



Produktion am Standort Deutschland

Ergebnisse der Untersuchung 2013

Die Untersuchung „Produktion am Standort Deutschland“ wird alle zwei Jahre gemeinsam vom
Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) e. V.,
dem FIR e. V. an der RWTH Aachen und dem
Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen
durchgeführt.

Produktion am Standort Deutschland

Ergebnisse der Untersuchung 2013

Herausgegeben von Günther Schuh und Volker Stich

Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung,
betreut vom Projektträger Karlsruhe (PTKA)

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM



PTKA
Projektträger Karlsruhe
Karlsruher Institut für Technologie



Impressum

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Günther Schuh
Direktor des FIR e. V. an der RWTH Aachen
Lehrstuhlinhaber für Produktionssystematik
am Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen

Prof. Dr.-Ing. Volker Stich
Geschäftsführer des FIR e. V. an der RWTH Aachen

Autoren:

Dipl.-Wirt. Ing. Felix Brambring
Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen,
Bereich Produktionslogistik

Dipl.-Ing. Annika Hauptvogel
Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen,
Bereich Produktionslogistik

Thomas Hempel, M.Sc.
Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen,
Bereich Produktionslogistik

Dipl.-Wirt.-Ing. Niklas Hering
FIR e. V. an der RWTH Aachen,
Bereichsleiter Produktionsmanagement

Dipl.-Ing. Sebastian Kropp
FIR e. V. an der RWTH Aachen,
Bereich Informationsmanagement

Melanie Luckert, M.Sc.
Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen,
Bereich Produktionslogistik

Dipl.-Phys. Dipl.-Wirt.Phys. Christian Maasem
FIR e. V. an der RWTH Aachen,
Bereich Informationsmanagement

Dipl.-Wirt.-Ing. Jan Meißner
FIR e. V. an der RWTH Aachen,
Bereich Produktionsmanagement

Dipl. Wirt.-Ing. Jan Reschke
FIR e. V. an der RWTH Aachen,
Bereich Produktionsmanagement

Volker Schnittler
Referent für kaufmännische Unternehmenssoftware des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) e. V.

Korrektorat:

Simone Suchan M.A., FIR an der RWTH Aachen

Gestaltung, Bildbearbeitung, Satz:

Julia Quack van Wersch, M.A., FIR an der RWTH Aachen

Produktion am Standort Deutschland

Ausgabe 2013

ISBN 978-3-943024-15-9

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten.

Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

© FIR e. V., Bereich Produktionsmanagement,
Campus-Boulevard 55, 52074 Aachen
Tel.: +49 241 47705-111, Fax: +49 241 47705-199
E-Mail: info@fir.rwth-aachen.de
Internet: www.fir.rwth-aachen.de

© Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen,
Lehrstuhl Produktionssystematik,
Steinbachstraße 19, 52074 Aachen
Tel.: +49 241 80-27400, Fax: +49 241 80-22293
E-Mail: info@wzl.rwth-aachen.de
Internet: www.wzl.rwth-aachen.de

© Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) e. V.
Lyoner Straße 18, 60528 Frankfurt/Main,
Postfach 71 08 64, 60498 Frankfurt/Main
Telefon +49 69 6603-0, Fax +49 69 6603-1511
E-Mail: Kommunikation@vdma.org
Internet: www.vdma.org

Bildnachweise:

Titelbild und S. 18: © Zoe – Fotolia.com
Bild S.4, S. 10, S.16-17, S.34, S.54, S. 56, S. 59, S. 60:
© Fotolia.com
Bild S. 42: © WZL
Diagramme: © FIR e. V. und WZL

Druck:

Druckservice Zillekens, Stolberg

Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

der Einzug des Internets der Dinge und Dienste in die Fabrik leitet nach der Mechanisierung, Elektrifizierung und Informatisierung der Industrie die vierte industrielle Revolution ein. Um Schritt zu halten und wettbewerbsfähig zu bleiben, sind Unternehmen zunehmend gezwungen, ihre Produktionsanlagen, Transportmittel, Produkte und Betriebsmittel als cyber-physische Systeme (engl.: *cyber-physical systems*, CPS) weltweit zu vernetzen. Diese Entwicklung erfordert jedoch erhebliche Anstrengungen in Forschung und Entwicklung (KAGERMANN et al. 2013, S. 5f.). Die Bundesregierung hat sich in diesem Zusammenhang dazu entschieden, mit der Hightech-Strategie 2020 einen Beitrag zu diesem Trend zu leisten und aktiv neue Innovationen voranzutreiben (BMBF 2013, S. 5f.).

Wir freuen uns, Ihnen dieses Jahr die zweite Ausgabe der Untersuchung „Produktion am Standort Deutschland“ präsentieren zu können, die im Zweijahresrhythmus gemeinsam vom *Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA)* e. V., dem *FIR e. V. an der RWTH Aachen* und dem *Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen* durchgeführt wird. Die Untersuchung ist Be-

standteil des *BMBF*-Forschungsprojekts „ProSense – Hochauflösende Produktionssteuerung auf Basis kybernetischer Unterstützungssysteme und intelligenter Sensorik“, dessen Ergebnisse helfen sollen, den Menschen als Entscheider optimal bei der Planung und Steuerung der Produktion zu unterstützen, um damit die Effizienz der Produktion nachhaltig zu steigern.

Zielsetzung der Untersuchung ist die Identifizierung aktueller und zukünftiger Erfolgsfaktoren für eine dauerhaft wettbewerbsfähige Produktion am Standort Deutschland. Die Kernthemen bilden wie vor zwei Jahren die Bereiche Produktionsplanung und -steuerung, IT-Unterstützung sowie Datenmanagement. Den Schwerpunkt der Trendthemen im Jahr 2013 bilden in Anlehnung an das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 die Aspekte „Cyber-physische Systeme“ und „Big Data“.

Wir hoffen, mit dieser Untersuchung den Mitgliedern des *VDMA* sowie allen weiteren interessierten Lesern Ideen und Anregungen zur Gestaltung der Produktion von morgen bereitstellen zu können.



Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh
Direktor des FIR e. V. an der RWTH Aachen



Prof. Dr.-Ing. Volker Stich
Geschäftsführer des FIR e. V. an der RWTH Aachen

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	7
Autorenverzeichnis	9
A Die Untersuchung im Überblick	11
1 Hintergrund für die Durchführung der Untersuchung	11
2 Ausgangssituation der Industrie und Ziel der Untersuchung	13
3 Aufbau und Durchführung der Untersuchung	15
4 Danksagung	17
5 Management-Summary	19
B Ergebnisse der Untersuchung	21
1 Teilnehmer der Untersuchung	21
2 Ergebnisse: Produktionsplanung und -steuerung	23
2.1 Führende logistische Zielgröße	23
2.2 Maßnahmen zur Herstellung einer hohen Liefertermintreue	23
2.3 Tatsächliche Liefertermintreue	23
2.4 Aktuelle Defizite in der PPS und Maßnahmen zu deren Behebung	24
2.5 Kriterien zur Reihenfolgebildung in der Produktion	26
2.6 Hypothese Produktionsplanung und -steuerung	26
2.7 Vergleich der Ergebnisse 2011 und 2013	27
3 Ergebnisse: IT-Unterstützung in der Produktion	29
3.1 Eingesetzte IT-Systeme	30
3.2 Schnittstellen zu ERP-/PPS-Systemen	30
3.3 Potenziale durch integrierte IT-Systeme	31
3.4 Hypothese IT-Unterstützung in der Produktion	32
3.5 Vergleich der Ergebnisse 2011 und 2013	33
4 Ergebnisse: Datenmanagement in der Produktion	35
4.1 Einsatz elektronischer Übertragungsstandards	35
4.2 Einsatz von Datenstandards zur Klassifizierung von Artikelstammdaten	38
4.3 Aktualisierung von Wiederbeschaffungszeiten	38
4.4 Medien zur Aktualisierung von Artikelstammdaten	39
4.5 Hypothese Datenmanagement in der Produktion	40
4.6 Vergleich der Ergebnisse 2011 und 2013	41
5 Ergebnisse: Cyber-physische Systeme in der Produktion	43
5.1 Einsatz von Systemen und Technologien zur Datenaufnahme	43
5.2 Feinplanung und -steuerung in der Produktion	44
5.3 Anwenderfreundlichkeit aktueller Systeme	46
5.4 Hypothese Cyber-physische Systeme in der Produktion	47
6 Ergebnisse: Big Data in der Produktion	49
6.1 Bestehende Produktionsdatenvolumina und -kapazitäten	49
6.2 Zweck und Treiber der Datenerfassung in der Produktion	50
6.3 Erfasste Daten und Abfragegeschwindigkeiten	51
6.4 Hypothese Big Data in der Produktion	53
C Zusammenfassung	55
D Ausblick	57
Literaturverzeichnis	61

Abbildungsverzeichnis

Bild 1: Aufbau der Untersuchung	15
Bild 2: Teilnehmende Unternehmen nach Branchen	19
Bild 3: Primäre logistische Zielgröße produzierender Unternehmen (branchenneutral)	20
Bild 4: Technologieeinsatz zur Aufnahme von Bewegungs-, Bestands- und Positionsdaten	20
Bild 5: Teilnehmer der Unternehmen nach Branchen	21
Bild 6: Teilnehmer der Untersuchung nach Unternehmensbereichen	21
Bild 7: Teilnehmer der Untersuchung nach Fertigungsart	22
Bild 8: Teilnehmer der Untersuchung nach Position in der Lieferkette	22
Bild 9: Die führende logistische Zielgröße in produzierenden Unternehmen	23
Bild 10: Maßnahmen zur Herstellung einer hohen Liefertermintreue	24
Bild 11: Tatsächliche Liefertermintreue zum Kunden über alle Branchen	24
Bild 12: Aktuelle Defizite in der Produktionsplanung und -steuerung	25
Bild 13: Maßnahmen zur Behebung aktueller Defizite in der Produktionsplanung und -steuerung	25
Bild 14: Kriterien zur Reihenfolgebildung in der Produktion	26
Bild 15: Hypothese Produktionsplanung und -steuerung nach Branchen	26
Bild 16: Hypothese Produktionsplanung und -steuerung nach Unternehmensbereichen	27
Bild 17: Hypothese Produktionsplanung und -steuerung nach Unternehmensgröße	27
Bild 18: Hypothese Datenmanagement in der Produktion nach Unternehmensbereichen 2011 und 2013..	28
Bild 19: Unternehmerische Planungsebenen und deren IT-Unterstützung	29
Bild 20: Einsatz von IT-Systemen in produzierenden Unternehmen	30
Bild 21: Bestehende Schnittstellen zu ERP-/PPS-Systemen in produzierenden Unternehmen	31
Bild 22: Potenziale durch eine integrierte IT-Systemlandschaft	32
Bild 23: Hypothese IT-Unterstützung in der Produktion nach Branchen	32
Bild 24: Hypothese IT-Unterstützung in der Produktion nach Unternehmensbereichen	33
Bild 25: Hypothese IT-Unterstützung in der Produktion nach Unternehmensgröße	33
Bild 26: Hypothese IT-Unterstützung in der Produktion nach Unternehmensbereichen 2011 und 2013 ..	34
Bild 27: Einsatz elektronischer Übertragungsstandards nach Branchen	35
Bild 28: Einsatz elektronischer Übertragungsstandards nach Unternehmensgröße	36
Bild 29: Einsatz elektronischer Übertragungsstandards nach Unternehmensbereichen	36
Bild 30: Häufigkeit des EDI-Einsatzes im Einkauf und Vertrieb	37

Bild 31: Liefertermintreue in Abhängigkeit der Häufigkeit des EDI-Einsatzes	37
Bild 32: Einsatz von Datenstandards zur Klassifizierung von Artikelstammdaten	38
Bild 33: Aktualisierung von Wiederbeschaffungszeiten	39
Bild 34: Medien und Übertragungsmöglichkeiten zur Aktualisierung von Artikelstammdaten	39
Bild 35: Hypothese Datenmanagement in der Produktion nach Branchen	40
Bild 36: Hypothese Datenmanagement in der Produktion nach Unternehmensbereichen	40
Bild 37: Hypothese Datenmanagement in der Produktion nach Unternehmensgröße	41
Bild 38: Hypothese Datenmanagement in der Produktion nach Unternehmensbereichen 2011 und 2013	41
Bild 39: Eingesetzte Systeme zur Aufnahme von Stamm- und Auftragsdaten	43
Bild 40: Eingesetzte Systeme/Technologien zur Aufnahme von Bestands-, Bewegungs- und Positionsdaten sowie von Störungen und deren Ursachen	44
Bild 41: Daten zur Entscheidungsunterstützung der Feinplanung und -steuerung (bezogen auf die Reihenfolgeplanung und Auftragsfreigabe)	45
Bild 42: Häufigkeit der Anpassung von Steuerungslogiken im Feinsteuerungssystem	45
Bild 43: Vertrauen der Anwender in das aktuell eingesetzte System	46
Bild 44: Anwendungsfreundlichkeit des Systems	46
Bild 45: 1. Hypothese Cyber-physische Systeme in der Produktion	47
Bild 46: 2. Hypothese Cyber-physische Systeme in der Produktion	48
Bild 47: Jährlich anfallendes Datenvolumen in der Produktion	49
Bild 48: In Unternehmen für Produktionsdaten zur Verfügung stehender Speicherplatz	50
Bild 49: Verfügbarer Speicherplatz für Produktionsdaten gemäß Unternehmensgröße	50
Bild 50: Haupttreiber der Datenmenge in der Produktion nach Unternehmensgröße	51
Bild 51: Angegebener Zweck der Produktionsdatenerfassung nach Unternehmensgröße	51
Bild 52: Verteilung der für die Fertigungssteuerung erfassten und gespeicherten Daten, aufgeschlüsselt nach Unternehmensgröße	52
Bild 53: Notwendige Verarbeitungszeiten für die Abfrage sämtlicher Produktionsdaten eines Geschäftsjahres aus dem ERP-System	52
Bild 54: Hypothese Big Data in der Produktion	53
Bild 55: ProSense – Zielbild der hochauflösenden, adaptiven Produktionssteuerung auf Basis kybernetischer Unterstützungssysteme und intelligenter Sensorik	57
Bild 56: Übersicht der ERP-System-Architektur in der Demonstrationsfabrik	58

Autorenverzeichnis

Kapitel A1 – A5 Günther Schuh; Volker Stich; Jan Meißner; Jan Reschke; Volker Schnittler

Kapitel B1 Volker Stich; Jan Meißner; Jan Reschke

Kapitel B2 Günther Schuh; Annika Hauptvogel; Melanie Luckert

Kapitel B3 Volker Stich; Jan Reschke; Jan Meißner

Kapitel B4 Volker Stich; Jan Meißner; Jan Reschke

Kapitel B5 Günther Schuh; Felix Brambring; Thomas Hempel

Kapitel B6 Volker Stich; Sebastian Kropp; Christian Maasem

Kapitel C Günther Schuh; Volker Stich; Niklas Hering; Felix Brambring; Annika Hauptvogel;
Sebastian Kropp; Christian Maasem; Jan Meißner; Jan Reschke; Volker Schnittler

Kapitel D Günther Schuh; Volker Stich; Niklas Hering; Jan Meißner; Jan Reschke



A Die Untersuchung im Überblick

1 Hintergrund für die Durchführung der Untersuchung

Deutschland ist weltweit einer der konkurrenzfähigsten Industriestandorte. Vor allem die Fähigkeit, komplexe, arbeitsteilige und geografisch verteilte industrielle Prozesse zu steuern, ist das hervorstechendste Alleinstellungsmerkmal. Für diese Aufgabe werden seit Jahrzehnten erfolgreich Informations- und Kommunikationstechniken eingesetzt (KAGERMANN et al. 2013, S. 17). Um diesen Trend weiter aufrechtzuerhalten bzw. auszubauen, hat die Bundesregierung die Hightech-Strategie 2020 formuliert. In 5 Bedarfsfeldern (Klima/Energie, Gesundheit/Ernährung, Mobilität, Sicherheit und Kommunikation) sollen die Treiber für neue Innovationen identifiziert werden (BMBF 2013, S. 6ff.).

Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt „ProSense“ ist neben den beiden Verbundprojekten „KapaflexCy“ und „CyProS“ eines von sieben geförderten BMBF-Projekten im Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“ sowie der Fördermaßnahme „Intelligente Vernetzung in der Produktion – Ein Beitrag zum Zukunftsprojekt Industrie 4.0“. Es hat zum Ziel, die Initiative „Hightech-Strategie 2020 für Deutschland“ der Bundesregierung mithilfe der Entwicklung einer Regelungs- bzw. Steuerungssystematik für komplexe Produktionsnetzwerke auf Basis eines kybernetischen Regelkreisverhaltens sowie einer adaptiven Gestaltung von Logistiknetzwerken zu unterstützen.

Derzeit stehen produzierende Unternehmen vor der Herausforderung, ihre immer individueller werdenden Prozessketten trotz steigender Marktdynamik zu beherrschen. Eine effiziente Steuerung der Produktionsprozesse ist dabei ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Heutige Softwarelösungen sind den Anforderungen nach schnellen Anpassungen der Produktion nicht gewachsen. Folglich werden Produktionsprozesse auf der Softwareseite nicht adäquat abgebildet. Neben der fehlenden softwareseitigen Flexibilität mangelt es zudem an Transparenz hinsichtlich Prozessen und der jeweiligen Steuerungslogik. Steuerungssysteme sollten in Zukunft so gestaltet werden, dass diese mittels hochauflösender Daten und deren intelligenter Visualisierung den Menschen als Entscheider optimal bei der Planung und Steuerung der Produktion unterstützen, um damit die Effizienz dieser nachhaltig zu steigern.

Verbundprojekte des Zukunftsprojekts „Industrie 4.0“

- ARSGuide: Augmented Reality System for Guidance
- CyProS: Cyber-physische Produktionssysteme – Produktivitäts- und Flexibilitätssteigerung durch Vernetzung intelligenter Systeme in der Fabrik
- DeLas: Development and Ramp up of automated Laser assembly
- KapaflexCy: Selbstorganisierte Kapazitätsflexibilität in Human-Cyber-Physical-Systems
- MANUbuilding: Energy efficient building for industrial environment
- ProSense: Hochauflösende Produktionssteuerung auf Basis kybernetischer Unterstützungssysteme und intelligenter Sensorik
- Sim4SurfT: Integrated Simulation System for Laser Surface Treatment of Complex Parts

Weitere Informationen zu den Inhalten der Verbundprojekte sind auf der Internetseite www.produktionsforschung.de/verbundprojekte/index.htm unter dem Themenfeld „Technologien und Produktionsausrüstungen – Industrie 4.0“ zu finden.

Die in 2013 wiederholte Durchführung der Untersuchung „Produktion am Standort Deutschland“ ist Teil des BMBF-Verbundprojekts „ProSense – Hochauflösende Produktionssteuerung auf Basis kybernetischer Unterstützungssysteme und intelligenter Sensorik“.

Ziel von ProSense ist die Entwicklung einer modularen Produktionssteuerung zur Steigerung der Produktionseffizienz.

Teilziele des Projekts:

- Entwicklung intelligenter Sensorik zur Generierung und Verarbeitung von hochauflösenden Daten
- Echtzeit-Massendatenverarbeitung mittels schneller und innovativer Datenbanktechnologien
- Mustererkennung zur Gestaltung von Entscheidungsvorlagen anhand einer Simulation zur optimalen Unterstützung des Mitarbeiters
- Gestaltung neuartiger Visualisierungstechniken für hochauflösende Daten zur Unterstützung der Steuerungsentscheidungen in der Feinplanung und auf dem Shopfloor

Weitere Informationen zum Projekt „ProSense“ sind unter www.prosense.info erhältlich.

Projektdaten

Laufzeit: 3 Jahre

Projektvolumen: 6,2 Mio. Euro

Fördervolumen: 3,1 Mio. Euro

Projektbeginn: 15. September 2012

Projektende: 14. September 2015

Anzahl Partner: 12

GEFÖRDERT VOM



**Bundesministerium
für Bildung
und Forschung**

BETREUT VOM



PTKA
Projektträger Karlsruhe
Karlsruher Institut für Technologie

Fördersatz

Die Entwicklung einer hochauflösenden Produktionssteuerung auf Basis kybernetischer Unterstützungssysteme und intelligenter Sensorik ist Gegenstand des Forschungs- und Entwicklungsprojekts „ProSense“, das mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmenkonzept „Forschung für die Produktion von morgen“ sowie der Fördermaßnahme „Intelligente Vernetzung in der Produktion – Ein Beitrag zum Zukunftsprojekt Industrie 4.0“ (Förderkennzeichen: 02PJ2490) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut wird.

2 Ausgangssituation der Industrie und Ziel der Untersuchung

Produzierende Unternehmen am Hochlohnstandort Deutschland sehen sich ständig mit der Herausforderung konfrontiert, die wachsende Dynamik aufgrund steigender Kundenanforderungen nach individuellen Produkten und die abnehmende Prognostizierbarkeit der Absatzentwicklung in Einklang zu bringen (SCHUH et al. 2011, S. 63; ZÄH et al. 2010, S. 309f.). Gleichzeitig wird von den Unternehmen verlangt, immer kürzere Lieferzeiten trotz einer höheren Varianz der Fertigungs- und Montageprozesse zu gewährleisten. Die drastische Verkürzung der geforderten Lieferzeiten in den letzten Jahren, zum Beispiel im Maschinen- und Anlagenbau um nahezu 50 Prozent, hat den Auftragsabwicklungsprozess und den Kapazitätsflexibilitätsbedarf produzierender Unternehmen maßgeblich beeinflusst (WESTKÄMPER, ZÄH 2009, S. 271ff.). Die logistischen Leistungsmerkmale Liefertermintreue und Lieferzeit gewinnen folgerichtig zunehmend an Bedeutung, da diese beim Kunden als Differenzierungsmerkmal und Entscheidungskriterium wahrgenommen werden (SCHUH, STICH 2011, S. 18ff.).

Im Laufe der Zeit haben sich im produzierenden Sektor verschiedene unterstützende Systeme etabliert, um die Planung und Steuerung der Produktion zu vereinfachen. Diese Systeme sind zumeist nicht integriert, wodurch erforderliche Informationen und Daten für die Auftragsabwicklung nicht in allen Unternehmensbereichen in der benötigten Zeit und Qualität zur Verfügung stehen. Folglich werden Entscheidungen in der Produktionsplanung häufig auf Basis von Annahmen, Mittel- oder Schätzwerten getroffen, die zu ungenauen Planungsergebnissen führen. Die Dynamik im Unter-

nehmensumfeld steigt allerdings stetig, was dazu führt, dass Unternehmen immer schneller und genauer planen müssen, um zukünftig wettbewerbsfähig zu bleiben. Demzufolge ist es notwendig, sämtliche Informationen (Maschinendaten, Kundenänderungen, Auftragsfortschritt etc.) echtzeitfähig zu beschaffen, zu verarbeiten und zwischen allen Unternehmensbereichen auszutauschen. Die aktuelle Entwicklung eingebetteter Systeme, welche das Zusammenspiel von Softwaresystemen und physischer Umwelt beschreibt, liefert hierzu einen erheblichen Beitrag. Mittels Sensoren werden Informationen aus der Umwelt aufgenommen und ausgewertet. Gleichzeitig können über Aktoren physische Vorgänge gesteuert werden. Allgemein werden diese Systeme als cyber-physische Systeme (engl.: *cyber-physical systems*) bezeichnet (BROY 2010, S. 9).

Die Herausforderungen für Unternehmen liegen zukünftig darin, das eigene Produktionssystem so zu gestalten, dass es auf der einen Seite robust ist und eine hohe Prozessstabilität aufweist und auf der anderen Seite flexibel und wandlungsfähig ist, um auf das dynamische Marktumfeld reagieren zu können. Die Produktion von morgen zeichnet sich daher durch ihre Antizipationsfähigkeit, Robustheit, Flexibilität und Wandlungsfähigkeit aus (ABELE, REINHART 2011, S. 19).

Das Ziel der Untersuchung besteht darin, zum einen den aktuellen Stand der produzierenden Industrie am Standort Deutschland im Hinblick auf organisatorische und IT-relevante Themen zu ermitteln und zum anderen individuelle Verbesserungspotenziale für produzierende Unternehmen in Deutschland offenzulegen. Zusätzlich sollen zukünftige Erfolgstreiber zur nachhaltigen Wettbewerbs- und Standortsicherung der Produktion in Deutschland identifiziert werden.



3 Aufbau und Durchführung der Untersuchung

Der allgemeine strukturelle Aufbau der Untersuchung „Produktion am Standort Deutschland“ gliedert sich in wiederkehrende Kernthemen und wechselnde Trendthemen.

Ein zentrales Element heutiger produzierender Unternehmen ist die Produktionsplanung und -steuerung, die aufgrund der immer weiter steigenden Produkt- und Prozesskomplexität nicht mehr ohne den Einsatz von IT-gestützten Hilfsmitteln beherrscht werden kann. Damit diese unterstützenden Hilfsmittel ohne Einschränkung arbeiten können, ist es zwingend notwendig, eine solide Datengrundlage aufzubauen, um die Betriebsorganisation anhand logistischer Zielgrößen zu führen und zu lenken. Die Verknüpfung der beiden erwähnten Bereiche „Betriebsorganisation“ und „IT“ bildet sowohl aktuell als auch in der Zukunft einen wesentlichen Grundstein für die nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit produzierender Unternehmen in Deutschland. Die wiederkehrenden Kernthemen der Untersuchung umfassen daher die Aspekte der „Produktionsplanung und -steuerung“, der „IT-Unterstützung“ und des „Datenmanagements“.

Ausgangspunkt für die diesjährigen Trendthemen ist die Hightech-Strategie 2020 der Bundesregierung. Vor

allem das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 sticht in diesem Zusammenhang besonders hervor, welches stark durch das Internet der Dinge und Dienste geprägt wird. Dieses beschreibt die Möglichkeit, dass autonome eingebettete Systeme drahtlos untereinander und mit dem Internet vernetzt sind. Bezogen auf die Produktion, entstehen dadurch sogenannte cyber-physische Produktionssysteme (CPPS) mit „intelligenten“ Maschinen, Lagersystemen und Betriebsmitteln, die eigenständig Informationen verarbeiten und austauschen, Aktionen auslösen und sich gegenseitig selbständig steuern. Des Weiteren können dadurch die industriellen Prozesse in der Produktion, dem Engineering sowie dem Supply-Chain-Management enorm verbessert werden (KAGERMANN et al. 2013, S. 2). Die wechselnden Trendthemen der Untersuchung 2013 lauten aufgrund der übergeordneten Thematik Industrie 4.0 „Cyber-physische Systeme“ und „Big Data“.

Die Untersuchung „Produktion am Standort Deutschland“ wurde im Jahr 2011 zum ersten Mal durchgeführt und soll alle zwei Jahre wiederholt werden. Dabei bleiben die Kernthemen und deren Fragen für jede weitere Untersuchungserhebung bestehen, wodurch langfristige Entwicklungen abgeleitet werden können. Die wechselnden Schwerpunkte bilden die im aktuellen Erhebungszeitraum relevanten Themen, Trends und Fragen der produzierenden Industrie in Deutschland ab.

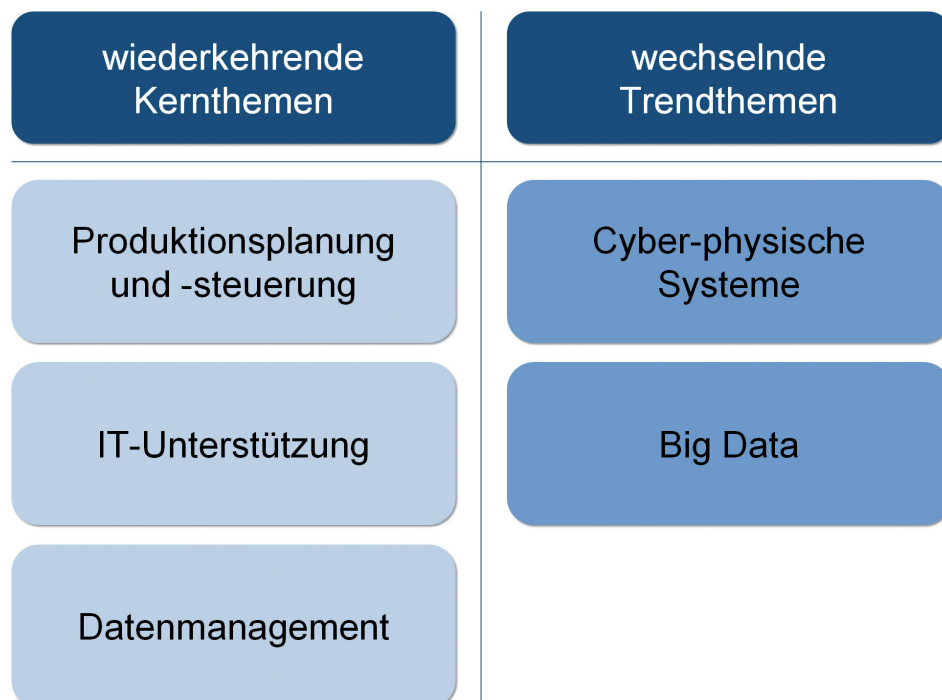
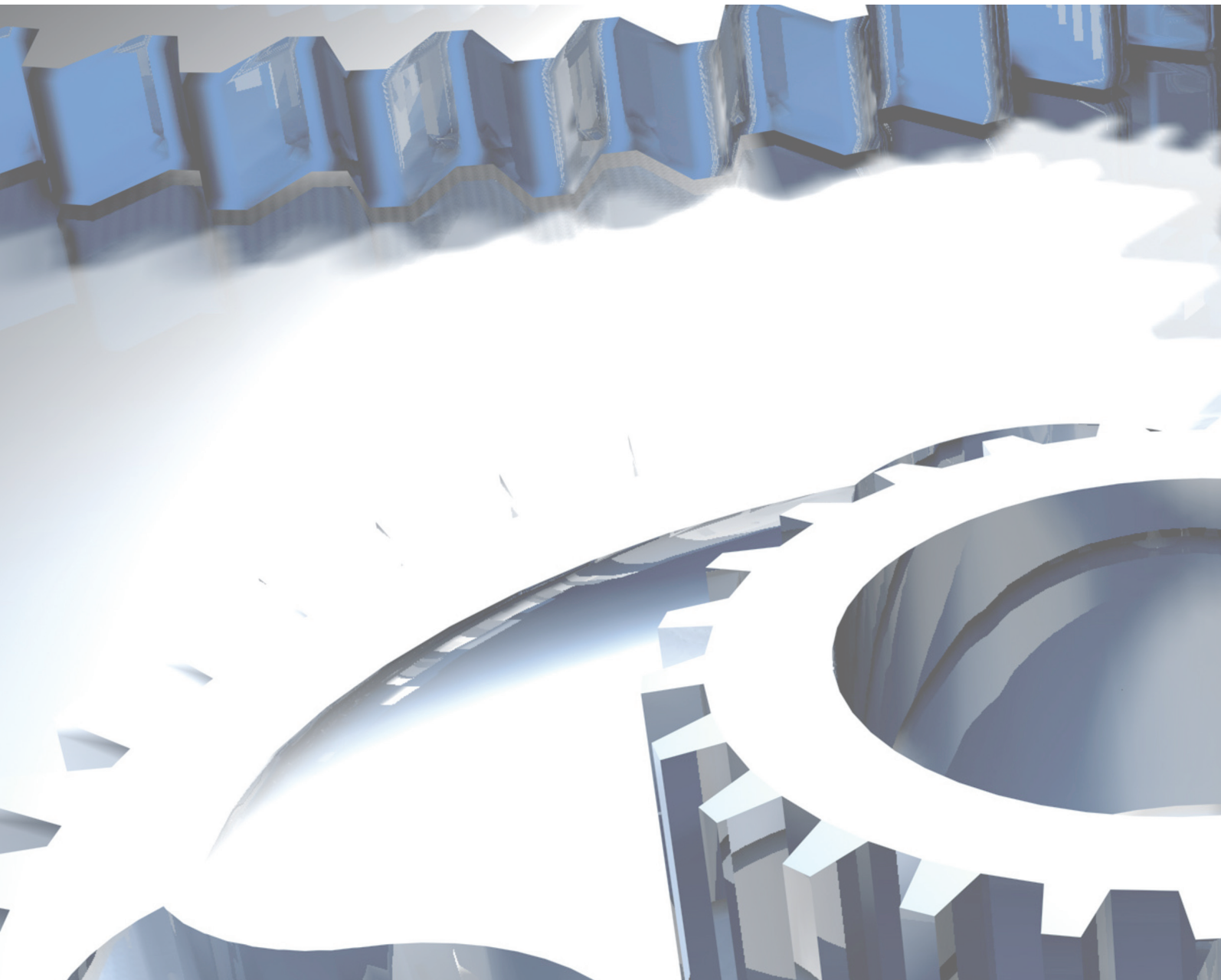


Bild 1: Aufbau der Untersuchung

Die Erhebung der Untersuchung richtete sich aufgrund der behandelten Themen an alle produzierenden Unternehmen in Deutschland, unabhängig von deren Branchenzugehörigkeit. Im konkreten Fall wurden als Adressaten Führungskräfte der relevanten Unternehmensbereiche sowie die Geschäftsführung aus den unterschiedlichsten produzierenden Industriezweigen ausgewählt, welche einen Überblick über die in Bild 1 (siehe S. 15) dargestellten Themenblöcke im Unternehmen besitzen.

Der Fragebogen zur Untersuchung wurde online über die Internetseite des *BMBF*-Forschungsprojekts „ProSense“ bereitgestellt (www.prosense.info). Zudem bestand die Möglichkeit, den Fragebogen auf der Internetseite zusätzlich als PDF-Dokument herunterzuladen und per Post ausgefüllt zurückzusenden. Weiterhin wurden auf Messen und Veranstaltungen der Projektpartner des Projekts „ProSense“ die Fragebögen ausgelegt und an Interessenten verteilt. Die durchschnittliche Bearbeitungszeit für den Fragebogen belief sich auf 15 bis 20 Minuten und der Befragungszeitraum für die Untersuchung erstreckte sich von Februar bis April 2013.



4 Danksagung

Die Autoren und Herausgeber möchten sich an dieser Stelle ganz herzlich bei allen 84 Untersuchungsteilnehmern bedanken und freuen sich auch weiterhin über ihre zahlreiche Teilnahme an den fortlaufenden Untersuchungen in den kommenden Jahren.

Ein weiterer Dank gilt auch dem Förderträger „Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)“, welcher die notwendigen finanziellen Zuwendungen im Rahmen des Projekts „ProSense“ bereitgestellt hat, um die Durchführung der Untersuchung zu ermöglichen. Des Weiteren bedanken sich die Autoren und Herausgeber für die kooperative Betreuung beim Projektträger „Karlsruher Institut für Technologie (KIT) für Produktion und Fertigungstechnologien (PTKA-PFT)“ und hoffen auch für die Zukunft auf eine stets erfolgreiche Zusammenarbeit.

Für die Konzeption und Entwicklung der Umfrage sowie für alle weiteren Maßnahmen zur Vorbereitung, Durchführung und Realisierung der Untersuchung gilt der Dank insbesondere den ProSense-Projektpartnern:

- *Deutsches Institut für Normung (DIN) e. V.*, Berlin
- *Ergoneers GmbH*, Manching
- *Etagis GmbH*, Kerpen
- *Fachhochschule Aachen – Fachbereich Gestaltung*, Aachen
- *FIR e. V. an der RWTH Aachen*, Aachen
- *Lehrstuhl und Institut für Arbeitswissenschaft (IAW) der RWTH Aachen*, Aachen
- *MSR Technologies GmbH*, Laupheim
- *Ortlinghaus-Werke GmbH*, Wermelskirchen
- *PSIPENTA Software Systems GmbH*, Berlin
- *Sick AG*, Waldkirch
- *Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) e. V.*, Frankfurt
- *Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen*, Aachen





5 Management-Summary

Der FIR e. V. an der RWTH Aachen führte gemeinsam mit dem Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen sowie dem Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) e. V. die Umfrage zur Untersuchung „Produktion am Standort Deutschland“ durch.

Diese Umfrage ist Bestandteil einer seit 2011 laufenden Langzeituntersuchung, in der im Zweijahresrhythmus aktuelle Erfolgsfaktoren zur Wettbewerbs- und Standortsicherung der Produktion in Deutschland identifiziert werden sollen. Wiederkehrend werden die Kernthemen Produktionsplanung und -steuerung, IT-Unterstützung und Datenmanagement betrachtet und den Ergebnissen von 2011 gegenübergestellt.

Der Fokus der Trendthemen liegt 2013 auf cyber-physischen Systemen und Big Data.

In diesem Jahr nahmen 84 produzierende Unternehmen aus Deutschland an der Untersuchung teil, wobei die Mehrzahl dem Maschinen- und Anlagenbau sowie der Automobil- und Fahrzeugindustrie zuzuordnen ist (siehe Bild 2). Der Anteil kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) beträgt ca. 42 Prozent.

Die Kernaussagen der Untersuchung, gegliedert nach den Kern- und Trendthemen, lassen sich wie folgt unterteilen:

Produktionsplanung und -steuerung

- Die Liefertermintreue (LTT) zum Kunden bildet genau wie im Jahr 2011 (LTT = 66,9 Prozent) die mit Abstand führende logistische Zielgröße für Unternehmen in Deutschland (siehe Bild 3, S. 20).
- Vorrangige Kriterien zur Reihenfolgebildung in der Produktion sind der Liefertermin selbst (65,5 Prozent) und das FIFO(First in-first out)-Prinzip (10,7 Prozent).

IT-Unterstützung in der Produktion

- Mehr als 90 Prozent der befragten Unternehmen sind der Meinung, dass durch IT-Integration die Möglichkeit geschaffen wird, mehr Transparenz innerhalb des Auftragsabwicklungsprozesses zu erzeugen und die manuellen Tätigkeiten deutlich zu reduzieren.
- 72,6 Prozent der Unternehmen setzen CAD-Systeme in der Konstruktion und Entwicklung ein, jedoch ist nur circa die Hälfte dieser Systeme (39,3 Prozent) mit dem ERP-System verbunden.

Datenmanagement in der Produktion

- Mithilfe von Daten- und Übertragungsstandards wird die Aufnahme, Verarbeitung und Verwaltung von Daten und Informationen enorm vereinfacht.
- Unternehmen, die mehr als 50 Prozent ihrer Beschaffungs- und Vertriebsprozesse mit EDI abwickeln, können den anderen Unternehmen

„Die Erweiterung der konventionellen Produktionsplanung und -steuerung um Themen aus dem Kontext Industrie 4.0 wird aktuell als größte Herausforderung (und gleichzeitig größtes Potenzial) für Unternehmen diskutiert. Mithilfe der Langzeituntersuchung sollen die relevanten Herausforderungen und Entwicklungen für Unternehmen identifiziert und nutzbar gemacht werden.“

Prof. Volker Stich, Geschäftsführer des FIR e. V. an der RWTH Aachen

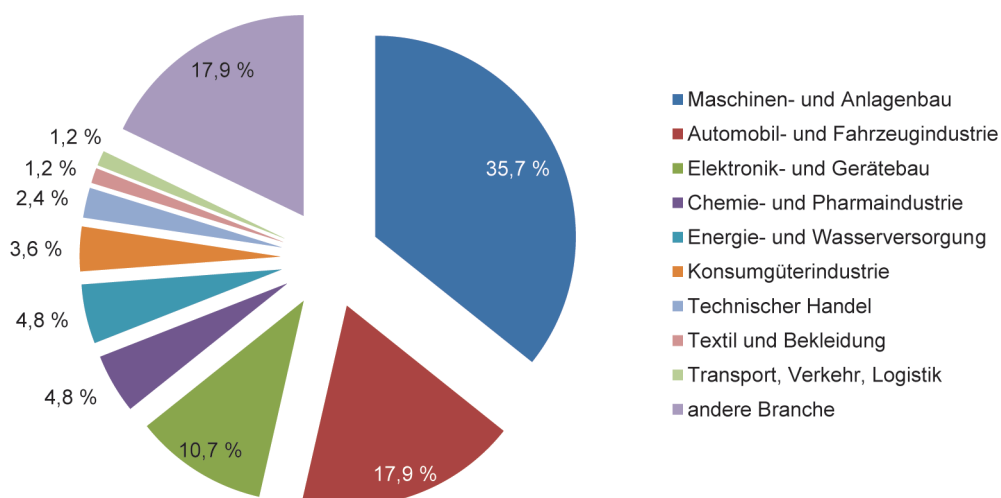


Bild 2: Teilnehmende Unternehmen nach Branchen (n=84)

gegenüber eine signifikant höhere Liefertermintreue realisieren.

Cyber-physische Systeme in der Produktion

- Besonders bei kleinen und mittleren Unternehmen gestaltet sich die echtzeitfähige Rückmeldung schwierig, da ca. 57 Prozent eine schriftliche Dokumentation verwenden. Bei Großunternehmen sind es im Gegensatz dazu nur 39 Prozent. Ihr bevorzugtes Instrument zur Datenerfassung sind BDE-Terminals (siehe Bild 4).
- Aufgrund der aktuell hohen Anzahl manueller Rückmeldungen sowie schriftlich dokumentierter Störungen ist eine echtzeitfähige und globale Vernetzung zum Austausch von Produktionsdaten derzeit nur eingeschränkt möglich.

- Durch das zum Teil nicht vorhandene Vertrauen in die eingesetzten Steuerungssysteme und die eingeschränkte Benutzerfreundlichkeit der User-Interfaces ist keine adäquate Mensch-Maschine-Kooperation möglich.

Big Data in der Produktion

- Aktuelle Feinsteuerungssysteme visualisieren Umplanungen, ohne dabei Ursache-Wirkungs-Beziehungen aufzuzeigen. Ein Lernen auf Basis von Ereignissen aus der Vergangenheit ist somit nicht möglich.
- Die schnelle Erfassung, Verarbeitung und Verwaltung großer Datenmengen ist aktuell noch immer ein technologischer Engpass.

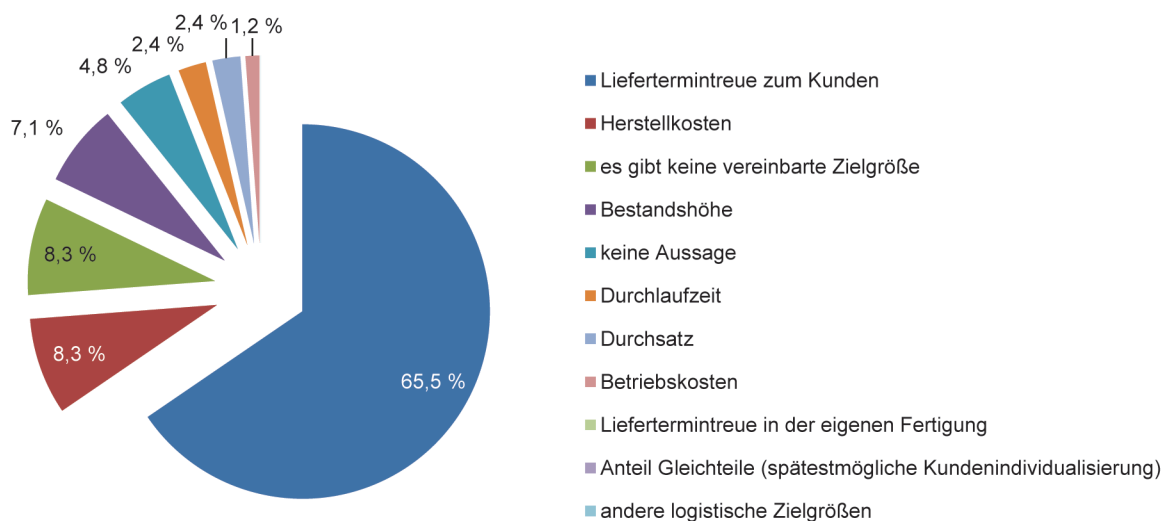


Bild 3: Primäre logistische Zielgröße produzierender Unternehmen (branchenneutral) (n=84)

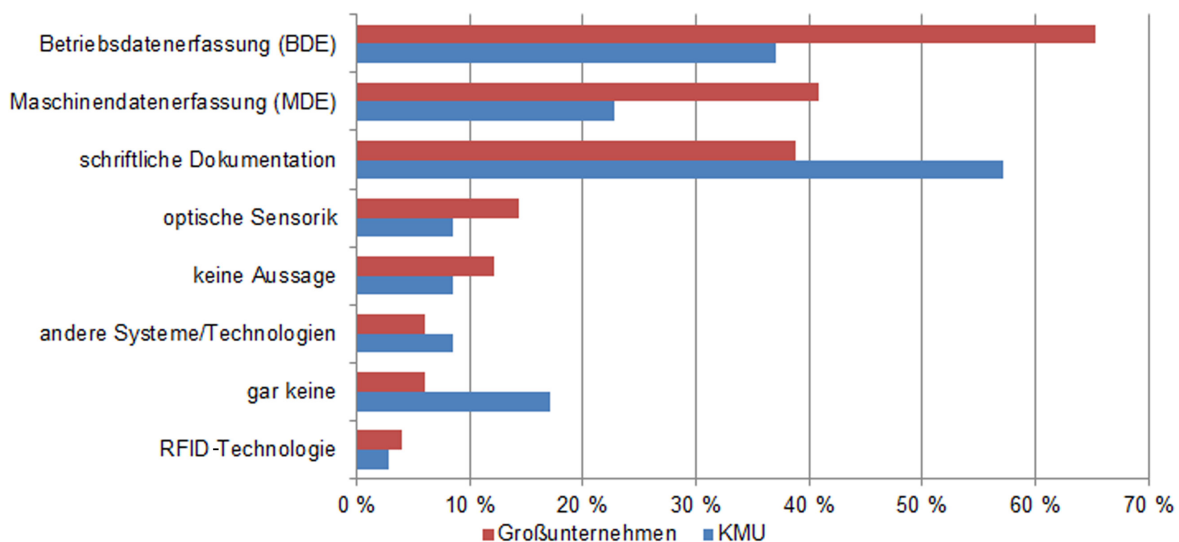


Bild 4: Technologieeinsatz zur Aufnahme von Bewegungs-, Bestands- und Positionsdaten (n=84)

B Ergebnisse der Untersuchung

1 Teilnehmer der Untersuchung

An der wiederholten Durchführung der Untersuchung „Produktion am Standort Deutschland“ nahmen im Jahr 2013 insgesamt 84 deutsche produzierende Unternehmen teil. Den größten Anteil der branchenspezifischen Industriezweige bildeten Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus (35,7 Prozent) sowie der Automobil- und Fahrzeugindustrie (17,9 Prozent) (siehe Bild 5).

Die KMU-Quote aller Teilnehmer, d. h. von Unternehmen mit einer Mitarbeiterzahl kleiner 500 und einem Jahresumsatz von weniger als 50 Mio. Euro (GÜNTERBERG 2012, S. 174ff.), beträgt ca. 42 Prozent. Befragt man die Teilnehmer nach ihrem Zuständig-

keitsbereich im Unternehmen, so lässt sich feststellen, dass sich der Großteil aus Geschäftsführern, Produktions- oder IT-/Organisationsleitern zusammensetzt (siehe Bild 6). Somit kann eine repräsentative Aussage der Ergebnisse im Hinblick auf die adressierten Themen (siehe Kapitel 2 – 6) gewährleistet werden.

Des Weiteren lässt sich hervorheben, dass rund 40 Prozent aller Teilnehmer der Fertigungsart „Einzel- und Projektfertiger“ entsprechen, was zusätzlich den hohen Anteil an Maschinen- und Anlagenbauern bestätigt. Unternehmen, die eine Massenfertigung betreiben bzw. keinen eigenen Fertigungsbereich besitzen, nehmen mit ca. 15 Prozent einen eher geringen Anteil ein (siehe Bild 7, S. 22).

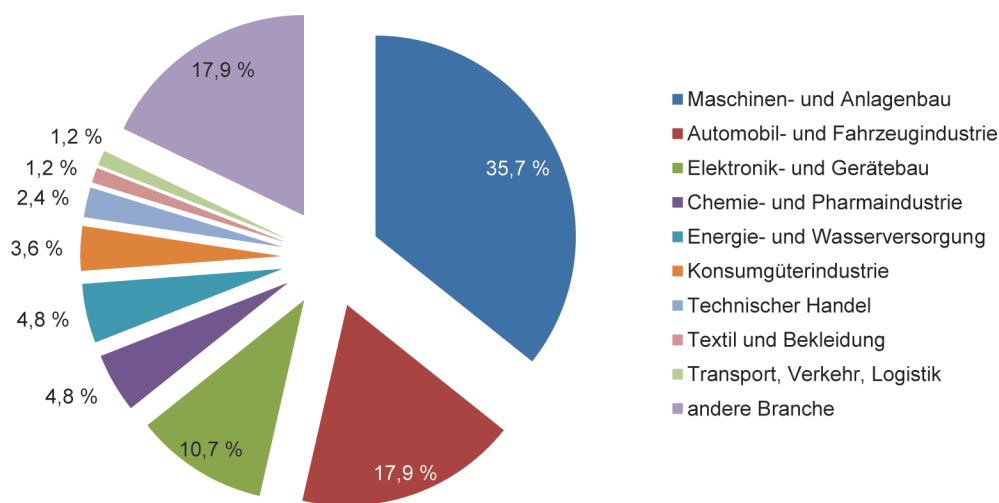


Bild 5: Teilnehmer der Unternehmen nach Branchen (n=84)

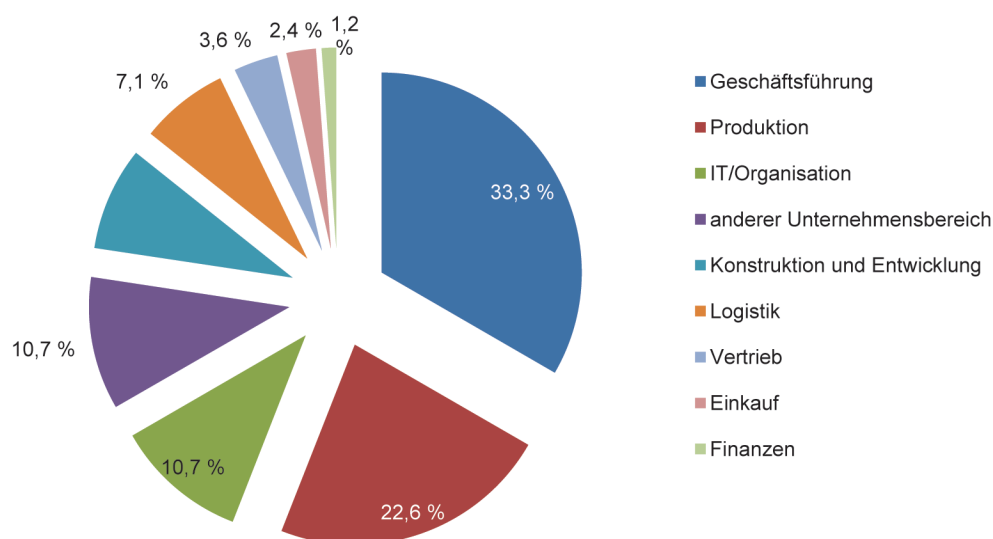


Bild 6: Teilnehmer der Untersuchung nach Unternehmensbereichen (n=84)

Vergegenwärtigt man sich jedoch die Position der teilnehmenden Unternehmen innerhalb der Lieferkette, so sind 60 Prozent der Teilnehmer den Original-Equipment-Manufacturern (OEM) zuzuordnen, ca. 35 Prozent sind Komponenten- und Teilefertiger und nur ein geringer Teil sind Rohstofflieferanten oder technische Zwischenhändler (siehe Bild 8).

In den weiterführenden Kapiteln werden zu den einzelnen Kern- und Trendthemen interessante und relevante Einzelaussagen sowie Kombinatoriken einzelner Themenbereiche dargestellt, die den Status quo im Hinblick auf die adressierten Themen der deutschen produzierenden Industrie beschreiben.

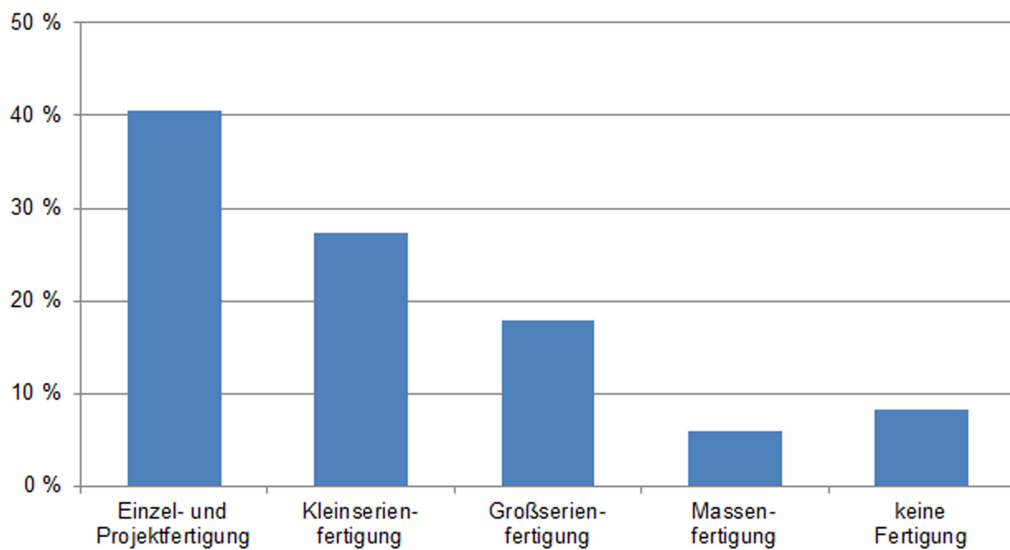


Bild 7: Teilnehmer der Untersuchung nach Fertigungsart (n=84)

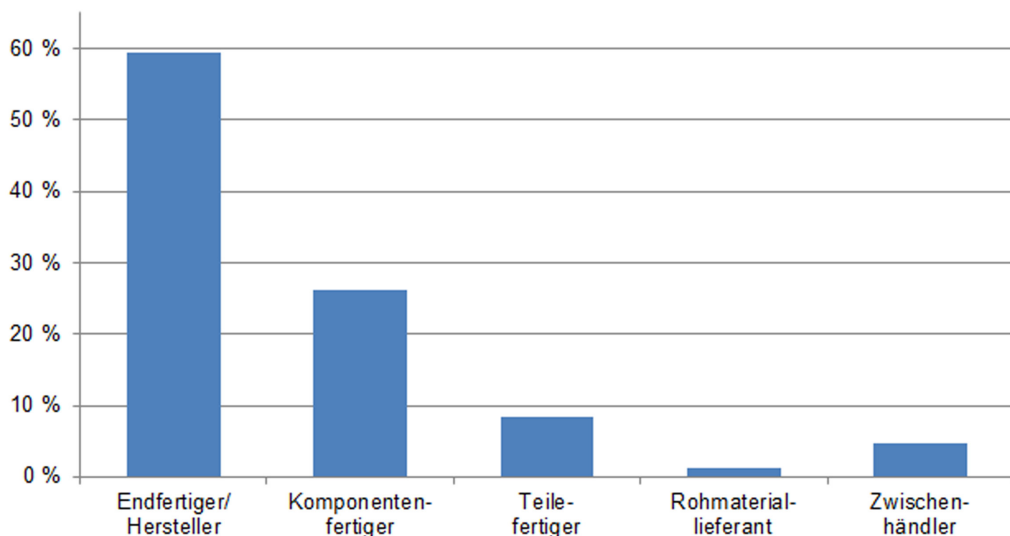


Bild 8: Teilnehmer der Untersuchung nach Position in der Lieferkette (n=84)

2 Ergebnisse: Produktionsplanung und -steuerung

Durch die zunehmende Vernetzung von Unternehmen wächst deren Fokus auf die überbetriebliche Kooperation, wovon insbesondere die Produktionsplanung und -steuerung (PPS) als wesentlicher Bestandteil innerhalb der Kundenauftragsabwicklung betroffen ist (SCHUH et al. 2012, S. 3ff.). Die Aufgabe der klassischen PPS, die innerbetriebliche Planung, wird dadurch um die Steuerung und Organisation von Netzwerken erweitert. Hieraus resultiert die Herausforderung für Unternehmen, die Abwicklung von Aufträgen entlang der kompletten Supply-Chain zu gewährleisten (SCHUH et al. 2012, S. 3). Bei der Produktionsplanung und -steuerung müssen alle Räder exakt ineinandergreifen, um die Erreichung der Unternehmensziele zu gewährleisten. Dies wird durch die Definition entsprechender logistischer Zielgrößen unterstützt.

2.1 Führende logistische Zielgröße

Auf die Frage, welche logistische Zielgröße bei ihnen führend ist, geben 65,5 Prozent der befragten Unternehmen die Liefertermintreue zum Kunden als Top-Zielsetzung ihrer PPS an (siehe Bild 9). Dies ist darauf zurückzuführen, dass aufgrund des Vorhandenseins von gesättigten Käufermärkten eine reine Produktdifferenzierung nur selten einen ausreichenden Wettbewerbsvorteil zu schaffen vermag und Unternehmen daher versuchen, den Kundennutzen durch eine zuverlässige Termineinhaltung zu erhöhen.

Mit einer relativen Häufigkeit von 8,3 Prozent werden die Herstellkosten wie auch die Antwort „Es gibt keine vereinbarte Zielgröße“ genannt. Des Weiteren

wird die Bestandshöhe mit 7,1 Prozent der befragten Unternehmen als primäres Ziel verfolgt.

2.2 Maßnahmen zur Herstellung einer hohen Liefertermintreue

Resultierend aus der Relevanz der logistischen Zielgröße „Liefertermintreue zum Kunden“, werden die Maßnahmen erhoben, welche Unternehmen ergreifen, um eine hohe Liefertermintreue zu erreichen (siehe Bild 10, S. 24). Hierbei geben 59,5 Prozent der Unternehmen an, mit Überstunden und Zusatzschichten zu arbeiten, um eine rechtzeitige Kundenbelieferung zu ermöglichen. Weitere Maßnahmen aus dem Themenfeld des Kapazitätsmanagements sind die Vergabe von Aufträgen an Dritte (32,1 Prozent) und das gezielte Freihalten interner bzw. externer Produktionskapazitäten (22,6 Prozent bzw. 8,3 Prozent). Während diese Maßnahmen allesamt die Stellschraube Kapazität bedienen, setzt die Bevorratung von Artikeln (50,0 Prozent) bei der Lagerhaltung an. Sowohl durch Überstunden und Zusatzschichten als auch durch Lagerung nehmen Unternehmen Mehrkosten in Kauf, um Kundenzufriedenheit und somit Kundenbindung zu erzielen.

2.3 Tatsächliche Liefertermintreue

Die tatsächliche Liefertermintreue liegt bei gut zwei Dritteln der Unternehmen über 85 Prozent. Dagegen weisen lediglich 8,3 Prozent der Unternehmen eine Liefertermintreue zwischen 70 und 84 Prozent auf. Die Einhaltung der bestätigten Liefertermine von nur 50 bis 69 Prozent der Aufträge trifft bei 4,8 Prozent der Unternehmen zu. Weniger als jeden zweiten Auftrag pünktlich liefern nur 2,4 Prozent der Unternehmen (siehe Bild 11, S. 24).

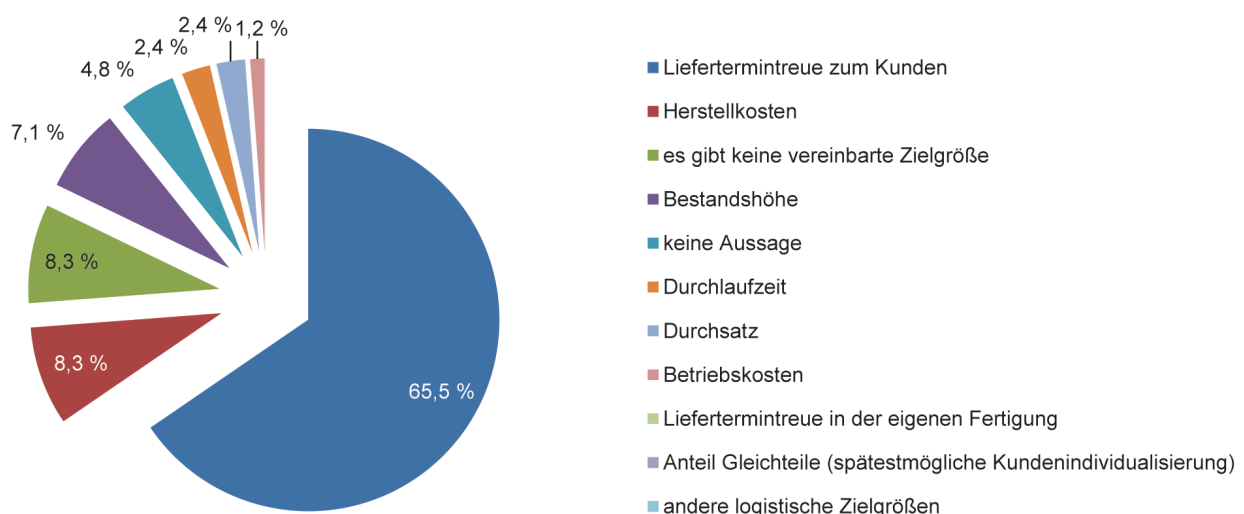


Bild 9: Die führende logistische Zielgröße in produzierenden Unternehmen (n=84)

Um die Differenzen der tatsächlichen Liefertermintreue zwischen den einzelnen Unternehmen erklären zu können, bietet sich eine Betrachtung der Maßnahmen an, welche die jeweiligen Unternehmen zur Herstellung einer hohen Termintreue einsetzen. Hierbei lassen sich jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den eingesetzten Maßnahmen von Unternehmen mit einer hohen und Unternehmen mit einer niedrigen Liefertermintreue (LTT) feststellen. Beide Unternehmensgruppen setzen verstärkt auf die Maßnahmen „Überstunden und Zusatzschichten“ und die „Bevorratung von Artikeln“. Auch die Vermutung, dass Unternehmen mit einer hohen Liefertermintreue verstärkt die führende logistische Zielgröße „Liefertermintreue zum Kunden“ anwenden, bestätigt sich nicht. Mit durchschnittlich 75 Prozent (Unternehmen mit hoher LTT) bzw. 73 Prozent (Unternehmen mit niedriger LTT)

ist die Verfolgung dieser Zielgröße näherungsweise gleich häufig bei beiden Unternehmensgruppen vertreten. Eine Erklärung lässt sich dagegen durch die Betrachtung der Unternehmensbranchen finden. 66,7 Prozent der Unternehmen mit einer tatsächlichen Liefertermintreue größer 85 Prozent stammen aus den drei Branchen Automobil- und Fahrzeugindustrie, Maschinen- und Anlagenbau und Elektronik- und Gerätebau.

2.4 Aktuelle Defizite in der PPS und Maßnahmen zu deren Behebung

Da weder die Wahl der führenden logistischen Zielgröße noch die Maßnahmen zur Erreichung einer hohen Liefertermintreue eine Erklärung für die unterschiedliche Güte der Liefertermineinhaltung der befragten Unternehmen geben, wird die PPS be-



Bild 10: Maßnahmen zur Herstellung einer hohen Liefertermintreue (n=84, Mehrfachnennung möglich)

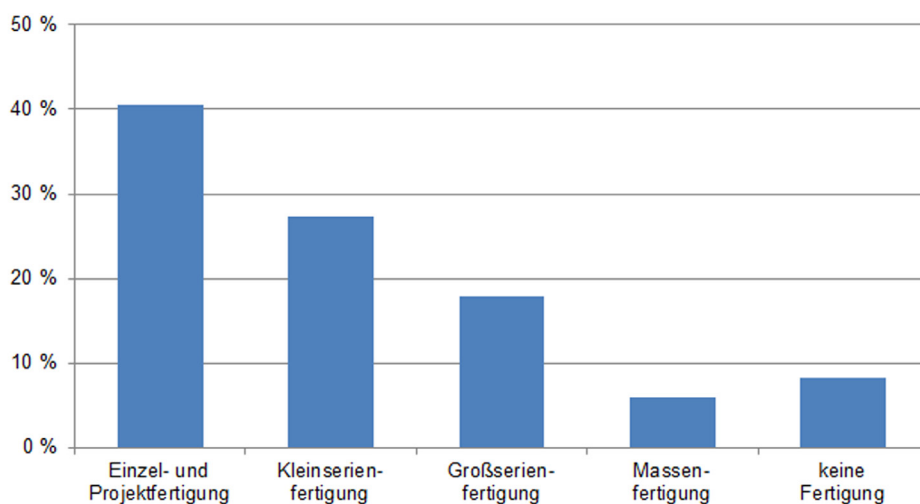


Bild 11: Tatsächliche Liefertermintreue zum Kunden über alle Branchen (n=84)

züglich ihrer aktuellen Defizite und der eingesetzten Maßnahmen zur Defizitbehebung analysiert.

Im Ergebnis wird eine ungleichmäßige Kapazitätsauslastung mit 56 Prozent als Hauptdefizit genannt (siehe Bild 12). Mit einer vergleichbaren Häufigkeit von 54,8 Prozent wird die Vorhaltung konkreter Reaktionsstrategien, wie die der flexiblen Kapazitätsanpassung, als Maßnahme zur Defizitbehebung angeführt (siehe Bild 13). Darauf folgen mit einem Nennanteil zwischen 26 und 30 Prozent verschiedene Defizite aus dem Bereich der Produktionspla-

nung. Diese Planungsfehler resultieren aus der Verwendung und Ermittlung ungenauer Werte (z. B. bezüglich Absatzzahlen) sowie aus der fehlenden Erhebung relevanter Daten (z. B. zur Verfolgung des Auftragsfortschritts).

Weitere wichtige Maßnahmen zur Mängelreduktion werden in der eigenverantwortlichen Planung und Steuerung einzelner Prozessschritte durch die ausführende Abteilung (52,4 Prozent) sowie in der Verarbeitung von Rückmeldedaten in Echtzeit (36,9 Prozent) gesehen.

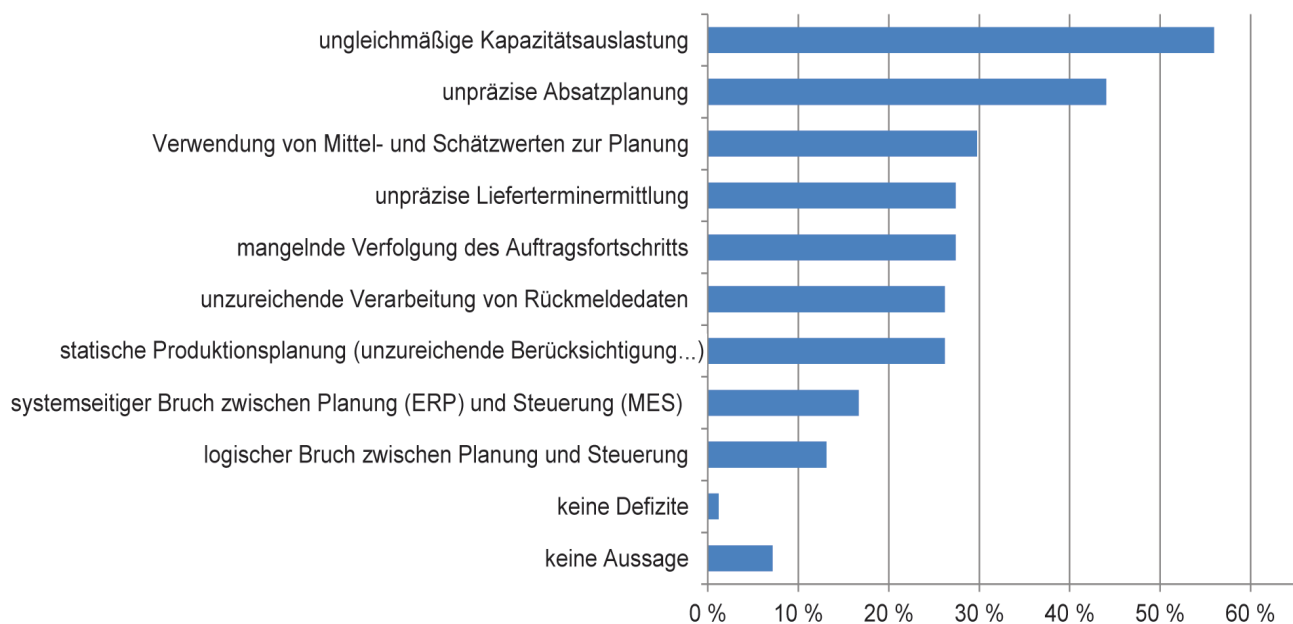


Bild 12: Aktuelle Defizite in der Produktionsplanung und -steuerung (n=84, Mehrfachnennung möglich)

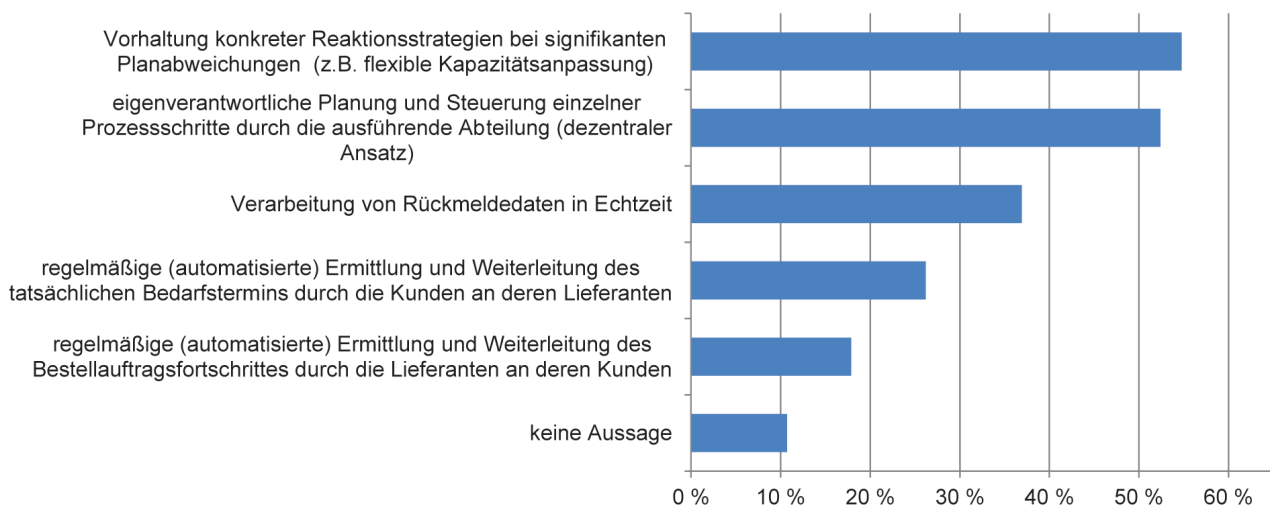


Bild 13: Maßnahmen zur Behebung aktueller Defizite in der Produktionsplanung und -steuerung (n=84, Mehrfachnennung möglich)

2.5 Kriterien zur Reihenfolgebildung in der Produktion

Die festgestellte hohe Relevanz der Zielgröße „Liefertermintreue“ spiegelt sich auch in den angewendeten Kriterien zur Bildung von Auftragsreihenfolgen in der Produktion wider. Hierbei findet in 65,5 Prozent der Fälle eine Terminsteuerung statt (siehe Bild 14), wodurch der Liefertermin direkt als Zielgröße der Steuerung verwendet wird. Am zweithäufigsten wird das FIFO-Prinzip zur Reihenfolgebildung verwendet. Indem Aufträge, welche zuerst an einer Arbeitsstation ankommen, auch zuerst abgearbeitet werden, bewirkt dieses Prinzip eine niedrige Streuung der Durchlaufzeiten und somit eine hohe Planbarkeit des Fertigstellungstermins. Sowohl das FIFO-Prinzip als auch die direkte Verwendung des Liefertermins als Steuerungsgröße fördern eine hohe Liefertermintreue.

2.6 Hypothese Produktionsplanung und -steuerung

Ergänzend zur Aufnahme des aktuellen Stands der PPS wurden die Unternehmen nach ihrer Zustimmung zu folgender Hypothese gefragt:

Die zukünftige Logik zur Planung und Steuerung der Produktion sollte auf einem dezentralen Ansatz basieren (unter Einbeziehung überbetrieblicher Aspekte) sowie die Verarbeitung von Echtzeitdaten ermöglichen.

Diese Aussage unterstützen 72,6 Prozent der Unternehmen in Gänze („volle Zustimmung“) bzw. grundsätzlich. Ein Vergleich der Schlüsselbranchen Maschinen- und Anlagenbau und Automobil- und Fahrzeugindustrie weist keine signifikanten Unterschiede auf (siehe Bild 15).

Eine Filterung der Ergebnisse anhand der Unternehmensbereiche zeigt, dass Geschäftsführer und Pro-

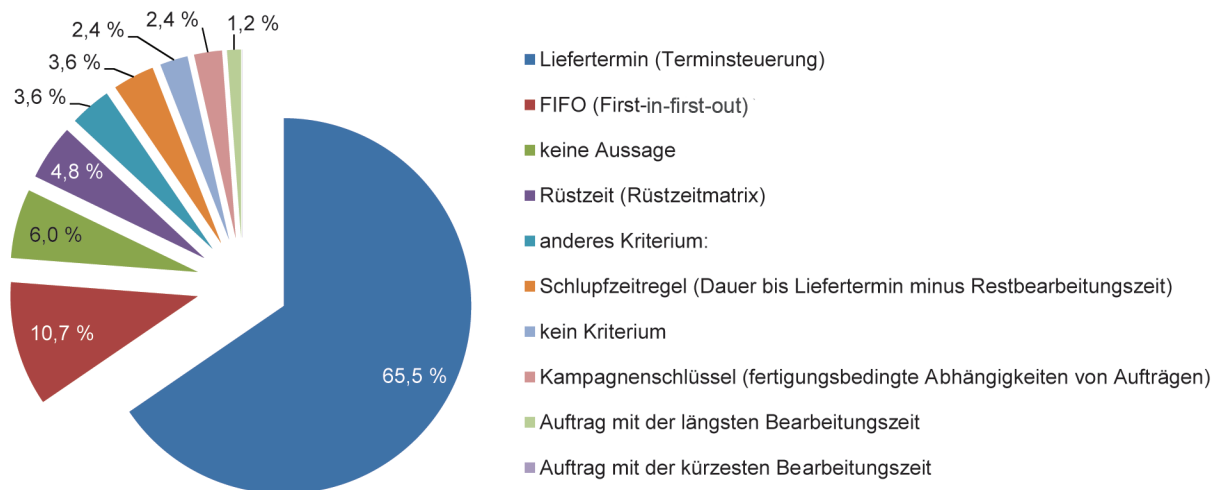


Bild 14: Kriterien zur Reihenfolgebildung in der Produktion (n=84)

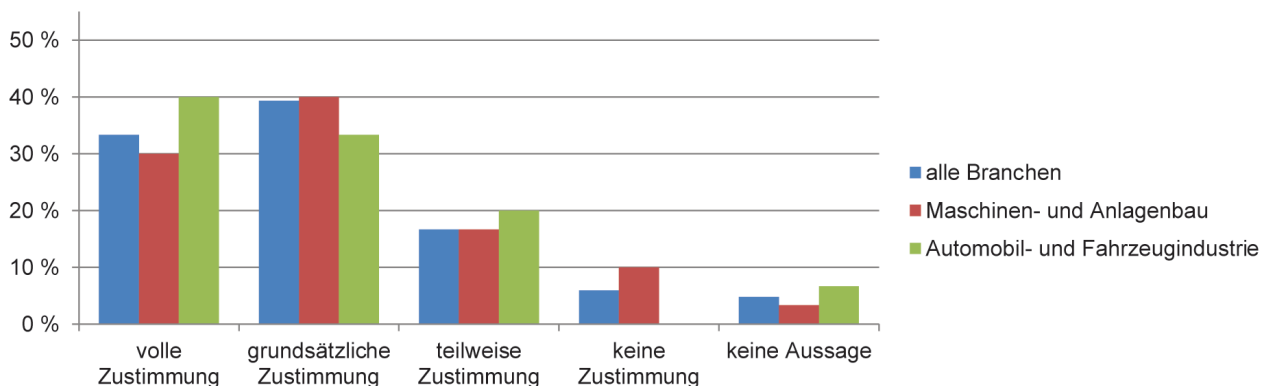


Bild 15: Hypothese Produktionsplanung und -steuerung nach Branchen (n=84)

duktionsleiter mit ca. 79 Prozent voller bzw. grundsätzlicher Zustimmung gleichermaßen überzeugt davon sind, dass künftige PPS-Systeme dezentral und unter Einbeziehung von Echtzeitdaten gestaltet werden sollten. Während seitens der Geschäftsführung niemand die Aussage ablehnt, ist ein Zehntel der befragten Produktionsleiter gegen die Dezentralisierung der PPS (siehe Bild 16).

Die Verbindung der Antworten mit der jeweiligen Unternehmensgröße ist in Bild 17 dargestellt. Der Anteil von KMU und Großunternehmen, welche die Hypothese vollständig bzw. grundsätzlich unterstützen, ist hierbei mit 74 bzw. 71 Prozent ausgeglichen.

2.7 Vergleich der Ergebnisse 2011 und 2013

Bei einem Vergleich der Erhebungsdaten aus den Jahren 2011 und 2013 ist auffällig, dass für die meisten Fragestellungen eine hohe Aussagenkonsistenz konstatiert werden kann. So wird einerseits die Liefertermintreue weiterhin von ca. zwei Drit-

teln der Unternehmen als führende logistische Zielgröße genannt und bleibt andererseits als führendes Steuerungskriterium der Fertigung bestehen. Des Weiteren stagnieren die Werte der tatsächlichen Liefertermintreue. 2011 lag die tatsächliche Liefertermintreue zum Kunden > 85 Prozent bei 69,6 Prozent und 2013 liegt sie bei 67,9 Prozent. Zu deren Erreichung setzen Unternehmen weiterhin überwiegend Maßnahmen aus dem Bereich des Kapazitätsmanagements sowie die Bevorratung von Artikeln ein.

Während die Defizite in der PPS nur geringfügige Veränderungen hinsichtlich der Häufigkeit der Nennung einzelner Antwortalternativen erfuhren, lässt sich bei den Maßnahmen zu deren Behebung eine Auffälligkeit feststellen: Wurde 2011 noch ausschließlich die Vorhaltung konkreter Reaktionsstrategien (z. B. flexible Kapazitätsanpassung) als Hauptmaßnahme (58,1 Prozent) genannt, so hat sich inzwischen die eigenverantwortliche Planung und Steuerung einzelner Prozessschritte durch die ausführende Abteilung als weitere wichtige Maßnah-

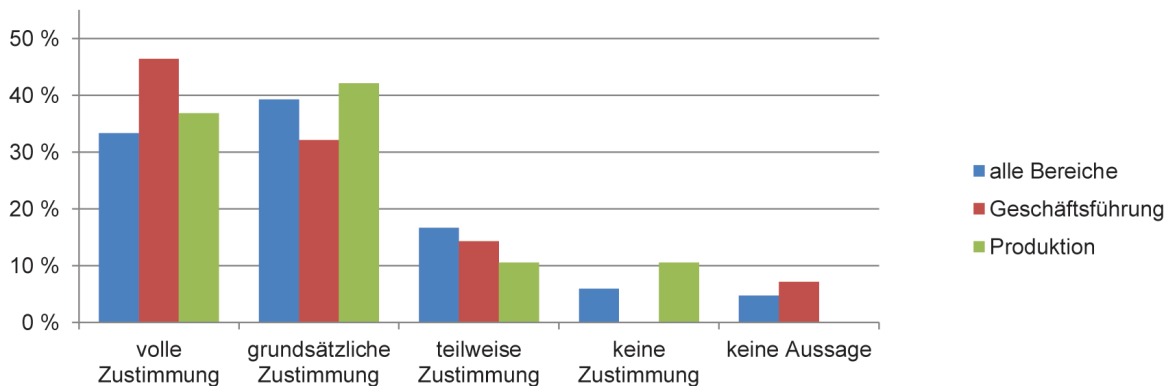


Bild 16: Hypothese Produktionsplanung und -steuerung nach Unternehmensbereichen (n=84)

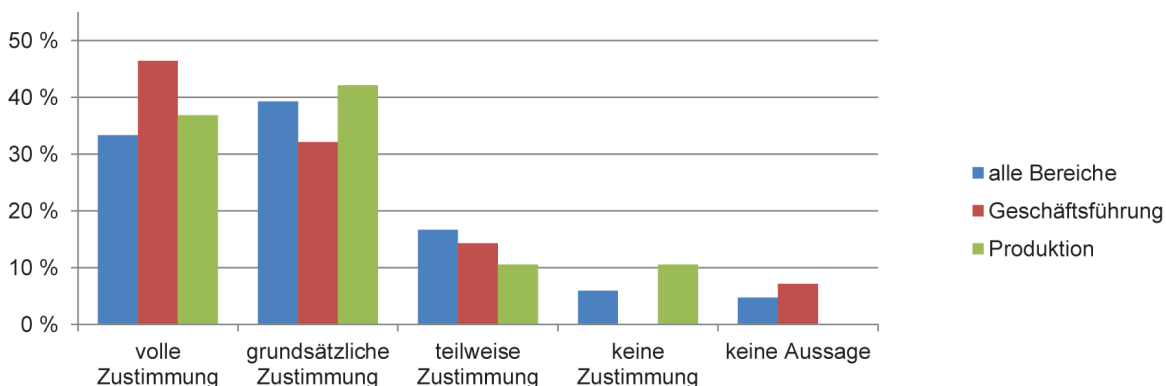


Bild 17: Hypothese Produktionsplanung und -steuerung nach Unternehmensgröße (n=84)

me mit einer Nennung von über 50 Prozent etabliert. Dieser Aspekt der Dezentralisierung der PPS ist ebenfalls Gegenstand der abgefragten Hypothese (ob die zukünftige Logik zur Planung und Steuerung der Produktion auf einem dezentralen Ansatz basieren sowie die Verarbeitung von Echtzeitdaten ermöglichen sollte). Während 2011 noch 100 Prozent der Produktionsleiter vollständig bzw. grundsätzlich von der Gültigkeit dieser Hypothese überzeugt waren, sind es 2013 nur noch 79 Prozent. So, wie die Zustimmung der Produktionsleiter gesunken ist, stieg sie bei den Geschäftsführern auf ebenfalls 79 Prozent, sodass die Bereiche Geschäftsführung und Produktion aktuell gleichermaßen die Hypothese stützen. Die Hypothese wurde 2011 nur von Geschäftsführern und 2013 nur von Produktionsleitern abgelehnt (siehe Bild 18).

Abschließend lässt sich feststellen, dass der Kernbereich PPS weiterhin mehrheitlich an der Kennzahl Liefertermintreue ausgerichtet wird. Die Liefertermintreue wird jedoch von den Unternehmen unterschiedlich gut erreicht. Während bezüglich aktueller Defizite in der PPS keine signifikanten Unterschiede zwischen den Jahren 2011 und 2013 festzustellen sind, wird der Verbesserungsmaßnahme „Dezentrale Planung und Steuerung einzelner Prozessschritte“ heute verstärkt Bedeutung beigemessen. Dies korreliert mit der aktuell hohen Zustimmung von 72,6 Prozent der Unternehmen, dass die Zukunft der PPS in dezentralen, echtzeitfähigen Systemen liegt.

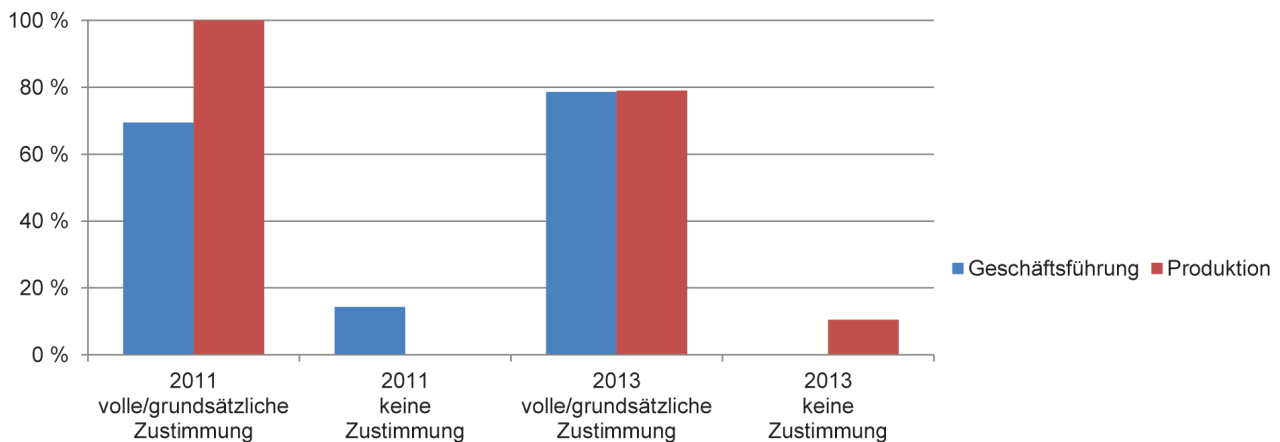


Bild 18: Hypothese Datenmanagement in der Produktion nach Unternehmensbereichen 2011 und 2013 (2011: n=148 / 2013: n=84)

3 Ergebnisse: IT-Unterstützung in der Produktion

Momentan erschweren heterogen aufgebaute IT-Landschaften, vor allem fehlende Standardschnittstellen und eine vorherrschende Subsystemvielfalt, die für eine hohe Planungsqualität und -sicherheit notwendige Datenqualität und Informationsbereitstellung (STRAUBE et al. 2008, S. 39). In den verschiedenen Planungsebenen Überbetriebliche Planung, Grobplanung, Feinplanung und Shopfloorebene werden unterschiedliche Softwaresysteme (SCM-, ERP-, MES- und BDE-/MDE-Systeme) zur Planung, Steuerung und Überwachung der Produktion sowie der logistischen Prozesse eingesetzt (siehe Bild 19). Zwischen den vier Ebenen und den jeweils eingesetzten Systemen ist meist kein durchgängiger Informationsfluss möglich, vor allem, wenn Produkte unterschiedlicher Hersteller eingesetzt werden. Lediglich zu den am weitesten verbreiteten ERP-Systemen wie SAP ERP, Infor ERP.LN oder Microsoft Dynamics existieren Schnittstellen, während dies bei den Softwarelösungen kleiner und mittlerer Anbieter die Ausnahme ist. Diese Praxis offenbart eine der größten Schwächen von ERP-, MES- und SCM-Systemen: Die fehlende homogene und planungsebenenübergreifende Systemstruktur macht eine globale und ganzheitliche Überwachung, Planung und Steuerung schwer realisierbar. Aus dieser Unzulänglichkeit resultieren beispielsweise den intransparenten Planungshorizonten geschuldete, un-

realistische Liefertermine und in der Folge Mängel in der Liefertermintreue zum Kunden (SCHUH, WESTKÄMPER 2006, S. 39ff.).

Darüber hinaus beeinträchtigen nichteindeutige Datensätze und unzureichend synchronisierte Stammdaten wie Stücklisten oder Materialstammsätze in ERP- und PDM-Systemen (siehe Bild 19) die Planungs- und Steuerungsaktivitäten des Produktionssystems, zumal diese mangels intelligenter Sensorik auf BDE-Ebene oft gar nicht erfasst werden. Damit kann selbst mit exakten mathematischen Planungsverfahren keine netzwerkübergreifende Koordination der Planungs- und Steuerungsprozesse erreicht werden (STRAUBE et al. 2008, S. 39), da die notwendigen Ausgangsdaten mangelhaft oder schlicht nicht vorhanden bzw. erfasst sind.

Defizitäre Datenqualität und Folgen wie unrealistische Planzeiten und -vorgaben beeinträchtigen auch den inneren Betriebsablauf, da trotz theoretisch exakter Zeiteinteilungen teils massive Abweichungen in der innerbetrieblichen Durchlaufzeitermittlung entstehen. Dies hat umso stärkere Auswirkungen, je genauer die Terminierungsprozesse angelegt sind, da sich durch eine enge Staffellung jede Verzögerung auf das gesamte Termingerüst auswirkt. Diese induzierten Verschiebungen lassen sich gerade in MES-gesteuerten Produktionsbereichen häufig beobachten.

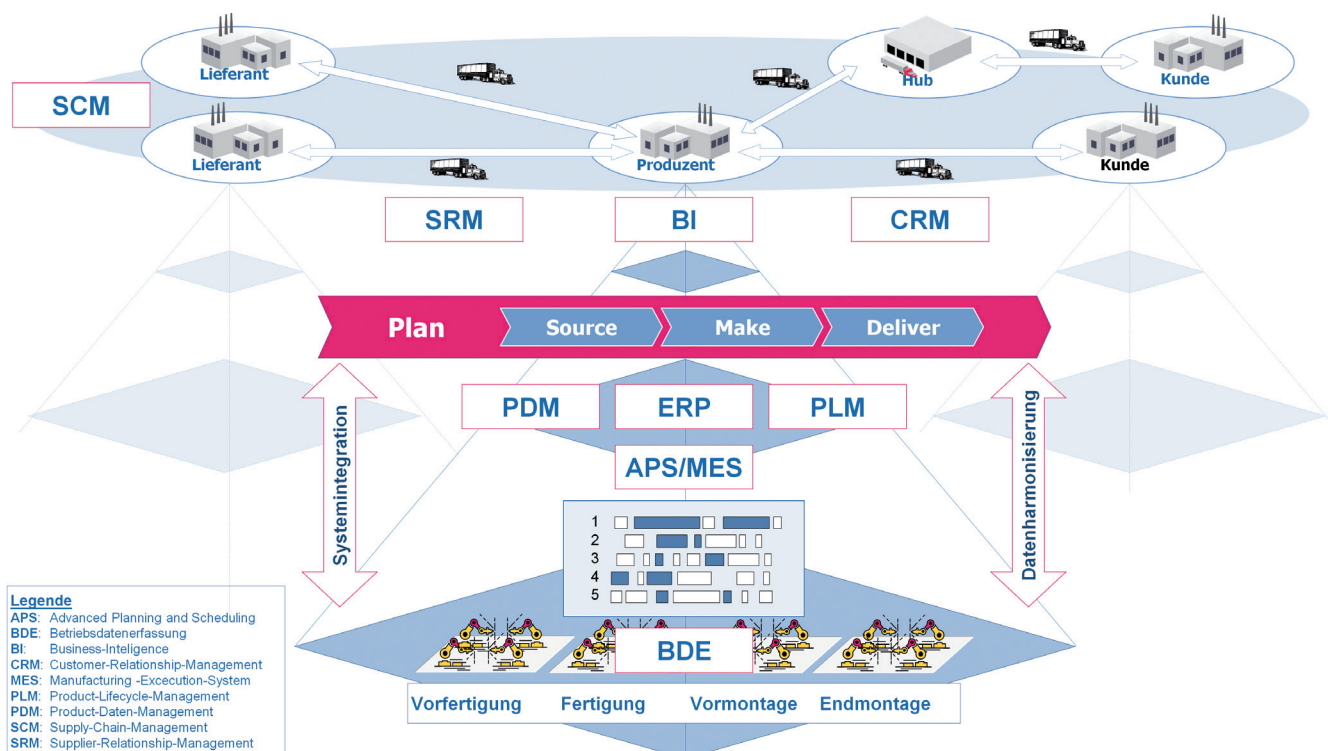


Bild 19: Unternehmerische Planungsebenen und deren IT-Unterstützung

3.1 Eingesetzte IT-Systeme

Bild 19 (siehe S. 29) zeigt die große Vielzahl unterschiedlicher IT-Systeme, welche in einem produzierenden Unternehmen eingesetzt werden. Diese in Einklang zu bringen und im optimalen Fall über Schnittstellen miteinander zu verbinden, ist mit hohem Aufwand verbunden.

Bereits zu Beginn dieses Kapitels wurde analysiert, welche IT-Systeme in deutschen produzierenden Unternehmen aktuell zum Einsatz kommen (siehe Bild 20). Demnach greifen drei Viertel aller befragten Unternehmen für die Auftragsabwicklung hauptsächlich auf ein an die unternehmensspezifischen Anforderungen angepasstes Standard-ERP-System zurück, wobei auch die Vorläufergeneration der heutigen ERP-Systeme, die sogenannten PPS-Systeme, immer noch bei 73,8 Prozent der produzierenden Systeme zum Einsatz kommt.

Eine weite Verbreitung mit jeweils etwa 55 Prozent weisen außerdem CAD-Systeme zur Konstruktion und Entwicklung von Produkten sowie Systeme zum Kundenbeziehungsmanagement und zur Betriebsdatenerfassung auf. BDE-Terminals finden vor allem bei der manuellen oder teilautomatisierten Rückmeldung von Produktionsaufträgen Anwendung.

Geringeren Anklang mit lediglich 16,7 Prozent finden derzeit für die überbetriebliche Planung genutzte SCM-Systeme. Ähnlich steht es um die Verbreitung von SRM-Systemen zur Unterstützung des Lieferantenmanagements, da laut einer Studie von 2006 die Korrespondenz mit dem Lieferanten im

Maschinen- und Anlagenbau in mehr als 90 Prozent der Fälle nach wie vor über die klassischen Übertragungsmedien wie Fax, Telefon, E-Mail und Post abläuft (SCHUH, WESTKÄMPER 2006, S. 43).

Die mit 38,1 Prozent auffällig hohe Prozentzahl zusätzlich eingesetzter IT-Systeme ist ein Beleg für die zuvor angesprochene Subsystemvielfalt und zeigt außerdem, dass die sich im Einsatz befindlichen Standardlösungen aus Sicht der Unternehmen zur Planung und Steuerung des Produktionssystems unerlässlich sind, um allen Anforderungen zu genügen. Letztere ändern sich jedoch fortwährend, sodass eine kontinuierliche Anpassung der Erstkonfiguration der ERP-/PPS-Systeme, die immerhin eine Lebensdauer von 10 – 15 Jahren besitzen, zwar notwendig wäre, in der Praxis jedoch nur selten umgesetzt wird. Vielmehr werden kleinere Insellösungen in Form von Excel, Access oder anderen Anwendungen genutzt, um fehlende funktionale Unterstützung zu kompensieren. Damit steigt mit der Zeit die Zahl der parallel laufenden Systeme, wobei Abhängigkeiten untereinander entstehen und Teile der IT-Landschaft nicht mehr komplikationslos entfernt oder ersetzt werden können. In der Folge müssen Unternehmen im Schnitt alle 10 – 15 Jahre große Teile ihrer Systemstrukturen neu konzipieren.

3.2 Schnittstellen zu ERP-/PPS-Systemen

Nach der vorangegangenen Bestandsaufnahme wurde nun untersucht, welche der eingesetzten IT-Systeme derzeit über Schnittstellen mit dem ERP-/PPS-System verfügen (siehe Bild 21). Es zeigte sich, dass zwar 72,6 Prozent der Unternehmen CAD-Systeme nutzen,

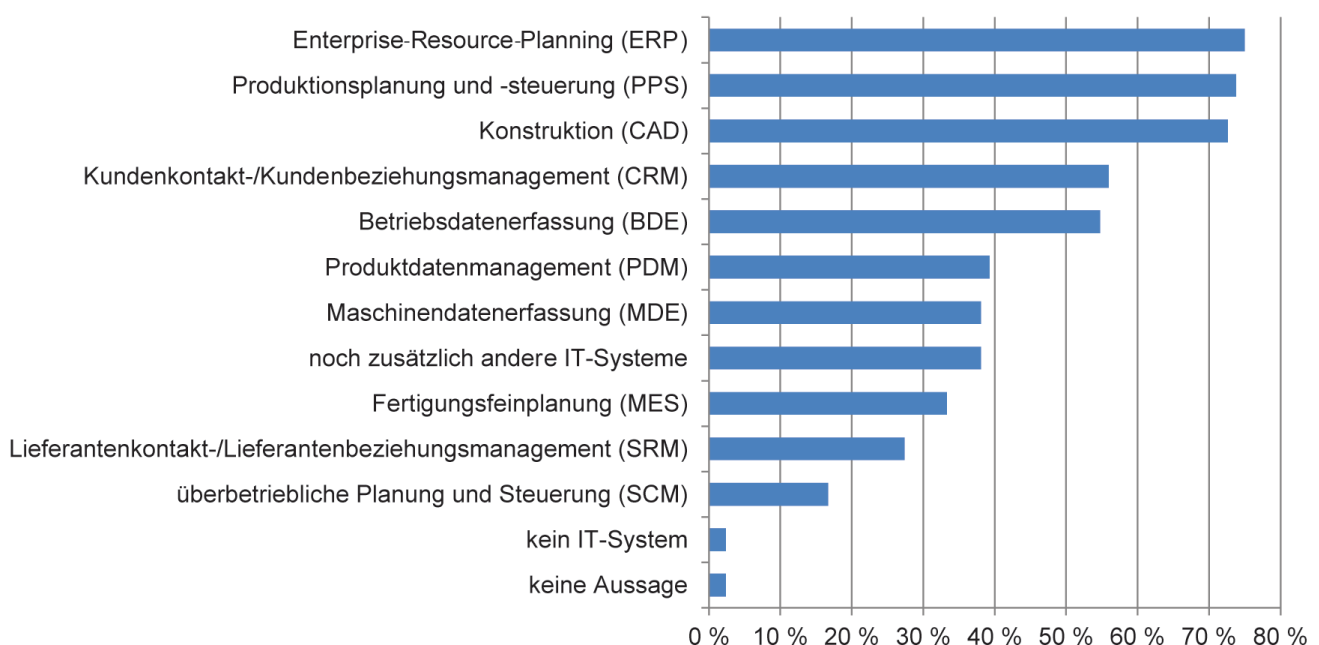


Bild 20: Einsatz von IT-Systemen in produzierenden Unternehmen (n=84, Mehrfachnennung möglich)

jedoch nur 39,3 Prozent davon auch mit dem jeweils eingesetzten ERP-System verbunden sind. Dies hat zur Folge, dass die gerade im Maschinen- und Anlagenbau enorm wichtigen Zeichnungs- und Konstruktionsdaten parallel in unterschiedliche Systeme eingepflegt bzw. manuell von dem einen in das andere übertragen werden müssen. Diese Praxis birgt naturgemäß viele Fehlerquellen bei der Übertragung und Synchronisation. Unternehmen in einer solchen Situation mit einem hohen Anteil an Entwicklungs- und Konstruktionsaufträgen können diese Probleme mit dem Einsatz eines sogenannten PDM-Systems vermeiden, welches CAD- und ERP-System miteinander verknüpft. Es bleibt jedoch festzulegen, welches der beiden IT-Systeme die Hoheit über die Artikelstammdaten innehat.

Eine verhältnismäßig gute Anbindung an das eingesetzte ERP-System liegt bei MES-Systemen vor, die in 82,1 Prozent der Fälle mit diesem verbunden sind. Das MES-System übernimmt die Feinplanung der Produktionsaufträge, nachdem diese aus der Grobplanungsebene des ERP-Systems übertragen wurden. Dieses enge Zusammenwirken erfordert zwingend eine vollständige Integration der beiden IT-Systeme ineinander, um eine ganzheitliche Produktionsplanung und damit konsistente und synchronisierte Planungsergebnisse erzielen zu können.

Auch die enge Verknüpfung von SCM- mit ERP-Systemen schreitet voran, wie aus Bild 20 (siehe S. 30) abzuleiten ist. Wenn auch nur 16,7 Prozent der befragten Unternehmen SCM-Systeme einsetzen, sind diese jedoch in über 85 Prozent der Fälle auch tatsächlich mit dem eingesetzten ERP-System verbunden. Demzufolge steigt der Stellenwert unternehmensübergreifender Planung durch horizontale Integ-

ration entlang der Supply-Chain genauso wie der der Planung innerhalb globaler Unternehmensnetzwerke und deren Dokumentation im ERP-System.

3.3 Potenziale durch integrierte IT-Systeme

Potenziale, die durch integrierte IT-Systeme erschlossen werden können, ergeben sich aus der Befragung der produzierenden Unternehmen in Deutschland, deren Ergebnisse in Bild 22 (siehe S. 32) dargestellt sind. So kann beispielsweise ein unkomplizierter und schneller Zugang zu relevanten Daten eines Produktionssystems erfolgen, wenn entsprechende Planungssysteme vollständig integriert sind. Dieser Meinung sind auch 57,1 Prozent der befragten Unternehmen bei der These, dass durch die IT-System-Integration verbesserte und durchgängige Planungs- und Steuerungsprozesse in der Produktion ermöglicht werden können. Außerdem ermöglichen im Vorfeld erstellte Reaktionsstrategien und -routinen ein sofortiges und strukturiertes Handeln, um auf Schwankungen im dynamischen Marktumfeld zu reagieren, vorausgesetzt, es liegen zeitnahe Informationen über eventuelle Störungen durch das IT-System vor.

Zudem bemerken etwa 50 Prozent der befragten Unternehmen durch die Integration ihrer IT-Systeme deutlich verbesserte Planungsergebnisse und einen signifikant erhöhten Zielerreichungsgrad der logistischen Planungsgröße. Diese Praxis würde sich in Form einer durch die Vermeidung fehleranfälliger manueller Datenübertragungen sowie redundanter Datenhaltung verbesserten Planungsqualität ebenso zeigen wie durch eine verbesserte Einhaltung des logistischen Zielsystems.

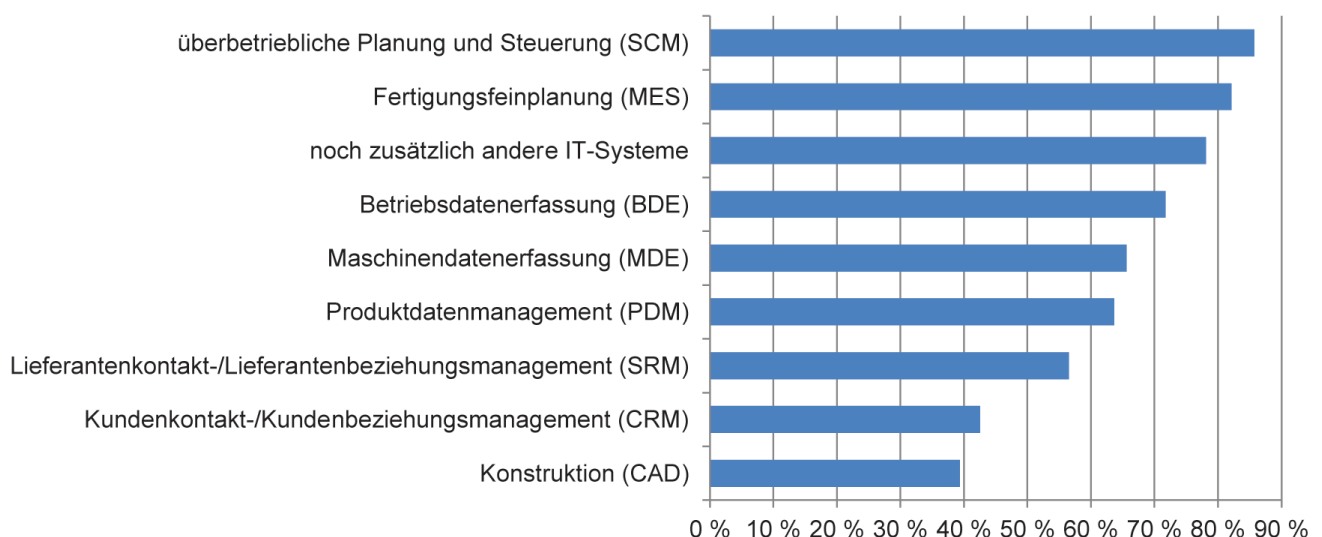


Bild 21: Bestehende Schnittstellen zu ERP-/PPS-Systemen in produzierenden Unternehmen (n=84, Mehrfachnennung möglich)

3.4 Hypothese IT-Unterstützung in der Produktion

Nach den Befragungen zu IT-Systemen, Schnittstellen und Potenzialen wurde den Unternehmen folgende These vorgelegt:

Volle bzw. grundsätzliche Zustimmung fand diese Aussage bei 90,5 Prozent der befragten Unternehmen, die demzufolge die Auffassung vertreten, dass die Integration von IT-Systemen dazu beiträgt, mehr Transparenz innerhalb der Auftragsabwicklungsprozesse zu schaffen sowie manuelle Tätigkeiten aufgrund wegfallender Medienbrüche zu reduzieren.

Die Integration von IT-Systemen schafft mehr Transparenz und reduziert manuelle Tätigkeiten aufgrund wegfallender Medienbrüche innerhalb der Auftragsabwicklungsprozesse.



Bild 22: Potenziale durch eine integrierte IT-Systemlandschaft (n=84, Mehrfachnennung möglich)

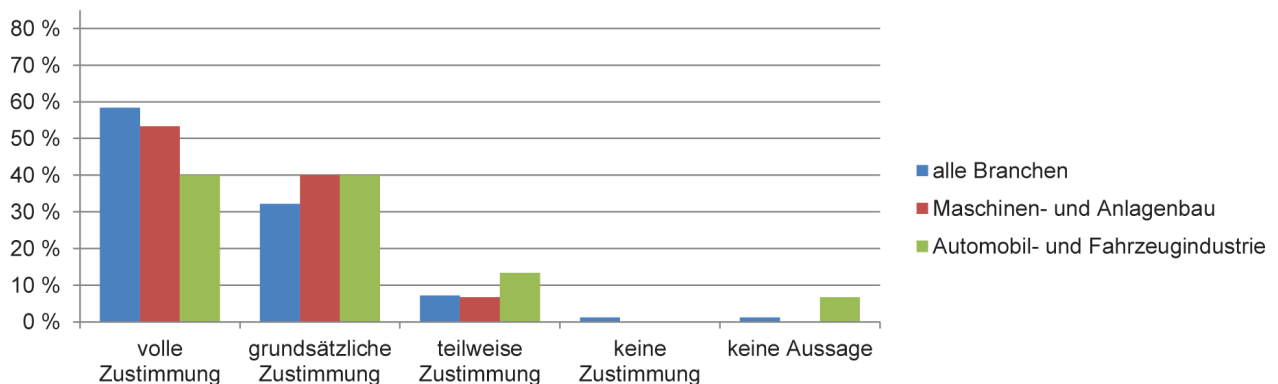


Bild 23: Hypothese IT-Unterstützung in der Produktion nach Branchen (n=84)

Bei der im Fokus dieser Untersuchung liegenden Teilgruppe der Unternehmen, denen des Maschinen- und Anlagenbaus bzw. der Automobil- und Fahrzeugindustrie, herrscht eine ähnliche Meinung vor. Hier stimmen 93,3 Prozent und 80 Prozent der Hypothese voll bzw. grundsätzlich zu (siehe Bild 23, S. 32).

Bei der Untersuchung einzelner Unternehmensbereiche lässt sich feststellen, dass die vorgelegte These besonders bei IT-Verantwortlichen mit 100 Prozent voller bzw. grundsätzlicher Zustimmung großen Anklang findet (siehe Bild 24).

Die Betrachtung der Antworten mit einer Trennung nach Unternehmensgröße macht deutlich, dass gerade KMU die Integration von IT-Systemen mit einer gesteigerten Transparenz einhergehen sehen. Eine mögliche Erklärung liefern könnte die Tatsache, dass KMU häufig Standard-ERP-Systeme nutzen, die an unternehmensspezifische Anforderungen angepasst wurden und demnach nur über eine begrenzte Zahl an Schnittstellen verfügen.

Mit Blick auf die vorangegangenen Ergebnisse lässt sich demnach festhalten, dass der IT-System-Integration innerhalb der Produktion ein durchweg hohes Potenzial zugeschrieben werden kann. Um dieses aber auch tatsächlich zu nutzen, sind umfangreiche Standardisierungsmaßnahmen notwendig, da vor allem bei kleinen und mittleren Softwareunternehmen die unerlässlichen Standardschnittstellen zu größeren ERP-Softwareanbietern fehlen. Vor allem im mittelständisch geprägten Maschinen- und Anlagenbau sind branchenspezifische IT-Systeme häufig anzutreffen.

3.5 Vergleich der Ergebnisse 2011 und 2013

Im Vergleich der Untersuchungsergebnisse von 2011 und 2013 zeigt sich, dass es mit Blick auf die IT-Unterstützung in der Produktion keine wesentlichen Veränderungen gegeben hat. Der Verbreitungsgrad von ERP-Systemen ist unter den IT-Systemen mit 75 Prozent unverändert, wobei bestätigt werden konnte, dass bei vielen IT-Systemen Schnittstellen zu bestehenden ERP-Systemen fehlen. Dies ist eine

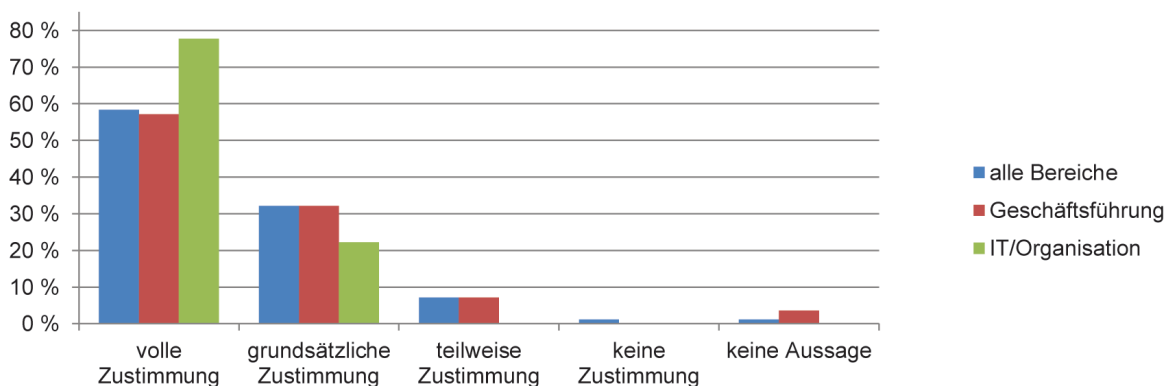


Bild 24: Hypothese IT-Unterstützung in der Produktion nach Unternehmensbereichen (n=84)

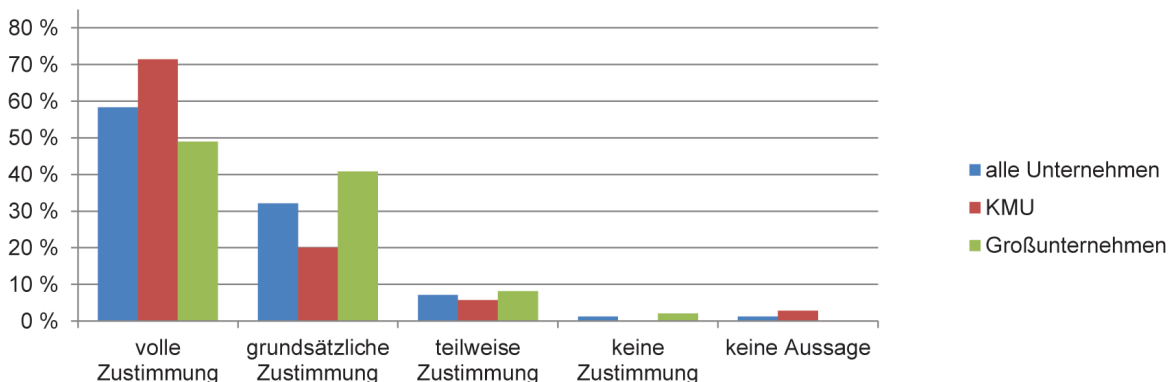


Bild 25: Hypothese IT-Unterstützung in der Produktion nach Unternehmensgröße (n=84)

häufige Fehlerquelle und führt zu unnötigem Mehraufwand durch manuelle Synchronisation.

Auch die Hypothese, dass die IT-System-Integration in der Produktion zu mehr Transparenz innerhalb der Auftragsabwicklungsprozesse führt, konnte im

Rahmen der Untersuchung 2013 erneut bestätigt werden. In diesem Zusammenhang zeigt sich jedoch, dass das Potenzial bei der weiteren Integration informationstechnischer Unterstützung noch lange nicht ausgeschöpft ist (siehe Bild 26).

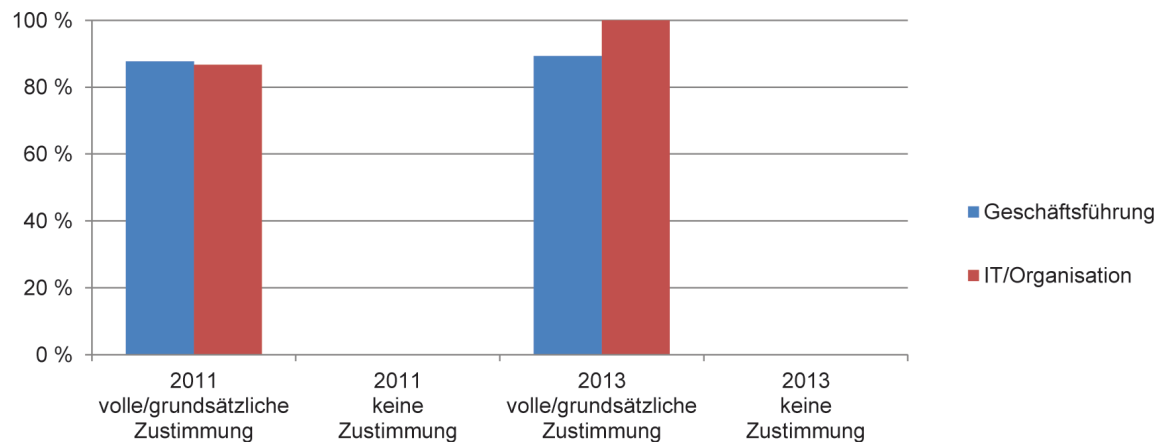


Bild 26: Hypothese IT-Unterstützung in der Produktion nach Unternehmensbereichen 2011 und 2013 (2011: n=148 / 2013: n=84)

4 Ergebnisse: Datenmanagement in der Produktion

Das Datenmanagement gehört zum Aufgabenbereich des Informationsmanagements und beschäftigt sich vorwiegend mit der Identifizierung, Strukturierung und Modellierung von Datensätzen. Hierzu zählt einerseits die Auswahl und Beschaffung aller unternehmensrelevanten Informationen, aber auch die gleichzeitige Übertragung solcher Informationen in betriebsnotwendige operationale Datensätze (BUCHWALD 2007, S. 56).

Aufgrund der Tatsache, dass die Anzahl der Komponenten, Dokumente, Zeichnungen etc., die für ein zu fertigendes Produkt benötigt werden, derzeit stetig wächst, steigen im gleichen Maße auch die Anforderungen an das Datenmanagement von Fertigungsinformationen. Folgerichtig wird es immer schwieriger, die für die Produktion notwendigen Informationen schnell und zuverlässig zu finden, zu kanalisieren und zuzuordnen, um damit die optimale Kommunikation sowie den Informationsaustausch zu gewährleisten (KÜHN 2005). Um die Produktion zukünftig IT-seitig adäquater zu unterstützen, ist es demzufolge besonders wichtig, das Management von relevanten Daten in den Fokus zu rücken.

Die in IT-Systemen verwendeten Daten lassen sich in Stamm- (Kunden-, Lieferanten- und Artikel- bzw. Materialstammdaten) und Bewegungsdaten (Kunden- und Fertigungsaufträge, Bestellungen, Angebote, Lieferavise usw.) unterteilen. Stammdaten können zudem nach standardisierten oder unternehmensspezifischen Schemata klassifiziert werden und erleichtern dem Anwender die Ablage und Suche in den jeweiligen

IT-Systemen. Sogenannte Übertragungsstandards unterstützen darüber hinaus die schnelle und einfache Übermittlung und die anschließende (automatisierte) Vereinnahmung und Weiterverarbeitung von Daten von und zu Kunden und Lieferanten. Die Ermittlung und Aktualisierung relevanter Stammdaten kann dabei nach unterschiedlichen Verfahren, mit unterschiedlichen Medien und zu unterschiedlichen Zeitpunkten durchgeführt werden.

4.1 Einsatz elektronischer Übertragungsstandards

In einem ersten Schritt wurden die befragten Unternehmen hinsichtlich der elektronischen Übertragungsstandards/Austauschformate untersucht, die derzeit in den Unternehmen eingesetzt werden (siehe Bild 27). Die Ergebnisse zeigen, dass kein einheitliches Meinungsbild existiert. Abgesehen von EDIFACT (33,3 Prozent), setzen viele Unternehmen auf Eigenentwicklungen (26,2 Prozent), was dazu führt, dass der Austausch von Daten/Informationen zwischen verschiedenen Unternehmen deutlich erschwert wird. Des Weiteren gibt es signifikante Branchenunterschiede in Bezug auf die tatsächlichen Übertragungsstandards. Der Maschinen- und Anlagenbau nutzt generell eher weniger Standards, was durch das Projektgeschäft begründet ist. Im Vergleich dazu setzt die bereits sehr stark automatisierte Automobil- und Fahrzeugindustrie auf z. T. speziell für die Branche entwickelte Standards wie EDIFACT (60 Prozent), VDA (60 Prozent) oder ODETTE (46,7 Prozent).

Beim Vergleich der Ergebnisse zwischen KMU und Großunternehmen zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei

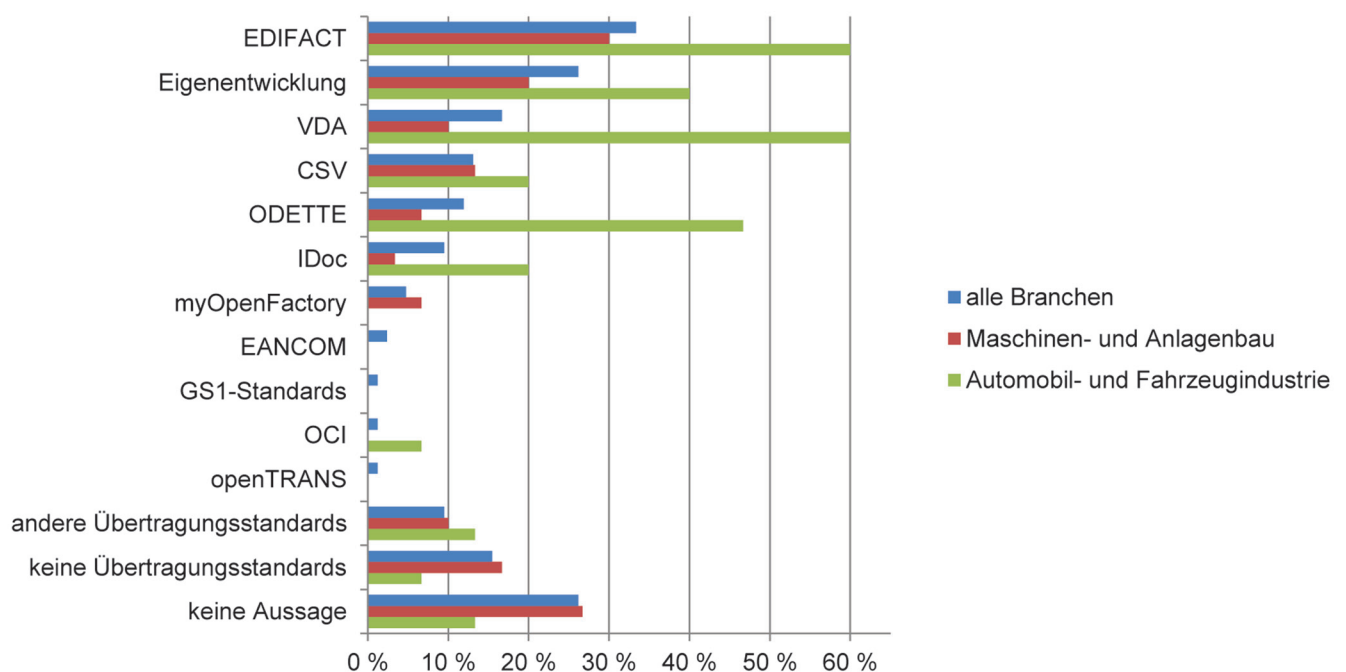


Bild 27: Einsatz elektronischer Übertragungsstandards nach Branchen (n=84, Mehrfachnennung möglich)

der Differenzierung zwischen dem Maschinen- und Anlagenbau und der Automobil- und Fahrzeugindustrie. Großunternehmen setzen Standards deutlich häufiger ein als KMU (z. B. EDIFACT: KMU 14,3 Prozent und Großunternehmen 46,9 Prozent). Des Weiteren sagen 28,6 Prozent der befragten KMU, dass sie überhaupt keine Übertragungsstandards/Austauschformate einsetzen (siehe Bild 28).

Werden die Ergebnisse nach Unternehmensbereichen gefiltert, lässt sich ein klarer Trend erkennen: Die Bereiche Einkauf (48,8 Prozent) und Vertrieb (47,6 Prozent), welche eine Schnittstelle zu anderen Unternehmen (Lieferant bzw. Kunde) besitzen, setzen am häufigsten Standards ein. Mit jeweils ca. 36 Prozent folgen die Bereiche Produktion, Versand und Finanz- und Rechnungswesen (siehe Bild 29). Hierdurch wird folgerich-

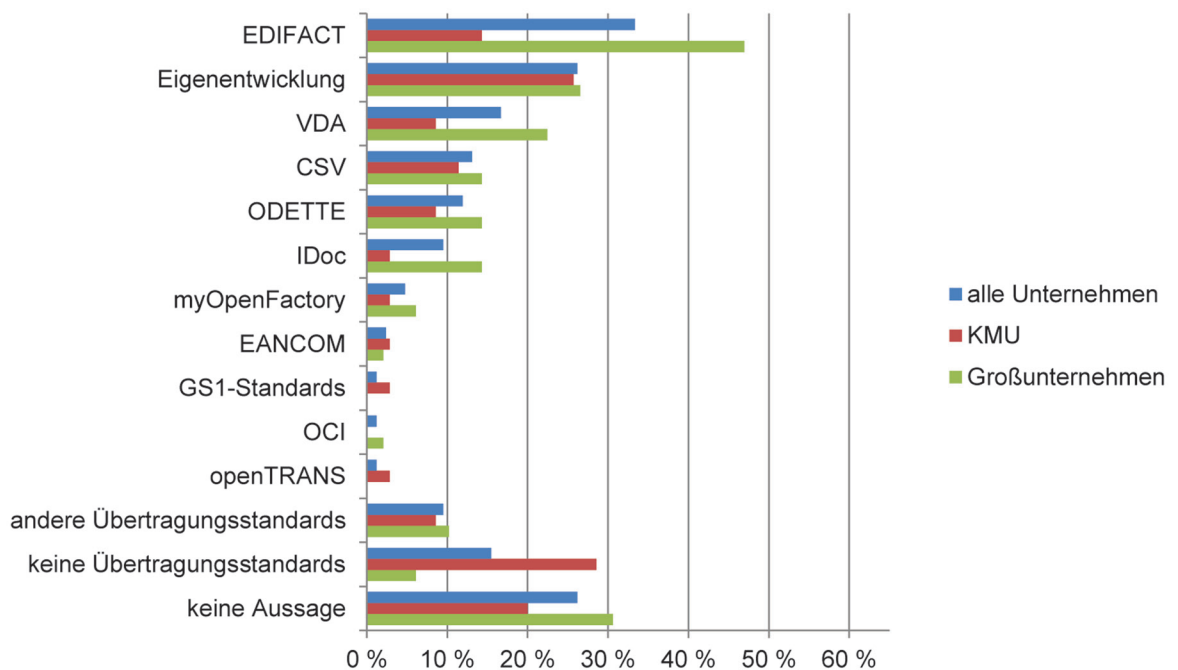


Bild 28: Einsatz elektronischer Übertragungsstandards nach Unternehmensgröße (n=84, Mehrfachnennung möglich)

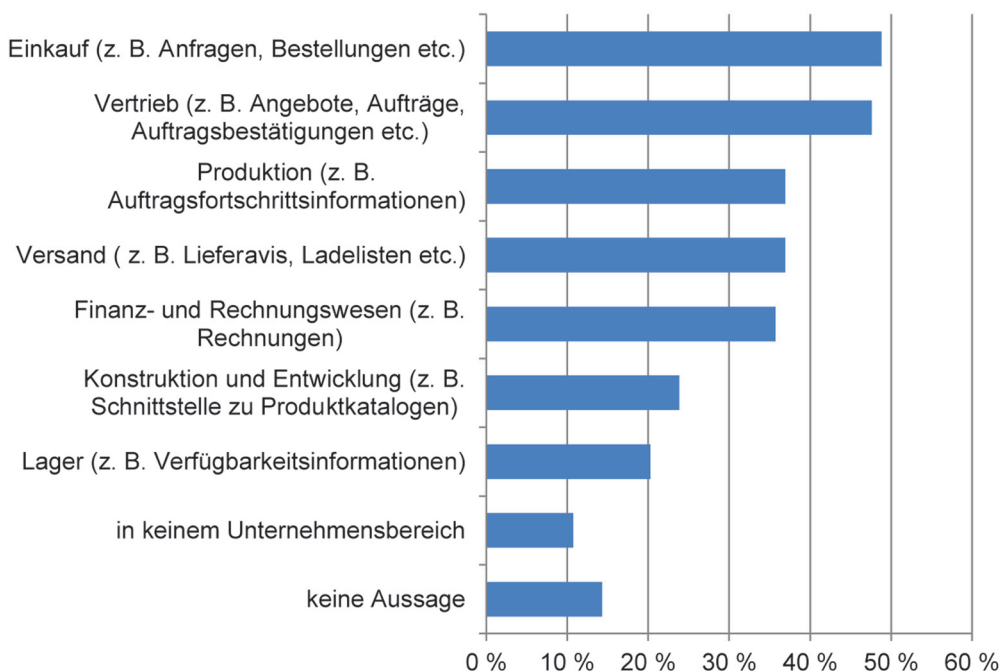


Bild 29: Einsatz elektronischer Übertragungsstandards nach Unternehmensbereichen (n=84, Mehrfachnennung möglich)

tig deutlich, dass Übertragungsstandards vermehrt im Außenkontakt eingesetzt werden und innerbetrieblich klassische Kommunikationsformen und Übertragungswege den Alltag bestimmen.

Abgebildet sind elektronische Übertragungsstandards heute vielfach in sogenannten Lösungen für den elektronischen Geschäftsverkehr – auch Electronic-Data-Interchange (EDI) genannt. Befragt nach der Häufigkeit der Nutzung für Beschaffungs- und Vertriebsvorgänge, gaben nur ca. 20 Prozent der Unternehmen an, EDI für mehr als 75 Prozent der Vorgänge zu nutzen. Ungefähr 22 Prozent der Unternehmen verwenden EDI für 25 bis 75 Prozent ihrer Beschaffungs- und Vertriebsvorgänge und ca. 20 Prozent

nutzen EDI eher selten. Besonders hervorzuheben ist der Punkt, dass ein hoher Anteil der befragten Unternehmen (ca. 42 Prozent) entweder gar kein EDI einsetzt oder zu dieser Frage keine Aussage getroffen hat (siehe Bild 30).

Beim Vergleich der erreichten Liefertermintreue von Unternehmen, die mehr als 50 Prozent ihrer Beschaffungs- und Vertriebsprozesse mit EDI abwickeln, mit Unternehmen, die erkennbar weniger EDI nutzen, wird sehr deutlich, dass Unternehmen mit erhöhtem EDI-Einsatz eine signifikant höhere Liefertermintreue realisieren. 95 Prozent der Unternehmen mit einem hohen EDI-Einsatz erreichen eine Liefertermintreue von mehr als 85 Prozent.

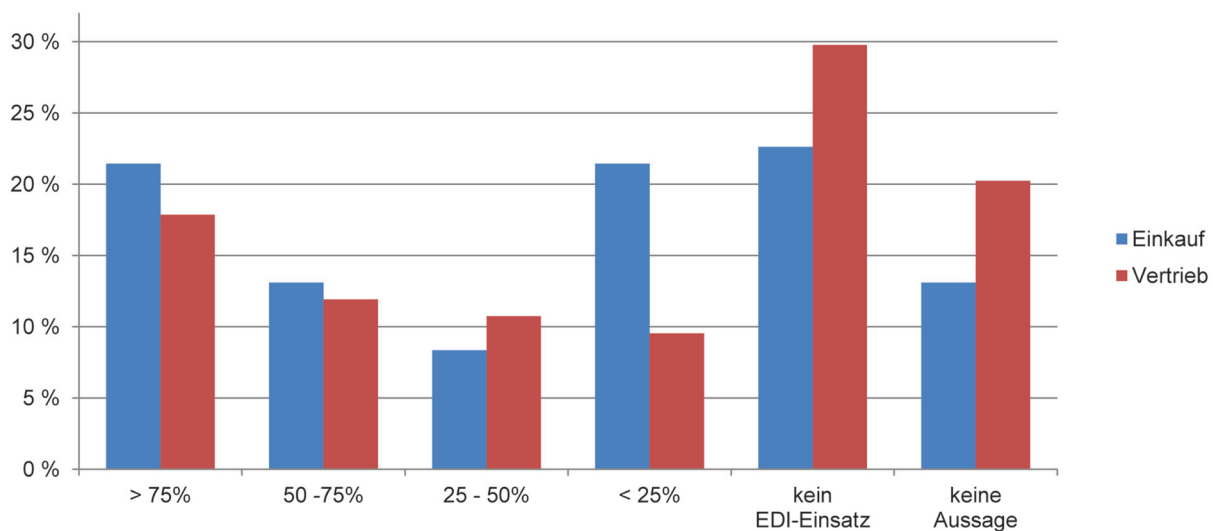


Bild 30: Häufigkeit des EDI-Einsatzes im Einkauf und Vertrieb (n=84)

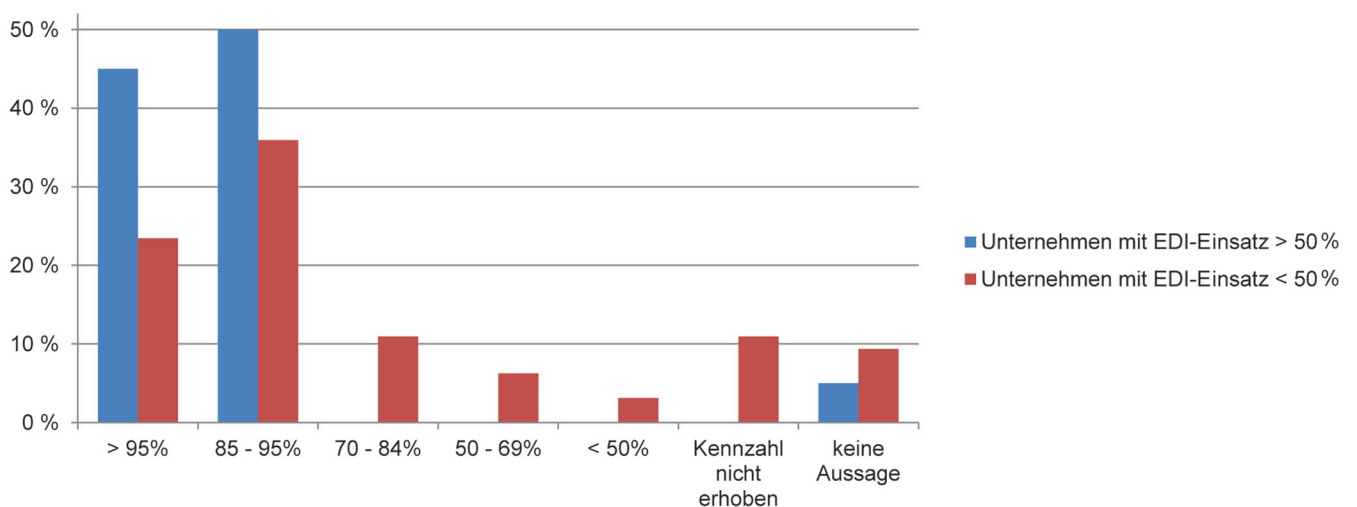


Bild 31: Liefertermintreue in Abhängigkeit der Häufigkeit des EDI-Einsatzes (n=84)

4.2 Einsatz von Datenstandards zur Klassifizierung von Artikelstammdaten

Hinsichtlich der Klassifizierung von Artikelstammdaten verwenden die befragten Unternehmen vorrangig Eigenentwicklungen (81 Prozent). Mit 33,3 Prozent der Nennungen ist die spezifische Klassenauswahl, bereitgestellt durch das ERP- oder PPS-System, der am häufigsten genutzte „Standard“, gefolgt von den Sachmerkmalsleisten des ERP-Systems (25 Prozent) sowie teil-/sprechenden Artikelnummern (22,6 Prozent). Generell bekannte Standards wie eCl@ss oder GS1-Produkte sind nur wenig verbreitet. Des Weiteren ist es bemerkenswert, dass 42,9 Prozent zum einen keine Datenstandards zur Klassifizierung von Artikelstammdaten nutzen oder zum anderen keine Aussage diesbezüglich machen können (siehe Bild 32).

4.3 Aktualisierung von Wiederbeschaffungszeiten

Abgesehen von den richtigen zu erfassenden Daten, ist es für ein gut funktionierendes Datenmanagement zusätzlich besonders relevant, die Aktualität der Daten zu gewährleisten. Aufgrund dieser Tatsache wurden die Unternehmen dahingehend befragt, in welchen regelmäßigen Intervallen die Wiederbeschaffungszeiten für Zukaufteile im ERP-System aktualisiert werden. Diese Zeiten werden bei der Bestimmung des Liefertermins hinzugezogen und haben somit einen signifikanten Einfluss auf die Güte des Termins. Nur 18 Prozent der befragten Umfrageteilnehmer passen die Wiederbeschaffungszeiten im Tages- bzw. Wochenrhythmus an. Eine halbjährliche Aktualisierung der Zeiten nehmen 19 Prozent vor. Besonders sticht jedoch hervor, dass 25 Prozent der Unternehmen die Wiederbeschaffungszeiten nur einmal im Jahr anpassen bzw. diese einmalig im ERP-System hinterlegen und nie wieder aktualisieren (siehe Bild 33, S. 39). Mehr als ein Viertel der Befragten konnte zu dieser Frage keine Aussage machen.

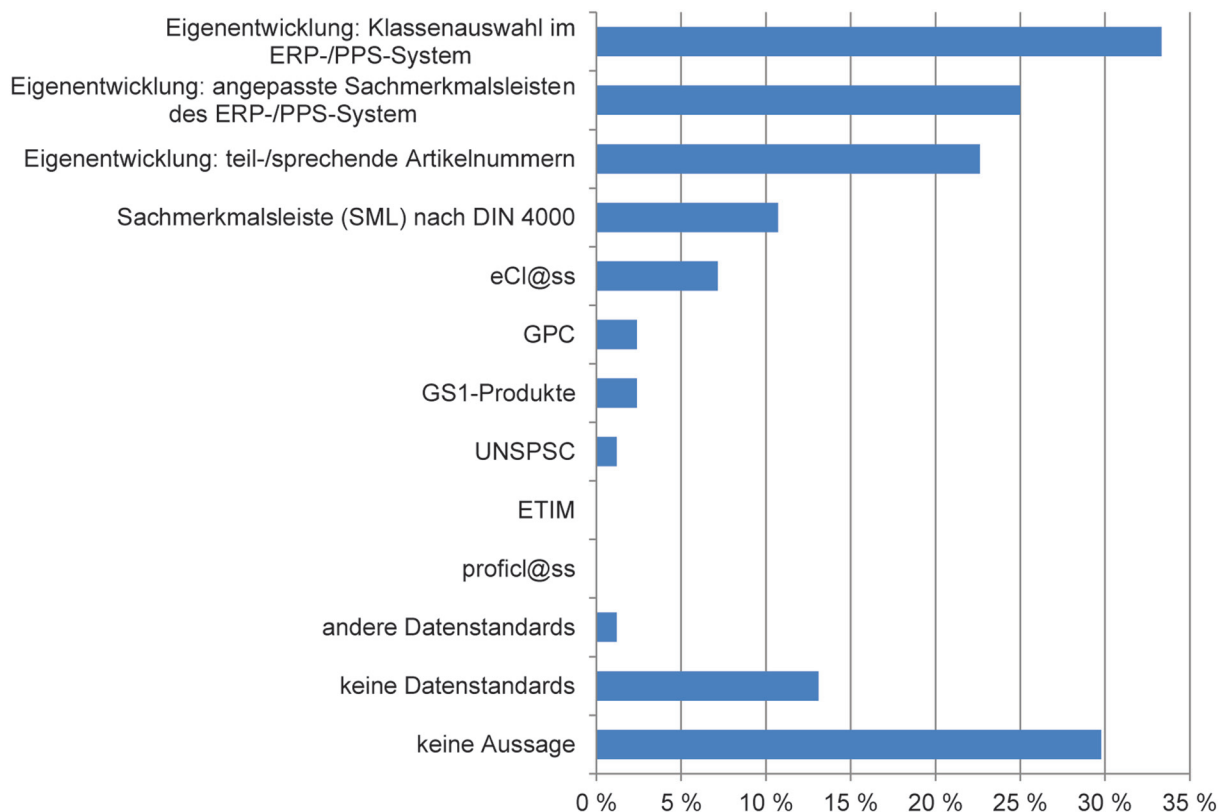


Bild 32: Einsatz von Datenstandards zur Klassifizierung von Artikelstammdaten (n=84, Mehrfachnennung möglich)

Eine hohe Aktualität der Wiederbeschaffungszeiten ist aber für die Ermittlung eines validen Kundenliefertermins eine genauso relevante Voraussetzung wie realistische Durchlaufzeiten in der eigenen Produktion. Werden diese Zeiten nicht anforderungsgerecht angepasst und stattdessen Standardzeiten und Mittelwerte für die Planung genutzt, führt dies in der Folge zu hohen Planungsungenauigkeiten und gegebenenfalls zu falsch kommunizierten Lieferterminen.

4.4 Medien zur Aktualisierung von Artikelstammdaten

Für die Aktualisierung und Pflege von Artikelstammdaten, wie z. B. Abmessungen, Artikelbezeichnung usw., welche in der Regel vom Lieferanten bereit-

gestellt und darauffolgend in die unternehmenseigenen IT-Systeme übernommen werden, existieren derzeit verschiedene Medien und Übertragungsmöglichkeiten. Es kann zwischen aufwandsarmen Medien, die automatisiert die Daten aktualisieren, und aufwendigen Medien, die manuelle Eingriffe benötigen, unterschieden werden. Jeweils 16,7 Prozent der befragten Unternehmen erhalten die Änderungen der Artikelstammdaten entweder proaktiv per EDI vom Lieferanten oder können die Daten eigenständig aus dem Lieferantenkatalogen aus dem Internet entnehmen. 9,5 Prozent der Unternehmen nutzen Lieferantenkataloge in Papierform oder auf CD, um die Lieferantenänderungen seitens des Kunden zu aktualisieren (siehe Bild 34). Der Nachteil dieser Methode ist, dass die Stammdaten anschließend manuell in den eigenen IT-Systeme

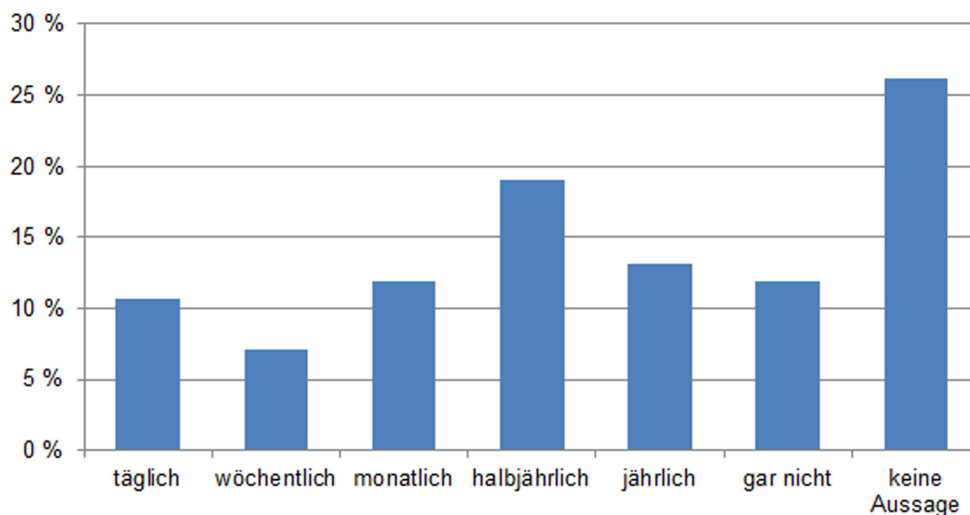


Bild 33: Aktualisierung von Wiederbeschaffungszeiten (n=84)

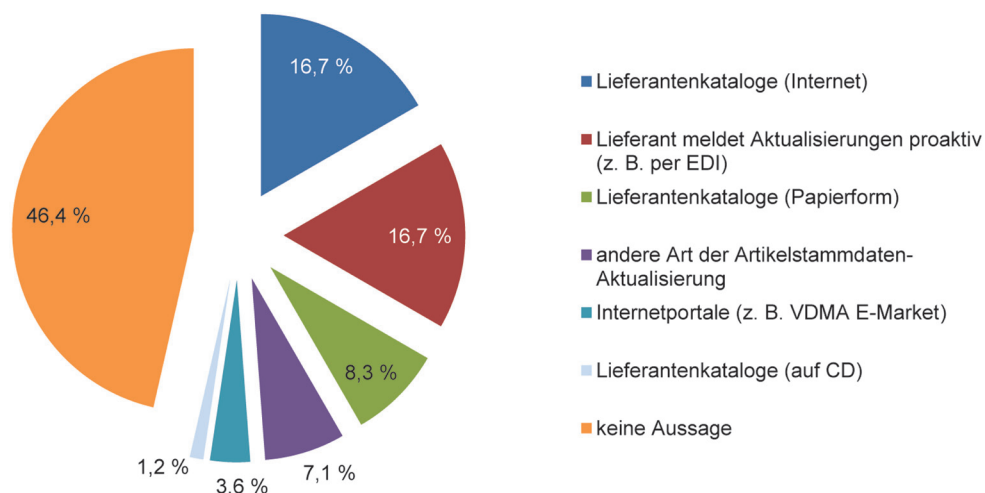


Bild 34: Medien und Übertragungsmöglichkeiten zur Aktualisierung von Artikelstammdaten (n=148)

men nachgepflegt werden müssen und Änderungen erst spät identifiziert werden. Es ist bemerkenswert, dass etwa die Hälfte der befragten Unternehmen keine Aussage zu diesem Punkt machen konnte.

4.5 Hypothese Datenmanagement in der Produktion

Ergänzend zu den Fragen hinsichtlich des Datenmanagements, wurden die Unternehmen nach ihrer Zustimmung zu folgender Hypothese gefragt:

Das Ziel von Daten- und Übertragungsstandards/Austauschformaten ist die aufwandsarme und bedarfsgerechte Bereitstellung und Verarbeitung von Informationen.

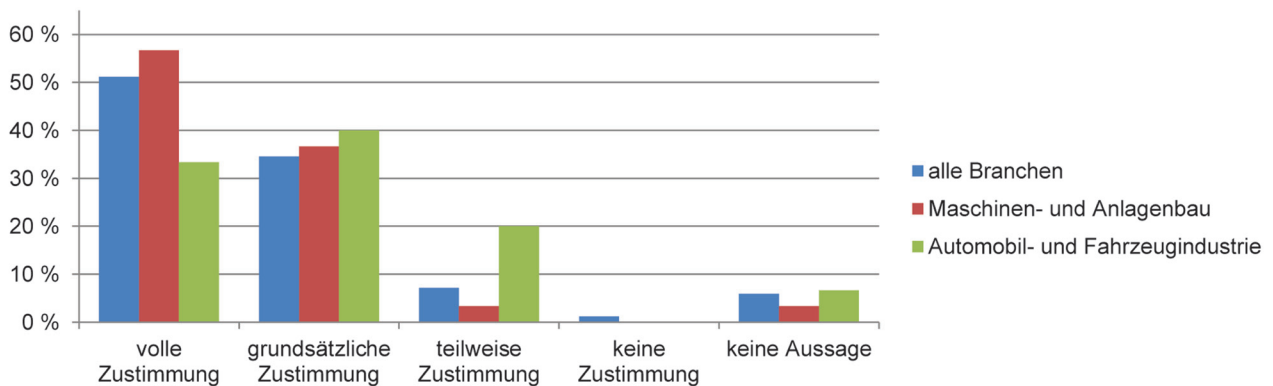


Bild 35: Hypothese Datenmanagement in der Produktion nach Branchen (n=84)

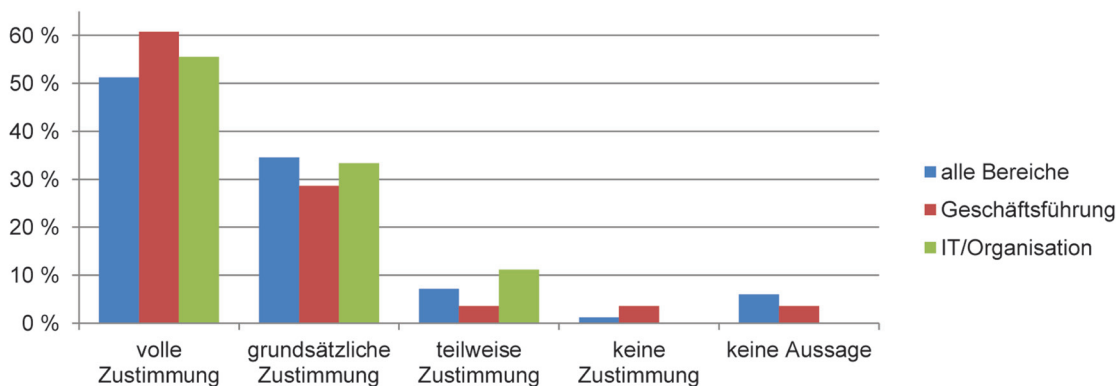


Bild 36: Hypothese Datenmanagement in der Produktion nach Unternehmensbereichen (n=84)

Befragt nach ihrer Meinung, sind sich alle Branchen einig und stimmen mit 85,7 Prozent der Hypothese vollständig oder grundsätzlich zu (siehe Bild 35, siehe S. 40). Lediglich die Automobil- und Fahrzeugindustrie ist etwas zurückhaltender mit insgesamt 73,3 Prozent mit voller und grundsätzlicher Zustimmung.

Eine Filterung der Untersuchungsergebnisse nach Unternehmensbereichen und -größe führt zu dem gleichen Bild: Circa 90 Prozent bestätigen die Hypothese, dass Daten- und Übertragungsstandards/Austauschformate die aufwandsarme und bedarfsgerechte Bereitstellung und Verarbeitung von Informationen ermöglichen (siehe Bild 36, S. 40 und Bild 37).

4.6 Vergleich der Ergebnisse 2011 und 2013

Allgemein hat sich das Meinungsbild im Bereich Datenmanagement nicht grundlegend geändert. Sowohl die Hypothese als auch die einzelnen Fragen folgen dem Trend von vor zwei Jahren. Bild 38 veranschaulicht dies und zeigt, dass die Geschäftsführung und die IT-Leiter erneut der Ansicht sind, dass Übertragungsstandards/Austauschformate enormes Potenzial hinsichtlich der

effizienten Aktualisierung von Artikelstammdaten bergen. Zukünftig sollte es möglich sein, Stammdaten ohne manuelle Tätigkeiten per EDI auszutauschen und anschließend automatisch ins eigene IT-System zu übernehmen.

Speziell die Automobil- und Fahrzeugindustrie spielt erneut im Bereich des Datenmanagements in der Produktion eine Vorreiterrolle. Dies liegt vor allem darin begründet, dass eigens für diesen Industriezweig entwickelte Standards einen hohen Verbreitungsgrad haben. Andere Branchen greifen stattdessen eher auf Eigenentwicklungen zurück oder verwenden sogar gar keine Übertragungsstandards/Austauschformate. Funktional mächtige Standards wie z. B. EDIFACT, der aktuell genau wie im Jahr 2011 (37,8 Prozent) mit 33,3 Prozent der Standard mit der größten Verbreitung ist, sind für bestimmte Branchen und insbesondere für KMU überdimensioniert und ungeeignet. Für kleinere Unternehmen ist es wichtig, dass die Standards schlank und aufwandsarm sind. Der Standard myOpenFactory (2011: 8,8 Prozent) ist ein solcher Standard, jedoch verfügt er mit 4,8 Prozent aber immer noch über eine zu geringe Durchdringung am Markt.

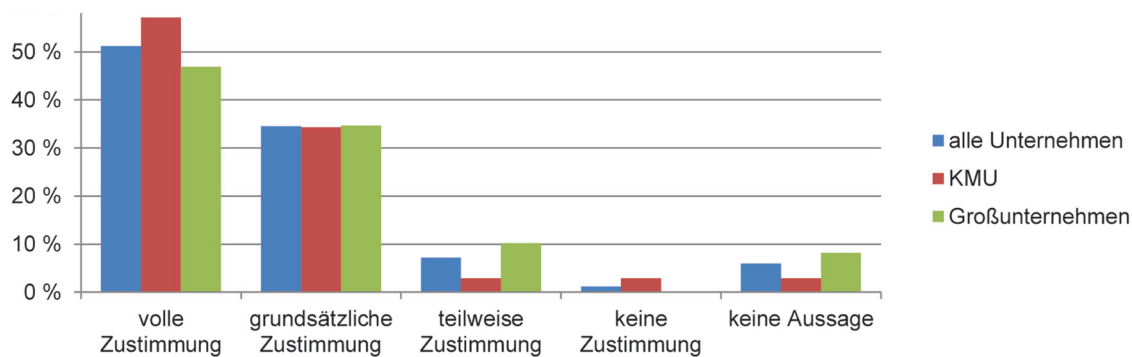


Bild 37: Hypothese Datenmanagement in der Produktion nach Unternehmensgröße (n=84)

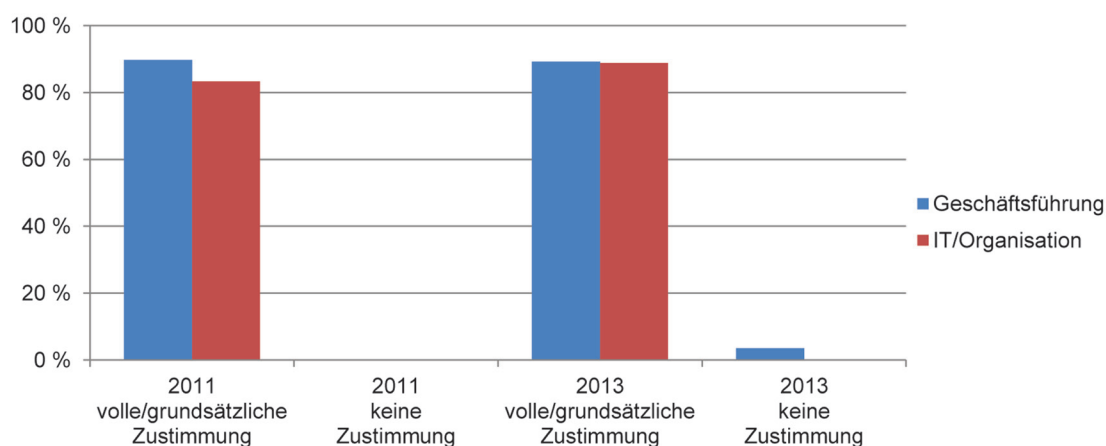


Bild 38: Hypothese Datenmanagement in der Produktion nach Unternehmensbereichen 2011 und 2013 (n=84)



5 Ergebnisse: Cyber-physische Systeme in der Produktion

Produzierende Unternehmen sehen sich heutzutage neben großen Herausforderungen wie dem beschleunigten technologischen Wandel, verstärktem Wettbewerb durch Globalisierung sowie stetig steigenden Kundenansprüchen der Forderung nach einem hohen Maß an Reaktionsfähigkeit gegenüber (BACHMANN, TIEMEYER 2011). Ein aussichtsreicher Ansatz, mit welchem diese Herausforderungen angegangen werden können, stellen cyber-physische Systeme (CPS) im Rahmen einer vernetzten Produktion dar. CPS sind verteilte, „intelligente Objekte“, welche als eingebettete Systeme untereinander mittels internetbasierter Technologien vernetzt sind. Sie verfügen über die Fähigkeit, autonom mit ihrer Umgebung zu interagieren und sie können ihr eigenes Verhalten in Abhängigkeit von der Umwelt selbständig planen und anpassen. CPS können im Bereich der Produktion von einzelnen Prozessmodulen über individuelle Produkte bis hin zu kompletten Produktionsanlagen auftreten (SCHLICK et al. 2012). Mittels CPS verschmelzen die Grenzen der digitalen und physischen Produktionsumgebung immer stärker. Solche durch informationstechnische Komponenten erweiterten intelligenten Produkte und Produktionsanlagen bilden in ihrer Gesamtheit sogenannte cyber-physische Produktionssysteme, nachfolgend kurz CPPS genannt (REINHART et al. 2013).

5.1 Einsatz von Systemen und Technologien zur Datenaufnahme

Zur Ermittlung der Nutzung von Systemen zur Aufnahme von Stamm- und Auftragsdaten wurden den

befragten Unternehmen die am weitesten verbreiteten Systeme zur Auswahl gestellt (siehe Bild 39).

Die am häufigsten eingesetzten Systeme in dieser Kategorie sind ERP-Systeme. 75 Prozent der befragten Unternehmen verwenden diese zur Aufnahme von Stamm- und Auftragsdaten. Mit 44 Prozent folgen die CAD-Systeme, die vorwiegend in den Konstruktionsabteilungen eingesetzt werden. Kundenstammdaten werden bei 35,7 Prozent der befragten Unternehmen mittels Kundenkontakt- bzw. Kundenbeziehungsmanagementsystemen, sogenannten CRM-Systemen, aufgenommen. Produktdatenmanagementsysteme und Fertigungsfeinplanungssysteme setzen rund ein Viertel der an dieser Untersuchung teilnehmenden Unternehmen ein, um ihre Stamm- und Auftragsdaten wie Stücklisten oder Arbeitspläne zu sammeln. Eine untergeordnete Rolle spielen Supply-Chain-Management- sowie Lieferantenkontaktsysteme. Generell ist festzustellen, dass nahezu alle befragten Unternehmen ERP-Systeme zur Aufnahme allgemeiner Stamm- und Auftragsdaten einsetzen und diese durch die oben genannten Systeme ergänzen.

Im nächsten Schritt wurde untersucht, welche Systeme bzw. Technologien derzeit zur Aufnahme von Bestands-, Bewegungs- und Positionsdaten sowie von Störungen und deren Ursachen dienen (siehe Bild 40, S. 44). Vorrangiges Instrument sind hierbei Systeme zur Betriebsdatenerfassung (53,6 Prozent). Vergleicht man an dieser Stelle Großunternehmen und KMU, so lassen sich deutliche Unterschiede aufzeigen: Während mit 65,3 Prozent die Betriebsdatenerfassung bei Großunternehmen das führende Instrumentarium ist, liegt sie bei KMU mit lediglich 37,1 nur an zweiter Stelle. Ihr

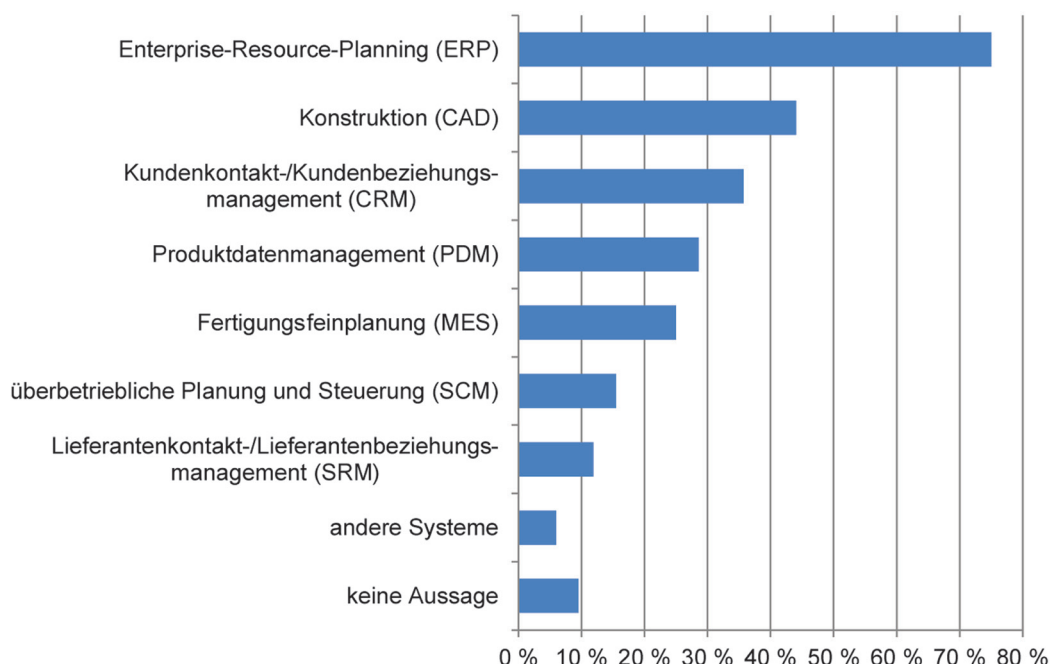


Bild 39: Eingesetzte Systeme zur Aufnahme von Stamm- und Auftragsdaten (n=84, Mehrfachnennung möglich)

vorrangiges Instrument zur Erfassung von Bestands-, Bewegungs- und Positionsdaten sowie von Störungen und deren Ursachen ist mit 57,1 Prozent die schriftliche Dokumentation. Dass es für viele der befragten Unternehmen noch ein sehr weiter Weg zu cyber-physischen Produktionssystemen sein wird, zeigt die zweithäufigste Nennung in dieser Kategorie: 46,4 Prozent der Firmen notieren Bestands-, Bewegungs- und Positionsdaten noch schriftlich ohne die Hilfe von IT-Systemen. Immerhin ein Drittel der Unternehmen erfassen diese Daten automatisiert durch MDE-Systeme. 11,9 Prozent benutzen hierfür optische Sensoren, wohingegen 10,7 Prozent diese Daten gar nicht nachverfolgen. Weit abgeschlagen, in nur drei der befragten Unternehmen, werden RFID-Technologien zur Datengewinnung eingesetzt. Diese ermöglichen mittels elektromagnetischer Wellen die automatische Identifizierung und Lokalisierung von Materialien und Produkten. Trotz der vorhandenen Technologie, verhältnismäßig geringen Kosten und großer Leistungsfähigkeit, setzen sich RFID-Lösungen in der Industrie nur sehr schleppend durch.

Die dargestellten Ergebnisse zeigen, dass bei der Gewinnung und Speicherung exakter Bestands-, Bewegungs- und Positionsdaten noch großes Potenzial verborgen ist. Die Datenqualität und -quantität wird durch cyber-physische Systeme, welche ihre Zustandsinformationen in Echtzeit mit den anderen Teilnehmern eines CPPS austauschen, enorm gesteigert.

5.2 Feinplanung und -steuerung in der Produktion

Dieser Abschnitt widmet sich der Frage, welche Daten die 84 befragten Unternehmen vorwiegend als Entscheidungsgrundlage für die Reihenfolgepla-

nung und Auftragsfreigabe nutzen (siehe Bild 41, S. 45). Als wichtigstes Kriterium dient die Liefertermintreue. Bei rund zwei Drittel der Firmen wird anhand der strikten Einhaltung des Liefertermins geplant und gesteuert. Dies ist wenig verwunderlich, da die Liefertermintreue zum Endkunden in dieser Untersuchung mit großem Abstand als primäre logistische Zielgröße produzierender Unternehmen ermittelt wird (siehe Bild 9, siehe S. 23). CPS in der Produktion und deren Vernetzung untereinander liefern stets den aktuellen Produktionsfortschritt. Dadurch wird eine gesteigerte Einhaltung des Liefertermins und ggf. ein frühzeitiges Intervenieren des Produktionssteuerers ermöglicht. An zweiter Stelle verfolgen 61,9 Prozent der Unternehmen die Auslastung ihrer Maschinen und Mitarbeiter, um die Feinplanung und -steuerung durchzuführen. „Rückstände in der Produktion“ sowie die „Durchlaufzeit von Fertigungsaufträgen“ ziehen immer noch 46,4 Prozent bzw. 41,7 Prozent der befragten Unternehmen als unterstützende Kennzahl heran. Der Umsatz spielt als Feinplanungs- und -steuerungsgröße mit unter 10 Prozent eine nebensächliche Rolle. 8,3 Prozent der Unternehmen machen dazu keine Angaben, was eine unbewusste Feinplanungs- und Steuerungsstrategie vermuten lässt.

Abgesehen von den wesentlichen relevanten Daten, nach denen geplant und gesteuert wird, ist es auch notwendig, die Planung regelmäßig an sich verändernde Rahmenbedingungen anzupassen. Im Rahmen dieser Untersuchung lässt sich hierzu kein eindeutiges Intervall identifizieren, indem die Steuerungslogiken angepasst werden. 26,2 Prozent aller befragten Unternehmen passen ihre Logik zur Steuerung der Produktion täglich an und 14,3 Prozent tun dies wöchentlich. 6 Prozent bzw. 3,6 Prozent führen eine Anpassung nur

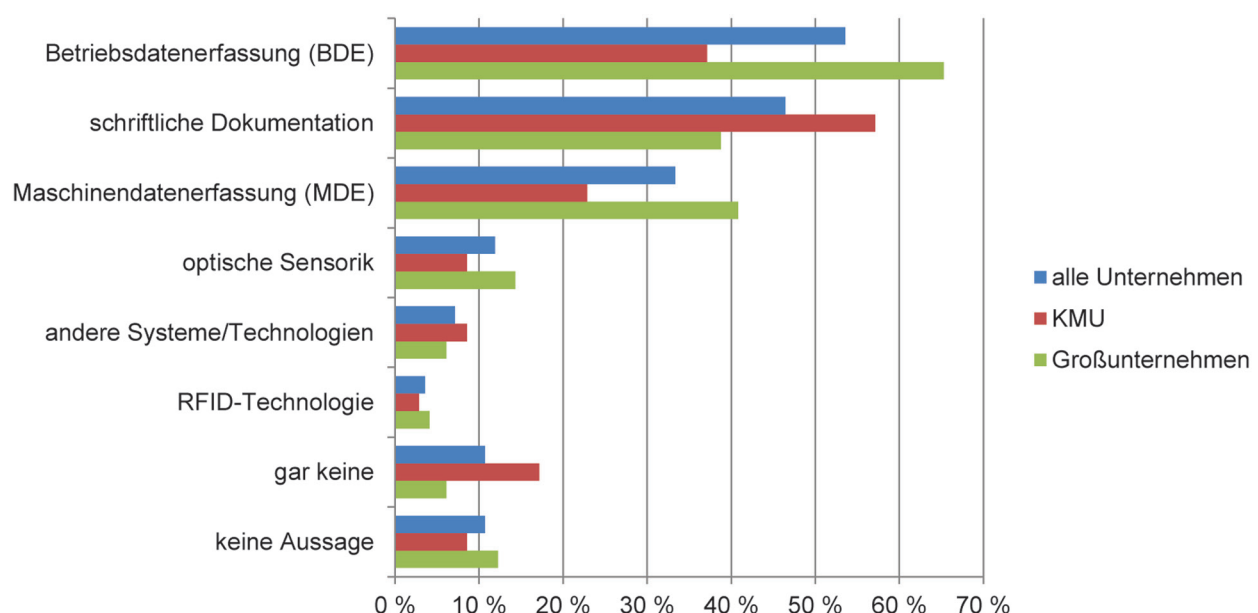


Bild 40: Eingesetzte Systeme/Technologien zur Aufnahme von Bestands-, Bewegungs- und Positionsdaten sowie von Störungen und deren Ursachen (n=84, Mehrfachnennung möglich)

monatlich bzw. jährlich durch. Eine ereignisgesteuerte Veränderung der Steuerungslogik erfolgt nur bei 7,1 Prozent aller Unternehmen. Besonders auffällig ist die Erkenntnis, dass 14,3 Prozent die Steuerungslogiken nach einmaliger anfänglicher Einstellung gar nicht mehr verändern und 23,8 Prozent keine Aussage treffen können. Dieses statische Verhalten ist jedoch gerade im heute vorherrschenden dynamischen Umfeld, mit sich ständig verändernden Umgebungsbedingungen, als äußerst problematisch zu erachten. Dieses Manko wird durch die konsequente Einführung von CPS in

der Produktion minimiert, da die ständig miteinander kommunizierenden Prozessteilnehmer sehr schnell und flexibel auf Veränderungen reagieren können. Damit einhergehend können auch die Steuerungslogiken im CPPS flexibel angepasst werden. Stündliche Anpassung der Steuerungslogiken nehmen aktuell immerhin 4,8 Prozent der befragten Unternehmen vor.

Eine Ursache, warum Unternehmen ihr Feinplanungs- und -steuerungssystem nicht dynamisch anpassen, kann möglicherweise in dem Vertrauen zum einge-

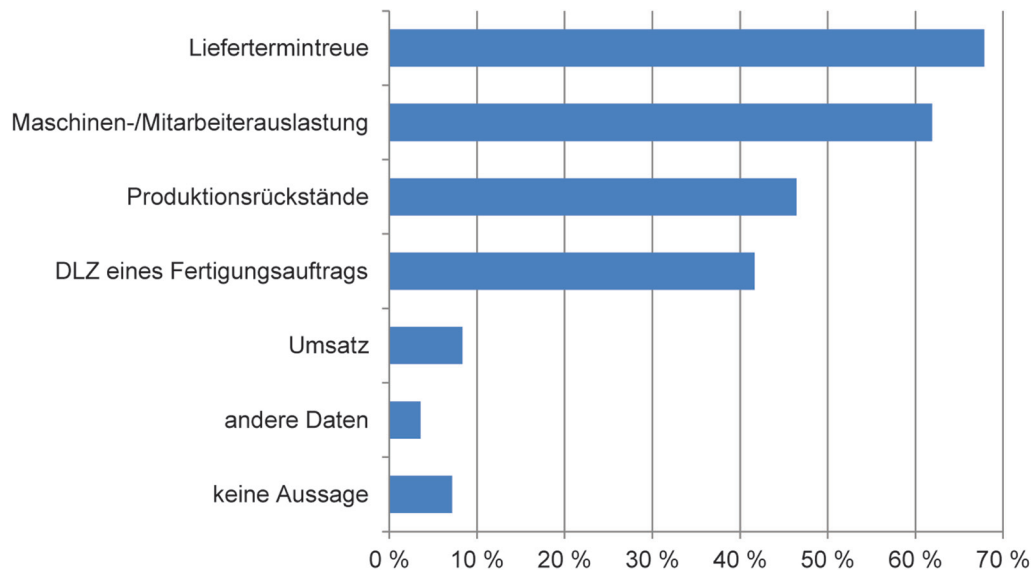


Bild 41: Daten zur Entscheidungsunterstützung der Feinplanung und -steuerung (bezogen auf die Reihenfolgeplanung und Auftragsfreigabe) (n=84, Mehrfachnennung möglich)

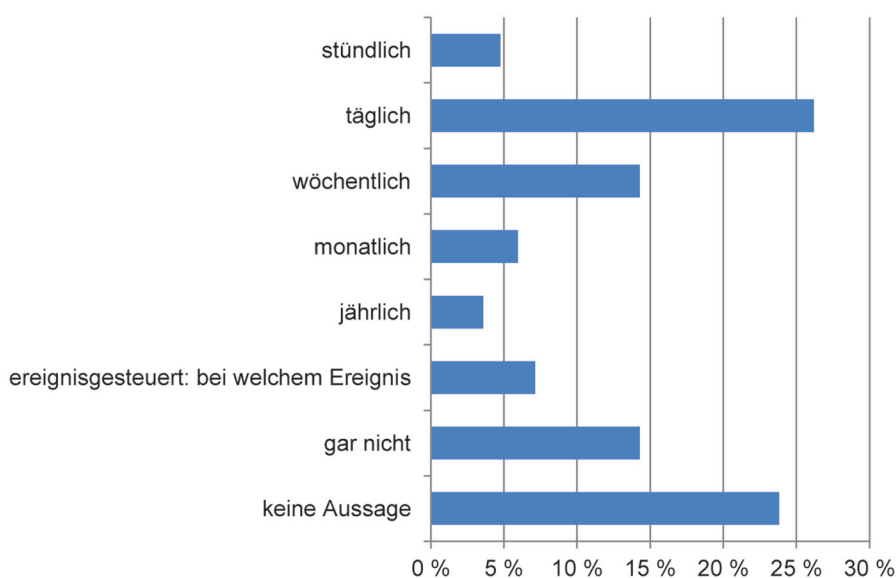


Bild 42: Häufigkeit der Anpassung von Steuerungslogiken im Feinsteuerungssystem (n=84)

setzten System begründet liegen. In Bild 43 wird verdeutlicht, in welchem Ausmaß die Anwender ihrem aktuellen System vertrauen. 65,5 Prozent der befragten Unternehmen haben volles bzw. grundsätzliches Vertrauen in ihr System. Im Gegensatz dazu vertrauen 26,2 Prozent dem System nur teilweise bzw. gar nicht. Doch woher rührt diese Skepsis? Viele Unternehmen machen ein zu geringes Verständnis der Systemnutzer als Ursache aus, was sich u. a. durch fehlerhafte manuelle Eingaben, falsch erfasste Daten, fehlende Informationen sowie mangelhaft gepflegte Systeme äußert. Das fehlende Verständnis wird beispielsweise aufgrund schwer nachvollziehbarer Algorithmen und intransparenter Softwarearchitekturen noch verstärkt (SCHUH et al. 2011).

Auffallend oft werden „Daten“ als Grund genannt, weshalb ein geringes Vertrauen in das bestehende System herrscht. Konkret sind damit die mangelhafte Qualität der Daten oder eine zu kleine Datenbasis bis

hin zu einem veralteten Datenbestand gemeint. Gerade diese Punkte werden durch einen konsequenten Einsatz von intelligenter Sensorik innerhalb der CPPS stark gemindert.

5.3 Anwenderfreundlichkeit aktueller Systeme

Abgesehen von dem Vertrauen in die derzeit eingesetzten Systeme, wurde im Rahmen der Untersuchung zu cyber-physischen Systemen in der Produktion die Ausgestaltung des User-Interfaces und des Handlings aktuell eingesetzter Systeme betrachtet – kurz: Wie anwendungsfreundlich sind diese IT-Systeme? Bild 44 visualisiert die Ergebnisse dieser Fragestellung.

8,3 Prozent der Unternehmen geben an, dass sie ihre IT-Systeme als sehr anwendungsfreundlich empfinden. 32,1 Prozent sind grundsätzlich zufrieden, sehen jedoch Verbesserungsbedarf seitens der Softwareent-

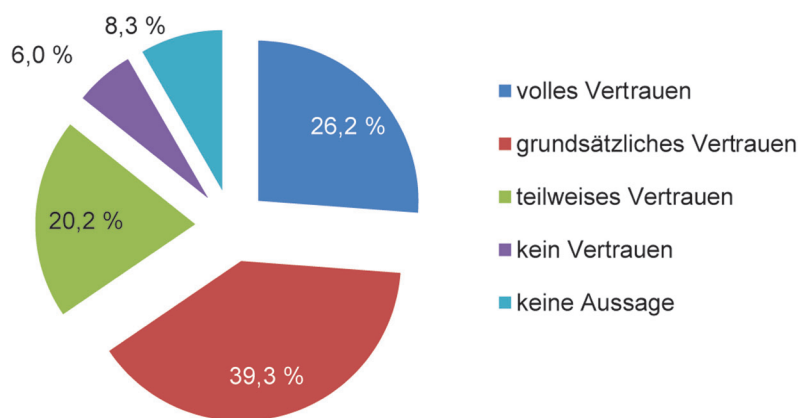


Bild 43: Vertrauen der Anwender in das aktuell eingesetzte System (n=84)

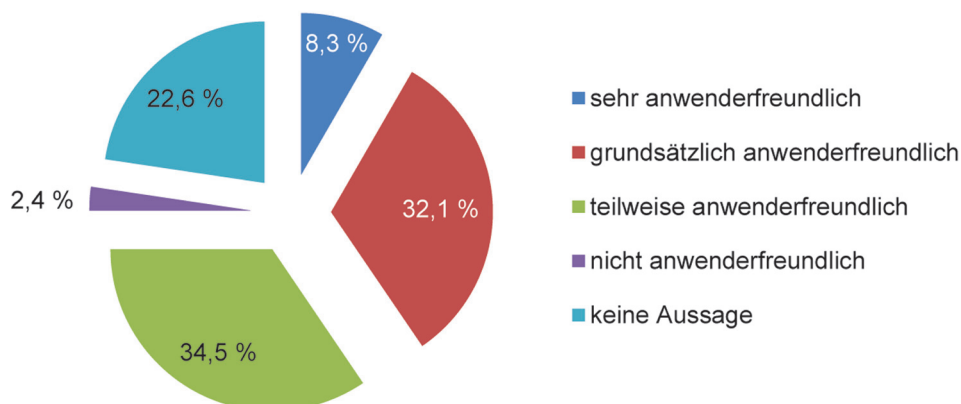


Bild 44: Anwendungsfreundlichkeit des Systems (n=84)

wickler. 36,9 Prozent der befragten Unternehmen empfinden ihre aktuellen Systeme als wenig oder sogar als nicht anwendungsfreundlich. Einen Grund dafür stellt der komplizierte Auftragsfreigabeprozess dar: Von der Übersichtsseite des Systems müssen viele Unternehmen mehr als fünf Schritte (in Form von „Klicks“ oder Eingaben) tätigen, ehe sie einen Auftrag für die Produktion freigeben können. Teilweise sind hier sogar zehn oder mehr Schritte nötig. Im Zuge der Einführung eines vernetzten CPPS ist es demzufolge notwendig,

auf eine ergonomisch sinnvolle Gestaltung des User-Interfaces zu achten, um den Mitarbeiter als intelligenten Entscheider optimal zu unterstützen.

5.4 Hypothese Cyber-physische Systeme in der Produktion

Abschließend wurden alle teilnehmenden Unternehmen gefragt, ob sie den beiden folgenden Hypothesen zustimmen:

Hypothese 1:

Führt das Feinplanungssystem eine Umplanung des zuvor ausgegebenen Plans durch, so zeigt dieses nicht die Ursachen für die Umplanung an.

Hypothese 2:

Führt das Feinplanungssystem eine Umplanung des zuvor ausgegebenen Plans durch, so zeigt dieses nicht die zukünftigen Auswirkungen der Umplanung an.

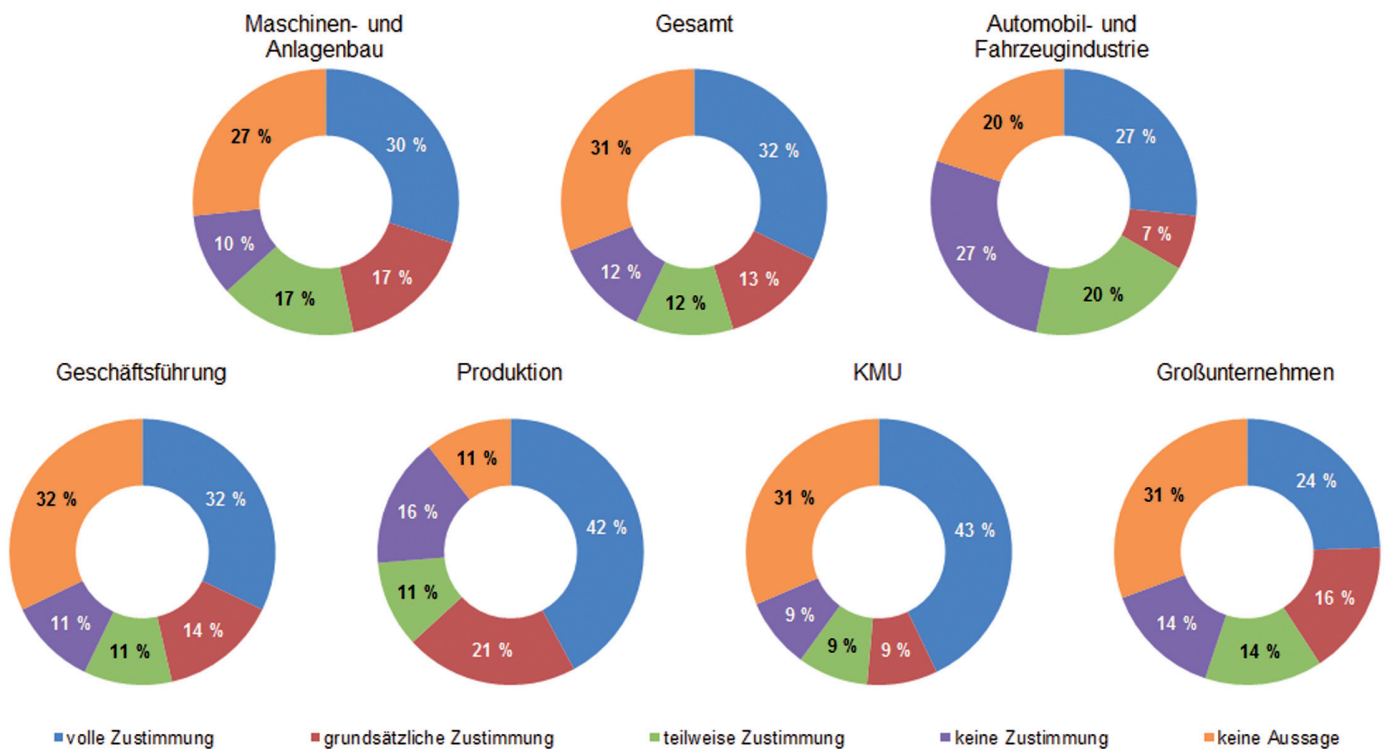


Bild 45: 1. Hypothese Cyber-physische Systeme in der Produktion (n=84)

32,1 Prozent aller befragten Unternehmen stimmen der ersten Hypothese zu. Im Gegensatz dazu haben 11,9 Prozent keine Informationen über die Ursachen der Umplanung. Circa ein Drittel der befragten Unternehmen macht sogar zu dieser Hypothese gar keine Aussage (siehe Bild 45). Dies deutet darauf hin, dass sich ein Großteil der Unternehmen (KMU und Großunternehmen gleichermaßen) noch nicht intensiv mit der Thematik der Informationsdurchlässigkeit auseinandergesetzt hat.

Bei einer Differenzierung zwischen KMU und Großunternehmen zeigt sich, dass 42,9 Prozent der KMU dieser ersten Hypothese voll zustimmen, während dies lediglich 24,5 Prozent der Großunternehmen tun. Dies deutet darauf hin, dass in Großunternehmen eine bessere Kommunikation/Visualisierung zwischen dem Feinplanungssystem und dessen menschlichen Bedienern besteht und bei KMU die Gründe für die Umplanung nur schwer nachzuvollziehen sind.

Bei Aufschlüsselung der Daten nach Branchen fällt insbesondere auf, dass in der Automobil- und Fahrzeugindustrie nahezu die Hälfte aller befragten Unternehmen der Hypothese 1 größtenteils oder komplett widersprechen (46,7 Prozent; siehe Bild 45, S. 47). Im Maschinen- und Anlagenbau sind dagegen keine signifikanten Abweichungen im Vergleich zu allen anderen betrachteten Unternehmen festzustellen. Der Automobil- und Fahrzeugindustrie ist offenbar hinsichtlich der Durchgängigkeit von Informationen

während des Produktionsprozesses eine Vorreiterrolle zuzuschreiben, was auf einen hohen Automatisierungsgrad in der Produktion zurückzuführen ist. Auch in den anderen Branchen ist eine solche verbesserte und bewusste Durchgängigkeit jedoch wünschenswert. Ein Ansatzpunkt, wie dies erreicht werden kann, ist der konsequente Einsatz von CPS in der Produktion. Neben einer verbesserten und aktuelleren Planungsbasis werden CPPS zu großen Effizienzsteigerungen führen.

Eine Filterung der Ergebnisse anhand der Unternehmensbereiche zeigt, dass Geschäftsführer mit 46,4 Prozent und Produktionsleiter mit ca. 63,2 Prozent der Hypothese 1 grundsätzlich bzw. voll zustimmen. Dies verdeutlicht, dass sich Geschäftsführung und insbesondere die Produktionsleiter darüber im Klaren sind, dass enormer Handlungsbedarf in Bezug auf die Informationstransparenz bei Umplanung besteht.

Die Ergebnisse zu Hypothese 2 unterscheiden sich nicht wesentlich von denen zur ersten. Die Verteilung zwischen „volle Zustimmung“ und „keine Zustimmung“ ist in allen Branchen, Unternehmensbereichen und -größen analog zur ersten Hypothese, wobei es eine leichte Verschiebung in Richtung „teilweise Zustimmung“ bzw. „keine Zustimmung“ gibt. Dies bedeutet, dass die befragten Unternehmen besser Bescheid wissen, welche Auswirkungen die Umplanungen auf die Produktion haben, als über die Ursachen jener Umplanungen.

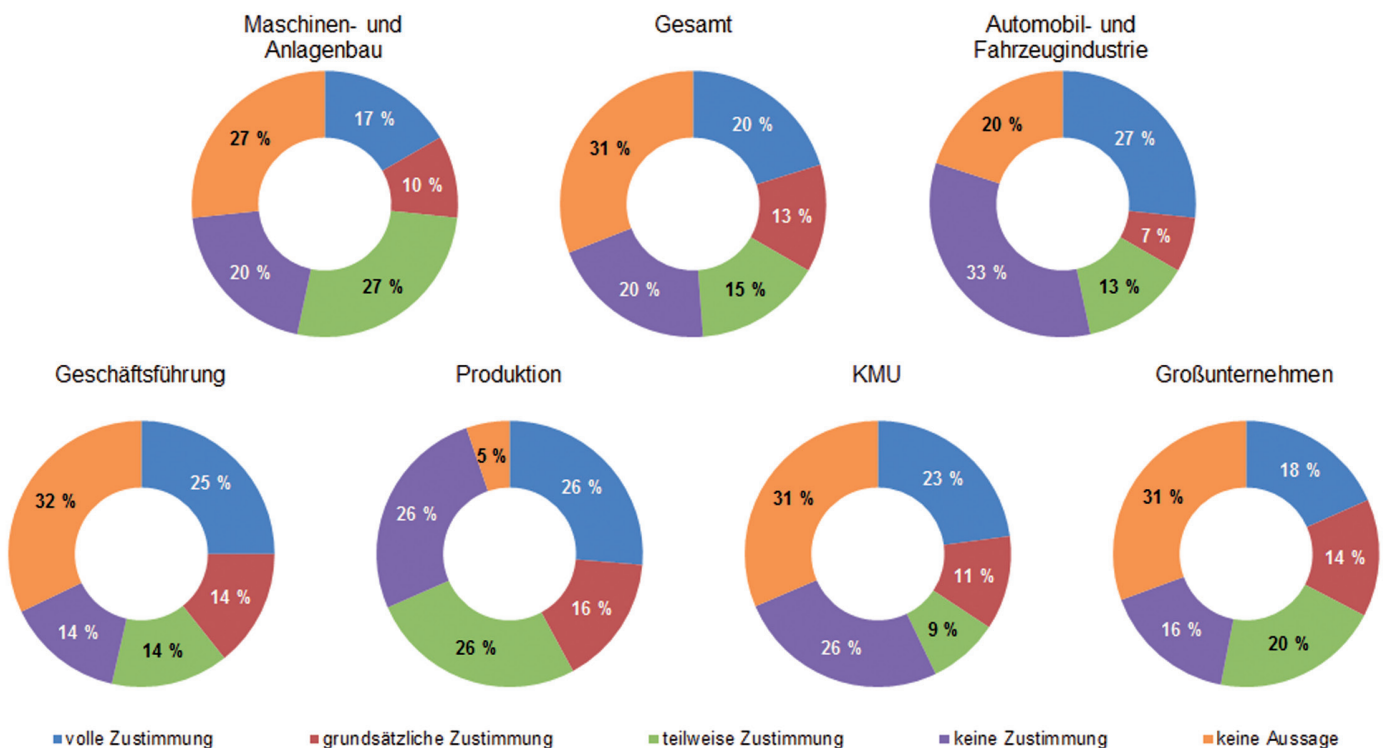


Bild 46: 2. Hypothese Cyber-physische Systeme in der Produktion (n=84)

6 Ergebnisse: Big Data in der Produktion

Jedes Unternehmen generiert Jahr für Jahr immer höhere Datenvolumina, die weiterhin gespeichert und verarbeitet werden müssen. Experten gehen bereits jetzt von einer weiteren Verstärkung der bisherigen Wachstumsrate aus (VELTEN, JANATA 2012). Obwohl die Aufnahme und Verarbeitung von Daten sowie deren Weitergabe heute allgegenwärtig sind, fehlen weiterhin Wege zur effizienten und effektiven Verarbeitung der großen Datenmengen (KÜMMERLEN 2013). Als Ursache dieser Entwicklung werden neben gestiegenem Datenaustausch und genereller Digitalisierung von Dokumenten und Geschäftsprozessen vor allem auch die zunehmende Integration und Fortentwicklung von Mess-, Steuerungs- und Regelungssystemen genannt. Dieser Trend geht mit einer immer stärkeren Verzahnung der digitalen und realen Unternehmenswelt einher, in der betriebliche Objekte im Sinne eines Internets der Dinge verstärkt miteinander und mit ihrer Umwelt kommunizieren und interagieren können (MANYIKA et al. 2011). Hieraus erwachsen für Unternehmen zwei große Herausforderungen, die eng mit dem Begriff „Big Data“ verbunden sind. Es handelt sich um die Datenmenge auf der einen und die große Zahl unterschiedlicher Datenquellen auf der anderen Seite, die von Nutzern, Maschinen, Sensoren und anderen Informations- und Kommunikationstechnologien bereitgestellt werden (KÜMMERLEN 2013).

In diesem Zusammenhang wird auch von den drei „Vs“ des Themenkomplexes Big Data gesprochen. Hierzu zählen das Volumen („Volume“) durch die steigende Anzahl an vernetzten Maschinen und Sensoren genauso wie die durch höhere Kundenanforderungen gewünschten und generell notwendigen Reaktionsgeschwindigkeiten des zweiten „V“, der „Velocity“. Das dritte „V“ steht für „Variety“ und bildet die oben dargestellte Breite an unternehmerischen Informationsobjekten ab. Laut der EXPERTON GROUP werden im Bereich der Produktion durch den Einsatz hochmoderner Sensortechnologien und systeme verschiedenste Produktionsgüter, Maschinen sowie Endgeräte miteinander vernetzt (VELTEN, JANATA 2012), die durch

hochauflösende, heterogene Messdaten die erzeugten Datenvolumina vervielfachen.

„Big Data“ als Synonym für den intelligenten Umgang mit derart großen und unübersichtlichen Datenmengen ist eine der bedeutenden Herausforderungen unserer Zeit, die insbesondere für den Bereich der Produktion einen großen Handlungsbedarf mit sich bringt.

6.1 Bestehende Produktionsdatenvolumina und -kapazitäten

Ein wesentlicher Treiber von „Big Data“ sind, wie bereits eingangs beschrieben, große Datenmengen. Um das anfallende Datenvolumen im Kontext Produktion abschätzen zu können, wurden die an der Untersuchung beteiligten Unternehmen aufgefordert, eine Einschätzung diesbezüglich abzugeben. Hierbei fällt auf, dass weit mehr als die Hälfte der befragten Unternehmen (64 Prozent) hierzu keine Aussage treffen konnte. Bei einem Großteil der aussagefähigen Unternehmen (31 Prozent) liegt das jährliche Datenvolumen in der Produktion im Bereich mehrerer Terabyte. Bei nur einem sehr kleinen Anteil von jeweils 1 Prozent der Teilnehmer fallen Volumina im Exabyte- oder Zettabyte-Bereich an, 3 Prozent der Teilnehmer hatten ein von den abgefragten Werten abweichendes Volumen. Es lässt sich somit schlussfolgern, dass ein jährliches Datenvolumen im Terabyte-Bereich bei den meisten Unternehmen zutreffend ist. Bild 47 fasst die beschriebenen Ergebnisse zusammen.

Mit Blick auf den verfügbaren Speicherplatz fällt auf, dass sich ein Großteil (38 Prozent) der Unternehmen im Bereich bis 100 Terabyte bewegt. Hierbei stehen 21 Prozent weniger als 10 Terabyte zur Verfügung, 17 Prozent können auf einen Speicherplatz in der Größenordnung 10 bis 100 Terabyte zurückgreifen. Die restlichen 13 Prozent haben deutlich mehr Speicherplatz zur Verfügung: 7 Prozent bis 500 Terabyte, 4 Prozent bis zu einem Petabyte und 2 Prozent mehr als ein Petabyte. Knapp die Hälfte der befragten Unternehmen war außerstande, den ihnen zur Verfügung stehenden Speicherplatz zu

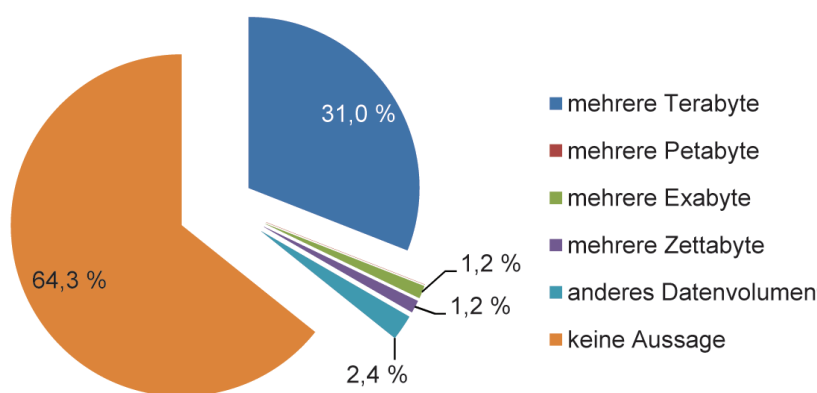


Bild 47: Jährlich anfallendes Datenvolumen in der Produktion (n=84)

benennen (siehe Bild 48). Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass bei gleichbleibender oder zunehmender Produktionsdatenmenge die vorgehaltenen Speicherkapazitäten in kurzfristiger Sicht überschritten würden, wenn keine zwischenzeitliche Kompression bzw. Bereinigung der Messdaten, z. B. durch Löschen älterer Datensätze, erfolgen würde. Eine weitere mögliche Einschränkung wäre die Vorhaltung nach bisheriger Ansicht relevanter Messdaten, was jedoch eine nachträgliche historische Betrachtung zunächst noch unbekannter Zusammenhänge im Sinne einer Big-Data-Analyse erschweren bzw. teilweise ganz ausschließen würde.

Hierbei fällt auf, dass nur ein Drittel der befragten KMU keine genauen Angaben über die eigenen Speicherkapazitäten machte, wohingegen fast zwei Drittel der Großunternehmen hier keine Aussage trafen (siehe Bild 49).

6.2 Zweck und Treiber der Datenerfassung in der Produktion

Als Haupttreiber des umgesetzten Datenvolumens in der Produktion zeigen die klassischen Felder Dokumenten-

transfer und -speicherung mit 54 Prozent, gefolgt von Rückmeldedaten aus der Betriebsdatenerfassung (BDE) mit 38 Prozent die mit Abstand stärkste Ausprägung. Der Sensorik und M2M-Kommunikation lassen sich erst 14 Prozent des in der Produktion anfallenden Datenvolumens zuordnen. Anwendungen zum Fernzugriff zeigten noch einen Anteil von 9 Prozent, jedoch räumt nur 1 Prozent der Befragten Cloud-Diensten eine größere Relevanz in Bezug auf das auftretende Datenvolumen ein (siehe Bild 50). Bei Einbezug der Unternehmensgröße wird deutlich, dass der Einfluss des Datenvolumens aus Dokumententransfer und -speicherung von KMU und Großunternehmen mit 57 Prozent bzw. 51 Prozent ähnlich hoch eingeschätzt wird, wohingegen bei KMU die Rückmeldedaten aus der BDE mit 23 Prozent zu 49 Prozent bei Großunternehmen deutlich geringer gewichtet wurden. Bei Betrachtung der Datenmenge durch Fernzugriffe und Remote-Anwendungen zeigt sich das umgekehrte Bild mit einem Anteil von 17 Prozent bei KMU und nur 6 Prozent bei Großunternehmen.

Als Gründe für die betriebliche Erfassung der Produktionsdaten lassen sich der Untersuchung vier wesentliche

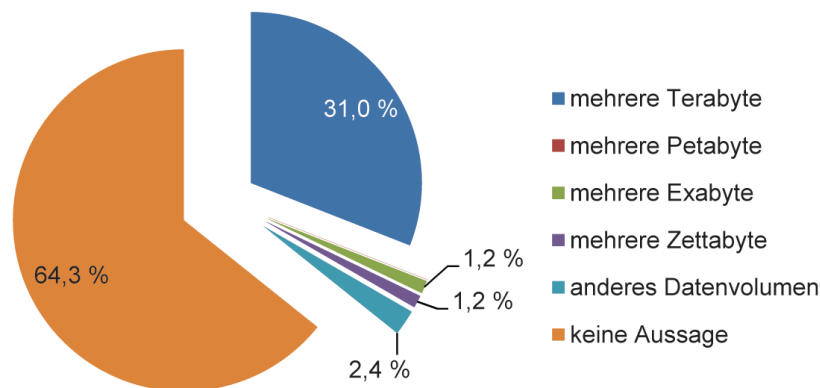


Bild 48: In Unternehmen für Produktionsdaten zur Verfügung stehender Speicherplatz (n=84)

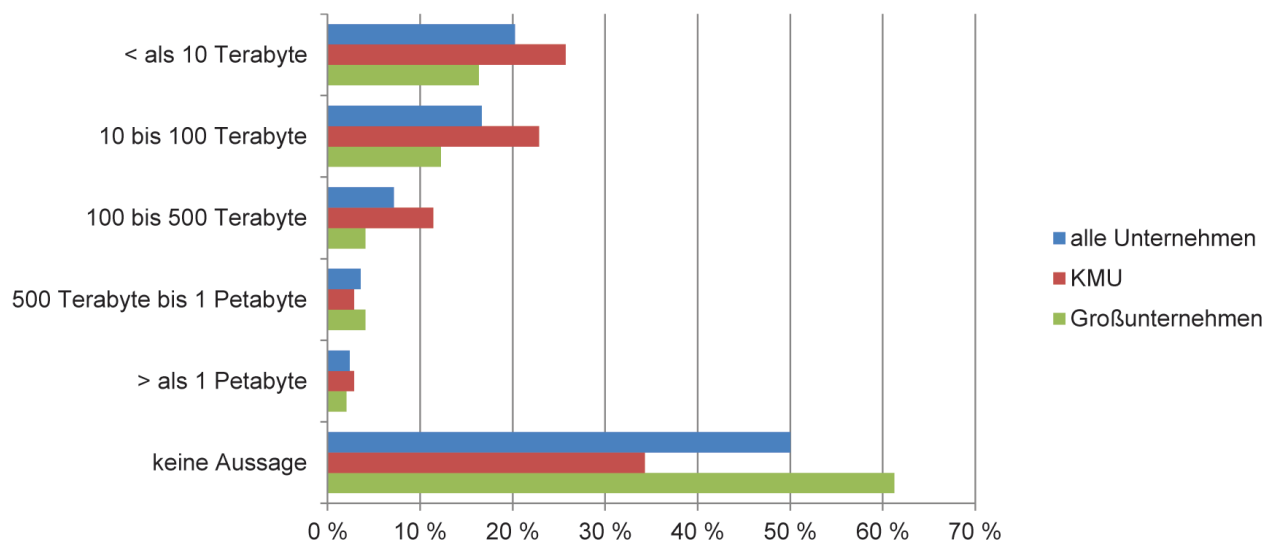


Bild 49: Verfügbarer Speicherplatz für Produktionsdaten gemäß Unternehmensgröße (n=84)

Antworten entnehmen, die jeweils von mindestens der Hälfte der befragten Unternehmen genannt wurden (siehe Bild 51). Hierzu zählen die Überwachung und Transparenzmachung der Produktionsprozesse (56 Prozent bzw. 61 Prozent) ebenso wie die Zurverfügungstellung von Informationen für Mitarbeiter (51 Prozent) wie auch die vom Qualitätsmanagement geforderten Nachweis- und Dokumentationspflichten (50 Prozent). Weitere Punkte wie die Information der Kunden und Lieferanten und die automatische Produktionssteuerung weisen mit um oder unter

20 Prozent eine geringere Ausprägung auf. Auffallend ist jedoch, dass die automatische Produktionssteuerung als Zweck der Produktionsdatenerfassung von Großunternehmen mit 25 Prozent mehr als doppelt so häufig als von KMU genannt wird (11 Prozent).

6.3 Erfasste Daten und Abfragegeschwindigkeiten

Die genauere Abfrage der Art der erfassten und gespeicherten Daten in der Produktion zeigt, dass zur Ferti-

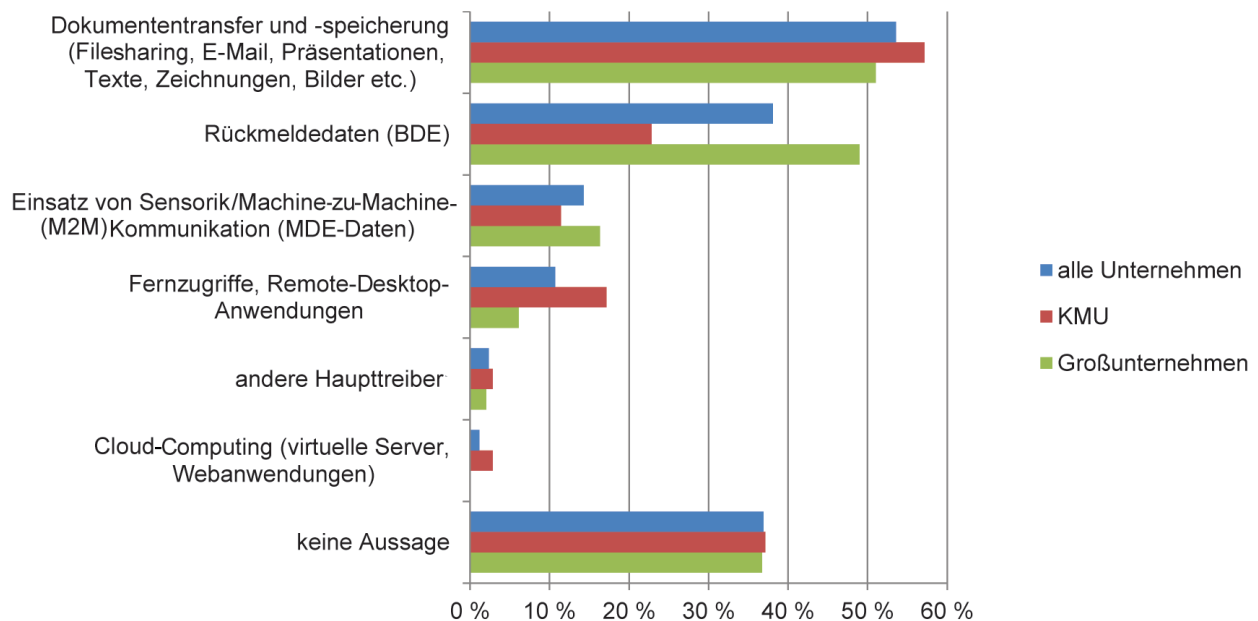


Bild 50: Haupttreiber der Datenmenge in der Produktion nach Unternehmensgröße (n=84, Mehrfachnennung möglich)

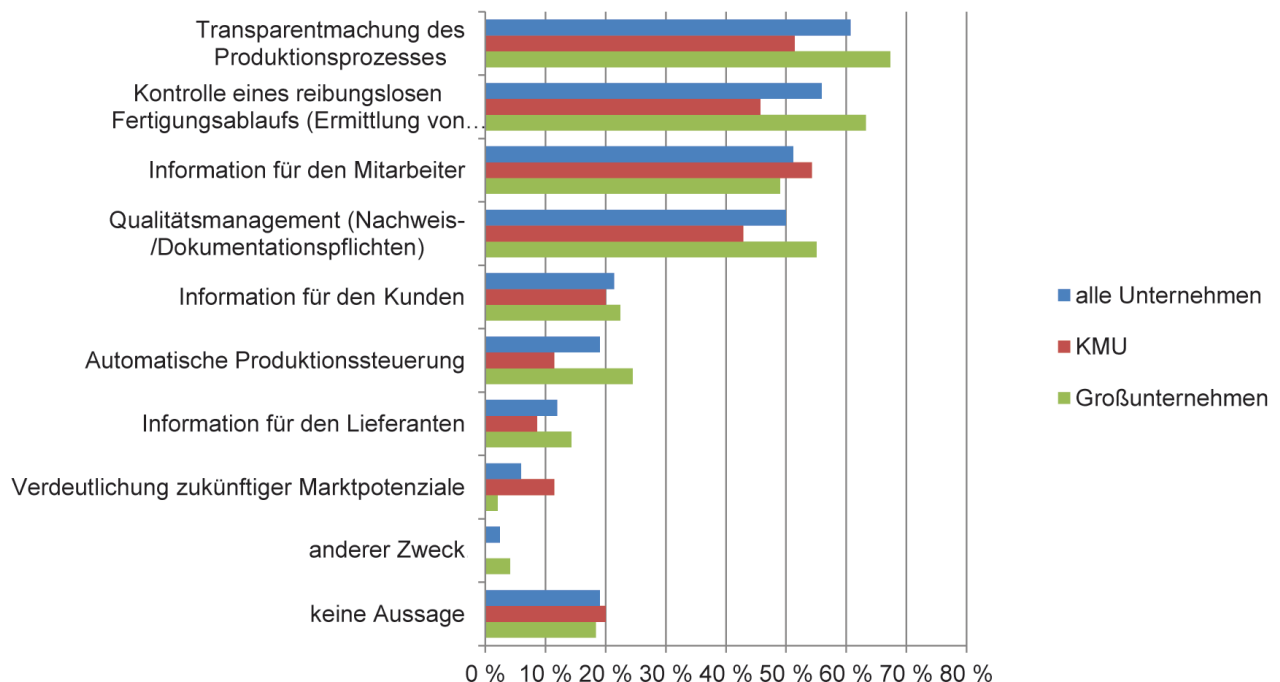


Bild 51: Angegebener Zweck der Produktionsdatenerfassung nach Unternehmensgröße (n=84, Mehrfachnennung möglich)

gungssteuerung in 60 Prozent aller Unternehmen Informationen über Bestände erfasst werden (siehe Bild 52). Kennzahlen wie Durchlaufzeiten (49 Prozent), Maschinenauslastung (42 Prozent) und Produktionsrückstände (42 Prozent) werden nicht einmal von jedem zweiten Unternehmen der Untersuchung herausgestellt. Die weiteren Messgrößen werden nur in weniger als einem Drittel der untersuchten Firmen erhoben.

Eine Aufschlüsselung nach der Unternehmensgröße verdeutlicht, dass Großunternehmen Daten in größerem Maße erheben als kleine und mittlere Unternehmen, die bei einigen Datenpositionen 20 – 30 Prozentpunkte weniger aufweisen. Die einzige Auffälligkeit von diesem Muster zeigt sich in der Erhebung der Mitarbeiterauslastung, die bei KMU in 43 Prozent aller Fälle erhoben wird, im

Vergleich zu 25 Prozent bei den Großunternehmen.

Eine weitere Frage bezog sich auf detaillierteres Wissen zu Abfragezeiten für die Erhebung der Produktionsdaten aus dem ERP-System. Bei 35 Prozent der befragten Unternehmen wurde eine Verarbeitungszeit von maximal 15 Minuten ausgewiesen, von denen ein Drittel sogar eine Zeit von unter einer Minute angegeben hat (siehe Bild 53). Weitere 12 Prozent der Unternehmen nannten Verarbeitungszeiten bis zu einer Stunde mit 4 Prozent der Unternehmen, deren Abfrage länger als eine Stunde beanspruchen würde. Herauszustellen ist mit 49 Prozent die hohe Menge an Unternehmen, die zu dieser Fragestellung keine Aussage gemacht haben, was einen geringeren Wissensstand bzgl. der Verarbeitungszeiten der betrieblichen Anwendungssysteme vermuten lässt.

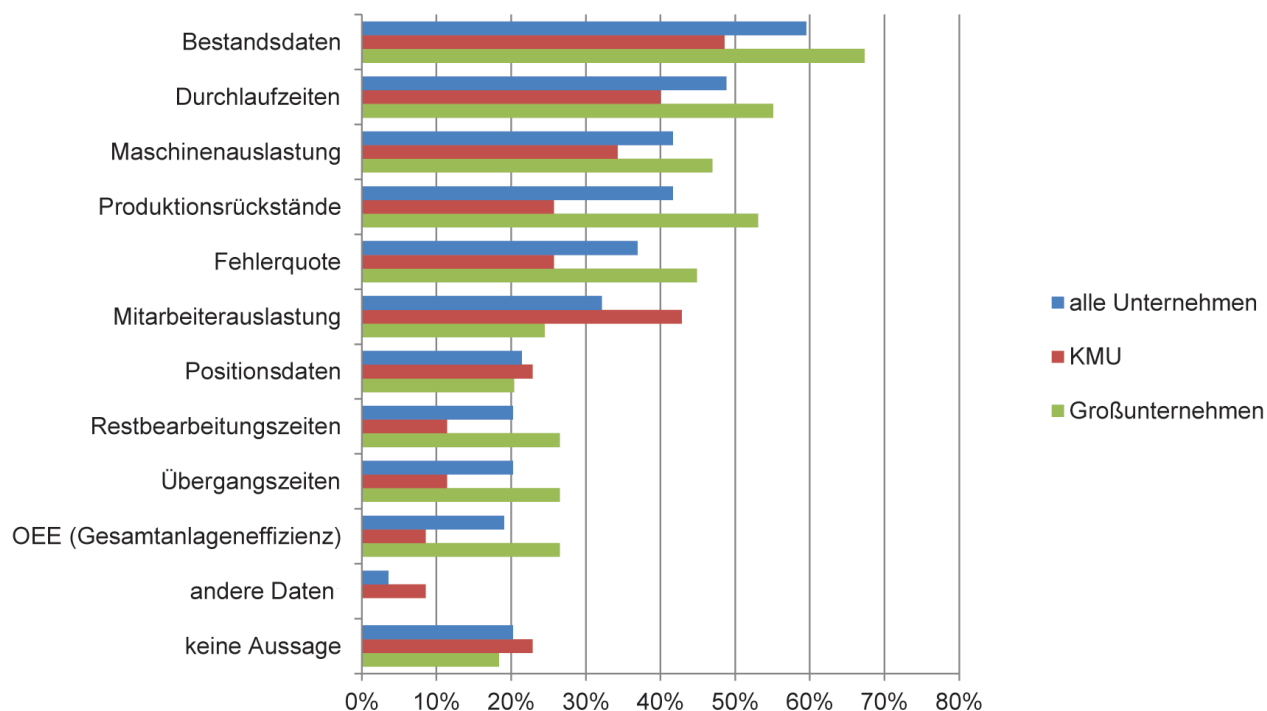


Bild 52: Verteilung der für die Fertigungssteuerung erfassten und gespeicherten Daten, aufgeschlüsselt nach Unternehmensgröße (n=84, Mehrfachnennung möglich)

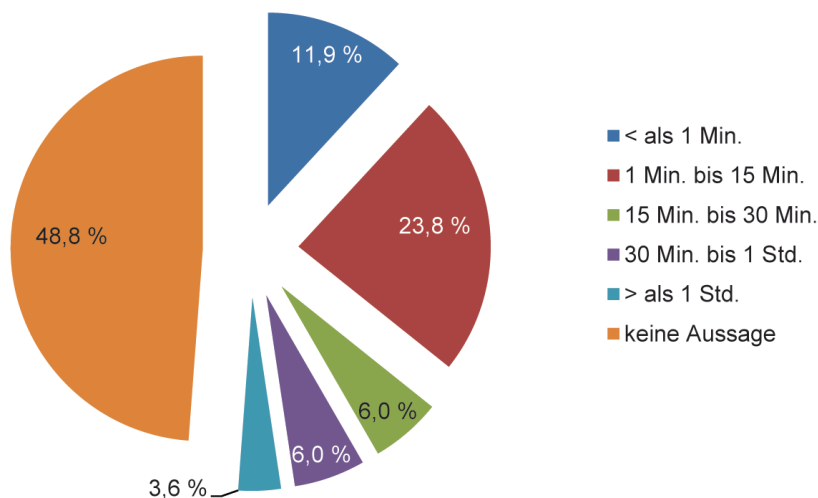


Bild 53: Notwendige Verarbeitungszeiten für die Abfrage sämtlicher Produktionsdaten eines Geschäftsjahres aus dem ERP-System (n=84)

6.4 Hypothese Big Data in der Produktion

Ergänzend zur Aufnahme des aktuellen Stands in Bezug auf das Thema Big Data in der Produktion wurden die Unternehmen nach ihrer Zustimmung zu folgender Hypothese gefragt:

Die schnelle Erfassung, Verarbeitung und Verwaltung von großen Datenmengen ist aktuell immer noch ein technologischer Engpass.

Die Auswertung der Fragebögen lässt erkennen, dass in etwa zwei Drittel der befragten Untersuchungsteilnehmer (62 Prozent) dieser Hypothese grundsätzlich oder sogar voll zustimmen (siehe Bild 54).

Es zeigt sich, dass die Hypothese besonders von den Bereichen der Produktion und Geschäftsführung als zutreffend anerkannt wird (63 Prozent bzw. 57 Prozent). Eine branchenspezifische Unterscheidung liefert keine abweichenden Ergebnisse. In Abhängigkeit von der Unternehmensgröße kann jedoch beobachtet werden, dass die direkte Zustimmung bei Großunternehmen (70 Prozent) signifikant höher ausfällt als bei KMU (51 Prozent), bei denen nur jedes zweite der These vollumfänglich oder zumindest grundsätzlich zustimmt.

Zusammenfassend lässt sich den Untersuchungsergebnissen zum Themenschwerpunkt Big Data entnehmen, dass zwar bereits jedes zweite Unternehmen eine größere Anzahl an Kenngrößen erhebt und hierzu entsprechende Speicherkapazitäten bereitstellt, aber weitergehende

Unternehmensdaten wie z. B. Positionsdaten von Betriebsmitteln, Übergangszeiten oder die Gesamtanlageneffizienz von 4/5 der Unternehmen noch nicht erfasst wird, wobei die Zahl bei KMU sogar noch höher ausfällt. In vielen Fällen werden zu genauen Speichermengen und Verarbeitungszeiten, als Indizien für bereits gelebte Big-

Data-Prinzipien, keine Aussagen getroffen, was die Vermutung zulässt, dass diese nicht bekannt sind. Aufgrund der genannten Haupttreiber „Höhere Prozesstransparenz und -kontrolle“ sowie „Stetig steigende Nachweis- und Dokumentationspflichten“ wird eine entsprechende Zunahme der betrieblichen Datenmenge erwartet, die erst zu einem geringen Teil aus Messdaten besteht. Der Großteil des Datenberges wird noch durch klassischen Datenaustausch und -speicherung in Form von E-Mails oder ähnlichem gebildet.

In Annahme einer stärkeren Automatisierung und Vernetzung unterschiedlichster Produktionsbereiche und -elemente, wird die Datenmenge aus Sensorik und MDE, aber auch BDE weiter zunehmen. Die bisher von den Unternehmen bereitgestellten Datenkapazitäten bewegen sich hauptsächlich im höheren Terabyte-Bereich, der in ähnlicher Größenordnung wie die jährliche Produktionsdatenmenge ausgelegt ist. Die weitere Entwicklung lässt in den nächsten Jahren einen grundsätzlichen Vorstoß in den Petabyte-Bereich erwarten.

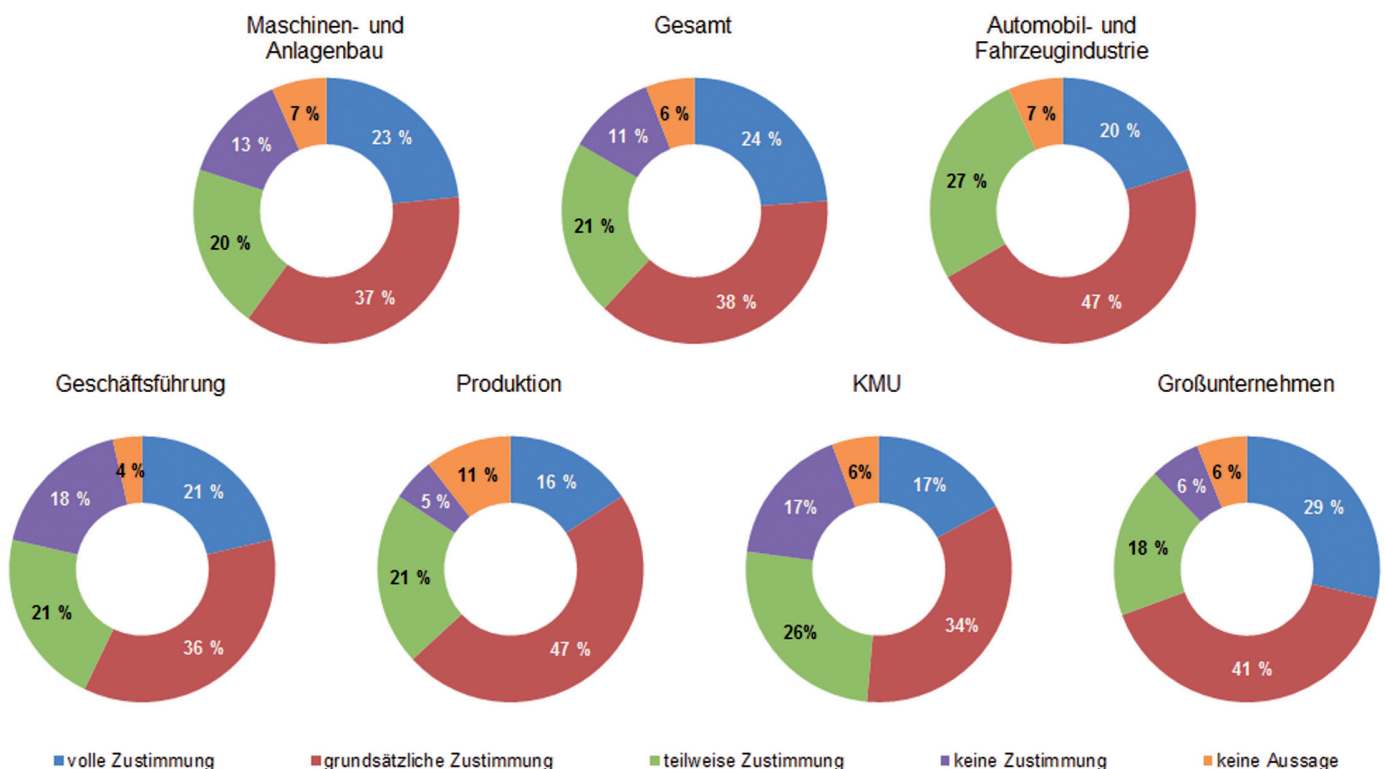


Bild 54: Hypothese Big Data in der Produktion (n=84)



C Zusammenfassung

Produktionsplanung und -steuerung

Die Produktionsplanung und -steuerung stellt eine Kernfunktion im Rahmen der Kundenauftragsabwicklung dar und hat über Kenngrößen wie der Liefertermintreue einen hohen Einfluss auf die Außenwirkung von Unternehmen. Dennoch sind die Defizite in der PPS, welche die Untersuchung 2011 aufzeigt, auch 2013 in vergleichbarer Form vorhanden. Hierbei handelt es sich überwiegend um Planungsfehler, basierend auf der Verwendung und Ermittlung ungenauer Werte sowie der fehlenden Erhebung relevanter Daten. Die Einführung von CPS mitsamt der notwendigen Sensortechnik bietet einen zukunftssträchtigen Ansatz, um die für eine zuverlässige Planung und Steuerung der Produktion benötigten Daten echtzeitnah und in der erforderlichen Qualität zu erhalten.

IT-Unterstützung in der Produktion

Der Einsatz verschiedenartiger IT-Lösungen (ERP, MES, APS, BDE, SCM etc.) ist für die Produktion enorm wichtig geworden. Die Systeme arbeiten z. T. immer noch losgelöst voneinander, sodass kein durchgängiger Informationsaustausch stattfindet. Durch die Integration der IT-Systeme sowohl in vertikaler (unternehmensintern) als auch in horizontaler (unternehmensübergreifend) Richtung wird jedoch die Möglichkeit geschaffen, ein cyber-physisches Produktionssystem zu realisieren. Dieses System nutzt die Datenintegrität, um auf allen Unternehmensebenen eine möglichst hohe Informationstransparenz zu schaffen und für die jeweilige Situation die entsprechenden Daten/Informationen aufzubereiten, um potenzielle Steuerungsalternativen zu analysieren.

Datenmanagement in der Produktion

Damit ein cyber-physisches Produktionssystem sicher und effizient arbeitet, ist es neben der reinen Bereitstellung von Daten und Information zwingend notwendig, dass diese zum richtigen Zeitpunkt (Echtzeitfähigkeit) zur Verfügung stehen. Um Ressourcen in diesem Zusammenhang nicht unnötig zu verschwenden, sollte das Ziel angestrebt werden, Informationen echtzeitfähig und bedarfsgerecht bereitzustellen und nicht unnötigerweise zu aktualisieren. Hierdurch wird die Möglichkeit geschaffen, zu jedem Zeitpunkt eine valide Aussage über den aktuellen Produktionsfortschritt zu machen, was zusätzlich nützlich für die Produktionssteuerung ist, und gleichzeitig dem Kunden den relevanten Auftragsstatus weiterzuleiten.

Cyber-physische Systeme in der Produktion

Cyber-physische Systeme sind verteilte, „intelligente“ Objekte, welche als eingebettete Systeme untereinander mittels internetbasierter Technologien vernetzt sind. Ihre neuartigen Systemfunktionen lassen sie ihr Verhalten durch Informations-, Daten- und Funktionsintegration eigenständig planen und anpassen. Aufgrund der momentan noch sehr großen Anzahl manueller Systembuchungen und schriftlicher Dokumentation ist eine echtzeitfähige und flächendeckende Vernetzung von Daten aus der Produktion aktuell nur sehr beschränkt möglich. Auf lange Sicht werden konsequent eingesetzte CPS (zusammengeschlossen zu CPPS) neben einer verbesserten und aktuelleren Planungsbasis zu großen Effizienzsteigerungen der Produktion führen.

Big Data in der Produktion

„Big Data“ ist eine der größten Herausforderungen heutiger Unternehmen, die aus der zunehmenden Automatisierung und Vernetzung verschiedenster betrieblicher Objekte erwächst, die miteinander und der Umwelt kommunizieren und interagieren können. Aus der immer größeren Menge unterschiedlichster Messdaten gilt es für die effiziente Produktions- und Fertigungssteuerung nicht nur, die notwendigen Speicher- und Verarbeitungskapazitäten bereitzustellen, sondern auch, relevante Daten und Muster herauszufiltern. Die Untersuchung zeigt, dass viele der befragten Unternehmen an einigen Stellen noch keine genauen Aussagen zu bereitstehenden Speicherkapazitäten und Verarbeitungszeiten treffen können. In über der Hälfte der Großunternehmen wird bereits eine Vielzahl von betrieblichen Kennzahlen erfasst, wohingegen KMU noch stärkeren Nachholbedarf aufweisen, um den ausgewiesenen Haupttreibern der betrieblichen Produktionsdatenzunahme gerecht zu werden. Erweiterte Produktionsdaten wie genaue Positionsdaten einzelner Betriebsmittel und speziellere Prozesszeiten werden bisher nur von weniger als 20 Prozent der Unternehmen erfasst, wobei der Anteil bei kleineren und mittleren Unternehmen noch geringer ausfällt. Insgesamt lässt sich deutliches Entwicklungspotenzial in diesem Bereich erkennen, die mit modernen Sensor- und Produktionssystemen (z. B. CPS) einhergehenden Chancen und Wettbewerbsvorteile für das eigene Unternehmen nutzbar zu machen.



D Ausblick

Eine immer stärkere Orientierung an Kundenwünschen sowie eine hohe Volatilität der Auftragseingänge stellen die Haupttreiber eines zunehmend dynamischeren Umfeldes heutiger Unternehmen dar. Um Kunden auch in Zukunft zufriedenzustellen, sollte das Produktportfolio produzierender Unternehmen in Deutschland durch eine große Variantenvielfalt geprägt sein. Dies führt zwangsläufig zu einer ansteigenden Prozess- und Produktkomplexität. Um diese Herausforderung beherrschbar zu machen, nutzen die meisten der befragten Unternehmen eine Vielzahl von unterstützenden IT-Systemen (ERP, MES, APS, CRM, SCM etc.). Die Regierung der Bundesrepublik Deutschland hat sich dieser Thematik angenommen und im Rahmen der High-tech-Strategie 2020 das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 ins Leben gerufen. Dieses Projekt setzt sich zum Ziel, die Symbiose der realen und digitalen Welt voranzutreiben (KAGERMANN et al. 2013, S. 35). Endergebnis dieser Initiative soll eine „intelligente Fabrik“ (*Smart Factory*) sein, die sich durch einen hohen Automatisierungsgrad und Ressourceneffizienz sowie durch Wandlungsfähigkeit und Ergonomie auszeichnet (NYHUIS 2010). Um hierzu einen Beitrag zu leisten, wird im Campus-Cluster Logistik des RWTH Aachen Campus eine bisher deutschlandweit einzigartige Forschungs- und Testumgebung geschaffen, in der interdisziplinäre Teams den Weg ins vierte industrielle Zeitalter bestreiten können. Dabei wird das Ziel verfolgt, Deutschland durch die Weiterentwicklung der Industrieproduktion eine internationale Spitzenstellung zu verschaffen bzw. diese zu erhalten.

In der in Aachen entstehenden Demonstrationsfabrik und den damit verbundenen Forschungslaboren, die unter dem Namen Enterprise-Integration-Center (EICe)

zusammengeschlossen sind, stehen folgende Forschungsziele im Vordergrund:

- Die Zusammenführung der horizontalen und vertikalen Integration überbetrieblich koordinierter Auftragsabwicklungs- und Planungsprozesse,
- die Generierung einer Informationstransparenz über alle Planungsebenen hinweg, sowohl über- als auch innerbetrieblich,
- Flexibilisierung der Anpassungsprozesse an sich ständig verändernde Rahmenbedingungen durch dezentrale, selbstoptimierende Regelkreise,
- Erzeugung einer auf Ist-Daten beruhenden Planung und Regelung (Ablösung mittelwertbasierter Verfahren).

Einen ersten Grundstein im EICe legte das BMBF-Forschungsvorhaben „WInD – Wandlungsfähige Produktionssysteme durch integrierte IT-Strukturen und dezentrale Produktionsplanung und -steuerung“. Dieses Projekt bildete 2011 die Basis für die erstmalige Durchführung dieser Untersuchung, wobei das Ziel verfolgt wurde, zusammen mit namhaften Partnern die Standardisierungslücken zwischen den betrieblichen Anwendungssystemen ERP, MES und PDM zu schließen und einen Demonstrator zu entwickeln. Dieser veranschaulicht, wie mithilfe moderner Technologien, wie Electronic-Product-Codes (EPC) und RFID sowie bestehenden Softwarelösungen wie ERP-, MES-, und PDM-Systemen, die vertikale und horizontale Integration über die gesamte Wertschöpfungskette eines produzierenden Unternehmens hinweg gestaltet werden kann. Des Weiteren wurden standardisierte Verfahren zur überbetrieblichen Datenübertragung (EDI) sowie

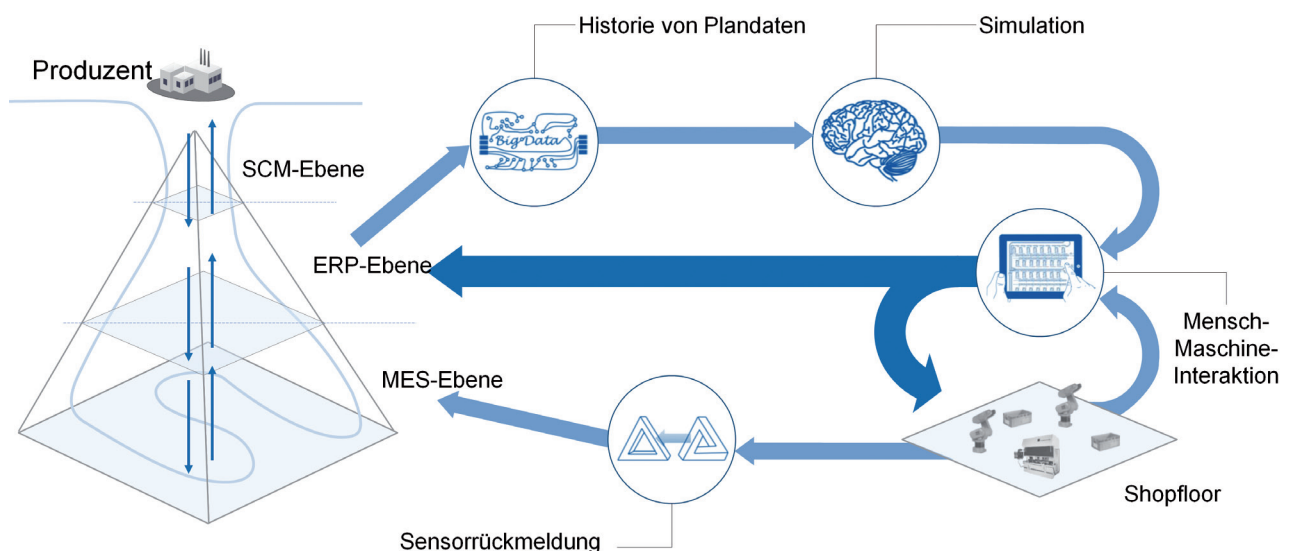


Bild 55: ProSense – Zielbild der hochauflösenden, adaptiven Produktionssteuerung auf Basis kybernetischer Unterstützungssysteme und intelligenter Sensorik

standardisierte Schnittstellen zur innerbetrieblichen Datenübertragung und Konzepte zur Datensicherheit vorgestellt.

Das aktuelle Forschungsprojekt „ProSense“ baut thematisch auf dem Projekt „WInD“ auf, hier allerdings mit dem Fokus, eine hochauflösende, adaptive Produktionssteuerung auf Basis kybernetischer Unterstützungssysteme und intelligenter Sensorik zu entwickeln (www.prosense.info). Dabei sollen Steuerungssysteme so gestaltet werden, dass diese mithilfe hochauflösender Produktionsdaten und deren intelligenter Visualisierung den Menschen als Entscheider optimal bei der Planung und Steuerung der Produktion unterstützen, um damit die Ziele wie z. B. Liefertermintreue erheblich zu verbessern. In einem ersten Schritt wird in diesem Zusammenhang ein cyber-physisches Produktionssystem erarbeitet, welches die Ausgangsbasis für ein neuartiges Feinplanungssystem bildet. Zur Erzeugung von hochauflösenden Produktionsdaten werden intelligente Sensoriksysteme eingesetzt. Die erfassten Daten werden anschließend verarbeitet und mithilfe eines modularen, selbstoptimierenden Feinplanungssystems nach auftretenden Mustern analysiert. Ergebnis dieser Analyse sind Steuerungsvorschläge, die dem Anwender transparent und bedarfsgerecht visualisiert werden, um die Entscheidung optimal zu unterstützen (siehe Bild 55, S. 57).

Neben den beiden oben beschriebenen Forschungsprojekten existieren weitere Projekte wie z. B. Smart.NRW,

Smart-Logistic-Grids usw., die in den nächsten Jahren ebenfalls im Enterprise-Integration-Center (EICe) erforscht werden.

Um die komplexen Zusammenhänge in den erwähnten Projekten in diversen Wertschöpfungssystemen zu erforschen und in einem realen Produktionsumfeld erlebbar machen zu können, steht erstmals eine echte Demonstrationsfabrik zur Verfügung. Diese Fabrik produziert zukünftig Karosserieprototypen des Elektrofahrzeugs StreetScooter sowie Vorserienmodelle des Fun-Sport-E-Kettcars MAXeKart mit Pedelec-Antrieb.

Das FIR an der RWTH Aachen arbeitet bei der Realisierung eng mit namhaften Produktionsunternehmen sowie Anbietern von industriellen Dienstleistungen und IT-Lösungen zusammen und fungiert als Kristallisationspunkt für innovative Lösungen. Hierfür werden drei marktführende ERP-Lösungen vollständig in eine reale Produktionsumgebung am RWTH Aachen Campus integriert (siehe Bild 56).

Die drei verschiedenen ERP-Systeme ermöglichen den Austausch von Auftragsdaten wie Bestellungen oder Lieferavis vollständig automatisiert und in Echtzeit über die EDI-Plattform myOpenFactory. Des Weiteren wird ein Logistikdienstleister abgebildet, der kundenspezifisch Material einlagert und auftragspezifisch zur Verfügung stellt. Innovative Lösungen wie Pick-by-voice und eine 3D-Lagervisualisierung werden in den Lagerbereich implementiert. Im Be-

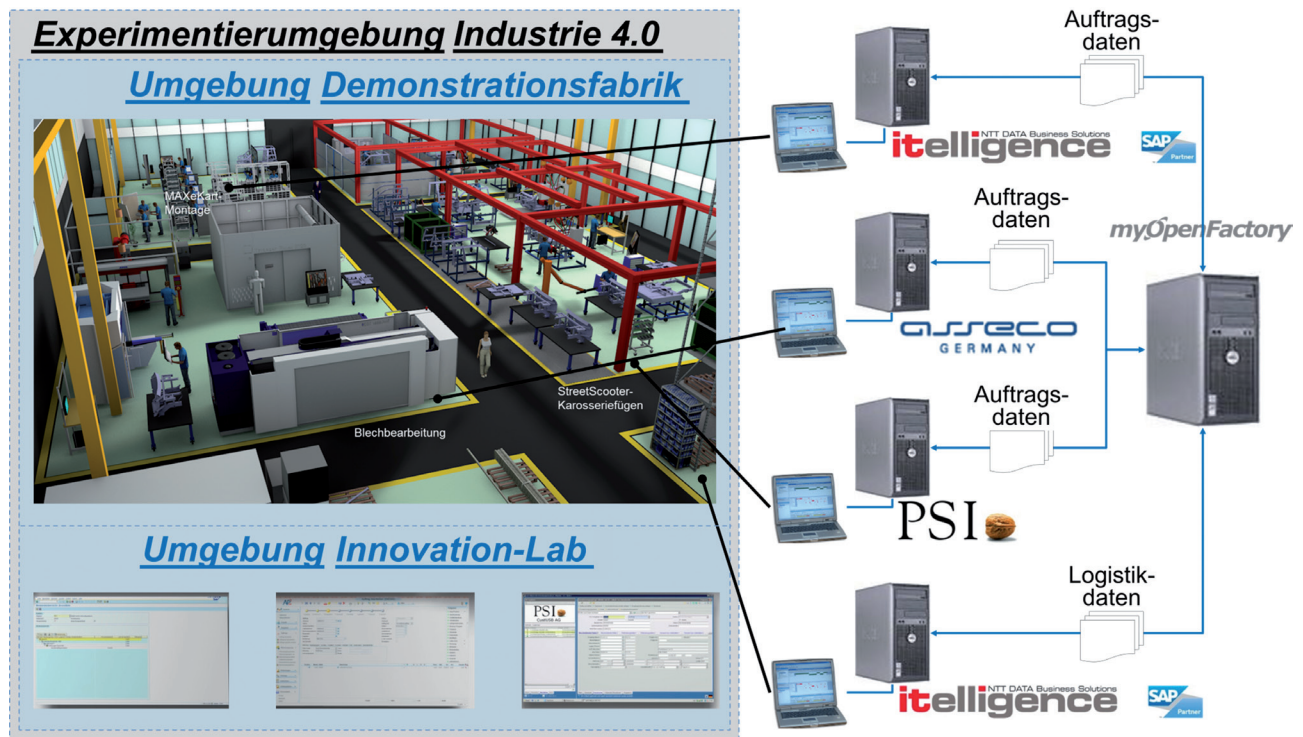


Bild 56: Übersicht der ERP-System-Architektur in der Demonstrationsfabrik

reich der Montage des MAXeKarts erfolgt die vollständige Integration von Auto-ID-Technologien wie RFID, Barcodes oder mobiler Datenerfassung in die Planungssysteme. Außerdem stehen Technologien wie Visual Assembly zur Verfügung, die die Verknüpfung von Konstruktions- und Montagedaten gewährleisten.

Mithilfe der Demonstrationsfabrik sowie den verschiedenen Innovation-Labs kann das EICe somit in Zukunft folgende Leistungen anbieten:

- Erprobung neuer Konzepte und Strategien in einem realen Produktionsumfeld,
- Test zukünftiger ERP-Softwarelösungen,
- Verbesserung der Datenqualität durch Validierung von echten Datensätzen im realen Betrieb,
- Durchführung individueller Schulungen zur Weiterbildung von Mitarbeitern,
- Verifizierung neuer Optimierungsideen zur Weiterentwicklung derzeitiger ERP-Systeme.

Die *RWTH Aachen* bietet Unternehmen in Zukunft die Chance, durch Immatrikulation und Ansiedlung am RWTH Aachen Campus die Kooperation mit der Forschung zu intensivieren und Synergieeffekte für ihr Unternehmen zu erschließen. Ausgerichtet auf eine völlig neue Form der intensiven Vor-Ort-Zusammenarbeit zwischen Industrie und Forschung werden im Campus-Cluster Logistik komplexe Wertschöpfungsketten aus einer ganzheitlichen Perspektive betrachtet. Die Kooperation im Cluster Logistik erfolgt durch die Bereitstellung von Arbeitsflächen, von kooperationsbezogener Forschungsinfrastruktur und durch die Ansiedlung von Partnern aus verschiedenen Stufen der logistischen Wertschöpfungskette, die gemeinsam in Projekten arbeiten, zukünftige Potenziale für den Standort Deutschland identifizieren und Lösungen für die nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit erarbeiten. Eine vollständige Übersicht über die aktuellen Partner aus Industrie und Forschung befindet sich auf www.eice.de.



Literaturverzeichnis

- ABELE, E.; REINHART, G.: Zukunft der Produktion. Herausforderungen, Forschungsfelder, Chancen. Hanser, München [u. a.] 2011.
- BACHMANN, W.; TIEMEYER, E.: Handbuch IT-Management. Konzepte, Methoden, Lösungen und Arbeitshilfen für die Praxis. 4. Auflage. Hanser, München [u. a.] 2011.
- BMBF: Wohlstand durch Forschung. Bilanz und Perspektiven der Hightech-Strategie für Deutschland. Hrsg.: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Berlin 2013.
- BROY, M. (Hrsg.): Cyber-Physical Systems. Innovation durch softwareintensive eingebettete Systeme. Acatech diskutiert. Springer, Berlin [u. a.] 2010.
- BUCHWALD, C.: Expertensysteme für das Steuermanagement im internationalen Konzern. Einsatz in der Steuerplanung und bei steuerlichen Mitwirkungspflichten. Schmidt, Berlin 2007.
- CAPGEMINI: RFID and Consumers. What European Consumers Think About Radio Frequency Identification and the Implications for Business. Capgemini, Utrecht 2005.
- CE-RFID: RFID-Reference-Model. <http://www.rfid-in-action.eu/internal/documents/rfid-reference-model/ce-rfid-brochure-reference-model.pdf>, Stand: 18.09.2013.
- CHEN, S.-L.: A Miniature RFID Tag Antenna Design for Metallic Objects Application. In: IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters (2009)8, S. 1043 – 1045.
- CHEN, S.-L.; LIN, K.-H.; MITTRA, R.: A low Profile RFID Tag Designed for Metallic Objects. In: Asia-Pacific Microwave Conference, 2009. APMC 2009; December 7 –10, 2009, Singapore. IEEE, Piscataway, NJ, S. 226 – 229.
- GÜNTERBERG, B.: Unternehmensgrößenstatistik. Unternehmen, Umsatz und sozialversicherungspflichtig Beschäftigte 2004 bis 2009 in Deutschland, Ergebnisse des Unternehmensregisters (URS 95). Hrsg.: Institut für Mittelstandsforschung Bonn, Bonn 2012.
- KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J.: Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Büro der Forschungsunion im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V., Berlin 2013.
- KÜHN, S.: Produktionsdatenmanagement. Alle Fertigungsinformationen im Überblick. http://www.it-production.com/?seite=einzel_artikel_ansicht&id=26946 Stand: 18.09.2013.
- KÜMMERLEN, R.: Big Data. 10 Fakten zur Datenanalyse. In: LOG. Kompass (2013) 5, S. 14 – 15.
- MANYIKA, J. et al.: Big Data. The next frontier for innovation, competition and productivity. Hrsg.: McKinsey Global Institute. McKinsey Global Institute, New York 2011.
- NYHUIS, P.; KLEMKE, T.; WAGNER, C.: Wandlungsfähigkeit – Ein systemischer Ansatz. In: Wandlungsfähige Produktionssysteme. Hrsg.: P. Nyhuis. GITO-Verlag, Berlin 2010.
- REINHART, G.; ENGELHARDT, P.; GEIGER, F.; PHILIPP, T. R.; WAHLSTER, W.; ZÜHLKE, D.; SCHLICK, J.; BECKER, T.; LÖCKELT, M.; PIRVU, B.; STEPHAN, P.; HODEK, S.; SCHOLZ-REITER, B.; THOBEN, K.; GORLDT, C.; HRIBERNIK, K. A.; LAPPE, D.; VEIGT, M.: Cyber-Physische Produktionssysteme. Produktivitäts- und Flexibilitätssteigerung durch die Vernetzung intelligenter Systeme in der Fabrik. In: wt Werkstattstechnik online 103 (2013) 2, S. 84–89.
- SCHLICK, J.; STEPHAN, P.; ZÜHLKE, D.: Produktion 2020: Auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. In: IM - Fachzeitschrift für Information Management und Consulting 27 (2012) 3, S. 26 – 33.
- SCHUH, G.; LÖDDING, H.; STICH, V.; REUTER, C.; SCHMIDT, O.; POTENTE, T.; FRANZKOCH, B.; BROSE, T.; THOMAS, C.; WESCH-POTENTE, C.: High Resolution Production Management. In: Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik: Aachener Perspektiven. Aachener Werkzeugmaschinenkolloquium 2011. Hrsg.: C. Brecher; F. Klocke; R. Schmitt; G. Schuh. Shaker, Aachen 2011, S. 61 – 80.
- SCHUH, G.; STICH, V. (Hrsg.): Produktion am Standort Deutschland. Ausgabe 2011, Aachen 2011.
- SCHUH, G.; STICH, V.; RUNGE, S.: Einführung. In: Grundlagen der PPS. Hrsg.: G. Schuh; V. Stich. 4. Auflage. Produktionsplanung und -steuerung; Bd.1. Springer Vieweg, Berlin 2012, S. 3 – 10.
- SCHUH, G.; WESTKÄMPER, E.: Liefertreue im Maschinen- und Anlagenbau. Stand, Potenziale, Trends. Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung, Stuttgart 2006.
- STRAUBE, F.; SCHOLZ-REITER, B.; TEN HOMPEL, M.: BMBF-Voruntersuchung. Logistik im produzierenden Gewerbe. Abschlussbericht. Institut für Technologie und Management. Bereich Logistik. Technische Universität Berlin, 2008.
- VELTEN, C.; JANATA, S.: Datenexplosion in der Unternehmens-IT. Wie Big Data das Business und die IT verändert. Eine Studie der Experton Group im Auftrag der BT (Germany) GmbH & Co. oHG, München 2012.
- WESTKÄMPER, E.; ZAHN, E.: Wandlungsfähige Produktionsunternehmen. Das Stuttgarter Unternehmensmodell. Springer, Berlin [u. a.] 2009.
- ZÄH, M. F.; OSTGATHE, M.; WIESBECK, M.: Ganzheitliches Datenmodell für kognitive Produktionssysteme. In: ZWF 105 (2010) 4, S. 309 – 315.

