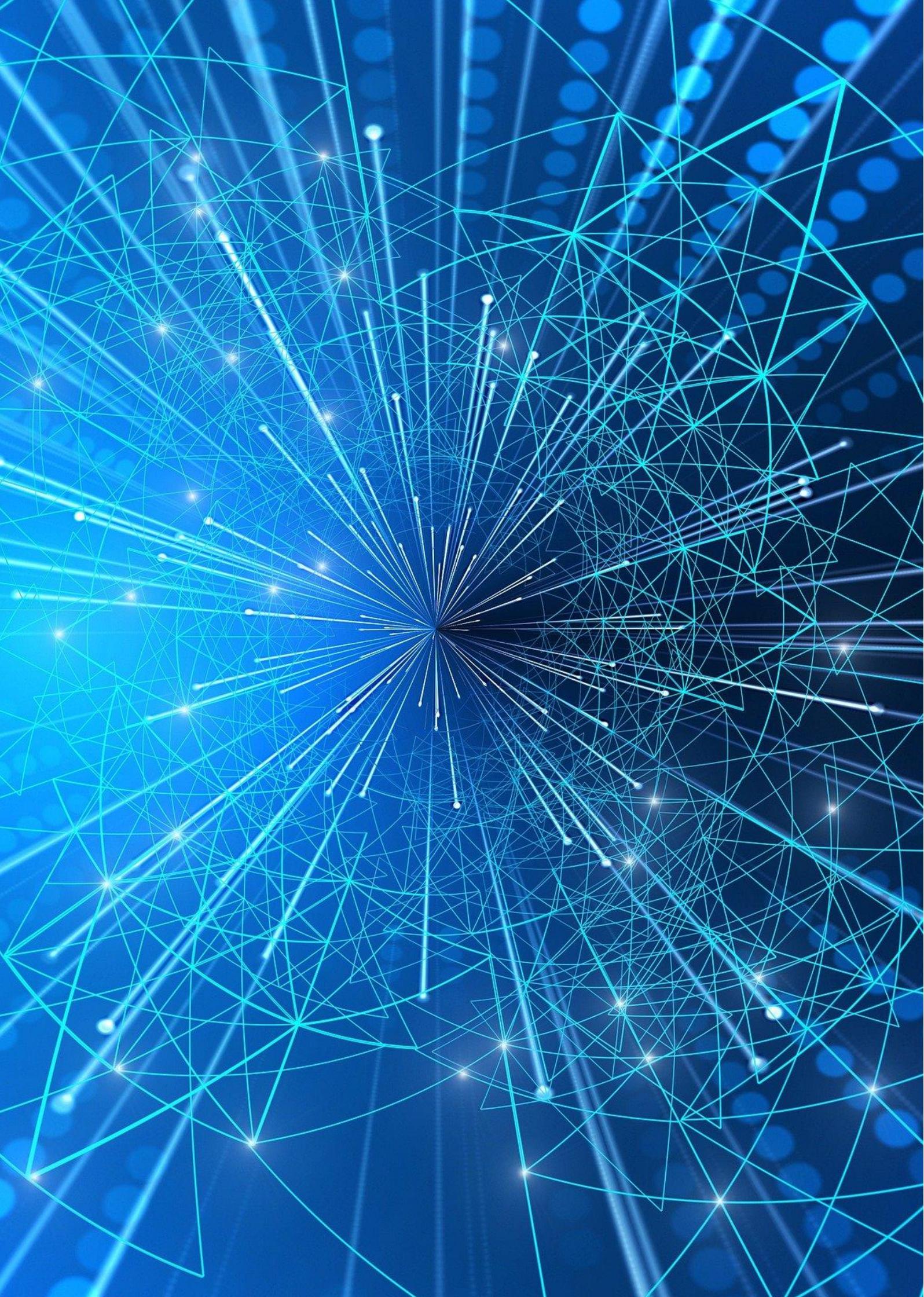




# IoT in KMU – Potentiale und Herausforderungen

Dr. Christin Gries, Dr. Christian Wernick, Julian Knips  
unter Mitarbeit von Gerald Miranda

Dezember 2021



# Inhaltsverzeichnis

1	<b>Einführung</b>	1
2	<b>Potentiale von IoT für KMU: Einsatzbereiche und Anwendungsfelder</b>	2
3	<b>Herausforderungen für KMU bei der IoT-Implementierung</b>	10
4	<b>Rahmenbedingungen und Fördermöglichkeiten von IoT für KMU</b>	13
5	<b>Fazit</b>	15

# 1 Einführung

Das Internet der Dinge („Internet of Things“, IoT) ist ein globaler **Wachstumsmarkt**, der auch in den kommenden Jahren von einer anhaltenden Dynamik geprägt sein wird.<sup>1</sup> Im Vergleich zu anderen Ländern, insbesondere im asiatischen Raum, befindet sich IoT in Deutschland noch in einer frühen Marktphase, sowohl im Consumer<sup>2</sup>- als auch im Business-Bereich. Gleichwohl spielt die IoT-Technologie bei der digitalen Transformation von KMU eine wichtige Rolle.<sup>3</sup>

Tendenziell sind **Großunternehmen bei der IoT-Implementierung weiter fortgeschritten** als KMU. Es gibt jedoch auch im äußerst heterogenen KMU-Segment Vorreiter, die die Potentiale von IoT als Anbieter oder Nachfrager bereits gezielt ausschöpfen.

Der Verbreitungsgrad von IoT **variiert stark zwischen Branchen und Anwendungsfeldern**. Studien zufolge setzen Logistik, Handel und produzierendes Gewerbe bereits heute in großem Umfang IoT-Technologien ein. Unter den Anwendungen sind Lösungen zur Fernüberwachung, -steuerung und -wartung von Geräten, Maschinen, Anlagen und Gebäuden, zum Energiemanagement sowie zur Ortung und Überwachung von Gütern (Track & Trace, Fleet Management) bisher am weitesten verbreitet.<sup>4</sup>

Die **vorliegende Kurzstudie** soll einen **Überblick** über die Einsatzmöglichkeiten von IoT-Lösungen geben und spezifische Hemmnisse für die stärkere Durchdringung des Mittelstands in den Blick nehmen. Dies erfolgt schwerpunktmäßig auf Basis der bisherigen Erfahrungen in den relativ weit entwickelten Anwendungsbereichen „**Track & Trace**“ und „**Remote Monitoring**“. Die Studie setzt auf Erkenntnissen aus zahlreichen Expertengesprächen mit Anwendern, Anbietern und Vertretern von Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren sowie auf den Ergebnissen von zwei Workshops auf, die im Rahmen des Forschungsprojekts stattgefunden haben.

Ein Schwerpunkt sind die **Potentiale der IoT-Technologie**, die anhand von fünf ausgewählten Praxisbeispielen veranschaulicht werden. Diese sollen die Breite des IoT-Einsatzspektrums für Prozessoptimierung, Serviceverbesserung und Entwicklung in kurzen Darstellungen anhand der prägnantesten Nutzenaspekte der jeweiligen Lösungen darstellen, ohne vertieft auf technische Details einzugehen.

Darüber hinaus werden **Herausforderungen** und **Rahmenbedingungen** für die IoT-Implementierung in KMU auf Basis der in den Expertengesprächen und Workshops gewonnenen Erkenntnisse thematisiert.

## 2 Potentiale von IoT für KMU: Einsatzbereiche und Anwendungsfelder

Die Ausstattung von Maschinen mit **Sensortechnik und Konnektivität** sowie die intelligente **Verarbeitung der erhobenen Daten über IoT-Plattformen** bietet im gewerblichen Bereich **vielfältige Anwendungsmöglichkeiten**. Sie haben hohes Potential insbesondere für die **Optimierung von bestehenden Geschäftsprozessen, die Erweiterung bestehender Produkte und Dienstleistungen sowie die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle**. Durch den IoT-Einsatz sind sowohl Effizienzgewinne auf Unternehmensseite als auch positive makroökonomische Effekte zu erwarten. Der konkrete Nutzen der IoT-Implementierung kann anhand von ausgewählten Praxisbeispielen in den Anwendungsfeldern „Track & Trace“ und „Remote Monitoring“ verdeutlicht werden.

- 1. Optimierung von Geschäftsprozessen:** Hier kann die IoT-Technologie sowohl für interne Abläufe als auch für die gesamte Wertschöpfungskette unter Einbeziehung von Kunden- und Lieferantenbeziehungen Nutzen generieren:
  - ➔ Die **Ortung** von Produkten, Gütern oder Maschinen bietet Ansatzpunkte zur Verbesserung des Warenbestandsmanagements im eigenen Betrieb sowie über mehrere Wertschöpfungsstufen hinweg. So können u.a. Transaktionskosten signifikant gesenkt und Schwund vermieden werden (siehe [Praxisbeispiel 1](#)). Basierend auf den gewonnenen Daten sind auch Prognosen möglich, die die Produktverfügbarkeit erhöhen und den Lagerbestand reduzieren können. Damit sind direkte Effekte auf die Liquidität und die Kosten des Unternehmens verbunden.
  - ➔ Durch **Fernwartung** können Ausfälle von Maschinen und Anlagen schneller bemerkt und behoben werden. Dies reduziert störungsbedingte Stillstandzeiten und Reparaturkosten.<sup>5</sup> Wartungszyklen können vorausschauend optimiert und in den laufenden Produktionsprozess integriert werden. Durch bessere Planung von Mitarbeiterereinsätzen und Ersatzteilverfügbarkeit wird die Ressourcenallokation erleichtert und der Ressourcenbedarf gesenkt; so kann auch die Problematik des Fachkräftemangels entschärft werden. Darüber hinaus können durch Fernwartung in erheblichem Umfang Dienstreisen entfallen (siehe [Praxisbeispiel 2](#)).
- 2. Erweiterung von bestehenden Produkten und Dienstleistungen:** Verbesserungsansätze durch neue Produktkomponenten und zusätzliche Services basierend auf IoT tragen insbesondere zur Qualitätsverbesserung und Steigerung der Kundenzufriedenheit bei.
  - ➔ Mittels **Tracking** in der Lieferkette kann z. B. der Kundenservice durch erhöhte Transparenz zu aktuellen Beständen und vorausschauende Services verbessert werden (siehe [Praxisbeispiel 1](#)). Personentracking bietet erweiterte Möglichkeiten für Services im Freizeit- und Tourismusbereich und hat auch durch die Corona-Pandemie stark an Bedeutung gewonnen (siehe [Praxisbeispiel 3](#)). Die exakte Erfassung und umfassende Auswertung von Nutzungsdaten erlaubt zudem eine bessere Kundenzentrierung und die Entwicklung von erweiterten Diensten.
  - ➔ Durch **Fernwartung** ist es möglich, schneller auf Probleme zu reagieren, da Fehler im Maschinenbetrieb sofort erkannt und ohne Vor-Ort-Präsenz behoben werden können. Datenauswertung unter Nutzung von KI hilft zudem, Maschinenfehler zu antizipieren und bereits im Vorfeld zu vermeiden. So kann die Maschinenleistung verbessert und eine höhere Produktivität erreicht werden. Ein weiteres Potential besteht in der Möglichkeit, Maschinen und Anlagen auch aus der Ferne in Betrieb zu nehmen (siehe z. B. [Praxisbeispiel 2](#)). Dies ermöglicht auch die Erschließung neuer geographischer Absatzmärkte und hat sich insbesondere während des Reiseverbots in der Corona-Pandemie bewährt.
- 3. Neue Geschäftsmodelle, Produkte und Dienste:** Die Vernetzung von Maschinen und Geräten bildet die Grundlage für komplett neue Geschäftsmodelle **im erweiterten IoT-Ökosystem**, die sowohl von etablierten Unternehmen als auch von spezialisierten Start-Ups entwickelt werden können. Dabei besteht beim Angebot von IoT-Lösungen großes Potential im tendenziell beratungsintensiven KMU-Segment, das von Großunternehmen nicht abgedeckt wird. Kleinere Anbieter können sich auf bedarfsgerechte Lösungen für KMU spezialisieren und als vertrauenswürdige Partner mit einem hohen IT-Sicherheits- und Datenschutzniveau positionieren (siehe [Praxisbeispiel 5](#)). Hinzu kommen spezifische Potentiale in einzelnen Anwendungsfeldern:

- ➔ Im Bereich **Track & Trace** entstehen Dienstleistungen rund um Schutz und Sicherheit, die durch die Echtzeit-Ortung von Gütern erst ermöglicht werden. Dies gilt z. B. in den Bereichen Logistik und Mobilität, u. a. Bootsverleih, Car-Sharing, Leihfahrräder oder -scooter (siehe [Praxisbeispiel 4](#)).
- ➔ Die **Fernwartung** bietet insbesondere Potential als Servicelösung für Maschinen- und Anlagenbauer (z. B. bei der Inbetriebnahme der verkauften Maschinen, siehe [Praxisbeispiel 2](#)) oder für spezialisierte Drittanbieter (z. B. Handwerksunternehmen, neue Dienstleister), die Teilbereiche der Maschinenüberwachung übernehmen.



Durch den IoT-Einsatz zur Prozessoptimierung, Produktentwicklung und Erschließung neuer Geschäftsfelder können in verschiedener Hinsicht **positive Effekte** entstehen, die jedoch schwierig quantifizierbar sind:

- ➔ Die konsequente strategische Nutzung von IoT steigert die **Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen** im internationalen Wettbewerb und stärkt damit den Standort Deutschland. Studienergebnisse deuten darauf hin, dass der Einsatz von IoT wesentlich zur Steigerung der betrieblichen Effizienz, Qualitätsverbesserung und zur zusätzlichen Wertschöpfung beitragen kann.<sup>6</sup>
- ➔ Darüber hinaus kann die stärkere Durchdringung der Wirtschaft mit IoT auch darüber hinausgehenden **volkswirtschaftlichen und gesellschaftlichen Nutzen** stiften, der als Gesamteffekt schwierig quantifizierbar ist. Exemplarisch lässt sich die Schadstoff- und Verkehrsbelastung durch frühzeitige und vorausschauende Monitoring-Lösungen oder ortsungebundene Serviceleistungen reduzieren. Darüber hinaus kann ein Beitrag zur Gesundheit geleistet werden, z. B. reduziert Arzneimittel-Tracking Gesundheitsrisiken durch gefälschte Produkte, und IoT-basierte Zutrittskontrollen unterstützen die Implementierung von Auflagen zum Schutz vor Infektionskrankheiten.
- ➔ Ein weiterer positiver Effekt, der heute noch nicht ausgeschöpft wird, könnte in der **erweiterten Nutzung der durch vernetzte Geräte gewonnen Daten** liegen. Wenn diese über die unternehmensinterne oder rein kommerzielle Auswertung hinausgeht, könnte sie im Sinne einer weiter gefassten „Demokratisierung von Daten“ anderen sinnvollen Verwendungszwecken zugänglich gemacht werden (z. B. Schadstoffmessungen von einzelnen Unternehmen, die in Smart-City-Projekte eingebracht und aggregiert werden können).

## Praxisbeispiel 1: Prozessoptimierung durch Tracking in der Lieferkette (BOX ID)

### Unternehmen

Das Start-Up-Unternehmen **BOX ID Systems GmbH** (<https://www.box-id.com/>) wurde im Jahr 2018 gegründet, um Cloud-Lösungen für die industrielle Logistik anzubieten. Es hat seinen Sitz in Garching bei München und beschäftigt heute 13 Mitarbeiter. Zur Finanzierung wurde Venture Capital genutzt, u.a. von BayernKapital und dem HighTech-Gründerfonds.

### IoT-Lösung

Kern der Lösung ist die BOX ID Data Intelligence Platform, die als Cloud-Dienst umfangreiche Funktionen für das Management und die automatische Auswertung von vernetzten Transportgegenständen ermöglicht. Die getrackten Assets werden mit verschiedenen Sensorgeräten ausgestattet, über die in Abhängigkeit vom Anwendungsfall Konnektivität mittels unterschiedlicher Technologien (darunter Wifi, GPS, LTE-M, Sigfox) hergestellt wird.

### Anwendungsfelder

Zu den ersten Anwendungsfeldern, die Box ID mit seinen Lösungen erschließt, gehört die Lieferkette der deutschen Flachglasindustrie. Über den [Bundesverband Flachglas](#) werden etwa 100 Unternehmen auf industrieller Ebene (Basisglashersteller), weiterverarbeitender Ebene (Glasveredler, Großhändler) und auf Kundenebene (Handwerk) adressiert. In Deutschland sind mehrere hunderttausend Transportgestelle für Flachglas im Umlauf. Bisher ist der gesamte Lieferungsprozess noch fast vollständig manuell organisiert, personal- und kostenintensiv. Das Tracking-Device, das auch von Herstellern der Gestelle (z. B. [FGL](#)) direkt integriert wird, hat eine Lebensdauer von mindestens 5 Jahren und wird mittels unterschiedlicher Technologien (Sigfox, Mobilfunk) vernetzt.

So ist die europaweite Erfassung und Nachverfolgung der Transportgestelle möglich, die über die Box ID-Plattform umfassende Auswertungsmöglichkeiten (Bestand, Nachverfolgung, Haltedauer-Management, Mietfälligkeiten) bietet.

### Nutzen

Die Kosten pro Gestell belaufen sich auf etwa 20 Euro pro Jahr. Das Tracking der Gestelle optimiert die kompletten Abläufe, senkt insbesondere den Verwaltungsaufwand, verhindert Verlust und vermeidet Leerfahrten. So wurde in einzelnen Projekten festgestellt, dass der Behälterbedarf um bis zu 20% reduziert werden kann und auch Kosten für Engpassversorgung und Ersatzverpackungen entfallen. Box ID gibt an, dass ein Projekt nach der Implementierung typischerweise innerhalb von 12-18 Monaten den Break Even erreicht.

 <b>Tracking vernetzter Transportbehälter</b>			
Management und automatische Auswertung von vernetzten Transportgegenständen auf Basis der BOX ID Data Intelligence Platform			
 <b>Device Management</b> Im Device Management können eine beliebige Anzahl mobiler Devices (Tags) verwaltet werden.	 <b>Asset Management</b> Assets können beliebig klassifiziert (z.B. Behältertypen, Kreisläufe) unterteilt und mit allen relevanten Daten hinterlegt werden.	 <b>Zonen Outdoor und Indoor</b> Beliebige, auch hierarchische Zonen können angelegt und überwacht werden.	 <b>Low Code Automation</b> Umfangreiche Funktionen für automatisierte Verarbeitung können – ohne Programmierung – konfiguriert werden.
Quelle: Box ID			

## Praxisbeispiel 2: Visuelle Fernwartung (Oculavis)

### Unternehmen

Die oculavis GmbH ([www.oculavis.de](http://www.oculavis.de)) ist 2016 aus der Fraunhofer-Gesellschaft und der RWTH Aachen hervorgegangen. Das Scale-Up konzentriert sich auf die Entwicklung digitaler Lösungen zur Transformation von Abläufen im Kundenservice, in der Wartung und Instandhaltung für Maschinen- und Anlagenhersteller sowie für die produzierende Industrie. oculavis ist zu 100% eigenfinanziert und beschäftigt heute 65 Mitarbeiter. Das Unternehmen wurde vielfach ausgezeichnet, darunter mit dem „KfW Award Gründen“ im Jahr 2020 als Landessieger NRW.<sup>1</sup>

### IoT-Lösung

Die modularen Lösungen zur Visual Assistance basieren auf der Softwareplattform oculavis SHARE und auf Augmented-Reality-Anwendungen, die eine schnelle und einfache Bereitstellung von Informationen und visueller Unterstützung ermöglichen.

### Anwendungsfelder

Beim **Remote Support** wird mittels Smartphone, Tablet, PC oder Datenbrille eine Kamera auf die betroffene Anlage gerichtet und ein Experte von einem anderen Ort zugeschaltet. Unter Nutzung von AR können für Maschinennutzer Markierungen direkt im Bild gemacht werden, um präzise Anweisungen bei Problemstellungen zu einzelnen Bauteilen zu geben. **Digitale Workflows** befähigen Maschinenbediener, technische Herausforderungen mit Schritt-für-Schritt-Anleitungen selbstständig zu meistern, ohne die Unterstützung eines Experten in Anspruch zu nehmen. Sie stellen maschinenrelevantes Wissen für standardisierte und wiederkehrende Prozesse (z. B. Rüstvorgänge, Wartungsaufgaben, Einarbeitung neuer Mitarbeiter) direkt an der Maschine strukturiert bereit. Mit dem **AR Viewer** verschmilzt technische Realität mit digitalen Arbeitsinhalten. 3D-Inhalte können mit dem integrierten AR Editor einfach erstellt und über den AR Viewer, eine Art Röntgenblick, abgerufen werden. So lassen sich 3D-Modelle von Bauteilen, Komponenten bis hin zu ganzen Maschinen über ihre realen Gegenstücke legen und mit zusätzlichen Informationen (z. B. Bedienungsanleitungen) verknüpfen.

### Nutzen

Die Vorteile für den Kunden liegen vor allem in der Reduzierung ungeplanter Maschinenausfälle, der Planbarkeit von Wartungsarbeiten, der Schulung von Anlagenbedienern, einer schnelleren Fehlerbehebung, der optimierten Beschaffung von Ersatzteilen sowie der Ab- und Inbetriebnahme von Maschinen, Anlagen und einzelnen Bauteilen. So können Reisezeiten drastisch verringert und Produktionsabläufe verbessert werden. Darüber hinaus ermöglicht oculavis SHARE den Aufbau neuer digitaler Geschäftsmodelle im Service für Maschinen- und Anlagenbauer. oculavis berichtet, dass sich diese Vorteile insbesondere in der Corona-Pandemie deutlich gezeigt haben.

	<b>Visuelle Fernwartung</b>
Visual Assistance auf Basis der oculavis SHARE-Plattform und Augmented Reality-Anwendungen, modular und in bestehende IT-Systeme integrierbar	
	
Quelle: Oculavis	

<sup>1</sup> <https://www.kfw.de/stories/wirtschaft/gruenden/oculavis/>

## Praxisbeispiel 3: Smarte Zutrittskontrolle (Infinite Devices)

### Unternehmen

Infinite Devices (<https://infinitedevices.de/>) ist ein im Jahr 2018 gegründetes deutsches Start-Up-Unternehmen mit Sitz in Magdeburg, das Investitionsmittel in siebenstelliger Höhe von der [BMP Ventures AG](#) (über den von ihr gemanagten IBG-Risikokapitalfonds III des Landes Sachsen-Anhalt) und der [BSC-Partner GmbH](#) erhalten hat. Derzeit beschäftigt Infinite Devices 18 Mitarbeiter.

### IoT-Lösung

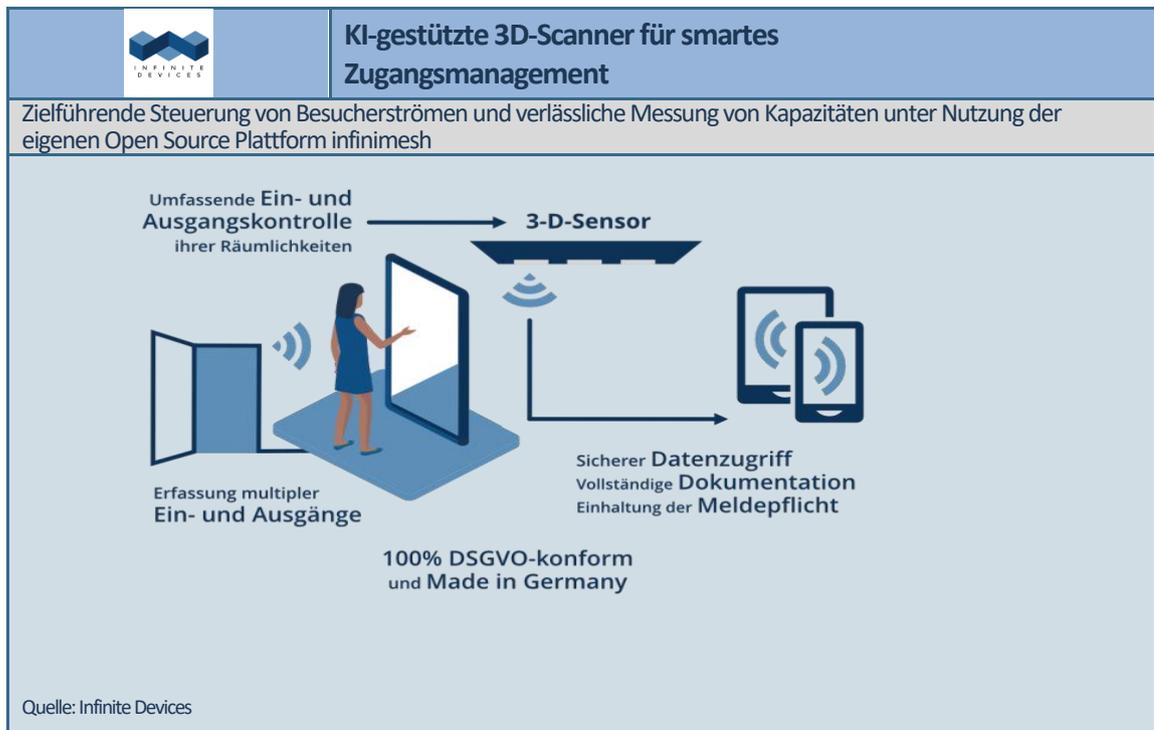
Infinite Devices hat die IoT-Plattform infinimesh entwickelt, über die Dienste zur Steuerung, zur Verwaltung und zu KI-gestützter Auswertung von IoT-Geräten und Sensoren angeboten werden. Die Plattform ist DSGVO-konform und setzt auf „democratising IT“: die über Sensoren generierten Daten können geteilt und gemeinsam genutzt werden, wobei sich über ein Zero-Trust-Token-System auch nutzerspezifische Einschränkungen vornehmen lassen.

### Anwendungsfelder

Aufbauend auf der Plattform hat Infinite Devices das skalierbare SmartCountn-Zugangsmanagement entwickelt. Dies ermöglicht, dass auf Basis modernster 3D-Scannertechnologie ein- und ausgehende Personen erfasst und mittels Künstlicher Intelligenz (KI) zwischen Kindern, Erwachsenen, Tieren oder Gegenständen unterschieden werden kann, ohne dass dabei die Persönlichkeitsrechte der betreffenden Personen verletzt werden. Es wird z. B. in der Stadt Halle (Eissporthalle, Freibäder) und in Berlin (Club Metropol) eingesetzt, um Besucherströme und Kapazitäten zu messen, Informationen anzuzeigen, Maßnahmen wie z. B. Sperrungen oder Freigaben von Räumen zu ergreifen und/oder basierend auf KI Prognosen zu erstellen.<sup>7</sup>

### Nutzen

Das System zur Zutrittskontrolle bietet vielfältige Anwendungsmöglichkeiten zur Prozessoptimierung für Unternehmen unterschiedlicher Größe und Branchenzugehörigkeit. Zugleich kann es als Enabler für Smart City Lösungen auf kommunaler Ebene dienen. Der Open Source Ansatz von infinimesh verhindert Lock-In-Effekte und erlaubt es von Weiterentwicklungen anderer Anwender zu profitieren, ohne dass damit hohe Zusatzkosten verbunden sind.



## Praxisbeispiel 4: Smarte Fahrradverleihsysteme (nextbike)

### Unternehmen

Die nextbike GmbH (<https://www.nextbike.de/de/>) ist ein im Jahr 2004 gegründeter Betreiber für Fahrradverleihsysteme mit Sitz in Leipzig. Das Unternehmen agiert weltweit in mehr als 300 Städten. Im November 2021 wurde nextbike an den Anbieter Tier Mobility verkauft, der damit zum größten Vermieter von Fahrrädern und E-Rollern in Europa wird.

### IoT-Lösung

nextbike realisiert maßgeschneiderte Fahrradverleihsysteme für Städte und Regionen auf Basis einer Mikromobilitätslösung. Diese umfasst eine App, die Konnektivität (die über Vodafone realisiert wird) sowie die Ausstattung der Fahrräder mit entsprechender Hardware. Die technische Basisausstattung der smarten Fahrräder ist über alle regionalen Märkte hinweg gleich: Die Vernetzung der Fahrräder wird über das elektrische Rahmenschloss realisiert, das mit einem GSM- und GPS-Modul ausgestattet ist. Des Weiteren befindet sich am Rahmen ein RFID-Modul für die e-Ticket-Integration. Der Fahrradkorb vorne verfügt über ein Solarmodul, das für die Aufladung des elektrischen Rahmenschlosses sorgt.

### Anwendungsfelder

Vor der ersten Nutzung ist eine Registrierung über die „nextbike“-App, die Webseite oder die Kundenservice-Hotline erforderlich. Über das Scannen des QR-Codes am jeweiligen Fahrrad können die Fahrräder per App ausgeliehen werden. Die Ent- und Verriegelung der Leihräder erfolgt über die „nextbike“-App. Für die Abbuchung stehen Lastschriftverfahren, PayPal oder Kreditkarte zur Verfügung. Die Rückgabe des ausgeliehenen Rades muss an einer „nextbike-Station“ oder innerhalb der dafür vorgesehenen „Flexzone“ erfolgen. Im Detail wird die Fahrradvermietung lokal unterschiedlich realisiert. In allen Städten ist der Verleih über App die meistgenutzte Option. In einigen Fällen erfolgt der Verleih – wenn vorhanden – über ein Terminal oder sogenannte „BikeComputer“ an den Rädern selbst. Radtypen (Rahmenschloss, Kabelschloss, Cargo, E-Bike) und Ausleihprozesse können demzufolge voneinander abweichen. Auch der Tarif für die Dauer der Ausleihe kann von Standort zu Standort differieren (i. d. R. 1€/15 min).

### Nutzen

Fahradverleihsysteme erhöhen die Mobilität innerhalb der Bevölkerung und können einen Beitrag zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten. Eine Besonderheit bei nextbike bilden die Kooperationen mit den örtlichen Verkehrsbetrieben. So können die Fahrräder auch über e-Tickets der Verkehrsbetriebe ausgeliehen werden. In fast allen Städten bietet nextbike auch Preisvorteile für Abo-Kunden des ÖPNV an.



### Smarte Fahrradverleihsysteme als neue Mobilitätskonzepte basierend auf Vernetzung

nextbike entwickelt als „Micro Mobility Pionier“ smarte Fahrradverleihsysteme basierend auf vernetzten Fahrrädern und Apps



- Höhenverstellbarer Ergonomie-Sattel mit Diebstahlsicherung
- Rahmenschloss mit GSM und GPS für Entriegelung per Smartphone
- RFID für e-Ticket Integration
- Vorder- und Rücklicht mit integriertem Reflektor
- Shimano Nexus Gangschaltung
- Werbefläche für unsere Partner
- Korb mit Solarmodul für die Aufladung des Rahmenschlosses
- Innenliegende Verkabelung als Schutz vor Vandalismus
- Luftreifen mit Pannenschutz und Reflektoren

Quelle: nextbike.

## Praxisbeispiel 5: Becker IoT

### Unternehmen

Becker IoT (<https://becker-iot.de>) hat sich als unabhängiges Beratungsunternehmen für die Begleitung von Digitalisierungsvorhaben in KMU positioniert. Gemeinsam mit Partnern wird das gesamte Spektrum von der Bedarfs- und Prozessanalyse bis zur Implementierung der Lösung und Schulung der Mitarbeiter abgedeckt.

### IoT-Lösung

Der Fokus von Becker IoT liegt auf Beratungsleistungen im Zusammenhang mit drahtloser Konnektivität für vernetzte Geräte. Basierend auf den Anforderungen der spezifischen Anwendung wird die jeweils passende Technologie aus 2G/3G/LTE, NB-IoT, LTE-M, LoRaWAN oder Sigfox selektiert und bei der Implementierung unterstützt.

### Anwendungsfelder

Zu den von Becker IoT realisierten Anwendungsfällen zählen u.a.

- ➔ **Autonome Reinigungsroboter „Adlatus Robotics“:** Die vollautomatisierten Reinigungsroboter werden z. B. in Industriegebäuden, Supermärkten, Parkhäusern, Flughäfen und Kliniken eingesetzt. Für die Ende-zu-Ende-Konnektivätslösung wird ein LTE Gateway und eine VPN Lösung zur sicheren Übertragung der Daten und zur Erreichbarkeit der Roboter aus der Ferne genutzt. Die LTE-Mobilfunkverbindung wird international über die Multi-Netz SIM-Karten des Partners Digital SIM realisiert.
- ➔ **Intelligente Verkehrsüberwachung „Bernard Mobility Analyzer“:** Die Lösung für die intelligente Erfassung und Lenkung von Verkehrsströmen nutzt modernste Kameratechnik in Kombination mit künstlicher Intelligenz. Sie wird u.a. für die Parkraumüberwachung, Verkehrserhebung und Bewegungsstrom-Analyse von Handelsunternehmen und von der öffentlichen Hand eingesetzt.
- ➔ **Füllstandsmessung „Oilfox“:** Die vernetzten Füllstandsmesser, entwickelt vom Spin-Off der EnBW FoxInsights, wird auf Tanks installiert und sendet Messdaten per GSM, CatM und NB-IoT an die FoxCloud. Über die FoxApp können die Verfügbarkeit von Flüssigkeiten, Verbrauchsdaten und Bestellmöglichkeiten als aufbereitete Nutzerinformationen abgerufen werden. Dies ermöglicht Lieferanten die Optimierung der Prozesse wie Logistik, Einkauf und Vertrieb.
- ➔ **Fernwartung in der Schwerindustrie „Talpasolutions“:** Talpasolutions ist eine Lösung für die Schwerindustrie und insbesondere den Bergbau, die sich auf die Sammlung, Auswertung und Aufbereitung von Maschinendaten konzentriert. Der Nutzen der Lösung besteht vor allem in der Optimierung von Prozessen, der Steigerung der Produktivität durch verbesserte Maschinenverfügbarkeit und -auslastung sowie der Erhöhung der Sicherheit.

### Nutzen

IoT-Anbieter können über Becker IoT die für ihren Use Case passende Konnektivätslösung realisieren. Die über Becker IoT realisierten Anwendungen leisten einen Beitrag zur Erhöhung der Prozesseffizienz, der Steigerung der Produktivität, der Sicherheit und der Nachhaltigkeit

 <b>BECKER IoT</b> Intelligent vernetzt.	<b>Funkverbindungen für vernetzte Geräte</b>
Beratungsleistungen für KMU mit Fokus auf die Auswahl und Realisierung der passenden Funkverbindung für vernetzte Geräte basierend auf den spezifischen Anforderungen des Use Case	
	
Quelle: Becker IoT.	

### 3 Herausforderungen für KMU bei der IoT-Implementierung

KMU, zu denen 99,4% aller Unternehmen in Deutschland gezählt werden, bilden eine sehr **heterogene Gruppe**.<sup>8</sup> Dementsprechend vielfältig sind KMU in Bezug auf ihren Digitalisierungsstand, der auch eine wesentliche Grundlage für die IoT-Implementierung bildet. Innerhalb des KMU-Segments gibt es große Unterschiede im Hinblick auf Führung und Kultur, Organisation, Struktur und Prozesse. Bei der Vielzahl der eigentümergeführten Unternehmen hängt die Realisierung von IoT-Projekten auch stark von der Technikaffinität der Geschäftsführung ab.

Vor diesem Hintergrund sind die IoT-Use Cases in KMU sehr spezifisch. Die **individuellen Anforderungen** orientieren sich dabei insbesondere an den folgenden Bereichen:

- ➔ Wirtschaftliche Aspekte (Kosten-Nutzen-Analyse, Finanzierung)
- ➔ Betriebs- und Einsatzbedingungen (z. B. Temperaturen, Dämpfung, Störquellen, Robustheit)
- ➔ Technischen KPIs (z. B. Anforderungen an Reichweite, Jitter, QoS, Zugriffssicherheit)
- ➔ Zukunftssicherheit und Flexibilität (Anbieterunabhängigkeit und -wechselfähigkeiten, Skalierbarkeit, Integration in bestehende Systeme)

Im Vergleich zu Großunternehmen sind KMU beim Einsatz von **Ressourcen** zur Umsetzung von IoT-Projekten stärker limitiert.

- ➔ Typischerweise verfügen viele KMU über keine Fachkräfte oder gar spezialisierte Abteilungen für Digitalisierungsfragen. Daher ist häufig nur **unzureichendes internes Know-how** vorhanden, um das Potential von IoT zu bewerten und die Implementierung voranzutreiben. Aus diesem Grunde bestehen tendenziell eher Bedenken und Beharrungstendenzen.
- ➔ KMU verfügen über **limitierte finanzielle Mittel**. Die Investitionen in IoT-Projekte konkurrieren mit zahlreichen anderen Projekten, die ggf. höher priorisiert werden.

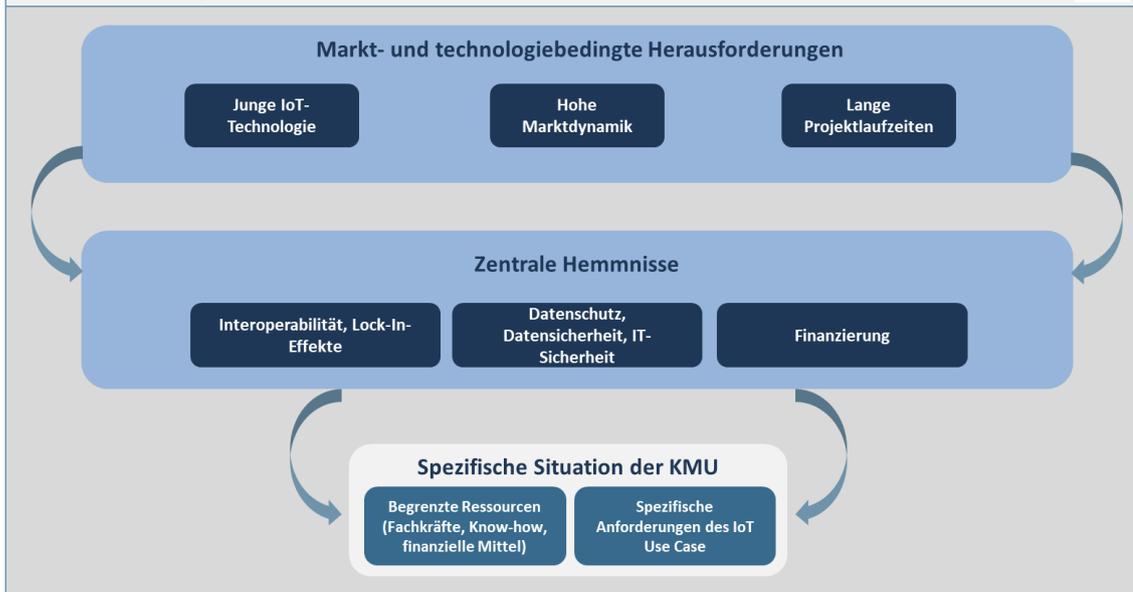
Die **Unsicherheit** bei der unternehmerischen Entscheidung zur IoT-Implementierung wird **durch markt- und technologiebedingte Herausforderungen** verstärkt:

- ➔ Für den einzelnen Anwender besteht im dynamischen IoT-Bereich mit seiner zunehmenden Angebotsvielfalt eine **geringe Markttransparenz**, die die Auswahl der geeigneten Lösung und die Beurteilung der endgültigen Kosten erschwert.
- ➔ Die Entscheidung für eine IoT-Lösung muss für eine **lange Projektlaufzeit** getroffen werden, da sich IoT-Geräte typischerweise durch eine lange Lebensdauer (oft 10-15 Jahre) auszeichnen, in der auch mögliche Lock-in-Effekte entstehen können.
- ➔ Die **IoT-Technologie** ist noch vergleichsweise **jung** und es gibt bei der Implementierung viele offene Fragen.

Dabei spielen Hemmnisse im IoT insbesondere in Themenfeldern, die auch für andere Digitalisierungsprojekte relevant sind<sup>9</sup>, eine große Rolle:

#### 1. IT-Sicherheit:

- ➔ Mit der **Anzahl der vernetzten Geräte und Schnittstellen** in einem IoT-Use Case steigt die Gefahr, dass diese als Einfallstor für unerlaubten Zugriff genutzt werden.
- ➔ **Anwenderunternehmen vernachlässigen** bei der Implementierung von IoT **häufig die IT-Sicherheit**, da die Funktionalität der Lösung im Vordergrund steht.
- ➔ Bereits aufgetretene **IT-Sicherheitsvorfälle im IoT-Bereich** belegen, dass die Verschlüsselung bei der Datenübertragung verbesserungsbedürftig ist.
- ➔ Anbieter von IT-Sicherheitslösungen müssen ihre mittelständischen Kunden von der Notwendigkeit der zu tätigen Investitionen überzeugen.



## 2. Datenschutz:

- ➔ Im IoT werden **in erheblichem Umfang Daten generiert** und über IoT-Plattformen verarbeitet.
- ➔ Organisationen, die **personenbezogene Daten** verarbeiten, müssen gegenüber den Betroffenen die Sicherheit ihrer Daten gewährleisten. Die datenschutzrechtlichen Anforderungen nach DSGVO erfordern u.a. Datensparsamkeit, Zweckbindung und Anonymisierung.
- ➔ Im IoT gibt es sowohl reine M2M-Kommunikation, die ausschließlich Prozess- und Sensordaten umfasst, als auch Kommunikation, die natürliche Personen einbezieht oder Rückschlüsse auf diese zulässt (z. B. durch Bewegungsdaten oder biometrische Sensoren). Personenbezogene Daten können z. B. bei vielen Tracking-Lösungen (mit Personenbezug) sowie bei Fernmonitoring (mit Videounterstützung) eine Rolle spielen.
- ➔ Die **Grenzen sind oft fließend** und bedürfen einer detaillierten Einzelfallprüfung. Aufgrund der Vielfalt der Use Cases haben personenbezogene Daten eine sehr unterschiedliche Relevanz für den jeweiligen Anwender. Da sich das IoT dynamisch entwickelt und Lösungen kontinuierlich erweitert werden, können sich Datenschutzaspekte für den spezifischen Anwendungsfall im Laufe der Zeit verändern.
- ➔ Ein weiterer IoT-spezifischer Aspekt ist die Einbindung vieler unterschiedlicher Partner (Hardwarehersteller, Softwareanbieter, Berater). Dadurch steigt die Gefahr, dass unternehmensinterne Daten in die Hände Unbefugter geraten können bzw. in ungewünschter Form weitergenutzt werden.

## 3. Interoperabilität und Lock-In Effekte:

- ➔ Bisher ist die Interoperabilität im IoT gering. Die Standards für digitalisierte Geschäftsprozesse (eStandards)<sup>10</sup> variieren stark zwischen einzelnen Branchen.
- ➔ Es haben sich bereits Insellösungen etabliert, die nicht miteinander verbunden werden können und den potentiellen Nutzen des IoT für den Anwender einschränken.
- ➔ Probleme durch mangelnde Interoperabilität treten meist nicht in der Planungsphase auf, sondern zeigen sich erst später: Typischerweise legt sich ein Anwender bereits beim Start des IoT-Projekts auf einen Partner fest, der die Anforderungen an Hard- und Software erfüllen kann. Als Auswahlkriterien stehen oft Aufwand und Kosten im Vordergrund, der Interoperabilität wird in diesem Stadium häufig nicht die erforderliche Bedeutung beigemessen.
- ➔ Daraus resultieren bei proprietären Systemen Lock-In-Effekte zugunsten der ursprünglich gewählten Dienstleister, die Wechselmöglichkeiten zu anderen Anbietern stark einschränken und auch bei zukünftigen Projekten die Wahl des Anbieters beeinflussen.

- ➔ Lock-In-Effekte können auch Konsequenzen über das eigene Unternehmen hinaus haben, beispielsweise bei Kooperationen mit Dritten, die auf andere standardisierte Lösungen setzen.<sup>11</sup>

#### 4. Finanzierung:

- ➔ Der Finanzierungsbedarf für IoT-Entwicklung und -Anwendung ist unterschiedlich und hängt insbesondere von der Komplexität des spezifischen Use Case ab. Unterschiede in der Größe des Unternehmens wirken sich auf die Finanzierungsmöglichkeiten und -formen aus; es bestehen starke Unterschiede zwischen Start-Ups, Kleinstunternehmen und mittleren Unternehmen.<sup>12</sup>
- ➔ Insgesamt erfordert die Entwicklung und Vermarktung von IoT-Lösungen signifikante Investitionen in die Technologieentwicklung, den Aufbau von Partnerschaften und Vertriebswegen.
- ➔ Auf Seiten des Anwenderunternehmens sind sowohl Investitionen in die konkrete IoT-Implementierung als auch bestimmte Voraussetzungen zu schaffen (z. B. ein gewisser Digitalisierungsgrad, leistungsfähige Breitbandversorgung, geschultes Personal).
- ➔ Der Zugang zu externen Finanzierungsinstrumenten gestaltet sich insbesondere für kleine Unternehmen schwierig. Traditionelle Finanzierungsinstrumente (z. B. Bankkredite) stehen ihnen nur sehr begrenzt zur Verfügung. Daher spielt staatliche Förderung eine wichtige Rolle und auch innovative Finanzierungsformen (z. B. Accelerators, Crowdfunding) gewinnen an Bedeutung.

## 4 Rahmenbedingungen und Fördermöglichkeiten

Die Ausschöpfung der Potentiale von IoT für KMU kann von politischen und regulatorischen Rahmenbedingungen begünstigt werden, die die Wirtschafts-, Forschungs- und Technologiepolitik zur digitalen Transformation, Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit von KMU und zur Stärkung des Standort Deutschland entwickeln. Der Gestaltungsspielraum für geeignete Rahmenbedingungen setzt dabei an den wesentlichen Wettbewerbsnachteilen von KMU gegenüber Großunternehmen an und richtet sich auf die Erleichterung des **Zugangs zu externer Finanzierung und Know-how**.

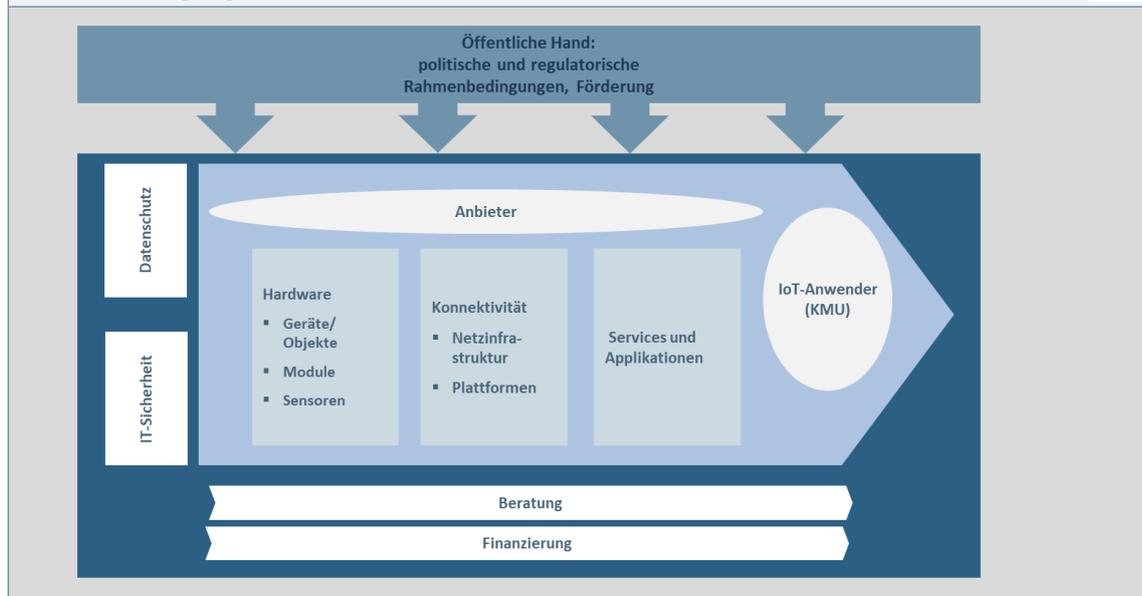
Möglichkeiten zur **finanziellen Förderung** von IoT in KMU sind in Angebots- und Nachfrageförderung zu unterscheiden:

- ➔ Für die **Finanzierung von Lösungsanbietern** (z. B. durch Zuschüsse oder zinsgünstige Darlehen) spielen die Angebote der Förderbanken des Bundes und der Länder eine Schlüsselrolle. Auch die Bereitstellung von Seed-Capital durch den [High-Tech Gründerfonds \(HTGF\)](#) schließt hier eine wichtige Lücke. Diese Finanzierungsmöglichkeiten fördern die Entstehung von Start-Ups (z. B. [Praxisbeispiel 1](#)) und können auch mit der gezielten Ansiedlung an bestimmten Standorten verknüpft werden (z. B. [Praxisbeispiel 3](#) in Sachsen-Anhalt).
- ➔ Die **Finanzierbarkeit von IoT-Projekten bei Anwenderunternehmen** wird insbesondere durch Förderprogramme für die Bezuschussung der IoT-Implementierung in KMU erleichtert, die auf die kleineren Investitionssummen entsprechend zugeschnitten sind (z. B. „[Digital jetzt](#)“).

In Bezug auf die Schließung von Wissenslücken und die Reduktion von Unsicherheit im Umgang mit IoT können öffentlich geförderte Beratungsangebote und eine etablierte Beratungsinfrastruktur genutzt werden:

- ➔ Grundlegend für die **Reduktion von Unsicherheit** in KMU ist der **Aufbau von Vertrauen** in IoT-Lösungen. Diese subtile Thematik ist schwierig greifbar und muss Aspekte nicht nur im technologischen, sondern auch im sozialen und psychologischen Bereich berücksichtigen. Hier setzen bereits Formate zur Wissensvermittlung und zum Austausch an (z. B. Workshops des [Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrums Kommunikation](#)<sup>13</sup>), die noch intensiviert werden könnten. Darüber hinaus ist auch die Unterstützung von Anwendern bei der Entwicklung von Kriterien für die Auswahl vertrauenswürdiger IoT-Anbieter ein Bereich, an dem öffentliche Förderung ansetzen kann.
- ➔ Darüber hinaus kann mit vielfältigen Formaten der Erwerb von **Know-how** in KMU unterstützt werden. Neben klassischen Schulungen und Workshops in Präsenz oder Online ergänzen auch „Reallabore“ und Hackathons (z. B. [IoT Hackathon in Sachsen-Anhalt](#)) die praktische Anwendung. Inhaltlich ist zum einen die Schaffung eines allgemeinen Verständnisses von IoT für KMU-Geschäftsführer und zum anderen die Vermittlung von konkretem Fachwissen in IT, Datenschutz und anderen Fragestellungen erforderlich.
- ➔ Darüber hinaus spielen auch vorbildhafte **Praxisbeispiele und der Austausch mit erfahrenen IoT-Anwendern** eine Schlüsselrolle für die weitere Verbreitung von IoT in der Wirtschaft. Mittelstandsorientierte Unterstützungsangebote und Netzwerke existieren bereits ([Mittelstand Digital](#), regionale Netzwerke) und bieten gute Anlaufstellen für interessierte KMU.

Der Bereich **Datenschutz** ist durch Gesetze und Verordnungen auf europäischer und nationaler Ebene geregelt. Es geht dabei um den Schutz personenbezogener Daten (z. B. Anforderungen an Löschzeiten, Verschlüsselung, Schutz über Standardeinstellungen). Es bestehen z.T. Unsicherheiten und Herausforderungen mit Blick auf die Anforderungserfüllung und den Auslegungsspielraum. Gleiches gilt in Teilen auch für die Befugnisse und Zuständigkeiten der Aufsichtsbehörden (z. B. Bundesnetzagentur, Bundes-/Landesbeauftragte für Datenschutz).<sup>14</sup> Für Unternehmen ist es bei der Implementierung von IoT wichtig, dass eine größtmögliche Rechtssicherheit besteht. Begleitende Wissensvermittlung und Schulungen können KMU hierbei unterstützen.



Die **IT-Sicherheit** ist ebenfalls ein Bereich, in dem die öffentliche Hand eine wichtige Rolle spielt. Hier agiert das [Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik \(BSI\)](#) als zentrale Organisation für Lösungsempfehlungen. So bestehen beispielsweise für einzelne IoT-Anwendungsfelder wie Fernwartung definierte Anforderungen an die IT-Sicherheit sowie Anleitungen zur Vermeidung und zum Umgang mit IT-Sicherheitsvorfällen.<sup>15</sup> Darüber hinaus sind Schulungen und Workshops für Anwender-KMU ein geeignetes Instrument, um die IT-Sicherheitsthematik zielgruppengerecht ins Bewusstsein zu rücken und Möglichkeiten zum Umgang mit bestehenden Herausforderungen aufzuzeigen.

Darüber hinaus gibt es noch weitere Ansatzpunkte, in denen durch günstige Rahmenbedingungen die Entwicklung von IoT in KMU gefördert werden kann:

- ➔ Eine eher begleitende Rolle spielt die öffentliche Hand im Bereich der **Interoperabilität**. Für die **Entwicklung gemeinsamer Standards** können Branchenverbände eine wichtige Rolle spielen, die Anforderungen analysieren, unter den Mitgliedsunternehmen abstimmen und auf dieser Basis Empfehlungen geben. Parallel ist es wichtig, KMU über vorhandene Standards aufzuklären und für den Nutzen von eStandards zu sensibilisieren, wie dies z. B. im [Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum eStandards](#) erfolgt.<sup>16</sup>
- ➔ Einen Beitrag zur **Vermeidung von Anbieter-Lock-In** kann die Förderung von **Open Source-Initiativen** leisten, denn Produkte und Lösungen mit frei verfügbaren Quellcodes erleichtern die Portierbarkeit und erschweren die Bindung an einzelne Anbieter. Auch die zunehmende öffentliche Nachfrage von Open Source-Lösungen, z. B. im Smart City-Bereich, kann diesen Bereich weiter fördern.
- ➔ Darüber hinaus kann die öffentliche Hand durch regulatorische Auflagen zur Implementierung von IoT auch **Marktpotentiale** schaffen. Als Beispiele seien die lückenlose Kontrolle der Lieferkettendaten im Arzneimittelbereich<sup>17</sup> oder die Einführung von Smart Metering im Rahmen der Energiewende<sup>18</sup> genannt. Die IoT-Technologie findet dabei nicht nur Eingang in spezifische Anwendungsbereiche, sondern kann weiterentwickelt und auf andere Einsatzfelder übertragen werden.
- ➔ Schließlich ist im Kontext von IoT auch das Thema **Konnektivität** von Relevanz. Hier spielt die öffentliche Hand über die Lizenzierung von Frequenzspektrum, die Sicherstellung wettbewerblicher Strukturen als Voraussetzung für Anbietervielfalt in öffentlichen Mobilfunk- und Festnetzinfrastrukturen sowie bei der Schließung weißer Flecken eine wichtige Rolle.

## 5 Fazit

Die in der Kurzstudie beispielhaft aufgezeigten Anwendungsfälle verdeutlichen, dass die IoT-Technologie diverse Ansatzpunkte zur Verbesserung von bestehenden Produkten und Prozessen und zur Entwicklung neuer Produkte und innovativer Geschäftsmodelle bietet: Der Einsatz der IoT-Lösungen kann bei Anwenderunternehmen zu Prozessoptimierungen und Kostensenkungen genutzt werden, wie das Tracking von Transportgestellen belegt. Fernwartungslösungen optimieren Produktionsabläufe und ermöglichen es, Reisetätigkeiten zu verringern. Die benannten Beispiele geben nur einen kleinen Ausschnitt dieses hochinnovativen Marktes wieder.

Vorreiterunternehmen nutzen die Potentiale des IoT bereits und treiben innovative Entwicklungen z. B. in den Bereichen KI und VR voran. Dabei hat ebenso wie bei anderen Digitalisierungsprojekten auch die Corona-Pandemie als Treiber gewirkt. Der Nutzen von IoT-Lösungen zeigte sich während der umfassenden Kontakt- und Reisebeschränkungen im Jahr 2020 teils deutlich, z. B. bei der Inbetriebnahme von Maschinen per Datenbrille.

Insgesamt befindet sich die Implementierung von IoT jedoch noch in einer frühen Phase. Im gesamten IoT-Ökosystem besteht über alle Wertschöpfungselemente hinweg noch viel unausgeschöpftes Potential. Gleichzeitig ist der Markt von einer starken Dynamik geprägt und trotz des frühen Entwicklungsstadiums sind bereits erste Konzentrationstendenzen zu beobachten.

Auch wenn innerhalb der KMU ein steigendes Bewusstsein für die Möglichkeiten des IoT zu beobachten ist, wird die Umsetzung häufig noch von Wissenslücken, Sicherheitsbedenken oder Investitionserfordernissen gebremst. Die Hemmnisse beim Einsatz von IoT entsprechen damit weitgehend den Herausforderungen, die auch generell bei Digitalisierungsprojekten zu beobachten sind.

Es gibt jedoch Indizien dafür, dass diese aufgrund der spezifischen Charakteristika des IoT (z. B. hohe Anzahl vernetzter Geräte, lange Projektdauer), die ein immanentes Risiko von Lock-In-Effekten und damit verbundenen Abhängigkeiten bergen, stärker ausgeprägt sind als bei Digitalisierungsvorhaben, für die ein breites und standardisiertes Angebot besteht (z. B. Aufbau eines digitalen Vertriebskanals). Im Einzelnen kommt es darauf an, wie komplex das jeweilige IoT-Projekt ist; so gibt es insbesondere im Bereich Tracking und Remote Monitoring auch niederschwellige Lösungen (z. B. Retrofit für Fernwartung), die den Einstieg in das IoT erleichtern können.

Es gibt zahlreiche Aspekte, mit denen sich die Politik bei der Schaffung von geeigneten Rahmenbedingungen zur Unterstützung von KMU im gesamten IoT-Ökosystem auseinandersetzen muss. Ein großer Teil der Herausforderungen ist im weiteren Kontext der Digitalisierung zu sehen (z. B. Unsicherheit in Bezug auf Datenschutz, IT-Sicherheitsrisiken, Finanzierungslücken, fehlendes Know-how) und kann unter Nutzung vorhandener Förder- und Beratungsstrukturen mit gezielter Ausrichtung auf das IoT bewältigt werden. Eine höhere Komplexität haben Fragestellungen in Bezug auf proprietäre Technologien und Interoperabilität sowie die Entstehung geschlossener Ökosysteme, die zunehmend an Relevanz gewinnen. Einige sich heute abzeichnenden mögliche Problemfelder – wie z. B. Schwierigkeiten beim Anbieterwechsel – sind IoT-spezifisch und bedürfen einer sorgfältigen und kontinuierlichen Beobachtung, um Handlungsbedarf und Fehlentwicklungen rechtzeitig erkennen und entgegenwirken zu können.

- 1 Dies belegen zahlreiche Studien, z. B. IoT Analytics (2020): State of the IoT 2020 - 12 billion IoT connections, surpassing non-IoT for the first time, 19.11.2020, <https://iot-analytics.com/state-of-the-iot-2020-12-billion-iot-connections-surpassing-non-iot-for-the-first-time/>.
- 2 Siehe zur Consumer IoT in Deutschland auch Knips, J.; Gries, C.; Wernick, C. (2020): Consumer-IoT in Deutschland – Anwendungsbereiche und möglicher Regelungsbedarf, WIK-Diskussionsbeitrag Nr. 471, Dezember 2020, [https://www.wik.org/uploads/media/WIK\\_Diskussionsbeitrag\\_Nr\\_471.pdf](https://www.wik.org/uploads/media/WIK_Diskussionsbeitrag_Nr_471.pdf).
- 3 Siehe z. B. DIHK (2021): Digitalisierung mit Herausforderungen – Die IHK-Umfrage zur Digitalisierung, <https://www.dihk.de/resource/blob/35410/e090dfd44f3ced7d374ac3e17ae2599/ihk-digitalisierungsumfrage-2021-data.pdf>, S. 3.
- 4 Z. B. Vogt, A. (2019): Bedeutung, Anwendungsfelder und Stand der Umsetzung, Studie der PAC Deutschland im Auftrag der Deutschen Telekom, <https://iot.telekom.com/resource/blob/data/183656/e16e24c291368e1f6a75362f7f9d0fc0/das-internet-der-dinge-im-deutschen-mittelstand.pdf>, IDG (2020): Studie Internet of Things 2019/2020 – die wichtigsten Key Findings, präsentiert von Telefónica, [https://www.tuvsud.com/de-de/-/media/de/cyber-security/pdf/allgemein/marketing/studie\\_internet-of-things\\_2019\\_2020.pdf](https://www.tuvsud.com/de-de/-/media/de/cyber-security/pdf/allgemein/marketing/studie_internet-of-things_2019_2020.pdf), Vodafone (2020): IoT Spotlight Report, <https://www.vodafone.de/business/featured/technologie/der-iot-spotlight-report-2020-was-heute-alles-moeglich-ist/>
- 5 So führt z. B. Teamviewer aus, dass Maschinenproduktivität um 25% gesteigert werden kann, Maschinenausfälle um 70% reduziert und Maschinenwartungskosten um 25% gesenkt werden können, <https://www.teamviewer.com/de/iot/predictive-maintenance/>.
- 6 Siehe auch Umfrageergebnisse in Vodafone (2020): IoT Spotlight Report, <https://www.vodafone.de/business/featured/technologie/der-iot-spotlight-report-2020-was-heute-alles-moeglich-ist/>, S. 7; IDC (2019): Digitalisierung von Produktionsprozessen, Studie im Auftrag von Comarch, [https://www.comarch.de/files-de/file\\_374/Comarch-IDC-Digitalisierung-von-Produktionsprozessen.pdf](https://www.comarch.de/files-de/file_374/Comarch-IDC-Digitalisierung-von-Produktionsprozessen.pdf), S. 9 (Teils auch quantitative Angaben, z. B. zum Effekt von Fernwartung: vorausschauende kann Maschinenstillstandzeiten um bis zu 30-50 % reduzieren und Lebensdauer von Maschinen um weitere 20-40 % verlängern, siehe IDC (2019): Digitalisierung von Produktionsprozessen).
- 7 <https://www.pressebox.de/pressemitteilung/infinite-devices-gmbh/freibad-fuer-alle-statt-Stress-im-Pool-Infinite-Devices-digitalisiert-Schwimmbaeder/boxid/1065004>.
- 8 Bezogen auf das Jahr 2019, siehe Destatis: Anteile Kleine und Mittlere Unternehmen 2019 nach Größenklassen in %, Wirtschaftsabschnitte insgesamt für das Jahr 2019, <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Unternehmen/Kleine-Unternehmen-Mittlere-Unternehmen/Tabellen/wirtschaftsabschnitte-insgesamt.html;jsessionid=F66E86C62E7009C6B192A9BE93C9A370.live722>.
- 9 Siehe z. B. DIHK (2021): Digitalisierung mit Herausforderungen – Die IHK-Umfrage zur Digitalisierung, <https://www.dihk.de/resource/blob/35410/e090dfd44f3ced7d374ac3e17ae2599/ihk-digitalisierungsumfrage-2021-data.pdf>.
- 10 Die typischerweise branchenspezifischen Standards sind teils marktgetrieben (z. B. im Konsumgüterhandel oder in der Automobilindustrie) und teils reguliert (z. B. im Medizinbereich) entwickelt worden.
- 11 Als Beispiel seien hier Wäschereien genannt, die proprietäre Tracking-Lösungen innerhalb ihres Betriebs nutzen und auf Ausschreibungen von wichtigen potentiellen Kunden wie Krankenhäusern oder Altenheimen mit anderen Lösungen nicht reagieren können.
- 12 Siehe zur Finanzierung von KMU z. B. Block, J.; Moritz, A.; Masiak, C. (2017): Heterogenität der Finanzierung von KMU in Europa, erschienen in: Mittelstand aktuell, Ausgabe 02/17, [https://www.ifm-bonn.org/fileadmin/data/redaktion/publikationen/Policy\\_Brief\\_Mittelstand\\_aktuell\\_/dokumente/policybrief\\_02\\_2017.pdf](https://www.ifm-bonn.org/fileadmin/data/redaktion/publikationen/Policy_Brief_Mittelstand_aktuell_/dokumente/policybrief_02_2017.pdf).
- 13 Siehe <https://www.kompetenzzentrum-kommunikation.de/angebote/workshop-vertrauen-in-digitale-netzwerke-2694/>.
- 14 Siehe hierzu ausführlicher Hesse, S.; Pradel, M. (2021): Internet of Things (IoT) & Co. – Wann gilt die DSGVO für Hersteller?, 16.06.2021, [https://www.juris.de/jportal/nav/juris\\_2015/aktuelles/magazin/iot-und-datenschutz.jsp](https://www.juris.de/jportal/nav/juris_2015/aktuelles/magazin/iot-und-datenschutz.jsp).
- 15 Siehe z. B. die Anforderungen an IT-Sicherheit bei der Fernwartung: <https://www.sichere-industrie.de/fernwartung-nach-bsi/>.
- 16 Siehe Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrum eStandards, <https://www.estandards-mittelstand.de/estandards-wissen/einsatzgebiete/>.
- 17 Zur Eindämmung des Handels mit gefälschten Medikamentenverpackungen und zum Patientenschutz besteht in der EU seit 2019 für Verpackungshersteller von verschreibungspflichtigen Pharmaprodukten die gesetzliche Verpflichtung, jede Verpackung mit einem 2D Barcode zu versehen, die später von Großhändlern und Apotheken gescannt werden, um die gesamte Lieferkette bis zum Endkunden nachzuvollziehen. Siehe zum Europäischen Rechtsrahmen [https://ec.europa.eu/health/human-use/legal-framework\\_en](https://ec.europa.eu/health/human-use/legal-framework_en).
- 18 Im Rahmen der Energiemarktregulierung müssen EU-Mitgliedsländer eine Kosten-Nutzen-Analyse für die Einführung von Smart Metering durchführen und bei positivem Ergebnis bis Ende 2020 80% Marktpenetration in ihrem Land erreichen. Zum Status in der EU siehe <https://ses.jrc.ec.europa.eu/smart-metering-deployment-european-union>.

## Über das Wissenschaftliche Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK):

Das Wissenschaftliche Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste (WIK) in Bad Honnef berät seit mehr als 30 Jahren öffentliche und private Auftraggeber weltweit in den Bereichen Telekommunikation, Internet, Post und Energie. Zu den Schwerpunktthemen gehören Politik, Regulierung und Strategie.

Weitere Informationen finden Sie unter: [www.wik.org](http://www.wik.org)

### Bildnachweis:

Deckblatt: pixabay.com, geralt/2630319, geralt/5113917

S. 4: ©LightAndShare - stock.adobe.com, ©Have a nice day - stock.adobe.com

## Impressum

WIK Wissenschaftliches Institut für  
Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH  
Rhöndorfer Str. 68  
53604 Bad Honnef  
Deutschland  
Tel.: +49 2224 9225-0  
Fax: +49 2224 9225-63  
E-Mail: [info@wik.org](mailto:info@wik.org)  
[www.wik.org](http://www.wik.org)

### Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

Geschäftsführerin und Direktorin	Dr. Cara Schwarz-Schilling
Direktor	Alex Kalevi Dieke
Direktor Abteilungsleiter Netze und Kosten	Dr. Thomas Plückebaum
Direktor Abteilungsleiter Regulierung und Wettbewerb	Dr. Bernd Sörries
Leiter der Verwaltung	Karl-Hubert Strüver
Vorsitzende des Aufsichtsrates	Dr. Daniela Brönstrup
Handelsregister	Amtsgericht Siegburg, HRB 7225
Steuer-Nr.	222/5751/0722
Umsatzsteueridentifikations-Nr.	DE 123 383 795