

## Lean 4.0: Smart und schlank produzieren

*Potenziale und Effekte einer neuen Managementdisziplin*

*Christian Lerch, Angela Jäger, Heidi Heimberger*

Vor rund drei Jahrzehnten wurde das Lean Management das handlungsleitende Prinzip für die Produktion. Mit dem Aufkommen der Industrie 4.0 (I4.0) stellt sich die Frage, ob Lean-Prinzipien grundsätzlich mit der Idee einer smarten I4.0 Produktion vereinbar sind. Die neu entstehende Managementdisziplin Lean 4.0 beschäftigt sich mit der Verknüpfung beider Produktionsperspektiven und versucht dadurch entstehende Synergiepotenziale für die Betriebe zu heben. Aber ist Lean 4.0 tatsächlich bereits in der Praxis angekommen? Kann Lean 4.0 zu einer Steigerung der betrieblichen Performance beitragen?

Diesen Fragestellungen geht die vorliegende Studie auf den Grund. Dabei zeigt sich, dass sich Lean- und I4.0-Prinzipien keineswegs ausschließen, sondern eher miteinander einhergehen. Darüber hinaus können Lean-Konzepte als Befähiger für digitale Technologien und insbesondere für die digitale Spitze angesehen werden. Wenn smarte und schlanke Prinzipien aufeinandertreffen und miteinander verknüpft werden, entstehen außerdem weitreichende Potenziale für betriebliche Performancesteigerungen. Dies gilt vom Lean 4.0-Einsteiger bis hin zum Lean 4.0-Experten.

*Prinzipien einer  
schlanken  
Produktion*

*Einleitung*

Vor rund drei Jahrzehnten wurde Lean Management als handlungsleitendes Prinzip der betrieblichen Wertschöpfung formuliert. Die aus Japan stammende Idee, optimal aufeinander abgestimmte Wertschöpfungsprozesse ohne Verschwendung zu schaffen, hat seither weltweite Verbreitung gefunden. Mit der sogenannten schlanken Produktion (Lean Production) wird dieses Prinzip auf das Produktionssystem eines Unternehmens angewandt und verschiedene Prinzipien für die Produktion aufgegriffen, wie bspw. der kontinuierliche Verbesserungsprozess, das Null-Fehler-Prinzip, das Fließprinzip oder das Pull-Prinzip. Diese sollen es ermöglichen Verschwendung, die bspw. aus einer Überproduktion, hohen Beständen, Fehlern oder aufwendigen Prozessen resultiert, zu vermeiden.

*Smart trifft schlank:  
Synergie oder  
Widerspruch?*

Mit dem Aufkommen der I4.0 hat sich in den letzten Jahren die Vision einer digital vernetzten Produktion verbreitet. I4.0 und Lean Management adressieren grundsätzlich zwar ähnliche Ziele, verfolgen diese jedoch über unterschiedliche Ansätze. Während Lean Management die Vereinfachung von Prozessen vorsieht und die Beschäftigten ins Zentrum der kontinuierlichen Verbesserung stellt, fokussiert I4.0 auf komplexe, autonom-agierende technologische Systeme auf Basis großer Datenmengen. Die Frage ist, ob die Prinzipien einer smarten Produktion mit denen einer schlanken Produktion einhergehen, oder ob sich beide Ansätze gegenseitig eher ausschließen bzw. behindern.

*Lean 4.0 als neue  
Management-  
disziplin*

Mit der Verknüpfung beider Konzepte beschäftigt sich die neu entstehende Managementdisziplin *Lean 4.0*. Diese betrachtet das Wechselspiel beider Produktionsprinzipien und entwickelt Ansätze, welche Synergiepotenziale für produzierende Unternehmen ermöglichen sollen. Empirisch gilt es hier zu klären, inwieweit Lean 4.0 tatsächlich bereits in der betrieblichen Praxis angekommen ist und ob Hersteller, die auf Lean 4.0 setzen, erfolgreicher sind als andere Betriebe. Auf Basis der Erhebung *Modernisierung der Produktion 2018* des Fraunhofer ISI fokussiert die vorliegende Studie dazu auf folgende forschungsleitenden Fragen:

*Leitfragen*

- In welchem Umfang nutzen Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes herkömmliche Lean-Konzepte in der Produktion?
- Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Anwendung von Lean-Konzepten und der Bereitschaft zu I4.0 eines Betriebs und wie verbreitet ist Lean 4.0?
- Welche Effekte hat die Umsetzung von Lean 4.0-Ansätzen auf die betriebliche Performance?

*Lean-Konzepte sehr  
unterschiedlich  
verbreitet*

*Lean-Konzepte im Verarbeitenden Gewerbe: Verbreitung und Einführungsdynamik*

Der Blick auf die Verbreitung von sieben ausgewählten Lean-Konzepten im Verarbeitenden Gewerbe lässt deutliche Unterschiede erkennen (Abbildung 1, nächste Seite). *Methoden der Qualitätssicherung* haben die größte Verbreitung, 63 Prozent aller In-

dustriebetriebe arbeiten damit in ihrer Produktion. Ebenfalls weit verbreitet sind Konzepte standardisierter und detailliert beschriebener *Arbeitsanweisungen* wie 'standard work', SOP, MOST sowie Maßnahmen zur *Verbesserung der innerbetrieblichen Logistik*, mit denen etwa die Hälfte aller Betriebe arbeiten (52 bzw. 49 Prozent). Instrumente der *Aufgabenintegration* mit der Kombination planender, steuernder, kontrollierender und ausführender Funktionen beim Werker auf dem Shopfloor, *Methoden zur Rüstzeitoptimierung* durch festgelegte Prozessabläufe zur Verringerung von Rüstzeiten und Anlaufphasen beim Produktwechsel wie SMED oder QCO sowie *Visual Management* wie Schautafeln in der Produktion zur bildlichen Darstellung von Arbeitsabläufen und Arbeitszuständen kommen in 40 bis 45 Prozent der Betriebe zum Einsatz. Die geringste Verbreitung ist für das Konzept einer *Produktionssteuerung nach dem Zugprinzip* festzustellen. Nur 29 Prozent der Betriebe steuern ihre Produktionsvorgänge in Abhängigkeit des Auftrags der Kunden.

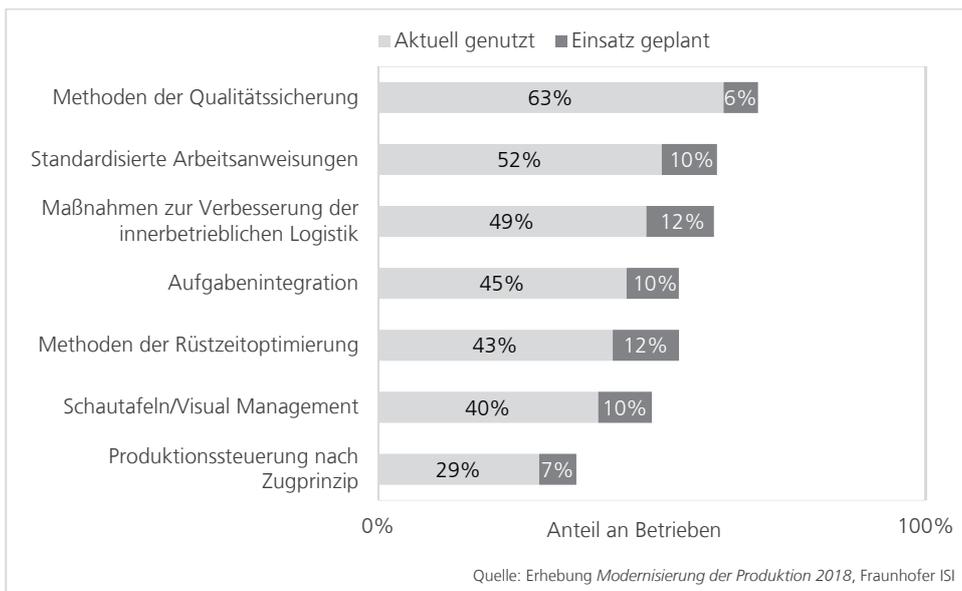


Abbildung 1:  
Nutzung und geplante Nutzung von  
Lean-Konzepten

Die Anteile der Betriebe, welche die Anwendung eines dieser Lean-Konzepte bis 2021 planen, liegen zwischen 6 und 12 Prozent und fallen insgesamt für alle sieben Konzepte relativ ähnlich aus. In absehbarer Zeit lässt dies auch kein grundsätzlich anderes Bild der Verbreitung erwarten.

*Nur moderate  
Dynamik in der  
Verbreitung von  
Lean zu erwarten*

Zusammenfassend kann immer noch nicht von einer hohen Verbreitung der sieben Lean-Konzepte gesprochen werden. Trotz einer klaren Rangfolge ist keines dieser Instrumente als Standard für Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes zu beschreiben. Ebenso wird jedoch auch keines der Konzepte nur von sehr wenigen Betrieben genutzt. Dies deckt sich mit dem Verständnis, dass nicht jedes Lean-Prinzip für jeden Betrieb eine vorteilhafte Lösung darstellt.

*Lean-Konzepte sind  
immer noch kein  
Standard in der  
Produktion*

*Lean-Index des  
Fraunhofer ISI:  
Messung des  
Umsetzungsgrads  
von Lean-Prinzipien*

*Umsetzungsgrad von Lean-Prinzipien in der Produktion: Der Lean-Index*

Um den Umsetzungsgrad der Lean-Prinzipien in produzierenden Betrieben bewerten zu können, wurde ein metrischer Index entwickelt, der die Nutzung der beschriebenen Lean-Konzepte, gewichtet je nach Anwendungsumfang, zusammenfasst: Dabei wird für die Berechnung des Lean-Indexes folgende Logik umgesetzt: Nutzt ein Betrieb ein bestimmtes Konzept nicht, wird dies mit dem Indexwert 0 berücksichtigt. Falls der Betrieb das Konzept nutzt, wird zusätzlich der Umfang des genutzten Potenzials in die Berechnung aufgenommen. Nutzt ein Betrieb das Konzept in geringem Umfang, wird dies mit dem Wert 1/3 berücksichtigt, wird das Konzept in mittlerem Umfang genutzt, mit dem Wert 2/3 und bei Nutzung des Konzepts in hohem Umfang mit dem Wert 3/3. Somit wird für jedes Lean-Konzept eine gewichtete Nutzung berücksichtigt. Zur Berechnung des Lean-Indexes werden die sieben gewichteten Nutzungen aufsummiert.

*Abbildung 2:  
Logik des Lean-  
Index anhand eines  
Beispiels*

Lean-Organisationskonzept	keine Nutzung	Genutztes Potenzial			Wert für Index
		gering	mittel	hoch	
Aufgabenintegration		■			1/3
Standardisierte Arbeitsanweisungen				■	1
Schautafeln/Visual Management		■			1/3
Produktionssteuerung nach dem Zug-Prinzip	■				0
Maßnahmen zur Verbesserung der innerbetr. Logistik			■		2/3
Methoden der Rüstzeitoptimierung				■	1
Methoden der Qualitätssicherung	■				0
<i>Index der Lean-Nutzung</i>					3 1/3

*Anm.: Wertebereich des Index = {0, 1/3, 2/3, 1, 1 1/3, 1 2/3, 2, ..., 6 2/3, 7}*

*Quelle: Eigene Darstellung*

Die möglichen Ausprägungen der Nutzung von Lean-Konzepten und die Berechnung des Lean-Index sind in Form eines Beispiels in Abbildung 2 dargestellt. Dieser Beispielbetrieb weist einen Index-Wert von 3 1/3 auf, ergänzend ist die Nutzung der einzelnen Lean-Konzepte visualisiert. Der Betrieb setzt zwei Konzepte nicht ein, nutzt zwei nur pilothaft, eins in einem mittleren Umfang und wendet zwei Konzepte in großem Umfang für die Produktion an.

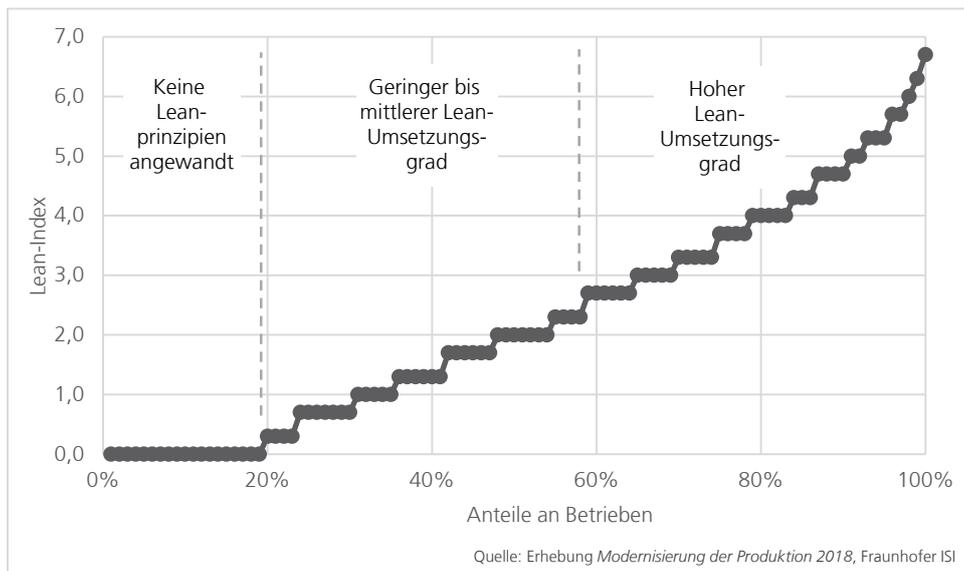
*Mit Index-Werten  
von 0 bis 7 wird  
Vielfalt abgebildet*

Im Ergebnis kann der Lean-Index Werte zwischen 0 und 7 annehmen. Der Index-Wert 0 gibt an, dass keines der Konzepte im Einsatz ist. Ein Index-Wert von 7 bedeutet, dass ein Betrieb alle sieben Lean-Konzepte anwendet und dabei das Potenzial aller Konzepte im maximalen Umfang ausschöpft. Ein mittlerer Wert im Lean-Index kann einerseits durch die Anwendung vieler Konzepte im mittlerem Umfang, andererseits durch

die Anwendung ausgewählter Konzepte in hohem Umfang erreicht werden. Prinzipiell gilt: Je höher der Index, desto größer die Umsetzung der Lean-Prinzipien im Betrieb.

Der Blick auf die Verteilung des Lean-Indexes im Verarbeitenden Gewerbe ergibt interessante Einblicke: Insgesamt liegt der Umsetzungsgrad der Lean-Prinzipien im Verarbeitenden Gewerbe Deutschlands mit einer durchschnittlichen Ausprägung von 2,2 auf einem eher niedrigen Niveau. Konzepte kommen nur selektiv zur Anwendung, das Potenzial wird nur teilweise genutzt. Abbildung 3 verdeutlicht im Detail, dass fast zwei von zehn Betrieben keines der sieben Lean-Konzepte einsetzen (Lean-Index 0). Die Hälfte der verbleibenden Betriebe erreicht maximal einen Lean-Indexwert von 2,3 und weist nur einen geringen bis mittleren Lean-Umsetzungsgrad auf. Die restliche Verteilung reicht zwar bis zum Index-Wert 7,0, allerdings weisen lediglich 5 Prozent der Betriebe einen Lean-Indexwert von mindestens 5,7 auf. So zeigt sich, dass noch viel Potenzial für die weitere Umsetzung der Lean-Prinzipien im Verarbeitenden Gewerbe Deutschlands besteht.

*Lean-Prinzipien nicht in großem Umfang für die Produktion genutzt*



*Abbildung 3: Lean-Index-Verteilung für das Verarbeitende Gewerbe Deutschlands*

Vertiefende Analysen ergeben zudem, dass der Umsetzungsgrad der Lean-Konzepte wesentlich durch strukturelle Betriebs- und Produktionscharakteristika bestimmt wird. Besonders Betriebsgröße, Seriengröße und Fertigungsart sind hier entscheidend. So weisen kleinere Betriebe mit weniger als 50 Beschäftigten im Mittel einen deutlich geringeren Lean-Index (1,6) auf als größere Standorte mit mehr als 500 Beschäftigten (4,3). Bei Herstellern von Großserien ist die Umsetzung von Lean-Prinzipien (2,9) durchschnittlich deutlich häufiger anzutreffen als bei Einzelfertigern (1,6). Eine Fertigung nach Auftragseingang (2,6) ist im Mittel häufiger dem Lean-Konzept folgend organisiert als eine klassische Fertigung auf Lager (2,1).

*Lean-Umsetzungsgrad abhängig von Betriebs- und Seriengröße sowie der Fertigungsart*

*I4.0-Readiness mit drei Gruppen zur Abstufung der Industrie 4.0-Bereitschaft*

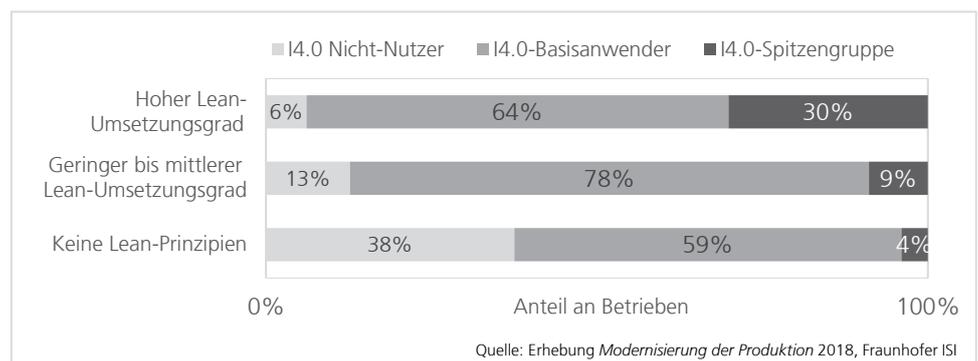
*Smart trifft schlank: Zusammenspiel von Lean-Konzepten und I4.0-Technologien*

Um das Zusammenspiel von smarter, digital unterstützter und schlanker, nach Lean-Prinzipien organisierter Produktion analysieren zu können, wird neben dem Lean-Index auch der I4.0-Index des Fraunhofer ISI, der bereits in unseren Mitteilungen Nr. 71 und 76 zum Einsatz kam, herangezogen. Dieser I4.0-Readiness-Index basiert auf den Angaben zu sieben digitalen Technologien, die aus drei Technologiefeldern stammen: Digitale Managementsysteme (Mgmt), drahtlose Mensch-Maschine-Kommunikation (MMK) sowie Cyber-Physische System-nahe Produktionsprozesse (CPS). Der Index ermöglicht, die Industriebetriebe hinsichtlich ihres Digitalisierungsgrads in drei Hauptgruppen zu unterteilen. Die Gruppe der *Nicht-Nutzer* umfasst alle Betriebe, die keine der sieben digitalen Technologien in ihrer Produktion einsetzen und tendenziell noch auf traditionelle Produktionsprozesse setzen. Die *Gruppe der Basisanwender* umfasst Betriebe, die lediglich eine digitale Technologie einsetzen, bis hin zu Betrieben, die bereits in allen drei Technologiefeldern wenigstens eine digitale Technik implementiert haben. Die *Spitzengruppe* bündelt die Vorreiter der digitalen Produktion, die in allen drei Technologiefeldern aktiv sind und zugleich auch mehrere Techniken einsetzen, die den sogenannten Cyber-Physischen Produktionssystemen nahekommen.

*Konvergenz zwischen Lean-Umsetzungsgrad und I4.0-Readiness*

Von großem Interesse ist nun das Zusammenspiel des Einsatzes von Lean-Konzepten und der I4.0-Readiness einer Produktion: Abbildung 4 visualisiert diese Beziehung anhand des Lean-Index und der des I4.0-Readiness-Indexes. Deutlich wird, dass bei den Betrieben des Verarbeitenden Gewerbes Deutschlands ein höherer Umsetzungsgrad der Lean-Prinzipien im Durchschnitt mit einer höheren I4.0-Readiness einhergeht.

*Abbildung 4: I4.0-Readiness nach Lean-Umsetzungsgrad*



So weisen Betriebe, die keine Lean-Prinzipien nutzen, mit 38 Prozent einen sehr hohen Anteil an I4.0 Nicht-Nutzern auf. Bei Betrieben mit geringem bis mittlerem oder gar hohem Lean-Umsetzungsgrad liegt dieser Anteil bei 13 Prozent bzw. 6 Prozent. Beim Anteil der I4.0-Spitzengruppe hingegen verhält es sich genau gegenläufig: Betriebe mit einem hohen Lean-Umsetzungsgrad sind mit 30 Prozent deutlich häufiger in der I4.0-Spitzengruppe vorzufinden als Betriebe mit geringem bis mittlerem Lean-Umsetzungsgrad (9 Prozent) oder mit keinerlei Lean-Prinzipien (4 Prozent). Vertiefende statistische

Analysen zeigen, dass die Chance, dass ein Betrieb zur Gruppe der Basisanwender statt zur Gruppe der Nicht-Nutzer zu zählen ist, wesentlich vom Umsetzungsgrad der Lean-Prinzipien bestimmt wird. Der Lean-Index hat dabei sogar den größten Einfluss auf die I4.0-Readiness, noch vor Betriebsgröße, Seriengröße oder Fertigungsart.

Für die Beziehung zwischen Lean-Prinzipien und I4.0 lässt sich somit für das Verarbeitende Gewerbe in Deutschland ableiten: Je höher der Umsetzungsgrad der Lean-Prinzipien, desto höher die I4.0-Readiness und umgekehrt. Dieser Befund legt nahe, dass Lean-Konzepte und I4.0-Technologien sich trotz der unterschiedlichen Perspektive nicht gegenseitig ausschließen. Betriebe scheinen bereits heute in der Lage zu sein, Synergiepotenziale zu heben und in der Kombination einen Lean 4.0-Ansatz in der betrieblichen Praxis umzusetzen. Eine konvergente Entwicklung ist anzunehmen.

*Je höher der Lean-Umsetzungsgrad, desto höher die I4.0-Readiness*

#### *Dynamisches Zusammenspiel und zeitliche Abfolge*

Die vorliegenden Analysen geben bereits einen wesentlichen Einblick in das Zusammenspiel zwischen I4.0-Readiness und organisatorischer Verankerung von Lean-Prinzipien. Sie erlauben jedoch keine Aussagen zur Gleichzeitigkeit der Einführung. Denkbar ist, dass Lean-Konzepte aufgrund des höheren Prozess-Know-hows als Befähiger für I4.0-Technologien dienen. Hingegen lässt sich auch begründen, dass Industrie 4.0 im Zuge einer verbesserten Informationslage die Einführung von Lean-Konzepten erleichtert oder gar hervorruft.

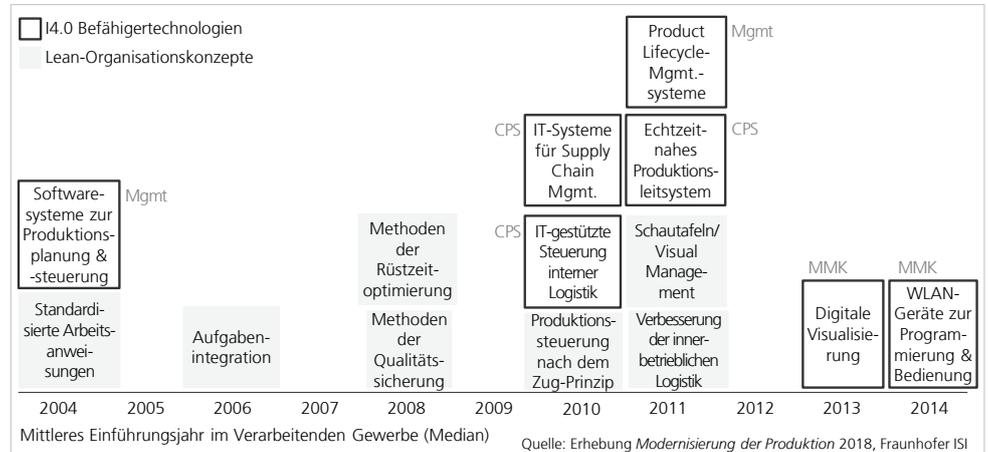
*Zwei Richtungen beim zeitlichen Zusammenspiel*

Um diese Frage der zeitlichen Abfolge zu beleuchten, wurden die Einführungsjahre für die Lean-Konzepte und die I4.0 Technologien auf einem Zeitstrahl abgebildet (Abbildung 5, nächste Seite). Dargestellt sind die mittleren Einführungsjahre (Mediane) im Verarbeitenden Gewerbe für die Lean-Konzepte (hellgraue Markierung) sowie die digitalen Technologien (weiße Markierung): Die Spanne zwischen den Einführungsjahren aller analysierten Konzepte bzw. Technologien liegt zwischen 2004 und 2014, d.h. innerhalb von nur 10 Jahren. Zudem führten Betriebe die Lean-Konzepte überwiegend vor den I4.0-Befähigertechnologien ein. Das mittlere Einführungsjahr für die Lean-Konzepte erstreckt sich von 2004 bis 2011. Für die I4.0-Technologien liegen die Einführungsjahre im Mittel zwischen 2010 und 2014 und damit deutlich später – mit Ausnahme der *Softwaresysteme zur Produktionsplanung und -steuerung* (2004).

*Im Schnitt folgen I4.0-Technologien auf Lean-Konzepte*

Vier der Lean-Konzepte wurden im Schnitt einige Jahre vor sechs der sieben I4.0-Technologien eingeführt, sechs der sieben Technologien gleichzeitig oder erst nach den Lean-Konzepten. Dieser zeitliche Abstand ist ein Indiz dafür, dass Betriebe mit einem höheren Umsetzungsgrad der Lean-Prinzipien besser für die Einführung von I4.0-Technologien befähigt sind und die Umsetzung von Lean-Prinzipien eine erfolgreiche Einführung von I4.0-Technologien erleichtern.

Abbildung 5:  
Mittleres Einführungsjahr der Lean-Konzepte und I4.0-Technologien



Zeitliches  
Zusammenspiel  
abhängig von I4.0-  
Technologie

Um die beiden oben genannten Thesen noch genauer zu beleuchten, lohnt sich ein differenzierter Blick auf die drei Technologiefelder des I4.0-Readiness Index: Zum einen wird eine klare Angebotsentwicklung sichtbar. Die mittleren Einführungsjahre der CPS-nahen Technologien liegen mit 2010 und 2011 sehr nahe beieinander. Wenige Jahre später (in 2013 und 2014) finden auch die Technologien der Mensch-Maschine-Kommunikation (MMK) eine größere Verbreitung. Zum anderen wird deutlich, dass für eine Analyse des zeitlichen Zusammenspiels von Lean-Umsetzung und I4.0-Readiness immer auch die konkrete I4.0-Technologie zu betrachten ist. Dies wird besonders für die Gruppe der Digitalen Managementsysteme (Mgmt) deutlich. Hier ist eine große zeitliche Streuung festzustellen. Während Softwaresysteme zur Produktionsplanung und -steuerung im Mittel bereits 2004 eingeführt worden sind, liegt das mittlere Einführungsjahr für Product Lifecycle-Managementsysteme erst bei 2011.

Lean-Konzepte als  
Befähiger für CPS-  
nahe Prozesse und  
Mensch-Maschine-  
Kommunikation

Diese zeitliche Analyse erlaubt einige Schlüsse: Zum einen können einfach gestaltete digitale Managementsysteme die Informationslage zu Optimierungspotenzialen in der Produktion verbessern und somit die Umsetzung von Lean-Konzepten befördern. Im Mittel wurden sie zunächst weitgehend unabhängig von einer schlanken Produktion eingeführt. Zum anderen werden im Gegensatz dazu CPS-nahe Produktionsprozesse erst in Betrieben eingeführt, sobald Produktionsprozesse grundsätzlich explizit und schlank gestaltet sind. Die einhergehende Formalisierung der Prozesse ist als eine Voraussetzung für eine wirksame Digitalisierung der Produktion anzusehen. CPS-nahe Prozesse und Lean-Konzepte werden zudem auch im Zuge einer Gesamtoptimierung der Produktion nahezu gleichzeitig eingeführt und bedingen sich gegenseitig. Schließlich scheinen Technologien der Mensch-Maschine-Kommunikation am stärksten von der zeitlich vorgelagerten Umsetzung von Lean-Konzepten abhängig zu sein und gleichzeitig auf die digitalen Daten vorgelagerter Prozesse aufzubauen. Ihre Einführung ist sowohl den Lean-Konzepten als auch den anderen I4.0-Technologien deutlich nachgelagert. Möglicherweise sind sie bereits ein Ausdruck von Lean 4.0.

### Lean 4.0-Orientierung in der betrieblichen Praxis

Ein enges zeitliches Zusammenspiel zwischen Lean-Konzepten einerseits und I4.0-Technologien andererseits wurde bereits deutlich. Von Interesse ist nun, inwieweit beide Disziplinen gleichzeitig in Betrieben umgesetzt bzw. in welchem Maße tatsächlich bereits von Lean 4.0 im Verarbeitenden Gewerbe gesprochen werden kann.

Um die Lean 4.0-Orientierung der Betriebe analysieren zu können, werden die beiden Indizes (Lean-Index und I4.0-Readiness) miteinander verknüpft. Bei der Zusammenführung der jeweils drei Hauptgruppen beider Indizes entstehen rechnerisch neun Typen an Betrieben, von denen aber nur acht relevant in der Praxis zu beobachten sind. Wie in Abbildung 6 aufgelistet, lassen sich diese acht Typen hinsichtlich ihrer Lean 4.0-Orientierung in zwei Cluster unterteilen. In der linken Gruppe sind jene Betriebe zusammengefasst, die in nur einer der beiden Disziplinen aktiv sind (Typ A bis D), in der rechten jene Betriebe, die in beiden Disziplinen tätig sind (Typ E bis H). Betriebe aus dem linken Cluster verknüpfen Lean-Konzepte nicht mit I4.0-Technologien und beherrschen Lean 4.0 folglich (noch) nicht. Beim rechten Cluster erfolgt ein Zusammenspiel beider Disziplinen, wodurch eine grundsätzliche Lean 4.0-Orientierung vorliegt.

*Acht Typen an Betrieben zur Beschreibung der Lean 4.0-Orientierung*

*Abbildung 6: Verbreitung der acht Typen im Verarbeitenden Gewerbe*

*73 Prozent aller Betriebe beschäftigen sich bereits mit Lean 4.0*

*Performance-Bewertung anhand von Produktivität und Innovativität*

Nur in einer der beiden Disziplinen aktiv (26%)		In beiden Disziplinen aktiv (73%)	
Typ A	Kein Lean und keine digitale Basis (7%)	Typ E	I4.0-Basisanwendungen bei geringem bis mittlerem Lean-Niveau ( <i>Lean 4.0-Einsteiger</i> ) (30%)
Typ B	Kein Lean trotz Basisdigitalisierung (11%)	Typ F	I4.0-Basisanwendungen und hohes Lean-Niveau ( <i>Lean 4.0-Fortgeschrittene mit Lean-Fokus</i> ) (27%)
Typ C	Mittleres Lean ohne digitale Basis (5%)	Typ G	I4.0-Spitzengruppe bei mittlerem Lean-Niveau ( <i>Lean 4.0-Fortgeschrittene mit I4.0-Fokus</i> ) (3%)
Typ D	Hohes Lean ohne digitale Basis (3%)	Typ H	I4.0-Spitzengruppe bei hohem Lean-Niveau ( <i>Lean 4.0-Spezialist</i> ) (13%)

Quelle: Erhebung Modernisierung der Produktion 2018, Fraunhofer ISI

Insgesamt zeigt sich, dass gut ein Viertel der Betriebe noch keine Lean 4.0 umsetzt. Fast drei Viertel aller Betriebe hingegen sind bereits in Lean 4.0 aktiv. Darunter entfallen 30 Prozent auf die Lean 4.0-Einsteiger (Typ E), 27 Prozent auf die Lean 4.0-Fortgeschrittenen mit einem Fokus auf den Lean-Prinzipien (Typ F) sowie 3 Prozent auf Lean 4.0-Fortgeschrittene mit einem I4.0-Fokus (Typ G). 13 Prozent aller Betriebe sind Lean 4.0-Spezialisten; diese setzen sowohl in hohem Umfang Lean-Prinzipien in der Produktion um und zählen gleichzeitig auch zur I4.0-Spitzengruppe.

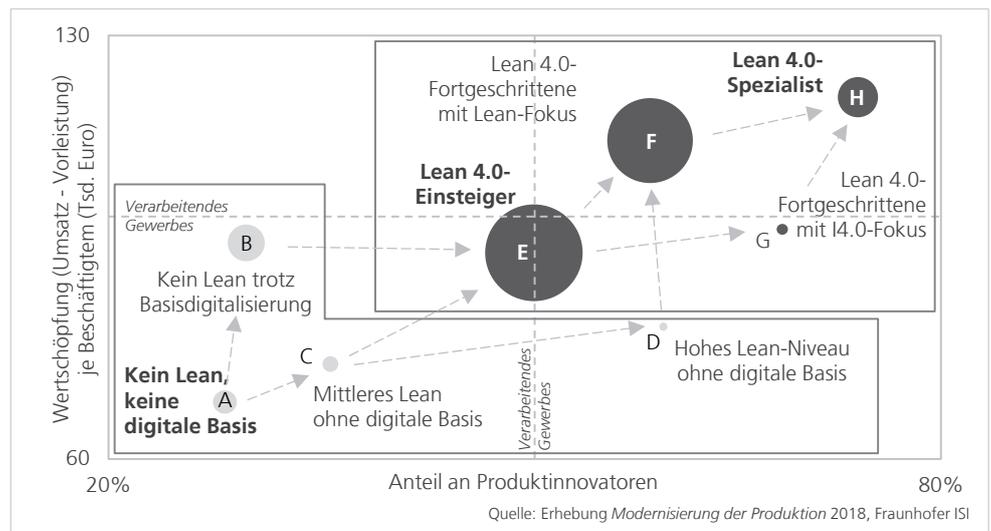
### Lean 4.0-Orientierung und betriebliche Performance

In Abbildung 7 (nächste Seite) sind für die acht Typen in einer Portfoliodarstellung sowohl Arbeitsproduktivität als auch der durchschnittliche Anteil an Produktinnovatoren in der Gruppe abgetragen. Diese ermöglicht einen grundlegenden Vergleich der Performance der Betriebe. Gleichzeitig verdeutlichen die Pfeile die potenziellen Schritte auf dem Weg zu einem jeweils nächsthöheren Lean 4.0-Typ.

Betriebe mit Lean 4.0-Orientierung weisen höhere Performance auf

Abbildung 7: Betriebliche Performance nach Lean 4.0-Orientierung

Zunächst wird deutlich, dass sich die Betriebe ohne Lean 4.0-Orientierung (Typ A bis D) im linken sowie unteren Bereich befinden und somit eine unterdurchschnittliche Performance aufweisen. Darüber hinaus zeigt sich, dass sich mit steigender Lean 4.0-Orientierung (Typ E bis H) im Schnitt auch die betriebliche Performance erhöht (markierter, rechter oberer Bereich im Schaubild).



Lean-Konzepte sorgen bei I4.0-Basisanwendungen für den entscheidenden Performance-Unterschied

Des Weiteren lassen sich durch die Unterschiede der jeweiligen Typen weitere Schlüsse ziehen: Erstens lässt sich feststellen, dass *Betriebe ohne digitale Basis*, auch bei einer Steigerung des Lean-Niveaus, kaum Zuwächse bei der Arbeitsproduktivität realisieren können (vgl. Typ A, C, D). Dem gegenüber können Betriebe, die ausschließlich auf eine Basisdigitalisierung ohne Lean-Konzepte setzen (Typ B), ihre Arbeitsproduktivität jedoch bereits merklich steigern (im Vergleich zu Typ A). Zweitens, bei *Betrieben mit Basisdigitalisierung* bringt, mit Blick auf die Performance, die Umsetzung der Lean-Konzepte den entscheidenden Unterschied (Typ B, E, F). So können insbesondere Betriebe des Typ F eine deutlich höhere Produktinnovatorenquote bzw. auch eine höhere Arbeitsproduktivität erzielen (gegenüber Typ B). Drittens wird weiterhin klar, dass Betriebe, die über ein *hohes Lean-Niveau* verfügen (Typ D, F, H), durch die zusätzliche Einbindung digitaler Technologien eine höhere Arbeitsproduktivität bzw. höhere Fähigkeit zur Produktinnovation aufweisen (Typ F bzw. H). Darauf aufbauend wird deutlich, dass die Lean 4.0-Spezialisten (Typ H) eine nochmals höhere Performance realisieren als die beiden Gruppen der Lean 4.0-Fortgeschrittenen (Typ F, G).

Digitale Spitze kann ohne hohes Lean-Niveau kaum erreicht werden

Die Ergebnisse verdeutlichen auch, dass die alleinige Fokussierung auf eine der beiden Managementdisziplinen kaum zu den gewünschten umfassenden Verbesserungen im Betrieb führt. Einerseits wird die digitale Spitze ohne einhergehendes hohes Lean-Niveau kaum erreicht. Betriebe der digitalen Spitzengruppe mit mittlerem Lean-Niveau

(Typ G) sind zu lediglich 3 Prozent vertreten und ohne Lean-Konzepte sind diese in der Praxis nur sehr selten vorzufinden. Andererseits ist eine überdurchschnittliche Arbeitsproduktivität mit einer reinen Lean-Fokussierung und ohne digitale Unterstützung kaum realisierbar (Typ B, D). Ein betrieblicher Erfolg in Bezug auf Produktivität und Innovativität beruht auf der Verknüpfung beider Management-Perspektiven.

Darüber hinaus zeigt sich auch, dass eine Konvergenz von Lean-Konzepten und I4.0-Technologien gegenüber einer Divergenz dominiert. Bspw. können sich Betriebe von Typ B entweder zu Typ E (konvergenter Typ) entwickeln, durch die Einführung grundlegender digitaler Technologien, oder zu Typ D (divergenter Typ), durch die weitere Verstärkung der Lean-Konzepte hin zu einem hohen Lean-Niveau. Bei jedem dieser beiden Sprünge, wird ein neuer Lean 4.0-Typ erreicht, welcher im Schnitt eine höhere betriebliche Performance aufweist. Jedoch ist der konvergente Typ E (Lean 4.0-Einsteiger) deutlich häufiger anzutreffen als der divergente Typ D.

#### *Fazit*

Die vorliegende Studie zeigt deutlich, dass Lean 4.0 im Verarbeitenden Gewerbe angekommen ist. So beschäftigen sich bereits 73 Prozent aller Betriebe mit dieser neuen Managementdisziplin und verknüpfen kreativ die Prinzipien einer schlanken mit denen einer smarten Produktion. Beide Perspektiven scheinen sich nicht gegenseitig auszuschließen, sondern heutzutage eher zu bedingen. Ein höheres Lean-Niveau geht grundsätzlich mit einer höheren I4.0-Readiness in Betrieben einher.

Anhand der zeitlichen Analysen lässt sich zudem feststellen, dass der Einsatz digitaler Technologien häufig auf Lean-Konzepte folgt. Lean-Konzepte scheinen insbesondere für CPS-nahe Prozesse und die drahtlose Mensch-Maschine-Kommunikation als Befähiger zu fungieren. Um die digitale Spitzengruppe zu erreichen, ist zudem für Betriebe ein hohes Lean-Niveau weitgehend als Voraussetzung anzusehen.

Jenseits dieser starken Konvergenz sind Lean 4.0-Ansätze mit einer deutlich höheren betrieblichen Performance verknüpft. So weisen Betriebe ohne Lean 4.0 eine, im Vergleich zum restlichen Verarbeitenden Gewerbe, unterdurchschnittliche Performance auf. Hinzu kommt, dass mit jeder einzelnen, schrittweisen Erhöhung der Lean 4.0-Orientierung eines Betriebs auch eine merkliche Performancesteigerung einhergeht. So bringt bspw. der Einsatz von Lean-Konzepten bei Betrieben mit I4.0-Basisanwendungen den entscheidenden Performanceunterschied. Ebenso können Betriebe, die ein hohes Lean-Niveau aufweisen, ihre Performance durch den Einsatz digitaler Technologien im Schnitt deutlich steigern. Abschließend kann festgehalten werden, dass die Integration aus smarter und schlanker Produktion eine schlagkräftige Kombination für die betriebliche Performance verspricht.

*Konvergenz von Lean-Konzepten und I4.0-Readiness dominant*

*Lean 4.0 als neue Managementdisziplin in der Praxis angekommen*

*Grundlegende Lean-Prinzipien erleichtern Einführung von I4.0-Technologien*

*Smart trifft schlank: Lean 4.0 ist eine schlagkräftige Kombination für die Produktion*

*Die ISI-Erhebung  
Modernisierung der Produktion 2018*

Das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI führt seit 1993 regelmäßig Erhebungen zur *Modernisierung der Produktion* durch. Die Erhebung deckt alle Branchen des Verarbeitenden Gewerbes ab. Untersuchungsgegenstand sind die Produktionsstrategien, der Einsatz innovativer Organisations- und Technikkonzepte in der Produktion, Fragen des Personaleinsatzes sowie Fragen zur Wahl des Produktionsstandortes. Daneben werden Leistungsindikatoren wie Produktivität, Flexibilität und Qualität erhoben. Mit diesen Informationen erlaubt die Umfrage detaillierte Analysen zur Modernität und Leistungskraft der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes.

Die vorliegende Mitteilung stützt sich auf Daten der Erhebungsrunde 2018, für die 17 305 Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland angeschrieben wurden. Bis Januar 2019 schickten 1 256 Firmen einen verwertbar ausgefüllten Fragebogen zurück (Rücklaufquote 7 Prozent). Die antwortenden Betriebe decken das gesamte Verarbeitende Gewerbe umfassend ab. Unter anderem sind Betriebe der metallverarbeitenden Industrie und des Maschinenbaus zu 17 bzw. 22 Prozent vertreten, die Elektro- und Elektronikindustrie zu 12 Prozent, die gummi- und kunststoffverarbeitende Industrie zu 8 Prozent, das Ernährungsgewerbe zu 9 Prozent und die Chemische Industrie zu 4 Prozent. Betriebe mit weniger als 100 Beschäftigten stellen 71 Prozent, mittelgroße Betriebe 27 Prozent und große Betriebe (mit mehr als 1 000 Beschäftigten) 3 Prozent der antwortenden Firmen.

Die bisher erschienenen Mitteilungen finden sich im Internet unter der Adresse:

<http://isi.fraunhofer.de/i/mitteilung.php>

Wenn Sie an speziellen Auswertungen der Datenbasis interessiert sind, wenden Sie sich bitte an:

*Spomenka Maloca, Fraunhofer ISI*

*Tel.: 0721/6809-328*

*E-Mail: [spomenka.maloca@isi.fraunhofer.de](mailto:spomenka.maloca@isi.fraunhofer.de)*

*Impressum*

Modernisierung der Produktion  
Mitteilung aus der ISI-Erhebung

*Herausgeber*

Fraunhofer-Institut für  
System- und Innovationsforschung ISI  
Breslauer Straße 48  
76139 Karlsruhe  
[www.isi.fraunhofer.de](http://www.isi.fraunhofer.de)

*Autorinnen und Autoren*

Christian Lerch, Angela Jäger, Heidi Heimberger