

---

# Konvergente Netze im Umbruch – Anforderungen an Konnektivität, Flexibilität und Künstliche Intelligenz

Ergebnisdokument der Fokusgruppe  
Aufbruch in die Gigabit-Gesellschaft  
Plattform „Digitale Netze und Mobilität“



## Inhalt

01	Konvergente Netze – Mit Künstlicher Intelligenz gesellschaftlichen Nutzen schaffen	3
02	Konnektivität – Konvergenz der Netze/Trägerinfrastrukturen	5
03	Flexibilisierung – Künstliche Intelligenz in konvergenten Netzen	7
	03.1 Künstliche Intelligenz für den Betrieb und die Planung von Telekommunikationsnetzen	7
	03.2 Der Einsatz künstlicher Intelligenz im Bereich der Netzsicherheit	8
	03.3 Randbedingungen für den Einsatz von künstlicher Intelligenz	9
04	Digitalisierung für einen „Intelligenten Logistikkaum“ – ein Anwendungsbeispiel	10
	04.1 Anforderungen an die Konnektivität	11
	04.2 Anforderungen der Logistik an die KI	11

# 01

## Konvergente Netze – Mit Künstlicher Intelligenz gesellschaftlichen Nutzen schaffen

Die Fokusgruppe Aufbruch in die Gigabit-Gesellschaft verfolgt das Ziel, die aktuellen Entwicklungen und Problemstellungen im Kontext konvergenter Netze und deren zunehmenden Komplexität darzustellen, sowie Handlungsfelder aufzuzeigen, um Deutschlands Position als führende Industrienation weiterhin abzusichern.

Die dafür notwendigen leistungsfähigen Netzinfrastrukturen bilden die Grundlage der Wettbewerbsfähigkeit. Die Realisierung aller bereits mit der heutigen Technologie möglichen Effizienzsteigerungen ist der zentrale Ansatz, um bestehende Infrastrukturen zu optimieren. Im Mobilfunk erlaubt z.B. die Nutzung der Narrowband IoT Funktionen von 4G die Unterstützung von intelligenten Sensormodulen in der Logistik. Dadurch können Zustand, Ort, und Bewegung von Waren fortlaufend ausgewertet und damit Qualitäts-, Sicherheits- und Effizienzanforderungen bei der Abwicklung der Kundenaufträge erfüllt und nachgewiesen werden.

Darüber hinaus bietet der Einsatz neuer Technologien neue Möglichkeiten. So wird die neue Netztechnologie 5G unter anderem durch gesteigerte Kapazitäten, höhere Energieeffizienz und den Einsatz von Network Slicing neue Möglichkeiten für die Dienstbereitstellung mit sich bringen. Wiederum auf das Beispiel Logistik bezogen, lassen sich hiermit die zukünftigen Anforderungen eines resilienten Warenstroms, der für hochdynamische Produktions- und Logistikprozesse relevant ist, adressieren.

Darüber hinaus wird der Einsatz Künstlicher Intelligenz (KI) wesentliche Verbesserungen mit sich bringen.

So wird etwa die Leistungsfähigkeit, die Effizienz und die Sicherheit konvergenter Netze durch den Einsatz von KI maßgeblich gesteigert. Und auch der gesellschaftliche Nutzen ist offensichtlich: Netzinfrastrukturen, Ressourcen- und Energieverbrauch werden flexibel an die stetig fluktuierende Nachfrage nach Datenraten und Diensten angepasst und optimiert. Kundenanfragen können schneller bearbeitet und umgesetzt werden. Netze, Kunden und Anwendungen können effizienter vor Cyberangriffen geschützt werden.

Um in Deutschland den weiteren Ausbau leistungsstarker, glasfaserbasierter Netze voranzutreiben und gleichzeitig 5G mit seinem breiten Anwendungsspektrum erfolgreich implementieren zu können, ist eine infrastrukturelle Kraftanstrengung erforderlich: Angefangen von der Identifizierung und Nutzbarmachung geeigneter (bestehender und neuer) Mobilfunkstandorte über enorme Tiefbauaktivitäten für die notwendige Glasfaserverlegung bis hin zum Erfordernis, die auf lokaler Verwaltungsebene nötigen Abstimmungs- und Genehmigungsprozesse möglichst einfach und reibungslos zu gestalten. Mit Blick auf den 5G Ausbau müssen nun auch neue Trägerinfrastrukturen (wie Straßenlaternen oder kommunale Hinweisschilder) im öffentlichen Raum zur Erschließung als Small Cell Standorte eingebunden werden.

Um die zunehmende Komplexität der digitalen Netze zu beherrschen und darüber hinaus die Flexibilisierung zu gewährleisten, die die Bedürfnisse der neuen Anwendungsfelder zeitnah, effizient und effektiv adressiert, bietet sich KI als zentrale Lösungskomponente an. Sie findet Einsatz in der Planung, im Aufbau, im Betrieb und im Schutz der digitalen Netze. Voraussetzungen für ihren Einsatz sind geeignete gesetzliche Rahmenbedingungen, branchenübergreifende Zusammenarbeit entlang der Wertschöpfungskette, die Verfügbarkeit und der Zugriff auf für den jeweiligen Verwendungszweck relevante Daten(-plattformen) sowie Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Anwendung.

Logistik 4.0 dient als geeignetes gesamtgesellschaftlich relevantes Beispiel der sich wandelnden Ansprüche an digitale Netze. Um den physikalischen Warenfluss über die komplette Logistikkette digital abzubilden und den entsprechenden Anforderungen des Logistikraumes nachzukommen, werden Konnektivitätsangebote auf den Transportwegen vom Produzenten bis zum Endabnehmer benötigt. Dabei muss auch die Dynamik der Warenflüsse zeitnah und flexibel in den digitalen Netzen wiedergespiegelt werden können. Es wird erwartet, dass eine KI, die alle beteiligten Elemente des Ende-zu-Ende Prozesses beeinflussen kann, zu hohen Effizienzsteigerungen führt. Gleichfalls benötigt die Einführung von KI-gestützten Abläufen vielfach noch akzeptanzunterstützende Maßnahmen, um den Nutzen nachhaltig transparent und verständlich zu machen.

Im Folgenden wird auf die einzelnen Aspekte detailliert eingegangen.

## 02

# Konnektivität – Konvergenz der Netze/Trägerinfrastrukturen

Wir stehen vor der herausfordernden Aufgabe, Deutschland erfolgreich in die Gigabitgesellschaft zu bringen. Dies bedeutet zum einen, den weiteren Ausbau leistungsstarker, glasfaserbasierter Netze möglichst bis ins Gebäude voranzutreiben. Gleichzeitig gilt es, 5G mit seinem breiten Anwendungsspektrum gerade für die Industrie-, Logistik- und Dienstleistungsbranche erfolgreich zu implementieren. Dies ist essenziell für die Zukunftsfähigkeit Deutschlands.

Im Zuge der vergangenen Digital Gipfel konnte herausgearbeitet werden, dass Zusammenhänge und Synergien zwischen Glasfaser- und 5G-Ausbau bestehen. Diese zunehmende Konvergenz manifestiert sich insbesondere bei der Einführung von 5G in Form einer Verdichtung der Mobilfunkstandorte, die mit dem Erfordernis einer Glasfaseranbindung zutage treten wird.

Mit Blick auf die ambitionierten Zielsetzungen der neuen Bundesregierung im Koalitionsvertrag ist eine infrastrukturelle Kraftanstrengung notwendig: Angefangen von der Identifizierung und Nutzbarmachung geeigneter Mobilfunkstandorte über enorme Tiefbauaktivitäten für die notwendige Glasfaserverlegung bis hin zu der Vielzahl der dafür auf lokaler Verwaltungsebene notwendigen Abstimmungs- und Genehmigungsprozesse.

Gerade auf „praktischer Ebene“ sind dabei möglichst einfache und reibungslose Prozesse zwischen Betreibern und kommunalen Verantwortlichen wichtig. Grundsätzlich gilt es hier, die Abstimmungs- und Genehmigungsprozesse so zu gestalten, dass diese letztlich zu einer Beschleunigung führen, beispielsweise in Form von Vereinfachung, Standardisierung und Digitalisierung.<sup>1</sup> Dies umfasst auch eine höhere Akzeptanz für alternative Verlegemethoden wie Trenchingverfahren durch die Kommunen zu schaffen.

Darüber hinaus gibt es weitere entscheidende Einflussgrößen wie Regulierungs-, Förderungs- und ordnungspolitische Aspekte, die hier nicht weiter vertieft werden.

Mit Blick auf einen erfolgreichen 5G Ausbau, muss neues Spektrum an existierenden Mobilfunkstandorten in Betrieb genommen werden. Diese sogenannten Makro-Standorte befinden sich heute typischerweise auf Gebäudedächern oder dedizierten Türmen. Bestehende baurechtliche und zulassungstechnische Rahmenbedingungen sowie ökonomische Randbedingungen begrenzen die Aufrüstung dieser Standorte. Daher wird es einerseits notwendig werden, einen angemessenen rechtlichen Rahmen zur effizienten Nutzung der bereits bestehenden Makro-Standorte für 5G zu gestalten. Gleichzeitig ist die Errichtung zusätzlicher Makro-Standorte nötig. Diese werden zum einen wiederum auf Gebäudedächer / Türme errichtet werden, zum anderen aber perspektivisch auch an neuen Standorttypen wie z. B. Dachkanten. Schließlich ist die Zellverdichtung an Standorten mit hoher Endgerätedichte, sowie mit Kapazitätsbedarf für kritische Anwendungen, durch den Aufbau von sogenannten Kleinzellen (Small Cells) ein wichtiger Bestandteil für einen erfolgreichen 5G Rollout.

Damit insbesondere die beschriebene Zellverdichtung realisiert werden kann, müssen nun auch neue Trägerinfrastrukturen im öffentlichen Raum eingebunden werden. Diese liegen oft in kommunaler Hand und spielen bisher keine Rolle für die Telekommunikationsnetze. Da sich diese Infrastrukturen nicht alle gleichermaßen für den intendierten 5G-Rollout eignen, müssen diese anhand verschiedener Faktoren auf ihre Eignung hin bewertet werden. Hier sind insbesondere technische Anforderungen, wie Statik, emissionsrechtliche Aspekte, z. B. die Einhaltung bestimmter Sicherheitsabstände, sowie baurechtliche Anforderungen

<sup>1</sup> Siehe auch „Glasfaserausbau in Deutschland: Beschleunigungspotenziale auf kommunaler Ebene“, Positionspapier ANGA, bitkom, BREKO, BUGLAS, VATM, Mai 2018, <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Glasfaserausbau-in-Deutschland-Beschleunigungspotenziale-auf-kommunaler-Ebene.html>

zu prüfen. Unter Berücksichtigung dieser Faktoren lassen sich als Trägerinfrastrukturen für Small Cell Standorte in einer ersten Annäherung Straßenlaternen, kommunale Hinweisschilder, wie z. B. an U-Bahn-Zugängen, und Fahrgastinformationstafeln im öffentlichen Nahverkehr als besonders geeignet identifizieren.<sup>2</sup>

Neben der Identifikation und Nutzbarmachung der eigentlichen Standorte gilt es zudem, diese mit Strom zu versorgen und sie mit hohen Bitraten anzubinden – idealerweise durch Glasfaser oder gegebenenfalls durch Richtfunk. Beides zeigt einmal mehr das zunehmende physische Zusammenwachsen verschiedener Infrastrukturen. Nachstehend exemplarisch die bildliche Darstellung einer als Small Cell Standort erschlossenen Straßenlaterne mit entsprechender Anbindung.

Insbesondere der Aufbau von Kleinzellennetzen bringt aufgrund der großen Zahl der zu errichtenden Mobilfunkstandorte besondere Anforderungen für die Standortertüchtigung, Ausbau und den operativen Betrieb mit sich. Dabei spielen neben den zuvor genannten technischen Anforderungen prozessuale Aspekte eine sehr wichtige Rolle, da ein umfassender Small Cell Ausbau einfache, möglichst automatisierbare Prozesse bei allen beteiligten Akteuren, d. h. Stadt, Mobilfunkbetreiber und ggf. einem dritten Standortbetreiber erfordert. Zu nennen sind Aspekte wie flexible und angemessene Zugangsregelungen, gegenseitige zeitnahe Übermittlung relevanter Informationen zu Wartung/Störung sowie auch hier möglichst digitale, automatisierbare Schnittstellen für den Informationsaustausch. Letzteres könnte im Idealfall – entsprechende Rahmenverträge vorausgesetzt – die Standortidentifikation, -auswahl und Genehmigung vereinfachen und erheblich beschleunigen.



Quelle: Telekom Deutschland GmbH

Mit Blick auf die hiermit einhergehende hohe Komplexität und die extreme Menge an einfließenden Daten kann in Zukunft das Fokusthema Künstliche Intelligenz des diesjährigen Digitalgipfels einen bedeutenden Beitrag bei der Optimierung von Netzplanung und Betrieb leisten.

2 Siehe BMVI-Papier der PG Technik/UAG Mitnutzungspotenziale

## 03

# Flexibilisierung – Künstliche Intelligenz in konvergenten Netzen

Künstliche Intelligenz und speziell Maschinelles Lernen als Teilgebiet der Künstlichen Intelligenz wurden über die letzten Jahre hinweg immer erfolgreicher in verschiedenen Bereichen und Anwendungen eingesetzt. Der große Vorteil besteht darin, dass die Lösung einer gegebenen Aufgabe nicht explizit programmiert werden muss, sondern anhand von meist großen Mengen an Beispieldaten erlernt und automatisch modelliert wird. Damit können komplexe Zusammenhänge aus großen Datenvolumen erkannt und entsprechende Rückschlüsse in kurzer Zeit gezogen werden.<sup>3</sup>

Konvergente Netze spielen eine Schlüsselrolle für den wachsenden Erfolg von KI. Netze und Netzdienste ermöglichen zum einen den Zugriff auf die großen Datenmengen, die von KI Komponenten als Input benötigt und verarbeitet werden, und zum anderen eröffnet die Vernetzung von Sensoren, Geräten und Robotern der KI vielfältige Einsatzmöglichkeiten, um intelligente und autonom arbeitende Systeme zu realisieren.

Konvergente Netze profitieren aber auch selbst durch den Einsatz von KI in den verschiedensten Bereichen eines Netzes. Einsatzmöglichkeiten umfassen zum Beispiel:

- die flexible Ressourcenoptimierung in virtualisierten Netzen oder in der Funk- und Antennentechnologie eines Mobilfunknetzes,
- die Automatisierung und Optimierung des gesamten Ende-zu-Ende Netzbetriebes oder
- die Analyse des Verhaltens und der Zufriedenheit von Endkunden anhand von anonymisierten Daten, z. B. zur Steuerung von Marketing-Maßnahmen.

Um die komplexen Anforderungen an künftige Netze in Hinblick auf Datenraten, Latenz, räumliche Abdeckung, Mobilität, Energieeffizienz und Sicherheit erfüllen zu können, kommen KI basierte Lösungen in den Fokus. Durch sie wird es möglich sein, ein breites Anwendungsspektrum flexibel, effizient und effektiv zu bedienen; z. B. verbesserte Videodienste und Virtual Reality bis hin zum automatisierten Fahren, Industrie 4.0 Anwendungen und dem Internet der Dinge mit Millionen von vernetzten Sensoren und Geräten. Enorme Datenmengen, die gleichermaßen auf der Ebene der Netzinfrastruktur (z. B. Leistungsdaten eines 5G Funkzugangnetzes) und der Anwendungsebene (z. B. Produktionsdaten aus einer Industrie 4.0-Fabrik oder eines komplexen Logistikraumes) generiert werden, müssen hierfür transportiert, geeignet verknüpft und letztendlich ausgewertet werden.

In den folgenden Abschnitten wird der Einsatz von KI für den Betrieb, die Planung und der Sicherheit von Telekommunikationsnetzen exemplarisch näher erläutert.

### 03.1

## Künstliche Intelligenz für den Betrieb und die Planung von Telekommunikationsnetzen

Schon heutige Netze zeichnen sich durch eine hohe Komplexität aus. Beispielsweise hat ein typisches landesweites Mobilfunknetz mit ca. 10.000 Basisstationen eine Million Parameter die im Funkzugangs-, Kern- und

3 Siehe Fraunhofer Bericht: Maschinelles Lernen. Eine Analyse zu Kompetenzen, Forschung und Anwendungen. 2018

Transportnetz einstellbar sind. Pro Stunde müssen ca. 100 für den Netzbetrieb wichtige bzw. kritische Ereignisse im Netzbetriebszentrum abgearbeitet werden. Wenn man nun die oben genannten Charakteristika moderner Telekommunikationsnetzes (z. B. 5G) berücksichtigt, wird klar das neuartige Netzbetriebskonzepte nötig sind, um die erwartete Netz- und Dienste Komplexität zu beherrschen. Diese sind u.a.

- die gemeinsame Konfiguration, Optimierung (z. B. Skalierung) und Fehlerbehandlung (inklusive Fehlerdiagnose) von verteilten physischen und virtualisierten Netzressourcen oder
- das Management von virtuellen Ende-zu-Ende Netzinstanzen („network slices“ in 5G), dass die Verwaltung des Lebenszyklus, sowie die Optimierung und Fehlerbehandlung mit Rückmeldung zu dem Verwalter der virtuellen Netzinstanz mit einbezieht.

Die Grundlage für die Automatisierung des Netzbetriebs sind Konzepte der „Selbstorganisation“ in den Bereichen Konfiguration, Optimierung und Fehlerbehandlung. Im Gegensatz zu den existierenden Konzepten (z. B. für 4G-Netze) werden sich zukünftige konvergente Netze weit mehr an dynamischen Netzdaten orientieren. Das bedeutet, dass statische Management-Regeln und -Algorithmen durch lernende, KI/ML basierte, „kognitive“ Management-Funktionen ersetzt werden, die in der Lage sind den Netzbetrieb schnell an die verschiedenen, gleichzeitig zu betreibenden, virtuellen Netzinstanzen bzw. Netzbetriebspunkte anzupassen.

Die KI basierte und automatisierte Analyse der Betriebs- und Kontextdaten ermöglicht es auch längerfristige Aussagen zum Beispiel über nötige Erweiterungen (z. B. zusätzliche Basisstationen) eines Netzes zu machen. Diese Trendanalysen können unmittelbar in der inkrementellen Planung des betroffenen Netzabschnittes Verwendung finden bzw. auch auf die Neuplanung anderer Netze angewandt werden. Speziell die Planung der virtuellen Ende-zu-Ende Netzinstanzen wird durch die Anwendung von KI-Konzepten profitieren, da diese Art der Planung

einerseits wesentlich dynamischer ablaufen muss und es andererseits noch mehr Abhängigkeiten zwischen einzelnen Netzfunktionen geben wird.

Mit dem Einsatz von KI im Netzbetrieb und bei der Netzplanung können damit immer wiederkehrende, einfachere Konfigurations-, Optimierungs- und Fehlerbehandlungsaufgaben durch die Maschine übernommen werden. Das Personal im Netzbetrieb und der Netzplanung wird dadurch entlastet und kann sich auf die Umsetzung strategischer Vorgaben („high-level objectives“, „intent“) und die Überwachung bzw. die Behandlung von besonderen Problemen konzentrieren. Insgesamt kann damit ein Telekommunikationsnetz kosteneffizienter geplant, aufgebaut und betrieben werden.

## 03.2

### Der Einsatz künstlicher Intelligenz im Bereich der Netzsicherheit

Leistungsfähige und sichere Netzinfrastrukturen bilden eine notwendige Grundlage für die Gigabit Gesellschaft und die Digitalisierung der Wirtschaft. Die Gewährleistung der Datensicherheit in diesen Netzen und der Ausfallsicherheit dieser kritischen Infrastruktur ist jedoch eine ständige Herausforderung:

- Die Anzahl der möglichen Angriffsvektoren steigt stetig an. Speziell das Internet der Dinge wird mit der großen Menge an Geräten und Sensoren, die nicht den üblichen Sicherheitsstandards genügen, ein großes Risiko darstellen. Aber auch die Sicherheitslücken in der Software, die auf diesen Geräten und im Netz zum Einsatz kommt, bietet Angriffspunkte. Als das schwächste Glied in der Sicherheitskette werden die Menschen gesehen, die als Benutzer zum Beispiel schwache Passwörter verwenden, durch Phishing Emails getäuscht werden oder als Netzadministrator Systeme fehlerhaft konfigurieren.



- Die von Angreifern eingesetzten Technologien und Methoden werden immer ausgefeilter. Angriffe laufen automatisiert ab und führen dazu, dass Netzbetreiber pro Tag Milliarden von Angriffsversuchen und Ausspähaktionen abwehren müssen. Gezielte Angriffe verlaufen auch zunehmend in mehreren Phasen und über einen längeren Zeitraum hinweg; sie sind häufig besonders schwierig zu entdecken. Schließlich werden auch Angreifer KI Technologie einsetzen, um ihre Methoden weiter zu verbessern und eventuell neue Angriffstypen zu entwickeln.

KI hat Potenzial diese Herausforderungen besser in den Griff zu bekommen. Dabei gibt es Anwendungsmöglichkeiten von KI u. a. bei der Erkennung und Abwehr von Angriffen, beim Aufspüren von Angreifern, die bereits erfolgreich in das System eingedrungen sind, als auch bei der anschließenden Forensik und Ursachenforschung, die Erkenntnisse liefern, um Gegenmaßnahmen zu entwickeln und in Zukunft diese Angriffe abwehren zu können.

In all diesen Fällen können die Stärken von KI voll ausgenutzt werden. Große Datenmengen können bereits am „Rand“ eines Netzes (Edge Network/Cloud) auf verdächtige Muster hin untersucht werden. KI erleichtert es, komplexe Verhaltensmuster von Netzelementen, Kunden und Netzadministratoren effizient zu analysieren und auf Anomalien hin zu untersuchen. Verschiedene Datenquellen, wie Logdateien oder die Alarmer verschiedener Sicherheitskomponenten, lassen sich zum Zwecke der Forensik und der Identifikation von Schwachstellen miteinander verknüpfen. Durch ihre Lernfähigkeiten können sich diese KI-basierten Sicherheitslösungen automatisch an Veränderungen in der Netzkonfiguration anpassen und erlernen selbstständig neue Angriffsmuster zu erkennen oder generieren Pläne zur Abwehr von Angriffen. All dies geschieht voll automatisiert und ist damit eine adäquate Antwort auf die Automatisierung auf der Seite der Angreifer.

Bei all den Vorteilen von KI muss man sich aber auch bewusst sein, dass KI-Systeme selbst mögliche Schwachstellen darstellen und zum Beispiel durch manipulierte Eingabedaten beeinflusst werden können. Zukünftige Sicherheitslösungen für Netze werden auch diese neuen Bedrohungspotenziale abdecken müssen zum Beispiel durch bessere Nachvollziehbarkeit und Transparenz von KI Lösungen.

### 03.3

## Randbedingungen für den Einsatz von künstlicher Intelligenz

Aus der Beschreibung der Einsatzmöglichkeiten von KI im Bereich der konvergenten Netze und der Anwendungen, die sich darauf abstützen, wird deutlich, dass neue Anforderungen entstehen, die über eine rein technologische Sicht hinaus adressiert werden müssen:

- Verfügbarkeit von Daten: Daten sind nichts weniger als die Essenz der Digitalisierung im Allgemeinen und der KI im Speziellen. Daten, die für eine KI-Lösung benötigt werden, müssen, unter Sicherstellung des Datenschutzes, qualitativ hochwertig, glaubwürdig, zeitnah und in einheitlichen, maschinenlesbaren Formaten verfügbar sein und auch über Organisationsgrenzen hinweg miteinander verknüpft werden können. Eine wichtige und bislang weitgehend ungenutzte Quelle für Trainingsdaten sind Behörden, die riesige Datenmengen ansammeln und abspeichern
- Förderung des Einsatzes von KI Technologie: Um die Akzeptanz von KI-gestützten Abläufen und Entscheidungen bei Personal und Kunden von Netzbetreibern zu erreichen und auszubauen, müssen Maßnahmen und Mechanismen vorgesehen werden, die die Transparenz und Nachvollziehbarkeit von KI-Lösungen ermöglicht und die Einhaltung von Ethikstandards im Umgang mit KI gewährleisten. Insbesondere sollte der Gesetzgeber durch entsprechende gesetzliche Regelungen sicherstellen, dass für die Wirtschaft einerseits zweckgebundene aber auch effektive Möglichkeiten bestehen, KI zur Steigerung des Sicherheitsniveaus einzusetzen.
- Förderung der Forschung und Ausbildung in KI: Forschung, Aus- und Fortbildung auf dem Gebiet der KI muss im ausreichendem Maße erfolgen, um die für den Einsatz von KI benötigten Experten zur Verfügung zu haben.
- Branchen-übergreifende Zusammenarbeit: Um das Potenzial des Einsatzes von KI in konvergenten Netzen voll zu erkennen und auszuschöpfen, bedarf es eines intensiven Austausches mit Branchen (z. B. der Logistik), um deren Anforderungen an intelligente, konvergente Netze zu verstehen und Einsatzmöglichkeiten von KI zu identifizieren und zu testen.

## 04

# Digitalisierung für einen „Intelligenten Logistikraum“ – ein Anwendungsbeispiel

Logistische Prozesse finden auf Verkehrswegen und in Logistikknoten von Wirtschaftsräumen statt. Die logistische Leistungsfähigkeit eines Wirtschaftsraumes wird nicht nur durch die Anzahl, die Leistungsfähigkeit und die Verteilung seiner Logistikknoten und Verkehrswege bestimmt, sondern zunehmend auch durch deren Digitalisierung. Im Folgenden werden die Konnektivitätsanforderungen aus der Spezifik eines Logistikraumes an die Konvergenz der Kommunikationsnetze abgeleitet und damit die Themen Trägerinfrastruktur und Einsatz von KI anhand dieses Anwendungsbeispiels nochmals beleuchtet.

Logistik 4.0 kann als Beispiel auf der Anwendungsebene dienen um aufzuzeigen, welche neuen Anforderungen einer Branche an die enge Integration von Netzinfrastruktur und Unternehmenslösungen in Hinblick auf Abdeckung und flexibilisierter, automatisierter und intelligenter Bereitstellung von Netzdiensten im Entstehen sind. Logistik 4.0 umfasst – analog zu Industrie 4.0 – die digitalisierten Prozesse und Systeme für die Logistik und versteht sich in dieser Sonderrolle, jede physische Warenbewegung in Produktion und Logistik zu realisieren, als Integrator für alle industriellen Anwendungsgebiete in der Gigabit-Gesellschaft.

Die Organisation der physischen Warentransporte wird in den nächsten Jahren auf einer zunehmend verteilten Intelligenz an der Fracht und an den mobilen Betriebsmitteln in Form von IoT-Geräten sowie auf einem flächendeckenden, größtenteils funkbasierten Datenaustausch zwischen den Systemkomponenten der Logistik beruhen. Das durch Konnektivität und Sensorik mögliche Wirken einer verteilten Intelligenz am mobilen Logistikobjekt ist die Basis für die Entwicklung neuer datengetriebener Smart Services in einem soziotechnischen Kontext. Der unter-

nehmerische Handlungsraum einer Lieferkette wird zu einem intelligentem Logistikraum mit den Eigenschaften von Selbstorganisation, Skalierbarkeit und Nachhaltigkeit in Anlehnung an natürliche Ökosysteme.

Der Intelligente Logistikraum stellt einen skalierbaren Untersuchungs- und Aktionsbereich zur Analyse, Bewertung, Planung, Steuerung und Regelung von digitalisierten Logistiklösungen dar. Er umfasst das zielorientierte, bedarfs- und situationsgerechte Zusammenwirken von logistischen Objekten, Prozessen, Systemen und von Infrastruktur. Typische Ziele sind neben Qualität, Wirtschaftlichkeit und Zeit insbesondere Resilienz, Adaptivität und Sicherheit.<sup>4</sup>

In intelligenten Logistikräumen vernetzen sich Produzenten, Logistikdienstleister und Kunden mit Hilfe von Digitalisierungstechnologien und wirken zielorientiert für eine logistische Aufgabenstellung zusammen.

Beispiele für intelligente Logistikräume sind die Intra-logistik im produzierenden Unternehmen, ein Flughafen, der Straßen-, Land- und Lufttransport oder die „letzte Meile“ in einer Stadt.

Verschiedene Sichten beschreiben somit den „Intelligenten Logistikraum“:

- die soziotechnische Sicht – das selbstorganisierende, nachhaltige und skalierbare Wirken;
- die geografische Sicht – das unternehmerische Handeln in einem Strukturraum,
- die Digitalisierungssicht – das Entstehen einer verteilten Intelligenz durch Konnektivität.

<sup>4</sup> Behrendt, Fabian; Poenicke, Olaf; Schmidtke, Niels; Richter, Klaus: The Smart Logistics Zone as an enabler of Value-added services in the context of Logistics 4.0. In: 9th International Scientific Symposium on Logistics, Magdeburg 2018, S.34 - 47.

Eine digitalisierte Logistik ist somit der Innovationsmotor für

- eine bedarfsgerechte Konnektivität, bezogen auf den konkreten logistischen Anwendungsfall, die sich entlang der Zeitachse den Ansprüchen anpassen können muss,
- eine verteilte [künstliche] Intelligenz in den logistischen Systemkomponenten und in der zentralen Cloud mit unterschiedlichen Intelligenzfaktoren und Intelligenzgraden.

## 04.1 Anforderungen der Logistik an die Konnektivität

Intelligente Logistikräume stellen variierende Anforderungen an die IT-Infrastruktur in Bezug auf die Skalierbarkeit des Kommunikationsnetzes sowie auf die zentrale Intelligenz der Cloud-Plattform. Die Logistik benötigt eine durchgängige, kontinuierliche und sichere Konnektivität, um hoch optimierte Prozessabläufe über ein Netzwerk von Logistikketten, von der Montagelinie des produzierenden Unternehmens bis hin zum privaten Endkunden zum Beispiel im ländlichen Raum, zu erzielen. Geringe Investitions- und Kommunikationskosten sowie hohe Lebensdauern von IoT-Geräten und eine flächendeckende Konnektivität entscheiden in Zukunft über den Erfolg der Digitalisierung in der Logistik. Frachtstücke und Ladungsträger sind international unterwegs und benötigen ein Management der Millionen von Frachtidentitäten bei zuverlässiger Konnektivität regionen- und grenzübergreifend über viele Transportdienstleister hinweg.

Der Warenübergang zwischen zwei Partnern in der Logistikkette wird als Gefahrübergang bezeichnet, weil die Ware vertraglich und physisch den Partner wechselt. Auf den ordnungsgemäßen Übergang der Vertragspapiere und Frachtinformationen fokussieren IT-technische Entwicklungen wie die Blockchain-Technologie. Die parallel notwendige Überprüfung des physischen Warenübergangs entwickelt sich zum Anwendungsgebiet von IoT-Netzwerken.

Die unterschiedlichen Kommunikationsbedingungen entlang der Logistikkette bedingen, dass eine ausbalancierte Systemarchitektur mithilfe der Ende-zu-Ende Netzinszenzen, die die mobilen, lokalen Systemkomponenten, das Telekommunikationsnetz und die zentrale Cloud beinhalten, bereitzustellen ist.

Alternative Konnektivitätsangebote verändern auch die Quellen und Senken von Datenströmen, das Eigentum an unternehmensspezifischen Daten und somit ggfs. das Geschäftsmodell. Das kann dazu führen, dass ein Frachtstück z. B. über den direkten, energiesparsamen und sicheren Uplink mit einer Cloudplattform den eigenen Zustand und seine Position fortlaufend kommuniziert, ohne die Telematikinfrastruktur des zugehörigen Verkehrsmittels nutzen zu müssen.

In diesem Fall kommt es im Intelligenzen Logistikraum zu einer Anpassung der Kommunikationskette und damit der dem Smart Service zugrundeliegenden Geschäftsbeziehung.

## 04.2 Anforderungen der Logistik an die KI

Um lange Logistikketten optimal steuern zu können, müssen die Prozessinformationen über alle Stakeholder hinweg in der Logistikkette echtzeitnah analysiert und ausgetauscht werden. Die einzelnen Waren und Betriebsmittel sind im Intelligenzen Logistikraum teilweise oder komplett mit IoT-Geräten ausgestattet, um Zustände und Zustandsveränderungen zu erfassen und ggfs. mit KI-Methoden zu verarbeiten. IoT-Geräte haben funktionell verschiedene Intelligenzfaktoren mit spezifischen Intelligenzgraden, die einen Einfluss auf die Entscheidungsmöglichkeiten des intelligenten Logistikraums haben. Andererseits ist auch eine einzelne Systemkomponente mit einer eigenen Intelligenz entscheidungsfähig und somit autark. Verteilung, Charakteristik, Bewegung im dreidimensionalen Raum und eventuelle applikationsspezifische Anforderungen dieser Komponenten an die sie einbettende Telekommunikationsstruktur müssen anhand

von KI/ML-Strukturen analysiert und in den laufenden Betrieb eingepflegt werden, um stets einen optimierten und somit kostengünstigen Ablauf der Lieferketten zu gewährleisten.

Der Schutz der mittels KI-Technologien erzeugten wertvollen Daten einerseits sowie das gleichzeitige Bereitstellen von qualitativ gesicherten Informationen für Drittanbieter wird zum Schlüssel für das gegenseitige Vertrauen in digitale Anwendungen. Data Governance betrifft Aspekte der Sicherheit, der Datenqualität, das unternehmerische Interesse und die Privacy und sollte für alle Teilnehmer gleichermaßen vorteilhaft sein.

Nicht zuletzt ist zu bemerken, dass ein intelligenter Logistikraum auch branchenübergreifende Partnerschaftsbeziehungen zu anderen Ökosystemen aufweist und damit durch diese Systeme beeinflusst werden kann. Mit dem damit einhergehenden komplexen Management von Identitäten unterschiedlichster Stakeholder steigen damit auch die Abhängigkeiten zwischen den Partnern und somit die Sicherheitsrisiken.

Die Dynamik eines Intelligenten Logistikraums drückt nicht zuletzt somit aus, dass die Digitalisierung einen Wandel in den Unternehmenskulturen der beteiligten Stakeholder auslöst.

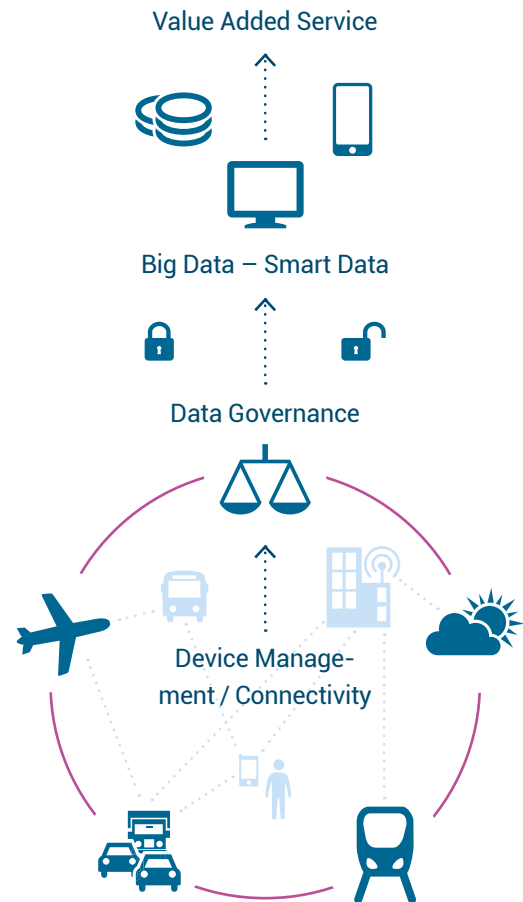


Abb.: Entwicklungsstufen für Smart Services im intelligenten Logistikraum (Fraunhofer IFF)

# Mitwirkende der Fokusgruppe „Aufbruch in die Gigabit-Gesellschaft“

## Leitung

### Gero Offer

Nokia  
gero.offer@nokia.com

## Leitende Autoren der Fokusgruppe

### Stephan Jay

Deutsche Telekom AG

### Josef Urban

Nokia

### Dr. Klaus Richter

Fraunhofer IFF

### Ingobert Veith

Huawei

### Dr. Stephan Albers

Bundesverband Breitbandkommunikation e. V. (BREKO)

### Dr. Elke Fischer

VDV eTicket Service GmbH & Co. KG

### Dr. Robert Henkel

European Commission DG Connect

### Tobias Arns

Bitkom e. V.

### Ulf Freienstein

atene KOM GmbH

### Markus Hofmann

Network Institute

### Sebastian Artymiak

ANGA Verband Deutscher Kabelnetzbetreiber e. V.

### Harald Geywitz

Telefónica Germany GmbH & Co. OHG

### Rainer Holtz

Bundestechnologiezentrum für Elektro- und Informationstechnik e. V.

### Harald Berninghaus

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

### Sebastian Glatz

Zentralverband Elektrotechnik- und Elektroindustrie e. V. (ZVEI)

### Magdalena Jähler

Breitbandbüro des Bundes

### Tim Brauckmüller

Breitbandbüro des Bundes

### Ulrich Graf

HUAWEI Technologies Deutschland GmbH

### Simon Japs

Unitymedia

### Thomas Braune

Breitbandbüro des Bundes

### Ralf Grigutsch

T-Systems GEI GmbH

### Markus Jenisch

Nokia

### Teodor Buburuzan

Volkswagen AG

### Phillipe Gröschel

Telefónica Germany GmbH & Co. OHG

### Lukas Jeuck

TÜV Rheinland

### Arne Deubelius

Nokia

### Jürgen Grütznert

Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten e. V. (VATM)

### Anne Kemmler

BMVI

### Johannes Feldmann

Breitbandbüro des Bundes

### Dr. Claus Habiger

TelematicsPro e. V.

### Olaf Kleindienst

Mieschke Hofmann und Partner/Sven Knapp  
Breitbandkommunikation e. V.

**Sven Knapp**

Brekoverband

**Marc Konarski**

Vodafone Deutschland

**Andreas Kraus**

Ericsson GmbH

**Stephanie Krause**

Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten e. V. (VATM)

**Nick Kriegeskotte**

Bitkom e. V.

**Andreas Küster**

MRK GmbH

**Heinz-Peter Labonte**

FRK Fachverband Rundfunk- und Breitbandkommunikation

**Christoph Legutko**

Intel Deutschland GmbH

**Dr. Michael Lemke**

Huawei

**Patrick S. Lewis**

Telespazio VEGA Deutschland GmbH

**Volker Leyendecker**

SES

**Rüdiger Malfeld**

Westdeutscher Rundfunk (WDR/ARD)

**Julia Meixner**

Nokia

**Georg Merdian**

Vodafone Deutschland

**Wilhelm Möllemann**

TelematicsPro e. V.

**Jens Mühlner**

T-Systems International GmbH

**Andreas Müller**

O.-v.-Guericke-Universität, Galileo-Testfeld Sachsen-Anhalt / Innovation Center für Digitale Infrastruktur, Mobilität und Logistik

**Dr. Michael Niedenthal**

Verband der Automobilindustrie e. V. (VDA)

**Solveig Orlowski**

Verband der Anbieter von Telekommunikations- und Mehrwertdiensten e. V. (VATM)

**Lars Petermann**

Netzikon GmbH

**Carolin Proft**

Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (BDI)

**Dr. Mario Rehse**

United Internet

**Ulrich Reimers**

Technische Universität Braunschweig

**Simon Rinas**

Ericsson

**Stefan Rinkel-Holgersson**

Deutsche Telekom AG

**Klaus Ritgen**

Deutscher Landkreistag

**Albert Schädler**

Bundesministerium des Innern

**Prof. Dr. Michael Schenk**

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

**Martin Schmitz**

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV)

**Carsten Schmoll**

Fraunhofer Institut Fokus

**Andreas Schröder**

United Internet

**Dr. Katrin Sobania**

Deutscher Industrie- und Handelskammertag e. V. (DIHK)

**Dr. Sabine Spell**

Volkswagen AG

**Helmut Stocker**

Coriant GmbH & Co. KG

**Raymond Twiesselmann**

Ministerium des Innern und für Sport Rheinland-Pfalz

**Thomas Wächter**

Media Broadcast GmbH

**Markus Wartha**

Power Providing GmbH

**Michael Weber**

MRK GmbH

**Johannes Weicksel**

TÜV

**Cornelia Weis**

Ministerium des Innern und für Sport Rheinland-Pfalz

**Martina Westhues**

Deutsche Telekom AG

**Andreas Windolph**

TÜV Rheinland



# Digital Gipfel

Konvergente Netze im Umbruch – Anforderungen  
an Konnektivität, Flexibilität und Künstliche Intelligenz

Dezember 2018

Herausgeber:

Digital-Gipfel

Plattform „Digitale Netze und Mobilität“