

connect. digitize. get ahead.

powered by

TRANSFORMA
INSIGHTS

T IoT

Die Nachhaltigkeits-
wirkung von IoT



Erleben,
was verbindet.

Inhalt

Kurzdarstellung	3
Flottenmanagement	5
Fallstudie: Bardusch – Digitales Flottenmanagement	6
Zustandsüberwachung und -verfolgung	7
Fallstudie: Distrilog – Anhängerortung und Zustandsüberwachung	9
Proaktive Asset-Überwachung	10
Fallstudie: Petko – IoT-Lösung für Fernservice und vorausschauende Wartung	11
Fernwartung	12
Fallstudie: Coca-Cola – IoT-Lösung für Fernsupport und -inspektion	13
Lagermanagement und Intralogistik	14
Fallstudie: BASF Coatings – IoT-Lösung für die Intralogistik	15
Intelligentes Gebäudemanagement	16
Fallstudie: Accenture – Intelligentes Gebäudemanagement	17
Intelligente Strassen- und Aussenbeleuchtung	18
Berliner Bogen – Smarte Lichtwerbung mit IoT	19
Optimierung von IoT-Lösungen	20
Case Study: Deutsche Bahn – IoT Solution Optimisation	21
Lebenszyklus von IoT-Lösungen	22
Schlussfolgerungen	23
Methodik	24
Über Transforma Insights	25

Kurzdarstellung

Im Mittelpunkt dieses Berichts stehen die potenziellen Nachhaltigkeits- und damit verbundenen ESG¹-Auswirkungen einer Reihe von Anwendungsfällen für IoT-Lösungen. Diese Auswirkungen sind signifikant, erweisen sich bei der Senkung von CO₂-Emissionen nachweislich als vorteilhaft und gewinnen bei Endnutzern bereits deutlich an Zugkraft.

Es werden die potenziellen Einsparungen beim Energie- und Kraftstoffverbrauch sowie beim CO₂-Ausstoß analysiert, die durch Umsetzung jedes der beschriebenen Anwendungsfälle erzielt werden können. Letztere sind am wirkungsvollsten beim Kraftstoffverbrauch, gefolgt vom Stromverbrauch. Die Gesamtauswirkungen jedes der untersuchten Anwendungsfälle sind nachstehend in Abbildung 1 zusammengefasst.

Die Auswahl dieser Anwendungsfälle beruht auf ihrer Relevanz für industrielle Nutzer in verschiedenen vertikalen Branchen. Anwendungsfälle für IoT-Lösungen, die in diesem Bericht behandelt werden, können zur Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele in wichtigen Industriezweigen und Wirtschaftssektoren beitragen. So bewirken beispielsweise Lösungen für das Flotten- und Lagermanagement über mehrere vertikale Branchen hinweg eine Senkung des CO₂-Ausstoßes im Transport- und Logistikbereich.

Abbildung 1: Übersicht der Nachhaltigkeits- und ESG-Auswirkungen ausgewählter IoT-Anwendungsfälle [Quelle: Transforma Insights, 2022]

Anwendungsfall	Elektrizität	Kraftstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis	CO ₂	Erweiterte ESG
Flottenmanagement				
Zustandsüberwachung und -verfolgung				
Proaktive Asset-Überwachung				
Fernwartung				
Lagermanagement und Intralogistik				
Intelligentes Gebäudemanagement				
Intelligente Straßen- und Außenbeleuchtung				
Optimierung von IoT-Lösungen				

¹ Umwelt, Soziales und Governance

Kurzdarstellung





Unsere wichtigsten Resultate sind wie folgt:

- In Bezug auf den Kraftstoffverbrauch ergaben sich die wirkungsvollsten Anwendungsfälle in den Bereichen **Flottenmanagement**, **proaktive Asset-Überwachung** und **Fernwartung**. Unternehmen, die Lösungen für das Flottenmanagement umsetzen, können im Durchschnitt eine 15-prozentige Reduktion des Treibstoffverbrauchs erzielen, die sich in erster Linie auf verbessertes Fahrerverhalten und Routenoptimierung zurückführen lässt. Lösungen für proaktive Asset-Überwachung und Fernwartung können zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs bei Außendienstesätzen beitragen, die sich in vielen Branchen auf 10 bis 30 % beläuft.
- Beim Stromverbrauch ist der wirkungsvollste Anwendungsfall das **intelligente Gebäudemanagement**, mit dem der Gesamtstromverbrauch eines Gebäudes um 10 bis 20 % gesenkt werden kann. Entscheidender Faktor dabei ist die optimierte Nutzung von Gebäuderessourcen wie Beleuchtung und Heiz-, Lüftungs- und Klimatechnik (HLK).
- Der zweitwirkungsvollste Anwendungsfall in Bezug auf den Stromverbrauch ist die **intelligente Straßen- und Außenbeleuchtung**. Der für Straßenbeleuchtung und Lichtwerbung erforderliche Strom kann durch dynamische Lichtsteuerung (z. B. Abschaltung bei Nichtgebrauch und aufgabenorientierte Beleuchtungsgestaltung) durchschnittlich um 20 bis 30 % gesenkt werden. In einigen Fällen lässt sich der Stromverbrauch um bis zu 40 % reduzieren.
- Insgesamt gesehen wirken sich die Anwendungsfälle in den Bereichen **Flottenmanagement** und **intelligentes Gebäudemanagement** am deutlichsten auf die Reduktion des CO₂-Ausstoßes aus (als Folge des gesenkten Kraftstoff- und Stromverbrauchs).
- Lösungen im Bereich der **Zustandsüberwachung und -verfolgung** wirken sich nur begrenzt direkt auf den Strom- und Kraftstoffverbrauch aus, beeinflussen aber die Senkung von CO₂- und anderen Treibhausgas-Emissionen erheblich, da sie der Verschwendung bzw. dem Verfall von Produkten in Lieferketten entgegenwirken, womit vermieden wird, dass diese auf der Mülldeponie enden.

Die in diesem Bericht beschriebenen Anwendungsfälle bieten weitere signifikante ESG-Vorteile, darunter u. a. weniger Verschwendung von Rohmaterialien, Nahrungsmitteln und Medikamenten, Förderung des Naturschutzes u.v.m., wie in diesem Bericht näher erläutert. Insbesondere die Anwendungsfälle in den Bereichen intelligentes Gebäudemanagement und intelligente Straßen- und Außenbeleuchtung tragen entscheidend zur Umsetzung dieser Art von erweiterten ESG-Zielen bei. Lösungen im intelligenten Gebäudemanagement können die Luftqualität in Innenräumen und den Komfort und die Produktivität der dort anwesenden Personen verbessern. Mit intelligenten Lösungen für die Straßen- und Außenbeleuchtung lässt sich die öffentliche Sicherheit fördern und die Lichtverschmutzung reduzieren, was sowohl der nachtaktiven Tierwelt als auch dem Menschen zugute kommt.

Der Hauptschwerpunkt dieses Berichts ist die Darlegung der Nachhaltigkeitsvorteile, die mit den beschriebenen IoT-Anwendungsfällen verbunden sind. Er bietet jedoch auch Erkenntnisse im Hinblick auf umfassendere wirtschaftliche Effekte. So reduziert der geringere Kraftstoff- und Stromverbrauch die Kosten damit verbundener betrieblicher Abläufe. Außerdem können durch vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance) der überwachten Geräte potenziell ansehnliche Einsparungen bei den Reparatur- und Instandhaltungskosten erzielt werden. Dieser allgemeine Effekt lässt sich am Beispiel der Straßenbeleuchtungs- und Stromkosten veranschaulichen, die in der Regel einen signifikanten Teil des Budgets einer Kommune ausmachen, sowie an Kraftstoffkosten, die beim Flottenbetrieb eine wesentliche Rolle spielen. Diese Kosten lassen sich durch die Umsetzung von intelligenten Lösungen für die Straßenbeleuchtung und das Flottenmanagement erheblich reduzieren.

Flottenmanagement

E	F	CO ₂	+
			

Das Flottenmanagement kann mithilfe von IoT durch die Überwachung des Fahrerverhaltens und die Erhöhung der Routeneffizienz sowie durch eine optimierte Fuhrparkverwaltung und -wartung verbessert werden. Nachhaltigkeitsvorteile im Flottenmanagement ergeben sich aufgrund des reduzierten Kraftstoffverbrauchs dank optimierter Routenplanung, Verbesserung des Fahrerverhaltens, effizienteren Kraftstoffmanagements, vorausschauender Fahrzeugwartung, angemessener Auswahl der Fahrzeuggröße sowie effizienter Beladung und präziser Ortung.

37 % der CO₂-Emissionen von Endverbrauchssektoren stammen aus dem Transportsektor², und ein wesentlicher Anteil (über 30 %³) dieser Emissionen wird aufgrund der hohen Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen erzeugt. Lösungen für das Flottenmanagement können den Kraftstoffverbrauch von Flottenfahrzeugen für den Personen- und Frachtverkehr auf der Straße um 15 % reduzierenⁱⁱ. Angesichts der Tatsache, dass etwa 30 bis 40 % der Flottenbetriebskosten auf den Kraftstoff entfallen, kann dies außerdem einen erheblichen Beitrag zur Kostensenkung im Flottenbetrieb leistenⁱⁱⁱ.

Die Senkung des Kraftstoffverbrauchs ist auf Routenoptimierung, verbessertes Fahrerverhalten und effektives Management ungewöhnlicher Kraftstoffverbrauchsmuster zurückzuführen. Die Routenoptimierung verringert die aktive Zeit im Verkehr (und damit den Leerlauf) und die zurückgelegten Fahrtstrecken (durch Auswahl der kürzesten Routen). Verbessertes Fahrerverhalten verringert den Fahrzeugleerlauf, heftige Brems- und Beschleunigungsvorgänge, Geschwindigkeitsüberschreitungen sowie andere Fahrmuster, die zu ineffizientem Kraftstoffverbrauch führen.

Besonders der Leerlauf gilt als eine der wichtigsten Quellen für von Fahrzeugen generierte Schadstoffemissionen. So schätzt beispielsweise die Organisation Natural Resources Canada, dass der CO₂-Ausstoß in Kanada jährlich um 1,4 Millionen Tonnen reduziert werden könnte, wenn sich jedes Fahrzeug täglich drei Minuten weniger im Leerlauf befinden würde^{iv}. Heftige Brems- und Beschleunigungsvorgänge sowie Geschwindigkeitsüberschreitungen können sich ebenfalls negativ auf Kraftstoffverbrauch und -kosten auswirken. Generell kann aggressives Fahren die Kilometerleistung eines Fahrzeugs um 10 bis 40 %^v reduzieren, je nachdem, ob ein Fahrzeug auf einer Schnellstraße oder in stockendem Verkehr unterwegs ist. Telematikgeräte für Flottenfahrzeuge können alle diese Aspekte des Fahrerverhaltens verfolgen und dem Fahrer zur Effizienzsteigerung präziseres Feedback geben. Schließlich wirkt sich das Kraftstoffmanagement vorteilhaft auf die Kraftstoffeffizienz aus, indem Unternehmen Kraftstoffpegel überwachen können und bei der Ermittlung von Lecks oder Verschwendung sowie von etwaigen ungewöhnlichen Kraftstofftrends unterstützt werden.

Ein wichtiger Aspekt der Fahrzeugwartung ist die Fernüberwachung von Reifendruck und Temperatur. Die Bedeutung des korrekten Reifendrucks wird häufig übersehen, ist aber entscheidend, weil sich dieser unmittelbar auf die Kraftstoffeffizienz auswirkt. Das US-Energieministerium geht davon aus, dass sich der Kraftstoffverbrauch bei einer 1%igen Senkung des durchschnittlichen Reifendrucks um 0,31% erhöht^{vi}. Darüber hinaus sind ordnungsgemäß aufgepumpte Reifen sicherer und haben eine längere Lebensdauer. Die Technologie trägt also zu weiteren ESG-Vorteilen bei, u. a. Sicherheit und reduzierte Materialverschwendung. Andere Merkmale der vorausschauenden Wartung bewirken ebenfalls ESG-Vorteile, insbesondere durch die geringere Anzahl an Fahrzeugpannen (Reduktion der damit verbundenen Materialverschwendung) und die rasche Identifizierung von Fahrzeugen, die zur Aufrechterhaltung der Effizienz und Verlängerung ihrer Lebensdauer repariert werden müssen.

Zwar wirken sich die Lösungen für das Flottenmanagement in erster Linie auf Kraftstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis aus, aber sie können auch bei vollelektrischen und hybriden Fahrzeugen zu Stromeinsparungen beitragen. Das Flottenmanagement für Elektrofahrzeuge gibt in Echtzeit Aufschluss über Energiepegel und Aufladestationen in der Nähe, so dass die Fahrzeuge zu optimalen Zeiten und an optimalen Orten aufgeladen werden können. Neben den potenziellen Vorteilen, die auch für die treibstoffbetriebenen Fahrzeuge gelten, können Lösungen für das Flottenmanagement bei Elektrofahrzeugen im Zusammenhang mit Batterie-Vorkonditionierung, Ladehistorie, Wetterbeständigkeit der Batterien und Nutzung zur Maximierung der Reichweite, Batterieleistung und Batterielebensdauer beitragen und damit langfristige Einsparungen bei den von Elektrofahrzeugen verbrauchten Ressourcen bewirken.

² davon sind mit der Stromerzeugung verbundene Emissionen ausgenommen.

³ Flottenfahrzeuge beinhalten Fahrzeuge für den Straßengüterverkehr (auf die 30 % des CO₂-Gesamtausstoßes entfällt) sowie ein gewisser Anteil an Fahrzeugen für den Straßenpersonenverkehr.

Fallstudie: Bardusch – Digitales Flottenmanagement

[Quelle: Deutsche Telekom]

Bardusch, ein mittelständischer Textildienstleister, bedient mit seiner Flotte aus 350 Lieferwagen und 30 LKW rund eine Million Kunden in Deutschland. Das Unternehmen implementierte in Zusammenarbeit mit der Deutschen Telekom und DeDeNet (als Softwarepartner) eine IoT-gestützte Lösung für das Flottenmanagement zur Optimierung seines Routenplanungsprozesses. In allen 380 Fahrzeugen wurden IoT-Tracking-Geräte installiert, die Echtzeitdaten über Fahrer und Fahrzeug bereitstellten, u. a. über Standorte, Kilometerleistung, Tankstände oder Fahr- und Ruhezeiten. Dank dieser Lösung für das Flottenmanagement konnte Bardusch die kostengünstigsten Routen auswählen, den Auslastungsgrad der Fahrzeuge erhöhen, Leerfahrten reduzieren, Kraftstoffkosten senken und seine Kunden effizienter bedienen. Die Lösung erhöhte aufgrund verbesserter Transparenz und unkomplizierter Kommunikation auch die Kundenzufriedenheit.

(Bildquelle: Bardusch)



Definition

Das Flottenmanagement umfasst alle Aspekte des Betriebs, der Verwaltung und der Instandhaltung eines Fuhrparks bei gleichzeitiger Verbesserung der Fahrereffizienz. Die Vorteile ergeben sich in erster Linie aus dem reduzierten Kraftstoffverbrauch (bzw. Stromverbrauch im Falle von Elektrofahrzeugen) dank Routenoptimierung, Verbesserung des Fahrerverhaltens, Kraftstoffmanagement, vorausschauender Fahrzeugwartung, angemessener Auswahl der Fahrzeuggröße sowie effizienter Beladung und präziser Ortung. Die Gesamteffizienz von Elektrofahrzeugen wird außerdem durch Überwachung des Batteriezustands und von Degradationsmustern verbessert.

Nachhaltigkeitsvorteile

- **Elektrizität:** Flottenmanagement-Lösungen für Elektrofahrzeuge reduzieren deren Stromverbrauch genauso wie Kraftstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis bei traditionell betriebenen Fahrzeugen und bewirken somit eine 15%ige Senkung des Stromverbrauchs.
- **Kraftstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis:** Unternehmen, die Lösungen für das Flottenmanagement umsetzen, können im Durchschnitt eine 15%ige Reduktion des Kraftstoffverbrauchs erwarten.
- **CO₂-Ausstoß:** Aufgrund des gesenkten Kraftstoff- und (im Falle von Elektrofahrzeugen) Stromverbrauchs wird von einer durchschnittlichen Reduktion des CO₂-Ausstoßes um 15% ausgegangen.

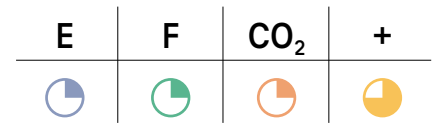
Erweiterte ESG-Vorteile

- **Weniger Verkehrsunfälle:** Durch das verbesserte Fahrerverhalten kommt es seltener zu heftigen Brems- und Beschleunigungsvorgängen und dementsprechend zu weniger Unfällen. Die Anzahl der Verkehrsunfälle kann im Schnitt um 45 bis 50%⁷ gesenkt werden. In einigen Fällen ist eine Reduktion der Verkehrsunfälle um bis zu 80%⁸ möglich.
- **Verbesserung von Gesundheit und Wohlbefinden:** Eine Verbesserung der Lebensqualität durch Stressabbau und weniger Zeit im Verkehr reduziert die Luftverschmutzung und kommt dem Umweltschutz in Städten zugute. Durch die Überwachung der Dienststunden der Fahrer, können Flottenmanagement-Lösungen außerdem müdigkeitsbedingte Probleme reduzieren und die Einhaltung behördlicher Vorschriften sicherstellen.
- **Weniger Materialverschwendung:** Weil es zu weniger schweren Pannen kommt, wird auch die damit verbundene zusätzliche Materialverschwendung verringert. Außerdem trägt das Flottenmanagement auch zur Vermeidung von Materialverschwendung bei, indem es die Lebensdauer von Verbrauchsartikeln wie Reifen und Batterien verlängert und die entsprechende Umweltbelastung, u. a. durch Mikroplastik, Bremsstaub und giftige Chemikalien, mindert. Weniger Verschleiß ermöglicht darüber hinaus die Verlängerung der Gesamtlebensdauer von Fahrzeugen.

Auswirkungen für Unternehmen

- **Senkung der Kraftstoffkosten:** Der wichtigste Vorteil ergibt sich aus der Senkung der Kraftstoffkosten. Eine 15%ige Verringerung des Kraftstoffverbrauchs bewirkt dieselbe Verringerung der Kraftstoffkosten, die in der Regel 30 bis 40% der Fuhrparkbetriebskosten ausmachen. Entsprechend können die Fahrzeug-Gesamtbetriebskosten mit dem Flottenmanagement um 5 bis 6% reduziert werden.
- **Weniger Fahrzeugpannen:** Durch vorausschauende Wartung werden Fahrzeuge in gutem Betriebszustand gehalten, u. a. durch regelmäßige Instandhaltungsmaßnahmen wie das Ersetzen von Komponenten und Ölwechsel auf der Grundlage von Daten über zurückgelegte Strecken, anstehende Inspektionstermine und andere Parameter. Durch frühzeitige Vorhersage möglicher Pannen und Festlegen von Wartungsterminen können Lösungen für das Flottenmanagement unerwartete Pannen und Reparaturen (im Durchschnitt) um 20% reduzieren sowie die erheblichen Kosten, die mit solch ungeplanten Wartungsarbeiten verbunden sind.
- **Bessere Planung von Ladezyklen für Elektrofahrzeuge im Fuhrpark:** Echtzeitdaten, die über Batteriestände, Ladezeiten und Ladestationen informieren, tragen zur verbesserten Planung von Ladezyklen bei und sorgen dafür, dass die entsandten Flottenfahrzeuge über ausreichend Batterieladung für die Erledigung der jeweiligen Aufgaben verfügen.
- **Höhere Kundenzufriedenheit:** Dank Echtzeitortung können Kunden zuverlässig über geschätzte Ankunftszeiten in Kenntnis gesetzt werden, was sich positiv auf die Zufriedenheit auswirkt.
- **Effizienteres Arbeitszeit-Management zur erfolgreichen Bewältigung des Fahrermangels:** Durch Ermittlung der einfachsten und schnellsten Fahrtstrecke erhöhen Lösungen des Flottenmanagements die Fahrerproduktivität und tragen zur Bewältigung der mit dem Fahrermangel verbundenen Herausforderungen bei.

Zustandsüberwachung und -Verfolgung



IoT im Bereich der intelligenten Logistik kann zur Ortung und Zustandsüberwachung von in Transit befindlichen Waren sowie bei deren Ankunft am Zielort eingesetzt werden.

Durch Messung von Parametern wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Lichtintensität, Druck, Vibration (oder Schock) kann die Zustandsüberwachung und -verfolgung die Sicherheit und Qualität der transportierten Waren gewährleisten. Industrieunternehmen, die verderbliche und empfindliche Artikel wie Nahrungs- und Arzneimittel liefern, ziehen die größten Vorteile aus der Umsetzung von Lösungen für die Zustandsüberwachung und -verfolgung.

Etwa ein Drittel der weltweit erzeugten Nahrungsmittel wird jährlich verschwendet oder geht verloren^x, wobei ein erheblicher Anteil dieses Verlusts in der Lieferkette stattfindet (in Transport-, Lager-, Verarbeitungseinheiten). Laut Welternährungsorganisation der UNO (FAO) gehen 14 % der Nahrungsmittel in der Lieferkette verloren, von der Nachernte bis hin zur Einzelhandels- und Verbraucherebene (letztere jedoch ausgenommen), wobei allein der Transport 4 % des Verlusts ausmacht^{xi}. Der Nahrungsmittelverlust in der Lieferkette kann auf Infrastrukturmängel, Beladung bei falschen Temperaturen, Fahrerfehler, technische Störungen, zeitliche Verzögerungen, Unsicherheiten bei Angebot und Nachfrage und wechselhafte Wetterbedingungen zurückgeführt werden. Schätzungsweise 32 % aller Frachtgüter werden bei falschen Temperaturen geladen. Durch Temperaturüberwachung können Unternehmen die damit verbundenen Produktverluste erheblich reduzieren, indem das Problem zeitnah ermittelt wird^{xii}.

Durch Lösungen für die Zustandsüberwachung und -verfolgung können die transportbedingten Nahrungsmittelverluste um 30 %^{xiii} reduziert werden und damit auch die Treibhausgasemissionen, die durch Entsorgung verdorbener Nahrungsmittel auf Mülldeponien entstehen. Die Technologie wirkt sich nicht nur auf die in der Lieferkette anfallenden Verluste aus, sondern stellt sicher, dass verderbliche Nahrungsmittel in besserem Zustand in Geschäften ankommen, eine längere Haltbarkeitsdauer haben und damit auch die Verluste im Lager bzw. Einzelhandel reduziert werden. Durch die Fernüberwachung von Versandbedingungen können diese Lösungen außerdem dazu beitragen, dass Obst im richtigen Reifestadium in den Geschäften ankommt. Hat ein Supermarkt beispielsweise nicht genügend reife Bananen, können die Bedingungen in der Lieferkette so angepasst werden, dass die im Transit befindlichen Bananen reifer ankommen als sie es andernfalls wären.

Für Anbau, Ernte, Verarbeitung, Lagerung und Transport von Nahrungsmitteln ist ein erheblicher Energieaufwand erforderlich, der letztendlich verschwendet wird, wenn diese Waren auf der Mülldeponie landen, wo sie wiederum Treibhausgase wie CO₂ und das sogar noch schädlichere Methan erzeugen. Unterschiedliche Nahrungsmittel wirken sich verschieden stark auf die Umwelt aus. So ist beispielsweise der Anteil von verschwendetem Fleisch im Vergleich zu Getreide oder Gemüse relativ gering, aber die für die





Fleischerzeugung benötigten Ressourcen (Dünger, Futter, Wasser, Strom, Kraftstoff) sind anteilmäßig weitaus umfangreicher, sodass die Verschwendung von Fleisch eine signifikante Auswirkung auf die Nachhaltigkeit hat.

Eine typische Lösung sind in Nahrungsmittelcontainern untergebrachte Sensoren, die in Echtzeit über den Zustand der im Transport befindlichen Lebensmittel informieren und rasche Entscheidungen in Bezug auf optimale Temperaturanpassungen, Umleitung, vorzeitiges Abladen oder die Umnutzung von Nahrungsmitteln zur Verlängerung der Haltbarkeit ermöglichen. Mithilfe von Lösungen dieser Art können Interessenträger intervenieren und schnell angemessene Maßnahmen ergreifen, um den Lebensmittelverderb zu minimieren. Außerdem können die von den Sensoren gelieferten Informationen zur Vorhersage (oder Anpassung) der Reifedauer von Obst oder der Haltbarkeit von Gemüse für verschiedene Kunden dienen.

Durch die Reduktion von Nahrungsmittelverschwendung wird der Strom-, Kraftstoff- und Wasserverbrauch in der Produktionsphase nicht unmittelbar beeinflusst, aber sie ermöglicht insofern indirekte Einsparungen dieser Ressourcen als diese in die Erzeugung von Nahrungsmitteln einfließen, die letztendlich verloren gehen. Die Senkung von Nahrungsmittelverlusten während des Transports reduziert die Notwendigkeit, dieselbe Menge an Nahrungsmitteln zu produzieren. Im Bereich der Lebensmittelproduktion können Wassereinsparungen besonders bedeutend sein. So benötigt man in der Regel 500 l Wasser zur Erzeugung von 1 kg Kartoffeln^{xiv}. Die Senkung der produktionsbedingten Emissionen ist für verschiedene Erzeugnisse unterschiedlich, da deren Lebensdauer variiert. So haben beispielsweise ein Kilogramm Rindfleisch und ein Kilogramm Weizen unterschiedliche CO₂-Emissionsintensitäten. Unterschiede bestehen auch zwischen Ländern, da sich Produktionsmethoden voneinander unterscheiden. So ist die Getreideerzeugung in Asien CO₂-intensiver als in Europa. Die Auswirkung auf den Ausstoß von CO₂-Äquivalenten (CO₂e) ist erheblich, da Mülldeponie-Emissionen von CO₂ sowie besonders auch von Methan (ein weitaus potenteres Treibhausgas als CO₂) reduziert werden.

Die Vorteile der Zustandsüberwachung in der Lieferkette beschränken sich nicht nur auf die ökologischen Auswirkungen, sondern haben auch soziale, ökonomische und betriebswirtschaftliche Vorteile wie z. B. stabile Nahrungsmittelpreise, optimierte Betriebsabläufe in der Lieferkette und erhöhte Kundenzufriedenheit dank präziser Ortung, Diebstahlreduktion und Qualitätssteigerung. Viele Unternehmen betrachten die Zustandsüberwachung gegenwärtig als wichtiges Alleinstellungsmerkmal, da Lösungen dieser Art zur Gewährleistung der Qualität der gelieferten Waren beitragen, was letztendlich das Wertversprechen verbessert.

Zustandsüberwachung und -Verfolgung

E	F	CO ₂	+
			

Einige Wirtschaftsakteure erwarten jedoch von ihren Regierungen zusätzlich zu bestehenden Vorschriften für das „Tracking & Tracing“ von Waren in der Lieferkette (hauptsächlich mithilfe von Barcodes und RFID-Codes) die Einführung einer Pflichtüberwachung des Warenzustands in der nahen oder mittelfristigen Zukunft. So können Unternehmen durch frühzeitige Implementierung der Zustandsüberwachung möglicherweise zu Vorreitern in ihrem Marktsegment werden.

Ähnlich wie die Nahrungsmittelindustrie sind pharmazeutische und gewisse andere medizinische Lieferketten ebenfalls mit der Herausforderung des Produktverlusts aufgrund der Nichteinhaltung von Temperaturgrenzwerten beim Transport konfrontiert. Laut Weltgesundheitsorganisation der UNO (WHO) werden jährlich 50 % der Impfstoffe weltweit verschwendet^{xx}, was hauptsächlich auf fehlende Temperaturkontrolle und geeignete Logistik zur Sicherstellung einer ununterbrochenen Kühlkette zurückzuführen ist.

Mit in Kisten, Paletten oder Versandkartons integrierten Sensoren kann die Produkttemperatur überwacht und zur Festlegung optimaler Prozesse für zukünftige Lieferungen beigetragen werden. IoT-Lösungen können auch dazu dienen, Logistikmanager in der Lieferkette auf die Aufrechterhaltung der richtigen Temperaturen aufmerksam zu machen, was eine effizientere Handhabung und die Reduktion von Produktabfällen ermöglicht. Neben der Umweltbelastung, die durch die Entsorgung verdorbener Medikamente hervorgerufen wird, können solche Maßnahmen häufig auch öffentliche Gesundheitsrisiken verursachen. Durch präzise Feststellung, wann eine Lieferung beschädigt wurde und welche Artikel möglicherweise vernichtet werden müssen, können Unternehmen Produktrückrufe gezielter vornehmen und damit Gesundheitsrisiken minimieren.

Fallstudie: Distrilog – Anhängerortung (Trailer Tracking) und Zustandsüberwachung [Quelle: Sensolus]

Distrilog fehlte es an Visibilität bzgl. des Standorts seiner Anhänger, was zu logistischen Herausforderungen führte, so u. a. Meinungsverschiedenheiten mit Fahrern und Kunden. Zur Lösung dieses Problems ging das Unternehmen eine Partnerschaft mit Sensolus ein, um die gesamte Anhängerflotte mit Ortungsgeräten auszustatten und mit der IoT-Plattform von Sensolus zu verbinden. Distrilog stattete außerdem seine Kühlanhänger mit Temperatursensoren aus, was zur Wahrung des ordnungsgemäßen Produktzustands beitrug. Wenn Temperaturen beispielsweise entweder zu hoch oder zu niedrig sind, sendet das System eine Aufforderung an das zuständige Team, die Temperatur zu korrigieren. Mithilfe der Zustandsüberwachung kann das Unternehmen Tauprobeme und Nahrungsmittelverschwendung vermeiden, weil es im Falle einer Temperaturanomalie unverzüglich eingreifen kann.

(Bildquelle: Sensolus)



Definition

Die Überwachung des Warenzustands durch Messung von Parametern wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Druck, Vibration (oder Schock) mit dem Ziel, die Waren (insbesondere verderbliche und empfindliche Artikel) sicher und in ordnungsgemäßen Zustand an ihren Bestimmungsort zu bringen. Die Zustandsüberwachung ist besonders im Zusammenhang mit verderblichen Nahrungsmitteln und pharmazeutischen Waren relevant. Durch Zustandsüberwachung können Hersteller (oder Logistikunternehmen) schneller eingreifen und handeln und schwerwiegende Komplikationen verhindern, sollte eine Anomalie eintreten. Nachhaltigkeitsvorteile ergeben sich indirekt, weil es weniger Waren gibt, die ihren Bestimmungsort in schlechtem Zustand erreichen und damit verschwendet werden, sowie durch die Vermeidung der mit diesen Verlusten verbundenen Nachhaltigkeitskosten.

Nachhaltigkeitsvorteile

- **Elektrizität:** In der Produktionsphase gibt es keine unmittelbare Auswirkung auf den Stromverbrauch. Aber indem die Verschwendung von Waren vermieden und der Ertrag pro erzeugter Strom-einheit verbessert wird, ergibt sich eine indirekte Senkung des Stromverbrauchs für die Erzeugung und Verarbeitung der Waren.
- **Kraftstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis:** Reduktion der von LKW für den Transport von Waren, die letztendlich verschwendet werden, sowie den weiteren Transport an Entsorgungsorte oder Mülldeponien zurückgelegten Kilometer. In manchen Fällen könnten diese Mülldeponien Hunderte von Kilometern von der Abholstelle entfernt sein. Indirekte Vorteile ergeben sich auch aufgrund reduzierter Verlustraten.
- **CO₂-Ausstoß:** Im Zusammenhang mit der Zustandsüberwachung kann CO₂-Ausstoß nicht nur durch Senkung des vorgelagerten Strom-, Kraftstoff- und Wasserverbrauchs reduziert werden, sondern auch durch Einsparung anderer Einsatzstoffe wie Futter (für Vieh) oder Dünger (für Nutzpflanzen). Mit der Zustandsüberwachung lässt sich auch der CO₂-Ausstoß reduzieren, der durch verschwendete oder verdorbene Ware erzeugt wird, die auf der Mülldeponie landet. Lösungen zur Temperaturüberwachung senken den Nahrungs-mittelverlust im Transport um 30 %, was wiederum den damit verbundenen CO₂-Ausstoß verringert.

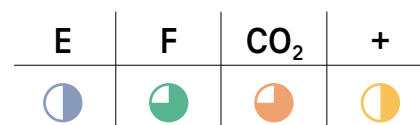
Erweiterte ESG-Vorteile

- **Reduktion anderer Treibhausgase als CO₂:** Eine Verringerung des auf den Mülldeponien landenden Nahrungsmittelabfalls um 100 kg entspricht einer durchschnittlichen Reduktion des Methan-Ausstoßes um 8,3 kg¹⁶, was wiederum 207,5 kg CO₂ (CO₂e) entspricht.
- **Schutz der öffentlichen Gesundheit:** Die präzise Feststellung, wann eine Lieferung beschädigt wurde und welche Artikel möglicherweise vernichtet werden müssen, ermöglicht es Unternehmen, gezieltere Produktrückrufe vorzunehmen und damit Gesundheitsrisiken zu minimieren, insbesondere im Zusammenhang mit der Gesundheitsversorgung.

Auswirkungen für Unternehmen

- **Ertrags- und Gewinnsteigerung für Lieferkettenteilnehmer:** Weniger verdorbene Ware und mehr Effizienz beim Transport schlägt sich in besseren Renditen für Lieferkettenteilnehmer nieder.
- **Verbessertes Kundenerlebnis:** Durch Zustandsüberwachung und Ortung von Waren in Echtzeit sowie durch eine höhere Qualität der gelieferten Produkte wird das Kundenerlebnis verbessert.
- **Verbesserung der operativen Effizienz:** Anhand der Standort- und Zustandsüberwachung lässt sich ermitteln, ob Produkte in die richtigen Fahrzeuge geladen wurden und ob sie sicher sind oder irgendwo aufgehalten werden (z. B. in einer Warteschlange der Zollabfertigung).

Proaktive Asset-Überwachung



Lösungen zur proaktiven Asset-Überwachung können den Zustand und die Leistung von Anlagen in einem ganzen Unternehmen in Echtzeit sichtbar machen. Anhand der Analyse eines Spektrums an Parametern (z. B. Temperatur, Vibration und Audioabdeckung) erhalten Betreiber die Möglichkeit, Wartungstermine und -ressourcen (wie z. B. technische Fachkräfte) auf effektivste Weise zu planen.

So können Vor-Ort-Wartungstermine bedarfsgerecht anberaumt und optimiert werden, sodass erforderliche Wartungseinsätze an mehreren Orten erfolgen können, anstatt nur zu geplanten Wartungsterminen oder in Notfällen, wenn es schon zu Beschädigungen oder Ausfällen gekommen ist. Dies resultiert unmittelbar in einer Senkung des Kraftstoffverbrauchs, da technisches Personal nicht zu unnötigen Außendienstseinsätzen entsandt werden muss. So reduzierte beispielsweise der Medizinprodukt Hersteller Varian Medical durch die Integration IoT-gestützter Überwachungslösungen in seine Systeme die Außendienstseinsätze technischer Fachkräfte (und die damit verbundenen Anfahrten) um 42%^{xvii}. Wie viele Außendienstseinsätze eingespart werden können, hängt zwar von den oben genannten Faktoren ab, aber in den meisten Branchen kann die Technologie dazu beitragen, Servicetermine um 10 bis 20 % zu verringern^{xviii}.

Aufgrund einer besseren Einschätzung des Anlagenzustands können technische Fachkräfte weitaus besser vorbereitet zu Wartungseinsätzen vor Ort kommen, was zu einer erheblichen Reduktion zusätzlicher Fahrten führt, die möglicherweise zum Abholen von Ersatzteilen für etwaige Reparaturen erforderlich sind. Es erhöht sich auch die Wahrscheinlichkeit, dass das Problem während nur eines Einsatzes gelöst werden kann und wiederholte Anfahrten nicht nötig sind, weil die Problemursache bereits im Voraus ermittelt wurde. So war beispielsweise die Firma McKinley Elevators in der Lage, durch die verbesserte Visibilität des Zustands ihrer installierten Anlagen eine Erstlösungsrate („First-Time-Fix-Rate“) von rund 88 % zu erzielen und damit die in der Servicebranche durchschnittlich erzielte Rate von 60 % deutlich zu übertreffen^{xix}.

Darüber hinaus wird anhand der vorausschauenden Wartung auch der Verbrauch von Rohmaterialien und Ersatzteilen reduziert, der im Falle einer schweren Störung erforderlich gewesen wäre.

Die proaktive Asset-Überwachung trägt auch zur Ermittlung von Energieverlust (insbesondere Strom) bei, der durch suboptimale Geräteleistung aufgrund fehlerhafter Stromversorgung, nicht identifizierter Fehler oder Geräteverschleiß verursacht wird. Nutzer können häufige Energie-Audits vornehmen, die korrekte Stromversorgung von Motoren sicherstellen und ermitteln, welche Maschinen zur Gewährleistung eines effizienten Betriebs gewartet werden müssen, was wiederum zu Energieeinsparungen führt. So senkte ein Automobilhersteller in Indien beispielsweise die von seinem Maschinenpark verbrauchte Energie um 17 bis 19 % durch Ermittlung einer durch Stromphasenungleichgewichte verursachten Maschinendegradation. Außerdem wurde durch die Identifizierung der wartungsbedürftigen Maschinen deren Energieverbrauch um 15%^{xx} gedrosselt. Die von Überwachungssystemen erfassten Daten ermöglichen es Betreibern, den Energieverbrauch einer Maschine mit dem von Maschinen ähnlicher Kapazität zu

vergleichen, wodurch sich ineffiziente Maschinen identifizieren lassen, die möglicherweise gewartet werden müssen. Neben der Analyse der Leistung und Effizienz einer Maschine können mithilfe von Überwachungssystemen Maschinen (oder Motoren) ermittelt werden, die unnötigerweise laufen oder nach Abschluss der Aufgaben weiterlaufen. Dies kann weitere Energieeinsparungen bewirken.

Für Unternehmen ist der Rohmaterial- bzw. Warenverbrauch ein entscheidender Faktor bei der Minimierung ihres CO₂-Ausstoßes und Einsparung von Rohmaterialkosten. Fernüberwachung kann Transparenz hinsichtlich des Materialverbrauchs von Anlagen liefern sowie hinsichtlich der Menge des noch verbleibenden Materials. Anhand dieser Informationen können Unternehmen den Verbrauch optimieren und Verschwendung minimieren. So optimierte beispielsweise die Firma Bauer Compressors den Gasverbrauch der Kompressoren durch Integration einer Fernüberwachungsfunktion. Dies bewirkte nicht nur Materialeinsparungen (und in diesem Fall auch Energieeinsparungen), sondern ermöglichte dank des gesenkten Gasverbrauchs auch Kosteneinsparungen^{xxi}.

Die Reduktion des Materialverbrauchs wird zusätzlich durch IoT-Lösungen ergänzt, die speziell für die Füllstandsüberwachung von Tanks oder Vorratsbehältern vorgesehen sind. Diese Lösungen tragen dazu bei, dass ein Überlaufen von Materialien wie industriellen Schmierstoffen (in Fertigungsbetrieben), Chemikalien (in Abwasseranlagen) und Gasen vermieden und damit wiederum die Materialverschwendung reduziert und die durch Fertigungsbetriebe verursachte Wasser- und Bodenverschmutzung gemindert wird. Umgekehrt ermöglicht die Fernüberwachung von Füllständen potenziell erheblich effizientere Liefer- und Vertriebsnetze für Unternehmen, die an Kundenstandorten Lagerbestände halten müssen.

Was Geschäftsvorteile betrifft, so hat die proaktive Asset-Überwachung unmittelbare Auswirkungen, indem sie die Betriebs- und Wartungskosten eines Unternehmens reduziert, insbesondere durch geringere Lohn- und Ersatzteilkosten (einschl. Reparaturkosten). Reparaturen nach einer Störung können eine gewaltige Kostenbelastung und langwierige Ausfallzeiten nach sich ziehen. Dagegen kann mit proaktiver Asset-Überwachung präventive Wartung geplant und zum optimalen Zeitpunkt durchgeführt werden, was eine Senkung der Kosten und Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit mit sich bringt. So konnten beispielsweise die Stadtwerke Rotenburg ihre Reparaturkosten um 30 % senken, indem sie eine Zustandsüberwachungslösung einführten, mit der Pumpen und Maschinen in den städtischen Klärwerken fernüberwacht werden^{xxii}. In einer Fertigungsstätte wird durch eine erhöhte Verfügbarkeit und Effizienz von Anlagen die Gesamtanlageneffektivität (Overall Equipment Effectiveness, OEE⁴) und Produktivität des Werks unmittelbar verbessert, was letztendlich die Gewinne des Unternehmens durch gesteigerten Durchsatz erhöht. So verbesserte beispielsweise Tetro, ein Konsumgüterhersteller, durch Einführung einer Fernüberwachungslösung seine OEE um 30 %, sparte dabei Energie ein und reduzierte Materialverschwendung sowie die Markteinführungszeit um 25 %^{xxiii}.

⁴ OEE ist eine Messgröße, mit der ermittelt wird, wie effektiv ein Fertigungsbetrieb läuft. Sie wird anhand der Formel (Verfügbarkeit) x (Leistung) x (Qualität) berechnet.

Fallstudie: Petko: IoT-Lösung für Fernservice und vorausschauende Wartung [Quelle: Deutsche Telekom]

Petko, ein deutscher Hersteller von Druckluftanlagen, nutzt die Cloud der Dinge der Deutschen Telekom sowie Smartbox von PSystem für die Fernüberwachung seiner an verschiedenen Kundenstandorten installierten Systeme. Die Lösung ermöglicht es technischen Fachkräften, Maschinenparameter wie Druck, Stromversorgung und Temperatur in Echtzeit zu verfolgen. Vor der Einführung der Lösung mussten Servicetechniker zu viel Zeit und Mühe in die Untersuchung von Maschinenstörungen vor Ort investieren. Mithilfe von Fernüberwachung können sich technische Fachkräfte im Voraus ein genaues Bild der Lage vor Ort machen. Anhand dieser Informationen können sie dann hinsichtlich der benötigten Ersatzteile besser vorbereitet sein. Die erhobenen Daten helfen dem Unternehmen bei der Beurteilung der Maschineneffizienz (einschließlich der Energieeffizienz) und der Ermittlung des besten Zeitpunkts für die Investition in eine neue Anlage. Wenn Reparaturen erforderlich sind, übermittelt die Lösung automatisch eine entsprechende Benachrichtigung und erinnert zeitnah an bevorstehende Wartungstermine. All dies beschleunigt Serviceeinsätze und spart Zeit und Geld. Kunden von Petko profitieren ebenfalls von der Lösung durch die erhöhte Verfügbarkeit der Kompressoren und Druckluftaufbereitungsanlagen sowie durch eine schnellere Störungsbehebung. (Bildquelle: Deutsche Telekom)



Definition

Die Überwachung des Zustands und der Leistung von Anlagegütern (wie z. B. Maschinen, Medizinprodukte u. a.), um sie effizienter zu machen und Störungen im Voraus zu ermitteln, bevor es zu einem schwerwiegenden Ausfall kommt. Dazu gehört auch die Überwachung des Füllstands von Tanks und Vorratsbehältern, um sicherzustellen, dass diese nicht überfull oder komplett entleert sind.

Nachhaltigkeitsvorteile

- **Elektrizität:** Die kontinuierliche Überwachung von Anlagen (insbesondere Maschinen) sorgt für das richtige Stromphasen gleichgewicht, verbessert die Effizienz, optimiert Betriebszeiten und ermittelt etwaigen Wartungsbedarf, was wiederum Energie einsparungen bewirkt. Im Durchschnitt kann davon ausgegangen werden, dass der von suboptimal laufenden Anlagen verbrauchte Strom um 10 % und in manchen Fällen eventuell bis zu 15 % reduziert wird.
- **Kraftstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis:** Einsparungen beim Kraftstoffverbrauch durch optimierte Wartungspläne und das Vermeiden unnötiger Außendienstesätze zu Inspektions- und Reparaturzwecken. Um wie viel die Technikereinsätze (und damit der Kraftstoffverbrauch) reduziert werden, ist je nach der überwachten Anlage, der Transportart und der Wartungshäufigkeit verschieden. In den meisten Branchen kann die Technologie dazu beitragen, Außendienstesätze von technischen Fachkräften um 10 bis 20 % zu reduzieren. In einigen Szenarios können die Einsparungen sogar noch erheblich höher ausfallen.
- **CO₂-Ausstoß:** Reduziert den Stromverbrauch der Anlagen und die Notwendigkeit häufiger Inspektionen (und Anfahrten). Diese Faktoren und die Vermeidung von Materialverschwendung führen zu einer erheblichen Verringerung des CO₂-Ausstoßes.

Erweiterte ESG-Vorteile




- **Reduzierter Materialverbrauch:** Die vorausschauende Wartung reduziert schwerwiegende Ausfälle und die damit verbundene Rohmaterialverschwendung.

- **Reduzierte Wasser- und Luftverschmutzung:** Mit der Füllstandsüberwachung von Tanks oder Vorratsbehältern lässt sich das Überlaufen von Materialien wie industriellen Schmierstoffen, Chemikalien oder Gasen und damit die Wasser- und Bodenverschmutzung erheblich reduzieren.

Auswirkungen für Unternehmen

- **Steigerung der Produktivität von technischen Fachkräften:** Aufwandseinsparungen bei der Störungssuche, weil technische Fachkräfte Auffälligkeiten bereits vor der Vor-Ort-Untersuchung der Anlage eindeutig erkennen und daher Probleme rascher beheben können.
- **Optimierung des Ersatzteilbestands:** Führt dank der Ferndiagnose von Problemen zu einer erheblichen Reduktion des mit der Einleitung des Ersatzteilbestellvorgangs verbundenen Zeitaufwands und ermöglicht damit eine Verringerung der Lagerbestände.
- **Reduktion von Maschinenausfallzeiten (und damit verbundener Verluste):** Die rasche Problembehebung verkürzt Maschinenausfallzeiten erheblich. Im Durchschnitt können Maschinenausfallzeiten um 20 % reduziert werden²⁴.
- **Steigerung von Gesamtanlageneffektivität (OEE) und Durchsatz:** Durch die Steigerung der OEE erhöht sich letztendlich der Fertigungsdurchsatz und die Rentabilität des Unternehmens: Im Durchschnitt kann die OEE um 15 bis 20 % gesteigert werden²⁵.
- **Reduzierte Wartungskosten und Ausfallzeiten:** Proaktive Reparatur und Wartung sowie Vermeidung kostspieliger Ausfallzeiten aufgrund von Betriebsstörungen.
- **Verkürzung der Produktionszeiten:** Verringerte Maschinenausfallzeiten schlagen sich in der Verbesserung von Betriebseffizienz und Produktionsabläufen und in verkürzten Produktionszeiten nieder.
- **Senkung der Stromkosten:** In einigen Fällen kann durch Fernüberwachung vermieden werden, dass durch einen höheren Stromfluss für eine bestimmte Last übermäßige Stromkosten anfallen.

Fernwartung

E	F	CO ₂	+
			

Die Fernwartung stellt eine Erweiterung des Anwendungsfalls der prädiktiven Wartung dar, indem Unternehmen technische Wartungsmaßnahmen, Support und Unterstützung (bei Vorfällen oder Störungen), Software-Updates, Patches oder eine Rekonfiguration von Software-Parametern vollständig im Fernbetrieb durchführen können.

Der wichtigste Nachhaltigkeitseffekt der Fernwartung ist eine Reduktion des Kraftstoffverbrauchs (und des damit verbundenen CO₂-Ausstoßes). Indem Support-Anfragen vollständig im Fernbetrieb abgewickelt werden können, lassen sich durch die Fernwartung Fahrten vermeiden, die andernfalls von Außendienstpersonal zur Durchführung dieser Maßnahmen vor Ort vorgenommen werden müssten. So war beispielsweise die Selectra Group, ein europäisches Unternehmen für Nahrungsmitteltechnologie, in der Lage, durch Fernwartung Technikereinsätze für die Reparatur und Wartung von Warenautomaten um 30 % zu reduzieren^{xxvi}. Zwar hängt die Anzahl der Einsätze von zahlreichen Faktoren ab, aber in den meisten Fällen können Technikereinsätze durch Einführung von Fernwartungslösungen um 20 bis 30 % verringert werden^{xxvii}. In welchem Umfang sich dieser Effekt auf die Reduktion von Einsätzen auswirkt, variiert jedoch je nach dem Typ des gewarteten Systems, der Wartungshäufigkeit, der Anfahrstrecke und der Transportart erheblich. Es kommt vor, dass technische Fachkräfte aus anderen Teilen der Welt anreisen müssen, weil hochspezialisierte Fachkenntnisse erforderlich sind. In diesen Fällen könnten die Auswirkungen noch höher sein, da Flugreisen vermieden werden.

Die mit der Fernwartung verbundenen geschäftlichen Vorteile können über die der proaktiven Asset-Überwachung hinausgehen, weil Wartungskosten sowie die von technischen Fachkräften vor Ort und für die Anfahrt aufgewandte Zeit weiter reduziert werden. Darüber hinaus werden Anfragen rascher erledigt, weil die Störungsbehebung im Fernbetrieb erfolgen kann. So konnte zum Beispiel die Firma ClearLASER 85 % ihrer Anfragen über die TeamViewer Fernüberwachung und -wartung abwickeln^{xxviii}. Durch Integration von Fernwartungsfunktionen in Geräte kann auch das Umsatzwachstum positiv beeinflusst werden, da es für das die Anlagen bereitstellende Unternehmen weitere wiederkehrende

Umsätze generiert. Dazu gehört auch die Möglichkeit, Dienstleistungen auf „Pay-per-Use“- oder „Pay-as-you-go“-Basis anzubieten. Dabei können Kunden eine gewisse Kapazität erwerben und die Maschine schaltet sich nach Bereitstellung dieser Kapazität ab, bis weitere Guthaben erworben worden sind. Dieses Modell kann den Nutzern der jeweiligen Maschinen aufgrund potenziell einfacherer Lizenzierungsmodelle ohne Vorkosten zugute kommen. Die Firma Daikin führte 2021 einen Abonnementservice für ihre Klimaanlageanlagen in Afrika ein, bei dem den Kunden nur an den Tagen, an denen der Kühleffekt tatsächlich in Anspruch genommen wurde, 1,40 USD in Rechnung gestellt wurde.

Neben einer Senkung der Wartungskosten bietet die Fernwartung Unternehmen die Möglichkeit, geräteintegrierte Software häufiger zu aktualisieren, d. h. dass das Gerät häufiger um neue Leistungsmerkmale und Funktionen erweitert werden kann. Die Softwareaktualisierung im Fernbetrieb ermöglicht es Unternehmen außerdem, den Nutzern ihrer Geräte neue Dienste anzubieten, entweder durch Aktualisierung mit neuer Software oder durch Aktivierung einer Funktion, die bereits integriert ist, aber noch nicht erworben wurde. All dies erlaubt einen weitaus agileren Softwareentwicklungsansatz, bei dem die Software regelmäßig mit Geräten synchronisiert werden kann. Außerdem müssen die Software-Updates nicht einzeln bei jedem Technikereinsatz vorgenommen werden, sondern können gleichzeitig über einen ganzen Gerätebestand hinweg erfolgen. Insgesamt bietet die Technologie den Kunden ein besseres Wertangebot, da ihr Gerätebestand praktisch unverzüglich umkonfiguriert bzw. die Software aktualisiert werden kann, sodass die Kunden nicht mit einem fragmentierten Gerätebestand konfrontiert sind.

Fallstudie: Coca-Cole HBC: Augmented Reality-Lösung für den Fernsupport [Quelle: TeamViewer]

Coca Cola Hellenic Bottling Company (HBC) führte die Lösungen xAssist and xInspect von TeamViewer für den Fernsupport und die Ferninspektion ein, um Betriebsunterbrechungen in den Produktionslinien zu vermeiden. Bei Produktionsausfällen können Mitarbeitende mit xAssist und intelligenten Brillen über Videoverbindungen mit Experten sprechen und Fernunterstützung zur Wiederherstellung des Betriebs erhalten. Für regelmäßige Wartungsarbeiten oder Umrüstungsprozesse hat Coca-Cola HBC mithilfe von TeamViewer xInspect und dem Frontline Creator eigene Augmented-Reality-Workflows entwickelt. Die Workflow-Informationen werden an die intelligenten Brillen der Mitarbeitenden übermittelt und dienen als schrittweise Anleitungen. Dank der Fernsupport-Lösung konnte Coca Cola HBC Ausfallzeiten um 50 % reduzieren und Zeitaufwand und Reisekosten von Fachkräften einsparen, indem diese ihre Arbeit im Fernbetrieb durchführen konnten. Mithilfe von xInspect konnten Mitarbeitende um 30 % schneller geschult werden, und es wurde 20 % der Zeit eingespart, die für Umrüstungsprozesse in der Produktion erforderlich war. Außerdem können Inspektions- und Verwaltungstermine ebenfalls im Rahmen von Live-Videoverbindungen wahrgenommen werden, womit sich regelmäßige Reisekosten erübrigen. (Bildquelle: Teamviewer)



Definition

Durchführung von Wartungs- und Support-Maßnahmen im Fernbetrieb, darunter u. a. Software-Upgrades, IT-Support und Unterstützung. Diese Art von Lösung kann in einem breiten Spektrum von Branchen zum Einsatz kommen, darunter u. a. Fertigung, Medizinprodukte und Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Die Fernwartung bewirkt häufig eine Reduktion der Wartungstermine und anderer Supportmaßnahmen vor Ort. Die Fernwartung stellt eine Erweiterung der proaktiven Asset-Überwachung dar. Sie umfasst sowohl die Fernsteuerung und -überwachung des Zustands von Anlagegütern als auch die Vorhersage von Wartungsservice sowie die tatsächliche Durchführung einiger Aspekte von Wartungs-, Support- und Servicemaßnahmen im Fernbetrieb.





Nachhaltigkeitsvorteile

- **Elektrizität:** Wie bereits bei der proaktiven Asset-Überwachung beobachtet, kann durch kontinuierliche Überwachung und Wartung von Anlagegütern (insbesondere Maschinen) der von suboptimal laufenden Anlagen verbrauchte Strom um 10 % und in manchen Fällen eventuell bis zu 15 % reduziert werden.
- **Kraftstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis:** Mit Fernwartung können Service- oder Wartungstermine vor Ort reduziert bzw. so gar ganz eliminiert werden, was entsprechende Einsparungen bei dem zur Durchführung dieser Wartungsmaßnahmen andernfalls erforderlichen Kraftstoff bewirkt. In welchem Umfang sich dieser Effekt auf die Reduktion von Kraftstoff auswirkt, variiert jedoch je nach dem Typ des gewarteten Systems, der Wartungshäufigkeit, der Anfahrtsstrecke und der Transportart erheblich. Wie viele Vor-Ort-Termine eingespart werden, hängt von zahlreichen Faktoren ab, aber in den meisten Branchen kann die Fernwartung diese um durchschnittlich 20 bis 30 % verringern.
- **CO₂-Ausstoß:** Der CO₂-Ausstoß wird durch die Eliminierung von Servicefahrten um den gleichen Anteil reduziert wie Kraftstoff.

Auswirkungen für Unternehmen

- **Senkung der Wartungskosten:** Durch die Fernwartung von Geräten werden Wartungskosten eingespart.
- **Erhöhte Produktivität und Zufriedenheit der in vorderster Reihe stehenden Mitarbeitenden:** Die dank der Technologie reduzierten Fahrtzeiten der technischen Fachkräfte resultieren in einer effizienteren Zeitnutzung und der Verfügbarkeit zusätzlicher Arbeitsstunden, was letztendlich den Zufriedenheitsgrad der Mitarbeitenden erhöht.
- **Häufigere Upgrades der Onboard-Software:** Software-Updates, darunter neue Leistungsmerkmale, Funktionen und Verbesserungen des Nutzererlebnisses, können häufiger vorgenommen werden, was einen weitaus agileren (und weniger risikobehafteten) Softwareentwicklungsansatz ermöglicht.
- **Erweiterte Sicherheit:** Fehler und Probleme in einem ferngewarteten System können schnell angegangen werden, womit sich die Systemsicherheit verbessert.
- **Zusätzliche Umsatzpotentiale:** Die Fernüberwachung ermöglicht es Unternehmen außerdem, den Maschinen, die sie ihren Kunden liefern, digitale Servicefunktionen hinzuzufügen und damit langfristige Umsatzpotentiale zu eröffnen, besonders wenn die Maschinen geleast werden.

Lagermanagement und Intralogistik

E	F	CO ₂	+
			

Die Lagerhaltung ist eine der signifikantesten Emissionsquellen in Logistik und Lieferkette. Die Hauptemissionsquellen in Lagerhallen sind Heizung, Kühlung, Beleuchtung, Materialumschlag und interner Transport. 13 % der Gesamtemissionen von Lieferketten werden durch Materialumschlagaktivitäten in Logistikgebäuden (einschließlich Lager- und Sortieranlagen) verursacht^{xxxix}.

Eine der größten Herausforderungen für den Lagerbetrieb ist die Synchronisation der Warenbewegungen zwischen Einrichtungen für Inspektion, Sortieren und Kommissionieren, Produktion und Fertigwaren. Das erhebliche Potenzial für Fehlleitung und -handhabung führt nicht nur zu ineffizienten Betriebsabläufen, sondern ist auch ein Hauptgrund für unnötigen Kraftstoffverbrauch in Lagern. Häufig verschwendeten LKW, die zwischen und in diesen Einrichtungen fahren, auf der Suche nach leeren Containern oder Förderwagen, beim Warten auf die zu ladenden Waren oder beim Warten auf Anweisungen zusätzlichen Kraftstoff. Manchmal kommt es auch zu Leerfahrten dieser LKW, weil es bei der Ortung der Waren Probleme gibt. Die durch IoT ermöglichte Ortung von Anlagegütern (u. a. Fahrzeuge, Waren und Geräte) verbessert die Koordination und bietet mehr Kontrolle über interne Materialflüsse. Mit IoT-Tags können LKW innerhalb von Einrichtungen geortet und ihre jeweilige Ladung identifiziert werden, was die Leerlaufzeiten der LKW beim Warten auf Anweisungen und das unnötige Verbrennen von Kraftstoff erheblich reduziert. Darüber hinaus gibt es weniger Bewegungen unbeladener Fahrzeuge, was eine effizientere Fahrzeugnutzung und Einsparungen beim Kraftstoffverbrauch nach sich zieht. Auch bei treibstoffbetriebenen (hauptsächlich Diesel und LPG⁵) Flurförderzeugen wie Gabelstaplern werden durch eine verbesserte Waren- und Geräteortung unnötige Fahrten (und der entsprechende Kraftstoffverbrauch) reduziert.

IoT-Technologie und Lagerhaltungssysteme, die eine koordinierte Routenplanung ermöglichen und es verschiedenen Unternehmen erlauben, Frachtkapazitäten untereinander aufzuteilen oder auf andere Weise zu synchronisieren, können zur Reduktion unnötiger Emissionen beitragen, zu denen es aufgrund von LKW-Leerfahrten oder -Teilladungen (LTL) kommt. Durch diese effizientere Logistik werden sowohl Kosten eingespart als auch Schadstoffemissionen verringert. Generell können durch Eingangsfrachtprogramme wie LTL-Management, Frachtkonsolidierung und effiziente Logistik-Synchronisation rund 25 % der damit verbundenen Kosten eingespart werden^{xxx}. Darüber hinaus lässt sich mit diesem Ansatz der CO₂-Ausstoß für den Eingangstransport um etwa 5 % reduzieren^{xxxi}.

Lagerhaltungs- und Intralogistik-Lösungen können sich auch positiv auf den Stromverbrauch auswirken. IoT-Tracker für Bestandsüberwachung und -management können dazu beitragen, Bestandsmengen im Durchschnitt um 15 bis 20 % zu reduzieren^{xxxii}. Proximus, ein belgischer Telekommunikationsnetzbetreiber, reduzierte sein Kabelinventar durch das Tracking von Lagerbeständen mit in Kabeltrommeln integrierten Sensoren um 15 %^{xxxiii}. Eine solche Verringerung der Gesamtlagerbestände kann den Raumbedarf reduzieren, sodass weniger Energie benötigt wird und es pro Durchsatzeinheit zu weniger Emissionen kommt. Einsparungen ergeben sich in Form von geringerem Stromverbrauch für Beleuchtung, reduzierter Heizung und Kühlung und weniger ortsfesten

Anlagen für die Materialförderung (z. B. Förderbänder) bzw. elektrischen mobilen Anlagen für die Materialförderung zum Transport von Bestandsgütern.

Lösungen zur Bestandsoptimierung tragen auch zu Einsparungen beim Kraftstoffverbrauch bei. Durch bessere Bestandsvorhersagen kommen sie der Optimierung der für den Warentransport erforderlichen Infrastruktur zugute (durch Kombination von LKW-Ladungen oder anderen Frachten) und reduzieren die Häufigkeit von Teilladungen oder Leerfahrten. Außerdem lassen sich durch die Aufrechterhaltung der richtigen Lagerbestände spätere Lieferengpässe und die daraus resultierenden zusätzlichen Fahrten zu Kunden und der entsprechende Kraftstoffverbrauch vermeiden.

Durch das Inventar- und Lagermanagement kann auch der CO₂-Ausstoß verringert werden, indem die durch Verlust oder Überbestände verursachte Warenverschwendung reduziert wird. Lösungen für die Bestandsüberwachung ermöglichen präzise Bestandsvorhersagen, sodass die Betriebsabläufe im Lager mit höchster Effizienz und genauer Bedarfsabstimmung erfolgen und die Produktverschwendung minimieren. So bewirkt beispielsweise in der Modebranche, die durch lange Vorlaufzeiten und kurze Produktzyklen gekennzeichnet ist, die optimierte Bestandsproduktion und Verteilung auf Vertriebslager und Einzelhandelsgeschäfte eine signifikante Reduktion von Überproduktion und Verlusten.

Lieferkettennachhaltigkeit ist für viele Unternehmen ein zentrales Ziel geworden. Das ist darauf zurückzuführen, dass Kunden zunehmend Transparenz und Rückverfolgbarkeit in Lieferketten fordern, insbesondere wenn es zu gesellschaftlichen Verwerfungen aufgrund von Zwangs- und Kinderarbeit für den globalen Warenhandel kommen kann. IoT-gestützte Lösungen können für mehr Transparenz in Bezug auf Faktoren wie produktionsbedingte Emissionen und Einhaltung von Lagerhaltungs- und Arbeitspraktiken sorgen und damit die Markenattraktivität in Bezug auf Nachhaltigkeit erhöhen und die Kundenloyalität fördern.

Lösungen für das Lagermanagement und die Intralogistik in Lageranlagen helfen Unternehmen auch bei der Umsetzung umfassenderer Kosten- und Effizienzziele, darunter u. a. Verbesserung der Betriebseffizienz durch synchronisierten Materialfluss, optimierte Ressourcennutzung, Fehlervermeidung und Reduktion des Zeit- und Ressourcenaufwands bei der Suche nach Waren oder Anlagegütern aus der Lieferkette (wie Paletten und Transportkörbe). Speziell das Bestandsmanagement trägt zur Verbesserung von Faktoren wie Liefertermintreue, Handhabung von Lieferanten-Vorlaufzeiten, Vermeidung von Fehlbeständen, Senkung von Versand-, Energie- und Lagerhaltungskosten sowie Intensivierung der Stellflächennutzung bei. Fehlbestandssituationen sind besonders für Einzelhändler von Bedeutung, weil sie Umsatzverluste bewirken können. So kosten Fehlbestände Walmart etwa 2 % seines Einzelhandelsumsatzes insgesamt, wobei die Hälfte davon auf Bestandsungenauigkeiten zurückzuführen sind^{xxxiv}. In einer von Walmart in Auftrag gegebenen Studie stellt sich heraus, dass das Unternehmen durch Einführung von RFID-gestützten Bestandslösungen in Geschäften und Steuerzentren Fehlbestände um 21 % reduzieren kann^{xxxv}.

⁵ Liquefied Petroleum Gas (Flüssiggas)

Fallstudie: BASF Coatings – IoT-Lösung für die Intralogistik

[Quelle: Deutsche Telekom]

Für die Mitarbeitenden am BASF-Standort Münster war der innerbetriebliche Materialfluss nur sehr begrenzt sichtbar und steuerbar. Die gezielte Koordination der Bewegungsabläufe von 450 Transportwagen (mit Rohmaterialien und Fertigprodukten) am Standort stellte eine Herausforderung dar. Die fehlende Synchronisation führte dazu, dass Fahrer Zeit und Kraftstoff verschwendeten, weil sie nach Transportwagen suchten und gelegentlich blieben Touren eines Fahrers leer, weil ein anderer ihm zuvorgekommen war. Mit Unterstützung der Deutschen Telekom installierte BASF sechzig IoT Service Buttons zur Digitalisierung des Abholprozesses für die zu transportierenden Produkte. Diese Buttons befinden sich in der Nähe der Übergabestellen, an denen Transportwagen die Produkte aufnehmen. Nachdem Container, Fässer und Paletten mit einem Gabelstapler auf die Transportwagen geladen worden sind, drückt der zuständige Mitarbeiter den Button, der wiederum den Fahrer benachrichtigt, die Produkte abzuholen und zu transportieren. Mit dieser Lösung konnte BASF den innerbetrieblichen Transport optimieren, die Anzahl der Leerfahrten (einschl. Kosten und Kraftstoff) reduzieren und den Prozess effizienter gestalten. (Bildquelle: Deutsche Telekom)



erzeugten Emissionen. Der reduzierte innerbetriebliche Kraftstoffverbrauch bringt zusätzliche Einsparungen mit sich.

Definition

Die optimierte Nutzung von Ressourcen innerhalb eines Vertriebszentrums oder Lagers zur Erhöhung von Produktionskapazität und Durchsatz sowie zur Fehlervermeidung und verbesserten Visibilität und Nachverfolgbarkeit von Beständen. Dazu gehören auch Lagereinrichtungen wie Regalsensoren und Anlagegüter, mit denen Personal Produkte finden und für korrekte Bestandsmengen sorgen kann. Zu den weiteren Vorteilen gehören die verbesserte Synchronisation mit einer Lieferkette (z. B. die Berücksichtigung des Standorts von Waren in einer Lieferkette im Rahmen der Produktionsplanung) und Lieferkettenoptimierung angesichts der Erfordernisse einer Produktionsstätte.

Nachhaltigkeitsvorteile

- **Elektrizität:** Mithilfe der Bestandsüberwachung können die Bestandsmengen in Lagern um 15 bis 20 % reduziert werden. Damit wird der Bedarf an Lagerraum für die Bestandshaltung reduziert, was wiederum den Stromverbrauch (z. B. für Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage, Beleuchtung und Materialtransport) pro Durchsatzeinheit senkt.
- **Kraftstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis:** Ist der jeweilige Standort von Anlagegütern und Fahrzeugen sichtbar, lassen sich die Routen von LKW oder Frachtcontainern schnell planen, wodurch Leerlauf, Wartezeiten und Leerfahrten vermieden werden. Das wiederum trägt dazu bei, den Kraftstoffverbrauch für Transportzwecke zu reduzieren. Außerdem lassen sich Frachten unter verschiedenen Unternehmen aufteilen, sodass Kraftstoffverschwendung aufgrund von Teilladungen (LTL) und Leerfahrten vermieden wird. Generell können durch Frachtprogramme wie LTL-Management, Frachtkonsolidierung und effiziente Synchronisation der Eingangslogistik rund 5 % des damit verbundenen Kraftstoffs eingespart werden.
- **CO₂-Ausstoß:** Lösungen für Lagermanagement und Intralogistik können erhebliche Auswirkungen auf den CO₂-Ausstoß haben, weil durch die effiziente Bestandsplanung und den reduzierten Strom- und Brennstoffverbrauch die Produktverschwendung gemindert werden kann. Diese Effekte ergeben sich durch die Verkleinerung der erforderlichen Lagerfläche und den geringeren innerbetrieblichen Kraftstoffverbrauch. Ein Unternehmen kann seinen mit dem Kraftstoffverbrauch für Eingangslieferungen verbundenen CO₂-Ausstoß im Durchschnitt um etwa 5 % reduzieren und 15 bis 20 % der durch Strom- und Brennstoffverbrauch in einem Werk





Erweiterte ESG-Vorteile

- **Weniger Abfall:** Durch Bestandsoptimierung und effektive Bedarfsplanung kann der Produkt-, Rohmaterial- und Verpackungsmaterialabfall einer Organisation verringert werden.
- **Erhöhte Mitarbeiterproduktivität und reduzierte Arbeitsbelastung:** IoT-gestützte Systeme in Lagern bieten den Mitarbeitenden Echtzeitsupport und helfen bei der Ermittlung der richtigen Artikel sowie bei der Fehlervermeidung. So wird die Produktivität gesteigert und die Arbeitsbelastung reduziert.

Auswirkungen für Unternehmen

- **Steigerung der Kundenzufriedenheit:** Durch Lösungen für die Nachverfolgung von Anlagegütern, Waren und Containern können Kunden über Standorte und voraussichtliche Ankunftszeiten informiert werden. Eine verbesserte Liefertermintreue erhöht die Kundenzufriedenheit.
- **Reduzierte Bestandshaltungskosten:** Die Reduktion der Bestandsmengen um durchschnittlich 15 bis 20 % bewirkt eine Senkung der Bestandshaltungskosten um 15 bis 20 %.
- **Reduzierte Bestandsverluste:** Verringerung von Warenverlusten oder Vorräten, die aufgrund von Überbeständen abgeschrieben werden.
- **Reduzierte Frachtkosten:** Durch Frachtprogramme wie LTL-Management, Frachtkonsolidierung und effiziente Synchronisation der Eingangslogistik können rund 25 % der damit verbundenen Kosten eingespart werden.
- **Schnellere Ortung von Waren oder Anlagegütern:** Die Echtzeitortung von Anlagegütern beschleunigt deren Rückverfolgung und erhöht damit die Betriebseffizienz eines Lagers.
- **Reduzierte Fehlbestände:** Die Ermittlung der korrekten Bestandsmengen reduziert Fehlbestandsfälle.
- **Weniger Verluste wiederverwendbarer Anlagegüter aus der Lieferkette:** Durch Nachverfolgung rücksendbarer Anlagegüter aus der Lieferkette, wie Paletten, Fässer, Container und Kisten, können Verluste deutlich reduziert werden.
- **Verbesserte Kundenbindung:** Unkomplizierter Zugang zu Informationen (z. B. im Zusammenhang mit produktionsbedingten Emissionen, Fertigung Lagerhaltung) erhöht die Markenattraktivität in Bezug auf Nachhaltigkeit und fördert damit letztendlich die Kundenbindung.

Intelligentes Gebäudemanagement

E	F	CO ₂	+
			

IoT-Technologie kann für die Überwachung und Steuerung von Gebäudeanlagen eingesetzt werden, darunter u. a. Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage (HLK), Beleuchtung, Fenster, Jalousien, Vorhänge und Türen. Dazu gehört sowohl die Fernbedienung durch Anwender wie auch das automatische Ansprechen von Gebäude-Controllern auf Faktoren wie Raumbelugung, Luftfeuchtigkeit, Luftdurchsatz und Temperatur. Überwachungsfunktionen ermöglichen Einblicke in Verbrauchsmuster, was Gebäudeverwaltern (im Falle von Geschäftsgebäuden) und Bewohnern (im Falle von Wohngebäuden) dabei hilft, ihre Energienutzung zu optimieren.

27% der energiebezogenen CO₂-Emissionen werden durch Gebäude erzeugt^{xxvi}. Die beiden größten Stromverbraucher sowohl in Privats als auch in Geschäftsgebäuden sind HLK- und Beleuchtungsanlagen. Im Schnitt entfallen 35 bis 40 % des Gesamtenergieverbrauchs eines Gebäudes auf HLK und weitere 15 bis 20 % auf die Beleuchtung^{xxvii}. Bereits eine minimale Senkung des Strom- und fossilen Brennstoffverbrauchs (im Falle von Heizungsanlagen) dieser Systeme kann signifikante Einsparungen beim CO₂-Ausstoß insgesamt nach sich ziehen. So wird beispielsweise geschätzt, dass die Erhöhung der Klimaanlageantemperaturen in Indien um ein Grad Celsius Energieeinsparungen von 6 % bewirken kann^{xxviii}. Die potenziellen Nachhaltigkeitsvorteile, die mit einer genauen Abstimmung der Temperaturregelung auf die jeweilige Raumbelugung verbunden sind, liegen also klar auf der Hand.

Intelligente HLK-Controller bzw. Zentralanlagen für die Gebäudeautomation können Temperatur, Luftdurchsatz und andere Parameter in verschiedenen Gebäudebereichen sowie externe Faktoren (wie offene Fenster, Wettervorhersagen, Verfügbarkeit nachhaltig erzeugten Stroms usw.) überwachen und HLK-Anlagen entsprechend regeln. Damit lässt sich der Energieverbrauch in unbelegten Gebäudezonen minimieren, die HLK-Nutzung während Spitzenzeiten des Energieverbrauchs, oder wenn mehr Strom aus nicht erneuerbaren Quellen generiert wird, reduzieren und die Bereitstellung klimatisierter (d. h. erwärmter oder gekühlter) Luft optimieren. Insgesamt gesehen drosselt intelligente HLK-Technologie den Energieverbrauch durch Reduktion und Optimierung des Betriebs von Heiz-, Lüftungs- und Klimaanlage, wenn Gebäudebereiche nicht genutzt werden, und durch die Analyse des Luftdrucks zur Vermeidung von Leckagen, was häufig Energieeinsparungen von 20 bis 30 % bewirkt^{xxix}. Ein weiteres Beispiel für die Optimierung des Luftdurchsatzes ist ein intelligentes Lüftungssystem, das die Konzentrationen von CO₂ und anderen Luftschadstoffen in Bereichen, in denen Personen anwesend sind, erfasst und den Luftdurchsatz in einem Bereich moduliert, ohne andere Bereiche unter- oder überzubelüften. Dies entlastet den Lüftungsgebläsebetrieb und reduziert den Energieverbrauch.

Mit Anlagen zur Gebäudeautomation erhalten Gebäudeverwalter, ähnlich wie bei HLK, auch mehr Kontrolle über die Festlegung von Beleuchtungszeitplänen, das Abblenden oder Ausschalten von

Beleuchtung auf der Grundlage der Raumbelugung oder das Ausschalten von Lampen in der Nähe von Fenstern bei hoher Außenlichtintensität. Kombiniert man diese Methoden, können sie 30 bis 40 % des für Beleuchtungszwecke verbrauchten Stroms einsparen^{xl}. Diese Systeme können auch anspruchsvolle Datenanalysen unterstützen. Aussagekräftige Informationen über den Energieverbrauch verschiedener Endnutzer ermöglichen es Gebäudeverwaltern, die Systeme zu identifizieren, die nicht mit optimaler Effizienz arbeiten und durch deren Ersatz die Gesamteffizienz erhöht werden kann. Mit der automatischen Steuerung von Fenstern, Jalousien, Lüftungsschlitzen und Vorhängen eröffnen sich weitere Energiesparpotenziale. Durch Regelung der Sonneneinstrahlung tragen sie zur Entlastung von Klimaanlage und damit zur Senkung von Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß bei.

Andere IoT-Lösungen, mit denen die Belegung von Geschäftsgebäuden überwacht wird, ermöglichen die effizientere Nutzung von Büroraum, z. B. durch Raumbuchung oder Zuweisung geeigneter Arbeitsplätze. Diese Art der Interaktion mit dem Gebäude (häufig über eine App) im Rahmen von Aufgaben wie dem Buchen von Arbeitsplätzen/Räumen oder dem Einreichen eines Störungstickets im Falle von beschädigtem Inventar, ermöglicht es Gebäudenutzern, Teil der vernetzten Gemeinschaft zu werden. Neben dem zunehmenden Trend des Homeoffice erhalten Unternehmen auf diese Weise die Möglichkeit, ihre im Büro arbeitenden Beschäftigten in bestimmten Gebäudebereichen zu konzentrieren, sodass in unbelegten Bereichen HLK- und Beleuchtungsanlagen ausgeschaltet werden können. Außerdem kann durch besseres Management der Belegung möglicherweise auch der Gesamtbedarf einer Organisation an Gebäudefläche reduziert werden.

Intelligente Gebäude, die zertifiziert sind (z. B. nach SBC⁶- oder RESET⁷-Spezifikationen), können außerdem im Vergleich zu nicht intelligenten Gebäuden höhere Vermietungsraten erzielen bzw. einen höheren Verkaufswert haben. Diese „Smart Building“-Zertifikate geben Aufschluss über die Nachhaltigkeit, gesundheitliche Unbedenklichkeit und Energieeffizienz von Gebäuden. Mit energieeffizienten Gebäuden lassen sich erheblich höhere Mieten und Verkaufspreise erzielen.

⁶ „Smart Building Certification“ (SBC) ist ein Zertifizierungsprozess für intelligente Gebäude.

⁷ „Regenerative Ecological, Social, and Economic Targets“ (RESET) ist ein internationaler Gebäudestandard mit einem

Bewertungsinstrumentarium für die Entwicklung realisierbarer, langfristiger Strategien zur Förderung von Gesundheit und Nachhaltigkeit.

Fallstudie: Accenture – Intelligentes Gebäudemanagement

[Quelle: Spacewell]

Im Jahr 2019 ging Accenture mit Spacewell (in Deutschland durch Crem Solutions vertreten) eine Partnerschaft ein, um in seiner neuen Anlage in Brüssel eine intelligente Lösung für das Gebäudemanagement umzusetzen. Dieses intelligente Konzept setzte sich aus den Lösungen „Space Monitor“ (mit PIR-Bewegungssensoren) und „Comfort Monitor“ von Spacewell zusammen. Nach Einführung der Lösung konnte Accenture Verbesserungspotenziale bei der Gesamtraumnutzung ermitteln und den Komfort der Mitarbeitenden durch Regelung der HLK-Anlage auf der Grundlage von Temperatur- und Luftfeuchtheitsmesswerten erhöhen. Im Rahmen der weiteren Planung zielt Accenture darauf ab, diese Lösung mit anderen Systemen für das Gebäudemanagement und den Arbeitsplatz- und Störungsticketssystemen des Gebäudedienstleisters zu integrieren, um den Umfang der verfügbaren Daten zu erweitern und die Effizienz weiter zu steigern. (Bildquelle: Spacewell)

**Definition**

Überwachung und Steuerung von Gebäudeanlagen wie Beleuchtung, HLK, Fenster, Jalousien, Vorhänge und Türen auf der Grundlage von Belegungsdaten in Gebäudebereichen und anderen Informationen wie örtliche Wetterbedingungen und Verfügbarkeit nachhaltig generierten Stroms. Im Rahmen des bedarfsorientierten Managements werden Beleuchtungs- und Vollklimaanlagen ausgeschaltet, wenn keine Anwesenheit von Personen erfasst wird, und Fenster geschlossen oder Jalousien heruntergelassen, wenn Klimaanlagen laufen. Es fördert darüber hinaus dank aussagekräftiger Daten zur Energienutzung einen verantwortungsbewussten Verbrauch und optimiert diese Ressourcen auf der Grundlage früherer Trends und Umgebungsbedingungen. Auch wird der Büroraum durch Raumbuchung oder Zuweisung von Arbeitsplätzen effizienter genutzt.

Nachhaltigkeitsvorteile

- **Elektrizität:** Durch Überwachung und Regelung von Beleuchtungsanlagen kann deren Stromverbrauch um 30 bis 40 % gedrosselt werden. Durch Überwachung und Regelung von HLK-Anlagen kann deren Stromverbrauch um 20 bis 30 % gedrosselt werden. Insgesamt kann mithilfe des intelligenten Gebäudemanagements der von einem Gebäude verbrauchte Strom um 10 bis 20 % reduziert werden.
- **Kraftstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis:** Die Auswirkungen auf Brenn-/Kraftstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis ergeben sich in erster Linie aus der Tatsache, dass von HLK-Anlagen (insbesondere Heizanlagen) 20 bis 30 % weniger fossile Brennstoffe verwendet werden.
- **CO₂-Ausstoß:** Verringerung des CO₂-Ausstoßes aufgrund des reduzierten Strom- und fossilen Brennstoffverbrauchs durch Beleuchtungs- und HLK-Anlagen und auch aufgrund des erhöhten Anteils an Strom aus erneuerbaren Quellen. Unter dem Strich lässt sich der CO₂-Ausstoß eines Gebäudes mit intelligentem Gebäudemanagement um insgesamt 10 bis 20 % reduzieren.

Erweiterte ESG-Vorteile





- **Komfort und Produktivität von Gebäudenutzern:** Die Regelung verschiedener Aspekte des Innenraumklimas (z. B. Lüftung) kann sich tiefgreifend auf die Gesundheit, das Wohlbefinden und die Produktivität der Gebäudenutzer auswirken.

- **Weniger Materialverschwendung:** Durch die kontinuierliche Überwachung und Inspektion von HLK-Anlagen kann deren Lebensdauer verlängert und die durch etwaige Systemausfälle verursachte Ressourcen- und Materialverschwendung minimiert werden.
- **Bessere Raumluftqualität:** Es wird für ausreichenden Luftdurchsatz gesorgt und sichergestellt, dass der Schadstoffgehalt innerhalb annehmbarer Grenzen bleibt.
- **Erhöhter Nutzen:** Die Interaktion zwischen Nutzern und dem Gebäude (oft über eine App) eröffnet die Möglichkeit, Teil der vernetzten Gemeinschaft insgesamt zu werden und den Nutzerkomfort weiter zu optimieren.

Auswirkungen für Unternehmen

- **Einsparungen bei den Energiekosten:** Der reduzierte Energieverbrauch senkt die damit verbundenen Kosten.
- **Einsparungen bei den Wartungskosten:** Durch Echtzeitdiagnose ist eine frühzeitige Detektion möglicher Systemausfälle möglich, sodass technische Fachkräfte präventive Wartungsmaßnahmen vornehmen und Systemausfallzeiten und Reparaturkosten gesenkt werden können.
- **Höhere Mieten und höherer Verkaufswert:** Mit energieeffizienten Gebäuden können sich erheblich höhere Mieten und Verkaufspreise erzielen lassen.
- **Reduzierte Betriebskosten und verbesserte Anlagenleistung:** Betriebskosten werden insbesondere im Zusammenhang mit Geschäftsgebäuden reduziert, weil weniger Personal für die manuelle Wartung und Bedienung von Gebäudeanlagen benötigt wird. Dies gilt besonders für Situationen, in denen Auffälligkeiten durch KI-gestützte Analyse (KI = Künstliche Intelligenz) identifiziert werden.
- **Zusätzliche Umsatzpotenziale durch gesteigerte Mitarbeiterproduktivität:** Eine Optimierung der Raumluftqualität ist möglicherweise mit Umsatzsteigerungen verbunden, weil sie die Produktivität der Mitarbeitenden erhöhen und Fehlzeiten reduzieren kann.

Intelligente Strassen- und Aussenbeleuchtung

E	F	CO ₂	+
			

Bei intelligenten Beleuchtungslösungen kommt IoT zum Einsatz, um die Außenbeleuchtung (wie Straßenlaternen und Lichtwerbung) durch Bereitstellung von Steuerfunktionen (Einschalten, Ausschalten, Intensitätsregelung) und Überwachungsfunktionen (Zustands-erkennung, Anomaliedetektion, Lichtintensitätsmessung) im Fernbetrieb zu managen.

Durch intelligente Beleuchtung lässt sich der Stromverbrauch reduzieren, weil Lichtquellen ausgeschaltet bzw. abgeblendet werden können, wenn kein Beleuchtungsbedarf besteht oder wenn entsprechende Umweltfaktoren wie Anwesenheit von Personen, Art der Gegend, Art der Straße, Fußgängerdichte usw. vorliegen. In Bezug auf Straßenlaternen können intelligente Beleuchtungslösungen neben der Verringerung der Lichtintensität auch dazu beitragen, etwaige Ausfälle der Stromversorgung (z. B. aufgrund von Diebstahl oder Komponentenstörungen) zu ermitteln, weil sie Transparenz hinsichtlich des Stromverbrauchs jeder Straßenlaterne bieten.

In den meisten Städten sind Kommunalverwaltungen und öffentliche Ämter für die Bereitstellung der Straßenbeleuchtung verantwortlich, um die Sicherheit der Bürgerinnen und Bürger zu gewährleisten. Diese Aufgabe macht jedoch einen erheblichen Teil des Energieverbrauchs, und damit der Energiekosten, einer Stadt/Kommune aus. So entfallen etwa 1 bis 3 % des Gesamtstrombedarfs eines Landes auf die Straßenbeleuchtung^{xii}. Zum Beispiel verbrauchen in Paris 345.000 Lichtquellen (darunter Straßenlaternen, Leitsysteme und Parkbeleuchtung) jährlich etwa 140 bis 150 GWh Strom^{xiii}. Straßenlaternen, die mit intelligenten Kontrollsystemen ausgestattet sind, können den Stromverbrauch und den damit verbundenen CO₂-Ausstoß um 20 bis 30 % verringern^{xiii}. Durch die Umstellung von Straßenlaternen auf LED-Technologie kombiniert mit der Integration intelligenter Regler kann der Stromverbrauch um 50 bis 60 % reduziert werden^{xiv}. Die Technologie trägt nicht nur zu Energieeinsparungen bei, sondern kann auch eine erhebliche finanzielle Entlastung der Kommunen bewirken, da die Straßenbeleuchtung bis zu 40 % ihrer Gesamtstromkosten ausmachen kann^{xiv}.

Strom kann auch bei der Lichtwerbung (z. B. Beleuchtung von Werbeflächen) eingespart werden. In Manchester in Großbritannien wird für elektrische Lichtwerbung so viel Strom verbraucht wie für drei durchschnittliche Haushalte in der Stadt^{xvii}. Werbeflächen werden häufig mit hoher Intensität beleuchtet, um ein besonders positives Image des werbenden Unternehmens zu vermitteln, aber durch die automatische Regelung der Lichtintensität je nach Umgebungshelligkeit sowie durch zeitlich individuell angepasste Programmierung lässt sich der Stromverbrauch und damit auch der CO₂-Ausstoß erheblich reduzieren. So erzielte beispielsweise die Porlier Outdoor Advertising Company eine 20%ige Senkung ihres monatlichen Stromverbrauchs durch Einführung einer intelligenten Beleuchtungslösung^{xviii}. Wie bei der Straßenbeleuchtung lässt sich auch durch die intelligente Steuerung von Lichtwerbung der Stromverbrauch und der damit verbundene CO₂-Ausstoß

um 20 bis 30 %^{xviii} reduzieren. Dieselben Einsparungen ergeben sich dann auch bei den Energiekosten. So gelang es z. B. dem Medienunternehmen Rogers, seine Stromrechnungen um 30 % zu reduzieren, nachdem ein intelligentes Steuersystem in seine Lichtwerbung integriert wurde^{xlix}.

Die Integration intelligenter Steuerfunktionen wirkt sich nicht nur positiv auf den Stromverbrauch aus, sondern ermöglicht auch die Überwachung und Steuerung der Beleuchtung von einem Kontrollzentrum aus, was die Anzahl der Außendienstbesuche (und den damit verbundenen Kraftstoffverbrauch) reduziert, die Betreiber für die Instandhaltung der Straßenlaternen benötigen. Außerdem verlängert die effiziente Wartung die Lebensdauer dieser Anlagegüter. Intelligente Systeme für die Außenbeleuchtung tragen auch zu sozialen und weiteren ESG-Vorteilen bei, darunter u. a. die Reduktion von Lichtverschmutzung und die Verbesserung der Sicherheit von Fußgängern, indem die Lampen auf hohe Intensität schalten, wenn die Anwesenheit von Personen erfasst wird.

Die moderne Straßenbeleuchtungsinfrastruktur kann zusätzlich als Medium für andere IoT-Anwendungen dienen, darunter u. a. die Überwachung von Luftverschmutzung und das Verkehrs- und Parkraummanagement. So setzt beispielsweise die nordspanische Stadt Gijón fünf intelligente Omniflow-Lampenmasten für die Messung der Luftqualität, die Analyse des Fußverkehrs und die Planung des Fahrzeugverkehrs im jeweiligen Bereich ein. Lampenmasten können Sensoren (wie Luftqualitäts- und Verkehrsüberwachungssensoren) ununterbrochen mit Strom versorgen. Zusätzlich verringern in intelligente Straßenbeleuchtungsanlagen integrierte Kommunikationseinrichtungen den Bedarf an zusätzlichen Hardware-Artikeln, Generatoren und Batterien. Dies senkt nicht nur die Kosten für die Einführung weiterer IoT-Systeme, sondern kann auch zur ökologischen Nachhaltigkeit beitragen, da der in stockendem Verkehr verbrauchte Kraftstoff reduziert wird. Damit einher geht die Reduktion der Luftverschmutzung durch verbesserte Überwachung und die Einsparung von Rohmaterialressourcen für zusätzliche Geräte. Ein weiterer Service, der über diese Masten bereitgestellt werden kann, ist das Parkraummanagement, bei dem Fahrzeuge direkt zu verfügbaren Parkplätzen geleitet werden können und der mit der Parkplatzsuche verbundene zusätzliche Kraftstoffverbrauch gedrosselt wird. Darüber hinaus können die Omniflow-Masten in naher Zukunft mit computergesteuerten Kameras zudem in der Lage sein, Leucht- und Soundsignale zu aktivieren, wenn Unfallrisiken erfasst werden, um Verkehrsteilnehmer im Bereich von Zebrastreifen zu warnen und damit die Fußgängersicherheit zu verbessern.

Fallstudie: Berliner Bogen – Smarte Lichtwerbung mit IoT

[Quelle: Deutsche Telekom]

Der Berliner Bogen ist ein 140 Meter langes Gebäude am Hamburger Anckelmannsplatz, wo das intelligente Beleuchtungssystem LichtWART und die IoT-Plattformlösung der Deutschen Telekom zur Steuerung und Überwachung von Beleuchtungs-Arrays im Eingangsbereich des Gebäudes zum Einsatz kommen. Mit dieser Lösung kann ein Betreiber die Lichtanlage aus der Ferne überwachen und anhand von prädiktiver Wartung sicherstellen, dass Wartungs- und Reparaturmaßnahmen zeitnah ausgeführt werden. Sollte es zu einem Ausfall kommen, wird der Reparaturprozess automatisch eingeleitet, wobei dank geringerer Prozesskosten und reduziertem Personaleinsatz Wartungs- und Betriebskosten eingespart werden. Das System unterrichtet die technischen Fachkräfte außerdem vor dem Einsatz vor Ort über die Störungsdetails, sodass sie die richtigen Ersatzteile gleich mitbringen können. Die Lösung hat auch zu einer erheblichen Senkung der Energiekosten beigetragen. (Bildquelle: Deutsche Telekom)



Definition

Überwachung und Steuerung von Außenbeleuchtung (einschl. Straßenlaternen und Lichtwerbung) zur Anpassung der Lichtintensitäten an Tageszeit, Veranstaltungen, Anwesenheit von Personen und andere Umweltfaktoren. Umfasst intelligente Lichtmasten, die andere IoT-Anwendungsfälle für die Smart City unterstützen, wie Verkehrsüberwachung, intelligente Parkplatzsuche u. v. m. Die Vorteile ergeben sich durch eine Senkung des Stromverbrauchs dank verringerter Lichtintensität, wenn keine Personen erfasst werden, sowie durch andere Effizienztreiber.

Nachhaltigkeitsvorteile

- **Elektrizität:** Durch intelligente Außenbeleuchtung kann der durch Straßenlaternen und Lichtwerbung verursachte Stromverbrauch um durchschnittlich 20 bis 30 % reduziert werden. In einigen Fällen können sich die Einsparungen auf bis zu 40 % belaufen. Durch die Umstellung auf LED-Technologie kombiniert mit der Integration intelligenter Regler kann der Stromverbrauch um mehr als 50 % reduziert werden.
- **Kraftstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis:** Mithilfe von Echtzeitüberwachung können Betreiber fundiertere Entscheidungen treffen und Anfahrten zur Inspektion und Wartung von Straßenlaternen vermeiden. Darüber hinaus kann intelligente Straßenbeleuchtung möglicherweise andere Smart City IoT-Anwendungen unterstützen, wie z. B. Verkehrsüberwachung und Parkraummanagement, die ebenfalls zu Einsparungen beim Kraftstoffverbrauch beitragen können.
- **CO₂-Ausstoß:** Der CO₂-Ausstoß kann im Zusammenhang mit dem Stromverbrauch für Beleuchtungszwecke um 20 bis 30 % reduziert werden. Weitere Einsparungen lassen sich durch den verringerten Kraftstoffverbrauch aufgrund von reduzierten Außendienstesätzen sowie durch andere Smart City IoT-Anwendungen erzielen, wie z. B. Verkehrsüberwachung und Parkraummanagement.

Erweiterte ESG-Vorteile





- **Geringere Lichtverschmutzung:** Die dynamische Anpassung der Lichtintensität kann unerwünschte Lichtverschmutzung erheblich reduzieren, was sowohl den Stadtbewohnern als auch der nachtaktiven Tierwelt zugute kommt.

- **Höhere Fußgängerzufriedenheit:** Intelligente Straßenlaternen können sich einschalten, wenn die Anwesenheit von Personen erfasst wird, was Kriminalitätsraten senken kann und die öffentliche Sicherheit und Zufriedenheit insgesamt verbessert. Intelligente Straßenmasten bieten die Möglichkeit, Leucht- und Soundsignale zu aktivieren, wenn Unfallrisiken erfasst werden, um auf diese Weise Verkehrsteilnehmer im Bereich von Zebrastreifen zu warnen.
- **Verlängerte Lebensdauer der Beleuchtungskörper:** Durch prädiktive Wartung wird der Lebenszyklus von Beleuchtungskörpern verbessert, was sowohl die Materialverschwendung als auch Außendienstesätze reduziert.

Auswirkungen für Unternehmen

- **Senkung der Energiekosten:** Die Stromkosten einer Stadt können um 20 bis 30 % gesenkt werden, was in Anbetracht der Tatsache, dass Strom bis zu 40 % der Energiekosten einer Kommune ausmachen kann, erhebliche finanzielle Einsparungen bewirken kann. Die Stromkosten, die Unternehmen durch Lichtwerbung entstehen, können ebenfalls um 20 bis 30 % reduziert werden.
- **Geringere Kosten für Reparatur und Wartung:** Fernüberwachung ermöglicht die frühzeitige Fehler- und Störungsdiagnose und versetzt Betreiber damit in die Lage, schnell fundierte Maßnahmen zu ergreifen, was die Reparatur- und Wartungskosten reduziert und den Lebenszyklus von Anlagegütern verlängert.
- **Schnellere Reaktion auf Ausfälle:** Anhand von prädiktiver Wartung und Fernüberwachung können Fehler in Echtzeit bzw. im Voraus identifiziert werden, sodass schneller auf Ausfälle reagiert werden kann.

Optimierung von IoT-Lösungen

E	F	CO ₂	+
			

Wie in den vorherigen Anwendungsfällen beschrieben, bieten IoT-Lösungen ein massives Potenzial für die Erzielung ökologischer Nachhaltigkeit und Drosselung des CO₂-Ausstoßes. Mit IoT-Lösungen sind aber auch Nachhaltigkeitskosten verbunden.

Häufig gibt es die Möglichkeit, die Nachhaltigkeitskosten eines IoT-Geräts über alle Phasen des Lebenszyklus hinweg zu reduzieren, vom Design und Vertrieb, über den aktiven Betrieb bis hin zum Ende der Nutzungsdauer. Mit Instrumenten zur IoT-Lösungsoptimierung können Unternehmen die für den jeweiligen Anwendungsfall energieeffizientesten Lösungen entwickeln und auswählen. Diese Instrumente können zur Optimierung von Hardware-Komponenten, Lösungsdesign und Kommunikationsprotokollen beitragen, und zwar auf der Grundlage von Faktoren wie Datenverkehrsprofil, externe Einsatzumgebung (z. B. Temperaturbedingungen), Netzabdeckung, Kommunikation und andere Einsatzgegebenheiten. Durch optimales Zusammenspiel verschiedener Komponenten, unterstützt durch das Testen in einer virtuellen Umgebung mit digitalen Zwillingen, können erhebliche Einsparpotenziale beim Energieverbrauch von IoT-Lösungen eröffnet werden. Dies macht nicht nur das Energieeffizienzprofil der IoT-Lösung sichtbar, sondern kann auch Unternehmen helfen, das Produkt früher zu validieren, wodurch die Markteinführungszeiten verkürzt und die Entwicklungskosten, z. B. für Feldtest-Szenarios, reduziert werden.

Einige Kommunikationsprotokolle eignen sich möglicherweise nicht für jede IoT-Anwendung, und die Auswahl eines suboptimalen Protokolls kann unnötige Datenübertragungen zur Folge haben, was wiederum den Stromverbrauch erhöht und die Batterielebensdauer verkürzt. So kommt beispielsweise das WLAN-Protokoll (802.11) am häufigsten in vernetzten großen Haushaltsgeräten (z. B. Waschmaschinen, Kühlschränke) zur Anwendung. Es eignet sich aber nicht unbedingt gut für andere Heimanwendungen, z. B. vernetzte Brandmelder, weil es Datenübertragungen erheblich erhöhen und damit die Batterielebensdauer reduzieren kann. Im Gegensatz dazu zeichnet sich die Zellulardfunktechnologie NB-IoT dadurch aus, dass sie kleine Datenmengen sendet und Geräten erlaubt, zwischen den Übertragungen in einen Energiesparmodus zu schalten, was eine längere Batterielebensdauer zur Folge hat.

Zur Effizienzmaximierung ist es außerdem wichtig, jede mit einer IoT-Lösung verbundene Anwendung sorgfältig zu entwickeln und die richtigen Kommunikationsparameter auszuwählen, damit die Geräte Daten nicht häufiger als nötig senden und damit zusätzlichen Strom verbrauchen. Dies ist besonders wichtig in Bezug auf batteriebetriebene Geräte, die für das Unternehmen, das sie betreibt, nicht leicht zugänglich sind, denn eine verkürzte Batterielebensdauer bedeutet, dass Batterien früher ausgewechselt werden müssen, wofür wahrscheinlich ein Außendienstmitarbeiter bestellt werden muss. Daher lassen sich mit effizienteren batteriebetriebenen Lösungen potenziell Kraftstoffeinsparungen erzielen, Kosten reduzieren und die Gesamtbetriebseffizienz verbessern.

Es ist auch von entscheidender Bedeutung, Hardware-Komponenten auszuwählen (z. B. Batterien, Chipsets, Module und Antennen), die am besten für die Einsatzumgebung geeignet sind, da die jeweiligen Bedingungen (z. B. extreme Temperaturen), denen die Geräte ausgesetzt sind, wiederum deren Leistungsfähigkeit und Langlebigkeit (bzw. Lebensdauer) beeinflussen. Dies gilt insbesondere für Batterien, mit denen Geräte betrieben werden. Durch angemessene Komponentenauswahl kann zur Aufrechterhaltung der Effizienz beigetragen und eine übermäßige Leistungsabgabe vermieden werden. Dies verlängert die Lebensdauer der Lösung und geht mit weniger elektronischem und sonstigem Materialabfall einher. Instrumente für das IoT-Lösungsdesign können auch dazu beitragen, den Stromverbrauch von Kommunikationsmodulen in verschiedenen Szenarios zu modellieren und vorherzusagen, wie sich eine suboptimale Antennenplatzierung auf die Abdeckungsleistung und die Batterielebensdauer auswirkt.

Fallstudie: Deutsche Bahn – Optimierung von IoT-Lösungen

[Quelle: Deutsche Telekom]

Der Bike-Sharing-Service der Deutschen Bahn (DB) basiert auf LTE-M-Konnektivität und dem IoT Solution Optimizer der Deutschen Telekom zur Optimierung der Produktentwicklung und des Gesamtangebots. Der IoT Solution Optimizer ist eine Software-as-a-Service-Lösung (SaaS) aus der Cloud, mit der IoT-Projekte auf optimale Weise geplant und umgesetzt werden können. Sie stellt virtuelle Abbildungen eines echten Projekts bereit, mit denen die DB Neuentwicklungen anhand eines digitalen Zwillings testen kann. Mit dieser Lösung konnte die DB die Batterielebensdauer verschiedener Hardwarekonfigurationen sowie die Auswirkung verschiedener Empfangsbedingungen auf den Energieverbrauch analysieren. Dabei wird ermittelt, welche Veränderungen oder Technologieoptionen vielversprechend und im Hinblick auf Nachhaltigkeit am besten geeignet sind. Kann beispielsweise davon ausgegangen werden, dass die Nutzdauer einer Batterie die Anforderungen unter gewissen Rahmenbedingungen nicht erfüllen wird, hat die DB die Möglichkeit, entsprechende Korrekturen vor Einführung von Services vorzunehmen und damit eine Verschwendung von Ressourcen zu vermeiden. (Bildquelle: Deutsche Telekom)



Definition

Eine Lösung zur Ermittlung des am besten geeigneten und energieeffizientesten IoT-Projektdesigns auf der Grundlage einer optimierten Auswahl von Netzwerken, Hardware-Optionen, Anwendungsbibliotheken und dem Zusammenspiel zwischen verschiedenen Komponenten für die jeweiligen Anforderungsprofile.

Nachhaltigkeitsvorteile

- **Elektrizität:** Reduziert den Stromverbrauch von IoT-Geräten durch Optimierung der Auswahl des Netzwerks, der Hardware (Batterie, Modul, Chipsets, Antenne), der Software sowie von Protokollen und Payloads. All diese Vorteile können dank der kürzeren Markteinführungszeit auch früher zum Tragen kommen.
- **Kraftstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis:** Instrumente zur Optimierung von IoT-Lösungen können dazu beitragen, dass technisches Fachpersonal für die Durchführung von Vor-Ort-Tests während der Entwicklungsphase nicht anreisen muss und auch Servicetechniker nicht zum Batteriewechsel im Live-Betrieb vor Ort erscheinen müssen. Durch die Optimierung des Designs von Komponenten, die im Rahmen der IoT-Lösung zum Einsatz kommen, kann das Gewicht reduziert werden, was wiederum den Kraftstoffverbrauch von Fahrzeugen oder Einrichtungen, die diese Geräte während des Live-Betriebs tragen, senkt. All diese Vorteile können dank der kürzeren Markteinführungszeit auch früher zum Tragen kommen.
- **CO₂-Ausstoß:** Der CO₂-Ausstoß wird dank der geringeren Anzahl von Außendienstesätzen reduziert, sowie durch weniger elektronischen Abfall aufgrund der längeren Lebensdauer von IoT-Komponenten und den gesenkten Energieverbrauch optimierter Netztechnologie und effizienterer Produkte. All diese Vorteile können dank der kürzeren Markteinführungszeit auch früher zum Tragen kommen.

Erweiterte ESG-Vorteile

- **Weniger elektronischer Abfall und Materialverschwendung:** Durch Auswahl der richtigen Design- und Komponentenoptionen kann die Langlebigkeit der Komponenten (Batterie, Modul, Chipsets) erhalten oder verlängert werden, was das Aufkommen an elektronischem Abfall und den Verbrauch von Rohmaterialien insgesamt reduziert.

Auswirkungen für Unternehmen

- **Senkung der Betriebskosten:** Insbesondere durch die optimierte Batterieleistung und den geringeren Bedarf an Außendienstesätzen.
- **Senkung der Entwicklungskosten:** Die Optimierung von IoT-Lösungen kann zur Vermeidung der mit der Durchführung von Testzyklen verbundenen Kosten beitragen, bei denen überprüft wird, ob die Produkte die gewünschte Leistung und Batterielebensdauer bereitstellen.
- **Kürzere Markteinführungszeiten:** Die Optimierung von IoT-Lösungen kann zur Simulation realistischer Einsatzbedingungen beitragen, indem auf das Zusammenspiel verschiedener Parameter geachtet und das Produkt rasch validiert wird, was eine Verkürzung der Markteinführungszeiten bewirkt.
- **Frühzeitige Verfügbarkeit von Produktleistung und -zuverlässigkeit:** Durch Optimierung von IoT-Lösungen können Zuverlässigkeit und Leistung des Produkts frühzeitig verfügbar werden, was die Anzahl defekter Produkte reduziert.

Lebenszyklus von IoT-Lösungen

Die in diesem Bericht beschriebenen Anwendungsfälle haben klare Nachhaltigkeitsvorteile, sind aber auch in allen Phasen ihres Lebenszyklus, d. h. Fertigung, Vertrieb, Betrieb und Ende der Nutzungsdauer, mit Nachhaltigkeitskosten verbunden. Wie nachstehend in Abbildung 2 gezeigt, werden bei der Fertigung von IoT-Lösungen Strom,

Kraftstoff und Wasser verbraucht und beim Vertrieb dieser Geräte Kraftstoff. Außerdem kommt es beim Betrieb der IoT-Lösungen zum Verbrauch von Strom (und manchmal auch von Kraftstoff) und letztendlich verursachen alle IoT-Lösungen am Ende ihrer Nutzungsdauer elektronischen Abfall.

Abbildung 2: Nachhaltigkeitsfaktoren des Lebenszyklus [Quelle: Transforma Insights, 2022]



Der Hauptfaktor bei der Beurteilung, welchen Einfluss der Lebenszyklus einer IoT-Lösung hat, ist das Gewicht der mit der Lösung verbundenen Komponenten. IoT-Lösungen unterscheiden sich insofern, als manche von ihnen neue dedizierte Hardware erfordern, während andere darauf beruhen, dass einem Anlagegut, das bereits aus anderen Gründen vorhanden ist, neue Hardware-Elemente hinzugefügt werden. So ist beispielsweise eine integrierte Lösung für das Flottenmanagement häufig ein völlig neues Gerät, das mit einer spezifischen IoT-Lösung assoziiert ist, während bei der intelligenten HLK-Technik IoT-Funktionen in der Regel durch das Hinzufügen einiger ergänzender Komponenten aktiviert werden. Das zusätzliche Gewicht der für die Unterstützung einer IoT-Lösung erforderlichen Komponenten beeinflusst die Nachhaltigkeitsbilanz in den Phasen Fertigung⁸ und Vertrieb⁹ und sorgt nach und nach für immer mehr elektronischen Abfall. Im Falle von IoT-Lösungen, die in Fahrzeugen installiert werden, erhöht der Transport des zusätzlichen Gewichts während des Live-Betriebs auch den Kraftstoffverbrauch¹⁰.

Ein zweiter Faktor ist der (inkrementell zunehmende) Stromverbrauch von IoT-Geräten während einer beliebigen Live-Betriebsphase, der mit dem (inkrementell zunehmenden) Gewicht des IoT-Geräts und

dem Nutzungsprofil (Nutzungshäufigkeit und -intensität) korreliert. Die Nachhaltigkeitswirkung eines solchen Stromverbrauchs hängt von der Stromquelle ab, bei der es sich möglicherweise um Einwegbatterien, Akkus oder Netzstrom handeln kann. Im Falle von Akkus hängt die Wirkung weiter von der Stromquelle ab, die für das Aufladen verwendet wird, darunter möglicherweise Kraftstoffe auf Kohlenwasserstoffbasis im Falle von in Fahrzeugen integrierten Geräten¹¹. Bei Netzstrom hängt die Nachhaltigkeitswirkung stark von geografischen Faktoren ab, d. h. zu welchem Anteil die verschiedenen nationalen Stromnetze Energie aus erneuerbaren Quellen bereitstellen.

Ein letzter Faktor ist die Nachhaltigkeitswirkung der Belastung, die von IoT-Geräten auf Kommunikationsnetze¹² und EDV-Infrastrukturen¹³ ausgeübt wird. Diese Wirkung ergibt sich aus der Datenmenge, die zur Unterstützung einer IoT-Lösung übertragen wird, die wiederum mit dem Nutzungsprofil des jeweiligen Geräts zusammenhängt (Nutzungshäufigkeit und -intensität).

Abbildung 3 ist eine Zusammenfassung der in diesem Dokument analysierten Anwendungsfälle aus Sicht der vorstehend erörterten Lebenszyklus-Nachhaltigkeit.

Figure 3: Summary of findings [Source: Transforma Insights, 2022]

Anwendungsfall	IoT-Gewicht	Stromquelle	Datenverkehr
Intelligentes Gebäudemanagement	Mischung	Mischung	Gering
Intelligente Straßen- und Außenbeleuchtung	Inkrementelle Komponenten	Netz	Gering
Flottenmanagement	Dediziertes Gerät	Akku	Gering
Zustandsüberwachung und -verfolgung	Dediziertes Gerät	Akku	Gering
Proaktive Asset-Überwachung	Inkrementelle Komponenten	Mischung	Gering
Fernwartung	Inkrementelle Komponenten	Mischung	Mäßig
Lagermanagement und Intralogistik	Dediziertes Gerät	Mischung	Gering
Optimierung von IoT-Lösungen	k. A.	k. A.	k. A.

Schlussfolgerung

Dieser Bericht befasst sich mit einer Reihe von IoT-Anwendungsfällen, die sich im realen Einsatz gut bewährt haben und mit relativ begrenzten Risiken relativ einfach umsetzen lassen.

Zweifelsohne können IoT-gestützte Lösungen Unternehmen helfen, ihren Verbrauch von Kraftstoffen auf Kohlenwasserstoffbasis und ihren Stromverbrauch erheblich zu senken und damit auch den CO₂-Ausstoß zu drosseln. Außerdem sind viele dieser Lösungen im Zusammenhang mit umfassenderen ESG-Zielen mit Vorteilen verbunden. Die Lösungen reichen von intelligenten Gebäudelösungen, die die Gesundheit und Zufriedenheit von Mitarbeitenden verbessern, bis hin zu Lösungen der Zustandsüberwachung, die dazu beitragen können, Nahrungs- und Arzneimittelverluste zu reduzieren.

Insgesamt betrachtet sind IoT-Lösungen aus Nachhaltigkeitssicht besonders signifikant, weil IoT die Schnittstelle zwischen anspruchsvollen technologiegestützten Managementansätzen und der ‚realen Welt‘ darstellen und in dieser realen Welt Einsparungen von Strom, Brenn-/Kraftstoffen auf Kohlenwasserstoffbasis und Rohmaterialien erzielt werden können. Das Bewegen, Erwärmen oder Kühlen von Dingen verbraucht Energie und mit IoT können diese Aufgaben potenziell effizienter gestaltet werden.

Damit wird eine weitere wichtige Dynamik deutlich: die enge Verbindung zwischen Nachhaltigkeitszielen und finanziellen Zielen. Organisationen, die den Verbrauch von Energie (und anderen Ressourcen) für die Bereitstellung zentraler Prozesse senken, senken auch ihre diesbezüglichen Ausgaben. Oder einfach ausgedrückt: Verringert man den Einsatz von Ressourcen, so reduziert man auch die Kosten.

Viele der in diesem Bericht analysierten Anwendungsfälle haben auch Umsatzvorteile, wobei die Gründe von verbesserter Kundenbindung (aufgrund besserer Services) bis hin zu neuen Geschäftsmodellen reichen, besonders bei der Asset-Überwachung im Fernbetrieb.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass alle Organisationen, die die in diesem Bericht dargelegten Lösungen umsetzen, ihre Nachhaltigkeitsbilanz verbessern, umfassende ESG-Vorteile erschließen und zur Rettung unseres Planeten beitragen werden. Auch die Tatsache, dass alle der beschriebenen Lösungen erhebliche wirtschaftliche Vorteile mit sich bringen, ist von wesentlicher Bedeutung, d. h. dass die Nachhaltigkeitsvorteile auch mit finanziellen Vorteilen verbunden sind.

⁸ Etwa 66 Liter Wasser, 26 kWh Strom und 2 kWh Kraftstoff pro gefertigtem Kilo (Analyse von Transforma Insights).

⁹ Pro eingeführter Tonne im Bereich von 10 bis 110 MWh Kraftstoff, je nach Region, wobei der Durchschnitt in Europa bei 51 MWh pro Tonne liegt (Analyse von Transforma Insights).

¹⁰ Bei einer Rate von etwa 0,05 Liter Kraftstoff pro Tonnenkilometer für Straßenfahrzeuge (Analyse von Transforma Insights).

¹¹ Bei Straßenfahrzeugen, die über eine Lichtmaschine mit etwa 24 % Effizienz Kraftstoffenergie in elektrische Energie umwandeln (Analyse von Transforma Insights).

¹² Etwa 0,33 kWh pro GB für Mobilfunknetze im Jahr 2020 (GSMA, Analyse von Transforma Insights).

¹³ Wird für die in diesem Bericht behandelten Anwendungsfälle als unerheblich angenommen.

Methodik

Die in diesem Bericht vorgelegte Wirkungsanalyse befasst sich mit einem breiten Spektrum an IoT-gestützten Anwendungen und Szenarios. Die Analyse der Nachhaltigkeitswirkung verschiedener IoT-Anwendungen befindet sich jedoch noch in der Anfangsphase und ist fragmentiert. Daher basieren die in diesem Dokument präsentierten Ergebnisse auf einer Vielzahl verschiedener Quellen und einer umfassenden Analyse, wie weiter unten beschrieben.

Global konsistente Quellen

In allen Fällen haben wir nach Möglichkeit auf hochwertige, global konsistente Quellen zurückgegriffen, darunter die UNO, FAO, EU, sowie vorzugsweise auf Veröffentlichungen anderer international renommierter Organisationen. Die aus dieser Art von Quellen stammenden Informationen beziehen sich in der Regel auf Gesamtmarktgrößen und CO₂-Ausstoß (bzw. Brenn-/Kraftstoff-, Strom- und Wasserverbrauch), können aber auch spezifische Wirkungsbewertungen beinhalten (z. B. die Feststellung des US-Energieministeriums, dass eine Verringerung des Reifendrucks um durchschnittlich 1% zu einer Erhöhung des Kraftstoffverbrauchs um 0,31% führt). Bei allen Informationen dieser Art wird in diesem Dokument auf die jeweiligen Quellen verwiesen. Wenn wir uns auf zwei eng miteinander verbundene Datenpunkte beziehen, so haben wir diese nach Möglichkeit immer aus derselben Quelle bezogen (anstatt Informationen aus verschiedenen Quellen miteinander zu kombinieren), um die Konsistenz von Definitionen sicherzustellen.

Fallstudienanalyse

Für viele der IoT-gestützten Anwendungen, die in diesem Dokument behandelt werden, sind gegenwärtig keine Informationen zur Nachhaltigkeitswirkung über global konsistente Quellen erhältlich. In diesen Fällen haben wir umfassend recherchiert, um relevante Fallstudien zu ermitteln, die Informationen zur Nachhaltigkeitswirkung bereitstellen.

So haben wir im Rahmen dieser Recherche die Ergebnisse von fünfundsiebzig (75) einzelnen Fallstudien zur Untermauerung der in diesem Dokument beschriebenen Erkenntnisse herangezogen. Die einzelnen Fallstudien wurden im Hinblick auf Eignung, Glaubwürdigkeit und Relevanz untersucht, bevor sie in unsere Analysen aufgenommen wurden. Wir waren auch bestrebt, die veröffentlichten Ergebnisse von Fallstudien auf die einzelnen Anwendungsbereiche abzustimmen, die in diesem Bericht beschrieben werden, und ggf. Anpassungen vorzunehmen.

Wenn wir Zahlen zu Nachhaltigkeitsvorteilen auf der Grundlage dieser Art von Fallstudienanalyse zurückgeführt haben, haben wir als Quelle der entsprechenden Zahlen „Analyse von Transforma Insights“ angegeben.

In allen Fällen haben wir sorgfältig darauf geachtet, lieferanten-seitige Behauptungen zu Nachhaltigkeitswirkungen von unserer Analyse auszunehmen, es sei denn, diese sind durch referenzierte Fallstudien mit benannten Endnutzern gut belegt.

Veranschaulichende Beispiele

Dieses Dokument enthält auch eine Reihe von spezifischen veranschaulichenden Beispielen oder Fallstudien, auf deren Quellen wir je nach Bedarf spezifisch verweisen.

Über Transforma Insights

Transforma Insights ist ein Forschungsunternehmen, das auf die Welt der digitalen Transformation fokussiert ist. Unter Leitung erfahrener Analysten der Technologiebranche stellt Transforma Insights Ratschläge, Empfehlungen und Entscheidungshilfen für Organisationen bereit, die herausfinden möchten, wie neue Technologien die Märkte, in denen sie tätig sind, verändern werden.

Bei der Betrachtung der Auswirkungen technologiegetriebener Veränderungen, die häufig als Digitale Transformation (DX) bezeichnet werden, untersuchen wir die Schnittmenge von drei miteinander verknüpften Bereichen: **Neue Technologien** (dazu gehören ein Dutzend Technologiefamilien mit Konzepten wie IoT, KI und Distributed Ledger), **transformierende Anwendungsfälle** und **unternehmerisches Change-Management**.

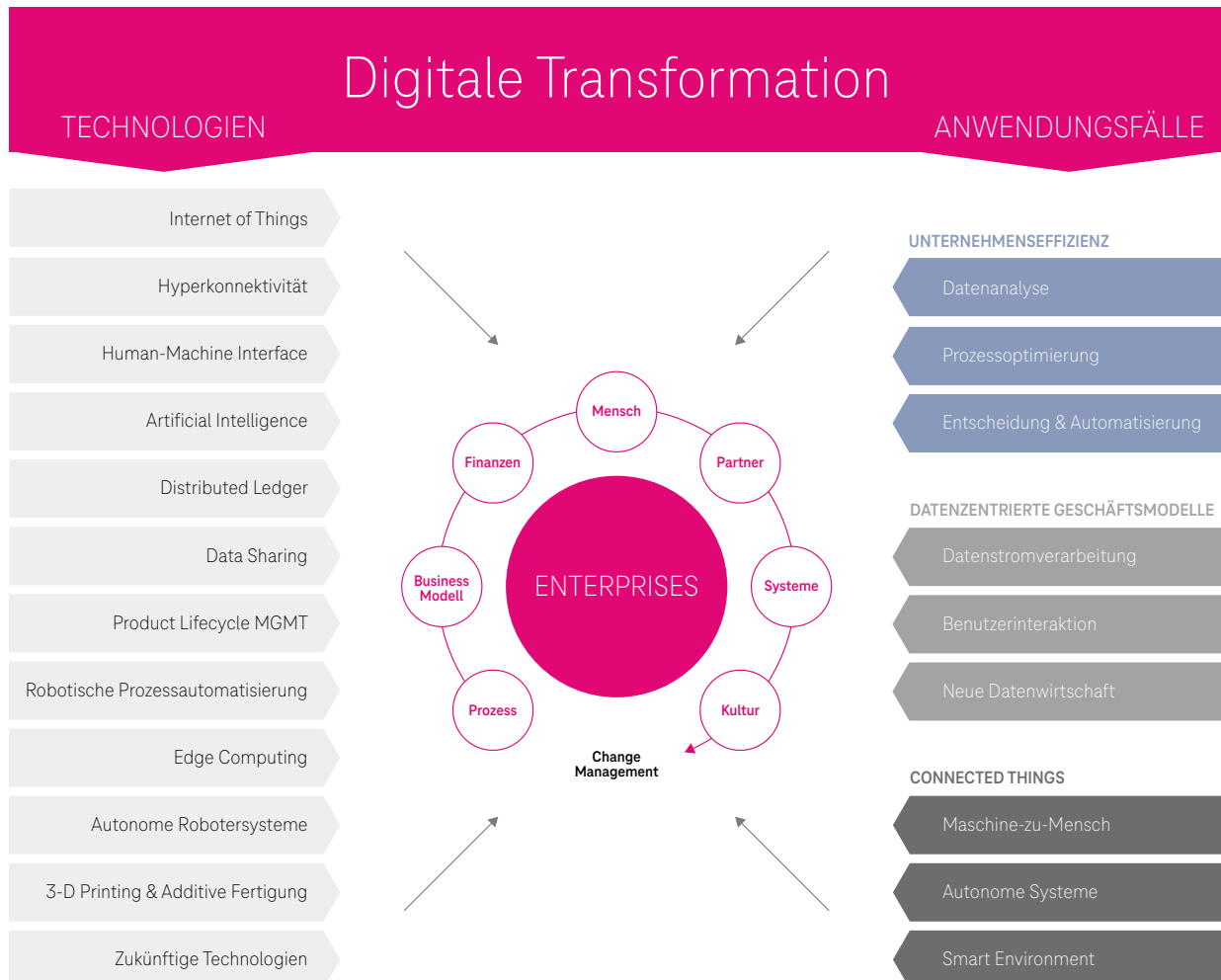
Damit sich unsere Kunden in diesen drei miteinander verknüpften Bereichen besser zurechtfinden, geben wir ihnen eine Reihe von Recherche-Instrumenten an die Hand. Die **Datenbank der Best Practices & Lieferanten** bietet einzigartige Informationen über aktuelle und historische DX-Entwicklungen und umfasst Tausende von Fallstudien, anhand derer sich potenzielle Anwender entscheidende Einblicke in Projektpriorisierung, Best Practices, wichtigste Erfolgsfaktoren und führende Lieferanten für ihre Arbeit verschaffen können. Die Datenbank knüpft nahtlos an unsere neue Plattform

Vendor Connect an, die einen Vernetzungsmechanismus für Technologielieferanten und potenzielle Technologieanwender bereitstellt.

Auf der Grundlage unserer detaillierten Kenntnis der Stärken und Schwächen der relevanten Technologielieferanten stellen wir mit unserem **Peer Benchmarking** aussagekräftige Wettbewerbsrichtwerte bereit. Mit diesem Instrumentarium können Lieferanten herausfinden, wie sie in diesen Wachstumsmärkten im Vergleich zu ihren Mitbewerbern positioniert sind. Unsere **TAM Forecasts** sind Prognosen, die quantitative Leitwerte in Bezug auf Marktchancen für alle der zwölf Technologiefamilien liefern. Dabei werden Hunderte von Anwendungsfällen über 20 Branchen und 200 Länder hinweg behandelt. Schließlich stellen wir mit unseren **Insight Reports** eine qualitative Orientierungshilfe zur Dynamik und Wirkung der zwölf Technologiefamilien bereit, auf die wir uns konzentrieren. Diese werden jährlich aktualisiert.

Weitere Informationen erhalten Sie unter:

transformainsights.com, oder senden Sie uns eine Mail: enquiries@transformainsights.com





Quellenverzeichnis:

- i IEA, 2021
- ii Analyse von Transforma Insights
- iii Washington Post, 2016
- iv Government of Canada, 2016
- v U.S. Department of Energy
- vi US Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration
- vii Analyse von Transforma Insights
- viii MiX Telematics, 2017
- ix Analyse von Transforma Insights
- x Food and Agriculture Organization of the United States, 2019
- xi TNO
- xii Orbcomm
- xiii Analyse von Transforma Insights
- xiv World Wide Fund for Nature
- xv UN Environment Programme, 2020
- xvi ExtraFood
- xvii PTC, 2019
- xviii Analyse von Transforma Insights
- xix Servicemax, 2016
- xx Zenatix
- xxi Netbiter
- xxii Mitsubishi Electric
- xxiii Matics
- xxiv Analyse von Transforma Insights
- xxv Analyse von Transforma Insights
- xxvi Ericsson, 2022
- xxvii Analyse von Transforma Insights
- xxviii TeamViewer, 2020
- xxix City, University of London, 2016
- xxx Analyse von Transforma Insights
- xxxi Analyse von Transforma Insights
- xxxii Analyse von Transforma Insights
- xxxiii SAP, 2019
- xxxiv Packaging Digest, 2014
- xxxv ResearchGate, 2008
- xxxvi IEA, 2021
- xxxvii Analyse von Transforma Insights
- xxxviii Bureau of Energy Efficiency, India
- xxxix Analyse von Transforma Insights
- xl Analyse von Transforma Insights
- xli The Climate Group, 2012
- xlii Energy Cities, 2015
- xliiii Analyse von Transforma Insights
- xliiii Analyse von Transforma Insights
- xliiii Copenhagen Centre on Energy Efficiency
- xliiii The Guardian, 2022
- xliiii SmartLink Australia
- xliiii Analyse von Transforma Insights
- xliiii SmartLink Australia
- l Our World in Data

KONTAKT

iot-sales@telekom.de

HERAUSGEBER

Deutsche Telekom IoT GmbH
Landgrabenweg 151
53227 Bonn



**Erleben,
was verbindet.**