capital and Economic Growth, NBER Working Paper 11948, Cambridge, Ma.
- Dachs, B., C. Zanker (2014), Backshoring of Production Activities in European Manufacturing. *European Manufacturing Survey (EMS) Bulletin* No. 3, Karlsruhe.
- Gebauer, H., R. Krempf, E. Fleisch (2008), Service development in traditional product manufacturing companies, *European Journal of Innovation Management* 11(2), 219–240.
- Kinkel, S., S. Maloca (2009), Drivers and antecedents of manufacturing offshoring and backshoring – A German perspective, *Journal of Purchasing & Supply Management* 15, 154–165.
- Kinkel, S., J. Rahn, B. Rieder, C. Lerch, A. Jäger (2016), Digitalvernetztes Denken in der Produktion. Forschungsvorhaben gefördert von der IMPULS-Stiftung, Karlsruhe: Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft und Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung.
- Lerch, C., A. Jäger, N. Meyer (2016): I4.0-Readiness – Baden-Württemberg auf dem Weg zur Industrie 4.0? Studie im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg.
- Lichtblau, K., V. Stich, R. Bertenrath, M. Blum, M. Bleider, A. Millack, K. Schmitt, E. Schmitz, M. Schröter (2015), Industries 4.0-Readiness. Forschungsvorhaben gefördert von der IMPULS-Stiftung, Aachen und Köln: Institut der deutschen Wirtschaft Köln Consult und FIR.
- Peters, B., P. Mohnen, M. Saam, F. Blandinières, M. Hud, B. Krieger, T. Niebel (2018), Innovationsaktivitäten als Ursache des Productivity Slowdowns? Eine Literaturstudie, *Studien zum deutschen Innovationssystem* Nr. 10-2018, Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.
- Rammer, C. (2017), Dokumentation zur Innovationserhebung 2016, ZEW-Dokumentation 17-02, Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung.
- Rammer, C., B. Peters (2016), Investitionsschwäche oder Strukturverschiebung der Investitionstätigkeit? Zur Rolle immaterieller Investitionen für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen, *Wirtschaftspolitische Blätter* 1/2016, 67–86.
- Statistisches Bundesamt (2014), Handbuch zur Methodik. Index der Erzeugerpreise gewerblicher Produkte (Inlandsabsatz), Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.
- Vandermerwe, S., J. Rada (1989), Servitization of Business Adding Value by Adding Services, *European Management Journal* 6, 314–324.

IMPULS - STIFTUNG

IMPULS-Stiftung
für den Maschinenbau,
den Anlagenbau und
die Informationstechnik

Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt

Telefon +49 69 6603 1462

Fax +49 69 6603 2462

Internet www.impuls-stiftung.de

E-Mail info@impuls-stiftung.de