

DOI: 10.5771/0342-300X-2022-2-107

# Empirische Befunde zur Konzeptdebatte um Digitalisierung und Lean Management

Das Schlagwort Industrie 4.0 prägt die aktuelle betriebliche, wissenschaftliche und politische Diskussion. Aufgeworfen ist damit auch die Frage, in welchem Verhältnis der Einzug digitaler Technologien zu bisherigen Ansätzen der prozessorientierten Unternehmensführung, wie beispielsweise Lean Management, steht. Bahnen sich eher Konflikte und Widersprüche zwischen beiden Steuerungsprinzipien an oder gibt es gegenseitige Verstärkung? Der folgende Beitrag nimmt auf Basis von Fallstudien und einer Managementbefragung eine Bestandsaufnahme in digitalisierungsaktiven Betrieben vor. Diese zeigt, dass in der betrieblichen Realität sehr unterschiedliche Formen von Lean Management und Digitalisierung aufeinandertreffen und vielfältige Wechselwirkungen entstehen.

EVA KIRNER, SANDRA KLATT, REINHARD BAHNMÜLLER,  
BETTINA SEIBOLD, RAINER SALM, WALTER MUGLER, YALCIN KUTLU

## 1 Einleitung

Mit der Diskursoffensive unter dem Schlagwort „Industrie 4.0“ wurden Betriebe motiviert, neue technologische Möglichkeiten z. B. der Sensorik, der Vernetzung und der künstlichen Intelligenz (KI) verstärkt für Produkt- und Prozessinnovationen zu nutzen und die Investitionen in Technikentwicklung wieder zu einem Rationalisierungsschwerpunkt zu machen. Dieser lag seit den 1990er Jahren weniger bei technischen Innovationen, sondern bei der Reorganisation von Prozessen (Stichworte: Lean Production, Wertstromorientierung, ganzheitliche Produktionssysteme). Die Wende zu organisationaler Prozessrationalisierung war ihrerseits eine Antwort auf die Serie gescheiterter Technikinvestitionen in den 1980er Jahren, die dem Leitbild einer automatisierten oder Computer integrierten Fabrik (CIM) folgten.

In den Sozialwissenschaften löste die jüngste Technikwende eine Debatte über das Verhältnis von 4.0-Digitalisierung zu Lean Management aus: Im Toyota-Produktionsmodell wurde die Steuerung durch zentrale komplexe IT-Systeme als zu fehleranfällig diagnostiziert, deswegen bewusst reduziert und stattdessen wurde auf Standardisierung, Flussorientierung und dezentrale, das Erfahrungswissen am Shopfloor nutzende Verbesserungssysteme gesetzt. Wird eine solche Unternehmensphiloso-

phie unterstützt, verändert oder obsolet, wenn als neues Leitbild technikbasierte Steuerungssysteme propagiert werden, die auf Sensorik, Vernetzung, Auswertung großer Datenmengen und Künstlicher Intelligenz (KI) beruhen? Oder zugespitzter: Bedeutet 4.0-Digitalisierung Kontinuität oder Bruch mit den Strukturen und Zielen der Lean Production?

Dieser Text nimmt die theoretische Debatte über das Verhältnis von zwei Rationalisierungskonzepten, 4.0-Digitalisierung und Lean Management, zum Anlass für eine empirische Bestandsaufnahme, die bisher fehlt. Dafür wurden eine standardisierte Befragung von betrieblichen Digitalisierungsexpert\*innen und Fallstudien in „Leuchtturmbetrieben“ der Digitalisierung durchgeführt.

Nach einem kurzen Blick auf die theoretische Konzeptdebatte zum Verhältnis von Lean und Digitalisierung (Abschnitt 2) und die Empirie (3) werden die Ergebnisse im Abschnitt 4 in drei Schritten präsentiert: Zunächst wird dargestellt, auf welche Strukturen des Lean Managements die betrieblichen Digitalisierungsprojekte treffen. In diesem Zusammenhang wird auch danach gefragt, ob die implizite Unterstellung der Konzeptdebatte, dass aktuelle Digitalisierungsprojekte auf ausgereiften Lean-Strukturen aufbauen, zutreffend ist (4.1). Abschnitt 4.2 untersucht sodann, welche Formen der Digitalisierung die betrieblichen Projekte prägen und welche Rolle darin die im 4.0-Diskurs beworbenen neuen Steuerungsmöglichkeiten durch Sensorik, Vernetzung und künstliche Intel-

lizenzen spielen. Und last but not least geht es um die Frage, wie die betrieblichen Rationalisierungspromotor\*innen das Verhältnis von Reorganisation und Digitalisierung – beziehungsweise spezieller von Lean Management und 4.0-Technologien – wahrnehmen (4.3).

---

## 2 Die Debatte um Lean Management und Digitalisierung

In der Literatur gibt es verschiedene Einschätzungen zum Verhältnis von Lean Management und Digitalisierung. Schwarz-Kocher/Salm (2016) konstatieren, „dass sich im Zusammenhang von Ganzheitlichen Produktionssystemen (GPS) die Zielsetzung der betrieblich angewandten Lean-Konzepte seit den 1990er Jahren stark von der Reduktion der Stückkosten (Verschwendungsreduktion) auf die Organisation synchroner Prozesse verschoben“ (Schwarz-Kocher/Salm 2016, S.15) und ein „Wechsel von der Auslastungsoptimierung zur Flussoptimierung“ (ebd., S.5) stattgefunden hat. Insbesondere die GPS-Elemente *One-Piece-Flow*<sup>1</sup>, Steuerung mittels Kanban<sup>2</sup>, Nivellierung des Produktionsprozesses, Null-Fehler-Strategie und *Shopfloor Management* „sollen den abteilungsübergreifenden Fluss im Wertstrom herstellen und nachhaltig absichern“ (ebd.). Damit würden „externe Flexibilitätsanforderungen [...] durch systematische Komplexitätsreduktion der internen Steuerungsprozesse beherrschbar“ (ebd., S.6). Diese „organisatorische Revolution“ habe sich als effizienter erwiesen als Versuche, die ständig steigende Komplexität durch konventionelle IT-Systeme oder durch posttayloristische dezentrale Selbststeuerung mit Fertigungsinseln und Gruppenarbeit zu beherrschen. Sie fragen deshalb, ob die erweiterten technologischen Möglichkeiten entweder als „Echtzeit-Turbo“ (Metternich et al. 2015) für den synchronen Fluss genutzt werden oder die dezentralen Steuerungs- und Kommunikationsprozesse durch Industrie 4.0 „abgelöst werden“ (Schwarz-Kocher/Salm 2016, S. 21). Sie plädieren deshalb dafür, die „Wechselwirkung von organisatorischen und technikinduzierten Rationalisierungsimpulsen“ (ebd.) zu erforschen.

Demgegenüber vertritt Hirsch-Kreinsen (2014) eine Konflikt- bzw. Widerspruchsthese. Seines Erachtens „kollidiert Industrie 4.0 mit seinen technologischen Prinzipien der dezentralen automatisierten Selbstorganisation mit weit verbreiteten organisatorischen Konzepten der Standardisierung und Lean-Fertigung, mit denen vielfach eine nachhaltige Effizienzsteigerung und eine Erhöhung des Steuerungspotentials von Prozessen realisiert wird. In dieser Hinsicht widerspricht dieses Konzept vielfach vorherrschenden Leitbildern über die Gestaltung einer effizienten Fabrik“ (Hirsch-Kreinsen 2014, S. 33).

Roy et al. (o.J.) konstatieren keinen grundsätzlichen Widerspruch, aber ein Spannungsverhältnis zwischen beiden Prinzipien, das, produktiv aufgelöst, Lean-Konzepte modifizieren und weiterentwickeln könne. Kundenorientierung werde „weiterhin Basis und Ausgangspunkt aller Aktivitäten sein“ (ebd.), die Individualfertigung entlang des Kundenwunsches werde „unter der Prämisse der Wirtschaftlichkeit [...] angegangen“ (ebd.) und der Informationsfluss werde im Zuge der Vernetzung neue, direkte Wege zwischen intelligenten Akteuren ermöglichen. Verändern werde sich der Anspruch an die Perfektion. Nachdem Lean Management darauf gezielt habe, „Mitarbeiter zu befähigen, permanent den Status Quo zu hinterfragen [werde es] in Zukunft Aufgabe der intelligenten Maschine sein, Verbesserungen vorzuschlagen – die schlanke Produktion wird so zum selbstlernenden System. Der Mensch wird in der Rolle des Prozessgestalters und Entscheiders bei Problemfällen weiter gestärkt, während die IT Routinen übernimmt.“ (ebd.).

Ähnlich argumentieren Metternich et al. (2017). Sie sehen Lean und Industrie 4.0 nur in einem vermeintlichen Widerspruch. Die Digitalisierung biete neue und erweiterte Möglichkeiten, Lean durch den wertstromübergreifenden Austausch von Informationen in Echtzeit weiterzuentwickeln. Dadurch lasse sich eine wesentliche Schwäche der bisherigen Planung- und Unterstützungssysteme beseitigen. Eine weitere Chance liege in der bislang kaum möglichen, jedenfalls sehr aufwändigen Standardisierung bei individualisierter Produktion. Diese lasse sich durch „situationsspezifische Informationsbereitstellung in Echtzeit [überwinden] ohne robuste Steuerungsprinzipien wie Pull, Takt und FiFo-Sequenz aufzugeben“ (Metternich et al. 2017, S. 345). Im Nicht-Serienbetrieb ließen sich künftig Lean-Prinzipien realisieren, da eine Standardisierung von Abläufen im Kleinserienbereich und bei Sonderteilen bislang zu aufwändig war. „Hier können zukünftig Arbeits- und Prozessstandards modularisiert oder gar individualisiert und adaptiv auf das zu produzierende Produkt angepasst werden, um Werker durch Standardarbeit vor Ort zu unterstützen. So können die für das Abweichungsmanagement wichtigen Standards auch bei hohen Sonderanteilen umgesetzt werden“ (ebd., S. 346f.).

---

1 One-Piece-Flow bezeichnet eine Einzelstückfertigung im Fließprinzip. Die Beschäftigten gehen mit dem Produkt durch die aufeinanderfolgenden Arbeitsstationen. Diese Fertigungsweise ermöglicht geringe Bestände, minimale Durchlaufzeiten sowie ein effektives Störungsmanagement.

2 Kanban ist eine Methode, um einen Arbeitsablauf zu visualisieren bzw. in einzelne transparente Arbeitsschritte zu unterteilen und somit die gesamte Prozesskette zu managen. Was und in welcher Menge produziert werden soll, wird vom nachgelagerten Bereich mittels Kanban-Karten an den vorgelagerten Bereich weitergegeben.

Eine Gegenüberstellung der beiden Konzepte fördere Konflikte zutage. So würden „basisstabile, einfache und standardisierte Prozesse zugunsten komplexer, sich selbst steuernder Systeme aufgegeben. Damit entfällt der in der schlanken Produktion so wichtige Standard als Messgröße und Grundlage der kontinuierlichen, mitarbeitergetriebenen Problemlösung und Verbesserung“ (ebd., S. 346f). Ersetzt werde die mitarbeitergetriebene Problemlösung durch eine Suche nach Korrelationen, statt den Ursachen der Störungen auf den Grund zu gehen (ebd., S. 347).

Die veränderte Rolle von Erfahrungs- und Problemlösungswissen der Beschäftigten sehen auch Butollo et al. (2018) als gravierende Veränderung an. Zwar unterscheiden sich die Optimierungsziele von Lean Production und Industrie 4.0 nicht, weshalb in der ingenieurwissenschaftlichen Diskussion kein Gegensatz zwischen Lean Production und Industrie 4.0 ausgemacht werde. Es lasse sich jedoch „eine Abkehr von der in der Lean Production verankerten Betonung des auf dem Shopfloor verankerten Erfahrungswissens, das gegenüber datengestützter Optimierung in den Hintergrund tritt“ (Butollo et al. 2018, S. 79), beobachten. Die vorherrschende Form des digitalen Technologieeinsatzes habe eine Schlagseite: „Sie verstärkt die in der Lean Production angelegten Tendenzen einer stärkeren Standardisierung und Kontrolle der Arbeit, während die Einbindung der Belegschaften in die Prozessoptimierung unterminiert oder zumindest nicht ausgebaut wird.“ (ebd., S. 86).

Demgegenüber konstatieren Holst et al. (2020), gestützt auf ihre bei japanischen Automobilzulieferern gewonnene Empirie, dass eine solche Entwicklung nicht zwingend sei. In den von ihnen untersuchten digitalisierungsaktiven Unternehmen hätten Lean-Prinzipien weiterhin Vorrang. Im Rahmen der dort praktizierten sogenannten Gemba-Digitalisierung würden die Digitalisierungsaktivitäten den Lean-Prinzipien untergeordnet. Künstliche Intelligenz (KI) werde vorwiegend problemgetrieben eingesetzt, um den Kaizen-Prozess<sup>3</sup> durch mehr Transparenz zu beschleunigen.

### 3 Methodik

Unsere eigene empirische Analyse stützt sich zum einen auf qualitative Fallstudien in sechs Unternehmen mit Lean-Erfahrung, in denen elf Digitalisierungsprojekte näher untersucht wurden. Zum anderen wurde eine bundesweite quantitative, anonyme Online-Befragung des Managements digitalisierungsaktiver Betriebe, die sich zu den „Leuchttürmen“ von Industrie 4.0 zählen, durchgeführt.<sup>4</sup> Beide Untersuchungsschritte fanden im Rahmen des Forschungsprojekts „lean@digital – betriebliche Akteure im Gestaltungsprozess“ statt.<sup>5</sup>

#### 3.1 Managementbefragung: die Suche nach Leuchttürmen

Zielgruppe der Managementbefragung waren digitalisierungsaktive Betriebe, die nicht ausschließlich ihre Produkte digitalisieren, sondern vor allem ihre Prozesse. Dieses Vorgehen zielte darauf, Hinweise auf das Verhältnis zwischen Lean Management und Digitalisierung zu gewinnen. Angeschrieben wurden zwischen November 2019 und Januar 2020 über 1100 Betriebe, die sich selbst als digitalisierungsaktiv positionieren. Die Vorauswahl erfolgte über einschlägige Digitalisierungsplattformen und -netzwerke (Plattform Industrie 4.0, 100 Orte BW, Digitaler Mittelstand 4.0, It's OWL und andere) sowie Förderkataloge des Bundes. Die Mehrheit der Betriebe in solchen Netzwerken und Förderkatalogen ist allerdings nur im Bereich Produktdigitalisierung aktiv und kam aufgrund unseres spezifischen Erkenntnisinteresses nicht infrage, was die Grundgesamtheit deutlich geschmälert hat. 176 Betriebe beteiligten sich an der Befragung (15 % Rücklaufquote), wobei nicht alle Befragten alle Fragen des anspruchsvollen Fragebogens beantwortet haben. Das Sample weist einen hohen Anteil an Klein- und Mittelbetrieben (KMU bis 249 Beschäftigte, ca. 66 %) auf. Die Betriebe ordnen sich insbesondere den Branchen Maschinenbau, Informations- und Kommunikationstechnologien sowie der Elektroindustrie zu. Sie haben mehrheitlich keine eigene Produktion (57 %). Selbst Betriebe der Metall- und Elektroindustrie verfügen nur zu 61 % über einen eigenen Produktionsbereich im Betrieb. Einen Betriebsrat haben KMU zu ca. 12 %, Betriebe ab 250 Beschäftigte zu über 88 %. Somit ist das Sample für die deutsche Betriebsstruktur zwar durchaus typisch, für den Diskurs über Industrie 4.0 jedoch eher untypisch. Des Weiteren ist das Sample aufgrund der Vorauswahl („Leuchttürme“ der Digitalisierung) und der geringen Fallzahlen nicht repräsentativ.

Trotz des Auswahlkriteriums „Plattformen für Leuchttürme“ sieht sich nur eine Minderheit der antwortenden

3 Kaizen meint eine stetige Veränderung zum Besseren in kleinen Schritten. Im Betrieb setzt das Konzept auf langfristige, konstante, kostenarme und spezifische Verbesserungen mit einem hohen Grad der Beteiligung vom Management bis zum/zur Werker\*in.

4 Zusätzlich wurde im Rahmen des Projektes noch eine quantitative anonyme Online-Befragung von Betriebsräten aus Baden-Württemberg und Bayern durchgeführt. Deren Befunde fließen in den vorliegenden Beitrag nicht ein, da das Verhältnis von Lean Management und Digitalisierung in diesem Befragungsteil nicht behandelt wurde.

5 Das Projekt „lean@digital – betriebliche Akteure im Gestaltungsprozess“ wurde von der Hans-Böckler-Stiftung gefördert (2018–2020) und vom Institut für Medienforschung und Urbanistik e.V. (IMU) sowie von der Hochschule Furtwangen bearbeitet.

Betriebe tatsächlich als wegweisender Leuchtturm. Viele Betriebe haben mit ihren Digitalisierungsaktivitäten gerade erst begonnen. Folglich konnte nur rund ein Viertel der Betriebe unsere Fragen zu den arbeitspolitischen Auswirkungen eines Digitalisierungsprojektes beantworten, was unsere Aussagefähigkeit zu diesem Themenfeld deutlich schmälert.

### 3.2 Fallstudien in Betrieben mit Lean-Erfahrung

Für die Fallstudien wurden Betriebe ausgewählt, die beispielhafte Projekte zur digitalen Produktionssteuerung und zum digitalen Workflow in Verwaltung oder Entwicklung umgesetzt haben. Dabei wurden unterschiedliche

strukturelle Rahmenbedingungen wie Betriebsgröße und Branchenzugehörigkeit berücksichtigt. In diesen sechs Betrieben wurden im Zeitraum April 2019 bis August 2020 elf Digitalisierungsprojekte näher untersucht, d.h. in vier der insgesamt sechs Betrieben wurden mehrere Digitalisierungsprojekte genauer betrachtet. Jede der im Folgenden dargestellten Fallstudien bezieht sich auf jeweils einen Betrieb. *Übersicht 1* zeigt die Digitalisierungsprojekte der Fallstudien. Für die Fallstudien wurden Betriebs- und Arbeitsplatzbegehungen durchgeführt. An den leitfadengestützten Interviews nahmen 48 Personen teil.

Die Betriebe sind den Branchen Fahrzeugbau (Motoren), Elektrotechnik (Motoren, Sensoren, Werkzeuge), Medizintechnik und Finanzdienstleistungen zuzuordnen.

## ÜBERSICHT 1

### Fallstudienbetriebe

Branche / Beschäftigte / Hauptprodukt	Charakterisierung Gesamtprojekt Digitalisierung	Digitalisierungsprojekt (Fallstudien-Fokus)	Wechselwirkung Lean Management/ Digitalisierung
<b>Betrieb A</b> M+E-Industrie / ≈ 400 / Elektro-Motoren	Komplette Reorganisation der Fabrik als Alternative zur Standortschließung. Insgesamt 80 Projekte, davon 30 erledigt		Konzern ist Lean Champion, am Standort Lean bisher vernachlässigt. Digitalisierung stößt hier nachholende Lean-Umsetzung an <sup>A</sup>
		<b>Fall 1:</b> RPA (Robotic Process Automation) im Auftragsingang	Digitalisierung ohne Lean
		<b>Fall 2:</b> Vernetzung und digitale Zwillinge in Montage und Fertigung	Erweitertes Lean durch Echtzeitverfügbarkeit von Maschinen- und Prozessdaten
<b>Betrieb B</b> M+E-Industrie / ≈ 1850 / Verbrennungs-Motoren	Komplette Reorganisation der Motorenmontage und des Teileflusses	<b>Fall 3:</b> Zusammenspiel von Werker-Komplett-Montage und hochkomplexer Prozess- und Werkzeugsteuerung mit innerbetrieblichem GPS-Tracking	Durch GPS-Tracking werden flexible Überhol- und Ausschleusungsvorgänge möglich, ohne die Pull-Logik aufzugeben. Modifikation von Lean durch Digitalisierung (8)
<b>Betrieb C</b> M+E-Industrie / ≈ 3500 / Sensoren	Keine Gesamtstrategie, da Business Units relativ selbstständig agieren – damit auch kein einheitliches Zusammenspiel von Lean und Digitalisierung	<b>Fall 4:</b> RPA im Einkauf	Standardisierung der Prozesse, aber Digitalisierung ohne Lean
		<b>Fall 5:</b> Innerbetriebliches GPS zum Tracking von Produkten, Paletten, Fahrzeugen etc.	Rein technikgetriebenes Digitalisierungs-Projekt. Steht Lean-Prinzipien eher entgegen
		<b>Fall 6:</b> 4.0 Factory mit Automated Guided Carts, Big Data Cloud, voll-automatisierte Fertigungs-/ Montage-module, frei im Raum programmierbare Werkzeuge, autonome und kollaborierende Roboter, Tracing and Tracking, Dashboards, Remote-Zugriff durch Dome-Kameras	Digitalisierungsprojekt, das auf Lean-Prinzipien aufsetzt und diese modifiziert (z. B. Mix aus Pull und Push in der Mikrosteuerung der Fabrik). Die Digitalisierung wird genutzt, um Losgröße 1 wirtschaftlich herstellen zu können. Damit entstehen auch hybride Arbeitsplätze. Softwaregestützte Priorisierung der Aufträge = digitales Kanban in der Logistik (8)
<b>Betrieb D</b> M+E-Industrie / ≈ 900 / Reinigungswerkzeuge	Komplette digitalisierungsbasierte Reorganisation der Fabrik (20 Einzelprojekte)	<b>Fall 7:</b> MES mit Funktionen zur Ermittlung des Leistungslohns	Weitgehend realisierte Lean-Prinzipien eines Lean-Champions sind Basis der Digitalisierungsstrategie. Lean-Zuständigkeit besteht weiter und ist im Digitalisierungsprozess integriert
		<b>Fall 8:</b> Digitalisierung Shopfloor Management (Inkl. KVP)	
<b>Betrieb E</b> Chemieindustrie / ≈ 1200 / Medizinprodukte	„Smart-Company-Projekt“ mit fünf Komponenten (Smart Work Tools, Smart Data Management, Smart Products, Mindset für Arbeiten 4.0, überbetriebliches 4.0-Netzwerk)	<b>Fall 9:</b> Smart Watch in Logistik und Predictive Maintenance	Lean bzw. TQM Champion. Auf weitgehend realisiertem Lean aufbauende Digitalisierung entsprechend dem Grundsatz: Erst schlanke Prozesse, dann Digitalisierung
		<b>Fall 10:</b> KI-Einsatz zur Synchronisation einer Produktionsstraße	
<b>Betrieb F</b> Banken / ≈ 1950 / Finanzdienstleistungen	Prozessverbesserungen im gesamten Unternehmen (u. a. Robotics, moderne Kommunikationsmittel), um bereits laufenden Personalabbau von 60 % teilweise auszugleichen	<b>Fall 11:</b> Teilweise Automatisierung des „Know your Customer“-Prozesses: digitale Integration aller Kundeninformationen mit Entscheidungsvorkläarungen	Ausgeprägte Lean-Tradition bei aktueller Fokussierung auf technologische Digitalisierungsprojekte ohne explizite Bezugnahme auf Lean-Prinzipien. Allerdings knüpft Digitalisierung an Lean-Philosophie der durchgängigen Prozesse an

A Die Nummerierungen in Spalte vier der Übersicht verweisen auf die in Abbildung 4 dargestellte Typologie der unterschiedlichen Wechselwirkungen zwischen Lean Management und Digitalisierung

Mit Ausnahme eines Betriebs gehören alle zu international tätigen Konzernen. Der kleinste Betrieb beschäftigt rund 400 Personen, der größte 3500 Personen.

## 4 Wechselwirkungen von Lean und Digitalisierung

### 4.1 Erfahrungen mit Lean

In der Managementbefragung wurden digitalisierungsaktive Betriebe befragt. Obwohl praktiziertes Lean Management kein Auswahlkriterium war, spielen Lean-Prinzipien<sup>6</sup> in der Mehrzahl der befragten Betriebe eine Rolle. Lediglich ein Viertel der Befragten gibt an, diese spielten in ihrem Betrieb „keine Rolle“ bzw. der Betrieb sei „anders aufgestellt“. Verglichen mit anderen Betrieben lokalisieren sie sich hinsichtlich ihrer Lean-Erfahrungen zu 55 % im Mittelfeld (oberes Mittelfeld 23 %, Mittelfeld 26 %, unteres Mittelfeld 6 %). Zu den Lean-Champions zählen sich 6 %, zu den Lean-Nachzüglern 8 %. Lean-Prinzipien haben demnach in drei Vierteln aller befragten Betriebe eine mehr oder weniger große Bedeutung. Ihre Relevanz variiert jedoch erheblich zwischen den Betriebsbereichen. Am wichtigsten waren Lean-Prinzipien in den letzten drei Jahren vor der Befragung in der Fertigung, der Montage und der Logistik, am unwichtigsten in den F&E-Bereichen und in der Verwaltung (Tabelle 1). Schwerpunktmäßig genutzt wurden Lean-Prinzipien und -Methoden somit vor allem in der Produktion und Logistik, weniger in den Verwaltungsbereichen. Diese Schwerpunktsetzung auf die Produktion zeigt sich hinsichtlich der Digitalisierung nicht.

Formen der Institutionalisierung von Lean – sei es durch Personen, die speziell für die konsequente Umsetzung zuständig sind (Lean-Beauftragte), sei es durch eine entsprechende Abteilung bzw. ein Team – finden sich dagegen lediglich in einem Viertel der Betriebe. In größeren Betrieben (mit mehr als 249 Beschäftigten) gibt es institutionalisierte Lean-Zuständige erwartungsgemäß häufiger als in kleineren Betrieben (Lean-Beauftragte: 33 % zu 20 % in KMU; Lean-Abteilung/Team 49 % zu 11 % in KMU).

Für die Fallstudienbetriebe waren abgeschlossene Digitalisierungsprojekte sowie Erfahrungen mit Lean Management bzw. mit einem ganzheitlichen Produktionssystem Auswahlkriterien. Trotzdem unterscheiden sie sich hinsichtlich ihres Erfahrungszeitraums, des Realisierungsgrads und des Verständnisses von Lean Management erheblich. Drei Fallbetriebe verstehen sich als Lean Champions mit langen und intensiven Erfahrungen mit Lean-Prinzipien und -Methoden (Fallbetriebe C, D und E), in einem Fall sogar mit einer hauseigenen Lean-Akademie und jährlichen Lean-Audits, auch in den indirekten Bereichen. Zwei Betriebe lassen sich im Konzernvergleich

als „fortgeschritten“ bezeichnen (Fallbetriebe B und F). Fallbetrieb A bezeichnet sich selbst als „Nachzügler“ und sieht die forcierte Digitalisierung als Treiber für Lean Management (nachholendes Lean).

TABELLE 1

### Relevanz von Lean-Prinzipien nach Betriebsbereichen. Ergebnisse der Management-Befragung<sup>A</sup>

Angaben in Prozent

	Sehr wichtig/ wichtig	Teils/teils	Eher unwichtig/ spielt keine Rolle	Weiß nicht/ kann ich nicht beurteilen
In der Fertigung	45,5	7,8	40,0	6,7
In der Montage	43,3	10,0	38,9	7,8
In Forschung und Entwicklung	15,7	24,7	52,8	6,7
In der Verwaltung	23,3	27,8	45,5	3,3
In der Logistik	39,3	12,4	45,0	3,4

A Die Fragestellung lautete: „Wie wichtig waren in den letzten drei Jahren Methoden des Lean Managements in Ihrem Betrieb?“ (N = 89–90)

Quelle: Eigene Darstellung

WSI Mitteilungen

### 4.2 Stand der Digitalisierung

In Studien zu Industrie 4.0, die den technischen Umsetzungsstand oder Reifegrad der Digitalisierung beurteilen, wird immer wieder die zögerliche Herangehensweise der Unternehmen an Digitalisierung beklagt. Die Situation ein halbes Jahrzehnt nach dem Start des Industrie-4.0-Diskurses sei „defizitär“. Die Autoren des Industrie 4.0 Maturity Indexes (Schuh et al. 2020) konstatieren in ihrem Update 2020 zum Ausbaustand von Industrie 4.0, dass es „lediglich singuläre Pilote“ (ebd., S.11) gebe, die eher „technischen Machbarkeitsstudien“ (ebd.) glichen. Bedauerlicherweise sei deshalb nur eine evolutionäre Entwicklung erkennbar. Die Unternehmen liefen damit Gefahr, „die zentralen Kontrollpunkte ihres Geschäfts zu verlieren“ (ebd.) Es brauche also Beschleunigung.

Bezüglich des technologischen Ausbaustands stimmen wir dem weitgehend zu, nicht jedoch Aussagen bezüglich der Strategie- bzw. Konzeptlosigkeit. Ausgelöst bzw. befördert durch den 4.0-Diskurs gibt es in den von uns untersuchten Betrieben einen breiten Digitalisierungs-

6 In der Managementbefragung wurden folgende Lean-Prinzipien abgefragt: Kanban, One-Piece-Flow, Just-in-time, Gruppenarbeit, Wertstromorientierung, Verbesserung der Rüstzeiten, Qualitätsmanagement, Supply Chain Management mit Kunden/Lieferanten, Vorbeugende Wartung, 5A/5S-Methode, Standardisierte Arbeitsanweisungen (inkl. ständige Verbesserung), Shopfloor Management, Gemba-Walk, Qualifikations-/Skill-Matrix, KVP, Kaizen, Null-Fehler-Prinzip.

schub. Dennoch sehen sich viele der in der Managementbefragung untersuchten „Leuchtturmbetriebe“ mit der Digitalisierung noch am Anfang. Es gibt eine heterogene Mischung aus Industrie-4.0-Technologien und bereits bekannten und bewährten Digitalisierungstechnologien, die in unterschiedlicher Breite und Systematik eingeführt wurden bzw. werden. Nachholende Digitalisierung erfolgt dann (in wenigen Fällen) parallel zu einer systematischen Nutzung von Industrie-4.0-Technologien. In den meisten Fällen erfolgt deren selektive Nutzung. Die Auswahl der Technologien orientiert sich an den im Betrieb/Konzern vorhandenen technologischen Anwendungsfällen bzw. dem bisherigen Digitalisierungspfad. Ein kompletter Bruch mit dem bisher eingeschlagenen Digitalisierungspfad wird vermieden.

Der 4.0-Diskurs hat eine Digitalisierungswelle angestoßen, deren Sogwirkung jedoch keineswegs von den 4.0-Technologien ausgeht, die im Rahmen der High-tech-Strategie der Bundesregierung identifiziert wurden (Kagermann et al. 2013). Stattgefunden hat vielmehr eine erweiterte Nutzung konventioneller IT und ein verstärkter Einsatz des Internets. In den 4.0-Visionen spielt das „Internet der Dinge“ als neue Vernetzungsmöglichkeit eine große Rolle. Und auch in der Managementbefragung

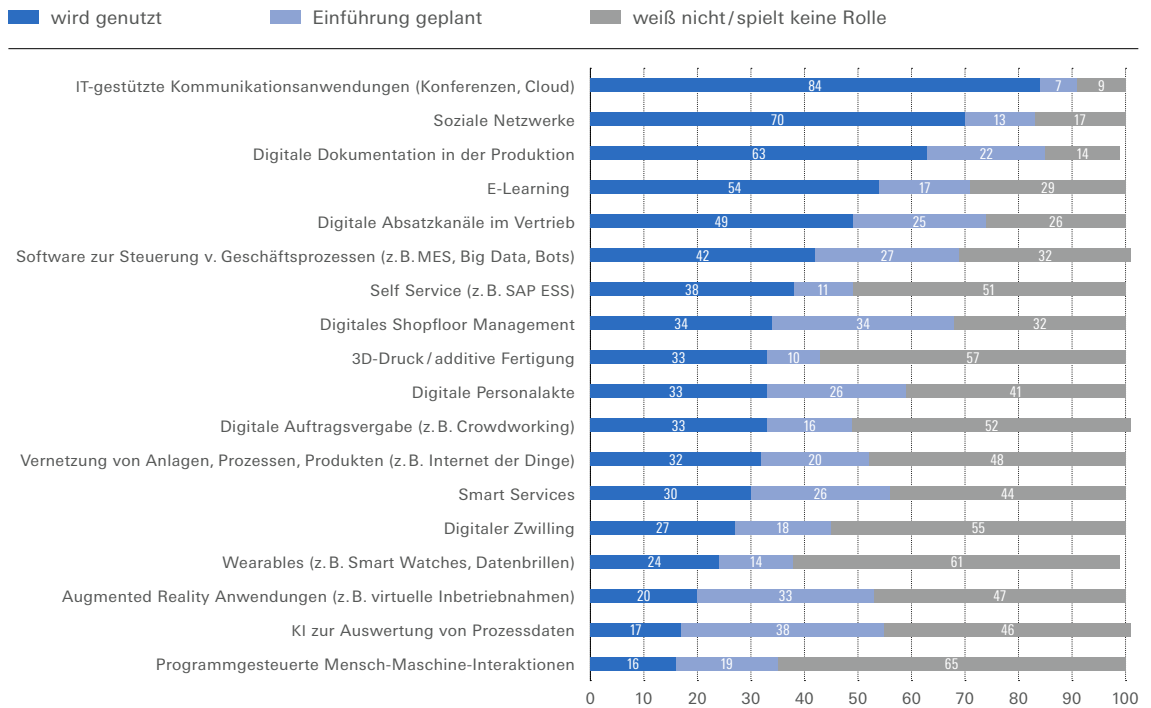
erweist sich das Internet als ein wichtiger Anwendungsschwerpunkt der Digitalisierung, allerdings vor allem in den konventionellen Formen von Konferenzlösungen, sozialen Netzwerken, gemeinsamen Datenplattformen in der Cloud oder digitalen Absatzkanälen (Abbildung 1). Das „Internet der Dinge“ zur Vernetzung und Datenaustausch zwischen Anlagen, Prozessen und Produkten hingegen spielt, wie die Management-Befragung zeigt, in der Realität eine ebenso untergeordnete Rolle wie „Künstliche Intelligenz“ (z. B. Auswertung von Prozessdaten). Bei einer getrennten Auswertung, aufgeschlüsselt nach verschiedenen Betriebsgrößen, sind in Großbetrieben (n=32) zwar die prozentualen Verteilungswerte aller gelisteten IuK-Technologien deutlich höher, aber der Vorrang konventioneller Internetanwendungen bleibt. Lediglich das „digitale Shopfloor Management“ (z. B. digitalisiertes Kennzahlen-/Teamboard), also eine Form der Integration von Lean und Digitalisierung, verändert seine relative Position. In Großbetrieben nimmt es mit einer Nutzung in 97% der Betriebe die Spitzenposition ein, was das Wechselspiel von Lean und Digitalisierung vor allem in Großbetrieben unterstreicht.

Managementbefragung und Fallstudien machen vier Formen der Digitalisierung sichtbar, die wir bewusst nicht

ABBILDUNG 1

**Nutzung von IuK-Technologien im Betrieb. Ergebnisse der Management-Befragung<sup>A</sup>**

Angaben in Prozent



A Die Fragestellung lautete: „Welche der folgenden IuK-Technologien nutzt Ihr Betrieb bzw. plant Ihr Betrieb, in den nächsten drei Jahren einzuführen?“ (N = 89–90)

Quelle: Eigene Darstellung

als „Stufen“ bezeichnen, weil sie zwar konzeptionell aufeinander aufbauen, in der betrieblichen Praxis aber unterschiedlichen Problemanforderungen entsprechen:

(1) *Konventionelle Digitalisierung mit bewährten Technologien*, die insbesondere in den meisten Großbetrieben längst Stand der Technik sind. Hierzu zählen

- Maschinen zur Automatisierung, konventionelle Roboter oder selbstfahrende Transportsysteme, die in weiteren Bereichen eingesetzt, modernisiert, mit zusätzlicher Datenerfassung versehen und vernetzt werden.
- Vernetzung von Maschinen mit Konstruktion und Planung (selbst in größeren Betrieben) auf dem technischen Stand, der den CIM-Visionen der 1980er Jahre entspricht.
- Bewährte IT-Systeme z.B. für Fertigungssteuerung, Personal-, Finanz- oder Kundenverwaltung werden modernisiert und um neue Betriebsbereiche und Funktionen erweitert.
- Handgeschriebene Listen oder selbstgemachte Excel-Lösungen werden im Rahmen von 4.0-Projekten ersetzt.
- Diese konventionelle Digitalisierung macht einen großen Umfang der betrieblichen Digitalisierungsprojekte aus.

(2) *Nutzung bewährter Formen des Internets* für die interne und externe Kommunikation (z.B. für Konferenzlösungen, soziale Netzwerke, Cloud-Datenplattformen oder digitale Absatzkanäle).

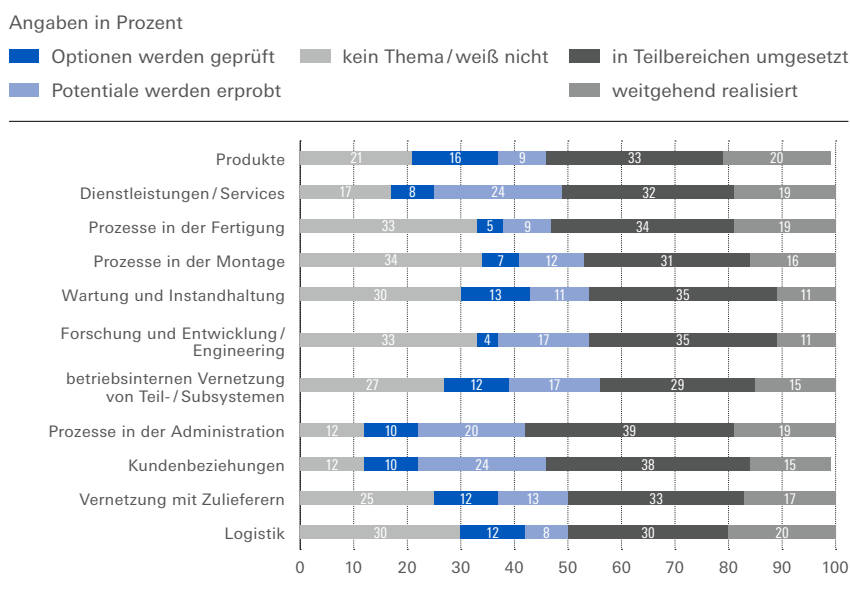
(3) *Kombination bewährter und neuer Technologien in neuen Anwendungsfeldern*: RPAs (*Robotic Process Automation*), die konventionell programmierte IT-Bausteine nutzen, um bisher von Hand überbrückte Schnittstellen („Eintippen“) zwischen EDV-Systemen zu verbinden, und dabei teilweise um Techniken der Mustererkennung (Formulare, Sprache) erweitert werden. Virtuelle Wartung oder Inbetriebnahme von Maschinen erweitert um Datenbrillen (*Smart Glasses*).

(4) *Nutzung neuer 4.0-Technologien*: Datenauswertungen zur Echtzeit-Steuerung, „digitale Zwillinge“ zur Planung und Steuerung, Mustererkennung in Maschinen- oder Kundendaten zur vorausschauenden Wartung oder zur Kundenansprache oder interne hochfeine GPS-Systeme (*Global Positioning System*) zur vernetzten Steuerung aller Einzelprozesse. Künstliche Intelligenz als selbstlernender Algorithmus wurde nur in experimentellen Pilotprojekten erprobt.

In den verschiedenen Funktionsbereichen der Unternehmen zeigt sich, dass Arbeit in den Verwaltungsbereichen, obwohl diese schon seit Langem IT-gestützt stattfindet, aktuell ein mindestens ebenso wichtiger Schwerpunkt der

Digitalisierungsinitiativen ist wie die Produktion. Digitalisierung trifft dort allerdings selten auf Erfahrungen mit Lean-Management. Die Digitalisierung ist der Managementbefragung zufolge in den Bereichen „Administration“, „Dienstleistungen/Services“ sowie „Kundenbeziehungen“ am weitesten gediehen. Demgegenüber weist die Digitalisierung der Prozesse in der Produktion (Montage und Fertigung, Wartung und Instandhaltung) aktuell ein geringeres Digitalisierungsstadium auf (*Abbildung 2*).

**ABBILDUNG 2** Einschätzungen zum Stadium der Digitalisierung in ausgewählten Bereichen. Ergebnisse der Management-Befragung<sup>A</sup>



<sup>A</sup> Die Fragestellung lautete: „Welches Stadium der Digitalisierung kennzeichnet am ehesten Ihren Betrieb? Digitalisierung der ... [siehe Vorgaben]“ (N = 72–85), Mittelwerte auf eine Stelle gerundet

Quelle: Eigene Darstellung

WSI Mitteilungen

Die vorgefundene rasche Institutionalisierung von Zuständigkeiten für Digitalisierung spricht gegen einen kurzatmigen und strategielosen „Digitalisierungshype“. Knapp 60 % der Befragten geben an, in ihrem Unternehmen gebe es eine für Digitalisierung zuständige Person unterhalb der Geschäftsführung, knapp 40 % verfügen über einen *Chief Digital Officer* in der Geschäftsführung, 53 % über eine Abteilung/ein Team, das sich speziell um Digitalisierungsfragen kümmert. Dies verdeutlicht nach innen wie außen, dass Digitalisierung als Handlungsfeld ernst genommen und nicht als Eintagsfliege betrachtet wird. Auffällig ist, dass Digitalisierung schneller und strukturell klarer institutionalisiert zu sein scheint als Lean Management.

Und während in der Literatur beklagt wird, dass es vielfach an einer betrieblichen Digitalisierungsstrategie fehle (Schuh et al. 2020; IG Metall 2019; IG BCE 2019;

Gerst 2020), geben 72 % der Befragten (KMU und größere Betriebe) an, ihr Betrieb habe eine Digitalisierungskonzeption für die kommenden Jahre.

In den Fallbetrieben konnte die Qualität solcher Strategien genauer in den Blick genommen werden: Es gab zwar keinen Masterplan, der zentral entwickelt, verabschiedet und top-down umgesetzt wird, wohl aber eine Strategie, in welche die diversen Einzelprojekte eingebettet sind und innerhalb derer der komplexe betriebliche Umsetzungsprozess problembezogen und beteiligungsorientiert erfolgt. Auch dort, wo große, einen ganzen Standort umfassende Digitalisierungsvorhaben zentral angestoßen und koordiniert werden, wird den dezentralen Organisationseinheiten ein weitreichender Gestaltungsspielraum in der Planungs- und Entwicklungsphase, in der Auswahl der digitalen Technologien, der konkreten Projektsteuerung und der technischen Umsetzung eingeräumt. Selbst das Projektbudget scheint nicht unbedingt von vornherein festgelegt zu sein. Das Vorgehen entspricht eher einem Suchprozess mit diversen rekursiven Schleifen (Fehlentwicklungen inklusive) denn einem festen Plan. Zugespitzt ließe sich formulieren: Es gibt in Digitalisierungsprojekten mehr Problem- als Strategieorientierung und die Problemlösungen werden im Prozess konkretisiert und kontinuierlich in enger Abstimmung zwischen den zentralen und dezentralen Einheiten angepasst. Aus betrieblicher Sicht ist dies ein Zeichen solider Verankerung der Digitalisierung, auch wenn sich dieser Prozess von einem Strategieverständnis unterscheidet, das Maßnahmen top-down für das gesamte Unternehmen festlegt.

#### 4.3 Befunde zum Verhältnis Lean und Digitalisierung

In der Konzeptdebatte um das Verhältnis von Industrie 4.0 und Lean Management wird, wie eingangs dargestellt, von einem Widerspruchs-, einem Ergänzungs- oder einem Steigerungsverhältnis ausgegangen. Ein Spannungsverhältnis oder ein Widerspruch zu Lean-Prinzipien wird vor allem deshalb gesehen, weil Komplexitätsbewältigung und Prozessoptimierung bei Einsatz avancierter Industrie-4.0-Technologien nicht mehr durch Prozessverbesserungen der Beschäftigten am Shopfloor erfolgt, sondern durch selbstregulative und selbstoptimierende technische Systeme.

Andererseits wird die Möglichkeit gesehen, dass Lean-Prinzipien z. B. durch wertstromübergreifenden Austausch von Informationen in Echtzeit weiterentwickelt und radikalisiert werden. Eine solche Chance wird jedoch nur angenommen, wenn Digitalisierung bzw. die Einführung von KI-basierten Technologien erst in die Wege geleitet wird, wenn Lean-Prinzipien stabil realisiert sind. „Die Kultur der schlanken Produktion“, so postulieren Metternich et al. (2017, S. 348), „muss verankert sein, bevor Digitalisierung greift. [...] Erst wenn ein Produktionsteam in einem ersten Schritt die Denkweise

der schlanken Produktion verstanden hat und ihre Instrumente souverän anwendet, wird Digitalisierung ihren vollen Effekt entfalten können und für einen nächsten Entwicklungsschub sorgen.“

Damit stellt sich die Frage, wie die befragten betrieblichen Akteure den Zusammenhang von Lean und Digitalisierung bewerten. Gibt es aus ihrer Sicht einen Widerspruch zwischen der Logik von Lean und jener von Industrie 4.0? Betrachten sie die Anwendung von Lean-Prinzipien als Voraussetzung für eine erfolgreiche Digitalisierung oder werden beide Rationalisierungsansätze als unabhängig voneinander wahrgenommen?

Die Befunde aus den Fallstudienbetrieben, in denen Lean-Prinzipien und -methoden – allerdings in unterschiedlicher Intensität – Anwendung finden, sind recht eindeutig. Die Befragten sehen keinen Widerspruch zwischen beiden Rationalisierungsparadigmen. Es überwiegt die Einschätzung, wonach Lean und Digitalisierung sich ergänzen bzw. idealerweise aufeinander aufbauen sollten. Sachlich und zeitlich sollte Lean der Digitalisierung vorangehen. „Wenn Sie keine schlanken Prozesse haben, dann digitalisieren Sie Verschwendung. Shit in, shit out.“ (Betrieb E [Senior Manager Optimierung betrieblicher Prozesse]). Das betriebsoffizielle Credo lautet durchweg: Lean-Konzepte und Digitalisierungsprozesse dürfen sich „nicht beißen, sondern müssen aufeinander aufbauen“ (Fallbetrieb A). In keinem Fallbetrieb wird eine Ablösung von Lean Management durch die Digitalisierung erwartet, sondern eine Komplementarität, eine Synthese oder – explizit in zwei Betrieben – eine Potenzierung von Lean, was mit „Lean im Quadrat“ charakterisiert wird.

Allerdings ist in zwei Fallbetrieben von einer Erschöpfung der Flexibilitäts- und Rationalisierungspotenziale von Lean die Rede. In Fallbetrieb A wurde im Konzern, nicht jedoch im untersuchten Betrieb, bis 2016 vorrangig mit Lean-Methoden versucht, die vorgegebene jährliche Produktivitätssteigerung zu erreichen, was zunehmend mühsamer wurde. Daher wird konzernweit (und nunmehr auch im Fallbetrieb A) auf die Verknüpfung von Lean und Digitalisierung gesetzt. Auch im Fallbetrieb C wird ein abnehmender Grenznutzen von Lean-Methoden konstatiert, ohne allerdings Lean Management ad acta zu legen. Es gehe nicht darum, Lean-Prinzipien zu vergessen oder zu ersetzen, sondern sie zu verallgemeinern und zu erweitern, da Digitalisierung neue, bisher nicht gekannte Möglichkeiten biete und „bessere“ Kompromisse möglich seien, was eine Modifikation von Lean (z. B. bei Push und Pull) impliziert. Fallbetrieb B könnte man als „Lean im Quadrat“ beschreiben, bei beträchtlicher Veränderung von Lean: Bei explodierender Teile- und Variantenkomplexität in der Montage wird Kanban durch technikgesicherte Vorkommissionierung der Teile und GPS-gestützte Einbaukontrolle ersetzt. Man findet einen getakteten Fluss durch flexible Montage mit Überhol- und Ausschermöglichkeiten bei gleichzeitig extrem „leaner“ Gestaltung von Arbeitsplatz und -ablauf.



Die Ergebnisse der quantitativen Befragung hingegen erscheinen auf den ersten Blick weniger eindeutig als die Fallstudienbefunde, was sich durch schwächer ausgeprägte Lean-Erfahrungen eines Teils der in der quantitativen Befragung berücksichtigten Betriebe erklärt (bei einem Viertel spielen Lean-Prinzipien explizit keine Rolle, weitere 8 % bezeichnen sich als Lean-Nachzügler). Angesichts dessen ist eher erstaunlich, wie hoch die Zustimmung zu der „Aufbauthese“ ist. Zwei Drittel der Befragten stimmen der Meinung zu, Digitalisierung komme dort zu früh, wo Prozesse noch instabil seien, und die Hälfte der Befragten sieht eine feste Verankerung von Lean Production als Voraussetzung einer gelingenden Digitalisierung an und unterstreicht den engen Zusammenhang beider Rationalisierungsansätze. Ebenso viele sehen allerdings Lean und Digitalisierung unabhängig voneinander und 16 % sind der Meinung, Digitalisierung (Industrie 4.0) werde Lean ersetzen. Wie eng und aufeinander aufbauend der Zusammenhang gesehen wird, hängt stark vom Stellenwert ab, den Lean in dem jeweiligen Unternehmen bisher hat. Je höher dieser war bzw. nach wie vor ist, desto eher wird etabliertes Lean als Voraussetzung gelingender Digitalisierung gesehen und umgekehrt. Wo Lean Management bisher keine Rolle gespielt hat, gilt Digitalisierung als das zeitgemäße Mittel der Wahl.

Als unabhängig können beide Rationalisierungsansätze aus mehreren Gründen gesehen werden: zeitlich, da Lean Management meist im Vorlauf zu den nunmehr im Mittelpunkt stehenden Digitalisierungsprojekten angegangen wurde, und organisatorisch, weil in Digitalisierungsprojekten andere Akteure beteiligt sind, die mehr oder weniger eng mit Lean-Experten, so sie vorhanden sind, kooperieren. In Unternehmen mit langer Lean-Erfahrung kann Digitalisierung als neuer Rationalisierungsimpuls wirken (und in diesem Sinn Lean Management

ersetzen), auch wenn weiterhin Lean-Exzellenz angestrebt wird. Dies gilt umso mehr in Betrieben, in denen die Potenziale von Lean nach jahrelanger Anwendung weitgehend ausgeschöpft erscheinen und Digitalisierung als Chance begriffen wird, den mit Lean Management schon propagierten, jedoch selten realisierten ganzheitlichen Blick einzulösen. In diesem Sinne kann Digitalisierung den bisherigen Lean-Impuls ersetzen, gleichzeitig ist Lean die Voraussetzung für gelingende Digitalisierung.

Eine Interkorrelation der in *Abbildung 3* aufgeführten Antwortmöglichkeiten zeigt, dass sich die These, wonach Lean Management und Digitalisierung unabhängig voneinander zu sehen sind, und die These, dass sie aufeinander aufbauen, aus Sicht der Befragten nicht widersprechen müssen. So sind von denjenigen, die angeben, Lean Production und Digitalisierung seien unabhängig voneinander zu sehen, 69 % zugleich der Meinung, Digitalisierung komme dort zu früh, wo Prozesse instabil seien, und 42 % stimmen der Einschätzung zu, Lean Management müsse verankert sein, bevor Digitalisierung greife.

Die Konstellationen zwischen Lean Management und Digitalisierung in den untersuchten Betrieben lassen sich in acht Varianten zusammenfassen (*Abbildung 4*):

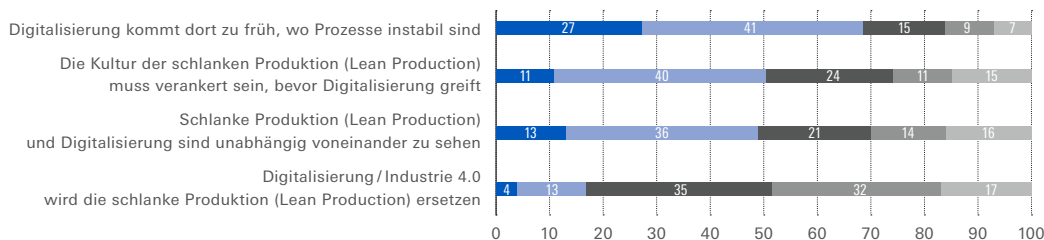
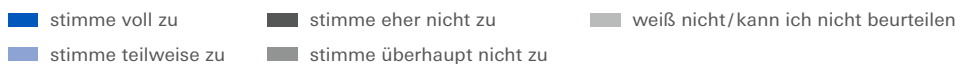
(1) *Digitalisierung ohne Lean*: keine Erfahrungen mit Lean Management oder Lean-Konzepten. Digitalisierung wird nicht zum Anlass genommen, Lean-Konzepte anzuwenden (Digi-Fall 1 in Betrieb A, Digi-Fall 4 in Betrieb B und 12 % Betriebe der Managementbefragung).

(2) *Unabhängigkeit von Lean und Digitalisierung*: Lean-Erfahrungen sind zeitlich der Digitalisierung vorgelagert und/oder beide Rationalisierungsansätze sind betriebsorganisatorisch getrennt und werden von unterschiedlichen Bereichen bearbeitet, die nicht oder nur locker kooperie-

ABBILDUNG 3

**Verhältnis Lean und Digitalisierung. Ergebnisse der Management-Befragung<sup>A</sup>**

Angaben in Prozent



A Die Fragestellung lautete: „Wie bewerten Sie vor dem Hintergrund Ihrer betrieblichen Erfahrungen folgende Aussagen? [siehe Vorgaben]“ (N = 84–85)

Quelle: Eigene Darstellung

ren (Digi-Fall 11 in Betrieb F; Managementbefragung 49 % der Betriebe).

(3) *Lean als Voraussetzung für Digitalisierung*: Praktiziertes Lean gilt als Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung von Digitalisierungsprojekten (Digi-Fälle 7, 8 in Betrieb D, Digi-Fälle 9, 10 in Betrieb E; Managementbefragung 51 % der Betriebe).

(4) *Widerspruch*: Das realisierte Digitalisierungsprojekt steht Lean-Prinzipien offensichtlich entgegen (Digi-Fall 5 in Betrieb C).

(5) *Digitalisierung ersetzt Lean Management*: Lean Management und Digitalisierung werden als zeitlich und/oder funktional aufeinander folgende Rationalisierungsimpulse/-formen begriffen (kein Fallbetrieb; Managementbefragung 17 % der Betriebe).

(6) *Digitalisierung als Auslöser/Pusher von Lean*: Digitalisierung als Anlass, Lean-Konzepte entweder erstmals einzuführen, zu aktivieren oder die bisherige Bereichsbegrenztheit zu erweitern (Betrieb A insgesamt, Digi-Fall 8 in Betrieb D).

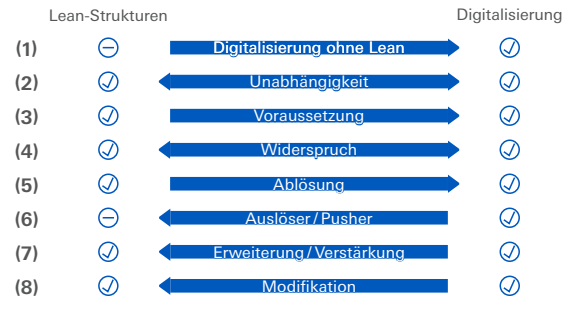
(7) *Erweiterung/Verstärkung*: Lean-Prinzipien bzw. Lean-Methoden werden erweitert. Stärkung des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) durch Echtzeitinformationen über Prozesse, Abläufe, Maschinenzustände. Höheres Maß an bewältigbarer Komplexität durch Digitalisierung mit besseren und erweiterten Möglichkeiten der Kompromissbildung (Fallbetrieb D, Digi-Fall 8).

(8) *Modifikation von Lean*: Zentrale Lean-Prinzipien, wie Flussprinzip oder Pull//Push, werden abgewandelt bzw. neu bestimmt (Fallbetrieb C, Digi-Fall 6; Fallbetrieb B, Digi-Fall 3).

Arbeitspolitisch relevant und brisant ist die Frage, ob durch Künstliche Intelligenz basierte selbstregulative und selbstoptimierende Technologien das Erfahrungswissen von Beschäftigten am Shopfloor an Bedeutung verliert und die im Kontext von Lean Management eingeführten KVP-Strukturen unterminiert werden (vgl. Metternich et al. 2017; Butollo et al. 2017). In den Fallbetrieben wurden diesbezüglich keine Hinweise gefunden. KVP bleibt in den „Leuchttürmen“ der Digitalisierung ein zentrales Element. Es finden sich jedoch eine stärkere thematische Fokussierung und Hinweise darauf, dass von Experten getriebene KVP dominieren und Beschäftigten-KVP ersetzen. Durchweg wird in den Fallbetrieben erheblicher Aufwand betrieben, den KVP via Digitalisierung zu stützen, zu optimieren und durchgängiger im Unternehmen einzurichten. Über die Informationen verfügen jetzt alle gleichzeitig und alle Hierarchieebenen. Insofern könnte von einer informationellen Machtverschiebung zulasten

ABBILDUNG 4

Wechselwirkungen zwischen Lean Management und Digitalisierung



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der Fallstudien und Management-Befragung

WSI Mitteilungen

des Shopfloor ausgegangen werden. Trotz erhöhter Transparenz über den Zustand der Fabrik, der Prozesse und der Produkte bleibt das Erfahrungswissen am Shopfloor jedoch eine anhaltend wichtige Ressource für die Unternehmen und umgekehrt eine potenzielle Machtquelle für die Beschäftigten.

Die schriftliche Befragung bestätigt diesen Befund. 79 % der Betriebe, die bereits Erfahrungen mit einem konkreten Digitalisierungsprojekt gesammelt haben (in unserem Sample war dies rund ein Drittel aller antwortenden Betriebe), halten die Aussage für unzutreffend, durch die Digitalisierung werde der Selbstregulation, Eigenverantwortung und Optimierung durch die Mitarbeiter\*innen der Boden entzogen. Ebenso viele sind der Meinung, das Erfahrungswissen der Beschäftigten sei genauso gefordert wie bisher, und 60 % meinen, das verfahrenstechnische, prozessuale Wissen der Beschäftigten sei gestiegen (Tabelle 2).

5 Fazit

Der vorliegende Beitrag zeigt ein heterogenes Bild digitalisierungsaktiver Betriebe in Deutschland. Viele der Betriebe sehen sich noch am Anfang der Digitalisierung. Sie erproben Potenziale und setzen Projekte in ausgewählten Teilbereichen um. Zugleich fällt auf, dass die Zuständigkeiten für Digitalisierung weitreichend institutionalisiert sind und beträchtliche betriebliche Ressourcen hierfür eingesetzt werden. Dies spricht dafür, dass es sich um weit mehr als eine kurzfristige Modewelle handelt. Der Diskurs um Industrie 4.0 hat einen Digitalisierungsschub ausgelöst, der beim Gros der Betriebe jedoch nicht auf den

TABELLE 2

**Relevanz von Erfahrungswissen in digitalisierten Strukturen. Ergebnisse der Management-Befragung<sup>A</sup>**

Angaben in Prozent

	trifft zu	trifft eher zu	teils/teils	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Das Erfahrungswissen der Beschäftigten ist genauso gefordert wie bisher	48,1	30,7	13,5	7,7	0,0
Das verfahrenstechnische, prozessuale Wissen der Beschäftigten ist gestiegen.	18,0	42,0	26,0	8,0	6,0
	stimme voll zu	stimme teilweise zu	stimme eher nicht zu	stimme überhaupt nicht zu	weiß nicht/kann ich nicht beurteilen
Durch die Digitalisierung werden der Selbstregulation, Eigenverantwortung und Optimierung durch die Mitarbeiter*innen der Boden entzogen.	0,0	18,8	37,6	41,2	2,4

A Die Fragestellung lautete: „Welche Auswirkungen hatte das Digitalisierungsprojekt auf die Qualität der Arbeit?“ (N = 42–52)

Quelle: Eigene Darstellung

WSI Mitteilungen

Industrie-4.0-Technologien fußt. Stattdessen werden konventionelle IT und die Möglichkeiten des Internets innerbetrieblich verstärkt eingesetzt.

Mit Blick auf die unterschiedlichen Unternehmensbereiche scheinen sich in den Verwaltungsbereichen größere Rationalisierungspotenziale abzuzeichnen, als es der Diskurs um Industrie 4.0 bislang vermuten ließ. Die Arbeit in den Bürobereichen ist seit Langem IT-gestützt und unsere Bestandsaufnahme zeigt, dass auf Informations- und Kommunikationstechnologien ein wesentlicher Schwerpunkt der Digitalisierung liegt – insofern erweisen sich die Bürobereiche als nicht minder relevant denn die Bereiche der Produktion, selbst wenn es in den Verwaltungsbereichen weit weniger betriebliche Erfahrungen mit Lean Management gibt.

Die von uns untersuchten Digitalisierungsprojekte sind häufig selektiv und bereichs- bzw. problembezogen, sie erfolgen im Einklang mit bestehenden betrieblichen Entwicklungspfaden und führen meist zu keinen großen, disruptiven Umwälzungen. Großprojekte sind selten und in der Regel finden die innovierenden Reorganisationsprozesse im laufenden Betrieb statt. Dennoch spielt das Leitbild einer selbststeuernden Fabrik eine Rolle: nicht zwingend als Ziel der konkreten betrieblichen Aktivitäten, sondern als neue Denkweise, die ganzheitlich den gesamten Prozess im Blick hat, diesen jedoch problemzentriert umsetzt.

Bei aller Vorsicht hinsichtlich der Reichweite unserer empirischen Befunde (siehe 3.1) verspricht die Analyse Entwarnung hinsichtlich der arbeitspolitisch relevanten Frage, ob das Erfahrungswissen von Beschäftigten unwichtig wird und die Möglichkeiten zur Beteiligung abnehmen. Trotz verbesserter (digitaler) Transparenz hat das Erfahrungswissen der Beschäftigten, gerade im Rahmen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP), weiterhin hohe Bedeutung in den Betrieben. Die meisten Digitalisierungsprojekte sind mit zusätzlichen Betei-

gungsstrukturen für die Beschäftigten verbunden, wenn auch nur projektbezogen und damit befristet. Eine neue Mischung von Beschäftigten- und Experten-KVP mit einer stärkeren thematischen Fokussierung erscheint möglich bis wahrscheinlich.

Mit Blick auf das Verhältnis der Rationalisierungskonzepte Lean Management und Digitalisierung zueinander überrascht nicht, dass die mannigfachen Digitalisierungsprojekte in der Praxis nur teilweise auf Lean-Strukturen nach dem Konzept von komplett realisierten ganzheitlichen Produktionssystemen aufbauen. Meist kommen nur einzelne Lean-Elemente, und dies vor allem in bestimmten Produktionsbereichen, zur Anwendung. Teilweise ist dies einer betriebsspezifische Auswahl und Begrenzung geschuldet, teilweise einer abgebrochenen Lean-Einführung. Entsprechend vielfältig und teils widersprüchlich sind die Befunde über Wechselwirkungen zwischen Lean Management und Digitalisierung. Sie variieren je nach Digitalisierungsstufen und Reorganisationsschritten, die auf Basis der Lean-Phase bereits realisiert wurden. Als empirischer Befund schält sich heraus:

- Intensive Erfahrungen mit Lean Management wirken verstärkend auf Digitalisierung und werden (wo vorhanden) als entscheidende Voraussetzung für erfolgreiche Digitalisierung angesehen.
- Digitalisierung kann Standardisierung und Restrukturierung nach Lean-Konzepten anstoßen.
- Bisherige Lean-Effekte können durch zusätzliche Flexibilitätspotenziale gesteigert werden.
- In keinem untersuchten Fall behindert oder zerstört Digitalisierung Lean-Strukturen.
- Lean- und Digitalisierungsaktivitäten können unabhängig voneinander erfolgen.

Insofern eröffnen die vorliegenden Befunde in ihrer Vielfalt und Widersprüchlichkeit eine neue Perspektive auf die Konzeptdebatte und ergänzen den bisherigen wissen-

schaftlichen Diskurs zum Verhältnis von Lean und Digitalisierung um die Erkenntnis komplexer Wechselwirkungen zwischen beiden. Es ist zu hoffen, dass das differenziertere Bild künftig aufgegriffen wird und seinen Niederschlag in der Konzeptdebatte findet. ■

## LITERATUR

- Butollo, F. / Jürgens, U. / Krzywdzinski, M.** (2018): Von Lean Production zur Industrie 4.0. Mehr Autonomie für die Beschäftigten?, in: AIS-Studien 11 (2), S. 75–90
- Gerst, D.** (2020): Geschäftsmodelle mitentwickeln – ein neues Handlungsfeld der Betriebsräte, in: WSI-Mitteilungen, 73 (4), S. 295–299, <https://www.wsi.de/de/wsi-mitteilungen-geschäftsmodelle-mitentwickeln-ein-neues-handlungsfeld-der-betriebsräte-24695.htm>
- Hirsch-Kreinsen, H.** (2014): Wandel von Produktionsarbeit – „Industrie 4.0“, in: WSI-Mitteilungen 67 (6), S. 421–429, [https://www.wsi.de/data/wsimit\\_2014\\_06\\_hirsch.pdf](https://www.wsi.de/data/wsimit_2014_06_hirsch.pdf)
- Holst, H. / Aoki, K. / Herrigel, G. / Jürgens, U. / Mokudai, T. / Müller, M. / Schaede, C. / Schröder, M. / Sinopoli, R.** (2020): Gemba-Digitalisierung. Wie japanische Automobilunternehmen IoT-Technologien einsetzen, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 115 (9), S. 629–633
- IG BCE** (2019): Monitor-Digitalisierung.de. Ergebnisse einer Beschäftigten-Umfrage in den Industriebranchen der IG BCE. Übersicht und Zusammenfassung, <https://igbce.de/resource/blob/19212/915ba5ede00b330f3b9706c32754a6e3/zusammenfassung-monitor-digitalisierung-data.pdf> (letzter Zugriff: 22.11.2021)
- IG Metall** (2019): Transformationsatlas – wesentliche Ergebnisse. Pressekonferenz der IG Metall. [https://www.igmetall.de/download/20190605\\_20190605\\_Transformationsatlas\\_Pressekonferenz\\_f2c85bcec886a59301ddebab85f136f36061cced.pdf](https://www.igmetall.de/download/20190605_20190605_Transformationsatlas_Pressekonferenz_f2c85bcec886a59301ddebab85f136f36061cced.pdf) (letzter Zugriff: 22.11.2021)
- Kagermann, H. / Wahlster, W. / Helbig, J.** (Hrsg.) (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, Frankfurt a. M.
- Metternich, J. / Böllhoff, J. / Tisch, M.** (2015): Prozesslernfabrik CiP, unveröffentlichter Vortrag vom 02.12.2015, Darmstadt
- Metternich, J. / Müller, M. / Meudt, T. / Schaede, C.** (2017): Lean 4.0 – zwischen Widerspruch und Vision, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 112 (5), S. 346–348
- Roy, D. / Mittag, P. / Baumeister, M.** (o. J.): Industrie 4.0 – Einfluss der Digitalisierung auf die fünf Lean-Prinzipien – Schlank vs. Intelligent, <https://www.fabriksoftware.info/node/600> (letzter Zugriff: 19.01.2021)
- Schuh, G. / Anderl, R. / Dumitrescu, R. / Krüger, A. / ten Hompel, M.** (Hrsg.) (2020): Industrie 4.0 Maturity Index. Die digitale Transformation von Unternehmen gestalten – Update 2020: Deutsche Akademie der Technikwissenschaften: acatech STUDIE, München, <https://www.acatech.de/publikation/industrie-4-0-maturity-index-update-2020> (letzter Zugriff: 24.8.2021)
- Schwarz-Kocher, M. / Salm, R.** (2016): Industriearbeit im Wandel des aktuellen Rationalisierungsparadigmas, in: AIS-Studien 9 (1), S. 5–24

## AUTOR\*INNEN

**EVA KIRNER**, Dr., ist Professorin an der Wirtschaftsfakultät der Hochschule Furtwangen. Arbeitsschwerpunkte: Innovationsmanagement, Unternehmensorganisation und Gründungen.

@eva.kirner@hs-furtwangen.de

**SANDRA KLATT**, Dipl.-Ing. Raum- und Umweltplanung, akademische Mitarbeiterin an der Hochschule Furtwangen. Arbeitsschwerpunkte: Innovations- und Genderforschung.

@sandra.klatt@hs-furtwangen.de

**REINHARD BAHNMÜLLER**, Dr., Mitarbeiter im Forschungsprojekt „lean & digital“ am IMU Institut Stuttgart und langjähriger Geschäftsführer des FATK an der Universität Tübingen. Arbeitsschwerpunkte: Arbeits- und Industriesoziologie, Industrielle Beziehungen.

@rbahnmueller@imu-institut.de

**BETTINA SEIBOLD**, Soziologin und Ethnologin M.A., arbeitsorientierte Forscherin und Projektleiterin am IMU Institut Stuttgart. Arbeitsschwerpunkte: Arbeitsorganisation, Digitalisierung, Mitbestimmung und Partizipation.

@bseibold@imu-institut.de

**RAINER SALM**, ehemaliger Betriebsrat und Gewerkschaftssekretär im Ruhestand. Projektmitarbeiter am IMU Institut Stuttgart. Arbeitsschwerpunkte: Arbeitspolitik und Industrielle Beziehungen.

@rsalm@imu-institut.de

**WALTER MUGLER**, ehemaliger Betriebsrat und Gewerkschaftssekretär, Forscher und Berater im IMU Institut Stuttgart. Arbeitsschwerpunkte: ganzheitliche Arbeitsgestaltung, Entgeltsysteme, Arbeitszeit und Digitalisierung.

@wmugler@imu-institut.de

**YALCIN KUTLU**, Soziologe und Politikwissenschaftler M.A., wissenschaftlicher Mitarbeiter am IMU Institut Stuttgart. Arbeitsschwerpunkte: Digitalisierung von Arbeit, Care Work und Industrielle Beziehungen.

@ykutlu@imu-institut.de