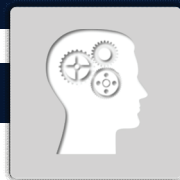


Die Wertstrommethode im Zeitalter von Industrie 4.0 - Studienreport -



Impressum

Winkler, Herwig / Lugert, Andreas: Die Wertstrommethode im
Zeitalter von Industrie 4.0 - Studienreport -

Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg
IKMZ – Universitätsbibliothek

Cottbus, 06. Februar 2017

ISBN 978-3-940471-29-1

Vorwort	4
Executive Summary	5
I. Einleitende Vorbemerkungen zur Studie	6
1. Begrifflichkeiten im Zusammenhang des Studienreports	7
2. Motivation zur Durchführung der Studie	9
3. Grundlegende Überlegungen zur Wertstrommethode	10
4. Grundlegende Überlegungen zu Industrie 4.0	11
II. Design der vorliegenden Studie	12
1. Wissenschaftliche Konzeption der Untersuchung	13
2. Aufbau des Online-Fragebogens	14
3. Durchführung der Datenerhebung	15
III. Strukturelle Daten der verwendeten Stichprobe	16
1. Einladungen zur Studienteilnahme und Rückläuferquote	17
2. Branchenzugehörigkeit und Fertigungsart der Studienteilnehmer	18
3. Unternehmensgröße der Studienteilnehmer nach Umsatz und Mitarbeiteranzahl	20
4. Funktionsbereich, Position und Erfahrungen der Studienteilnehmer	22

IV. Ergebnisse der Studie	23
1. Ergebnisse zur Bedeutung von Lean Management und der Wertstrommethode	23
1. Die größten Herausforderungen für Produktion und Produktionssystem	24
2. Relevanz von Lean Management in der Produktion	25
3. Erfahrungen mit der Wertstrommethode	26
4. Hinderungsgründe, die Wertstrommethode nicht anzuwenden	27
5. Vor- und Nachteile der Wertstrommethode aus Anwendersicht	28
6. Ergebnisse zu Aktualisierungshäufigkeit und -aufwand	30
2. Ergebnisse zum Verständnis von Industrie 4.0	31
1. Erfahrungen mit Industrie 4.0	32
2. Aspekte beim Verständnis von Industrie 4.0	33
3. Realisierungshorizont von autonomen Produktionssteuerungs-Systemen und Hindernisse	34
3. Ergebnisse zur Integration von Lean Management und Industrie 4.0	36
1. Vereinbarkeit von Industrie 4.0 und Lean-Konzepten	37
2. Strategische Ziele bei der Integration von Lean und Industrie 4.0	38
4. Ergebnisse zu den Herausforderungen der Wertstrommethode	39
1. Notwendigkeit zur Weiterentwicklung der Wertstrommethode	40
2. Treiber, die eine Weiterentwicklung der Wertstrommethode erzwingen	42
3. Ansätze der Weiterentwicklung der Wertstrommethode	43
4. Wichtigkeit einzelner Aspekte bei der Weiterentwicklung der Wertstrommethode	44
V. Qualitatives Feedback	46
VI. Fazit aus den Studienergebnissen	47
Literatur	48

Das Thema Industrie 4.0 ist in aller Munde und durchdringt aktuell alle Unternehmensbereiche. Von besonderem Interesse ist dabei für die Wissenschaft die Frage, ob dadurch bestehende bewährte Produktionskonzepte verworfen, überarbeitet und/oder neu entwickelt werden müssen. Insbesondere liegt dabei ein Fokus auf den Instrumenten, Methoden und Konzepten der Lean Production.

Die Lean Production und das Lean Management haben in der deutschen Wirtschaft einen hohen Durchdringungsgrad und stellen eine wichtige Basis für den wirtschaftlichen Erfolg dar. Von herausragender Bedeutung beim Einsatz der Lean Instrumente ist die Wertstrommethode. Sie ist ein klassisches Analyseinstrument, mit dem systematisch Verbesserungspotentiale im Produktionssystem zu erkennen und zu heben sind. Die Umsetzung von Industrie 4.0 Konzepten thematisiert u.a. die Entwicklung selbststeuernder bzw. cyber-physischer-Produktionssysteme und neue Formen der Mensch-Maschine-Kollaboration. Bei diesen Produktionskonzepten wird die Betrachtung und Untersuchung traditioneller Wertströme obsolet, weshalb auch der Einsatz der Wertstrommethode und die klassische Denkweise bei der Vermeidung von Verschwendung im Produktionssystem zu modifizieren sind.

Diesem Problemkomplex ist die vorliegende empirische Untersuchung gewidmet. Es wird dabei der Frage nachgegangen, welche Bedeutung die Wertstrommethode in den Unternehmen besitzt, welche Trends und Veränderungen durch Industrie 4.0 wahrscheinlich sind und ob sich dadurch ein veränderter Einsatz der Wertstrommethode ableiten lässt. Die zahlreichen und durchweg positiven Rückmeldungen, die uns erreichten, bescheinigen uns, mit der Studie ein brisantes Thema eröffnet zu haben. 170 Experten beteiligten sich an unserer Studie, denen wir an dieser Stelle unseren Dank für ihre Teilnahme aussprechen möchten. Damit konnten repräsentative Ergebnisse erzielt werden, über die wir auf den folgenden Seiten berichten.

Wir hoffen, dass unsere Arbeit bei der Leserschaft auf hohes Interesse stößt.

Univ.-Prof. Dr. habil. Herwig Winkler
Andreas Lugert, MSc.

Kernaussagen der Studie

- Im Zeitraum von **Oktober bis Dezember 2016** wurde vom Lehrstuhl für Produktionswirtschaft der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg die Studie mit dem Titel „**Die Wertstrommethode im Zeitalter von Industrie 4.0**“ als Online-Umfrage durchgeführt. **170 Personen** beantworteten den Fragebogen vollständig, allesamt haben Erfahrungen mit Lean Production.
- Die zunehmende **Volatilität der Märkte** sowie die fortschreitende **Digitalisierung** werden als die größten Herausforderungen für Produktion/Produktionssystem gesehen.
- Als größter Nachteil der Wertstrommethode gilt, dass sie nur ein **statisches Tool** ist bzw. eine **Momentaufnahme** darstellt.
- Am meisten an der Wertstrommethode werden die **Transparenz hinsichtlich Engpässen und Problemen** sowie die **Möglichkeit zur Ableitung von Verbesserungsthemen** geschätzt .
- Knapp die Hälfte der Befragten aktualisiert Dokumente von Wertstromanalyse und -design **höchstens einmal pro Jahr**. Der Aufwand dafür ist höchst unterschiedlich und reicht von einem **bis zu mehr als 20 Manntagen**.
- Kurz- und mittelfristig wird eine **autonome Produktionssteuerung** in der Serien- und Massenfertigung nicht als realistisch angesehen. Die Bedeutung der Wertstrommethode wird damit weiterhin groß bleiben.
- Die große Mehrheit der Teilnehmer sieht überwiegend **keine Widersprüche** zwischen Industrie 4.0 und der Lean-Philosophie, hält Lean nach wie vor für wichtig und plädiert für eine Integration von Lean und Industrie 4.0.
- Als besonders groß wird bei der Integration von Lean und Industrie 4.0 das Potential zur **Steigerung der Flexibilität** angesehen.
- Ein Großteil der Experten ist der Meinung, dass künftige Herausforderungen der Produktion auch Auswirkungen auf die klassische Wertstrommethode haben werden. Zwei Drittel der Befragten halten eine **Weiterentwicklung der Methode mit Industrie 4.0-Lösungen** deshalb für sinnvoll.
- Von besonderem Interesse sind für die Studienteilnehmer dabei die Möglichkeit der **Simulation**, die **Echtzeit-Integration von Produktions- und Maschinendaten** sowie die Schaffung einer **Schnittstelle zu ERP-/MES-Systemen**.
- Dabei sollen die Aspekte **Transparenz der Prozesse**, die **Einbeziehung aller Beteiligten** sowie die Möglichkeit zur **Ableitung von Verbesserungsthemen** unbedingt berücksichtigt werden.

Vorwort

Executive Summary

I. Einleitende Vorbemerkungen zur Studie

1. Begrifflichkeiten im Zusammenhang des Studienreports
2. Motivation zur Durchführung der Studie
3. Grundlegende Überlegungen zur Wertstrommethode
4. Grundlegende Überlegungen zu Industrie 4.0

II. Design der vorliegenden Studie

1. Wissenschaftliche Konzeption der Untersuchung
2. Aufbau des Online-Fragebogens
3. Durchführung der Datenerhebung

III. Strukturelle Daten der verwendeten Stichprobe

1. Einladungen zur Studienteilnahme und Rückläuferquote
2. Branchenzugehörigkeit und Fertigungsart der Studienteilnehmer
3. Unternehmensgröße der Studienteilnehmer nach Umsatz und Mitarbeiteranzahl
4. Funktionsbereich, Position und Erfahrungen der Studienteilnehmer

- **Autonome Produktion** meint eine dezentrale, sich situativ selbststeuernde Produktion, bei der Produkte bzw. Aufträge direkt mit Maschinen interagieren und Entscheidungen bezüglich ihres Fertigungsprozesses automatisiert treffen, ohne aktiven Eingriff von Mitarbeitern.¹
- **Cyber-physische Systeme (CPS)** sind „Objekte, Geräte, Gebäude, Verkehrsmittel, aber auch Produktionsanlagen, Logistikkomponenten etc., die eingebettete Systeme enthalten, die kommunikationsfähig gemacht werden.“ Diese Systeme seien in der Lage, Internetdienste zu nutzen bzw. über das Internet zu kommunizieren, ihre Umwelt unmittelbar mit entsprechender Sensorik zu erfassen, weltweit verfügbare Daten und Dienste abzurufen, auszuwerten sowie zu speichern und mit Hilfe von Akteuren auf die physikalische Welt einzuwirken.²
- Der Begriff **Industrie 4.0** geht auf eine Initiative der deutschen Bundesregierung und steht für „die vierte industrielle Revolution, einer neuen Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten“.³ Eine gute Definition ist bei Obermaier zu finden: „Industrie 4.0 beschreibt eine Form der industriellen Wertschöpfung, die durch Digitalisierung, [Nutzung von Daten in Echtzeit] sowie Vernetzung aller an der Wertschöpfungskette beteiligten Akteure charakterisiert ist und auf Prozesse, Produkte oder Geschäftsmodelle von Industriebetrieben einwirkt“.⁴
- **Smart Products** sind stets identifizierbare und lokalisierbare Produkte, deren „Intelligenz“ zwei wesentliche Aspekte umfasst: Einerseits bieten Smart Products die Möglichkeit, in einer Smart Production während ihrer Herstellung quasi selbstständig die einzelnen Stationen ihrer Produktion anzusteuern und ihren eigenen Fertigungsprozess aufzuzeichnen und zu speichern. Andererseits sind Smart Products in der Lage, als fertiges Produkt Parameter und/oder Umweltbedingungen während ihres Einsatzes zu registrieren und zu melden.⁵
- Unter **Smart Production** wird eine intelligente und sich selbst steuernde Produktion verstanden, in der sich Fertigungsanlagen ohne menschliche Eingriffe organisieren und die somit Teil einer Smart Factory ist. Diese wiederum impliziert über die Smart Production hinaus aber auch Aspekte wie etwa eine vernetzte Supply Chain oder ein durchgängiges Engineering.⁶

¹ Vgl. Kargermann et al. (2013), S. 24; ebd., S. 108; Theuer (2015), S. 31; Windt/Hülsmann (2007), S. 7. ² Vgl. Bauernhansl, 2014, S. 15 f.

³ Plattform Industrie 4.0 (2015), S. 8. ⁴ Obermaier (2016), S. 8. ⁵ Vgl. Kargermann et al. (2013), S. 25; Köhler et al. (2016), S. 21 f.

⁶ Vgl. Obermaier (2016), S. 20; Kargermann et al. (2013), S. 24.

- Nach ERLACH ist der **Wertstrom** „die Verbindung aller Aktivitäten, die benötigt werden, um ein Produkt vom Ausgangsmaterial in die vom Kunden gewünschte Form zu bringen. Dazu zählen nicht nur die Prozesse in einer Produktion und der Materialfluss, sondern auch die Aktivitäten, mit denen Prozesse und Materialfluss gesteuert werden, einschließlich des Informationsflusses.“¹
- **Wertstromanalyse** steht einerseits für die Aktivitäten, die für die Untersuchung des aktuellen Ist-Zustandes eines Wertstromes erforderlich sind, andererseits aber auch für das Ergebnis dieser Tätigkeiten.²
- **Wertstromdesign** umfasst analog dazu sowohl das Vorgehen zur Ableitung des Idealzustandes auf Basis der Analyse als auch das skizzierte Ergebnis dessen.³
- **Wertstrommethode** meint die etablierte Art und Weise des Vorgehens zur Untersuchung und Gestaltung eines abgegrenzten Wertstroms, wie sie v.a. bei ROTHER/SHOOK sowie ERLACH beschrieben ist.⁴

¹ Klevers (2007), S. 27. ² Vgl. Erlach (2010), S. 32. ³ Vgl. Ebd., S. 103. ⁴ Vgl. Rother/Shook (2004); Erlach (2010).

- Das produzierende Gewerbe ist nach wie vor das Rückgrat der deutschen Wirtschaft. Der Anteil an der Bruttowertschöpfung in Deutschland macht aktuell rund 23% aus.¹
- Für die meisten Industrieunternehmen ist eine effizientere Leistungserstellung notwendig, um trotz steigenden Kostendrucks infolge der Globalisierung auch weiterhin international wettbewerbsfähig zu bleiben.²
- Aus diesem Grund sind Produktionssysteme nach dem Vorbild Toyotas und eine durchgängige Orientierung an den Prinzipien der Lean Production aus produzierenden Unternehmen nicht mehr wegzudenken.
- In diesem Zusammenhang spielt die funktionsübergreifende, durchgängige Betrachtung des Wertstromes mittels Wertstrommethode (WSM) eine elementare Rolle, da sich erst aus dieser Perspektive ein Gesamtüberblick über Material- und Informationsflüsse in einem Produktionsprozess darstellen lässt und lokale Einzeloptimierungen aufeinander abgestimmt werden können.³
- Der Erfolg der Methode ist signifikant: Laut einer Studie des Fraunhofer-Instituts IAO wenden durchschnittlich 60 % der Unternehmen die WSM an. Dabei konnten große Verbesserungen hinsichtlich Beständen und Durchlaufzeiten sowie Produktivitätssteigerungen erzielt werden.⁴
- Doch mittlerweile sind viele Produktionssysteme durch eine sehr hohe Komplexität gekennzeichnet, deshalb sind Veränderungen in den Leistungsprozessen solcher sozio-technischer Systeme immer schwieriger zu bewerkstelligen, was unter anderem auf stets kürzer werdenden Produktlebenszyklen sowie fortwährend volatiler werdenden Märkten zurückzuführen ist.⁵
- Diesen veränderten Herausforderungen müssen Produktionsprozesse künftig in dynamischer Weise begegnen. LUKAS konstatiert allerdings, dass heutige Systeme den Anforderungen an schnelle Wandelbarkeit und hohe Dynamik nicht genügen. Industrie 4.0 jedoch böte die Chance, diese geforderte Flexibilität und Dynamik in Produktionsprozessen zu realisieren.⁶
- **Ziel der Studie ist deshalb die empirische Evaluation zur Durchdringung der Wertstrommethode in Betrieben sowie die Erforschung von neuem Handlungsbedarf, insbesondere im Kontext von Industrie 4.0. Dazu sollen zunächst das Grundverständnis von Lean, der WSM sowie von Industrie 4.0 abgefragt werden, ehe schließlich die Potenziale einer möglichen Integration von Lean bzw. der Wertstrommethode mit Lösungen aus dem Bereich der Digitalisierung in der Produktion in den Fokus der Betrachtung rücken.**

¹ Vgl. Statistisches Bundesamt (2016), S. 18. ² Vgl. Winkler et al. (2016), S. 241. ³ Vgl. Erlach et al. (2003), S. 167.

⁴ Vgl. Hämmerle/Rally (2012), S. 38; ebd. S. 44 ff. ⁵ Vgl. Winkler et al. (2016), S. 219; Seebacher/Winkler (2013), S. 3415

⁶ Vgl. BMBF (2011), S. 1; Lukas (2013), S. 83.

- Die Wertstrommethode ist zentraler Bestandteil des **Toyota-Produktionssystems**. Im deutschsprachigen Raum wurde der Ansatz einer ganzheitlichen Betrachtung von Material- und Informationsflüssen in dieser Form nach der Veröffentlichung des Buches „Sehen lernen“ von ROTHER/SHOOK weit verbreitet.¹
- ERLACH erweiterte bzw. detaillierte diesen Ansatz und formuliert neun Gestaltungsrichtlinien des Wertstromdesigns.²
- Laut einer Studie des *Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO* arbeiten **durchschnittlich 60% der befragten Unternehmen**, die verschiedene Branchen des produzierenden Gewerbes repräsentieren, mit der Wertstrommethode.³
- Deutlich überdurchschnittlich wird die Methode in **Unternehmen des Automobilbaus** genutzt – in eben jener Branche, aus der das TPS ursprünglich entsprang. Besonders in **großen Unternehmen** ab 5000 Mitarbeitern wird die Wertstrommethode geschätzt: Durchschnittlich 17 von 20 Firmen wenden die strukturierte Vorgehensweise zur Optimierung von Wertströmen regelmäßig an.⁴
- Daher wurden bei der Teilnehmer-Akquise der Studie auch überwiegend Personen berücksichtigt, die in großen Unternehmen und/oder der Automobil- bzw. Automobilzulieferbranche tätig sind.
- Als **Ziel der Wertstrommethode** nennen ROTHER/SHOOK, Unternehmen zu „dauerhaften [und] systematischen Verbesserungen [zu] verhelfen, die nicht nur Verschwendung beseitigen, sondern auch deren Ursachen“.⁵
- In der Studie wurde konkret nach **Vor- und Nachteilen der Methode** gefragt, um diesbezüglich Transparenz über die Sicht der Anwender zu schaffen.
- Beachtlich sind die Erfolge, die mit Hilfe der Wertstrommethode bereits erreicht werden konnten: Jedes vierte Unternehmen konnte die **Produktivität** um mehr als 20 % steigern, über 60 % der Unternehmen immerhin um respektable 10 %. Mehr als 40 % der Unternehmen reduzierte die **Bestände** um mehr als 20 %, in durchschnittlich drei von vier Fällen wurde die **Durchlaufzeit** ferner um mehr als 10 % verbessert.⁶
- Die Erfolge der Wertstrommethode sind also hinreichend quantitativ belegt. Unbeantwortet sind aber bislang Fragen nach der **Aktualität der Dokumente** der Wertstrommethode sowie ob bzw. warum und in welche Richtung eine **Weiterentwicklung der Methode** sinnvoll erscheinen. Zu diesen und ähnlichen Fragen soll die vorliegende Studie Antworten geben.

¹ Vgl. Rother/Shook (2004), Einleitung. ² Vgl. Erlach et al. (2003), S. 167. ³ Vgl. Hämmerle/Rally (2012), S. 38. ⁴ Ebd.

⁵ Rother/Shook (2004), Einleitung. ⁶ Vgl. Hämmerle/Rally (2012), S. 44 ff.

- Seit der ersten Publikation¹ anlässlich der Hannover Messe 2011 ist die **vierte industrielle Revolution** unter dem Schlagwort **Industrie 4.0** in den öffentlichen Fokus gerückt. Durchschnittlich erscheinen in diesem Kontext täglich mittlerweile vier neue Publikationen.²
- An den Prinzipien der **Lean Production** und dem Versuch der steten Ausrichtung aller Prozesse am Wertstrom hat sich damit jedoch nichts geändert. Nach wie vor ist man bestrebt, eine Produktion schlank, verschwendungsarm und kundenorientiert zu gestalten, auch wenn in diesem Kontext **Cyber-Physische Produktionssysteme** (CPPS) eine wichtige Rolle spielen werden.³
- TSCHÖPE ET AL. untersuchen in einer quantitativen Datenbankanalyse nationale und internationale Veröffentlichung im Kontext von Industrie 4.0 auf Schlüsselwörter und identifizieren auf Basis dessen sieben Kernthemen: **Echtzeitdaten, Big Data, Machine to Machine, Internet of Things, CPS, Cloud Computing und Smart Grid**.⁴
- Beachtlich sind die **Potentiale**, die Industrie 4.0 beigemessen werden: So sollen Bestandskosten um 30-40 %, Fertigungskosten um 10-20 %, Logistikkosten um 10-20 %, Instandhaltungskosten 20-30 % und Komplexitätskosten gar um 60-70 % reduziert werden können. Alleine in den Branchen Maschinen- und Anlagenbau, Elektrotechnik, Automobilbau, chemische Industrie, Landwirtschaft sowie Informations- und Kommunikationstechnologie wird bis 2025 durch Technologien aus dem Bereich von Industrie 4.0 ein zusätzliches **Wertschöpfungspotenzial** von 78 Milliarden Euro einkalkuliert, rund die Hälfte davon in den Sektoren Maschinen- und Automobilbau.⁵
- Insbesondere der Begriff der **autonomen Produktion** wird in der Literatur rege diskutiert. Es konnte bereits mehrfach gezeigt werden, dass autonome Steuerungsmethoden z.B. in der Logistik einen vielversprechenden Ansatz darstellen, einer zunehmenden Dynamik zu begegnen.⁶
- Laut einer Studie von TESCHEMACHER ET AL. findet allerdings überhaupt nur die Hälfte aller Befragten den Einsatz solcher Systeme interessant; weniger als 20 % der Befragten glauben daran, dass Konzepte einer autonomen Produktionsplanung und -steuerung in „näherer Zukunft“ realisiert werden.⁷ **Da die Angabe „nähere Zukunft“ nicht weiter konkretisiert wurde, soll diese Frage in der vorliegenden Studie präziser beantwortet werden.**

¹ Vgl. Kargermann et al. (2011). ² Vgl. Tschöpe et al. (2015), S. 145. ³ Vgl. Deuse et al. (2015), S. 101. ⁴ Vgl. Tschöpe et al. (2015), S. 146.

⁵ Vgl. Bauernhansl (2014), S. 31; Bauer et al. (2014), S. 6 ff. ⁶ Vgl. Scholz-Reiter et al. (2009), S. 1449 f; Grundstein et al. (2013), S. 992.

⁷ Vgl. Teschemacher et al. (2016), S. 266 ff.

Vorwort

Executive Summary

I. Einleitende Vorbemerkungen zur Studie

1. Begrifflichkeiten im Zusammenhang des Studienreports
2. Motivation zur Durchführung der Studie
3. Grundlegende Überlegungen zur Wertstrommethode
4. Grundlegende Überlegungen zu Industrie 4.0

II. Design der vorliegenden Studie

1. Wissenschaftliche Konzeption der Untersuchung
2. Aufbau des Online-Fragebogens
3. Durchführung der Datenerhebung

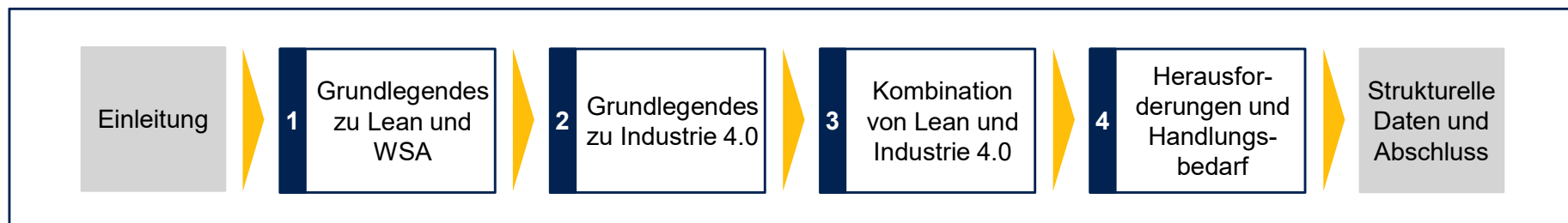
III. Strukturelle Daten der verwendeten Stichprobe

1. Einladungen zur Studienteilnahme und Rückläuferquote
2. Branchenzugehörigkeit und Fertigungsart der Studienteilnehmer
3. Unternehmensgröße der Studienteilnehmer nach Umsatz und Mitarbeiteranzahl
4. Funktionsbereich, Position und Erfahrungen der Studienteilnehmer

- Die Forschungsmethoden der empirischen Sozialforschung werden unterschieden in Methoden der **qualitativen Forschung**, bei denen das *Wie* im Vordergrund steht, und Methoden der **quantitativen Forschung**, die insbesondere Kausalzusammenhänge messbar machen und analysieren wollen und deshalb eher nach dem *Wieviel* fragen.¹
- Generell existieren zahlreiche verschiedene Methoden der empirischen Sozialforschung. Im Gegensatz zu anderen gängigen Methoden zeichnet sich die **Umfrage** jedoch dadurch aus, dass sie für einen aktuellen Sachverhalt geeignet ist, der vom Forscher nicht beeinflusst werden kann, und bei der Beantwortung der Fragestellungen *Wer?*, *Was?*, *Wo?* und *Wie viel?* hilft.² Sie ist deshalb für die vorliegende Problemstellung besonders zweckdienlich.
- Eine Umfrage als Form der quantitativen Forschung kann wiederum mit Hilfe unterschiedlichster Medien durchgeführt werden, z.B. telefonisch, schriftlich mittels postalischer oder elektronischer Übermittlung des Fragebogens oder mithilfe einer Online-Plattform. Mit Ausnahme der telefonischen Durchführung der Interviews ist allen anderen Formen gemein, dass ein **hoher Grad an Standardisierung** zum Tragen kommt.
- Durch die starre Vorgabe exakt formulierter Fragen und einer bei allen Teilnehmern gleichen Struktur im Fragebogen wird somit für alle Befragten die gleiche Interviewsituation geschaffen. Die Online-Befragung bietet heutzutage gegenüber der papiergestützten Umfrage einige weitere Vorteile: Sie lässt sich insgesamt schneller durchführen, ist erheblich günstiger bzw. aufwandsärmer, und bietet eine höhere Qualität, da das Befragtenverhalten aufgezeichnet wird und somit Abbrecherquote o.ä. statistisch erfasst werden.³ **Die vorliegende Studie wurde deshalb als Online-Befragung konzipiert.**
- Weil die Wertstrommethode ein Werkzeug des Lean-Produktionssystems ist, richtet sich die Umfrage an **Experten aus dem Bereich des produzierenden Gewerbes**, die Erfahrungen mit **Lean Production** und der **Wertstrommethode** haben.
- Zwar liegt der Fokus der vorliegenden Studie auf der **Produktionswirtschaft in Deutschland**, doch auch Teilnehmer aus anderen Ländern wurden nicht explizit ausgeschlossen. Aus diesem Grund stand die Umfrage neben deutsch auch in englischer Sprache zur Verfügung.
- Da nicht die Meinung aus Unternehmens-, sondern aus Anwendersicht erhoben werden soll, setzt sich die **Grundgesamtheit** aus natürlichen Personen zusammen. In der Folge muss demnach nicht zwingend verhindert werden, dass aus einem Unternehmen mehrere Beschäftigte an der Studie teilnehmen.
- Einschränkungen bezüglich der **Hierarchieebene** der Teilnehmer wurden nicht gemacht.

¹ Vgl. Denzin/Lincoln (2013), S. 17. ² Vgl. Yin (2014), S. 9 f. ³ Vgl. Schnell et al. (2013), S. 316; Dieckmann (2013), S. 522 f.

- Die Umfrage beginnt mit einer Einleitung, aus der **relevante Informationen** an den Befragten ergehen. Damit soll den Teilnehmern noch vor Beginn der eigentlichen Umfrage kommuniziert werden, welches Ziel mit der Studie verfolgt wird, wer die Befragung durchführt und wie die Ergebnisse schlussendlich verwendet werden.
- Eine Untersuchung hat ergeben, dass die meisten Teilnehmer von Studien (28%) 11-15 Minuten investieren würden; 79% sind bereit, mindestens 10 Minuten zu investieren.¹ Aus diesem Grund wurde die Studie so ausgearbeitet, dass sie **nicht mehr als 15 Minuten** in Anspruch nimmt.
- Die Fragen waren sämtlich geschlossen, d.h. **mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten**, formuliert.
- Zumeist wurden **fünfstufige Likert-Skalen** verwendet. Die verbalisierten Antwortmöglichkeiten sind außerdem auch mit Zahlenwerten operationalisiert, die überwiegend einer unipolaren Intervallskalierung entsprechen.
- In der vorliegenden Befragung wurde stets die Wahlmöglichkeit „**Keine Angabe**“ angeboten, um Teilnehmer nicht zur Abgabe einer Antwort zu zwingen; einzige Ausnahme bildeten zwei Verzweigungsfragen, da von der konkreten Positionierung der Teilnehmer weitere Fragen abhingen.
- Die Entwicklung des Fragebogens erfolgte iterativ in mehreren Abstimmungsrunden und **Pretests** mit Experten aus der Praxis sowie mit Mitarbeitern des Lehrstuhls für Produktionswirtschaft.
- Der Aufbau der Befragung gliedert sich schließlich in **vier Hauptteile**, wie der nachfolgenden Abbildung entnommen werden kann.



Aufbau der Studie „Die Wertstrommethode im Kontext von Industrie 4.0“²

¹ Vgl. Bosnjak/Batinic (1999), S. 149 f. ² Quelle: Verfasser

- Die Studie wurde als Online-Befragung mit Hilfe der Software **LimeSurvey** (Version 2.06) durchgeführt und auf der Website der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg eingebettet. Fragebögen in Papierform wurden überdies nicht eingesetzt.
- Die Teilnahme erfolge **ohne Zugangsschlüssel** und war somit theoretisch für jedermann zugänglich. Jedoch wurde der Teilnahme-Link größtenteils persönlich und sehr gezielt verschickt.
- Die Befragung erfolgte im Zeitraum von **Oktober bis Dezember 2016**.
- Die **Grundgesamtheit** der zu untersuchenden Objekte besteht in Folge der Studienkonzeption aus der Menge aller Experten im Bereich Lean Management und Wertstromanalyse und lässt sich demnach nicht näher beziffern. Das Ziehen einer diskreten Stichprobe, welche eine verkleinerte Abbildung der Grundgesamtheit verkörpert und infolgedessen eine generelle Repräsentativität ermöglicht, ist somit nicht durchführbar.¹
- Die Einladung potentieller Probanden zur Studienteilnahme erfolgte im Wesentlichen auf vier Wegen: Erstens wurden über eine Liste von **Projektpartnern des Lehrstuhls** für Produktionswirtschaft der BTU sowie **persönliche Kontakte** Personen individuell per Mail angeschrieben. Zweitens wurden unter Zuhilfenahme der **Hoppenstedt-Hochschuldatenbank** Unternehmen gefiltert und kontaktiert, die aus dem Bereich des verarbeitenden Gewerbes in Deutschland kommen und mehr als 5000 Mitarbeiter beschäftigen; diese Grenze wurde gewählt, weil in solchen Unternehmen die WSM besonders häufig eingesetzt wird.² Drittens wurden über das soziale **Business-Netzwerk XING** persönliche Nachrichten an Personen versandt, die als Kompetenzen „Wertstrom“ und/oder „Lean Production“ angegeben hatten. Schließlich erfolgte die Verbreitung des Links auch mit Unterstützung von **Verbänden und Instituten** aus der deutschen und österreichischen Wirtschaft.
- Entgegen des tatsächlichen, bereits aufgeführten Aufbaus der Umfrage sollen im Folgenden zunächst die strukturellen Teilnehmerdaten dargestellt werden, ehe dann die Ergebnisse der vier Hauptteile der Studie vorgestellt werden.

¹ Vgl. Schnell et al. (2013), S. 296 f. ² Vgl. Kapitel I.3

Vorwort

Executive Summary

I. Einleitende Vorbemerkungen zur Studie

1. Begrifflichkeiten im Zusammenhang des Studienreports
2. Motivation zur Durchführung der Studie
3. Grundlegende Überlegungen zur Wertstrommethode
4. Grundlegende Überlegungen zu Industrie 4.0

II. Design der vorliegenden Studie

1. Wissenschaftliche Konzeption der Untersuchung
2. Aufbau des Online-Fragebogens
3. Durchführung der Datenerhebung

III. Strukturelle Daten der verwendeten Stichprobe

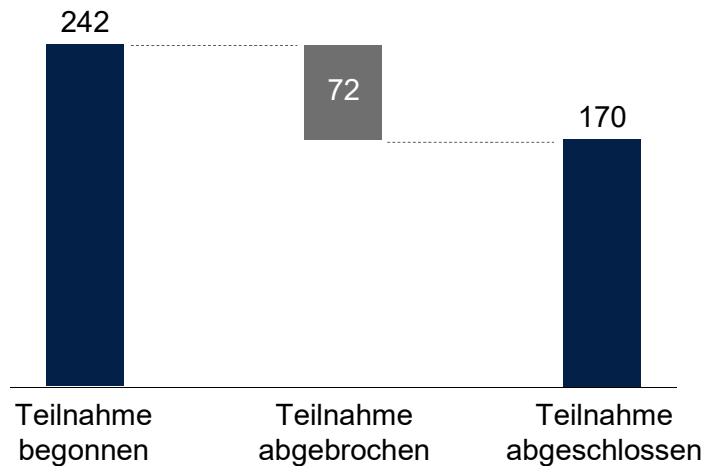
1. Einladungen zur Studienteilnahme und Rückläuferquote
2. Branchenzugehörigkeit und Fertigungsart der Studienteilnehmer
3. Unternehmensgröße der Studienteilnehmer nach Umsatz und Mitarbeiteranzahl
4. Funktionsbereich, Position und Erfahrungen der Studienteilnehmer

Ergebnis

Einladungen



Rücklauf



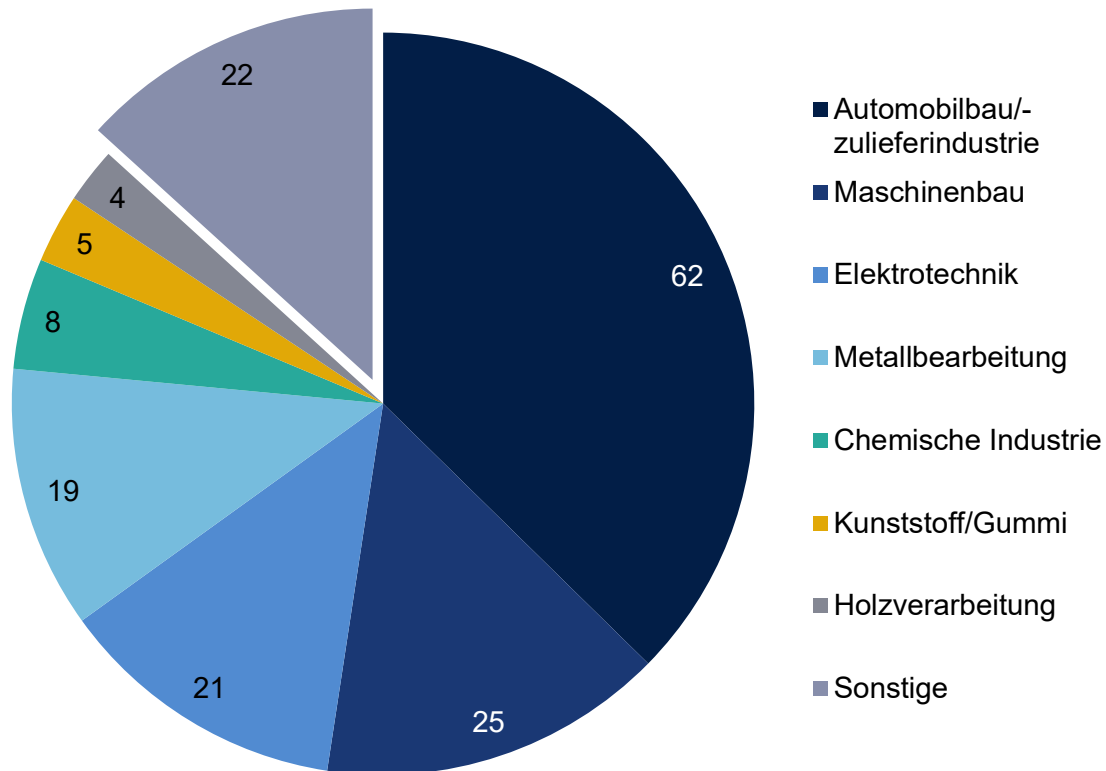
Aussagen

- 823 Personen wurden persönlich zur Studienteilnahme eingeladen, mittels
 - persönlichen Nachrichten im Business-Netzwerk XING.
 - formellen Anschreiben an Unternehmen, die mit Hilfe der Hoppstedt-Hochschuldatenbank gefiltert wurden.
 - E-Mails an Projektpartner des Lehrstuhls sowie persönliche Kontakte.
- Ferner wurde die Studie von Institutionen und Verbänden beworben.
- 242 Personen nahmen an der Umfrage teil, 170 beantworteten die Fragen vollständig.
- Dies entspricht einer Rücklaufquote von etwas über 20 %, was deutlich über dem in der Literatur prognostizierten Wert von 5 % liegt.¹
- Die Teilnehmer kamen größtenteils aus dem deutschsprachigen Raum (95 %), darüber hinaus singulär auch aus anderen europäischen Ländern sowie Brasilien und China.

¹ Vgl. Dieckmann (2013), S. 516.

Ergebnis

n = 166



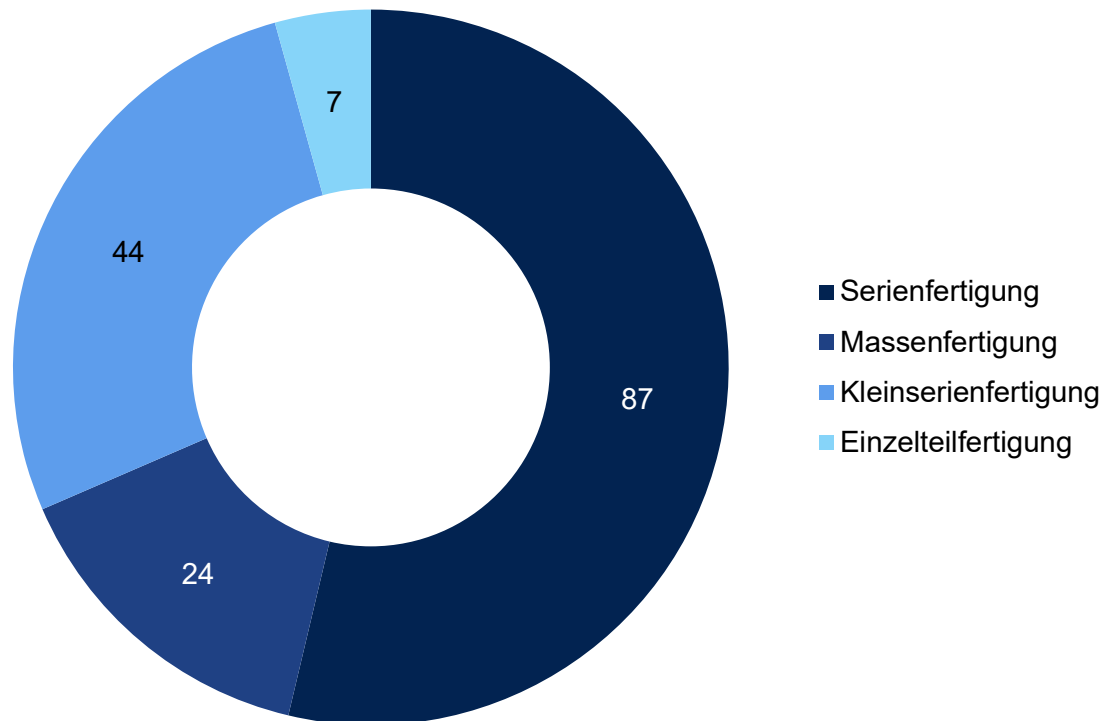
Häufigkeit (absolut)

Aussagen

- Die größte Teilnehmergruppe arbeitet in der Automobilbranche.
- Die beiden größten Branchen, Automobilindustrie und Maschinenbau stellen mehr als die Hälfte aller Teilnehmer.
- Teilnehmer aus Branchen, die nur dreimal oder seltener vertreten waren, sind unter „Sonstige“ zusammengefasst. Dies waren:
 - Eisenbahnbranche
 - Futter- und Nahrungsmittelindustrie
 - Metallerzeugung
 - Luftfahrt
 - Sanitär
 - Beratung
 - Biotechnik
 - Verpackungsindustrie
 - Medizintechnik/Pharmabranche
 - Logistik
 - Druckindustrie
 - Konsumgüterbranche

Ergebnis

n = 162

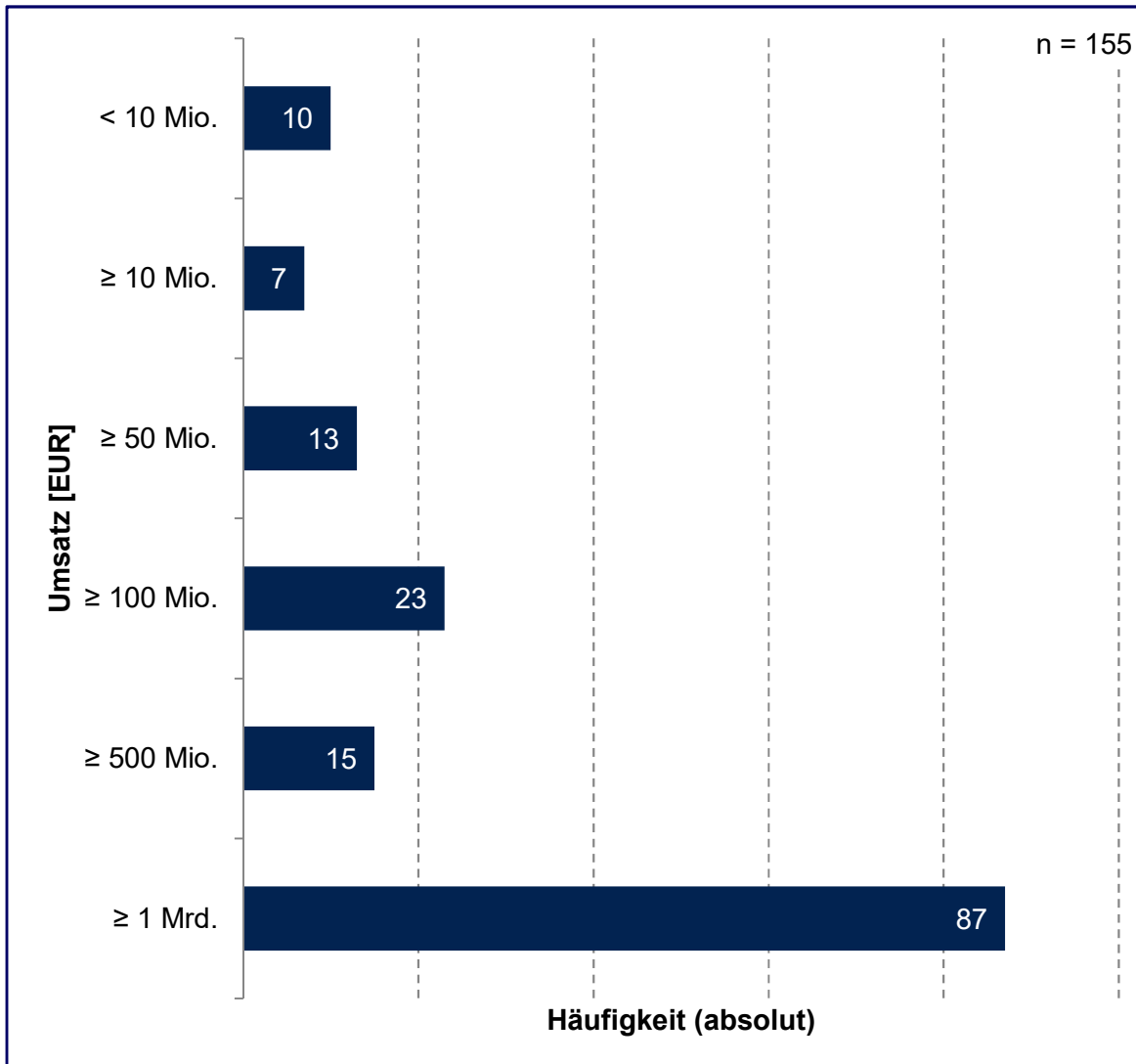


Häufigkeit (absolut)

Aussagen

- Durchschnittlich arbeiten zwei von drei Studienteilnehmern für Unternehmen, in denen Serien- oder Massenfertigung dominierend sind.
- Die geringe Anzahl an Teilnehmern aus dem Bereich der Einzelteillfertigung mag darin begründet liegen, dass der typische Anwendungsfokus der Wertstrommethode auf der Serienfertigung liegt.

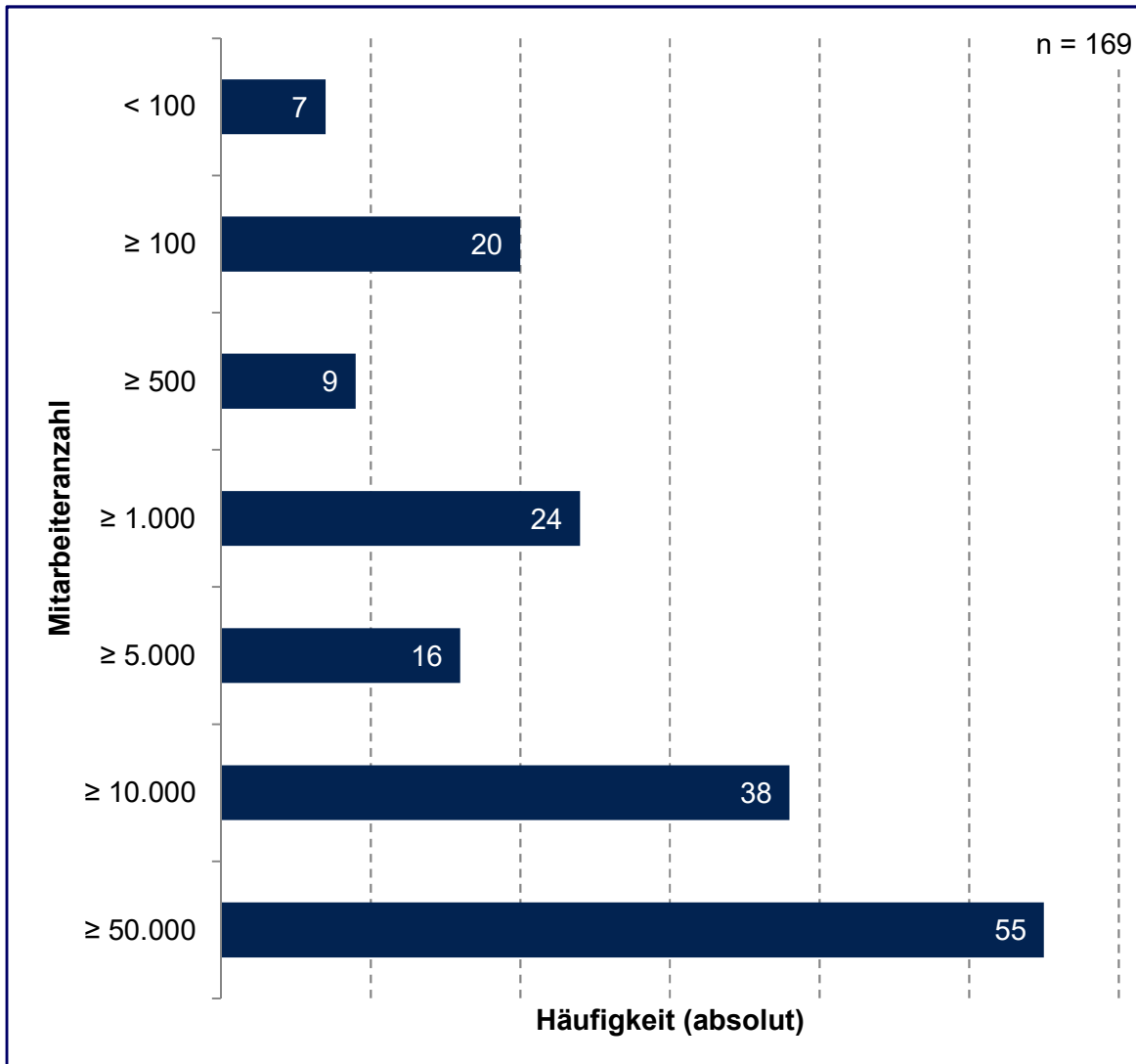
Ergebnis



Aussagen

- Rund 66 % der Teilnehmer kommt aus Unternehmen mit einem Jahresumsatz von mehr als 500 Mio. EUR.
- Deutlich mehr als die Hälfte der Teilnehmer (ca. 56 %) arbeiten für Unternehmen, die sogar mehr als 1 Mrd. EUR pro Jahr umsetzen.

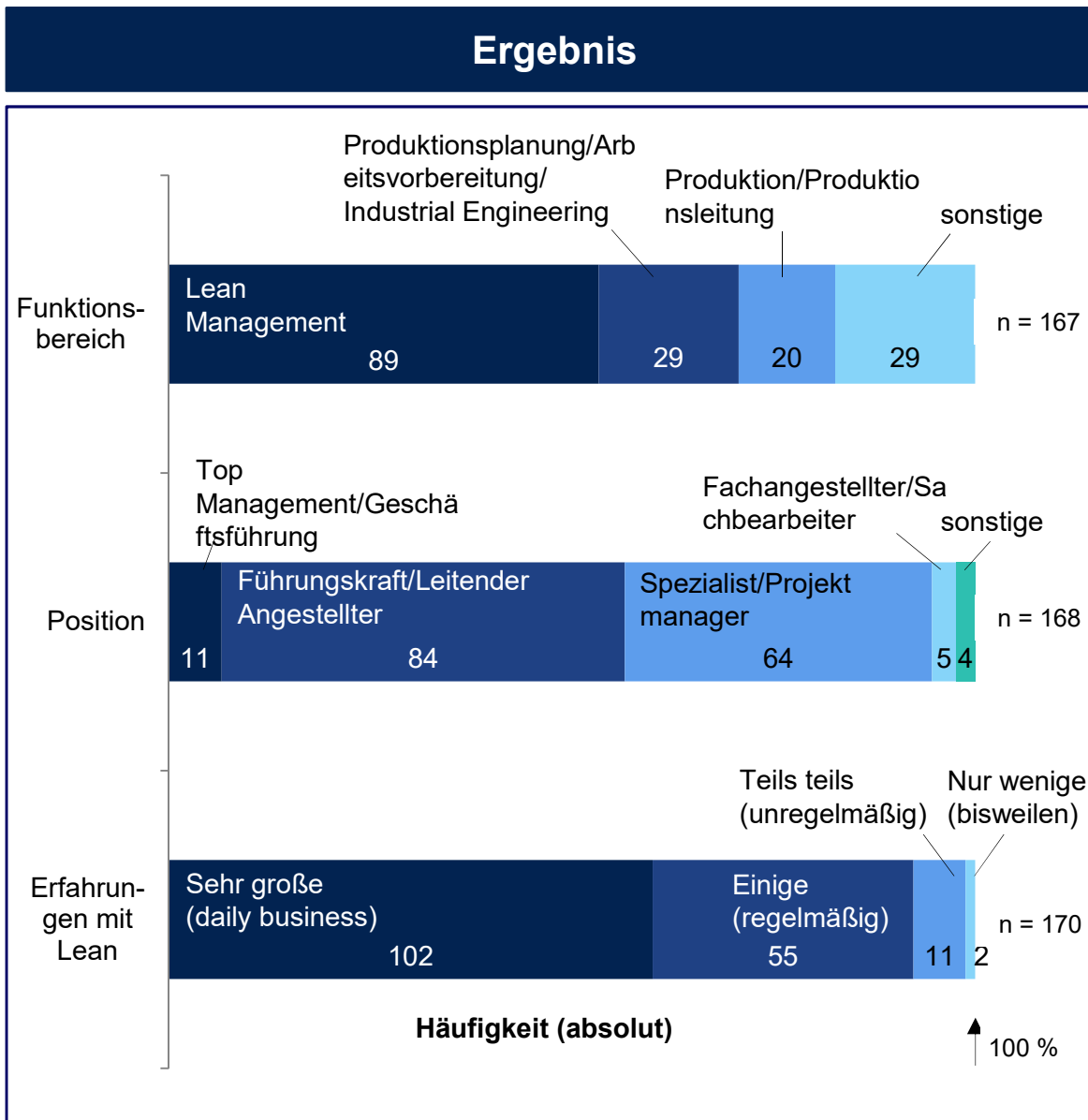
Ergebnis



Aussagen

- Rund 64 % der Teilnehmer kommen aus Unternehmen mit mehr als 5.000 Mitarbeitern.
- Auch dies bestätigt, dass der Großteil der Teilnehmer aus großen Unternehmen kommt.
- Dies ist insofern logisch und begründbar, als die Wertstrommethode in Unternehmen mit mehr als 5.000 Mitarbeitern überdurchschnittlich häufig angewandt wird.¹

¹ Vgl. Hämmerle/Rally (2012), S. 38.



- ### Aussagen
- Mehr als die Hälfte aller Studienteilnehmer sind Führungskräfte.
 - Die deutliche Mehrheit (88 %) ist in den mittleren Hierarchieebenen beschäftigt.
 - Rund 53 % der Teilnehmer sind dem Funktionsbereich des Lean Management zugehörig.
 - Abgesehen von den drei detailliert gezeigten Funktionsbereichen nahmen einzelne Personen aus den Bereichen Qualität, Logistik/SCM, Projekt- und Prozessmanagement sowie Beratung teil (verzeichnet unter „sonstige“).
 - 36 Teilnehmer sind leitende Angestellte im Bereich Lean Management.
 - Alle Teilnehmer haben Erfahrungen mit Lean Production, was auch zwingend Voraussetzung zur Teilnahme war. 92 % haben regelmäßig mit Lean in der Produktion zu tun.

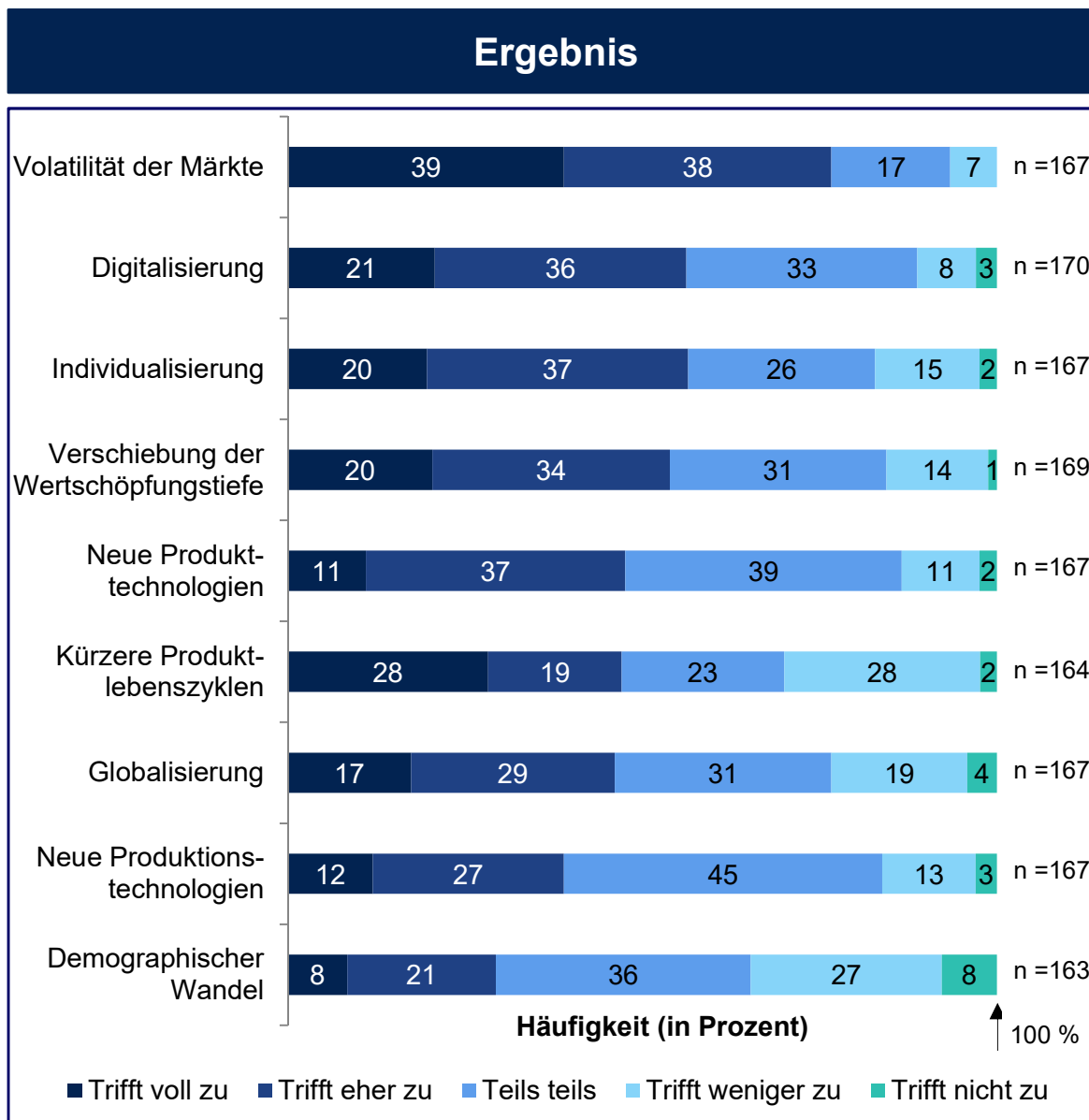
IV. Ergebnisse der Studie

1. Ergebnisse zur Bedeutung von Lean Management und der Wertstrommethode
 1. Die größten Herausforderungen für Produktion und Produktionssystem
 2. Relevanz von Lean Management in der Produktion
 3. Erfahrungen mit der Wertstrommethode
 4. Hinderungsgründe, die Wertstrommethode nicht anzuwenden
 5. Vor- und Nachteile der Wertstrommethode aus Anwendersicht
 6. Ergebnisse zu Aktualisierungshäufigkeit und -aufwand
2. Ergebnisse zum Verständnis von Industrie 4.0
 1. Erfahrungen mit Industrie 4.0
 2. Aspekte beim Verständnis von Industrie 4.0
 3. Realisierungshorizont von autonomen Produktionssteuerungs-Systemen und Hindernisse
3. Ergebnisse zur Integration von Lean Management und Industrie 4.0
 1. Vereinbarkeit von Industrie 4.0 und Lean-Konzepten
 2. Strategische Ziele bei der Integration von Lean und Industrie 4.0
4. Ergebnisse zu den Herausforderungen der Wertstrommethode
 1. Notwendigkeit zur Weiterentwicklung der Wertstrommethode
 2. Treiber, die eine Weiterentwicklung der Wertstrommethode erzwingen
 3. Ansätze der Weiterentwicklung der Wertstrommethode
 4. Wichtigkeit einzelner Aspekte bei der Weiterentwicklung der Wertstrommethode

V. Qualitatives Feedback

VI. Fazit aus den Studienergebnissen

Literatur

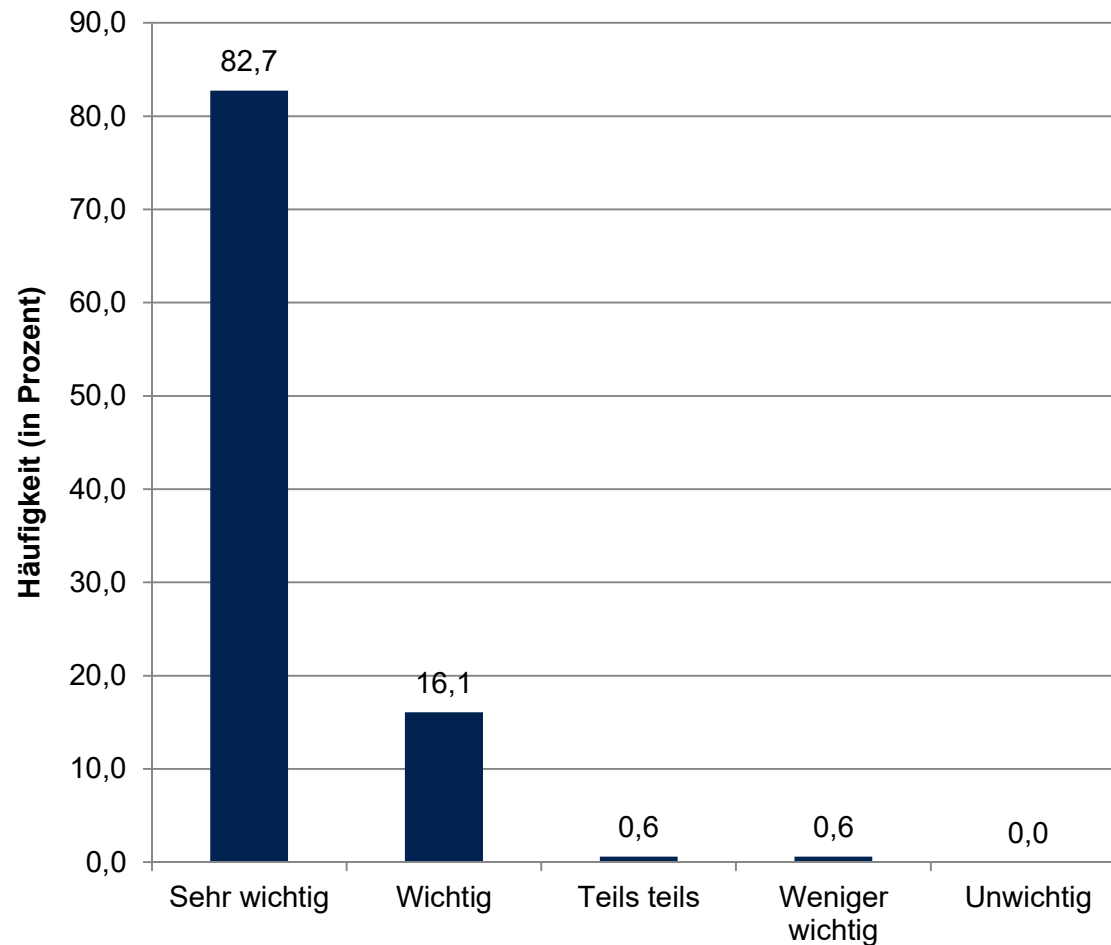


Aussagen

- Die größte Zustimmung der Experten erfährt die zunehmende Volatilität der Märkte als Herausforderung für Produktion/Produktionssystem. 77 % halten dies für voll oder eher zutreffend.
- Den zweitgrößten Zuspruch der Teilnehmer erhält die Digitalisierung.
- Nennenswert ist auch die hohe Bewertung von Individualisierung und einer Verschiebung der Wertschöpfungstiefe, die wiederum mit der Konzentration auf Kernkompetenzen einhergeht.
- Am wenigsten wird der demographische Wandel als Herausforderung angesehen. 25 % halten ihn als Herausforderung für weniger oder gar nicht zutreffend.
- Uneins sind sich die Experten über die Bedeutung von kürzeren Produktlebenszyklen, was sich in einer mittleren Zustimmung (37 %), aber auch einer hohen Ablehnung (30 %) zeigt.

Ergebnis

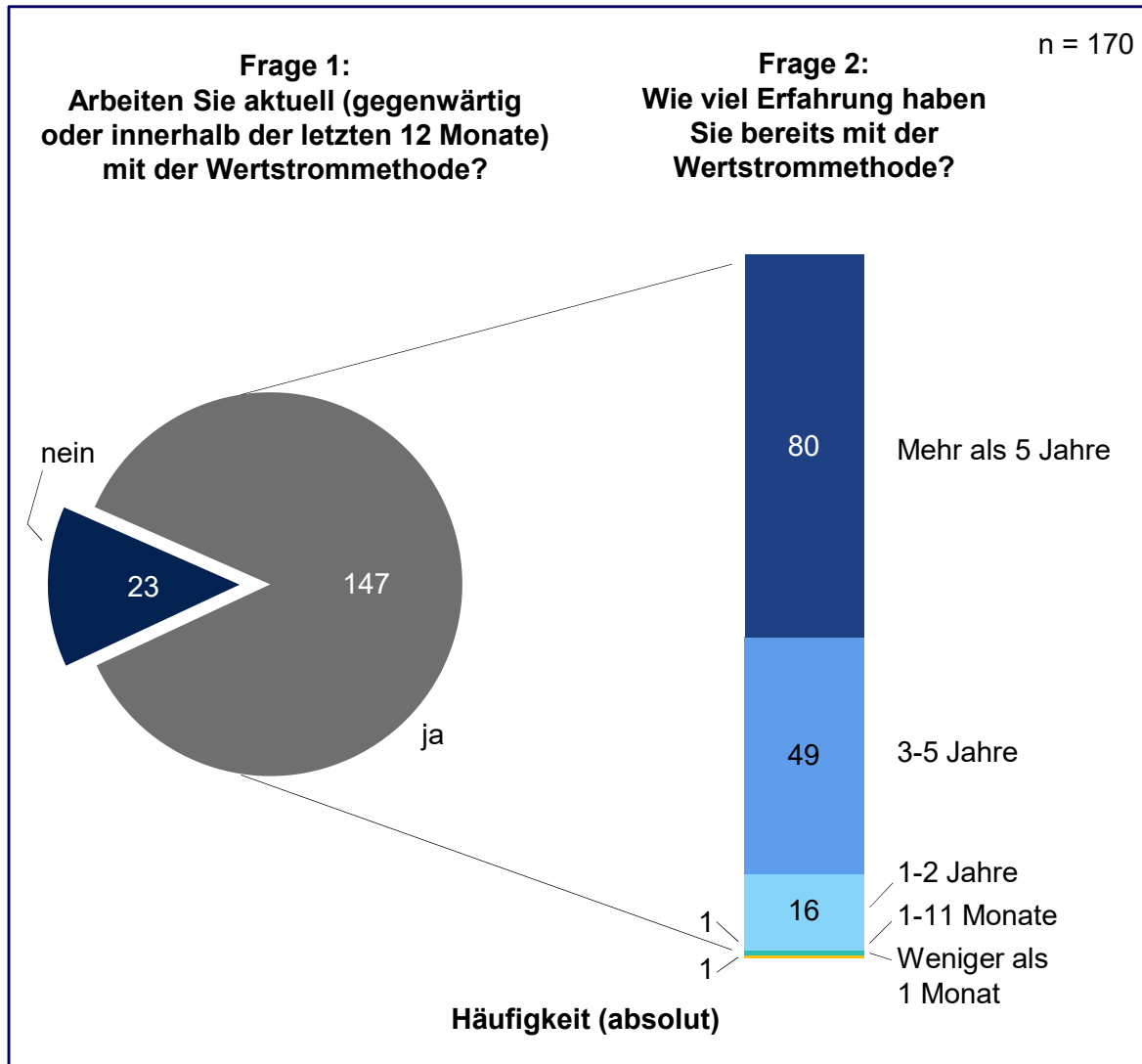
Für wie wichtig halten Sie generell Lean Management bzw. entsprechende Methoden zur Optimierung der Produktion? n = 168



Aussagen

- Nahezu alle Teilnehmer (knapp 99 %) halten Lean Management in der Produktion für wichtig.
- 139 der Befragten gaben sogar an, Lean in Produktionsbereichen als sehr wichtig anzusehen.
- Kein Teilnehmer ist der Meinung, dass Lean Production unwichtig sei.
- Lediglich je ein Teilnehmer bewertet die Relevanz von Lean in der Produktion mit „weniger wichtig“ bzw. „teils teils“.

Ergebnis

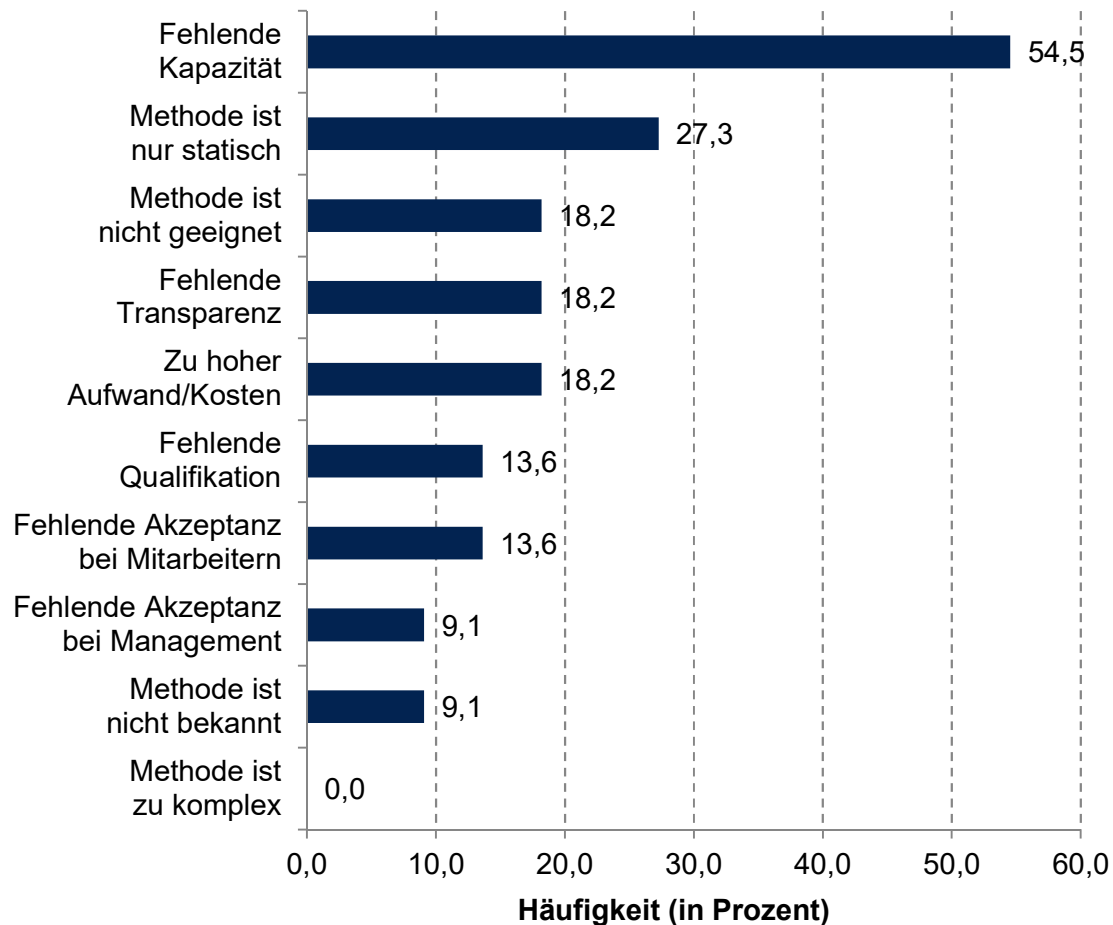


Aussagen

- Rund 86 % der Teilnehmer arbeitet aktuell mit der Wertstrommethode.
- Von dieser Gruppe haben wiederum 88 % mehr als 3 Jahre Erfahrung. Dies macht knapp 77 % des gesamten Teilnehmerfeldes aus.
- Rund 54 % der aktiven Anwender hat sogar mehr als 5 Jahre Erfahrung im Umgang mit der Methode.

Ergebnis

Wenn Sie die Wertstrommethode nicht oder nur vereinzelt einsetzen, welche Gründe sind dafür zutreffend? n = 22



Aussagen

- Studienteilnehmer, die zuvor angaben, die Wertstrommethode aktuell nicht anzuwenden, wurden nach den Gründen dafür befragt. Mehrfachnennungen waren möglich.
- Den größten Hinderungsgrund stellt demnach mangelnde Kapazität dar. Dieses Ergebnis bestätigt die Untersuchung von Hämmerle/Rally.¹
- Rund jeder Vierte gab an, die Methode nicht anzuwenden, da sie statisch sei und nur eine Momentaufnahme darstellt.
- Bemerkenswert ist, dass kein einziger Studienteilnehmer die Komplexität der Methode als Hindernis anführte.
- Ausgeschlossen wurden die Antworten eines Teilnehmers, der als Grund angab, dass die Wertstrommethode ohnehin nicht in seinen Aufgabenbereich falle.

¹ Vgl. Hämmerle/Rally (2012), S. 65.

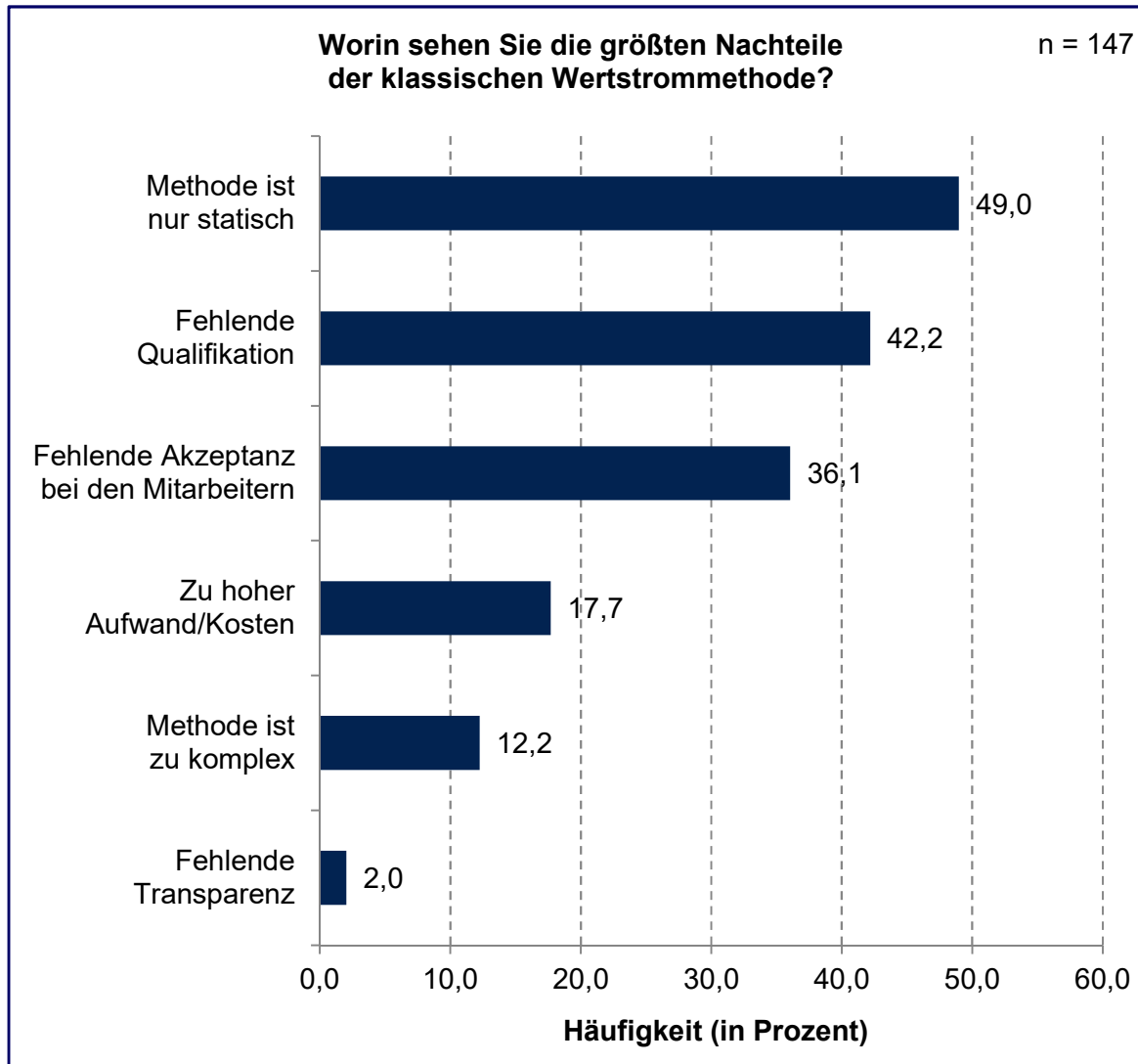
Ergebnis



Aussagen

- Befragt wurden ausschließlich Personen, die zuvor angaben, aktuell mit der Wertstrommethode zu arbeiten.
- Am meisten werden an der Wertstrommethode die Transparenz von Engpässen und Problemen geschätzt (88 %), gefolgt von der Möglichkeit zur Ableitung von Verbesserungsthemen.
- Eine wichtige Rolle (für durchschnittlich mehr als 4 von 5 Teilnehmern) spielen ferner die Transparenz in Fertigungsprozessen sowie die Optimierung von Material- und Informationsflüssen.
- Nur wenige der befragten Experten sehen einen Vorteil in der Freisetzung von Fläche (30 %) sowie der Möglichkeit, das Budget aus dem Wertstromdesign abzuleiten (14 %).

Ergebnis

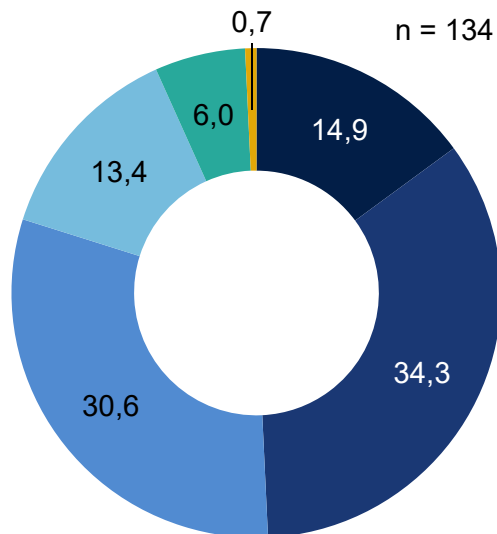


Aussagen

- Befragt wurden ausschließlich Personen, die zuvor angaben, aktuell mit der Wertstrommethode zu arbeiten.
- Als größter Nachteil wird die Statik der Methode genannt bzw. die Tatsache, dass sie auf einer Momentaufnahme basiert. Beinahe jeder zweite aktive Anwender bestätigt dies.
- Im Gegensatz zur Frage nach den Hinderungsgründen bei denjenigen, die die Wertstrommethode aktuell nicht anwenden, wird die Transparenz von aktiven Anwendern nur in geringem Maße bemängelt (2 %).
- Dass mehr als jeder Dritte die fehlende Akzeptanz bei den Mitarbeitern als Nachteil anführt, unterstreicht einmal mehr, wie wichtig die Einbindung aller Beteiligten ist.

Ergebnis

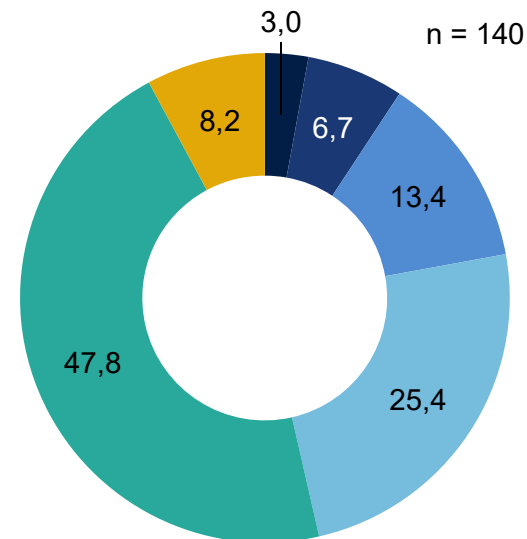
**Häufigkeit
der Aktualisierung von Dokumenten
der Wertstromanalyse und des
Wertstromdesigns**



■ < jährlich ■ Jährlich
 ■ Quartalsweise ■ Monatlich
 ■ Wöchentlich ■ Täglich

Häufigkeit (in Prozent)

**Aufwand
zur Aktualisierung von Dokumenten
der Wertstromanalyse und des
Wertstromdesigns eines Bereiches**



■ > 20 Manntage ■ 16-20 Manntage
 ■ 11-15 Manntage ■ 6-10 Manntage
 ■ 1-5 Manntage ■ < 1 Manntag

Aussagen

- Rund die Hälfte der Befragten aktualisiert Dokumente von Wertstromanalyse und -design höchstens einmal pro Jahr.
- Gerade einmal knapp 7 % bringt die Dokumente rund um die Wertstrommethode wöchentlich oder häufiger auf einen aktuellen Stand.
- Gut 55 % geben an, bei der Aktualisierung von Wertstromanalyse und -design mit maximal 5 Manntagen auszukommen.
- Mehr als jeder Fünfte hingegen benötigt dafür jeweils mindestens 11 Manntage, teilweise sogar mehr als 20 Manntage.
- Begründen lässt sich diese homogen ausgeprägte Diskrepanz mit der Komplexität eines Wertstromes. Sie kann stark variieren und ist somit zusammen mit der unterschiedlichen Zahl der involvierten Beteiligten maßgeblicher Aufwandstreiber für die Aktualisierung.

IV. Ergebnisse der Studie

1. Ergebnisse zur Bedeutung von Lean Management und der Wertstrommethode
 1. Die größten Herausforderungen für Produktion und Produktionssystem
 2. Relevanz von Lean Management in der Produktion
 3. Erfahrungen mit der Wertstrommethode
 4. Hinderungsgründe, die Wertstrommethode nicht anzuwenden
 5. Vor- und Nachteile der Wertstrommethode aus Anwendersicht
 6. Ergebnisse zu Aktualisierungshäufigkeit und -aufwand
2. Ergebnisse zum Verständnis von Industrie 4.0
 1. Erfahrungen mit Industrie 4.0
 2. Aspekte beim Verständnis von Industrie 4.0
 3. Realisierungshorizont von autonomen Produktionssteuerungs-Systemen und Hindernisse
3. Ergebnisse zur Integration von Lean Management und Industrie 4.0
 1. Vereinbarkeit von Industrie 4.0 und Lean-Konzepten
 2. Strategische Ziele bei der Integration von Lean und Industrie 4.0
4. Ergebnisse zu den Herausforderungen der Wertstrommethode
 1. Notwendigkeit zur Weiterentwicklung der Wertstrommethode
 2. Treiber, die eine Weiterentwicklung der Wertstrommethode erzwingen
 3. Ansätze der Weiterentwicklung der Wertstrommethode
 4. Wichtigkeit einzelner Aspekte bei der Weiterentwicklung der Wertstrommethode

V. Qualitatives Feedback

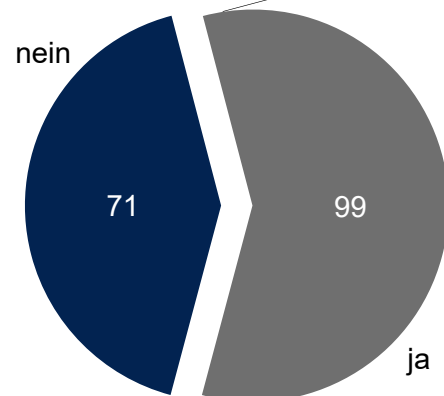
VI. Fazit aus den Studienergebnissen

Literatur

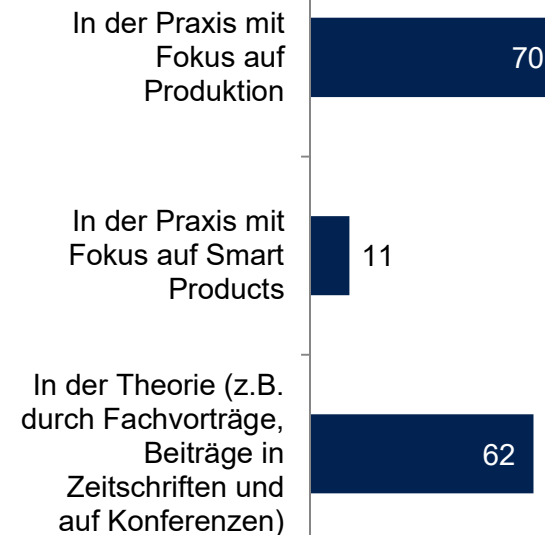
Ergebnis

n = 170

Frage 1:
Haben Sie bereits Erfahrungen
mit Industrie 4.0?



Frage 2:
In welchem Kontext haben Sie
Erfahrungen mit Industrie 4.0



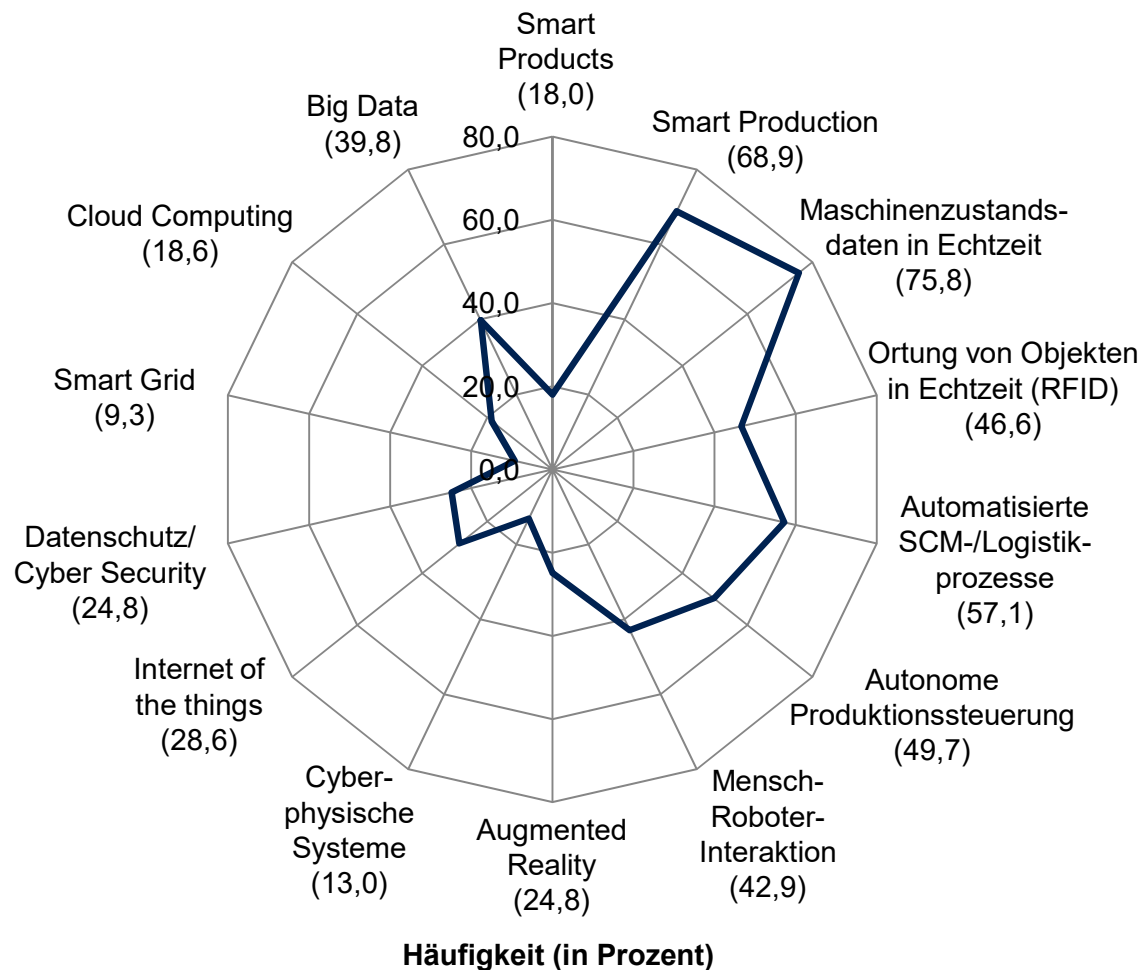
Häufigkeit (absolut)

Aussagen

- Rund 58 % der Studienteilnehmer hat bereits Erfahrungen mit Industrie 4.0.
- Nach der Art ihrer Kenntnisse befragt, gaben 70 % der Industrie 4.0-erfahrenen Teilnehmer praktische Erfahrungen mit Fokus auf Produktion an.
- Mehrfachnennungen waren bei Frage 2 möglich.
- 9 Personen haben Erfahrungen mit Industrie 4.0 sowohl hinsichtlich Produktion wie auch Smart Products, nur 5 Teilnehmer haben Erfahrungen in allen drei Kategorien angegeben.

Ergebnis

Was sind für Sie die wichtigsten Aspekte von Industrie 4.0? n = 161



Aussagen

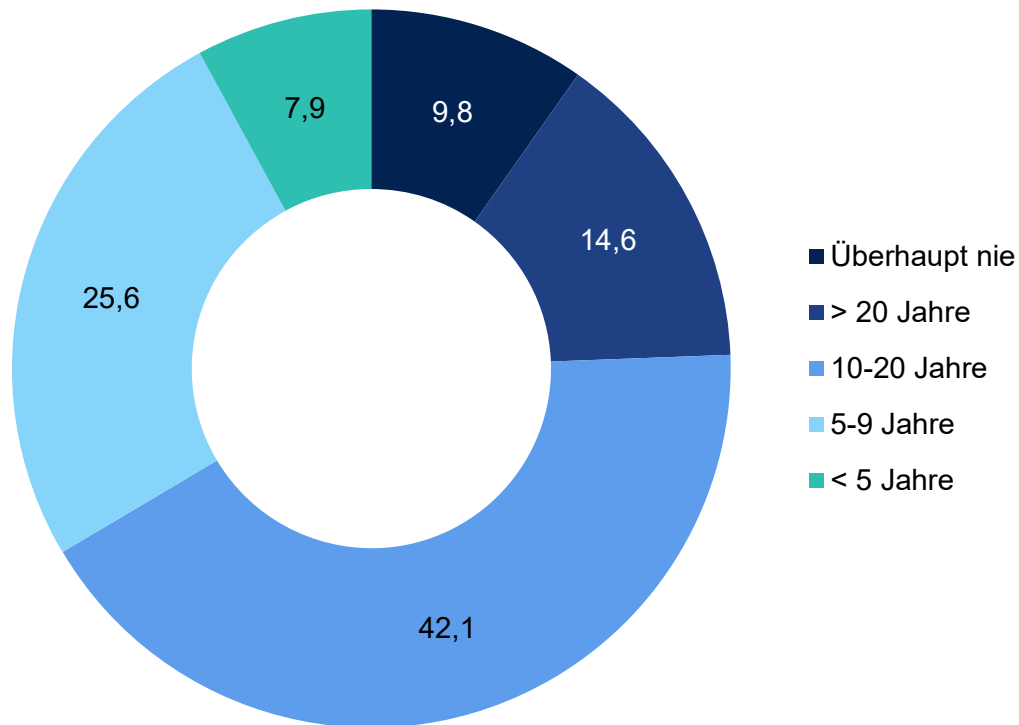
- Mehrfachnennungen waren möglich.
- Die eindeutig wichtigsten Aspekte bei Industrie 4.0 sind aus Sicht der Studienteilnehmer Maschinenzustandsdaten in Echtzeit (76 %) sowie Smart Production (70 %).
- Auffällig ist, dass Cyber-physische Systeme (CPS) einen recht geringen Stellenwert (13 %) erfahren, obwohl CPS ja per definitionem Grundlage von Industrie 4.0 ist.¹
- Auch die geringe Nennung von Smart Grid (9 %) ist bemerkenswert, da er in einem quantitativen Literaturreview als einer der Top-8 Kernbegriffe im Zusammenhang mit Industrie 4.0 identifiziert werden konnte.² Möglicherweise ist dafür die Tatsache ursächlich, dass sich die Stichprobe dieser Studie aus Teilnehmern zusammensetzt, deren Fokus vordergründig auf der Produktion liegt.

¹ Vgl. Kapitel I.2 und I.4.

² Vgl. Tschöpe et al. (2015), S. 145 ff.

Ergebnis

In welchem zeitlichen Horizont erachten sie eine autonome Produktionssteuerung in der Serien-/Massenfertigung als flächendeckend realisierbar? n = 164



Häufigkeit (in Prozent)

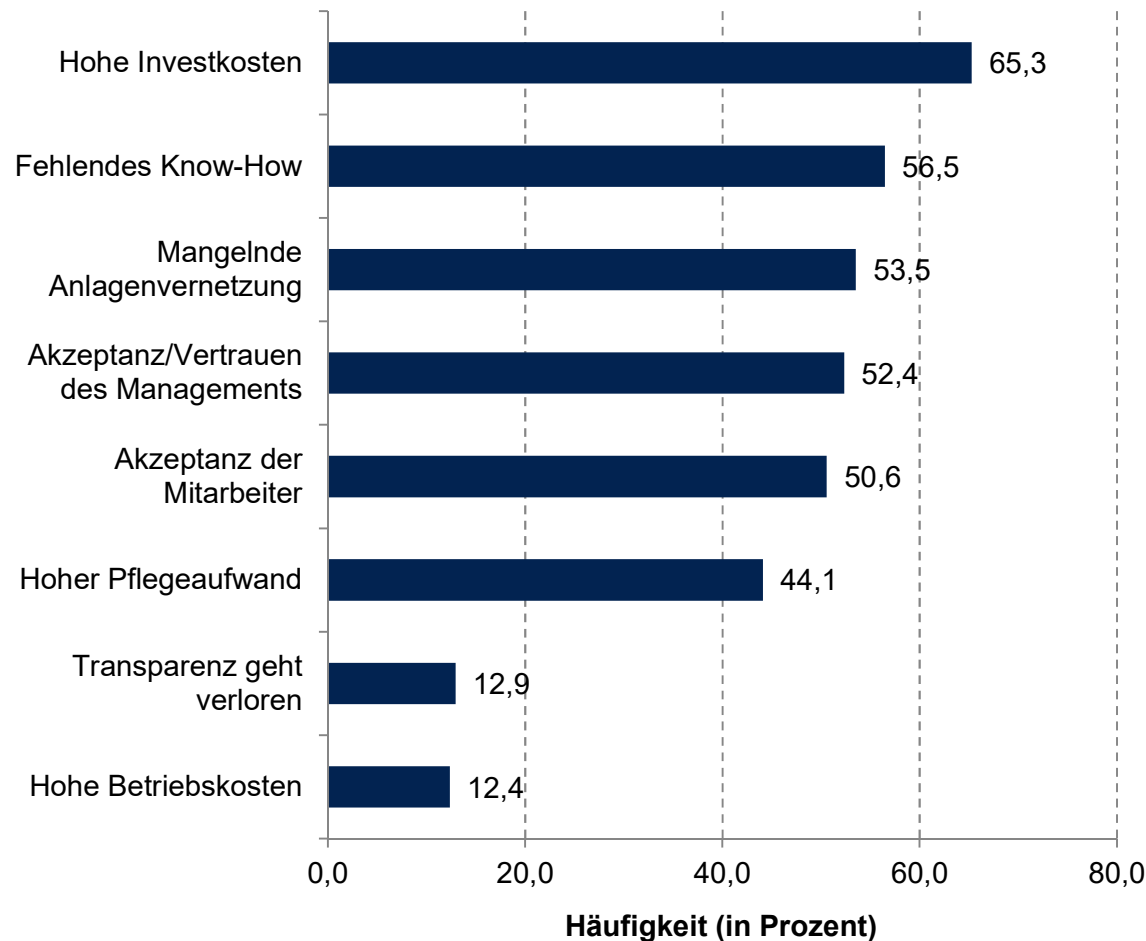
Aussagen

- Rund zwei Drittel der Teilnehmer sehen eine autonome Produktionssteuerung in der Serien- und Massenfertigung nicht in den nächsten 10 Jahren als realisierbar an.
- Nur 8 % halten dies in den nächsten 5 Jahren für umsetzbar; damit wird das Ergebnis einer anderen Studie von TESCHEMACHER ET AL. unterstrichen bzw. sogar verschärft, in der weniger als 20 % der Befragten angaben, an ein autonomes PPS-System „in naher Zukunft“ zu glauben.¹

¹ Vgl. Teschemacher et al. (2016), S. 268.

Ergebnis

Worin sehen Sie aktuell die größten Bedenken/Hindernisse, eine autonome (selbststeuernde) Produktionssteuerung flächendeckend zu realisieren? n = 170



Aussagen

- Die größten Bedenken hinsichtlich einer Etablierung autonomer PPS-Systeme sind in den drohenden Investitionskosten begründet.
- Weder die Angst vor einem Verlust an Transparenz noch die Betriebskosten spielen nach Meinung der Studienteilnehmern eine große Rolle.
- Die Akzeptanz von Mitarbeitern und Management wird in etwa gleich gewichtet. Teschemacher et al. sehen in der mangelnden Akzeptanz bei den Nutzern einen der Hauptgründe, warum autonome Steuerungssysteme bislang noch nicht etabliert sind.¹
- Im Freitextfeld unter „sonstiges“ wiesen unabhängig voneinander drei Teilnehmer auf die hohe Bedeutung bzw. Unersetzlichkeit der menschlichen Flexibilität hin.

¹ Vgl. Teschemacher et al. (2016), S. 266.

IV. Ergebnisse der Studie

1. Ergebnisse zur Bedeutung von Lean Management und der Wertstrommethode
 1. Die größten Herausforderungen für Produktion und Produktionssystem
 2. Relevanz von Lean Management in der Produktion
 3. Erfahrungen mit der Wertstrommethode
 4. Hinderungsgründe, die Wertstrommethode nicht anzuwenden
 5. Vor- und Nachteile der Wertstrommethode aus Anwendersicht
 6. Ergebnisse zu Aktualisierungshäufigkeit und -aufwand
2. Ergebnisse zum Verständnis von Industrie 4.0
 1. Erfahrungen mit Industrie 4.0
 2. Aspekte beim Verständnis von Industrie 4.0
 3. Realisierungshorizont von autonomen Produktionssteuerungs-Systemen und Hindernisse
3. Ergebnisse zur Integration von Lean Management und Industrie 4.0
 1. Vereinbarkeit von Industrie 4.0 und Lean-Konzepten
 2. Strategische Ziele bei der Integration von Lean und Industrie 4.0
4. Ergebnisse zu den Herausforderungen der Wertstrommethode
 1. Notwendigkeit zur Weiterentwicklung der Wertstrommethode
 2. Treiber, die eine Weiterentwicklung der Wertstrommethode erzwingen
 3. Ansätze der Weiterentwicklung der Wertstrommethode
 4. Wichtigkeit einzelner Aspekte bei der Weiterentwicklung der Wertstrommethode

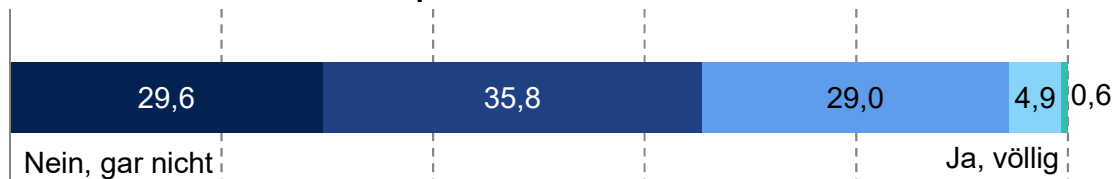
V. Qualitatives Feedback

VI. Fazit aus den Studienergebnissen

Literatur

Ergebnis

Sehen Sie generelle Widersprüche zwischen der Lean-Philosophie und der Idee Industrie 4.0 n = 162



Für wie wichtig halten Sie generell Lean-Methoden künftig zur Optimierung der Produktion, wenn parallel dazu Industrie 4.0 immer weiter an Bedeutung gewinnt? n = 164



Die Integration von Lean und Industrie 4.0 in der Produktion ist sinnvoll, um auch künftig wettbewerbsfähig zu bleiben. Stimmen Sie zu? n = 166



■ 5 ■ 4 ■ 3 ■ 2 ■ 1

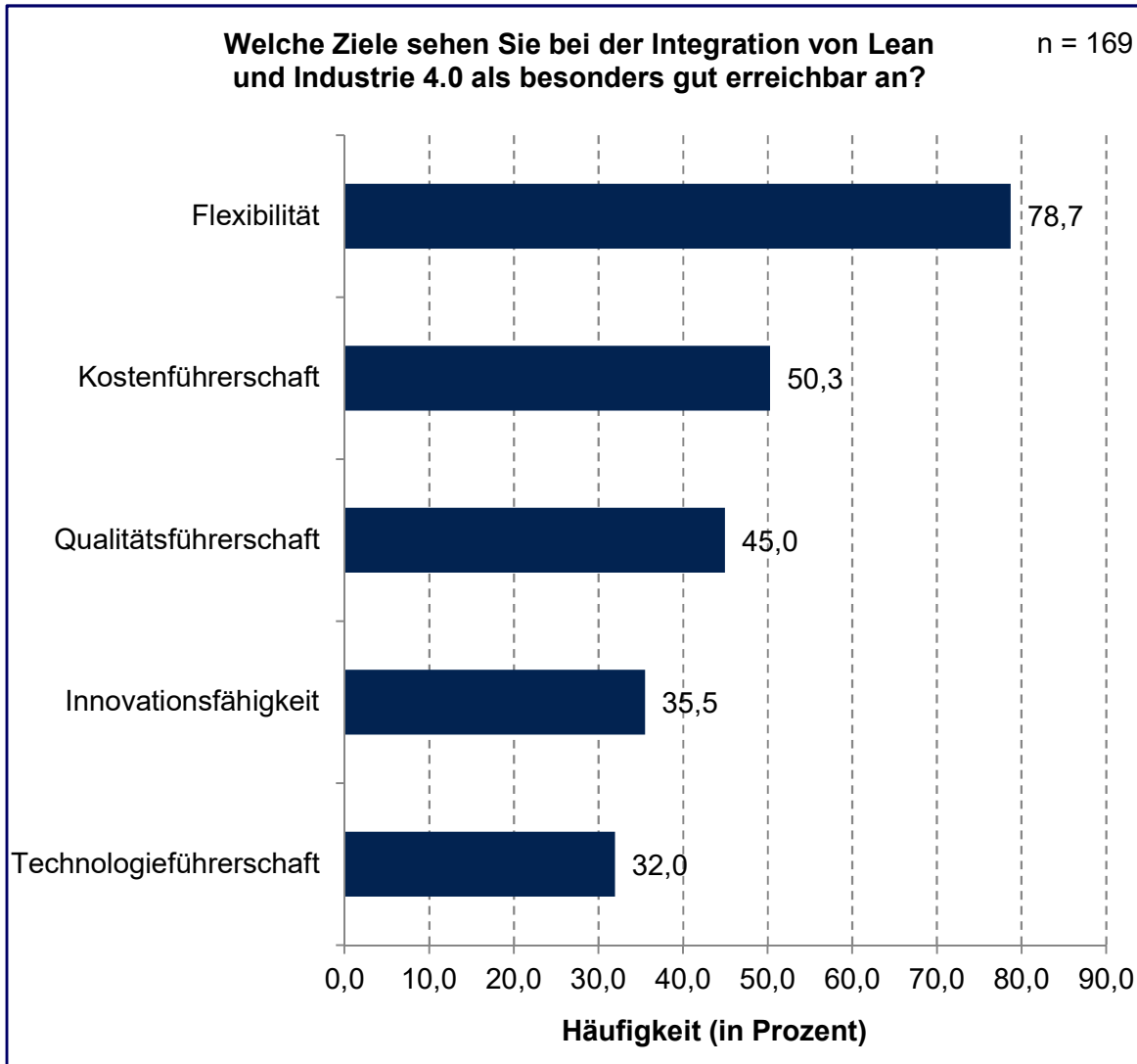
Häufigkeit (in Prozent)

Aussagen

- Die große Mehrheit der Teilnehmer (65 %) sieht überwiegend keine Widersprüche zwischen Industrie 4.0 und der Lean-Philosophie, hält Lean nach wie vor für wichtig (98 %) und plädiert für eine Integration von Lean und Industrie 4.0 (94 %).
- Die Frage der Widersprüchlichkeit beider Ansätze ist bereits in der Literatur diskutiert worden. Neben einigen augenscheinlichen Diskrepanzen wird allerdings argumentiert, dass Lean und Industrie 4.0 in jedem Fall die gleiche Zielsetzung hätten: Flexibilität erhöhen und Produktivität steigern.¹
- Dass es gar „völlige Widersprüche“ gäbe, ist eine singuläre Einzelmeinung; kein einziger Teilnehmer gab jedoch an, dass Lean künftig unwichtig sei oder die Integration von Lean und Industrie 4.0 keinen Sinn ergebe.

¹ Vgl. Kaspar/Schneider (2015), S. 17; Frank (2014), S. 17 f.

Ergebnis



Aussagen

- Mehrfachnennungen waren möglich.
- Als besonders groß wird bei der Integration von Lean und Industrie 4.0 das Potential zur Steigerung der Flexibilität angesehen.
- In einer Studie nach dem obersten strategischen Unternehmensziel liegt zwar die Qualitätsführerschaft auf Platz 1 (41 %), dicht gefolgt jedoch von Flexibilität, die 28 % der Unternehmen als oberstes Unternehmensziel ansehen, noch vor Innovations-, Kosten- und Technologieführerschaft.¹
- In der Konsequenz bedeutet das, dass die Integration von Lean und Industrie 4.0 mindestens für jedes vierte Unternehmen den Schlüssel zu ihrem obersten Unternehmensziel darstellt.

¹ Vgl. Jeske et al. (2011), S. 21.

IV. Ergebnisse der Studie

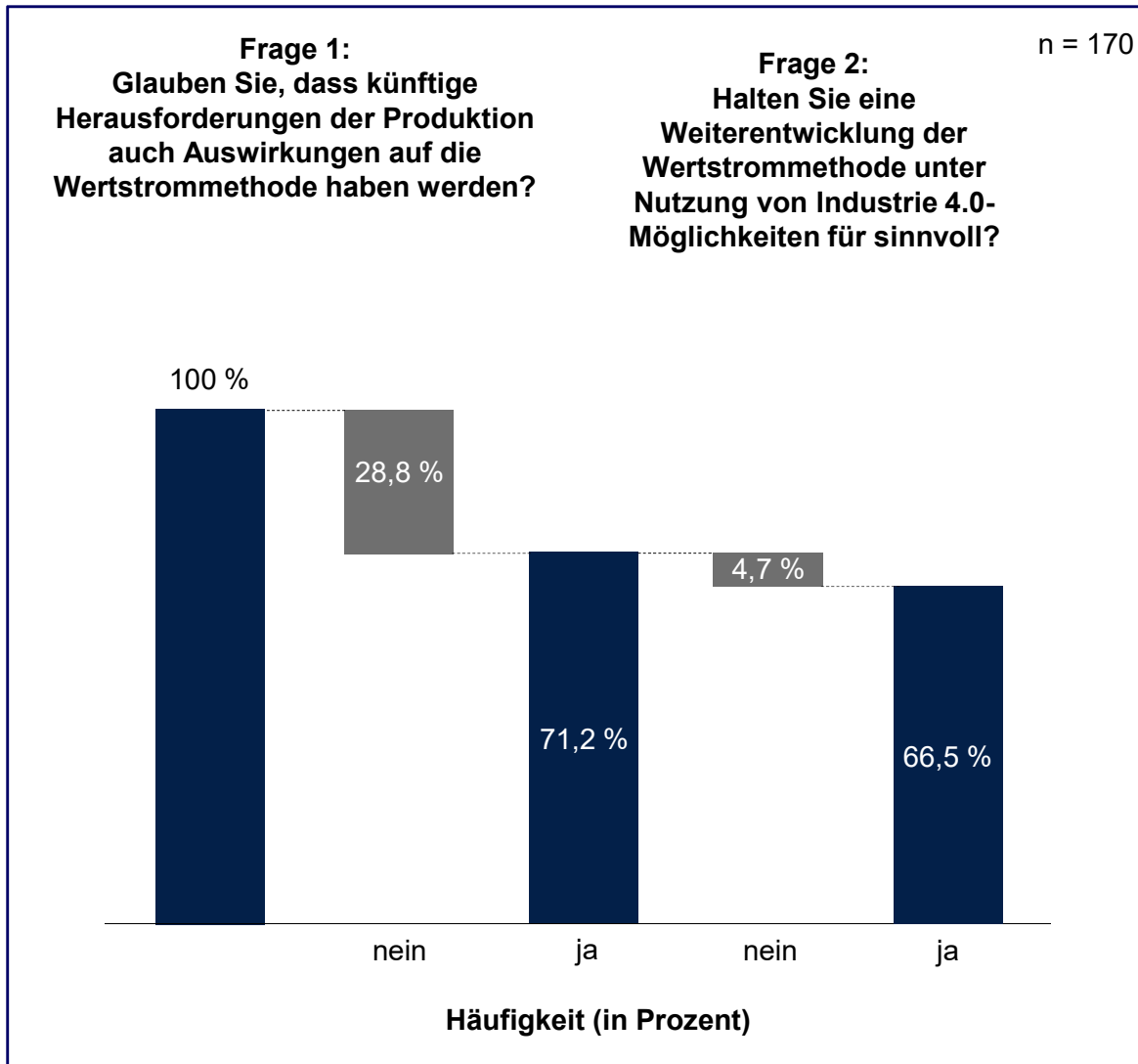
1. Ergebnisse zur Bedeutung von Lean Management und der Wertstrommethode
 1. Die größten Herausforderungen für Produktion und Produktionssystem
 2. Relevanz von Lean Management in der Produktion
 3. Erfahrungen mit der Wertstrommethode
 4. Hinderungsgründe, die Wertstrommethode nicht anzuwenden
 5. Vor- und Nachteile der Wertstrommethode aus Anwendersicht
 6. Ergebnisse zu Aktualisierungshäufigkeit und -aufwand
2. Ergebnisse zum Verständnis von Industrie 4.0
 1. Erfahrungen mit Industrie 4.0
 2. Aspekte beim Verständnis von Industrie 4.0
 3. Realisierungshorizont von autonomen Produktionssteuerungs-Systemen und Hindernisse
3. Ergebnisse zur Integration von Lean Management und Industrie 4.0
 1. Vereinbarkeit von Industrie 4.0 und Lean-Konzepten
 2. Strategische Ziele bei der Integration von Lean und Industrie 4.0
4. Ergebnisse zu den Herausforderungen der Wertstrommethode
 1. Notwendigkeit zur Weiterentwicklung der Wertstrommethode
 2. Treiber, die eine Weiterentwicklung der Wertstrommethode erzwingen
 3. Ansätze der Weiterentwicklung der Wertstrommethode
 4. Wichtigkeit einzelner Aspekte bei der Weiterentwicklung der Wertstrommethode

V. Qualitatives Feedback

VI. Fazit aus den Studienergebnissen

Literatur

Ergebnis

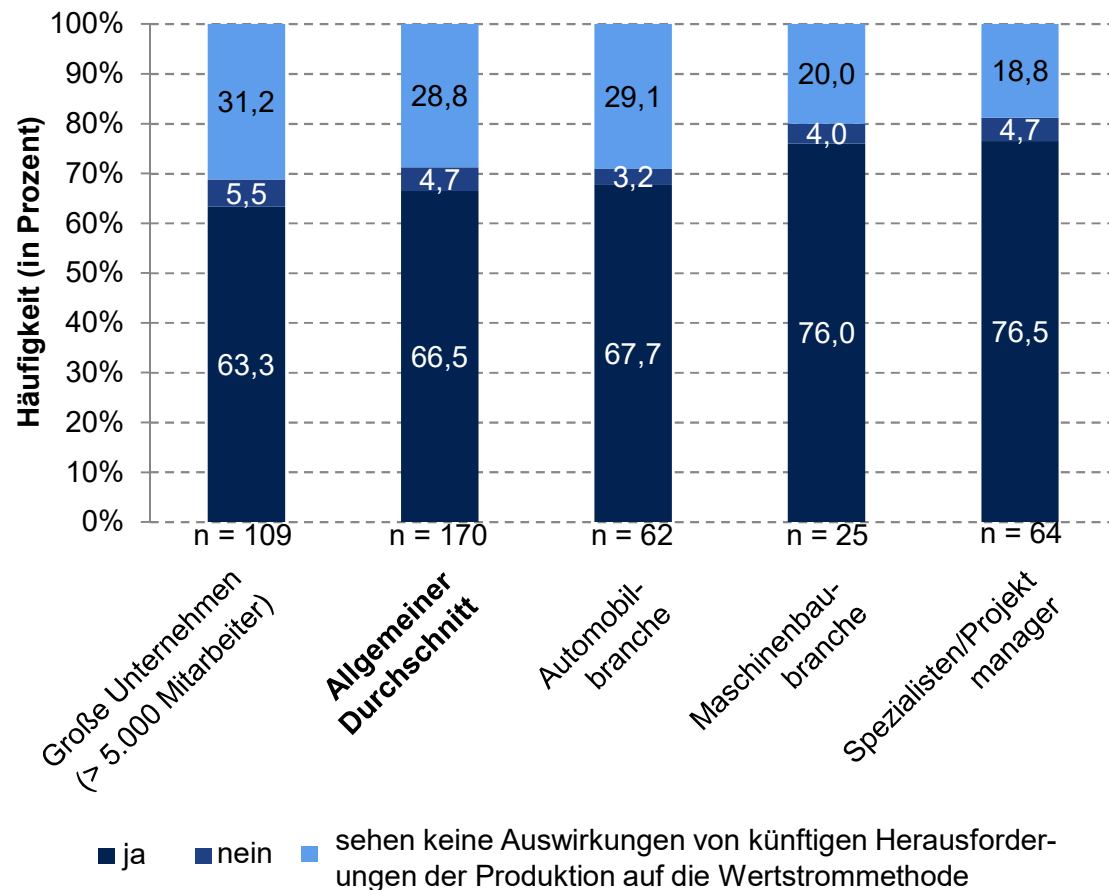


Aussagen

- Rund 71 % der Experten sind der Meinung, dass künftige Herausforderungen auf die Produktion auch Auswirkungen auf die klassische Wertstrommethode haben werden.
- Auf die Frage an jene Teilnehmer, die die Wertstrommethode vor neuen Herausforderungen sehen, ob eine Weiterentwicklung der Methode sinnvoll sei, äußerten sich 93 % positiv.
- Anteilig am gesamten Teilnehmerfeld macht dies etwa 66 % aus.

Ergebnis

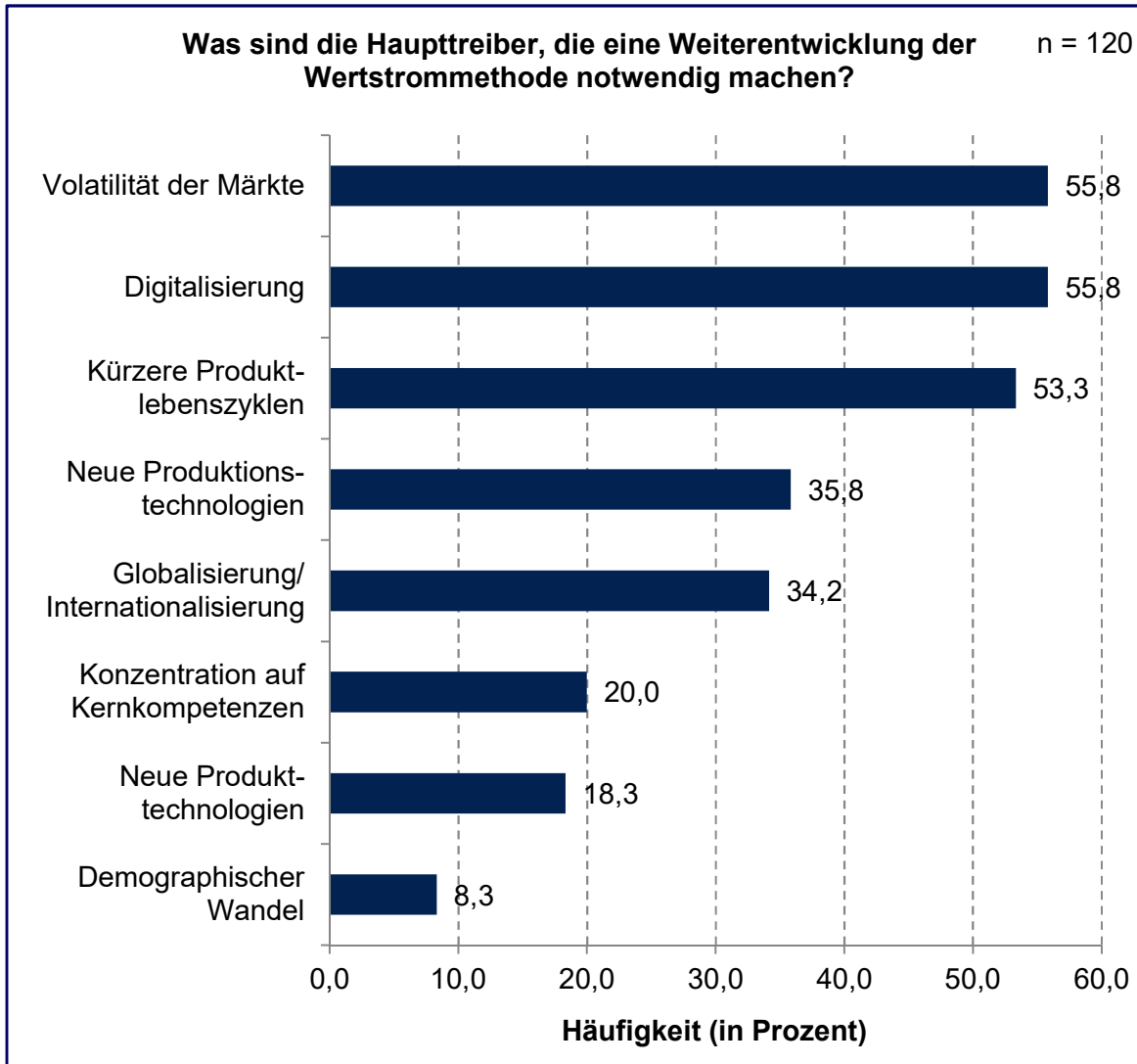
Halten Sie eine Weiterentwicklung der Wertstrommethode unter Nutzung von Industrie 4.0-Möglichkeiten für sinnvoll?



Aussagen

- Im Vergleich zum Durchschnitt fällt auf, dass Mitarbeiter der Automobilbranche leicht, Mitarbeiter der Maschinenbaubranche stark überdurchschnittlich für eine Weiterentwicklung der Methode plädieren.
- Spezialisten/Projektmanager votierten deutlich stärker für eine Weiterentwicklung der Methode als der Durchschnitt.
- Über die Maßen wird diese Einschätzung auch von Mitgliedern des Topmanagements geteilt (73 %), allerdings ist hier die Stichprobe zu klein, um den Anspruch auf Repräsentativität zu wahren (n = 11).
- Eine Abhängigkeit von Erfahrungen der Teilnehmer hinsichtlich Lean, der Wertstrommethode oder Industrie 4.0 und der Beantwortung der Frage nach der Notwendigkeit zur Weiterentwicklung konnte nicht festgestellt werden.

Ergebnis



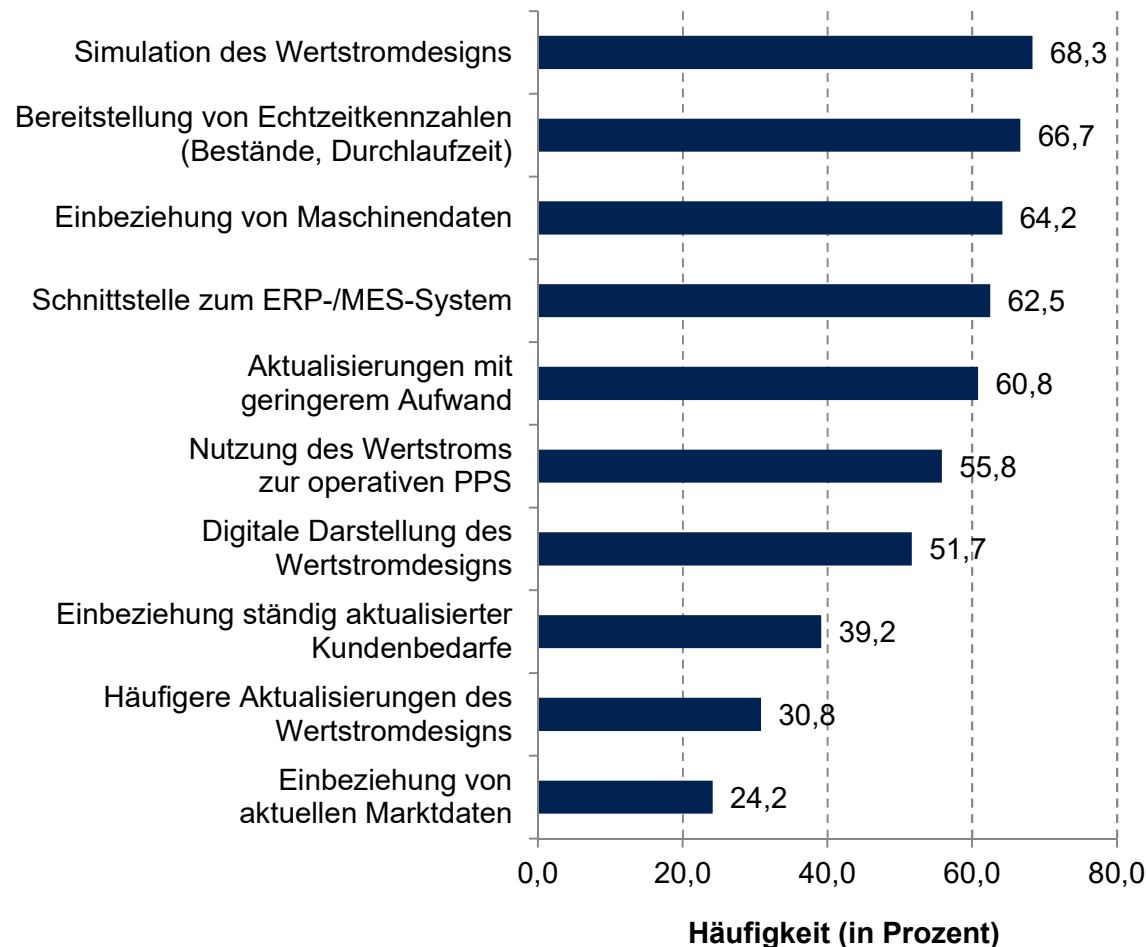
Aussagen

- Mehrfachnennungen waren möglich.
- Die größten Treiber für eine Weiterentwicklung der klassischen Wertstrommethode sind die Volatilität der Märkte, die bereits als generell größte Herausforderung für die Produktion identifiziert wurde¹, sowie die Digitalisierung.
- Kürzeren Produktlebenszyklen kommt in diesem Kontext eine hohe Bedeutung zu – offenkundig weil damit mehr Produktanläufe und somit deutlich häufigere Änderungen im Wertstrom einhergehen.
- Der demographische Wandel spielt in den Überlegungen der Experten quasi keine Rolle.
- Auch der Einfluss von neuen Produkttechnologien sowie die Konzentration auf Kernkompetenzen wird von den Studienteilnehmern eher nicht als ausschlaggebend angesehen.

¹ Vgl. Kapitel IV. 1.

Ergebnis

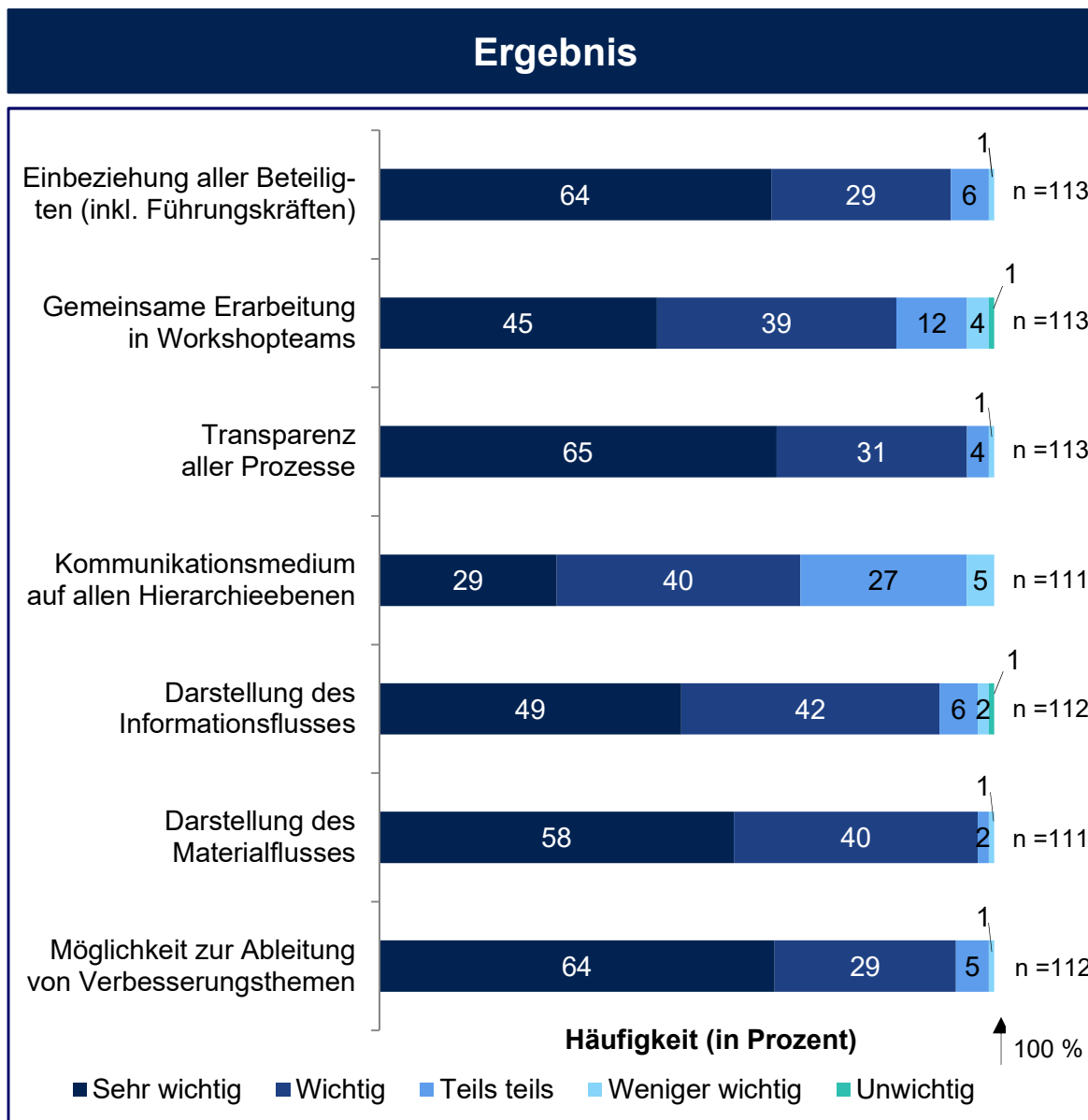
Welche Möglichkeiten einer Weiterentwicklung der Wertstrommethode halten Sie für besonders relevant? n = 120



Aussagen

- Mehrfachnennungen waren möglich.
- Besonders interessiert zeigten sich die Teilnehmer, die eine Weiterentwicklung generell begrüßen würden, gegenüber einer Möglichkeit der Simulation, der Echtzeitdaten-Integration von Produktions- und Maschinendaten sowie der Schaffung einer Schnittstelle zu ERP-/MES-Systemen.
- Allgemein lässt sich sagen, dass die meisten der vorgeschlagenen Möglichkeiten zur Weiterentwicklung ähnlich positiv bewertet werden; 6 von 9 Optionen werden von der Hälfte bis gut zwei Drittel der Experten jeweils relevant geheißen.

¹ Vgl. Kapitel IV. 1.



Aussagen

- Teilnehmer, die sich zuvor generell positiv gegenüber der Weiterentwicklung der Wertstrommethode geäußert hatten, wurden abschließend danach gefragt, welchen Stellenwert sie bei einer Modifikation der Methode einzelnen Aspekten beimessen.
- Sämtliche vorgeschlagenen Aspekte stießen insgesamt deutlich auf positive Resonanz.
- Als die wichtigsten Aspekte bei der Weiterentwicklung der Wertstrommethode gelten demnach Transparenz der Prozesse, dicht gefolgt von der Einbeziehung aller Beteiligten sowie der Möglichkeit zur Ableitung von Verbesserungsthemen.
- Geringere Relevanz wurde der Erarbeitung in Workshop-Teams und dem Zweck eines Kommunikationsmediums zugeschrieben, wenngleich diese beiden Punkte dennoch nur in Einzelfällen abgelehnt wurden.

IV. Ergebnisse der Studie

1. Ergebnisse zur Bedeutung von Lean Management und der Wertstrommethode
 1. Die größten Herausforderungen für Produktion und Produktionssystem
 2. Relevanz von Lean Management in der Produktion
 3. Erfahrungen mit der Wertstrommethode
 4. Hinderungsgründe, die Wertstrommethode nicht anzuwenden
 5. Vor- und Nachteile der Wertstrommethode aus Anwendersicht
 6. Ergebnisse zu Aktualisierungshäufigkeit und -aufwand
2. Ergebnisse zum Verständnis von Industrie 4.0
 1. Erfahrungen mit Industrie 4.0
 2. Aspekte beim Verständnis von Industrie 4.0
 3. Realisierungshorizont von autonomen Produktionssteuerungs-Systemen und Hindernisse
3. Ergebnisse zur Integration von Lean Management und Industrie 4.0
 1. Vereinbarkeit von Industrie 4.0 und Lean-Konzepten
 2. Strategische Ziele bei der Integration von Lean und Industrie 4.0
4. Ergebnisse zu den Herausforderungen der Wertstrommethode
 1. Notwendigkeit zur Weiterentwicklung der Wertstrommethode
 2. Treiber, die eine Weiterentwicklung der Wertstrommethode erzwingen
 3. Ansätze der Weiterentwicklung der Wertstrommethode
 4. Wichtigkeit einzelner Aspekte bei der Weiterentwicklung der Wertstrommethode

V. Qualitatives Feedback

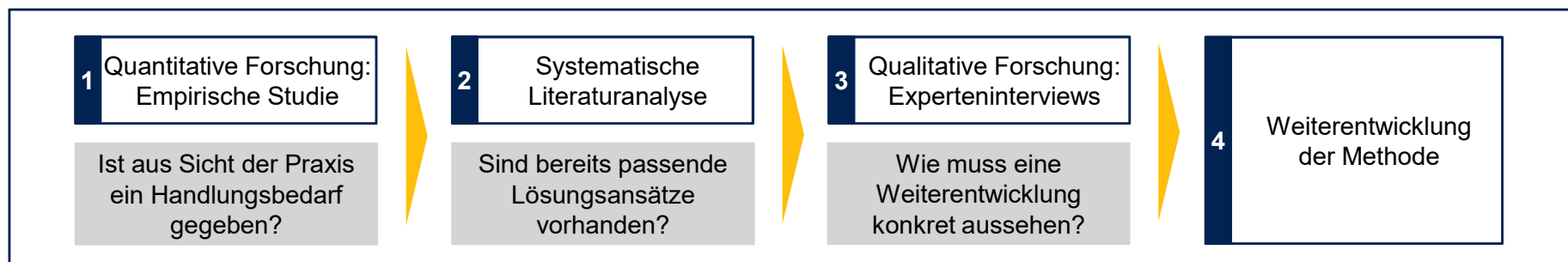
VI. Fazit aus den Studienergebnissen

Literatur

Ausgewählte Freitextkommentare der Studienteilnehmer

- „Der größte Faktor bei Integration von Industrie 4.0 und Lean Management-Methodiken wird der Mensch sein.“
- „Ohne die systematische Bearbeitung zur Schaffung der Transparenz über Produktionsprozesse inkl. Material- und Informationsflüssen kann aus meiner Sicht kein effizienter Schritt in Richtung Industrie 4.0 erfolgen.“
- „Die Fragen waren gut, finde ich klasse, dass Ihre Hochschule ein Schritt innovativer unterwegs ist als die Industrie selbst.“
- „Interessantes Thema!“
- „Die Methode ist unglaublich mächtig. Jedoch auch unglaublich schwierig, wenn man sie richtig anwenden will. Die Beachtung der Lean Prinzipien ist dabei essentiell.“
- „Danke für die Möglichkeit an der Studie teilzunehmen, die Fragen haben mich dazu gebracht, vertiefender über die Thematik Lean und Industrie 4.0 nachzudenken. Aus meiner Sicht ist Lean Production die Basis, die Digitalisierung ist ein Mittel, um die Verschwendung weiter zu reduzieren.“
- „Wenn man Wertstrommethoden anwendet, steht zur Methode (mit Fokus auf Effizienz und Transparenz) sehr stark der Mensch oder das am Prozess angelehnte Team im Fokus. Wie eine moderierte Politiksendung, die Menschen und Meinungen zusammen bringt. Was tut Industrie 4.0? Ich sehe hier große Chancen, aber der Faktor Mensch mit seinen sozialen Faktoren wird entscheiden, wie stark wir vertrauen, uns was abnehmen lassen von autonomen/automatisierten Systemen.“
- „Aus meiner Sicht ist nicht nur das Thema Industrie 4.0. alleinig interessant. Vielmehr ist es das Zusammenspiel zwischen der WSA sowie SixSigma und der Industrie 4.0. Auf dem Weg zur Industrie 4.0 ist es erforderlich, fähige Prozesse zu erlangen um diese dann autonom gestalten zu können.“
- „Mit diesem Thema treffen Sie in der Tat einen Nerv bei mir, sodass ich die Studie gerne mit meinen Einschätzungen unterstützt habe.“
- „Meiner Meinung nach ist Wertstrommanagement ein enorm wichtiger Teil in der Planung um Transparenz, Akzeptanz und Verständnis zu schaffen, um gezielt Verschwendungen zu reduzieren und Kosten und Durchlaufzeiten zu minimieren.“
- „Gerne habe ich an ihrer Umfrage teilgenommen. Ein wirklich spannendes Thema, welches leider immer noch nicht durchgängig als notwendig angesehen wird. Ich bin gespannt auf die Auswertung.“

- Es hat sich gezeigt, dass eine Weiterentwicklung der Wertstrommethode aus Sicht der Experten notwendig ist. Als größter Nachteil der Methode gilt ihr **statischer Charakter**. Das oberste Ziel einer solchen Modifikation ist deshalb der Wandel der ursprünglich statischen Vorgehensweise hin zu **einer dynamischen Methode**.
- Eine integrierte Lösung mit Möglichkeiten aus dem Bereich Industrie 4.0 scheint dabei unumgänglich. Insbesondere die Verknüpfung der Methode mit einer **Simulation**, die **Echtzeit-Integration von Produktions- und Maschinendaten** sowie die Schaffung einer **Schnittstelle zu ERP-/MES-Systemen** wäre sinnvoll.
- Wichtig ist bei einer Weiterentwicklung der Wertstrommethode vor allem, ihrem ursprünglichen Sinn gerecht zu werden und ihren originären Charakter nicht zu verfälschen. Daher muss die Methode weiterhin volle **Transparenz der Prozesse** gewährleisten, eine Möglichkeit zur **Ableitung von Verbesserungsthemen** bieten und die **Einbindung aller Beteiligten** sicherstellen.
- In der vorliegenden Studie wurden **bestehende Ansätze aus Wissenschaft und Forschung** zur Schließung der Defizite in der Wertstrommethodik nicht berücksichtigt. Deshalb ist ein Abgleich der identifizierten Schwachstellen mit vorhandenen Modifikationen der Wertstrommethode notwendig, um zu prüfen, ob bereits Lösungen oder Lösungsansätze entwickelt wurden, welche die evaluierten Nachteile der Wertstrommethode egalalisieren. Dazu bietet sich eine **systematische Literaturanalyse** an.
- Die Studie, deren Ergebnisse in diesem Report dargestellt wurden, war als quantitative Forschungsmethode konzipiert (vgl. Kap. II. 1). Damit wurde vordergründig nach dem *Wieviel* gefragt bzw. nachgewiesen, dass ein Handlungsbedarf zur Weiterentwicklung der Methode vorliegt. **In der Folge muss im Zuge der Weiterentwicklung der Wertstrommethode nun der Frage nachgegangen werden, wie diese Modifikation aussehen kann.** Hierfür sind Methoden der qualitativen Sozialforschung zweckdienlich. Ein möglicher Ablauf weiterer wissenschaftlicher Tätigkeiten ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.



Fortgang der wissenschaftlichen Tätigkeiten auf dem Weg zu einer Weiterentwicklung der Wertstrommethode¹

¹ Quelle: Verfasser

- Bauer, W./Schlund, S./Marrenbach, D./Ganschaf, O. (2014): Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, Berlin Stuttgart: BITKOM.
- Bauernhansl, T. (2014): Die Vierte Industrielle Revolution -- Der Weg in ein wertschaffendes Produktionsparadigma, in: Bauernhansl, T./ten Hompel, M./Vogel-Heuser, B. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik, Wiesbaden: Springer, S. 5–35.
- BMBF (2011): Intelligente Vernetzung in der Produktion Ein Beitrag zum Zukunftsprojekt „Industrie 4.0“, Bonn.
- Bosnjak, M./Batinic, B. (1999): Determinanten der Teilnahmebereitschaft an internet-basierten Fragebogenuntersuchungen am Beispiel E-Mail, in: Batinic, B./Werner, A./Gräf, L./Bandilla, W. (Hrsg.): Online Research. Methoden, Anwendungen und Ergebnisse, Göttingen Bern Toronto Seattle: Hogrefe Verlag für Psychologie, S. 145–157.
- Denzin, N. K./Lincoln, Y. S. (2013): Collecting and Interpreting Qualitative Materials, 4. Aufl., Los Angeles [u.a.]: Sage.
- Deuse, J./Weise, K./Hengstebeck, A./Busch, F. (2015): Gestaltung von Produktionssystemen im Kontext von Industrie 4.0, in: Botthof, A./Hartmann, E. A. (Hrsg.): Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Berlin Heidelberg: Springer, S. 99–110.
- Dieckmann, A. (2013): Empirische Sozialforschung, 7. Aufl., Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Erlach, K. (2010): Wertstromdesign. Der Weg zur schlanken Fabrik, 2. Aufl., Berlin Heidelberg [u.a.]: Springer.
- Erlach, K./Halmosi, H./Löffler, B. (2003): Wertströme elektronisch erfassen und visualisieren, in: wt Werkstattstechnik online, 93 (3), S. 167–171.
- Frank, H. (2016): Lean Produktion versus Industrie 4.0: Gegner oder Verbündete?, in: Industrie Management, 30 (6), S. 17–20.
- Grundstein, S./Schuhkraft, S./Görges, M./Scholz-Reiter, B. (2013): Autonome Produktionssteuerung bei zentraler Produktionsplanung, in: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 108 (12), S. 992–994.
- Hämmerle, M./Rally, P. (2012): Wertschöpfung steigern, Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- Jeske, T./von Garrel, J./Starke, J. (2011): Erfolgsfaktor Flexibilität. Ergebnisse einer deutschlandweiten Unternehmensbefragung, in: Industrial Engineering, 64 (1), S. 20–23.
- Kargeremann, H./Lukas, W.-D./Wahlster, W. (2011): Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution, in: VDI-Nachrichten, Ausgabe 13 . URL: <http://www.vdi-nachrichten.com/Technik-Gesellschaft/Industrie-40-Mit-Internet-Dinge-Weg-4-industriellen-Revolution>.

- Kargermann, H./Wahlster, W./Helbig, J. (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, arcatec - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V.
- Klevers, T. (2007): Wertstrom-Mapping und Wertstrom-Design. Verschwendung erkennen – Wertschöpfung steigern, München: mi-Fachverlag, FinanzBuch.
- Lukas, W.-D. (2013): Industrie 4.0, in: wt Werkstattstechnik online, 103 (2), S. 83.
- Obermaier, R. (2016): Gestaltungsaufgabe : Strategische und operative Handlungsfelder für Industriebetriebe, in: Obermaier, R. (Hrsg.): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe, 1. Aufl., Berlin Heidelberg: Springer, S. 3–34.
- Plattform Industrie 4.0 (2015): Umsetzungsstrategie Industrie 4.0. Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0, Kehrberg Druck Produktion Service.
- Rother, M./Shook, J. (2004): Sehen Lernen. Mit Wertstromdesign die Wertschöpfung erhöhen und Verschwendung beseitigen, Stuttgart: LOG_X_Verlag.
- Schnell, R./Hill, P. B./Esser, E. (2013): Methoden der empirischen Sozialforschung, 10. Aufl., München: Oldenbourg.
- Scholz-Reiter, B./Kolditz, J./Hildebrandt, T. (2009): Engineering autonomously controlled logistic systems., in: International Journal of Production Research, 47 (6), S. 1449–1468.
- Seebacher, G./Winkler, H. (2013): A Citation Analysis of the Research on Manufacturing and Supply Chain Flexibility, in: International Journal of Production Research, 51 (11), S. 3415–3427.
- Statistisches Bundesamt (2016): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Inlandsproduktberechnung. 1. Vierteljahr 2016, Wiesbaden.
- Teschemacher, U./Vernim, S./Gröger, M./Hellig, I./Siggelkow, P./Sippl, F./Tausendpfund, T./Reinhart, G. (2016): Akzeptanz autonomer Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme, in: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 111 (5), S. 265–269.
- Theuer, H. (2015): Lean und Autonom Zwei Produktionsansätze und ihr Zusammenhang, in: Productivity Management, (2), S. 31–35.
- Tschöpe, S./Aronska, K./Nyhuis, P. (2015): „Was ist eigentlich Industrie 4.0?“, in: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 110 (3), S. 145–149.

- Windt, K./Hülsmann, M. (2007): Changing paradigms in logistics – understanding the shift from conventional control to autonomous cooperation and control, in: Hülsmann, M./Windt, K. (Hrsg.): Understanding autonomous cooperation & control – the impact of autonomy on management, information, communication, and material flow, Berlin: Springer, S. 4–16.
- Winkler, H./Seebacher, G./Oberegger, B. (2016): Effizienzbewertung und -darstellung in der Produktion im Kontext von Industrie 4.0, in: Obermaier, R. (Hrsg.): Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe. Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderung, Wiesbaden: Springer, S. 219–243.
- Yin, R. (2014): Case Study Research, 5. Aufl., Thousand Oaks: Sage.

Lehrstuhlinhaber



Univ.-Prof. Dr. habil.
Herwig Winkler

Projektleiter



M.Sc.
Andreas Lugert

Kontakt:

BTU Cottbus-Senftenberg
Lehrstuhl für Produktionswirtschaft
Siemens-Halske-Ring 6
03046 Cottbus

T: +49 (0)355 69-4089
F: +49 (0)355 69-4091
E: winkler@b-tu.de
I: www.b-tu.de/fg-produktionswirtschaft

- Winkler, H./Seebacher, G./Oberegger, B.: **Effizienzbewertung und -darstellung in der Produktion im Kontext von Industrie 4.0**, in: Obermaier, R. (Hrsg.): *Industrie 4.0 als unternehmerische Gestaltungsaufgabe. Betriebswirtschaftliche, technische und rechtliche Herausforderung*, Wiesbaden 2016, S. 219-243.
- Winkler, H. /Kuss, C.: **Using a Supply Chain Improvement System (SCIS) to Increase Supply Chain Efficiency**, in: Kramberger, T./Potocan, V./Ipavec, V. M. (Eds.): *Sustainable Logistics and Strategic Transportation Planning*, Hershey 2016, pp. 437-456.
- Obmann, G./Winkler, H.: **Defizite im Lieferantenmanagement als Bremser der Innovationskraft – untersucht am Beispiel der österreichischen Papierindustrie**, in: Mieke, C. (Hrsg.): *Innovations- und Beschaffungsmanagement*, Berlin 2015, S. 31-52.
- Winkler, H.: **Conceptual considerations for real-time supply chain efficiency monitoring**, in: *Research in Logistics and Production (RLP)*, 6(2016)5, pp. 393-405.
- Stemplinger, C./Mohn, T./Winkler, H.: **Kontinuierlicher Verbesserungsprozess. Fallstudie zur Entwicklung eines KVP-Implementierungsmodells unter Berücksichtigung des operativen Spannungsfelds im Tagesgeschäft von Produktionsabteilungen**, in: *Industrie 4.0 Management*, 31(2015)3, S. 73-77.
- Busse, M./Beyer, J./Winkler, H.: **Fertigungsstrukturwandel in KMU mittels Automatisierung**, in: *productivity* 20(2015)4, S.61-63.
- Seebacher, G./Winkler, H.: **A capability approach to evaluate supply chain flexibility**, in: *International Journal of Production Economics (IJPE)*, 167(2015), pp. 177-186.
- Stemplinger, Ch. T./Winkler, H.: **Instandhaltungswandel und dessen Auswirkungen. Empirische Untersuchung der Instandhaltungsanforderungen und deren Auswirkungen auf das Produktionssystem**, in: *Industrie Management*, 31(2015)2, S. 37-40.
- Stemplinger, Ch. T./Winkler, H.: **Konzerninternes Performance Benchmarking in der Instandhaltung. Eine Fallstudie im globalen Siebdruckproduktionsnetzwerk eines Automobilzulieferers**, in: *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF)*, 110(2015)3, S. 130-133.
- Blöchl, St./Stemplinger, Ch. T./Winkler, H.: **Overall Equipment Effectiveness gezielt verbessern. Fallstudie zum Einfluss der OEE auf das operative Firmenergebnis**, in: *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF)*, 109(2014)11, S. 830-834.
- Seebacher, G./Winkler, H.: **Evaluating flexibility in discrete manufacturing based on performance and efficiency**, in: *International Journal of Production Economics (IJPE)*, 153(2014), pp. 340-351.
- Winkler, H./Kuss, C./Wurzer, Th./Winkler S./Seebacher, G.: **Supply Chain Improvement Projekte und Systeme**, Berlin 2014.
- Winkler, H./Seebacher, G./Oberegger, B.: **Effizienzbewertung in der Produktionslogistik anhand einer Simulationsstudie**, in: Mieke, C. (Hrsg.): *Logistikorientiertes Produktionsmanagement*, Berlin 2014, S. 97-116.
- Winkler, H./Kuss, C./Wurzer, Th.: **Beurteilung und Verbesserung der Prozesseffizienz in Supply Chains**, in: Mieke, C. (Hrsg.): *Prozessinnovation und Prozessmanagement*, Berlin 2013, S. 127-150.
- Winkler, H./Taschek, H.: **Steigerung der Energieeffizienz mit Manufacturing Execution Systemen (MES)**, in: *Productivity Management* 18(2013)4, S. 19-21.
- Seebacher, G./Winkler, H.: **Using process capability analysis to evaluate supply chain flexibility based on order lead time and order processing cost deviations**, in: *European Journal of Management (EJM)*, 13(2013)1, pp. 95-106.

ISBN 978-3-940471-29-1