

# Lean und Industrie 4.0 in der Intralogistik

Effizienzsteigerung durch Kombination der beiden Ansätze

Stefan Kaspar und Markus Schneider

Die Prinzipien einer Lean Production gelten als Best-Practice für moderne Produktionssysteme. Im Zuge der aktuellen Diskussion um das Thema Industrie 4.0 stellt sich die Frage, ob und wie diese beiden Ansätze vereinbar sind. Der vorliegende Beitrag zeigt, dass die beiden Konzepte zwar verschiedene Werkzeuge einsetzen, im Grunde aber sehr ähnliche Ziele verfolgen und sich trotz mancher Widersprüche gut ergänzen. Ein Praxisbeispiel aus der Intralogistik stellt dar, wie innovative Technologie aus dem Umfeld der Industrie 4.0 als Enabler dient, um nach Lean Prinzipien gestaltete Prozesse noch weiter zu optimieren.

Auf Grund der Herausforderungen der heutigen dynamischen Käufermärkte sehen sich produzierende Unternehmen fast jeglicher Branche mit einer stetig steigenden Komplexität konfrontiert. Die Prinzipien einer Lean Production gelten vor diesem Hintergrund vor allem in der variantenreichen Serienproduktion als Best-Practice [1] [2] und können als Befähiger für überdurchschnittlichen Unternehmenserfolg betrachtet werden [3]. Dabei setzt Lean vor allem auf Komplexitätsreduzierung. Es werden effiziente Lösungen mit einfachen Mitteln – meist ohne IT-Unterstützung – angestrebt [4].

Gleichzeitig wird unter dem Namen „Industrie 4.0“ die vollständige informationstechnische Durchdringung der Produktion und Logistik und der Einsatz von maschineller Intelligenz zur kurzfristigen Planung, Optimierung und Steuerung der Prozesse propagiert [5]. Dazu gehört z. B. die Vision, dass sich in der Industrie 4.0 Produkte als intelligente Objekte ihren Weg durch die Fabrik suchen und z. B. Bearbeitungsreihenfolgen jeweils untereinander aushandeln, Lean hingegen setzt auf vordefinierte und regelmäßige Strukturen und bevorzugt eine Fließfertigung nach dem FIFO-Prinzip [5]. Aus diesem Grund stellt sich die Frage, ob und wie Industrie 4.0 mit der derzeit verfolgten Lean-Strategie vereinbar ist?

Lean und Industrie 4.0 verfolgen ähnliche Ziele

Bei genauerer Betrachtung sind die beiden Ansätze jedoch keineswegs so grundverschieden,

wie sie auf den ersten Blick wirken. Bei Industrie 4.0 handelt es sich nicht nur um einen technologischen Trend, sondern um einen grundsätzlichen Umgang mit Komplexität und Dynamik [4]. Sowohl die Prozessgestaltung nach Lean-Prinzipien als auch die verschiedenen Entwicklungen im Bereich der Industrie 4.0 haben eine gemeinsame Motivation: sie suchen Wege und Lösungsmöglichkeiten, um mit der stetig steigenden Komplexität umzugehen, da Komplexität enorm ressourcenintensiv ist. Der effiziente Umgang mit ihr ist Voraussetzung für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit einer Vielzahl von produzierenden Unternehmen [4].

Darüber hinaus verfolgen die beiden Ansätze sehr ähnliche Ziele. Die Lean-Philosophie strebt durch kontinuierliche Verbesserung der Prozesse eine konsequente, möglichst vollständige Vermeidung von Verschwendung an [6]. Dadurch sollen Produktivitäts- und Flexibilitätssteigerungen erzielt werden. Das Ziel von sogenannten cyber-physischen Systemen als Kernelement der Industrie 4.0 ist ebenfalls die Steigerung von Produktivität und Flexibilität [7].

Während die Kernideen also sehr ähnlich sind, ist allerdings die Herangehensweise eine andere: Lean reduziert die Komplexität durch Zerlegung in einfache, besser beherrschbare Einheiten und den Einsatz selbststeuernder Regelkreise. Industrie 4.0 hingegen versucht die Komplexität durch cyber-physische Systeme zu beherrschen und sie mittels Assistenz-

In diesem Artikel lesen Sie:

- ✓ welche Ziele Lean Management und Industrie 4.0 verfolgen,
- ✓ wie die beiden Ansätze mit Komplexität umgehen und sich sinnvoll ergänzen können und
- ✓ wie schlanke Intralogistikprozesse mittels innovativer Technologien noch weiter optimiert werden können.



M. Eng. Stefan Kaspar arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Kompetenzzentrum PuLL® der Hochschule Landshut.



Prof. Dr. Markus Schneider ist Professor für Logistik, Material- und Fertigungswirtschaft an der Hochschule Landshut und Leiter des Kompetenzzentrums PuLL® sowie Geschäftsführer der PuLL Beratung GmbH.

[www.p-u-l-l.de](http://www.p-u-l-l.de)



Bild 1: Schematische Darstellung des „Servus ARC 3“ (Autonomous Robotic Carrier)

systemen aus Sicht des Anwenders zu reduzieren [4]. Hier zeigt sich auch der Unterschied zwischen Industrie 4.0 und dem bereits vor 20 Jahren propagierten Computer Integrated Manufacturing (CIM). Während CIM den zentralen, deterministischen Ansatz verfolgte, setzt Industrie 4.0 auf eine flexible, aufwandsarme und dezentrale Steuerung [5]. Diese dezentralen Steuerungskonzepte bilden eine weitere Gemeinsamkeit von Industrie 4.0 und Lean [7]. So benötigt eine Materialversorgung per Kanban keinerlei zentrale Steuerung, sondern bildet einen selbststeuernden Kreislauf.

#### Lean als Basis für Industrie 4.0

Dadurch trägt Lean wesentlich dazu bei, Komplexität zu reduzieren. Dabei gilt die Leitlinie „erst organisieren, dann investieren“ beziehungsweise „erst Prozess dann Technik“. So wird sichergestellt, dass die Technologie den wertgenerierenden Prozess unterstützt anstatt Verschwendung zu erzeugen [8]. Dieser Grundsatz lässt sich auch auf das Zusammenwirken von Lean und Industrie 4.0 übertragen. Lean schafft durch Komplexitätsreduzierung, die Verringerung von Verschwendung sowie kontinuierliche Verbesserung unter Einbeziehung der Mitarbeiter die Grundlage. Darauf bauen die (informations-)technischen Lösungen einer Industrie 4.0 auf.

Zwar lassen sich auch schlecht aufeinander abgestimmte und ineffiziente Prozesse automatisieren oder digital unterstützen, der Prozess an sich wird aber ineffizient bleiben. Das vorhandene Produktivitätspotenzial wird nicht realisiert und die Kosten der Automatisierungslösung sind oft um ein Vielfaches höher [4]. Die Gestaltung durchlaufzeitoptimierter, synchronisierter und robuster Prozesse stellt somit eine hervorragende Basis für Industrie 4.0

Maßnahmen dar. Denn der Einsatz von Technologien und IT soll nicht dem Selbstzweck dienen, sondern ein Hilfsmittel sein und muss sich immer an der erreichten Prozessverbesserung messen lassen.

#### Potenziale für die Intralogistik

Aktuelle Forschungsmaßnahmen lassen erkennen, dass neben der Produktionsplanung und -steuerung auch intralogistische Prozesse durch die Kombination von Lean und Industrie 4.0 weiter optimiert werden können. Eine informationstechnische Vernetzung und die dadurch generierte erhöhte Reaktionsfähigkeit ermöglicht eine Effizienzsteigerung bereits schlanker Materialflussstrukturen [9].

Ein Kernelement der schlanken Produktion ist die Steuerung der Intralogistik durch Kanban-Logik [6]. Der Materialzusteller, meist in Form eines Routenzuges, versorgt unabhängig von konkreten Aufträgen zu fest definierten Zeiten die Produktion mit benötigtem Material [10]. Der Behälter bzw. die daran befestigte Kanban-Karte stellt das Steuerungselement dar. Leere Behälter werden mitgenommen und im nächsten Umlauf volle Behälter angeliefert. Eine zentrale Steuerung wird nicht benötigt [5]. Dies stellt eine aufwandsarme und robuste Versorgung der Produktion mit Material dar.

Mit Hilfe von Echtzeit-Daten über etwaige Abrufe aus der Produktion kann der Routenzug bedarfsorientiert gesteuert werden. Dies ermöglicht eine signifikante Reduzierung der Anzahl der gefahrenen Runden sowie eine Reduzierung der Länge der einzelnen Runden durch Abkürzen von Teilrunden in denen kein Bedarf besteht [7]. Auch der Einsatz von Echtzeit-Ortungstechnologie zur Routenoptimierung oder eines automatisierten Materi-

alabrufs auf Grund von Bewegungsdaten ist, ähnlich wie im Bereich der Produktionsplanung und -steuerung zur Reduzierung des Steuerungsaufwandes und automatisierten Fortschrittsbuchung [11], technologisch bereits möglich.

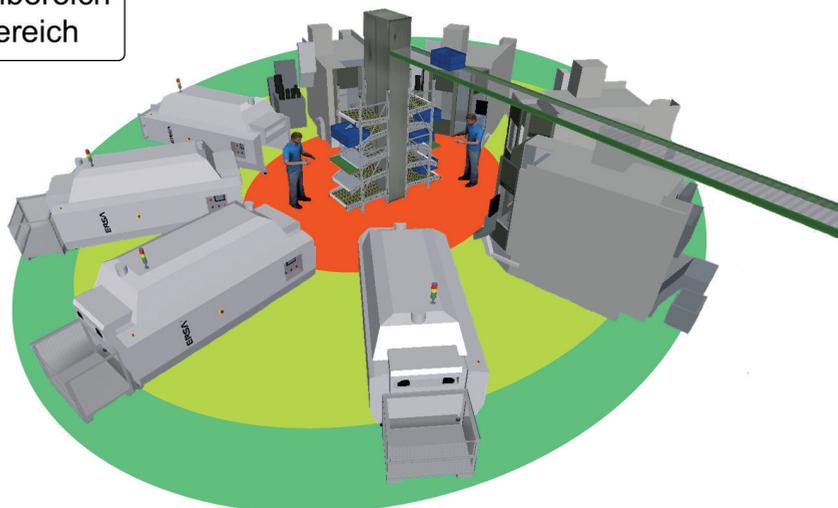
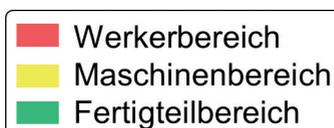
Darüber hinaus werden durch innovative Technologien aufbauend auf dem Prinzip der verbrauchsgesteuerten Materialversorgung neu gestaltete Prozesse ermöglicht. Ein Beispiel hierfür ist das sogenannte „Injektionsprinzip“ [12]. Die Grundidee ist, Material nicht an Übergabepunkten wie Kanban-Regalen am Rande des Fertigungsbereichs anzuliefern, sondern verbauortnah in kleinen Mengen bereitzustellen, zu „injizieren“. Dabei dienen intelligente, autonome Transportroboter (Bild 1) als Enabler-Technologie. Das System bietet durch seine Dezentralität hohe Prozesssicherheit und ist einfach skalierbar. Sowohl der Antrieb als auch die Intelligenz des Systems befindet sich in den einzelnen Robotern.

Die Funktionsweise ist ähnlich der eines Taxi-Unternehmens. Auf Anforderung bei der Zentrale übernimmt der nächstgelegene, verfügbare Roboter den jeweiligen Transportauftrag. Durch modulare Komponenten kann das System nach dem Baukastenprinzip mit Lager- und Schienenelementen flexibel und platzsparend gestaltet werden. Heber oder Weichen ermöglichen eine einfache Anbindung dezentraler Lagerorte, Montage- oder Kommissionierplätze in verschiedenen Etagen oder auch Gebäuden. Der Roboter kommuniziert direkt mit den Streckenelementen und wählt selbständig die beste Route. Während ein Routenzug um den zu versorgenden Bereich herumfährt und dort Wege, Halte-

stellen und Übergaberegale benötigt, erfolgt der Transport mit Hilfe dieses Systems auf Schienen, welche unter dem Hallendach verlaufen. Am Boden wird nur ein Abgabepunkt in Form eines Aufzugs benötigt. Auf Grund der Schnelligkeit und Reaktionsfähigkeit des Systems ist nur ein minimaler Bestand in der Fertigung vorhanden. Leere Behälter werden über den Behälteraufzug wieder in das System zurückgegeben und zur Leergutstation transportiert. Gleichzeitig wird ein Auftrag zur Lieferung eines neuen, vollen Behälters erzeugt. Bild 2 stellt den prinzipiellen Aufbau dar. Der Abgabeturm befindet sich in der Mitte einer Maschinengruppe und versorgt diese mit den benötigten Bauteilen.

### Praxisbeispiel

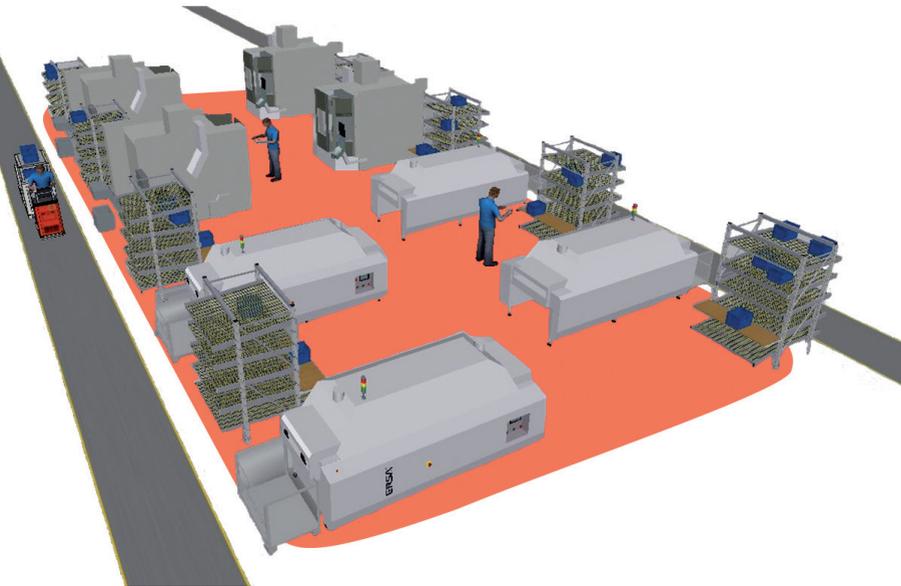
Das erläuterte Injektionsprinzip wurde zur Materialversorgung einer automatisierten Montage angewendet. Die Ausgangssituation stellte sich wie folgt dar: ein Produktionsmitarbeiter bedient mehrere Montageautomaten. Neben Prüf- und Rüsttätigkeiten muss er diese in regelmäßigen Abständen mit fünf bis neun verschiedenen, neuen Bauteilen bestücken. Dazu steht für jede Maschine ein Kanban-Regal zur Verfügung, welches Bauteile für sämtliche Varianten enthält und mittels eines Routenzugs verbrauchsgesteuert befüllt wird (Bild 3). Da die Produktion dreischichtig arbeitet, die Logistik allerdings nur einschichtig besetzt ist sowie eine hohe Flexibilität in Hinblick auf die verschiedenen Varianten notwendig ist, befindet sich ein Bestand für mehrere Schichten und Produktvarianten in den Kanban-Regalen. Dieser nach Lean-Kriterien gestaltete Prozess erwies sich in der Vergangenheit als äußerst zuverlässig.



### Literatur

1. NAD, T.: Systematisches Lean Management: Six Sigma-Methoden ergänzen das Lean Production-System. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 105 (2010), Nr. 4, S. 299–302.
2. GÜNTNER, W.; BOPPERT, J.: Lean Logistics: Methodisches Vorgehen und praktische Anwendung in der Automobilindustrie. Berlin/Heidelberg 2013.
3. N.N.: Lean Management Studie 2009: Wege zu höherer Wettbewerbsfähigkeit. Zürich: Abegglen Management Consultants 2009.
4. BICK, W.: Warum Industrie 4.0 und Lean zwingend zusammengehören. In: VDI-Z 156 (2014), Nr. 11, S. 46–47.
5. SPATH, D.; GANSCHAR, O.; GERLACH, S.; HÄMMERLE, M.; KRAUSE, T.; SCHLUND, S.: Produktionsarbeit der Zukunft - Industrie 4.0. Stuttgart 2013.
6. OHNO, T.: Das Toyota-Produktionssystem. 3., erw. und aktualisierte Auflage Frankfurt, M./ New York, NY 2013.
7. FRANK, H.: Lean Produktion versus Industrie 4.0: Gegner oder Verbündete? In: Industrie Management 30 (2014), Nr. 6, S. 17–20.
8. LIKER, J.; MEIER, D.: Praxisbuch der Toyota Weg: Für jedes Unternehmen. 6., unveränd. Aufl. München 2013.
9. FREITAG, M.; THAMER, H.; LAPPE, D.; URIARTE, C.: Perspektiven in der Intralogistik durch Industrie 4.0. In: SCHENK, M.; ZADEK, H.; MÜLLER, G.; RICHTER, K.; SEIDEL, H. (Hrsg.): 20. Magdeburger Logistiktage „Sichere und Nachhaltige Logistik“. Magdeburg 2015, S. 15–22.
10. ROTHER, M.; HARRIS, R.; WOMACK, J.: Kontinuierliche Fließfertigung organisieren: Praxisleitfaden zur Einzelstück-Fließfertigung für Manager, Ingenieure und Meister in der Produktion. Aachen 2006.

**Bild 2: Prinzip-Darstellung eines nach dem „Injektionsprinzip“ gestalteten Fertigungsbereichs [12]**



**Bild 3: Layout mit Kanban-Regalen und Materialversorgung per Routenzug [12]**

Mit Hilfe des Injektionsprinzips und dem Einsatz von autonomen Transportrobotern als Enabler-Technologie konnte der logistische Versorgungsprozess jedoch weiter verschlankt und optimiert werden. Der Umlaufbestand an Bauteilen konnte auf Grund der ständigen Verfügbarkeit und Reaktionsfähigkeit des Systems drastisch reduziert werden. Im zukünftigen Prozess können die bisherigen Kanban-Regale komplett entfallen. Stattdessen wird ein sogenannter „Mini-Kanban“ realisiert. Für jedes derzeit benötigte Bauteil steht genau ein direkt an der Maschine stehender Behälter zur Verfügung. Nachdem der Mitarbeiter die Maschine mit den Teilen dieses Behälters bestückt hat, gibt er ihn über den Behälteraufzug in das System ein und wählt auf einem Touchpad aus, ob ein neuer Behälter mit gleichem Inhalt oder, z. B. wegen eines anstehenden Auftragswechsels, andere Teile benötigt werden.

In jedem derartigen Projekt müssen neben der Frage nach der Amortisationszeit vor allem Punkte hinsichtlich Ausfallsicherheit und Wandlungsfähigkeit des Systems geklärt werden. In dem beschriebenen Projekt wurden diese Fragen positiv beschieden und die Intralogistik

durch den Einsatz von Industrie 4.0-Technologien als Enabler weiter optimiert.

Als Ergebnis konnte in der Produktion eine Flächeneinsparung von ca. 20% erreicht werden. Dies wurde durch den Wegfall der Kanban-Regale und die dadurch engere Positionierung der Montageautomaten ermöglicht (ähnlich der Prinzip-Darstellung in Bild 2). Auch im Lagerbereich konnte durch die automatisierte, hochverdichtete Lagerung eine Flächeneinsparung in der gleichen Größenordnung realisiert werden. Zudem wurde das Lager in ein anderes Gebäude in den ersten Stock verlegt. Dadurch wurde zusätzlich wertvolle Produktionsfläche frei. Neben den Laufwegen der Produktionsmitarbeiter bei der Mehrmaschinenbedienung auf Grund der Materialbereitstellung in der Mitte wurde auch die Anzahl der Material-Handlungsschritte reduziert. Die Kleinladungsträger werden direkt nach Wareneingang in das System eingegeben und ohne Systembruch zur richtigen Zeit direkt an den jeweiligen Verbauort geliefert. Dies stellt gemäß dem Prinzip „Integration“ auch aus Lean-Sicht eine erstrebenswerte Lösung dar. Das Lean-Gestaltungsprinzip einer verbrauchsorientierten, dezentral mittels Kanban gesteuerten Materialversorgung wird ebenfalls beibehalten. Aufbauend auf dieser komplexitätsreduzierenden Steuerung wird die verbleibende Komplexität auf das Assistenzsystem in Form der intelligenten, autonomen Transportroboter übergeben, mit welchem der Mensch über eine einfache Schnittstelle in Form eines Touchpads kommuniziert.

**Fazit**

Lean und Industrie 4.0 verfolgen im Kern ähnliche Ziele und setzen auf dezentrale Steuerungskonzepte. Zwar sind die Vorgehensweise und die eingesetzten Mittel teilweise andere, doch können sich diese beiden Konzepte oftmals sinnvoll ergänzen. Industrie 4.0 wird Lean nicht verdrängen, sondern ergänzen. Es handelt sich vielmehr um eine Evolution, als eine Revolution. Wie das vorgestellte Praxisbeispiel zeigt, können bereits schlanke Prozesse mittels innovativer Technologien aber durchaus weiter optimiert werden.

**Schlüsselwörter:**

Lean Production, Industrie 4.0, Intralogistik, Materialflusstechnik

- 11. SCHNEIDER, M.; Ettl, M.: Reduzierung des Steuerungsaufwandes durch den Einsatz von Real-Time-Location in einer Lean Production. In: SCHENK, M.; ZADEK, H.; MÜLLER, G.; RICHTER, K.; SEIDEL, H. (Hrsg.): 18. Magdeburger Logistiktage „Sichere und Nachhaltige Logistik“ Magdeburg 2013.
- 12. SCHNEIDER, M.; KASPAR, S.; BEER, C.: Das Injektionsprinzip: Effizienzsteigerung durch Kombination von Lean und innovativer Materialflusstechnik. In: wt Werkstattstechnik online 104 (2014), Nr. 6, S. 418–422.

**Lean and Industry 4.0 in the Field of Intra Logistics**

– Efficiency Improvement by Combination of the two Approaches

Lean Production principles are regarded as best-practice for modern production systems. In the course of the current discussion about Industry 4.0, there is the question if and how these two approaches are compatible.

This article shows that they use different tools, but have similar objectives. Despite some contradictions, they can complement each other.

A case example from the field of intra logistics shows how innovative technology can serve as enabler to further optimize lean processes.

**Keywords:**

Lean Production, Industry 4.0, Intra Logistics, Material Flow Technology