

WHITE PAPER

# Lean als Gestaltungsansatz für Industrial Communication und 5G

PADERBORN 2019

| VERSION 3.1



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Industrielles  
Internet



Taktiles  
Internet

# Inhalt

01 Einführung.....	4
02 Übertragung der 10 Prinzipien des Lean Managements auf Industrial Communication.....	6
03 Beitrag von 5G zu Lean Industrial Communication .....	11
04 Bezüge zu den 5G Forschungsprojekten.....	12
05 Fazit.....	14
06 Impressum.....	15

## Autoren:

Michael Kemkes | InnoZent OWL e.V.

Thomas Mager | Fraunhofer IEM

Dr. Simon Oberthür | Universität Paderborn / SICP

Dr. Gunnar Schomaker | Universität Paderborn / SICP

Dr. Lutz Stobbe | Fraunhofer IZM

## Hinweis:

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen **16KIS0564K** gefördert.

Die Inhalte wurden im Rahmen der Fachgruppen der „Informationsplattform für 5G“ im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „5G – Industrielles Internet“ des BMBF-Förderprogramms „IKT 2020 – Forschung für Innovationen“ erörtert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

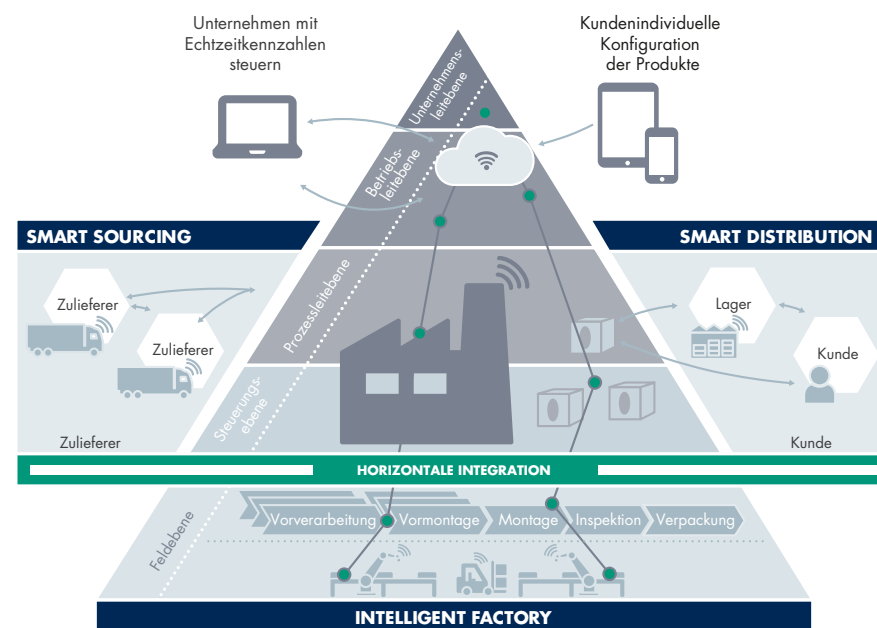
# 01 Einführung

Die Umsetzung der Industrie 4.0-Strategie zur Sicherung und Entwicklung des Industriestandortes Deutschland ist eng mit dem Einsatz neuer Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) verbunden. Die IKT bildet gewissermaßen das **Rückgrat und die Nervenbahnen für vernetzte sozio-technische Systeme**. Bei den neuesten Entwicklungen in der IKT, wie z. B. dem 5G-Ansatz, geht es nicht nur um eine reine Steigerung der Leistungswerte (Latenz, Durchsatz, Skalierbarkeit), sondern um die Fähigkeit, jederzeit und an jedem Ort bedarfsgerecht und flexibel Kommunikationsleistungen wirtschaftlich zur Verfügung stellen zu können. Diese Anforderungen ergeben sich vor dem Hintergrund der zunehmenden Vernetzung in den Unternehmen (vertikale Digitalisierung) und auch über die Unternehmensgrenzen hinweg in Richtung **vernetzter Wertschöpfungsketten** (horizontale Digitalisierung). Die damit verbundene, steigende Komplexität und Heterogenität der IKT stellt nicht nur die Netzbetreiber sondern insbesondere auch die Anwenderindustrien vor große Herausforderungen. Die Frage ist: Wie kann eine geeignete **Kommunikationsinfrastruktur (KIS)** einschließlich aller Systeme zur Datenerfassung/-ausgabe und -übertragung, heutzutage auch Datenspeicherung und -analyse entlang des Kommunikationsweges sowie dessen Orchestrierung (Konfiguration und Management) entwickelt und gestaltet werden, die den genannten Anforderungen genügt und dennoch beherrschbar bleibt?

In der Vergangenheit wurden unter dem Schlagwort „Lean“ Gestaltungsansätze wie Lean Management oder Lean Production erfolgreich verfolgt, um ähnliche Herausforderungen, z. B. im Rahmen der Automatisierung, mithilfe von bestimmten Prinzipien zu bewältigen. Industrie 4.0 bezeichnet die intelligente Vernetzung von Menschen, Maschinen, Objekten und Prozessen in der Industrie. In diesem Kontext ist eine erweiterte Lean-Perspektive erforderlich. **Kommunikationstechnologie muss in die Lean-Perspektive mit einbezogen werden**, um dieses hoch dynamische Technologiefeld für die Unternehmen gestalt- und entwickelbar zu machen.

Nachfolgend soll daher der Versuch unternommen werden, die Prinzipien des Lean Management auf den Bereich der IKT zu übertragen und dabei die Rolle der 5G Technologien und Lösungen mit in den Blick zu nehmen. **Lean Industrial Communication (LIC)** kann als eine Anwendungsform des Lean Management (LM) betrachtet werden. Sie verfolgt als Gestaltungskonzept das Ziel, die Kommunikation entlang einer industriellen Wertschöpfungskette zu optimieren, d.h. effizient und kundenorientiert zu gestalten. Dadurch soll die Qualität und die Flexibilität des Wertschöpfungsprozesses (z. B. Losgröße 1 oder wechselnde Produkte) auch über Unternehmensgrenzen hinweg optimiert werden.

Anders als beim Lean Management sind im Kontext der Kommunikation sowohl der Mensch in seinen unterschiedlichen Rollen (Management, IT/OT-Verantwortlicher, Mitarbeiter in der Fertigung etc.) als auch die einzelne Maschine als **Kunden** zu betrachten. **Effizienz** bedeutet in diesem Zusammenhang, mit möglichst geringem Aufwand (z. B. effektiver Einsatz von Ressourcen) dem Menschen und der Maschine zu einem bestimmten Zeitpunkt oder Anlass alle für ihn/sie erforderlichen Informationen zur Verfügung zu stellen und gleichzeitig entstehendes Erfahrungswissen anderen in der Wertschöpfungskette verfügbar zu machen.



© UNITY CONSULTING & INNOVATION

**Abb. 1.01:** Kommunikationsinfrastruktur als Grundlage für die digitale Unternehmenskommunikation

<sup>1</sup> <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html>

# Übertragung der 10 Prinzipien des Lean Managements auf 02 Industrial Communication

Lean Management zielt als Ansatz auf die effiziente Gestaltung von Wertschöpfungsprozessen ab. Diese Gestaltungsarbeit wird als kontinuierliche Aufgabe betrachtet, um auf veränderte Marktanforderungen oder auch Technologieentwicklungen reagieren zu können. Grundlage für eine Bewertung und Maßnahmenentwicklung bilden dabei definierte Prinzipien. Nachfolgend werden die 10 Prinzipien von Graf-Götz und Glatz (Friedrich Graf-Götz, Hans Glatz: Organisation gestalten. Beltz-Verlag, 2001) zugrunde gelegt.

Ausgehend von der jeweiligen Definition im Lean Management steht die Formulierung der Prinzipien für Lean Industrial Communication im Zentrum der nachfolgenden Ausführungen. Darüber hinaus erfolgt eine Übertragung der Prinzipien auf die technische Ebene der Kommunikationsinfrastruktur sowie die Ableitung eines möglichen Beitrags von 5G zur Ausgestaltung dieser Infrastruktur.

## **Prinzip 1: Ausrichtung aller Tätigkeiten auf den Kunden**

Im Lean Management geht dieses erste Prinzip davon aus, dass die Minimierung der Prozesskosten zu günstigen Angebotspreisen führt, wodurch eine starke Kundenbindung erreicht werden kann. Zusätzlich werden Kundenwünsche wie Verfügbarkeit, Qualität und Individualität berücksichtigt.

Die Übersetzung auf Lean Industrial Communication nimmt die Kommunikation als zentrales Gestaltungselement in den Blick. Sie schafft in jedem Moment eine individuelle und für den gegenwärtigen Prozess optimale Informationsgrundlage für erforderliche Entscheidungen oder Handlungen. Entscheidungsprozesse werden damit verbessert und beschleunigt, Handlungen in ihrer Wirksamkeit hinsichtlich der Qualität optimiert.

Aspekte für die Umsetzung der Kommunikationsinfrastruktur (KIS):

- Anpassung an die spezifischen Anforderungen der Anwendungen, die das KIS nutzen, durch dynamische Orchestrierung und Erweiterbarkeit des Netzwerks zur Laufzeit
- Bereitstellung der notwendigen Informationen in Abhängigkeit des Kunden und des Prozesses unter Berücksichtigung der zeitlichen und volumenbezogenen Anforderungen

## **Prinzip 2: Konzentration auf die eigenen Stärken**

Im Lean Management soll das Prinzip der Hervorhebung eigener Stärken dazu führen, noch besser und effizienter zu werden, um so die Position im Markt festigen zu können. Hierbei gilt es, überflüssige oder gar schlechte Prozesse zu identifizieren und zu eliminieren.

Die Übersetzung auf Lean Industrial Communication fokussiert Effektivität (das Richtige tun) und damit auf das Domänenwissen als Basis für eine effektive, kundenorientierte Kommunikation. Im Zentrum steht die Frage: Welche Daten und Informationen sind an welcher Stelle und zu welcher Zeit besonders nützlich? Es geht also um das anwendungsspezifische Know-how und die Konzentration auf wesentliche Informationen, die das Kommunikationssystem bereitstellen soll. Ein zweiter wichtiger Aspekt ist die optimale Architektur und Konfiguration der hierfür benötigten Kommunikationsinfrastruktur.

Aspekte für die Umsetzung der Kommunikationsinfrastruktur (KIS):

- Optimale Nutzung verschiedener Technologien durch Anpassung verwendeter Verfahren und Verortung von Funktionalitäten
- Nutzung von Domänenwissen der Anwender beim Aufbau und der Erweiterung des KIS. Beispielsweise sollten Informationen für Topologie vor Ort genutzt werden
- Einfache Skalierbarkeit der Informationsverarbeitung und -speicherung im Netz
- Anwenderfreundliche Konfiguration und Betrieb der gesamten KIS

## **Prinzip 3: Optimierung von Geschäftsprozessen**

Im Lean Management dient das Prinzip dazu, unnötige Prozessabläufe zu streichen oder zu überarbeiten, um die unternehmenseigene Effizienz zu steigern. Dafür muss im Vorfeld ermittelt werden, welche Prozesse für Fehler und Störungen besonders anfällig sind und wie diese beseitigt werden können.

Die Übersetzung auf Lean Industrial Communication stellt die Wertschöpfungsprozesse und damit die Effizienz im operativen Betrieb in den Mittelpunkt. Daten und Informationen müssen mit der erforderlichen Qualität und im notwendigen Umfang an der Stelle verfügbar sein, wo sie benötigt werden bzw. an der Stelle aufgenommen werden, wo sie entstehen. So können Wertschöpfungsprozesse verbessert und beschleunigt werden.

Aspekte für die Umsetzung der Kommunikationsinfrastruktur (KIS):

- Software-basierte Anpassung der Kommunikationsinfrastruktur an sich dynamisch wandelnde Anforderungen und Leistungsparameter (Effizienz)
- Möglichkeit zur Platzierung von Informationsverarbeitung und -speicherung auf Basis von Wissen der Anwendung entlang des Netzwerkes. Verarbeitung vor Ort (Edge Cloud), wenn beispielsweise geringe Latenzen benötigt werden
- Einsatz von Maschinellem Lernen (ML) / Künstlicher Intelligenz (KI) zur Selbstoptimierung und dynamischen Systemanpassung mit dem Ziel der Ressourcenoptimierung

## **Prinzip 4: Ständige Verbesserung der Qualität**

Im Sinne des Lean Managements erfordert dieses Prinzip vor dem Hintergrund, dass die Nachfrage auf dem Markt als auch die Kundenanforderungen im stetigen Wandel sind, dass sich die Prozesse im Unternehmen laufend weiterentwickeln und an die jeweilige Verhältnisse anpassen müssen. Hierfür haben sich unterschiedliche Methoden etabliert, wie z. B. der kontinuierliche Verbesserungsprozess (KVP).

Im Kontext von Lean Industrial Communication erfordert das Prinzip, dass sich die Kommunikation kontinuierlich den Erfordernissen der Wertschöpfungsprozesse anpasst, evolutionsfähig bleibt, um so seinen Beitrag zur Sicherung und Verbesserung der Produkt- bzw. Leistungsqualität zu leisten. Im Mittelpunkt steht softwarebasierte Flexibilität (Orchestrierung und Network Function Virtualization).

Aspekte für die Umsetzung der Kommunikationsinfrastruktur (KIS):

- Orchestrierung der aktuellen Anwendungen und verfügbaren Netzwerkressourcen
- Monitoring der Auslastung, Durchsatzraten, Dienstgüte und des Stromverbrauchs
- Auswertung der Messergebnisse und Bewertung der Leistungsfähigkeit mittels Kennzahlen (Indikatoren)
- Analyse von externen Einflussfaktoren wie Interferenzen und Bestimmung der nötigen Parameter zur Kompensation
- Stetiger Fokus auf neue Technologieoptionen und Ausweitung der funktionalen Möglichkeiten (bspw. durch neue Software)

#### **Prinzip 5: Interne Kundenorientierung als Unternehmensleitbild**

Das Lean Management definiert, dass jeder Mitarbeiter in einem Unternehmen Zulieferer und Kunde zugleich ist. Dabei liefert oder empfängt er Produkte, Dienstleistungen oder Informationen mit dem Ziel, diese weiter zu veredeln oder sie für die Veredelung, die Wertschöpfung, optimal einzusetzen.

Lean Industrial Communication bedeutet höchste Transparenz bezüglich der eigenen Leistungsdaten einschließlich elektromagnetischer Emissionen, Datensicherheit und Wartungszustände. Gesundheit und Schutz der Mitarbeit haben oberstes Gebot. Das fünfte Prinzip bedeute aber auch, dass die technischen und anwendungsbezogenen Kompetenzen im Unternehmen identifiziert und nutzbar gemacht werden. Damit wird der eigene Betrieb bestmöglich und im gesamten Spektrum der Anwendungen uneingeschränkt unterstützt. Das Unternehmen wird befähigt, die Kommunikationsinfrastruktur effizient und für eine optimale Wertschöpfung einzusetzen.

Aspekte für die Umsetzung der Kommunikationsinfrastruktur (KIS):

- Einhaltung aller Sicherheitsvorschriften und regulativen Auflagen, inkl. Gesundheits- und Umweltschutz
- Prinzipien des Ökodesigns, der grünen Beschaffung und der sozialökonomischen Nachhaltigkeit implementieren
- Etablierung des Lebenszyklusgedankens, z. B. durch die Verwendung von besonders energie- und ressourceneffizienten Komponenten
- Domänenwissen der Fachmitarbeiter identifizieren und nutzbar machen

#### **Prinzip 6: Eigenverantwortung, Empowerment und Teamarbeit**

Dieses Prinzip spiegelt im Lean Management den Ansatz wider, dass komplexe Prozesse dauerhaft nur beherrscht und verbessert werden können, wenn es dem Management und der Belegschaft gelingt, Verhaltensweisen im Unternehmen zu verankern, die auf Eigenverantwortung und Befähigung in Teams setzen.

Der Lean Industrial Communication Ansatz konkretisiert dieses Prinzip in Richtung einer unmittelbaren und offenen Kommunikation als Voraussetzung für die Entwicklung von Eigenverantwortung, die Erschließung neuer Verantwortungs- und Entscheidungsspielräume sowie für eine produktive und selbstbestimmte Zusammenarbeit in Teams. Kommunikation wird damit für alle in Grenzen frei gestaltbar. Dieses bedeutet auch die Integration von Selbstheilungsmechanismen wie Resilience und Zuverlässigkeit (Reliability).

Aspekte für die Umsetzung der Kommunikationsinfrastruktur (KIS):

- Strategische Entscheidungen werden zwischen verschiedenen Ebenen der Kommunikationsinfrastruktur ausgetauscht
- Eigenständigkeit von Komponenten durch selbständige Adaption bei gleichzeitiger übergeordneter Orchestrierung / Abgleich mit anderen Systemkomponenten
- Automatisches „Umrouten“ bei Ausfall von Verbindungen (Alternativen müssen in der Planung berücksichtigt werden)
- Komplexität reduzieren durch das Informatik Paradigma: „Divide & Conquer / Teile-und-herrsche“: Das große Ganze wird in kleinere, einfachere Teilprobleme zerlegt, die beherrschbar sind und für die Gesamtlösung wieder zusammengesetzt werden
- Objektorientiertheit: ebenfalls Aufspaltung in kleinere Teile mit klaren Zuständigkeiten

#### **Prinzip 7: Dezentrale, kundenorientierte Strukturen**

Lean Management steht in erster Linie für den Abbau von Führungsebenen in Großunternehmen in Richtung flacher Hierarchien. Berichts- und Entscheidungswege zwischen den Ebenen sollen so verkürzt werden, um Prozesszeiten zu verringern und letztendlich die Durchlaufzeit von Produkten bzw. die Ausführung der Dienstleistung zu optimieren.

Dezentrale und kundenorientierte Strukturen bedeuten als Prinzip für Lean Industrial Communication, die mit 5G ermöglichte Trennung der Kontroll- und Datenebenen für eine hoch effektive, kundenorientierte Kommunikation zu nutzen. Mit diesem Prinzip kann auch die Prozesseffizienz erhöht sowie redundante und nutzlose Kommunikation reduziert werden.

Aspekte für die Umsetzung der Kommunikationsinfrastruktur (KIS):

- Flexible Nutzung von Central Cloud und Edge Cloud zur Erweiterung von Funktionen und Ressourceneffizienz
- Unmittelbare Anbindung an optische Netze sowie Nutzung optischer Verbindungen im Front- und Backhaul, um Aggregationsebenen zu reduzieren und weniger Standorte zu betreiben
- KI-basierte Automatisierung der Netzanpassung und -optimierung

#### **Prinzip 8: Führen ist Service am Mitarbeiter**

Im Lean Management ist es Aufgabe der Führungskraft, die eigenen Mitarbeiter für die Lean-Philosophie zu begeistern und zu motivieren. Dies führt zur Steigerung der Effizienz und Produktivität und die Beschäftigten lernen, das Prinzip des Lean zu verstehen und zu leben.

Im Sinne des Lean Industrial Communication bedeutet Führen insbesondere, Mitarbeiter in die Lage zu versetzen, ihre Aufgaben optimal zu erfüllen und die richtigen Entscheidungen treffen zu können. Führen bedeutet somit dafür Sorge zu tragen, dass Mitarbeiter zu jeder Zeit auf alle für sie wichtigen Informationen zugreifen und eigene Informationen teilen können.

Aspekte für die Umsetzung der Kommunikationsinfrastruktur (KIS):

- Technische Basis: Softwareidentifizierung, Virtualisierung, Trennung Control & Data Plane
- Verteilung von Software durch App-Stores für Network Function Virtualization (NFV) zur flexiblen Komposition neuer Dienste
- Nutzvoller: Chancen für KI in der Produktion – da industrieller Anwender 5G für seine Bedürfnisse nutzen kann

#### Prinzip 9: Offene Informations- und Feedback-Prozesse

Durch offene Informations- und Feedback-Prozesse verfolgt das Lean Management das Ziel, frühzeitig auf Fehler und Probleme reagieren zu können. Dadurch steigen die Mitarbeitermotivation und gleichzeitig die Produktivität, da Fehler nicht langwierig ermittelt werden müssen und Prozesse effizienter ablaufen.

Lean Industrial Communication setzt auf einen gesicherter Zugang zu den notwendigen Daten- und Informationen für jeden Mitarbeiter und jede Maschine. Diese vollständige Transparenz soll dafür sorgen, dass Prozesse optimiert, auf Abweichungen besser reagiert und Fehler von vornherein vermieden werden können.

Aspekte für die Umsetzung der Kommunikationsinfrastruktur (KIS):

- Monitoring und Bewusstsein über das Netz und die Kommunikation zwischen den Stakeholdern ermöglichen offene Prozesse
- Netz muss gewährleisten, dass jeder Informationen einbringen kann, und zwar in der Form, wie es der Person möglich ist und sinnvoll erscheint
- Propagierung von Fehlern zur Unterstützung von Problembehandlung

#### Prinzip 10: Einstellungs- und Kulturwandel im Unternehmen (Kaikaku)

Lean Management ist vielmehr eine Philosophie als eine Sammlung von Methoden. Dies müssen sowohl die Mitarbeiter als auch das Management begreifen und leben. Dabei wird viel Wert darauf gelegt, Probleme zu identifizieren und zu analysieren. Fehler sollen als Chance wahrgenommen werden und nicht als Probleme. Nur so ist es möglich, aus ihnen zu lernen und zu wachsen.

Lean Industrial Communication geht davon aus, dass die Kommunikation in einem Unternehmen nicht nur die interne Kultur widerspiegelt, sondern diese auch maßgeblich beeinflussen und verändern kann. Vernetzte Wertschöpfungsketten erfordern eine vernetzte Kommunikation in und zwischen den Unternehmen, um den hohen Anforderungen an Dynamik sowie Prozess- und Leistungsqualität auch wirtschaftlich gerecht werden zu können.

Aspekte für die Umsetzung der Kommunikationsinfrastruktur (KIS):

- Planungsentscheide und Beschaffung in größeren fachübergreifenden Teams organisieren, um alle Aspekte (technische, ökonomische und ökologische) ganzheitlich zu berücksichtigen
- Kunden in die Planung neuer Kommunikationsinfrastrukturen und Abläufe frühzeitig einbeziehen, um beispielsweise Sicherheitsanforderungen und entsprechende Maßnahmen kosteneffektiv zu gestalten
- Schulungs- und Weiterbildungsangebote schaffen, um den Mitarbeitern und Kunden ein effektives Arbeiten zu ermöglichen

## Beitrag von 5G zu Lean Industrial Communication 03

5G bietet eine hochflexible Plattform, um viele der Anforderungen eines Lean Industrial Communication Ansatzes an die KIS erfüllen zu können, beispielsweise durch die Orchestrierung und Flexibilität in der Architektur sowie der bedarfsgerechten Bereitstellung von Leistungsparametern unter Berücksichtigung der geforderten Dienstqualität (QoS). Virtualisierung und Automatisierung sind zentrale Bestandteile der 5G Architektur. Die Standardisierung von NFV und SDN werden mit 5G weiter vorangetrieben. Durch diese Standardisierung wird es für Anwender einfacher, eigene Funktionen im Netz auf Hardware unterschiedlicher Hersteller zu platzieren. Hierdurch werden in einem 5G Netzwerk Kommunikationsdienste nicht nur flexibler, sondern auch nach dem Cloudprinzip dynamisch für die Anwendungen nutzbar. Die hierarchische 5G-Architektur ist die Grundlage für eine im Netz verteilte Dienste-Struktur. Datenverarbeitung und -speicherung sowie der Zugriff auf Informationen werden über das gesamte Netz ermöglicht. Die Vision von 5G ist dabei, die Konfiguration des Netzwerkes zu automatisieren und somit, ganz im Sinne der Cloud-Definition, On-demand Self-service zu ermöglichen.

5G ist damit nicht nur aus technologischer Sicht ein zentraler Schlüssel für den Aufbau und Betrieb von KIS in einem Umfeld heterogener und sich verändernder Anwendungen, sondern auch für die Realisierung von Effizienzgewinnen zur Senkung der Kosten einer hochleistungsfähigen KIS und der darauf aufbauenden Dienste.

# 04 Bezüge zu den 5G Forschungsprojekten

Im Rahmen der BMBF-Forschungsinitiative „Industrielle Kommunikation der Zukunft“ werden acht Forschungsprojekte mit dem Förderschwerpunkt „5G – Industrielles Internet“ umgesetzt. Ziel ist die Entwicklung innovativer Technologien und Managementlösungen für das industrielle Internet. Sie liefern modellhaft anhand von definierten Anwendungsszenarien technologische Lösungen, definieren über gemeinsame Fragenstellungen erforderliche Rahmenbedingungen und Anforderungen an ein leistungsfähiges und wirtschaftliches Industrielles Internet als Teil der Umsetzung der I4.0-Strategie. Diese Projekte tragen mit ihren Forschungsaktivitäten dazu bei, die vorgestellten Prinzipien des Lean Industrial Communication zu realisieren.

KURZTITEL	TITEL	FOKUS
<b>5Gang</b>	5G angewandt in der Industrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse von 5G Anwendungsfällen zur Geschäftsmodellgestaltung</li> <li>Entwicklung einer initialen Architekturbeschreibung</li> <li>Effiziente Zustandsüberwachung durch flexible 5G Netzwerke</li> <li>Flexible Produktion durch standortübergreifende Vernetzung</li> </ul>
<b>FIND</b>	Future Industrial Internet Architecture	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einheitliche Abstraktion industrieller Quality-of-Service Metriken</li> <li>Analyse geeigneter Referenzarchitektur-Modelle unter Berücksichtigung koexistierender heterogener Anwendungen</li> <li>Adaption industrieller Kommunikationslösungen für ein einheitliches und dynamisches Netzwerkmanagement</li> </ul>
<b>I3</b>	Informationszentrische Netze für das Industrielle Internet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resiliente Maschine-zu-Maschine-Kommunikation durch informations zentrische Netze</li> <li>Entwicklungen von Open-Source-Software für das industrielle Internet</li> <li>Beiträge zur Internet-Standardisierung</li> </ul>

<b>IP45G</b>	Innovationsplattform für 5G	<ul style="list-style-type: none"> <li>Systematik zur technologischen und wirtschaftlichen Einordnung von 5G Entwicklungen</li> <li>Erfassung und Klassifizierung von Testbeds sowie Beschreibung von deren Rolle bei der Einführung von 5G</li> <li>Erfolgsfaktoren für die betriebliche Einbindung von neuen IKT-Lösungen auf 5G Basis</li> <li>Konzept zur nachhaltigen Einschätzung und Bewertung von Anforderungen an Kommunikationsstrukturen in Industrie 4.0-Umgebungen</li> </ul>
<b>FlexSi-Pro</b>	Flexibilität und Sicherheit in der Produktionsanlage der Zukunft	<ul style="list-style-type: none"> <li>TSN-Konfiguration für OPC UA über SDN</li> <li>Stufen-basiertes Security-Konzept für dynamische, industrielle Netze</li> <li>Kommunikationsarchitektur für flexibles Plug &amp; Manufacture</li> </ul>
<b>SESAM</b>	Sichere, softwarebasierte Zugangnetze für die intelligente Fabrik von morgen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gesamtkonzept für ein hybrides (optisch/funk) drahtloses Kommunikationssystem entwickelt</li> <li>EchoRing™, eine robuste, echtzeitfähige Funktechnologie, bei unterschiedlichen Anwendungsfällen demonstriert</li> <li>Datensicherheitskonzept für SDN-Architektur entwickelt</li> </ul>
<b>SiNSeWa</b>	Sichere Netze für selbstorganisierende Wartungssysteme	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anwendungsfall Bahntechnik ersetzt Use Case Luftfahrt</li> <li>Definition und Systematisierung von Referenzmodellen, Risikobewertung</li> <li>Definition von Netzwerkarchitektur und Entwicklung von Sicherheitsarchitektur einschließlich Prüfspezifikation</li> </ul>
<b>SEKOM</b>	Sichere Echtzeitkommunikation für Industrie und Handel	<ul style="list-style-type: none"> <li>5G Kommunikationskonzept für SmartFactory, Smart Handel</li> <li>Fokus auf Realtime, Reliability, Embedded Security, Prediction, Massive Access</li> <li>Technische Spezifikation und Realisierung der Demonstratoren</li> </ul>

**Tabelle. 4.01**  
Liste der Projekte im Förderschwerpunkt „5G – Industrielles Internet“



Die Entwicklung der für Deutschland wichtigen Anwenderindustrien in Richtung der Industrie 4.0 Vision rückt die Kommunikation und die damit verbundenen Technologien in den Fokus sowohl strategischer als auch operativer Betrachtungen. Das vorliegende Dokument beschreibt die Übertragung der Lean Management-Prinzipien auf moderne industrielle Kommunikation und fasst diese unter dem Begriff Lean Industrial Communication zusammen. So soll auf Basis bewährter Gestaltungsprinzipien eine strukturierte Hilfestellung geliefert werden, die es den Unternehmen erlaubt, ohne die Überdeckung durch technische Details zu erkennen, welche zukünftigen Anforderungen an die bestehende Kommunikation und deren Infrastruktur gestellt werden und welche Möglichkeiten 5G im Sinne einer integrierten und hoch performanten Kommunikation bietet, diese zu erfüllen.

Bei diesem Dokument handelt es sich um ein erstes Diskussionspapier, um den gewählten Ansatz im Sinne eines Leitfadens im Diskurs zu schärfen und zu qualifizieren. Ziel ist es, mit Abschluss des Förderzeitraums eine umfassendere Beschreibung des Lean Industrial Communication Ansatzes vorlegen zu können, der insbesondere mit Blick auf die breite Ausgestaltung der Kommunikationsinfrastruktur für vernetzte Wertschöpfungsketten unter Einbeziehung der 5G Technologien den Unternehmen Orientierung bietet.

**SICP – Software Innovation Campus Paderborn****Universität Paderborn**

Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik

SI-Lab – Software Innovation Lab

Fürstenallee 11

33102 Paderborn

**Ansprechpartner Projektleitung:**

Dr. Gunnar Schomaker

schomaker@sicp.de

**Projektpartner**



