

Zukunftsfähigkeit der Wertstrommethode im Kontext von Industrie 4.0

Future viability of Value Stream Mapping in the context of Industry 4.0

Andreas Lugert
Herwig Winkler

Lehrstuhl für Produktionswirtschaft
Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg

Die Wertstrommethode (WSM) ist in produzierenden Unternehmen weit verbreitet, um Transparenz über Material- und Informationsflüsse zu schaffen und Optimierungspotentiale zu identifizieren. Durch die voranschreitende Digitalisierung der Produktion unter dem Stichwort Industrie 4.0 werden Methoden des Lean Management jedoch bisweilen obsolet. Die Analyse des Schrifttums offenbart diesbezüglich noch keine empirischen Daten. In einer quantitativen Studie wurden deshalb 170 Teilnehmer nach aktuellen Herausforderungen für die Produktion, nach ihrem Verständnis von Industrie 4.0 sowie der Vereinbarkeit von Industrie 4.0 und Lean Management befragt. Außerdem wurden der Status quo und die Zukunftsfähigkeit der WSM evaluiert. Im vorliegenden Beitrag werden ausgewählte Studienergebnisse aufbereitet und zur Diskussion gestellt.

[Schlüsselwörter: Digitalisierung, Industrie 4.0, Lean Management, Wertstrommethode, Wertstrommanagement]

Value Stream Mapping (VSM) is very commonly used in production driven industries to ensure transparency in material and information flows and to identify optimization potential. As a result of the ongoing digitalization phase, Lean Management methods have become obsolete at times. A structured analysis of the literature does not offer any empirical data referring to this. Therefore, a quantitative survey with 170 participants has been conducted to evaluate current challenges in the production environment and the general understanding of the term Industry 4.0 as well as the compatibility of Industry 4.0 with Lean Management. Furthermore the status quo and the adequacy of VSM in the future has been scrutinized. In the current paper, selected results are shown and put up for discussion.

[Keywords: Digitalization, Industry 4.0, Lean Management, Value Stream Mapping, Value Stream Management]

1 EINLEITUNG

Produzierende Unternehmen müssen gegenwärtig Effizienz und Produktivität stetig steigern, um wettbewerbs-

fähig zu bleiben und dem Marktdruck standzuhalten. Zahlreiche Firmen setzen deshalb seit Jahren auf schlanke Produktionssysteme nach dem Vorbild *Toyotas*, um Verschwendungen in Prozessen zu reduzieren und den Wertschöpfungsgrad zu verbessern. Grundlegend sind dabei die fünf Prinzipien des Lean Managements: Wert, Wertstrom, Fluss, Pull und Perfektion [Wom03]. Zur Umsetzung dieser Prinzipien bieten sich diverse Methoden des Lean Management an, die einzeln oder auch in einer definierten Systematik eingesetzt werden können [Sha03]; [Bel14]. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Wertstrommethode (WSM). Sie gilt als bevorzugter Weg, Lean Management in einem Produktionssystem zu etablieren [Gre08].

Die Produktionsumwelt steht aktuell weitreichenden Veränderungen gegenüber [Abe11]; [Ado14]. Allen voran sind dabei die Trends der volatileren Märkte, der kürzeren Produktlebenszyklen sowie der zunehmenden Komplexität zu nennen. Stabile bzw. statische Produktionssysteme werden in Zeiten zunehmender dynamischer Einflussgrößen mehr und mehr ineffizient, weil sie den neuen Anforderungen nicht nachkommen können. Weiterhin ist die Produktion derzeit geprägt durch die voranschreitende Digitalisierung, die in Deutschland mit dem Schlagwort Industrie 4.0 überschrieben ist. Lean Management, das moderne Informations- und Kommunikationstechnologien weitestgehend unberücksichtigt lässt bzw. im Sinne der Komplexitätsminimierung den IT-Einsatz zu reduzieren versucht, scheint in einem ausgeprägten Gegensatz zu Industrie 4.0 zu stehen und nunmehr an seine Grenzen zu stoßen [Spa13]. Die Digitalisierung bietet neue, andere Möglichkeiten zur Steigerung von Effizienz und Produktivität. Doch diese wesentliche Fragestellung ist bislang kontrovers diskutiert. Offenkundig ist allerdings, dass die WSM als wesentliche Methode des Lean Management in produzierenden Unternehmen zwar weithin etabliert ist und in der Vergangenheit große Erfolge ermöglicht hat, andererseits aber auch einige Nachteile birgt, die im Kontext der zunehmenden Digitalisierung verstärkt werden. Gerade aufgrund des statischen Charakters der Methode [Gre08] erscheint die Zukunftsfähigkeit der WSM in Zeiten höherer Volatilitäten deshalb fragwürdig.

Mit dem vorliegenden Artikel klären wir einerseits, welche Bedeutung Industrie 4.0 für Lean Management hat, andererseits wollen wir den aktuellen Status der WSM analysieren und Klarheit über deren Zukunftsfähigkeit schaffen. Der Beitrag ist deshalb folgendermaßen strukturiert: Teil 2 umfasst Grundlagen von Industrie 4.0 sowie der Wertstrommethode. Ausgehend davon analysieren wir in Teil 3 in einem Review frühere Forschungsarbeiten zur Evaluation des Status quo der Wertstrommethode. Außerdem wollen wir wissenschaftliche Ansätze zur digitalen Integration von Lean Methoden aufzeigen. Teil 4 umfasst das Studiendesign, Stichprobenszusammensetzung sowie Ergebnisse der Studie. In Teil 5 werden die Resultate diskutiert, Teil 6 schließt den Beitrag mit einem Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf ab.

2 GRUNDLEGENDE ANNAHMEN

2.1 INDUSTRIE 4.0 ALS „GAME-CHANGER“ DER PRODUKTION

Industrie 4.0 „meint im Kern die technische Integration von CPS [cyber-physische Systeme] in die Produktion und die Logistik sowie die Anwendung des Internets der Dinge und Dienste in industriellen Prozessen“ [Kar13]. [Tsc15] untersuchen in einer quantitativen Datenbankanalyse nationale und internationale Veröffentlichungen im Kontext von Industrie 4.0 und identifizieren in der Folge dazu sieben Schlüsselbegriffe: Echtzeitdaten, Big Data, Machine to Machine, Internet of Things, CPS, Cloud Computing und Smart Grid. [Bau14] arbeiten aus 104 Beschreibungen und Definitionen von Industrie 4.0 die fünf Technologiefelder CPS, IT-Security, Smart Factory, Cloud Computing sowie Robuste Netze heraus. Eine einheitliche Definition oder gar ein gemeinsames Verständnis über den Begriff Industrie 4.0 existiert weder in der Wissenschaft noch in der Praxis. Unabhängig davon gilt Industrie 4.0 als der einflussreichste Innovationstreiber der nächsten Jahrzehnte und bietet produzierenden Unternehmen einerseits neue Chancen, stellt diese aber zugleich vor große Herausforderungen [Kar13].

2.2 DIE WSM ALS ZENTRALE LEAN-METHODE

Grundlegend für Überlegungen zur Wertstrommethode ist die Definition des Wertstroms. Nach unserem Verständnis durchläuft das Wertobjekt, also das Fabrikat, die Produktionsprozesskette. Diese wirkt durch Transformation bzw. Kombination auf das Wertobjekt ein. Der Wertstrom schließlich ist die Summe aller Wertobjekte. Wir definieren den Wertstrom deshalb als Fluss aller Wertobjekte entlang der Produktionsprozesskette, in dessen Verlauf durch Transformation und Kombination von Elementarfaktoren sowie Verarbeitung zielgerichteter Informationen eine Leistung erbracht bzw. ein Produkt geschaffen und der Wert desselbigen dabei sukzessive erhöht wird.

Die WSM ist eine strukturierte Vorgehensweise zur Analyse und Neuauslegung eines Wertstromes, wobei sowohl Material- als auch Informationsflüsse berücksichtigt werden [Rot99]. Ziel der Methode ist es, Verschwendungen im Produktionssystem zu identifizieren und hernach zu reduzieren [Tya15]. Aufgrund ihres ganzheitlichen Ansatzes gilt sie als die wichtigste Methode bei der Lean-Transformation von Produktionsunternehmen [Mat14]. Die Vorgehensweise der WSM ist hinlänglich in der Literatur beschrieben, allen voran von [Rot99] sowie bei [Erl10]. Laut einer Studie des *Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO* nutzen durchschnittlich 60% der Unternehmen aus dem produzierenden Gewerbe die WSM, in großen Unternehmen sowie in Firmen der Automobilbranche sogar noch deutlich mehr [Häm12]. Ursprünglich war die Methode ausschließlich auf industrielle Produktionsprozesse fokussiert [Toi16], mittlerweile wurde sie aber vielfach für andere Branchen wie z.B. den Dienstleistungs-, Health-Care- oder Finanzsektor adaptiert.

3 LITERATURE REVIEW

Der Prozess der Literaturanalyse ist am siebenstufigen Prozess nach [Fin13] ausgerichtet. Die Literaturanalyse erfolgt in zwei Phasen. Zunächst wird untersucht, wie die WSM aktuell, im Zeitalter der Digitalisierung, in der Praxis gesehen wird. Hernach analysieren wir, welche Ansätze zur Kombination von Industrie 4.0 und Lean-Methoden es bereits gibt. Als Datenbanken wurden Web of Science und EBSCO gewählt. Die Analyse ist auf wissenschaftliche Beiträge in Fachzeitschriften eingegrenzt.

3.1 ERGEBNISSE DER LITERATURANALYSE ZUM AKTUELLEN STAND DER WSM

Wir identifizierten bei Web of Science 78, bei EBSCO 70 Artikel, die zu unserer Suchanfrage mit dem Begriff „Value Stream“ im Titel passten. Nach Ausschluss von Duplikaten verblieben 115 Titel im Prozess zu Titel- und Abstract-Assessment. 33 Veröffentlichungen wurden dabei als maßgeblich identifiziert und hernach in vier Gruppen geclustert. Davon thematisieren 12 Beiträge Anwendung der traditionellen WSM in Case Studies, 10 Beiträge stellen praktische, 5 Beiträge theoretische Ansätze einer WSM-Modifikation zur Diskussion. 6 Beiträge enthalten Analysen des Status quo der WSM und sind deshalb von besonderer Relevanz.

Die Gruppe derjenigen, welche die WSM in ihrer klassischen Form anwenden, zeigt insbesondere ein Ergebnis: Die Methode bietet qualitativ und quantitativ großen Mehrwert. So werden Verschwendungen transparent und Verbesserungspotentiale sichtbar [Gre08], Qualität und Effizienz steigen [Lac16], Durchlauf- und Taktzeiten sowie Bestände werden reduziert [Set08]; [Rek16], die Liefertreue verbessert und der Wertschöpfungsanteil erhöht [Vin10]. Doch vereinzelt werden bei der Anwendung

der Methode in Fallstudien auch Grenzen der Methode sichtbar: So stellen z.B. [Set17] Schwierigkeiten heraus, die bei Anwendung der WSM in komplexer Produktionsumgebung auftreten.

Publikationen mit praktischen Ansätzen zur Weiterentwicklung der Methode thematisieren mehrheitlich die Integration der WSM mit Simulation. Eine detaillierte Begründung für diesen Ansatz liefern [Sch14]: Bei herkömmlicher Methode sei der Grad der Prozessdetails unzureichend, dynamische Einflussgrößen würden nicht berücksichtigt und entwickelte Zukunftsszenarien ließen sich vorab weder prüfen noch kostentechnisch bewerten.

Vertreter der dritten Gruppe liefern aus unterschiedlichen Gründen konzeptionelle Ansätze theoretischer Art zur Modifikation der WSM. So postulieren etwa [Ber16], dass die Methode für komplexe Wertströme nicht geeignet sei, [Bra09] weisen auf Schwierigkeiten bei hoher Variantenvielfalt hin und [Lia07] monieren, dass die Methode zeitveränderlicher Größen aufgrund ihres statischen Charakters nur unzureichend berücksichtige.

Tabelle 1. *Ergebnisse der Literaturanalyse bezüglich des Status quo der WSM*

Autor	Methode	Anmerkung
[Dal14]	Literature Review	...identifizieren die häufigsten Probleme bei der Anwendung der WSM.
[Las08]	Case Study	...vergleichen die WSM mit anderen Methoden und machen ein einzigartiges Anwendungsgebiet für die WSM aus.
[Las09]	Multiple Case Study	...analysieren sechs Case Studies in verschiedenen Branchen und leiten Verfeinerungen der WSM-Theorie ab.
[Ser08]	Multiple Case Study	...stellen eine Lücke zwischen WSM-Theorie und Anwendung fest.
[Sho17]	Literature Review	...werten 91 Beiträge verschiedener Branchen aus und ermitteln den durchschnittlichen Erfolg der WSM.
[Sin11]	Literature Review, Case Study	...identifizieren aus 48 Publikationen Begriffe, die am häufigsten in Verbindung mit der WSM genannt werden.

Autoren der abschließend angeführten Klasse beschäftigen sich vordringlich mit Untersuchungen zur WSM aus übergeordneter Perspektive. [Dal14] identifizieren aus 57 Publikationen die größten Probleme bei der

Anwendung der Methode. An erster Stelle stehe demzufolge die Aufnahme von Produktionsdaten, gefolgt von schlecht ausgebildetem Personal. Letzgenannten Aspekt identifiziert auch [Las08] in einer Fallstudie, bei der er eingangs verschiedene Methoden vergleicht und feststellt, dass die WSM ein einzigartiges Anwendungsgebiet habe. [Ser08] und [Las09] führen eine Multi Case Study durch und ermitteln einerseits Feinheiten der WSM-Theorie, andererseits formulieren sie Hinweise für Anwender. Außerdem stellen sie fest, dass eine Kluft zwischen der WSM-Theorie und der Anwendung der Methode in der Praxis herrsche. [Sho17] werten in einem branchenübergreifenden Literature Review 131 Publikationen aus und vergleichen die Ergebnisse quantitativ. Die Analyse von 91 Veröffentlichungen aus dem Bereich der Produktion ergab, dass Bestände durchschnittlich um 70,2%, Durchlaufzeiten um 56,2% und Taktzeiten um 52,6% verbessert werden konnten. [Sin11] identifiziert aus 48 Publikationen Eigenschaften, die im Kontext der WSM statistisch am häufigsten angeführt werden. Tabelle 1 fasst die Ergebnisse der Literaturanalyse in systematischer Form zusammen.

3.2 ERGEBNISSE DER LITERATURANALYSE ZUR VEREINBARKEIT VON LEAN UND INDUSTRIE 4.0

Für den zweiten Teil der Literaturanalyse definierten wir die Suchbegriffe „Lean“, „Digitalization“, „Industrie/Industry 4.0“, „smart“ und „Internet of Things/Services“. „Lean“ stellt den zentralen Begriff dar und sollte deshalb stets im Titel genannt sein, dazu einer der weiteren Begrifflichkeiten in den Schlüsselbegriffen. Der Zeitraum wurde auf die Jahre ab 2012 begrenzt, da der Begriff „Industrie 4.0“ erstmalig 2011 geprägt wurde und die Einführung des neuen IPv6 Standards 2012 den Durchbruch der modernen Digitalisierung bedeutete [Kar15]; [Rüt16]. Mit diesen Suchkriterien identifizierten wir bei Web of Science 26, bei EBSCO 6 Artikel. Abzüglich von zwei Duplikaten wurden die Publikationen hinsichtlich ihrer Relevanz für oben genanntes Forschungsinteresse geprüft. Zu den verbliebenen 5 Beiträgen wurden 4 deutschsprachige Publikationen aus traditioneller Literaturrecherche hinzugefügt.

[Bic14] stellt fest, dass Lean und Industrie 4.0 auf der gleichen Motivation begründet sind: Beide Ansätze sollen Auswege aus der rasant zunehmenden Komplexität ermöglichen. Lean versucht dabei, einfache Lösungen mit einfachen Mitteln zu erreichen, mit Industrie 4.0 soll Komplexität durch Vereinfachung der Schnittstellen beherrschbar sein. Zu einem ähnlichen Schluss kommt auch [Fra16], der beiden Ansätzen die gleichen Ziele zuschreibt: Lean strebe die Vermeidung von Verschwendung an, wodurch Produktivität und Flexibilität erhöht werden sollen – ebenso wie bei Industrie 4.0. Am Beispiel eines Milkruns zeigt er die Kombinierbarkeit beider Konzepte in der Praxis. [Kas15] sieht in der Reduzierung von Komplexität sowie der Steigerung von Produktivität und

Effizienz ebenfalls gleiche Ziele beider Ansätze und folgert, dass Lean die Basis für Industrie 4.0 sei. So ließe sich durch Lean zunächst die Komplexität reduzieren und Verschwendung verringern, ehe dann darauf Industrie 4.0-Lösungen aufbauen könnten.

Tabelle 2. *Ergebnisse der Literaturanalyse zur Vereinbarkeit von Industrie 4.0 und Lean-Methoden*

Autor	Anmerkung/Kernaussage
[Bic14]	...postulieren, dass Lean und Industrie 4.0 die gleiche Motivation haben: Komplexität zu beherrschen bzw. zu reduzieren.
[Fra16]	...merken an, dass das übergeordnete Ziel beider Ansätze die Steigerung von Produktivität und Effizienz ist.
[Kas15]	...sehen Lean als Basis für Industrie 4.0 und zeigen die Vereinbarkeit an einem Praxisbeispiel der Intralogistik.
[Kol17]	...stellen fest, dass Lean für die kundenindividuelle Produktion nicht geeignet ist, Industrie 4.0 dies aber durch Informations- und Kommunikationstechnologien kompensieren kann.
[Ma17]	...identifizieren Schwächen von Lean-Methoden bei Anwendung in Industrie 4.0-Umgebung und entwickeln ein auf CPS basierendes Jidoka-System
[Mah13]	Vernetzung von Produktions-, Instandhaltungs-, Qualitätsmanagement- sowie Produktionsplanungs- und -steuerungssystem
[Net15]	...hält Lean-Prinzipien im Kontext von Industrie 4.0 für wichtiger denn je und erwartet, dass die Kombination beider Ansätze ein Lean Enterprise ermöglicht
[Rüt16]	...konstatieren, dass Industrie 4.0 noch nicht ausgereift sei. In Verbindung mit Lean Konzepten führe es aber zu mehr Flexibilität.
[San16]	...bescheinigen Lean und Industrie 4.0 grundsätzlich eine positive Korrelation

Dem widersprechen [Kol17] und kommen zu dem Schluss, dass Lean zwar bislang weit verbreitet und erfolgreich war, angesichts gegenwärtiger Herausforderungen aber nicht mehr geeignet ist. Sie streben deshalb mit Lean Automation eine Integration von Lean Methoden mit Informations- und Kommunikationstechnologien an. Auch [Ma17] verfolgen den Ansatz der Lean Automation und entwickeln ein smartes, dezentrales Jidoka-System, das auf CPS basiert und Steigerungen der Flexibilität verspricht. Einen holistischen Ansatz verfolgen [Mah13]: Sie vernetzen das Produktionssystem mit den äquivalenten Subsystemen der Instandhaltung, des Qualitätsmanagements sowie der Planung und Steuerung. [Net15] sieht in

der Verknüpfung von Lean und Industrie 4.0 großes Potential: Durch einen Datenaustausch über die ganze Supply Chain in Echtzeit produzieren Unternehmen schneller. Verschwendungen werden weiter reduziert, Bestände gesenkt und One-piece-flow ermöglicht. [Rüt16] resümieren zunächst, dass Lean die Komplexität, z.B. in Form von IT, zu reduzieren versucht, Industrie 4.0 stattdessen eher versucht, der Komplexität mit IT-Lösungen Herr zu werden. Schlussendlich sehen sie in einer Kombination beider Konzepte aber einen vielversprechenden Ansatz. [San16], die anhand der Kategorien Lieferanten, Kunden, Prozesse sowie Steuerung jeweils Möglichkeiten zur Anwendung von digitalen Lösungen vorschlagen. Tabelle 2 zeigt das Ergebnis der systematischen Literaturanalyse.

3.3 DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die beiden systematischen Literaturanalysen bringen im Wesentlichen zwei Ergebnisse hervor: Zum einen ist der Status quo der WSM weitgehend unerforscht. Die Methode wird in diversen Branchen gewinnbringend angewendet und zeigt große Erfolge. In zahlreichen Fallstudien wird gezeigt, dass die Anwendung der WSM zu deutlichen qualitativen und quantitativen Optimierungen eines Produktionssystems führt. Darüber hinaus existieren etliche Ansätze theoretischer oder praktischer Art, wie die Methode weiterentwickelt werden kann. In vielen Fällen wird dabei auf Möglichkeiten der Digitalisierung zurückgegriffen. Jedoch basieren sämtliche Modifikationen ausschließlich auf einzelnen Schwächen der WSM, die jeweils aus dem Schrifttum abgeleitet wurden. Analysen aus Sicht der Praxis existieren nur bedingt. Einige Publikationen untersuchen die WSM auf Basis von Literature Reviews oder Multi-Case-Studies. [Dal14] identifizieren die größten Probleme bei der Anwendung der Methode, [Ser08] und [Las09] machen einzelne Defizite in der Theorie aus, [Sho17] quantifizieren den durchschnittlichen Erfolg der Methode. Eine umfassende, empirische Analyse zum Stand aus Anwendersicht der WSM existiert bislang nicht.

Der zweite Teil der Literaturanalyse offenbart, dass bislang nur vereinzelt Überlegungen zur Vereinbarkeit von Lean und Industrie 4.0 bestehen. Dabei sprechen sich die meisten Autoren deutlich für eine Verknüpfung von Lean und Industrie 4.0 aus, halten dabei Lean-Prinzipien aber für wichtiger denn je. [Rüt15] hingegen sehen Industrie 4.0 als noch nicht ausgereift genug an, versprechen sich aber Flexibilitätsgewinne bei der Kombination beider Ansätze. Die Frage der Vereinbarkeit ist nach wie vor offen. Beide Konzepte verfolgen mit der Steigerung von Produktivität und Flexibilität zwar ähnliche Ziele. Außerdem sind beide bestrebt, den Umgang mit Komplexität in der Produktion zu erleichtern. Prinzipiell wird im Schrifttum die Kombination beider Ansätze eher als positiv bewertet, doch auch hier liegen bislang keinerlei quantitativen Studien aus Sicht von Anwendern vor. [San16]

machen deshalb in der Integration beider Konzepte einen grossen Forschungsbedarf aus.

4 EMPIRISCHE STUDIENERGEBNISSE

Da die Analyse der Literatur gezeigt hat, dass der Status quo des Forschungsfeldes aktuell nicht hinreichend beschrieben ist, wurde eine empirische Studie durchgeführt. Ziel der Studie war es, die Bedeutung von Industrie 4.0 für Lean-Konzepte herauszuarbeiten und die Zukunftsfähigkeit der WSM im Zeitalter der Digitalisierung zu evaluieren.

4.1 STUDIENDESIGN UND STICHPROBENZUSAMMENSETZUNG

Aus den Methoden der quantitativen Sozialforschung wählten wir die Online-Umfrage, weil dabei ein hoher Grad an Standardisierung zum Tragen kommt [Sch13]. Das Vorgehen zur Durchführung der empirischen Studie folgt dem Prozess nach [Die13]. Der Fragebogen umfasste 24 Fragen und bestand aus vier Hauptteilen: Grundlegendes zu Lean und WSM, Grundlegendes zu Industrie 4.0, Kombination von Lean und Industrie 4.0 und Herausforderungen und Handlungsbedarf. Abschließend wurden strukturelle Daten abgefragt. Die Fragen waren überwiegend geschlossen, d.h. mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten, formuliert. An einzelnen Stellen gab es die Möglichkeit für Freitextanmerkungen.

Tabelle 3. Zusammensetzung der Stichprobe nach Branchen

Branche der Teilnehmer	n	%
Automobilbau/-zulieferindustrie	62	37,3%
Maschinenbau	25	15,1%
Elektrotechnik	21	12,7%
Metallbearbeitung	19	11,4%
Chemische Industrie	8	4,8%
Kunststoff/Gummi	5	3,0%
Holzverarbeitung	4	2,4%
Sonstige	22	13,3
Keine Angabe	4	-
Insgesamt	170	100,0%

Die Entwicklung des Fragebogens erfolgte iterativ in mehreren Abstimmungsrunden, mehrere Pretests stellten die Qualität sicher. Zielgruppe der Studie waren Personen aller Hierarchiestufen aus der Industrie, die Erfahrung mit Lean Management haben und die WSM kennen. Insgesamt wurden 823 Personen auf unterschiedlichen Kommunikationskanälen zur Studienteilnahme eingeladen, darüber hinaus wurde der Teilnahmelink über virales

Marketing kommuniziert. Der Fragebogen stand in deutscher und englischer Sprache zur Verfügung. 242 Personen begannen die Teilnahme, bei der Auswertung wurden jedoch nur die 170 Datensätze berücksichtigt, bei denen der Fragebogen abgeschlossen wurde. Die Stichprobe setzt sich aus Teilnehmern verschiedener Industriesektoren zusammen. Tabelle 3 zeigt die Zusammensetzung der Stichprobe nach Branchen.

Die Teilnehmer kommen dabei mehrheitlich aus großen Unternehmen. Rund 66 % der Befragten kommt aus Firmen mit einem Jahresumsatz von mehr als 500 Mio. EUR. Mehr als die Hälfte aller Studienteilnehmer sind Führungskräfte bzw. Mitglieder des Managements (Tabelle 4). Gegliedert nach Funktionsbereichen ist die größte Gruppe Lean-Abteilungen zugehörig (Tabelle 5). Unabhängig davon vermerken alle Teilnehmer Erfahrungen mit Lean Production.

Tabelle 4. Zusammensetzung der Stichprobe nach Position

Position der Teilnehmer	n	%
Management	11	6,5%
Führungskraft	84	50,0%
Spezialist	64	38,1%
Sachbearbeiter	5	3,0%
Sonstige	4	2,4%
Keine Angabe	2	-
Insgesamt	170	100,0%

Tabelle 5. Zusammensetzung der Stichprobe nach Funktionsbereichen

Funktionsbereich der Teilnehmer	n	%
Lean	86	51,5%
Produktion	18	10,8%
Planung	25	15,0%
Sonstige	38	22,8%
Keine Angabe	3	-
Insgesamt	170	100,0%

5 ERGEBNISSE DER STUDIE

Die empirische Studie ermöglicht ein unabhängiges Bild über den Zustand der traditionellen WSM aus Anwendersicht. Befragt nach den Vorteilen der WSM gaben die Teilnehmer an, insbesondere die Schaffung von Transparenz über Engpässe und Prozesse sowie die Möglichkeit zur Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen zur

Optimierung von Material- und Informationsfluss zu schätzen. In Abbildung 1 sind die am häufigsten genannten Vorzüge dargestellt.

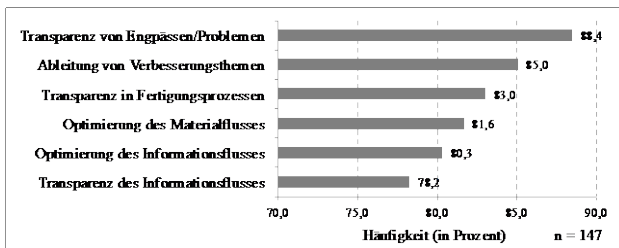


Abbildung 1. Wichtigste Vorteile der WSM aus Anwendersicht

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 (Abbildung 2).

Trotz kontroverser Standpunkte im Schrifttum hat die Literaturanalyse gezeigt, dass die Kombinationen von Lean und Industrie 4.0 Potential verspricht und sich beide Ansätze nicht prinzipiell widersprechen. In der empirischen Dies bestätigen auch die Studienteilnehmer: Die deutliche Mehrheit der Befragten sieht keine generellen Widersprüche zwischen beiden Ansätzen. Rund zwei Drittel aller Teilnehmer stimmte der These, es gäbe keine Widersprüche zwischen Lean und Industrie 4.0, überwiegend bzw. voll zu (Tabelle 6). Das arithmetische Mittel

liegt auf der Skala von 1 (völlige Widersprüche) bis 5 (gar keine Widersprüche) bei 3,89.

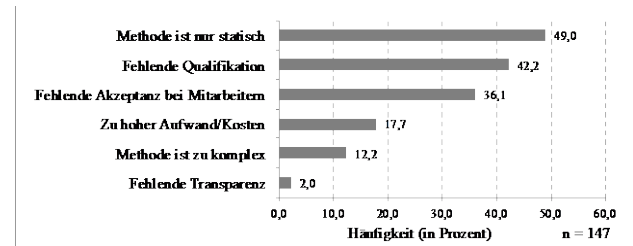


Abbildung 2. Nachteile der WSM aus Anwendersicht

Bei der Evaluation des generellen Verständnisses von Industrie 4.0 zeigt sich ein inhomogenes Bild. Auf die Frage, welche Aspekte mit jenem Schlagwort assoziiert werden, waren sich die Experten zwar weitestgehend einig, dass Smart Production, Maschinenzustandsdaten in Echtzeit sowie automatisierte SCM-/Logistikprozesse von Relevanz sind Abbildung 3 zeigt die relative Häufigkeit der Nennung von zu Industrie 4.0 zugeordneten Begriffen. CPS, die letztlich die Grundlage für Industrie 4.0 darstellen, werden lediglich von 13% der Teilnehmer vermerkt.

Das Ergebnis dieser Fragen spiegelte sich auch in den optionalen Freitextkommentaren der Studienteilnehmer wieder. Dort wurde etwa angemerkt, die Beachtung der Lean-Prinzipien sei nach wie vor essentiell. In einem anderen Statement wird herausgestellt, dass Lean Production die Basis sei, um Verschwendung weiter zu reduzieren,

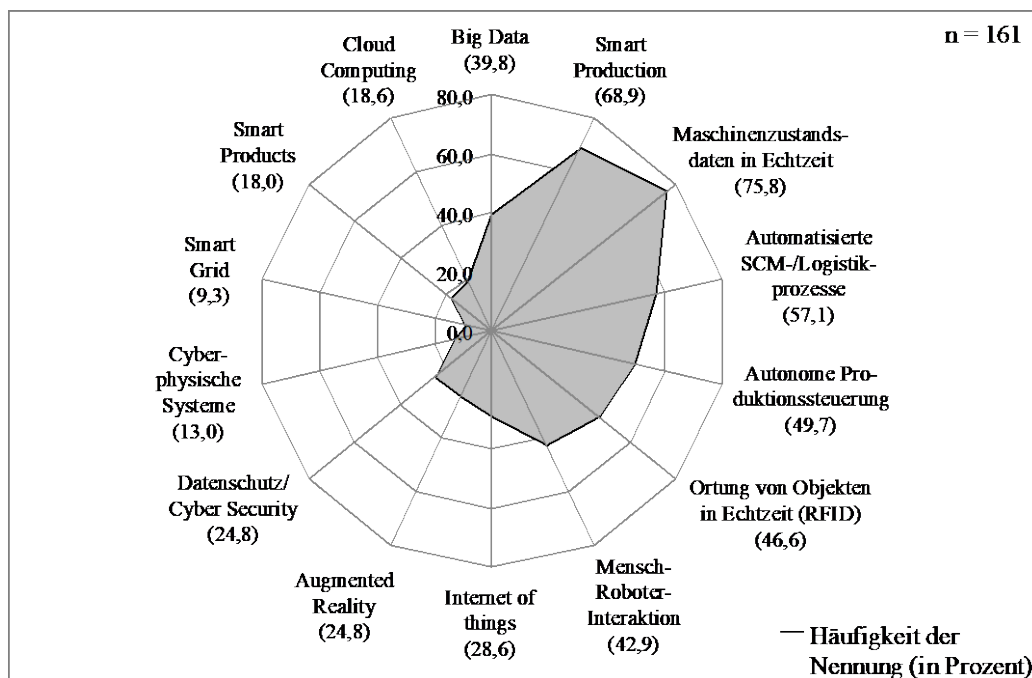


Abbildung 3. Häufigkeit der Assoziation verschiedener Aspekte zu Industrie 4.0

Tabelle 6. Vereinbarkeit von Industrie 4.0 und Lean (Angaben in Prozent)

	Stimme voll zu (5)	(4)	(3)	(2)	Stimme nicht zu (1)	\bar{x}	n
Es gibt keine Widersprüche zwischen Industrie 4.0 und Lean.	29,6	35,8	29,0	4,9	0,6	3,89	162
Lean-Methoden sind in der Digitalisierung weiterhin wichtig.	65,2	32,9	1,2	0,6	0	4,62	164
Integration von Industrie 4.0 und Lean ist sinnvoll.	65,7	28,3	4,2	1,8	0	4,58	166

die Digitalisierung aber schlicht die Methode dazu. Diese Ansicht teilt ein weiterer Experte und äußert, dass die systematische Schaffung von Transparenz über Produktionsprozesse inkl. Material- und Informationsflüsse grundlegend sei für nachfolgende Maßnahmen aus dem Spektrum von Industrie 4.0.

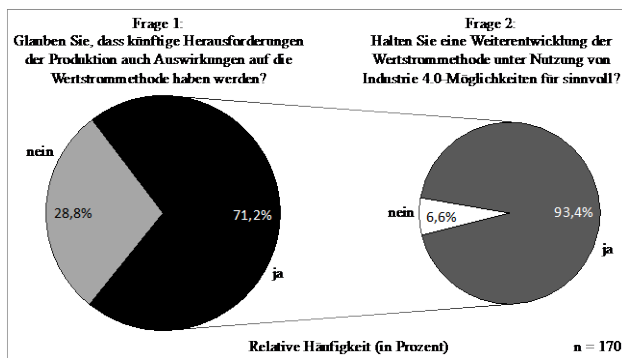


Abbildung 4. Notwendigkeit zur Weiterentwicklung der WSM

Schließlich wurden die Teilnehmer ganz direkt danach befragt, ob sie einen Zusammenhang zwischen aktuellen Herausforderungen der Produktion und der Wertstrommethode sehen. Rund 71% der Experten sind der Meinung, dass künftige Herausforderungen auf die Produktion auch Auswirkungen auf die herkömmliche Wertstrommethode haben werden. Von jenen Teilnehmern, welche die Wertstrommethode vor neuen Herausforderungen sehen, äußerten sich wiederum 93,4% positiv hinsichtlich einer Modifikation der Methode unter Nutzung von Industrie-4.0-Technologien, wie aus Abbildung 4 hervorgeht.

6 DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Aus den Ergebnissen lässt sich folgern, dass die WSM nach wie vor in verschiedenen Branchen des produzierenden Gewerbes genutzt wird. Die Studie zeigt, dass die Vorteile der Methode aus Sicht der Praxis weitestgehend mit theoretisch gewonnenen Erkenntnissen des Schrifttums übereinstimmen. Neu ist jedoch die Gewichtung der unterschiedlichen Vorzüge der Methode, die

durch das quantitative Forschungsdesign offenbar werden. Bereits [Ser08], [Dal14] und [Sol09] haben auf qualitative Weise Vor- und Nachteile der Methode herausgestellt und kommen unabhängig voneinander zu dem Schluss, dass Transparenz über Informations- und Materialflüsse, Identifikation von Problemen und Verschwendung sowie die Möglichkeit zur Ableitung von Verbesserungsthemen wichtige Vorteile der Methode sind. Dies bestätigen nun jeweils mehr als zwei Drittel der befragten WSM-Anwender. Bei der Analyse der größten Nachteile zeigt sich kein einheitliches Bild: Während [Sol09] u.a. die statische Momentaufnahme anführen, bringen [Dal14] die Komplexität bzw. die Vorgehensweise der Methode als Schwäche an, [Ser08] erwähnen keinerlei Nachteile. Die vorliegende Studie bestätigt diesbezüglich den ersten Punkt als am schwerwiegendsten: Beinahe jeder zweite Anwender sieht im statischen Verhalten der WSM die größte Schwäche der Methode. Besonders schwer wiegt dies vor dem Hintergrund der eingangs angeführten Trends im Produktionsumfeld. Eine steigende Volatilität bedeutet kundenseitig häufigere und größere Schwankungen von Bestellmenge und Variantenmix. Ein statisches Abbild des Wertstroms, das zudem auf einer Momentaufnahme basiert, scheint demnach nicht mehr bedingungslos geeignet. Auch kürzere Produktlebenszyklen stehen im Widerspruch zum statischen Abbildung, da sich der Wertstrom häufiger ändert als in früheren Zeiten. Hinzu kommt die zunehmende Komplexität der Wertströme bzw. Produktionsstrukturen, die eine regelmäßige, manuelle Aktualisierung von Ist- und Soll-Zustand erschweren.

Angesichts dieser Entwicklungen fordern die befragten Experten mit großer Mehrheit eine Weiterentwicklung der Methode unter Nutzung neuer Möglichkeiten, die im Kontext von Industrie 4.0 möglich werden. Industrie 4.0 und Lean widersprechen sich nach Ansicht der Experten nicht, vielmehr verspricht die Kombination beider Ansätze großes Potential. Allerdings zeichnet sich beim Begriff Industrie 4.0 ein diffuses Bild ab, welches den Schluss zulässt, dass noch kein homogenes Verständnis über bevorstehende Herausforderungen und Chancen für produzierende Unternehmen besteht. Allerdings ist anzumerken, dass es sich bei allen Studienteilnehmern um Lean-Experten handelt, wodurch einzelne Fragen gewissermaßen nur

einseitig bestätigt werden konnten. Dem deskriptiven Studiendesign ist es ferner geschuldet, dass die Studie zunächst nur einen Handlungsbedarf zur Weiterentwicklung der WSM aufzeigt. In der Folge sind explorative Forschungsarbeiten notwendig, um Fragen nach konkreten Anforderungen aus Sicht der Praxis zu evaluieren.

7 FAZIT

Eine systematische Literaturanalyse hat gezeigt, dass die aktuelle Sichtweise der WSM in der Praxis weitgehend unerforscht ist. Deshalb wurde eine empirische Studie durchgeführt, um den Status quo der Methode zu evaluieren. Ziel war dabei, Klarheit über die Zukunftsfähigkeit von WSM im Kontext der voranschreitenden Digitalisierung zu schaffen. Das Ergebnis der Studie bietet in vielfacher Hinsicht einen Mehrwert für Wissenschaft und Praxis: Aus Anwendersicht sind Lösungen im Kontext von Industrie 4.0 mit Lean Management generell vereinbar. Mit großer Mehrheit werden Lean Methoden auch unter Berücksichtigung der Einzug haltenden Digitalisierung als wichtig angesehen. Die befragten Lean-Experten sehen sogar einen deutlichen Mehrwert in einer Integration beider Ansätze. Dies gilt insbesondere für die WSM.

Notwendig wird dabei ein ganzheitlicher Ansatz sein, der neben einer entsprechenden technischen Infrastruktur auch noch einen korrespondierenden Managementansatz liefert und nicht nur technische Aspekte, sondern auch die Bereiche Mensch und Organisation umfasst. Mit einem solchen System wird die größte Schwäche der WSM, ihr statischer Charakter, überwunden, und schnellere und flexiblere Reaktionen auf interne oder externe Veränderungen des Produktionssystems werden möglich. Der Wertstrom ist dann nicht mehr nur projektbezogen bei Anwendung der WSM im Fokus, sondern wird vielmehr in den Mittelpunkt der alltäglichen Unternehmensprozesse gerückt.

LITERATUR

- [Abe11] *Abele, E./Reinhart, G.* (2011): Zukunft der Produktion. Herausforderungen, Forschungsfelder, Chancen, München.
- [Abe11] *Adolph, S., et al.* (2014): Challenges and approaches to competency development for future production, in: *Journal of International Scientific Publications*, Vol. 12, S. 1001-1010.
- [Bau14] *Bauer, W., et al.* (2014): Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, Berlin, Stuttgart.
- [Bel14] *Belekoukias, I., et al.* (2014): The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations, in: *International Journal of Production Research*, Vol. 52, S. 5346-5366.
- [Ber16] *Berndt, R./Sunk, A.* (2016): Value Stream Mapping with VASCO - from Reducing Lead Time to Sustainable Production Management, in: *ERCIM NEWS*, Vol. 105, S. 26-27.
- [Bic14] *Bick, W.* (2014): Warum Industrie 4.0 und Lean zwingend zusammengehören, in: *VDI-Nachrichten*, Vol. 156, No. 11, S. 46-47.
- [Bra09] *Braglia, M., et al.* (2009): Uncertainty in value stream mapping analysis, in: *International Journal of Logistics: Research & Applications*, Vol. 12, S. 435-453.
- [Dal14] *Dal Forno, A. J., et al.* (2014): Value Stream Mapping: a study about the problems and challenges found in the literature from the past 15 years about application of Lean tools, in: *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 72, S. 779-790.
- [Die13] *Dieckmann, A.* (2013): *Empirische Sozialforschung*, 7. Aufl., Reinbek bei Hamburg.
- [Erl10] *Erlach, K.* (2010): *Wertstromdesign. Der Weg zur schlanken Fabrik*, 2. Aufl., Berlin, Heidelberg.
- [Fin13] *Fink, A.* (2013): *Conducting Research Literature Reviews. From the Internet to Paper*, 4. Aufl., Los Angeles.
- [Fra16] *Frank, H.* (2016): Lean Produktion versus Industrie 4.0: Gegner oder Verbündete?, in:

Industrie Management, Vol. 30, No. 6, S. 17-20.

- [Gre08] *Grewal, C.* (2008): An initiative to implement lean manufacturing using value stream mapping in a small company, in: *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, Vol. 15, S. 404-417.
- [Häm12] *Hämmerle, M./Rally, P.* (2012): Wertschöpfung steigern, Stuttgart.
- [Kar13] *Kargermann, H., et al.* (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, Frankfurt/Main.
- [Kar15] *Kargermann, H.*, (2015): Change Through Digitization - Value Creation in the Age of Industry 4.0, in: *Albach, H., et al.* (Hrsg.): *Management of Permanent Change*. NewYork, Heidelberg, S. 23-45.
- [Kas15] *Kaspar, S./Schneider, M.* (2015): Lean und Industrie 4.0 in der Intralogistik, in: *Productivity*, Vol. 20, No. 5, S. 17-20.
- [Kol17] *Kolberg, D., et al.* (2017): Towards a lean automation interface for workstations, in: *International Journal of Production Research*, Vol. 55, S. 2845-2856.
- [Lac16] *Lacerda, A.P., et al.* (2016): Applying Value Stream Mapping to eliminate waste: a case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry, in: *International Journal of Production Research*, Vol. 54, S. 1708-1720.
- [Las08] *Lasa, I.S., et al.* (2008): An evaluation of the value stream mapping tool, in: *Business Process Management Journal*, Vol. 14, S. 39-52.
- [Las09] *Lasa, I.S., et al.* (2009): Extent of the use of Lean concepts proposed for a value stream mapping application, in: *Production Planning & Control*, Vol. 20, S. 82-98.
- [Lia07] *Lian, Y.-H./van Landeghem, H.* (2007): Analysing the effects of Lean manufacturing using a value stream mapping-based simulation generator, in: *International Journal of Production Research*, Vol. 45, S. 3037-3058.
- [Ma17] *Ma, J., et al.* (2017): SLAE-CPS: Smart Lean Automation Engine Enabled by Cyber-Physical Systems Technologies, in: *SENSORS*, Vol. 17, S. 1550.
- [Mah13] *Mahmood, A./Montagna, F.* (2013): Making Lean Smart by Using System-of-Systems' Approach, in: *IEEE Systems Journal*, Vol. 7, S. 537-548.
- [Mat14] *Matt, D. T.* (2014): Adaptation of the value stream mapping approach to the design of lean engineer-to-order production systemsA case study, in: *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 25, S. 334-350.
- [Net15] *Netland, T.* (2015). Industry 4.0: Where does it leave lean?, in: *Lean Management Journal*, Vol. 18, No. 3, S. 51.
- [Rek16] *Rekha, R. S., et al.* (2016): An Optimized Model for Reduction of Cycle Time Using Value Stream Mapping in a Small Scale Industry, in: *International Journal of Engineering Research in Africa*, Vol. 27, S. 179-189.
- [Rot99] *Rother, M./Shook, J.* (1999): *Learning to See*, Massachusetts.
- [Rüt16] *Rüttimann, B. G./Stöckli, M. T.* (2016): Lean and Industry 4.0 - Twins, Partners, or Contenders? A Due Clarification Regarding the Supposed Clash of Two Production Systems, in: *Journal of Service Science and Management*, Vol. 9, S. 485-500.
- [San16] *Sanders, A., et al.* (2016): Industry 4.0 Implies Lean Manufacturing: Research Activities in Industry 4.0 Function as Enablers for Lean Manufacturing, in: *Journal of Industrial Engineering and Management*, Vol. 9, S. 811-833.
- [Sch14] *Schmidtke, D., et al.* (2014): A simulation-enhanced value stream mapping approach for optimisation of complex production environments, in: *International Journal of Production Research*, Vol. 52, S. 6146-6160.
- [Sch13] *Schnell, R., et al.* (2013): *Methoden der empirischen Sozialforschung*, 10. Aufl., München.
- [Ser08] *Serrano, I., et al.* (2008): Evaluation of value stream mapping in manufacturing system redesign, in: *International Journal of Production Research*, Vol. 46, S. 4409-4430.

- [Set08] *Seth, D., et al.* (2008). Application of value stream mapping (VSM) for minimization of wastes in the processing side of supply chain of cottonseed oil industry in Indian context, in: *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 19, S. 529-550.
- [Set17] *Seth, D., et al.* (2017): Application of value stream mapping (VSM) for lean and cycle time reduction in complex production environments: a case study, in: *Production Planning & Control*, Vol. 28, S. 398-419.
- [Sha03] *Shah, R./Ward, P. T.* (2003): Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance, in: *Journal of Operations Management*, Vol. 21, S. 129-149.
- [Sho17] *Shou, W., et al.* (2017): A cross-sector review on the use of value stream mapping, in: *International Journal of Production Research*, Vol. 55, S. 3906-3928.
- [Sin11] *Singh, B., et al.* (2011): Value stream mapping: literature review and implications for Indian industry, in: *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 53, S. 799-809.
- [Sol09] *Solding, P./Gullander, P.* (2009): Concepts for simulation based Value Stream Mapping, in: *Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference (WSC)*, S. 2231-2237.
- [Spa13] *Spath, D., et al.* (2013): *Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0*, Stuttgart.
- [Toi16] *Toivonen, T./Siitonen, J.* (2016): Value Stream Analysis for Complex Processes and Systems, in: *Procedia CIRP*, S. 9-15.
- [Tsc15] *Tschöpe, S., et al.* (2015): „Was ist eigentlich Industrie 4.0?“, in: *ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, Vol. 110, S. 145-149.
- [Tya15] *Tyagi, S., et al.* (2015): Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process, in: *International Journal of Production Economics*, Vol. 160, S. 202-212.
- [Vin10] *Vinodh, S., et al.* (2010): Application of value stream mapping in an Indian camshaft manufacturing organisation, in: *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 21, S. 888-900.
- [Wom03] *Womack, J. P./Jones, D. T.* (2003): *Lean Thinking. Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, 2. Aufl., New York.

Andreas Lugert, M.Sc., born in 1988, has been an external Ph.D. student at the Chair of Production and Operations Management since 2016. His main research topics are Lean Management and Value Stream Mapping. Between 2009 and 2014 he studied Production Technology at Universities in Nuremberg and Bremen.

Univ.-Prof. Dr. habil. Herwig Winkler, born in 1973, holds the Chair of Production and Operations Management. His main areas of research are planning, organization and control of modern added value systems, with specific investigations into production and logistics management, technology and innovation management, and business model management.

Address: BTU Cottbus-Senftenberg, Lehrstuhl für Produktionswirtschaft, Siemens-Halske-Ring 6, D-03046 Cottbus, Tel.: +49 (0)355 69 4089, Fax.: +49 (0)355/69-4091, E-Mail: Andreas.Lugert@b-tu.de