




Factsheet Internet of Things

	 Transparenz	 (Organisationales) Lernen	 Kommunikation
Internet of Things	✓	✓	✓

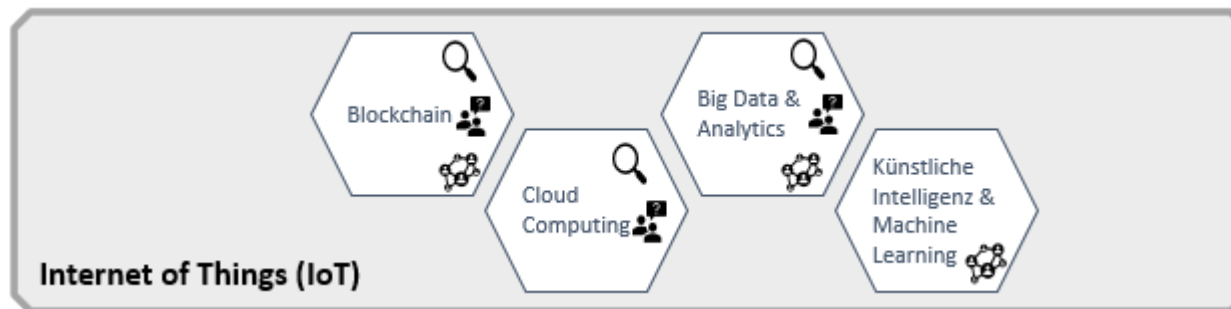


Tabelle 1: Informationen zu Internet of Things

Kategorie	
Beschreibung der Technologie	Das Internet der Dinge - Internet of Things (IoT) – beschreibt die Vernetzung von physischer und digitaler Infrastruktur in Interaktion mit seiner Umwelt [1]. Technologisch betrachtet vernetzen sich dabei Dinge bzw. Gegenstände, die mit physischen Identitätsträgern wie Barcodes, QR-Codes, RFID oder Smartcards ausgestattet werden und kommunizieren über Bluetooth, Near-Field Communication (NFC) oder Mobilfunk mit dem Internet oder untereinander [1,2]. Somit handelt es sich bei IoT nicht um eine einzelne Technologie, sondern vielmehr um eine Verzahnung mehrerer Technologien [1]. “Ziel der Vernetzung ist es, Systeminformationen zu sammeln, die dann verarbeitet und zur Verbesserung und Anpassung von Prozessen und Produkten verwendet werden können.” [3]

Kategorie	
Allgemeine Anwendungsbereiche	<p>IoT wird als zentrale Lösung für gegenwärtige gesellschaftliche Herausforderungen gesehen und wird in sämtlichen Bereichen eingesetzt [1]:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Smart Factories: auch Industrial Internet of Things oder Industrie 4.0 genannt; Einsatz in der Industrieproduktion [1,3,4], z.B. Erstellung von Digitalen Zwillingen (digitale Abbilder von Produkten, Maschinen oder Komponenten) durch IoT-Sensoren [5] • Smart Home: Vernetzung von Haushaltsgeräten z.B. smarte TVs, automatisierte Heizsteuerung, etc. [1,3,6,7] • Smart Building: Vernetzung von raum- und gebäudesteuernden Anlagen [6] • Smart City, z.B. intelligente Stromnetze, vernetzter Auto- und Logistikverkehr, selbstfahrende Autos [1,3] • Im Gesundheitswesen: medizinische Sensoren oder Geräte zur Überwachung des Gesundheitszustandes, z.B. smart watches [1,7] • Im Umwelt- und Agrarsektor, z.B. Sensoren zur Messung des Feuchtigkeits- und Wärmegehalt des Bodens, um Maßnahmen zum Schutz von Pflanzen vor Pilzbefall zu planen [1] • Im Energiesektor, z.B. bedarfsgerechte Steuerung der Energieversorgung in „Smart Grids“ [1]
Relevante Einsatzbereiche im Unternehmen bzgl. UM/NHM	<p>Umweltcontrolling:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vernetzung von raum- und gebäudesteuernden Anlagen (Smart Building) [6] • Bedarfsgerechte Steuerung der Energieversorgung (Smart Grids) [1–3] • Automatische Meldung von Wartungsbedarfen durch technische Anlagen [7] unterstützt die Reduktion von Umweltrisiken und verbessert die Leistung von technischen Anlagen (eigene Überlegung) • Verbessertes Abfallmanagement durch Sensoren in Mülltonnen [8] • Verbesserte Messung von z.B. Schadstoffen durch automatische Datenlieferung mithilfe von entsprechenden Sensoren [7] • bessere Datengrundlage für Material Flow Cost Accounting (MFCA), um Einsparpotenziale für Material und Kosten zu identifizieren (eigene Überlegung) <p>Lieferketten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bessere Steuerung der Lieferkette, indem „smarte“ Prozesse Wiedernutzung und Recycling erleichtern [1]

Kategorie	
	<ul style="list-style-type: none"> • Digitales Flottenmanagement und Routenoptimierung in der Logistik [3] <p>Produktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optimierter Einsatz von Produktionsfaktoren, Verbesserung der Materialeffizienz sowie effizientere Logistik und Prozesssteuerung durch digitalisierte Güterproduktion [1,2,9] • Bereitstellung von Zustandsdaten von Anlagen und Produktionsteilen durch IoT-Technologien [6] • Effiziente Prozesssteuerung, Anwendung von Automatisierungstechnik, Kopplung von Wärmequellen und -senken [9] sodass eine bessere Koordination von Folgenutzung erreicht werden kann, z.B. Nutzung von Abwärme oder Weiterverwertung von Neben- bzw. Abfallprodukte (z. „closing the loop“) [1] <p>Sustainable Development Goals (SDGs): Möglicher Beitrag von IoT-Projekten, insbesondere zu folgenden SDGs [10]:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gesundheit und Wohlergehen (Nr. 3) • Bezahlbare und saubere Energie (Nr. 7) • Industrie, Innovation und Infrastruktur (Nr. 9) • Nachhaltige Städte und Gemeinden (Nr. 11) • Nachhaltige/r Konsum und Produktion (Nr. 12)
Voraussetzungen zur Nutzung, erforderliche Kompetenzen (Know-how) und Ressourcen (z.B. Hardware)	<p>Technische Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementierung geeigneter IKT-Software und -Hardware [11]: Einsatz vielfältiger Sensoren, Aktuatoren, Geräte und Softwarekomponenten sowie eine geeignete Architektur, die IoT-Elemente zusammenführt [1,7] • Vorhandensein einer angemessenen, intelligenten Sensor- und Zählerinfrastruktur in den Produktionsbereichen, deren aufgenommene Daten über eine (Software-)Plattform verwertet werden [6] <p>Voraussetzungen im Hinblick auf die Qualität und Nutzung der Daten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beachtung und Einhaltung datenschutzrelevanter Aspekte [6] • Schnelle und sichere Datennetze, um Qualität der Netzverbindung zu garantieren [4] <p>Voraussetzungen im Hinblick auf fachliche Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entsprechende Kompetenzen oder Fachpersonal, um eingesetzte Technologien zu managen [6]

Kategorie	
Allgemeine Herausforderungen der Technologie, Hemmnisse und Barrieren für Unternehmen zur Nutzung	<ul style="list-style-type: none"> • Schulung von Mitarbeitenden bezüglich der Einhaltung von Sicherheitsvorkehrungen (zum Schutz vor Cyber-Attacken) [12] • <u>Cybersicherheit</u>: unzureichende Cybersicherheit in den IoT-Infrastrukturen sowie bei Schnittstellen und Protokollen und ihren Standards [1]; eine Studie zeigt, dass vor allem Sicherheitsbedenken – Gefahr von Cyberangriffen (z.B. Passwortattacken) – die Kaufentscheidung von IoT-Produkten beeinflussen (71% der Teilnehmenden) [12] • <u>Interoperabilität</u>: fehlende Interoperabilität, mangelnde sichere und automatisierte Anbindung von Informationsquellen [13] • <u>Datensicherheit</u>: Sicherstellung der Datensicherheit sowie des Datenschutzes, insbesondere personenbezogener Daten (z.B. wenn Fahrzeugdaten Informationen über die fahrende Person preisgeben und somit gegen das Recht für informationelle Selbstbestimmung verstoßen wird) [1,7] • <u>Persönliche Selbstbestimmung</u>: Einhaltung informationeller und persönlicher Selbstbestimmung sowie Beachtung der Würde des Menschen und ethischen Aspekten bei der Interaktion zwischen (teil-)autonomen, intelligenten Systemen und Dingen [1]
Chancen und positive Auswirkungen auf Umweltaspekte	<p>Rohstoff- und Materialeinsparung, Emissionsreduktion:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Senkung der Inanspruchnahme von Ressourcen (z.B. Rohstoffe, Energie) und den damit verbundenen Auswirkung auf Umwelt und Gesundheit durch Prozessoptimierung und Effizienzsteigerung [1,14] sowie eine besser koordinierte Mehrfachnutzung von Ressourcen (Circular Economy) [1,3,15] • Effizienzsteigerung und Optimierung von Produktionsabläufen (z.B. höhere Fertigungsgeschwindigkeit und effizienterer Einsatz produktiver Einheiten) durch die Vernetzung zahlreicher Datenpunkte [1,4,14]; • Potenzielle Optimierungs- und Substitutionseffekte durch neue Dienstleistungen oder Produkte (z.B. Bikeshaaring-Systeme); Produkte oder Dienstleistungen können auch durch digitale Äquivalente ersetzt werden [3]; • Einsatz digital gesteuerter Produktionsanlagen, die ihren Energiebedarf selbst prognostizieren, vorab im Energiesystem anmelden und eigenständig Energieart, -quelle, -menge und Bezugszeitpunkt bestimmen [16] • Bedarfsgerechte Steuerung der Energieversorgung durch den Einsatz von „Smart Grids“ [1]; Potenzial zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien durch flexible Anpassung des Energiekonsums und durch die Speicherung und Freigabe von Energie in Abhängigkeit der verfügbaren erneuerbaren Energie auf dem Markt [2] • Reduzierung von Luftemissionen durch Senkung der Transportfahrten mittels effizienter Logistik (z.B. bedarfsgerechte Mülleinsammlung durch Sensoren in Mülltonnen) [1,8]

Kategorie	
	<p>Verbesserung der Transparenz und Monitoring:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Automatisierte, dezentralisierte, flexible und vernetzte Produktion sowie Nachverfolgung und Steuerung ganzer Wertschöpfungsketten [1]; Erstellung von Digitalen Zwillingen durch IoT-Sensoren zur Nachverfolgung der Lieferkette eines Produkts [5] • Flexibilisierung und Transparenz durch kontinuierliches Monitoring relevanter Produktionsprozesse [2] • Ökonomische Vorteile durch verbesserte Möglichkeiten des Monitorings und der Kontrolle von Objekten und Infrastrukturen durch das kontinuierliche Sammeln von Daten [1] • Monitoring von Erdsystem und Umweltbedingungen („Smart Earth“) durch Kombination etablierter Monitoring-Technologien und neuen Möglichkeiten der Datenerfassung durch vernetzte Sensoren [1] • Schutz von Pflanzen vor Pilzbefall durch Nutzung von Sensoren in der Landwirtschaft [1] <p>Ökologischere Produktentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bessere Recyclingfähigkeit von Produkten durch Informationen des Digitalen Zwillings [5] • Verbesserte Langlebigkeit von Produkten (z.B. durch Smart Maintenance) [2] • Bessere Koordination von Folgenutzung, z.B. Abwärme und Neben- bzw. Abfallprodukten [1] • Geringere Überproduktion durch digitale Kunden und Kundinneninformationen [2]
Mögliche negative ökologische und soziale Effekte	<p>Umwelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relevanter Ressourcen- und Energieverbrauch entlang des gesamten Lebenszyklus in Verbindung mit Endgeräten wie Tablets, Smartphones, Laptops, Rechenzentren und Netzwerke für die Übertragung, Verarbeitung Speicherung von Daten führt zu Rebound-Effekten [3]; Zunehmender Elektroschrott durch immer zahlreicher werdende digitalisierte „Dinge“ [1] • Mehrkonsum (von z.B. Car-Sharing) durch Optimierung oder Effizienzsteigerung, da zusätzliche Ressourcen (z.B. Geld, Zeit, Aufwand) frei werden [3]; Induktion neuer Konsumbedürfnisse durch Verfügbarkeit neuer Smart home-Produkte [3] <p>Sozial:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herausforderung auf gesellschaftlicher Ebene: abnehmende persönliche Selbstbestimmung [1]; Fragestellungen zu ethischen Aspekten bei der Interaktion zwischen (teil-)autonomen, smarten Dingen [1]

Kategorie	
	<ul style="list-style-type: none"> • Herausforderung in Bezug auf Datenschutz; möglicher Missbrauch von personenbezogenen Daten, die ohne Wissen der Nutzer und Nutzerinnen gesammelt werden; Missbrauch der Daten zur Überwachung (Beobachten oder Abhören) oder zur Erstellung von Nutzer und Nutzerinnenprofilen, was gegen die Menschenwürde verstößt [1]
Reifegrad der Technologie und Verbreitung der Technologie	<ul style="list-style-type: none"> • Um das Jahr 2010 wurde die Anwendung von IoT noch als visionär betrachtet; für 2020 wurde bereits davon gesprochen, dass weltweit etwa 20 Mrd. „Dinge“ miteinander vernetzt sein würden; allerdings befinden sich aktuelle Anwendungen noch in einem sehr jungen Stadium [1] • 47% der Unternehmen stehen laut einer Studie dem IoT-Trend aufgeschlossen und interessiert gegenüber [5]
Entwicklungspfade	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz von Sensoren, die immer mehr Daten sammeln, steigt rasant [1] • Zunehmender Einsatz von IoT könnte bis 2050 zwei Drittel des Weltenergiebedarfs ausmachen; der Einsatz von IoT wächst rasant [15] <p>Zukünftiger Einsatz von IoT zur Weiterentwicklung unterschiedlicher Bereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zur Weiterentwicklung in der Kreislaufwirtschaft denkbar, indem durch eine Gesamtvernetzung von Dingen, Informationen zu anfallenden Abfällen und stofflichen Zusammensetzungen erfasst und weitergegeben werden und sich wiederzuverwertende Produkte ihre Märkte über das Internet of Things automatisiert „selbst“ erzeugen und auf Plattformen selbst vermarkten“ [15] • Vision im Bereich Smart City werden verschiedene Anwendungsfelder von IoT vernetzt, wie beispielsweise Energieversorgung und Elektromobilität [1] • Im Gesundheitskontext ist IoT in Zukunft auch im Innern des Körpers in Form von „Smart Pills“ zur Gesundheitsvorsorge denkbar [1]
Verzahnung mit anderen Digitalisierungstrends	<p>IoT stellt keine einzelne Technologie, sondern eine Verknüpfung vieler Technologien dar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Big Data und maschinellem Lernen</u>, z.B. zur Auswertung großer Datenmengen von „smarten“ Anwendungen durch Big Data-Tools [1,6] • <u>Künstliche Intelligenz</u> z.B. automatisiertes, fahrerloses und elektrisches Fahren [17] • <u>Cloud Computing</u>, z.B. Verlagerung von Anwendungen in die Cloud [1] sowie Verwertung von Sensordaten auf Plattform [6])



Kategorie	
	<ul style="list-style-type: none"> Blockchain, z.B. Dokumentation von IoT-Interaktionen, Erstellung von Smart Contracts als selbstausführende Verträge zur Nutzung von Geräten [18], Erfassung von einem über IoT-Sensoren erfassten Digitalen Zwilling, Abrechnung von Maschinennutzung oder Stromnutzung nach Pay-per-Use Geschäftsmodellen [5]
(Pilot-)Projekte oder Best Practice Beispiel	<ul style="list-style-type: none"> Pilot-Projekt „Vernetzte Modellkommune in der Kreislaufwirtschaft“: optimierte Abfalllogistik und -wirtschaft durch den Einsatz von digitalen Lösungen, was zu Abfallvermeidung führen soll und die direkte Interaktion mit Verbraucher und Verbraucherinnen fördert (BMU-Projekt) [17]

Literatur

- [1] WBGU - Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2019). Hauptgutachten: Unsere gemeinsame digitale Zukunft. https://issuu.com/wbgu/docs/wbgu_hg2019?fr=sM2JiOTeyNzMy (letzter Zugriff am 18.1.2021).
- [2] Beier, G., Niehoff, S., Xue, B. (2018). More Sustainability in Industry through Industrial Internet of Things? Applied Sciences **8**/2, 219.
- [3] Santarius, T., Pohl, J. (2019/2020). Vernetzte Nachhaltigkeit oder nicht-nachhaltige Vernetzung? Ökologische Chancen und Risiken des Internet der Dinge. Die Ökologieder digitalen Gesellschaft. Jahrbuch 2019/2020.
- [4] Bundesverband der Deutschen Industrie e.V., Roland Berger Strategy Consultants (2015). Die digitale Transformation der Industrie.
- [5] Gentermann, L. (2019). Blockchain in Deutschland – Einsatz, Potenziale, Herausforderungen. Studienbericht 2019.
- [6] Pagano, D., Krause, G. (2019). Umweltmanagement und Digitalisierung – Praktische Ansätze zur Verbesserung der Umweltleistung.
- [7] Fraunhofer FOKUS (2016). Public IoT - das Internet der Dinge im öffentlichen Raum.
- [8] Waste, Management & Research (2017). The 4th Industrial Revolution and waste management. Waste management & research : the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA **35**/10, 997–998.
- [9] Servicestelle der Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz (2020). Praxisleitfaden „Chancen der Digitalisierung für den Klimaschutz“.
- [10] away media GmbH (2018). Handbuch Internet of Things. Smart Services & Plattformökonomie, Bonn.
- [11] Wortmann, F., Flüchter, K. (2015). Internet of Things. Bus Inf Syst Eng **57**/3, 221–224.
- [12] Capgemini Consulting, Sogethi High Tech (2014). Securing the Internet of Things Opportunity: Putting Cybersecurity at the Heart of the IoT.
- [13] Bitcom e.V. (2014). Leitfaden Digitale Supply Chain, Berlin.
- [14] Umweltbundesamt (2019). Digitalisierung nachhaltig gestalten: Ein Impulspapier des Umweltbundesamtes, Dessau.
- [15] Factory – Magazin für nachhaltiges Wirtschaften. Digitalisierung. Der digitale Wandel. 14. Jahrgang Ausgabe 1-2018.
- [16] Deutsche Energie-Agentur GmbH (2018). Umfrage Industrie 4.0: Unternehmen sind bereit für Kopplung mit Energiesystem. <https://www.dena.de/newsroom/meldungen/umfrage-industrie-40-unternehmen-sind-bereit-fuer-kopplung-mit-energiesystem/> (letzter Zugriff am 19.1.2021).
- [17] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2020). Umweltpolitische Digitalagenda.
- [18] bdew. Blockchain in der Energiewirtschaft.

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de
 [/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)
 [/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Autorenschaft, Institution

Isabel Vihl, Joris Docke, Philipp Poferl
Arqum Gesellschaft für Arbeitssicherheits-, Qualitäts- und Umweltmanagement mbH, München

Katharina Bütow, Michael Vötsch
KATE Umwelt & Entwicklung e.V., Stuttgart

Simon Schnabel,
iPoint-systems GmbH, Reutlingen

Dr. Stephan Theis
nekst one GmbH, München

Stand: Juli/2021