



JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN
PROFESSUR BWL – WIRTSCHAFTSINFORMATIK
UNIV.-PROF. DR. AXEL SCHWICKERT

Schwickert, Axel; Franke, Tim, Schick, Lukas; Dörr, Lea

Internet of Things – Reader zur WBT-Serie

ARBEITSPAPIERE WIRTSCHAFTSINFORMATIK

Nr. 03 / 2022
ISSN 1613-6667

Arbeitspapiere WI Nr. 03 / 2022

Autoren: Schwickert, Axel; Franke, Tim; Schick, Lukas;
Dörr, Lea

Titel: Internet of Things –
Reader zur WBT-Serie

Zitation: Schwickert, Axel; Franke, Tim; Schick, Lukas; Dörr, Lea: Internet of Things – Reader zur WBT-Serie, in: Arbeitspapiere WI, Nr. 03/2022, Hrsg.: Professur BWL – Wirtschaftsinformatik, Justus-Liebig-Universität Gießen 2022, 54 Seiten, ISSN 1613-6667.

Kurzfassung: Das vorliegende Arbeitspapier dient als Reader zur WBT-Serie „Internet of Things“, die im E-Campus Wirtschaftsinformatik online zur Verfügung steht.

Zunächst werden die Grundlagen des Internet of Things und dessen Entstehungsgeschichte beschrieben. Im Anschluss daran folgt ein Einblick in die möglichen Anwendungsbereiche des Internet of Things. Insbesondere das Smart Home wird dabei ausführlich erläutert.

Im zweiten Teil der WBT-Serie werden die technischen Grundlagen des Internet of Things erklärt. Dazu wird zunächst der typische Aufbau eines Gerätes im Internet of Things aufgezeigt. Darauf folgt eine Vorstellung der Kommunikationstechnologien und der Datenverarbeitung. Abschließend werden mögliche Risiken und datenschutzrechtliche Probleme aufgezeigt.

Schlüsselwörter: Internet der Dinge, Internet of Things, Smart Home, Digitalisierung

A Zur Einordnung der WBT-Serie

Die WBT-Serie richtet sich an Interessenten des Themenbereichs „Internet of Things“.

Für Ihr Selbststudium per WBT müssen Sie einen Internet-Zugang haben – entweder auf Ihren eigenen PCs, auf den PCs im JLU-Hochschulrechenzentrum, in den JLU-Bibliotheken oder dem PC-Pool des Fachbereichs.

B Die Web-Based Trainings

Der Stoff zu diesem Thema ist in Lerneinheiten zerlegt worden und wird durch eine Serie von Web-Based-Trainings (WBT) vermittelt. Mit Hilfe der WBT kann der Stoff im Eigenstudium erarbeitet werden. Die WBT bauen inhaltlich aufeinander auf und sollten in der angegebenen Reihenfolge absolviert werden.

WBT-Nr.	WBT-Bezeichnung	Bearbeitungsdauer
1	Grundlagen des Internet of Things	90 Min.
2	Technologien des Internet of Things	90 Min.

Tab. 1: Übersicht WBT-Serie

Die Inhalte der einzelnen WBT werden nun nachfolgend in diesem Dokument gezeigt. Alle WBT stehen Ihnen rund um die Uhr online zur Verfügung. Sie können jedes WBT beliebig oft durcharbeiten. In jedem WBT sind enthalten:

- Vermittlung des Lernstoffes,
- interaktive Übungen zum Lernstoff,
- abschließende Tests zum Lernstoff

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A Zur Einordnung der WBT-Serie.....	I
B Die Web-Based Trainings	II
Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VI
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Grundlagen des Internet of Things.....	1
1.1 Was ist das Internet of Things?	1
1.1.1 Das Internet of Things.....	1
1.1.2 Der erste Arbeitstag.....	1
1.1.3 Willkommen bei der SmartNet AG.....	1
1.1.4 Was ist das Internet of Things?.....	2
1.1.5 Das Internet of People vs. Internet of Things – Teil 1	3
1.1.6 Themenfelder und Technologien des Internet of Things	4
1.2 Die Entstehung des Internet of Things	5
1.2.1 Die Vision von Kevin Ashton	5
1.2.2 Das erste IoT-Gerät: Ein Toaster.....	6
1.2.3 Die Entstehung des Internet of Things	7
1.2.4 Das technische Netzwerk „Internet“	7
1.2.5 Treiber des Internet of Things	8
1.2.6 Mikrocontroller, Sensoren & Aktoren: Treiber des Internet of Things	8
1.2.7 Weitere Treiber des Internet of Things	9
1.3 Anwendungsbereiche des Internet of Things	10
1.3.1 Einführung in die Anwendungsbereiche	10
1.3.2 Anwendungsbereiche des Internet of Things	10
1.3.3 Das Smart Home	11
1.3.4 Das Smart Home in der Praxis	12
1.3.5 Die Vorteile eines Smart Homes	19
1.3.6 Die Risiken eines Smart Homes	20
1.3.7 Ausblick	20
1.4 Typische Aufgabenstellungen	21
1.4.1 Typische Aufgabenstellungen – Grundlagen des Internet of Things	21

2	Technologien des Internet of Things	22
2.1	Wie funktioniert das Internet of Things?	22
2.1.1	Einführung in die Funktionsweise	22
2.1.2	Wie funktioniert das Internet of Things?	22
2.1.3	Die wichtigsten Funktionen im Überblick	22
2.2	Der Aufbau eines IoT-Gerätes	24
2.2.1	Die Hardware-Komponenten eines IoT-Gerätes	24
2.2.2	Die Sensoren	25
2.2.3	Sensoren im Internet of Things	26
2.2.4	Der Mikrocontroller	27
2.2.5	Die Aktoren	28
2.2.6	Das Zusammenspiel der Komponenten	29
2.3	Kommunikationstechnologien des Internet of Things	31
2.3.1	Die Vernetzung von Gegenständen	31
2.3.2	Die Rolle der Netzwerke	32
2.3.3	Wide Area Networks	32
2.3.4	Short Range Networks	32
2.3.5	Die Kommunikationsschnittstelle	33
2.3.6	Bluetooth Low Energy	34
2.3.7	ZigBee	34
2.3.8	Z-Wave	35
2.3.9	Wireless Fidelity (WiFi)	36
2.3.10	Die Funkstandards im Vergleich	36
2.3.11	Die Vielzahl der Protokolle	37
2.3.12	Kompatibilität der Kommunikationsstandards	37
2.4	Datenverarbeitung im Internet of Things	38
2.4.1	Datenverarbeitung im Internet of Things	38
2.4.2	Was ist Cloud Computing?	38
2.4.3	Cloud vs. Edge Computing	39
2.4.4	Der Weg der Daten im Internet of Things	40
2.4.5	Wie sicher sind Daten im Internet?	41
2.5	Datenschutz im Internet of Things	41
2.5.1	Der Datenschutz im Internet of Things	41
2.5.2	Weitere Risiken im Internet of Things	42
2.5.3	Zusammenfassung: Das Internet of Things	43
2.5.4	Ausblick: Die Zukunft des Internet of Things	43
2.6	Typische Aufgabenstellungen	44
2.6.1	Typische Aufgabenstellungen – Technologien d. Internet of Things	44

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abb. 1: Logo der SmartNet AG	2
Abb. 2: Kevin Ashton.....	6
Abb. 3: Übersicht: Die Entstehung des Internet of Things	7
Abb. 4: Mikrocontroller, Sensor und Aktor	9
Abb. 5: Amazons Sprachassistent „Echo“	12
Abb. 6: Bedienung einer smarten Waschmaschine	12
Abb. 7: Steuerung einer smarten Klimaanlage.....	13
Abb. 8: Smartes Heizkörperthermostat	14
Abb. 9: Smarter Mähroboter	15
Abb. 10: WLAN-Steckdose	15
Abb. 11: Smarte Türsteuerung	16
Abb. 12: Sensoren am Fenster.....	17
Abb. 13: Smarter Kühlschrank.....	17
Abb. 14: Smarter Staubsauger.....	18
Abb. 15: Steuerung von smarten Lampen.....	19
Abb. 16: Typische Aufgabenstellungen – Grundlagen des Internet of Things.....	21
Abb. 17: Die wichtigsten Funktionen des Internet of Things	22
Abb. 18: Bewegungssensor	25
Abb. 19: Sensoren im Internet of Things	26
Abb. 20: Mikrocontroller	28
Abb. 20: Aktor zur Steuerung von Rollläden.....	29
Abb. 21: Das Zusammenspiel der Hardware-Komponenten.....	30
Abb. 22: Funkverbindungen verschiedener Geräte.....	33
Abb. 23: Vergleich der Funkstandards.....	36
Abb. 24: Cloud vs. Edge Computing	39
Abb. 25: Der Weg der Daten im Internet of Things.....	40
Abb. 26: Die Probleme des Datenschutzes	42
Abb. 27: Typische Aufgabenstellungen – Technologien des Internet of Things.....	44

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tab. 1: Übersicht WBT-Serie.....	II
Tab. 2: Vergleich: Internet of People und Internet of Things	3
Tab. 3: Vor- und Nachteile von Bluetooth Low Energy	34
Tab. 4: Vor- und Nachteile von ZigBee	35
Tab. 5: Vor- und Nachteile von Z-Wave.....	35
Tab. 6: Vor- und Nachteile von WiFi.....	36

Abkürzungsverzeichnis

BLE	Bluetooth Low Energy
CPU	Central Processing Unit
GAN	Global Area Network
GPS.....	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
IoT	Internet of Things
IP	Internet Protocol
IPv6	Internet Protocol Version 6
LAN.....	Local Area Network
LPWAN.....	Low Power Wide Area Network
LTE.....	Long Term Evolution
MIT.....	Massachusetts Institute of Technology
NFC	Near Field Communication
RAM.....	Random Access Memory
RFID.....	Radio Frequency Identification
ROM.....	Read-only Memory
TCP.....	Transmission Control Protocol
UMTS.....	Universal Mobile Telecommunications System
WAN	Wide Area Network
WiFi.....	Wireless Fidelity

1 Grundlagen des Internet of Things

1.1 Was ist das Internet of Things?

1.1.1 Das Internet of Things

Das Internet of Things steht für die Idee, neben Rechnern noch andere elektronische Geräte mit dem Internet zu verbinden. Eine Vielzahl von alltagsgebräuchlichen Gegenständen und Geräten werden dadurch Teil des weltweit größten technischen Netzwerks "Internet".

Alle Geräte des Internet of Things werden mit Chips, Tags oder Sensoren ausgestattet und so kommunikationsfähig gemacht. Dadurch wird es möglich, die „Dinge“ über das Internet anzusteuern und den „Dingen“ Befehle zu erteilen. Mittlerweile lassen sich in Wohnhäusern, Fabriken und Städten viele „Dinge“ über das Internet ansteuern und kontrollieren.

Im Jahr 2020 sind weltweit bereits mehr als 20 Milliarden Geräte mit dem Internet verbunden. Diese Zahl wird in den kommenden Jahren stetig wachsen.

1.1.2 Der erste Arbeitstag

Leon Schneider (BWL-Absolvent):

„Hi, ich bin Leon. Während meines BWL-Studiums habe ich mein Interesse für Informatik entdeckt und mich dazu entschlossen, meine Leidenschaft zum Beruf zu machen.

Daher habe ich mich bei der SmartNet AG beworben.

Heute ist mein erster Arbeitstag.“

1.1.3 Willkommen bei der SmartNet AG

Thomas Denner (CEO-SmartNet AG):

Hallo Herr Schneider, willkommen bei der SmartNet AG. Mein Name ist Thomas Denner, ich bin der CEO dieses Unternehmens.

Wir sind spezialisiert auf Smart-Home-Technik und führend im Bereich Internet of Things. Ich werde Ihnen zunächst eine kleine Einführung zum Internet of Things geben



Abb. 1: Logo der SmartNet AG

1.1.4 Was ist das Internet of Things?

Unter dem Begriff „Internet of Things“ (Internet der Dinge, IoT) versteht man ein System „intelligenter“ Gegenstände, Geräte und Maschinen, die über ein Kommunikationsmedium vernetzt sind. Man bezeichnet die „Dinge“ deshalb als „intelligent“ oder „smart“, weil sie in der Lage sind, selbstständig Informationen untereinander auszutauschen und autonom zu handeln.

Damit Gegenstände intelligent werden können, müssen sie mit Chips ausgestattet und über Datenleitungen (Kabel oder Funk) mit dem Internet verbunden werden. Über die Datenleitungen können die Gegenstände dann untereinander kommunizieren. Die meisten Geräte stellen auch eine Schnittstelle (Oberfläche) zur Verfügung, durch die der (menschliche) Nutzer über das Internet Informationen einholen und Einstellungen am Gerät vornehmen kann. So ist es von nahezu überall aus möglich, die „Dinge“ zu steuern und sich deren Status mitteilen zu lassen.

Typische Gegenstände des Internet of Things sind dabei insbesondere:

- Lampen
- Maschinen
- Rasenmäher und Staubsauger
- Sicherheitsanlagen
- Küchengeräte
- Rollläden
- ...

Nahezu jedes (technische) Gerät kann „Internet-fähig“ ausgestattet werden.

1.1.5 Das Internet of People vs. Internet of Things – Teil 1

Leon Schneider (BWL-Absolvent):

„Das klingt spannend! Aber was genau macht denn das Internet of Things so besonders? Wo liegt der Unterschied zum bisherigen Internet, Herr Denner?“

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Im Internet of Things ist es nicht notwendig, Geräte und Maschinen manuell mit Informationen zu versorgen. Die Nutzer müssen nicht mehr über einen stationären oder tragbaren PC Informationen eingeben.“

Stattdessen kommunizieren Maschinen und Gegenstände selbstständig und unabhängig miteinander. Sie sammeln kontinuierlich Informationen über ihr Umfeld und über sich selbst, leiten diese selbstständig weiter oder werten sie selbst aus und handeln entsprechend.

Das autonome und selbstständige Kommunizieren von Geräten und Maschinen wird als Machine to Machine Communication (M2M) bezeichnet.“

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Das Internet of Things ist ein Teilbereich des Internets. Zur Abgrenzung spricht man bei dem uns bisher bekannten Internet immer häufiger vom "Internet of People". Hier sehen Sie noch einmal die wichtigsten Unterschiede des Internet of Things im Vergleich zum Internet of People.“

Internet of People	Internet of Things
Menschen kommunizieren über Computer, Smartphones oder anderen Geräten miteinander.	Geräte kommunizieren mit Geräten und tauschen selbstständig Informationen aus.
Informationen werden manuell eingegeben und erst auf Befehl verarbeitet.	Keine Kontrolle oder Eingreifen des Menschen notwendig (aber meist möglich)
Kaum automatisierte Prozesse	Informationen und Daten werden kontinuierlich und selbstständig gesammelt und verarbeitet.

Tab. 2: Vergleich: Internet of People und Internet of Things

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Dabei ist es wichtig zu wissen, dass das Internet of People und das Internet of Things keine verschiedenen Netzwerke darstellen.

Das Internet of Things und das Internet of People sind untereinander verwoben und bilden in der Gesamtheit das Internet.“

1.1.6 Themenfelder und Technologien des Internet of Things

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Das Internet of Things umfasst diverse Themenfelder und Technologien.

Zur Verdeutlichung der Vielfältigkeit habe ich Ihnen hier eine Grafik zusammengestellt, die Ihnen einige der wichtigsten Begriffe näher erklären soll.“

- **E-Health:** "E-Health" ist ein Oberbegriff für den Einsatz von IuK-gestützten Anwendungen im Gesundheitswesen. Dabei helfen unter anderem Geräte des Internet of Things. Auch Geräte wie Smart Watches und Fitness-Tracker sind dem Bereich E-Health zuzuordnen.
- **Smart Home:** Ein Smart Home ist ein Haushalt, in dem Haushaltsgeräte (direkt oder indirekt) mit dem Internet verbunden sind, untereinander kommunizieren und zentral gesteuert werden können.
- **Sprachassistenten:** Lautsprecher oder Sprachassistenten im Smartphone oder Auto werden häufig dazu verwendet, IoT-Geräte zu bedienen oder sich deren Status mitteilen zu lassen. Ein Sprachassistent ist ein Stück Software, welches in Form von Sprachbefehlen Informationen übermittelt und verarbeitet.
- **Cloud Computing:** Unter Cloud Computing versteht man die Bereitstellung von IT-Infrastruktur und IT-Leistungen (wie zum Beispiel Speicherplatz, Rechenleistung oder Applikationen) als Dienstleistung über das Internet. Viele der von IoT-Geräten genutzten Daten werden mit Hilfe von Cloud Computing gespeichert und ausgewertet.
- **Embedded Systems:** Ein eingebettetes System (embedded system) ist ein digitales System, welches Teil eines größeren, umgebenden Systems ist. Diese sind in den technischen Kontext eines größeren Systems eingebunden und erledigen meist nur einzelne Aufgaben, wie zum Beispiel das Überwachen oder Steuern von bestimmten Funktionen oder das Ver- bzw. Entschlüsseln von Daten.

- **Künstliche Intelligenz:** Künstliche Intelligenz oder Artificial Intelligence beschreibt das Erbringen menschenähnlicher Intelligenzleistungen durch Computer und Maschinen. Im Internet of Things, in dem viele Geräte selbstständig arbeiten, spielt KI eine wichtige Rolle.
- **Big Data:** Durch die riesige Menge an vernetzten Geräten im Internet of Things entstehen gigantische Datenmengen. Unter Big Data versteht man Datenmengen, die zu groß und zu komplex sind, um sie mit herkömmlichen Methoden auszuwerten und zu verarbeiten.
- **Industrie 4.0:** Industrie 4.0 bezeichnet die Digitalisierung der industriellen Produktion. Das Internet of Things bzw. das Teilgebiet "Industrial Internet of Things" vernetzt Maschinen und Geräte und erleichtert somit eine effiziente Produktion.
- **Ubiquitous Computing:** Ubiquitous Computing bezeichnet die Allgegenwärtigkeit der rechnergestützten Informationsverarbeitung. Da IoT-Geräte in der Regel immer eingeschaltet sind und über Sensoren kontinuierlich Informationen sammeln, ist der Begriff sehr eng mit dem Internet of Things verwandt.
- **Machine Learning:** Beim sogenannten Machine Learning lernen Computer und Maschinen aus verschiedenen Daten und entwickeln mittels Algorithmen verschiedene Verhaltensmuster.

1.2 Die Entstehung des Internet of Things

1.2.1 Die Vision von Kevin Ashton

Der Informatiker Kevin Ashton hatte schon im Jahr 1999 die Vision eines vernetzten Systems autonom agierender Gegenstände.

Im Rahmen eines RFID-Forschungsprojektes am Massachusetts Institute of Technology (MIT) entstand die Idee einer zunehmenden Verschmelzung physischer Dinge mit der digitalen Welt des Internets. Dies ähnelt dem heutigen Verständnis des Internet of Things sehr, weshalb Ashton für viele auch als Erfinder des Internet of Things gilt.

Fest steht jedoch nur, dass er als erste Person den Begriff "Internet of Things" verwendete.

RFID (Radio Frequency Identification) gilt als zentrale Technologie für das Internet of Things. Es dient dem berührungslosen Identifizieren von (nahegelegenen) Objekten und wird unter anderem in der Logistik, in EC-Karten oder für Warensicherungen im Einzelhandel verwendet.



Abb. 2: Kevin Ashton

1.2.2 Das erste IoT-Gerät: Ein Toaster

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Im Jahr 1990, noch lange bevor der Begriff „Internet of Things“ entstand, entwickelte der US-amerikanische Software- und Netzwerkexperte John Romkey zusammen mit dem Computerwissenschaftler Simon Hackett das erste IoT-Gerät: einen Toaster.

Der Toaster wurde über eine frühe Version des Netzwerkprotokolls TCP/IP mit dem Internet verbunden und konnte so über einen Computer ein- und ausgeschaltet werden. Heute gilt dieser als das erste IoT-Gerät der Welt.

Auf der nächsten Seite betrachten wir die weitere Geschichte des Internet of Things im Zeitverlauf.“

1.2.3 Die Entstehung des Internet of Things

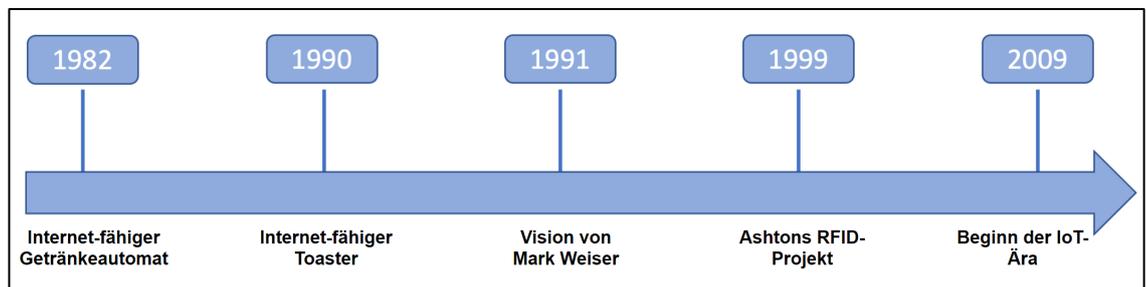


Abb. 3: Übersicht: Die Entstehung des Internet of Things

- **1982:** Studenten der Carnegie Mellon University statten einen Getränkeautomaten mit Sensoren und einer Internet-Verbindung aus, um den Bestand der Maschine zu überwachen und die Temperatur zu messen.
- **1990:** John Romkey und Simon Hackett entwickeln das erste smarte Haushaltsgerät: Einen Toaster, der über das Internet ein- und ausgeschaltet werden konnte. Ein Jahr später bauten Romkey und Hackett einen Roboterarm an den Toaster, um automatisch Brot einlegen zu können. Dieser Toaster gilt heute als das erste IoT-Gerät der Welt.
- **1991:** Mark Weiser beschreibt in seinem Buch „The Computer for the 21st Century“ erstmals seine Vision vom Internet of Things. Er prägte den Begriff „Ubiquitous Computing“ und beschrieb darin erste Ideen für ein Smart Home.
- **1999:** Kevin Ashton arbeitet am Auto-ID-Center am MIT an einem RFID-Projekt und hat die Vision des Internet of Things. Er entwickelte internationale Standards für RFID und andere Sensoren und gilt als Erfinder des Begriffs „Internet of Things“.
- **2009:** Erstmals gibt es mehr mit dem Internet verbundene Geräte als Menschen auf der Welt: Die IoT-Ära beginnt.

1.2.4 Das technische Netzwerk „Internet“

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Das Internet ist ein technisches Netzwerk. Es besteht aus vielen Endgeräten und Verbindungen dazwischen. Die Endgeräte werden als „Knoten“ bezeichnet, „Kanten“ sind die Verbindungen.“

Nun sind seit einigen Jahren nicht mehr nur Computer die Knoten des Internet. Neben Smartphones gibt es mittlerweile immer mehr Gegenstände des Alltags mit Internet-Anbindung. Diesen Teilbereich des Internet stellt das Internet of Things dar.“

1.2.5 Treiber des Internet of Things

Leon Schneider (BWL-Absolvent):

„Erstaunlich, ich wusste nicht, dass es die ersten vernetzten Geräte schon so früh gab.“

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Sie fragen sich nun sicher, was die Entwicklung des Internet of Things so sehr vorangetrieben hat, oder?“

Ohne die parallele Entwicklung der Internet-Technologien und der fortschreitenden Computertechnik gäbe es das Internet of Things nicht. Die bekannten Technologien und Kommunikationstechniken wie WLAN, IPv6 oder die Netzwerkprotokolle TCP/IP sind nur einige der Voraussetzungen für das Internet of Things.

Daneben gibt es zahlreiche Entwicklungen, die speziell die Entstehung des Internet of Things begünstigten.

Aber keine Sorge, ich erkläre Ihnen das auf den nächsten Seiten.“

1.2.6 Mikrocontroller, Sensoren und Aktoren: Treiber des Internet of Things

Die Fortschritte in der Mikroelektronik zur Herstellung von Mikrocontrollern, Sensoren und Aktoren sind essenziell für die Entstehung des Internet of Things. Diese drei Bestandteile sind in der Regel in jedem IoT-Gerät vorzufinden und daher von besonderer Bedeutung.

Vor allem die Entwicklung von Smartphones und die damit einhergehende Miniaturisierung von elektronischen Bauteilen hat es ermöglicht, nahezu alle möglichen Gegenstände mit Sensoren und kleinsten Computerbauteilen auszustatten. Sie wurden zunehmend leistungsfähiger, kleiner und vor allem kostengünstiger.

- **Mikrocontroller:** Mikrocontroller führen einfache Rechenleistungen aus, empfangen Informationen und geben diese weiter. Sie verarbeiten die von den Sensoren gemessenen Daten und steuern die Aktoren.

- **Sensoren:** Sensoren erfassen technische und physikalische Informationen aus ihrer Umgebung. Sie messen zum Beispiel die Temperatur oder erkennen Bewegungen.
- **Aktoren:** Aktoren führen mechanische Bewegungen aus. So kann beispielsweise ein Ventil geöffnet oder das Licht eingeschaltet werden.

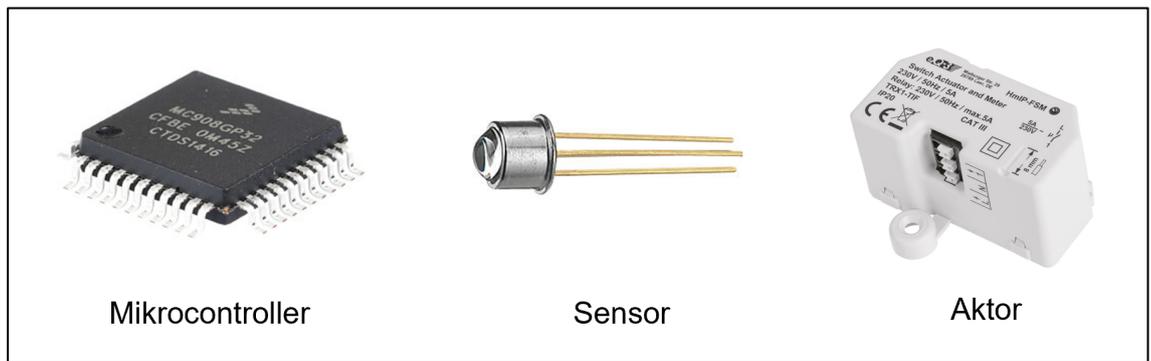


Abb. 4: Mikrocontroller, Sensor und Aktor

1.2.7 Weitere Treiber des Internet of Things

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Zusätzlich zu den Fortschritten in der Mikroelektronik gab es zahlreiche weitere Treiber, welche die Entwicklung des Internet of Things begünstigten.“

- **Fortschritte in der Übertragungstechnik:** Die Entwicklung schnellerer Übertragungstechniken wie Glasfaserleitungen oder die modernen Kurzstrecken-Kommunikationstechniken ermöglichen den Informationsaustausch zwischen Milliarden von Geräten.
- **Software-Entwicklung:** Fortschrittliche Programmiersprachen ermöglichen die Entwicklung von speziellen Software-Produkten, welche mit weniger Energie und Rechenleistung auskommen.
- **Übertragungsprotokoll IPv6:** Jedes Gerät im Internet benötigt eine eindeutige IP- Adresse, damit es von Menschen oder anderen Geräten genau identifiziert und adressiert werden kann. Durch die Entwicklung des neuen Internet-Protokolls in Version 6 (IPv6) ist es nun möglich, bis zu 340 Sextillionen IP- Adressen zu vergeben. Mit dem Vorgänger (IPv4) war das Limit an verfügbaren Adressen längst erreicht. IPv6 bietet im Vergleich zu IPv4 auch wesentlich bessere Kommunikationsmöglichkeiten zwischen den Knoten des Internet.

1.3 Anwendungsbereiche des Internet of Things

1.3.1 Einführung in die Anwendungsbereiche

Leon Schneider (BWL-Absolvent):

„Wow, jetzt habe ich einen guten Überblick über das Internet of Things.

Mir ist aber noch nicht ganz klar, wofür man das alles braucht. Können Sie mir sagen, was man mit dem Internet of Things alles machen kann, Herr Denner?“

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Gerne! Das Internet of Things ist sehr vielseitig einsetzbar und kann uns mittlerweile in allen Lebensbereichen begegnen. Sie werden staunen, was damit alles möglich ist!“

1.3.2 Anwendungsbereiche des Internet of Things

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Die Anwendungsbereiche des Internet of Things lassen sich in zwei Kategorien einteilen.“

Industrial Internet of Things bezieht sich auf Anwendungen im industriellen Umfeld. Entsprechende Technologien werden beispielsweise häufig in Fabriken verwendet, um die Produktion intelligenter und effizienter zu gestalten (smart factory). So ist es möglich, den gesamten Fertigungsprozess zu automatisieren oder wichtige Produktionsentscheidungen auf Grundlage von Daten maschinell treffen zu lassen.

Aber auch außerhalb von Unternehmen wird das Internet of Things in vielen öffentlichen Bereichen angewendet. Zum Beispiel für intelligente Stromnetze oder für die Digitalisierung der Städte (smart cities). Dadurch werden zum Beispiel bedarfsorientierte Beleuchtung, digitale Parkplatzanzeigen oder elektronisch betriebene öffentliche Verkehrsmittel möglich.

Consumer Internet of Things bezieht sich auf alle Anwendungen des Internet of Things im privaten Bereich.

Im Alltag von Konsumenten ist dies beispielsweise ein Smart TV als Plattform für Streaming-Dienste oder Sprachassistenten zur Steuerung des Smart Homes. Auch Smart Watches, die die Vitalwerte von Hobbysportlern überwachen oder sogenannte „Smart Fashion“, also die Integration von Computerchips in Kleidungsstücke, zählen zu den „Consumer Things“.

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Auf den genauen Unterschied zwischen dem Consumer- und dem Industrial Internet of Things komme ich in WBT 02 noch einmal zurück, wenn wir über Datenverarbeitung sprechen werden.

Doch bis dahin schauen wir uns erst einmal das Smart Home genauer an.

Im Folgenden möchte ich Ihnen erklären, was ein Smart Home ist und was damit alles möglich ist.“

1.3.3 Das Smart Home

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Das Smart Home wird immer beliebter! In Deutschland gibt es bereits mehr als 10 Millionen Haushalte, die mit „smart things“ ausgestattet sind.“

Bei einem „Smart Home“ wird das Internet of Things dafür verwendet, intelligente Wohnhäuser und Wohnungen zu schaffen. Dies geschieht, indem das Zuhause durch Informations-, Sensor- und Aktortechnik vielseitig vernetzt wird.

Beispielsweise werden dafür automatisch gesteuerte Heizungen, Lüftungen, Türen, Fenster oder Lampen in das Gebäude integriert. Dies nennt man Gebäudeautomation. Außerdem kann man smarte Gegenstände, wie zum Beispiel intelligente Kühlschränke, Staubsauger, Kaffee- und Waschmaschinen oder Rasenmäher einsetzen. Dies bezeichnet man als (Haushalts-) Geräteautomation.

Dabei werden in der Regel alle Gegenstände im Haus über ein zentrales Gerät gesteuert. In den meisten Fällen geschieht dies über ein Smartphone, ein Tablet oder über Sprachassistenten wie zum Beispiel „Amazon Echo“ oder „Apple HomePod“.

Ein Smart Assistent bzw. Sprachassistent ist ein Software-Produkt, welches versucht, Kommunikation in möglichst natürlicher, menschlicher Sprache zu führen. Dabei kann es Informationen übermitteln, Befehle ausüben oder einfache Dialoge führen.

Meist ist dieses Software-Produkt in Smartphones und Tablets integriert oder in sogenannten Smart Speakern vorzufinden. Das sind Lautsprecher, welche über das Internet gesteuert werden können und oft zur Steuerung eines Smart Homes verwendet werden.

In den letzten Jahren haben sich Amazons Echo mit dem Sprachassistenten „Alexa“ (Bild unten), Googles „Home“ und Apples „HomePod“ am Markt etabliert.



Abb. 5: Amazons Sprachassistent „Echo“

1.3.4 Das Smart Home in der Praxis

Smarte Waschmaschinen

Immer mehr Waschmaschinen verfügen inzwischen standardmäßig über eine Internet-Anbindung. Sie lassen sich per App oder Sprachassistenten steuern und helfen, die Wäsche komfortabler und effizienter zu waschen.

Beispielsweise kann die Waschmaschine eine Push-Benachrichtigung an das Smartphone senden, sobald die Wäsche fertig ist. Auch kann man die Waschmaschine über Fernzugriff von unterwegs aus anschalten, damit die Wäsche fertig ist, sobald man zuhause ist.

Weitere Funktionen wie Waschprogrammempfehlung, Fehlerdiagnosen oder automatische Waschmitteldosierung ermöglichen die Integration der Waschmaschine in ein smartes Zuhause.



Abb. 6: Bedienung einer smarten Waschmaschine

Smarte Klimaanlage

Klimaanlagen haben grundsätzlich einen sehr hohen Energieverbrauch. Intelligente Klimaanlage sollen möglichst effizient arbeiten und dadurch Energie und Kosten sparen. Außerdem lassen sie sich über eine entsprechende App oder einen Sprachassistenten sehr komfortabel bedienen. Funktionen wie die ortsabhängige Steuerung oder die automatische „Fenster-Offen-Erkennung“ sorgen dafür, dass die Klimaanlage nur dann läuft, wenn sie auch benötigt wird.

Außerdem wird die aktuelle Raumtemperatur sowie die Wettervorhersage berücksichtigt, um unnötigen Energieverbrauch zu vermeiden.



Abb. 7: Steuerung einer smarten Klimaanlage

Smarte Heizkörperthermostate

Auch Heizkörper benötigen, genauso wie Klimaanlage, sehr viel Energie. Um diesen Energieverbrauch möglichst gering und effizient zu halten, eignen sich smarte Heizkörperthermostate. Mittlerweile gibt es viele verschiedene Anbieter dieser smarten Geräte. In ihrer Funktion sind sich jedoch alle Thermostate sehr ähnlich. Sie lassen sich über eine App auf dem Smartphone oder über Sprachassistenten steuern und haben zahlreiche Zusatzfunktionen, wie zum Beispiel eine Energie-Report-Erstellung oder die automatische Ortserkennung des Nutzers. So wird die Heizung beispielsweise erst dann automatisch eingeschaltet, wenn sich der Bewohner auf dem Nachhauseweg befindet.

Dies spart Energie, Kosten und ist sehr komfortabel, vor allem bei größeren Gebäuden.



Abb. 8: Smartes Heizkörperthermostat

Autos

Auch Autos lassen sich mittlerweile digital in das Eigenheim integrieren. So kann man sich beispielsweise bei E-Autos den aktuellen Ladestand via App anzeigen lassen oder wird benachrichtigt, wenn die Ladung zur Neige geht oder das Auto vollständig geladen ist. Auch Ladestationen kann man über Apps finden, wenn man unterwegs ist. Sprachassistenten sind inzwischen fester Bestandteil vieler Autos. So kann man beispielsweise das Garagentor öffnen, sich Verkehrsnachrichten mitteilen lassen oder Essen bestellen, wenn man sich auf dem Heimweg befindet.

Ist kein Sprachassistent in dem Auto integriert, gibt es auch Möglichkeiten, diesen einfach nachzurüsten oder das Smartphone mit dem Auto zu koppeln. Somit ist es möglich, beispielsweise Amazons Sprachassistent "Alexa" auch unterwegs zu nutzen.

Smarter Mähroboter

Mähroboter erleichtern vielen Menschen die Arbeit, indem sie dafür sorgen, dass der Rasen gepflegt bleibt. Dafür arbeiten sie selbstständig und völlig automatisch. Einmal richtig eingestellt, bedarf es keiner Kontrolle oder manuellen Eingabe mehr. Der Rasenroboter startet zu festgelegten Zeiten und findet bei niedrigem Akkustand allein in die Ladestation zurück. Sollte man doch einmal das Mähen unterbrechen wollen, lässt sich dies einfach in der App oder per Sprachassistent erledigen.

Dabei gibt es unterschiedliche Geräte, die sich hauptsächlich in der Eignung für bestimmte Flächengrößen des Rasens unterscheiden.



Abb. 9: Smarter Mähroboter

Smarte Steckdosen

Ein wesentlicher Bestandteil eines Smart Homes sind smarte Steckdosen. Diese kleinen Geräte fungieren als Adapter zwischen Geräten und der herkömmlichen Steckdose und können somit jedes Gerät „smart“ machen. Zwar beschränken sich die Funktionen meist auf das einfache An- und Ausschalten der Geräte, jedoch lassen sich so auch Geräte ohne eigenen Internet-Zugang steuern. So ist es beispielsweise möglich, die Kaffeemaschine per App anzuschalten oder per Sprachbefehl eine Lampe auszuschalten.



Abb. 10: WLAN-Steckdose

Oft bieten diese Steckdosen Zusatzfunktionen, wie eine Messung des Energieverbrauchs oder eine Timer-Funktion.

Aufgrund ihrer einfachen Bedienbarkeit und leichten Installation stellen sie oft eine kostengünstige und einfache Alternative gegenüber teureren smarten Geräten dar.

Smarte Türsteuerung

Eine intelligente Türsteuerung ermöglicht es, mit dem Smartphone die Haustür aufzuschließen oder die Haustür über eine Kamera zu überwachen. Trifft unerwarteter Besuch ein, ist es auch möglich, die Tür von unterwegs aus zu öffnen.

Smarte Sprechanlagen und Türklingeln übertragen ein Live-Video auf das Handy oder auf Amazon Echo und versuchen so, das eigene Zuhause sicherer zu machen. Auch Fingerabdruck-Sensoren als Ersatz für einen Schlüssel werden dabei oft eingesetzt.



Abb. 11: Smarte Türsteuerung

Smarte Sicherheitssysteme

Smarte Sicherheitssysteme können aus verschiedenen Bestandteilen bestehen. Am häufigsten sind es intelligente Videokameras, Bewegungs- und Fenstersensoren, Rauchwarnmelder und Alarmanlagen, die das eigene Zuhause sicherer machen sollen. Dabei gibt es oft ganze Sicherheitspakete von einem einzigen Anbieter, die sich dann über eine App zentral steuern lassen und bei Auffälligkeiten sofort eine Benachrichtigung senden. Meist lässt sich der Status des Sicherheitssystems auch über den Sprachassistenten abfragen.



Abb. 12: Sensoren am Fenster

Smarte Kühlschränke

Smarte Kühlschränke sind mit WLAN, Kameras und oft sogar Tablets als Bedienelement ausgestattet. Beispielsweise dienen die Innenraumkameras dazu, ein Bild beim Schließen der Kühlschranktür aufzunehmen, damit man im Supermarkt via App den aktuellen Bestand seiner Lebensmittel sehen kann. Einige Kühlschränke können auf Grundlage der verfügbaren Lebensmittel auch Rezepte vorschlagen oder Produkte auf die Einkaufsliste setzen, sollte nicht mehr genügend vorrätig sein.

Weitere Funktionen wie Ferndiagnose, Temperaturkontrolle oder eine Verbindung mit dem Sprachassistenten sind mittlerweile auch im Standardfunktionsumfang vieler Kühlschränke enthalten.



Abb. 13: Smarter Kühlschrank

Smarte Rollladensteuerung

Smarte Rollläden lassen sich bequem vom Smartphone oder per Sprachassistenten steuern. So kann man zu flexiblen Zeiten jederzeit von unterwegs aus die Rollläden fernsteuern oder feste Uhrzeiten festlegen, um jeden Abend zur selben Zeit die Rollläden automatisch herunterzulassen.

Mittlerweile sind die Kosten für Nachrüstlösungen relativ gering, sofern man bereits elektrische Rollläden hat. Somit lassen sich smarte Rollläden sehr einfach in das Smart Home integrieren. Dies bietet Schutz vor Einbrechern, Unwettern und spart Energie.

Smarte Staubsauger

Smarte Staubsauger halten das Zuhause sauber. Mittels eingebauter Sensoren und einem Lasernavigationssystem erstellen Saugroboter eine virtuelle Karte der Räume und fahren diese anschließend ab, um den Boden zu reinigen. Dabei erreichen die Geräte auch schwierige Stellen der Wohnung und weichen Hindernissen automatisch aus. Das erleichtert den Alltag für viele Menschen.

Über eine App lässt sich genau nachvollziehen, welche Stellen der Roboter schon abgearbeitet hat. Viele der smarten Geräten lassen sich auch über einen Sprachassistenten steuern. Notwendig ist dies jedoch nicht, da der Staubsauger zur Ladestation fährt, wenn der Akkustand zu niedrig ist. Ist der Akku geladen, fährt der Staubsauger selbstständig wieder los.



Quelle: pixabay.com

Abb. 14: Smarter Staubsauger

Smarte Lampen

Smarte Beleuchtung findet man immer häufiger in Häusern und Wohnungen. Diese Lampen bieten einfache, vielseitige und kostengünstige Möglichkeiten, um die Atmosphäre in der eigenen Wohnung möglichst angenehm zu gestalten. Dabei lassen sich die Lichter einfach per App oder auf Befehl von einem Sprachassistenten steuern.

Neben dem einfachen An- und Ausschalten gibt es auch die Möglichkeit, ganze Szenarien, bestehend aus mehreren Lichtern und unterschiedlichen Farben, festzulegen und abzurufen. Auch das automatische Steuern von Lampen, beispielsweise mittels Bewegungssensoren oder zu einer bestimmten Uhrzeit, ist möglich.



Abb. 15: Steuerung von smarten Lampen

1.3.5 Die Vorteile eines Smart Homes

Leon Schneider (BWL-Absolvent):

„Wow, ich hätte nicht gedacht, dass das alles schon möglich ist. Wirklich faszinierend.“

Ich kann mir schon vorstellen, dass die Automation des gesamten Haushaltes zahlreiche Vorteile bietet, oder nicht?“

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Da haben Sie Recht. Es gibt eine Menge Vorteile. Hier habe ich Ihnen einige zusammengestellt.“

Die **Vorteile** eines Smart Homes (Auswahl):

- Steigerung der Energieeffizienz und Kostenersparnis
- Entlastung im Alltag
- Höhere Sicherheit des Hauses durch Sicherheitssysteme
- Erhöhte Wohnqualität

1.3.6 Die Risiken eines Smart Homes

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Neben den Vorteilen gibt es aber auch einige Risiken, die man unbedingt beachten sollte. Hier sind noch einige Nachteile eines Smart Homes.“

Die **Nachteile** eines Smart Homes (Auswahl):

- Kosten- und Zeitaufwand bei der Anschaffung und Installation
- Mangelnde Kompatibilität verschiedener Systeme
- Teilweise unausgereifte Technik
- Sicherheitsrisiko bei Stromausfall oder Manipulation der Technik

1.3.7 Ausblick

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Ich würde sagen, das ist erstmal genug für heute.

In der nächsten Einheit befassen wir uns dann genauer mit den Technologien, die im Internet of Things eingesetzt werden.

Bis zum nächsten Mal!“

1.4 Typische Aufgabenstellungen

1.4.1 Typische Aufgabenstellungen – Grundlagen des Internet of Things

Typische Aufgabenstellungen – Grundlagen des Internet of Things

Zur Bearbeitung dieser Aufgabenstellungen beachten Sie bitte: Verlangt ist eine fachlich zutreffende, inhaltlich nachvollziehbare und kausal zusammenhängende Erörterung aus vollständigen Sätzen in lesbarer Handschrift. Für jede Aufgabe: Maximal zwei Seiten Text!

Aufgabe 1:

Erläutern Sie, was man allgemein unter einem Smart Home versteht. Beschreiben Sie dabei mindestens drei mögliche Geräte oder Gegenstände, die man in einem Smart Home vorfinden kann.

Aufgabe 2:

Erläutern Sie den Unterschied zwischen dem Internet of Things und dem Internet of People. Beschreiben Sie dabei mindestens drei Eigenschaften, in denen sich die beiden Begriffe unterscheiden.

Aufgabe 3:

Erläutern Sie, was man allgemein unter dem Internet of Things versteht und beschreiben Sie dabei die wesentlichen Treiber, die die Entwicklung des Internet of Things begünstigt haben.

Abb. 16: Typische Aufgabenstellungen – Grundlagen des Internet of Things

2 Technologien des Internet of Things

2.1 Wie funktioniert das Internet of Things?

2.1.1 Einführung in die Funktionsweise

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Nachdem wir nun wissen, wie sich das Internet of Things entwickelt hat und wie es eingesetzt werden kann, möchte ich Ihnen heute zeigen, wie es funktioniert.“

2.1.2 Wie funktioniert das Internet of Things?

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Das Internet of Things besteht aus einem Funktionsbündel verschiedener Technologien, welche in ihrer Gesamtheit das Internet of Things hervorbringen.

Alle Geräte, Maschinen und Gegenstände des Internet of Things nutzen bestimmte Funktionen. Das sind zum Beispiel Funktionen wie Kommunikation, Identifikation oder Sensorik.“

2.1.3 Die wichtigsten Funktionen im Überblick

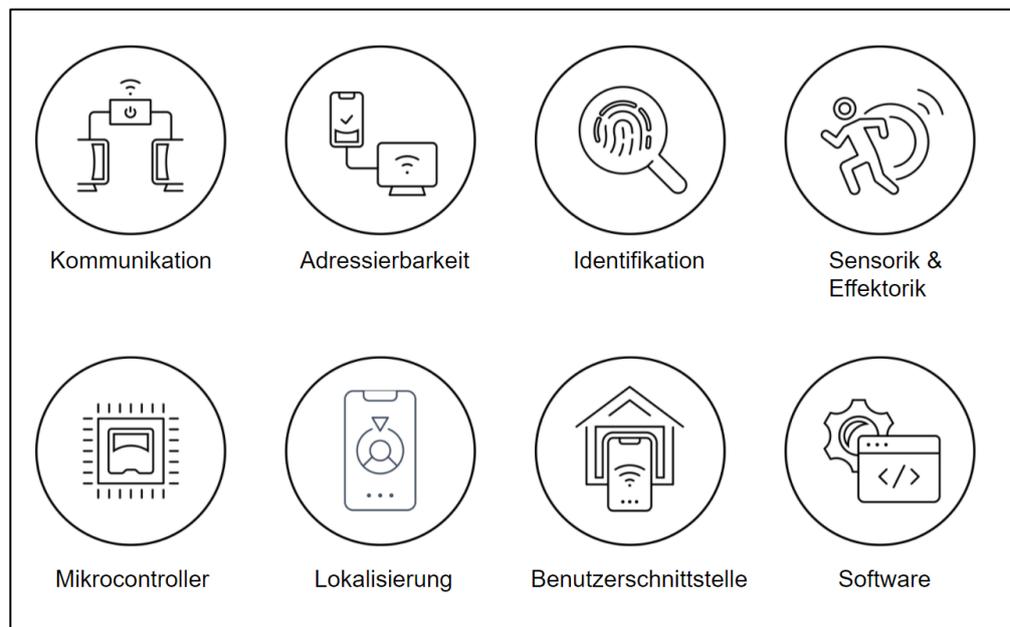


Abb. 17: Die wichtigsten Funktionen des Internet of Things

- **Kommunikation:** Objekte jeglicher Art kommunizieren im Internet of Things autonom und tauschen ihre gesammelten Daten automatisch aus. Dabei kommen unterschiedliche Kommunikationstechnologien bzw. verschiedene Kommunikationsprotokolle zum Einsatz.
- **Adressierbarkeit:** Jedes Objekt im Internet of Things kann individuell adressiert und angesprochen werden. Meist funktioniert dies über die eigene IP-Adresse und wird durch den neuen IPv6-Standard ermöglicht.
- **Identifikation:** Objekte lassen sich von anderen Objekten oder vom Benutzer eindeutig identifizieren und erkennen. Dies geschieht zum Beispiel über kontaktlose Übertragungstechniken wie RFID (Radio Frequency Identification) oder NFC (Near Field Communication).
- **Sensorik und Effektorik:** Die „Dinge“ im Internet of Things sammeln Informationen aus ihrer Umgebung (Sensoren) und reagieren entsprechend (Aktoren). Zum Beispiel erkennt ein Temperatursensor, dass die Raumtemperatur zu niedrig ist. Ein entsprechender Aktor erhöht daraufhin die Temperatur am Thermostat des Heizkörpers. Aber auch optische Strichcodes können eingesetzt werden, um zum Beispiel ein Objekt ohne eigene elektronische Bauteile (passives Objekt) zu identifizieren.
- **Mikrocontroller:** Mikrocontroller ermöglichen die eingebettete Informationsverarbeitung. Das bedeutet, dass Objekte mit integriertem Mikrocontroller in der Lage sind, bestimmte Rechenleistungen selbstständig durchzuführen. Beispielsweise verarbeiten Mikrocontroller die von den Sensoren ermittelten Daten.
- **Lokalisierung:** Die „Dinge“ im Internet of Things kennen ihren eigenen physischen Aufenthaltsort. Sie sind oft auch für andere Objekte lokalisierbar, beispielsweise über GPS oder das Mobilfunknetz UMTS.
- **Benutzerschnittstelle:** Objekte im Internet of Things können direkt über eine Benutzerschnittstelle gesteuert werden. Diese Schnittstelle ist zum Beispiel eine App auf dem Smartphone, der Web Browser oder ein Sprachassistent.
- **Software:** Geräte im Internet of Things benötigen eine spezielle Software. Diese muss mit sehr wenig Energie und Rechenleistung funktionieren und sich auf wesentliche Funktionen beschränken. Es gibt für viele Geräte und Maschinen auch eigene Betriebssysteme wie zum Beispiel „RIOT“, „TinyOS“ oder „Windows 10 for IoT“.

Leon Schneider (BWL-Absolvent):

„Wow, ich hätte nicht gedacht, dass so viele verschiedene Funktionen in einem IoT-Gerät stecken können. Aber das war jetzt ziemlich viel auf einmal. Können Sie mir den Zusammenhang zwischen den einzelnen Funktionen noch ein wenig näher erklären, Herr Denner?“

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Selbstverständlich! Aber keine Sorge, wir werden uns im Laufe dieser Einheit einige dieser Funktionen noch detaillierter anschauen.

Zunächst schauen wir uns aber einmal an, wie genau ein IoT-Gerät aufgebaut ist.“

2.2 Der Aufbau eines IoT-Gerätes

2.2.1 Die Hardware-Komponenten eines IoT-Gerätes

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Wir haben Mikrocontroller, Sensoren und Aktoren in WBT 01 bereits als wesentliche Treiber des Internet of Things kennengelernt.

Um zu verstehen, wie das Internet of Things funktioniert, ist es hilfreich zu wissen, welche Rolle diese Komponenten in einem IoT-Gerät spielen.

Meine Kollegin Anna Müller ist Expertin auf diesem Gebiet und wird Ihnen diese drei Komponenten noch einmal im Detail erklären.“

Anna Müller (Ingenieurin):

„Hallo, mein Name ist Anna Müller. Ich bin Ingenieurin hier bei der SmartNet AG und bestens mit dem Aufbau von IoT-Geräten vertraut.

Auf den folgenden Seiten werden wir uns diese drei folgenden Bestandteile eines IoT-Gerätes näher ansehen:

- Sensoren
- Aktoren
- Mikrocontroller“

2.2.2 Die Sensoren

Sensoren erfassen technische und physikalische Informationen (Signale) aus ihrer Umgebung und wandeln sie in eine elektrische Größe um, damit die Signale weiterverarbeitet werden können. Oft werden auch Informationen über den eigenen Zustand des Gerätes erfasst.

Diese Informationen sind meist optische, physikalische, chemische oder mechanische Parameter und lassen sich in verschiedenen Messgrößen und Zuständen ausdrücken. Mögliche Messgrößen und Zustände sind zum Beispiel:

- Temperatur
- Geschwindigkeit
- Spannung
- Bewegung
- Frequenz
- Schall
- Feuchtigkeit
- Lage, Position

Sensoren werden nicht nur im Internet of Things verwendet. Zum Beispiel findet man Bewegungssensoren häufig zusammen mit Lichtern im Außenbereich eines Wohnhauses.

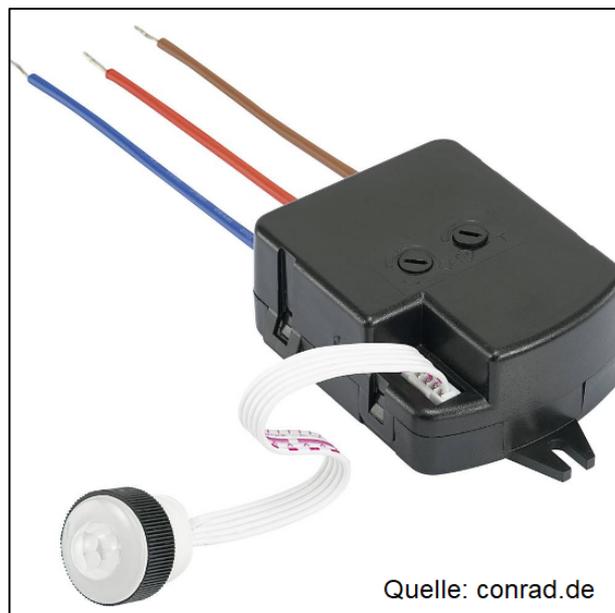


Abb. 18: Bewegungssensor

2.2.3 Sensoren im Internet of Things

Anna Müller (Ingenieurin):

„Sensoren spielen im Internet of Things eine große Rolle. Sie bilden die Schnittstelle zwischen physischen Elementen wie zum Beispiel Temperatur und elektrischen Signalen.

Hier sehen Sie einige Sensoren, welche häufig im Internet of Things eingesetzt werden. Aber natürlich gibt es noch einige mehr.“

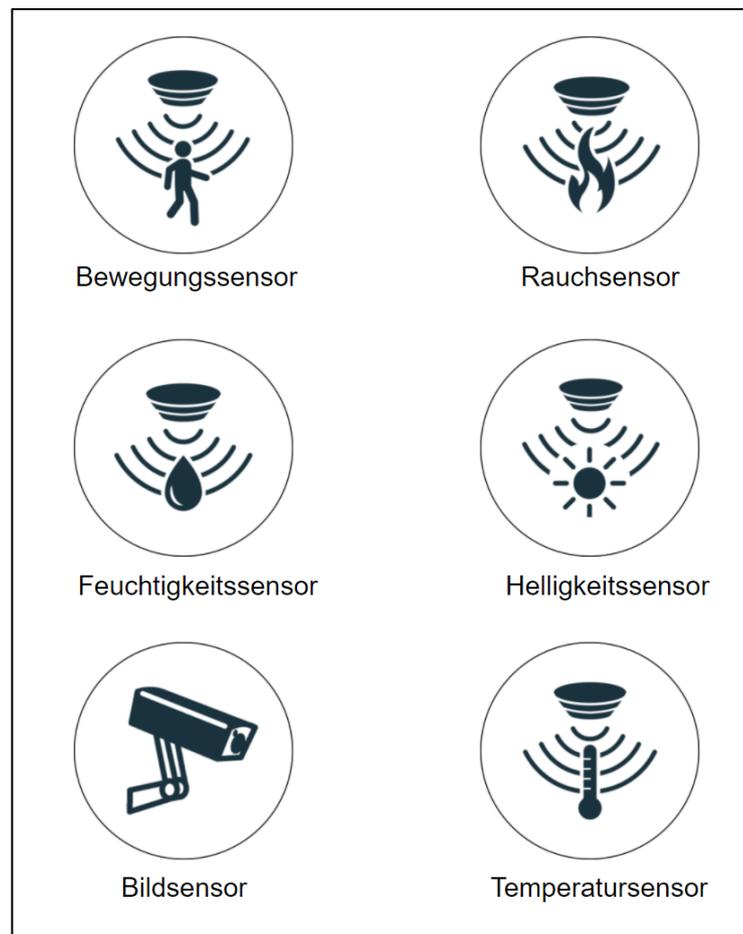


Abb. 19: Sensoren im Internet of Things

- **Bewegungssensoren:** Bewegungssensoren ermitteln optische Lageänderungen und setzen sie in eine elektrische Größe um, damit das Signal elektronisch weiterverarbeitet werden kann. In einem Smart Home werden Bewegungssensoren häufig zur automatischen Lichtschaltung oder für Sicherheitsanlagen eingesetzt.

- **Rauchsensoren:** Rauchsensoren erkennen Rauchpartikel in der Luft. Meist befindet sich eine optische Kammer in dem Sensor, welche ein Infrarot-Lichtsignal aussendet. Wird dieses durch Rauchpartikel gebrochen oder reflektiert, deutet dies auf Rauch in der Luft hin. In einem Smart Home kommen Rauchsensoren in den meisten Fällen in sogenannten Rauchmeldern zum Einsatz. Diese sind mit dem Internet verbunden und können im Notfall Hilfe rufen oder Fenster und Türen automatisch öffnen und schließen.
- **Feuchtigkeitssensoren:** Feuchtigkeitssensoren messen den Wassergehalt eines bestimmten Stoffes oder in einer bestimmten Umgebung. In einem Smart Home können durch Feuchtigkeitssensoren zum Beispiel automatisch die Fenster geschlossen werden, sobald es zu regnen beginnt.
- **Helligkeitssensoren:** Helligkeitssensoren bzw. Lichtsensoren wandeln Licht in eine elektrische Größe um. In einem Smart Home können dadurch sogenannte Sonnenschutzelemente wie zum Beispiel Rollläden oder Jalousien automatisch und entsprechend dem Lichteinfall gesteuert werden.
- **Bildsensoren:** In jeder Fotokamera bzw. Videokamera sind Bildsensoren verbaut. Durch eintreffende Lichtstrahlen (Photonen) erzeugen sie ein zweidimensionales Abbild der Umgebung. In Smart Homes werden Bildsensoren in den meisten Fällen für Überwachungskameras genutzt.
- **Temperatursensoren:** Temperatursensoren erfassen die Temperatur aus der Umgebung und setzen diese in ein elektrisches Signal um, damit es weiter verarbeitet werden kann. Meist sind Temperatursensoren in Thermostaten oder Thermometern verbaut. In einem Smart Home lässt sich dadurch beispielsweise die Heizungs- oder Klimaanlage automatisch steuern.

2.2.4 Der Mikrocontroller

Mikrocontroller erledigen einfache Rechenleistungen und verarbeiten die Informationen, die Sensoren empfangen haben. Sie enthalten meist einen Prozessor (CPU), Festwert-Langzeitspeicher (ROM), Ein- und Ausgabeschnittstellen (I/O) und Schreib-/Lese-Speicher (RAM) auf einem Chip.

Durch die sehr kleine Bauweise der Mikrocontroller ermöglichen sie die eingebettete Informationsverarbeitung in verschiedensten Gegenständen und machen sie somit „smart“.

Der Mikrocontroller gibt auch entsprechende Informationen über die Kommunikationsschnittstelle weiter, um die Daten beispielsweise über einen Cloud-Dienst zur Verfügung zu stellen. Gleichzeitig nimmt er darüber auch Befehle entgegen.

Anna Müller (Ingenieurin):

„Mikrocontroller für IoT-Geräte werden immer kleiner, leistungsfähiger und kostengünstiger.

Jedoch ist es für viele Geräte auch wichtig, dass die Mikrocontroller vor allem energiesparend arbeiten, da Geräte im Internet of Things oft auch mit Akku oder Batterien betrieben werden.“

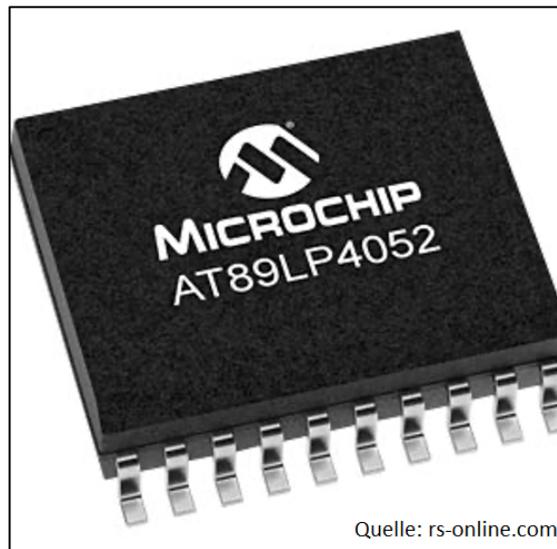


Abb. 20: Mikrocontroller

2.2.5 Die Aktoren

Aktoren führen mechanische Bewegungen und Aktionen aus. Sie werden oft auch als „elektromechanisches Antriebsselement“ bezeichnet. Technisch gesehen wandeln sie dazu elektrische Signale und Impulse um und nehmen so direkten Einfluss auf ihre Umgebung.

Neben dem Ausführen von mechanischen Bewegungen können Aktoren auch physikalische Größen wie zum Beispiel Druck oder Temperatur ändern. Aktoren reagieren so auf ein vom Mikrocontroller gesendetes elektrisches Signal und sind somit das Bindeglied zwischen der Informationsverarbeitung und dem gewünschten Prozess. Ein Aktor stellt somit das Gegenstück zu einem Sensor dar.

In einem Smart Home können mittels Aktoren beispielsweise Fenster und Türen geöffnet oder verriegelt oder die Temperatur an Thermostaten eingestellt werden.

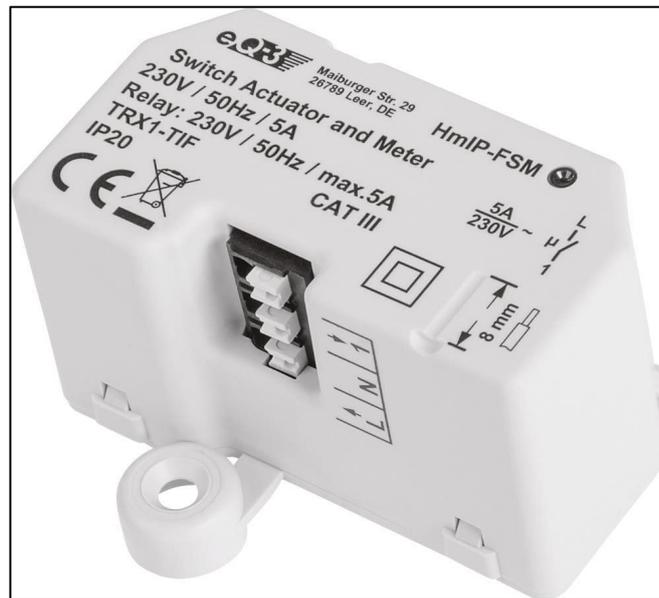


Abb. 20: Aktor zur Steuerung von Rollläden

2.2.6 Das Zusammenspiel der Komponenten

Leon Schneider (BWL-Absolvent):

„Diese Komponenten befinden sich alle in einem IoT-Gerät? Beeindruckend!

Aber woher bekommt denn der Aktor beispielsweise das Signal, wenn dieser zum Beispiel die Temperatur ändern soll?“

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Sehr gute Frage! Ich würde vorschlagen, das schauen wir uns noch einmal detailliert an einem Beispiel an.

Frau Müller wird es Ihnen auf der folgenden Seite erklären.“

Anna Müller (Ingenieurin):

„Ich möchte Ihnen gerne das Zusammenspiel der drei Hardware-Komponenten (Sensor, Aktor und Mikrocontroller) am Beispiel eines smarten Heizkörperthermostates erklären.

Dafür zeige ich Ihnen den Ablauf des Prozesses Schritt für Schritt.“

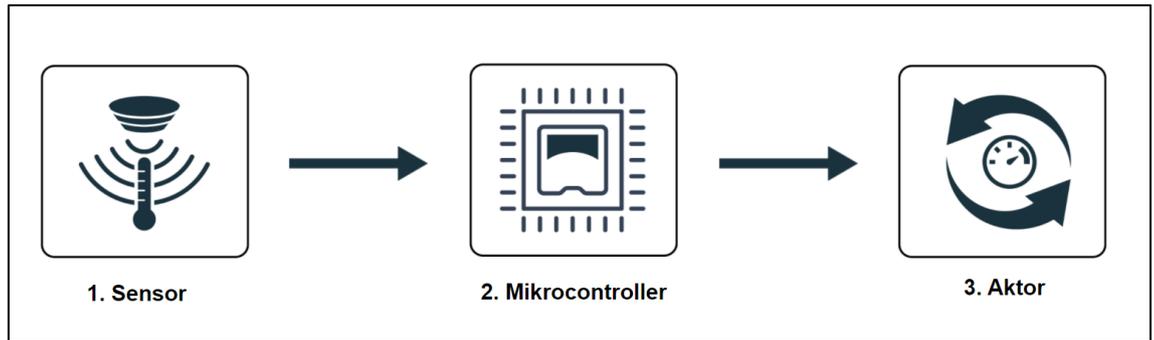


Abb. 21: Das Zusammenspiel der Hardware-Komponenten

1. Sensor:

Der Sensor nimmt ein Signal aus der Umgebung auf oder misst einen Zustand. In unserem Beispiel des Heizkörperthermostates ermittelt dieser die aktuelle Zimmertemperatur. Der Sensor erfasst also den Ist-Zustand der Temperatur. Wir nehmen an, das Zimmer hat eine aktuelle Raumtemperatur von 18°C.

Über den integrierten Analog-Digital-Umsetzer wandelt der Sensor diese Daten in ein elektrisches Signal um und sendet sie an den Mikrocontroller.

2. Mikrocontroller:

Der Mikrocontroller verarbeitet das vom Sensor empfangene Signal und wertet es aus. Das erledigt er entweder selbst oder er gibt es über die integrierte Kommunikationsschnittstelle weiter, bspw. an einen Cloud-Dienst, damit die aktuelle Temperatur auch über das Smartphone eingesehen und eingestellt werden kann.

In unserem Fall gleicht der Mikrocontroller die gemessene Temperatur mit dem Soll-Zustand ab. Wir nehmen an, die Soll-Temperatur wurde vom Nutzer auf 20°C festgelegt. Die aktuelle Raumtemperatur muss also um 2°C steigen.

Daher gibt der Mikrocontroller dem Aktor den entsprechenden Befehl, die Temperatur am Thermostat zu erhöhen.

3. Aktor:

Der Aktor empfängt das vom Mikrocontroller gesendete Signal und wandelt es über den integrierten Digital- Analog-Umsetzer in ein analoges Signal um, damit die mechanische Bewegung bzw. Interaktion ausgeführt werden kann.

Die Zimmertemperatur soll erhöht werden, also reguliert der Aktor die Temperatur am Thermostat um 2°C.

Optional: Benutzerschnittstelle

Natürlich besteht auch die Möglichkeit, dass der Nutzer die Temperatur selbstständig über die Benutzerschnittstelle (zum Beispiel via App auf dem Smartphone) einstellen möchte.

In diesem Fall empfängt der Mikrocontroller direkt über die integrierte Kommunikationsschnittstelle das entsprechende Signal und gibt dem Aktor den Befehl, die Temperatur zu ändern.

Leon Schneider (BWL-Absolvent):

„Vielen Dank für die tolle Erklärung, Frau Müller. Jetzt habe ich den Zusammenhang zwischen diesen drei Komponenten endlich verstanden!

Ich frage mich aber, was eine Kommunikationsschnittstelle ist und wie der Informationsaustausch mit solchen Geräten abläuft. Können Sie mir das vielleicht noch genauer erklären?“

Anna Müller (Ingenieurin):

„Kein Problem. Unser Chef, Herr Denner, ist mit den Kommunikationstechnologien besser vertraut als ich.

Ich würde vorschlagen, Sie lassen sich das von ihm erklären.“

2.3 Kommunikationstechnologien des Internet of Things

2.3.1 Die Vernetzung von Gegenständen

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Wir haben bereits gelernt, dass sich das Internet of Things durch die Vernetzung von Gegenständen auszeichnet. Jedes Gerät, jeder Gegenstand und jede Maschine ist vernetzt und in der Lage, mit anderen Gegenständen und Geräten zu kommunizieren.

Dazu ist es notwendig, dass jedes Gerät über eine entsprechende Kommunikationsschnittstelle verfügt, um einen Anschluss an das Internet oder einen anderen Kommunikationsstandard zu ermöglichen.

Auf der folgenden Seite werde ich Ihnen zunächst erklären, welche Rolle Netzwerke im Internet of Things spielen und welche Netzwerktypen es gibt. Im Anschluss daran schauen wir uns die Kommunikationsschnittstellen etwas genauer an.“

2.3.2 Die Rolle der Netzwerke

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Wir haben in WBT 01 bereits gelernt, dass das Internet aus einem Zusammenschluss vieler Netzwerke besteht. Nun wollen wir uns diese Netzwerke etwas genauer anschauen.

Die gesamte Kommunikation im Internet of Things läuft über Netzwerke. Wir unterscheiden dabei zwischen diesen beiden Netzwerktypen.

- Short Range Networks
- Wide Area Network

Auf den folgenden Seiten werde ich Ihnen die Eigenschaften, Unterschiede und vor allem die Technologien dieser beiden Netzwerktypen vorstellen.“

2.3.3 Wide Area Networks

Wide Area Networks (WAN) sind Netzwerke, die sich über einen sehr großen geografischen Bereich erstrecken.

Im Internet of Things werden häufig Technologien der sogenannten Low Power Wide Area Networks (LPWAN) eingesetzt. Diese Funktechnologien arbeiten mit sehr wenig Energieverbrauch. So wird beispielsweise das globale Funknetz „SigFox“ häufig für mobile Maschinen oder Haushaltsgeräte wie Waschmaschinen oder Stromzähler eingesetzt.

Auch die bekannten Mobilfunknetze, wie zum Beispiel GSM, UMTS oder LTE, gehören zu den Wide Area Networks. Smartphones, Smart Watches oder Autos nutzen diese Funktechnologien, um dem Nutzer mobilen Zugang zum Internet zu ermöglichen.

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Das Internet gehört übrigens zu den sogenannten Global Area Networks (GAN).

Darunter versteht man ein Netzwerk, welches mehrere Wide Area Networks über eine sehr große Entfernung miteinander verbindet.“

2.3.4 Short Range Networks

Neben den mittlerweile großflächig etablierten Wide Area Networks sind für das Internet of Things besonders die Technologien zur „Überbrückung der letzten Meter“ relevant. Damit ist die Verbindung zwischen den IoT-Geräten und dem Netzwerkgerät, beispielsweise dem Router, gemeint.

Diese sogenannten Short Range Networks sind meist Funkverbindungen mit sehr stark-begrenzter Reichweite, niedrigem Energiebedarf und geringer Datenübertragungsrate. Damit eine Verbindung zwischen zwei Geräten hergestellt werden kann, müssen die Geräte dasselbe Funkprotokoll nutzen. Nur so können sie miteinander kommunizieren.

Funk- bzw. Kommunikationsprotokolle stellen die „Sprache“ der Datenübertragung zwischen zwei oder mehreren Geräten dar. Ein Protokoll enthält bestimmte „Regeln“ für die Kommunikation. Sie unterscheiden sich meist in der Funkfrequenz, der Datenübertragungsrate, dem Energiebedarf und der Reichweite.

2.3.5 Die Kommunikationsschnittstelle

Jedes Gerät im Internet of Things verfügt über eine Kommunikationsschnittstelle zur Anbindung an das Internet. Viele Geräte verfügen über eine direkte WLAN-Schnittstelle oder lassen sich über ein LAN-Kabel direkt mit dem Router verbinden.

Kleinere Geräte haben jedoch oft keinen direkten Zugang zum Internet. Sie kommunizieren über ein Funkprotokoll (wie zum Beispiel ZigBee) mit einem Gateway, welcher mit dem Internet verbunden ist.

Ein Gateway (oft auch Bridge genannt) ist ein Gerät, welches die Verbindung zwischen zwei verschiedenen Netzwerken oder Systemen ermöglicht. Beispielsweise kommuniziert ein IoT-Gerät nicht direkt über WLAN, sondern über Bluetooth. Die Signale werden also via Bluetooth an einen Gateway gesendet und dieser wiederum sendet die Daten über einen Router an das Internet.

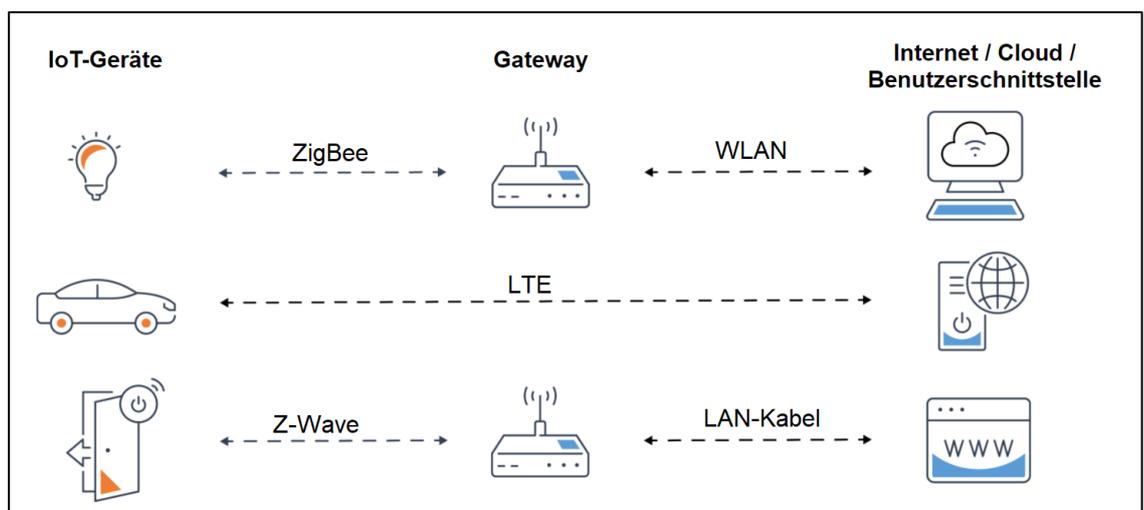


Abb. 22: Funkverbindungen verschiedener Geräte

2.3.6 Bluetooth Low Energy

Bluetooth Low Energy (Bluetooth LE) unterscheidet sich vom klassischen Bluetooth durch den geringeren Stromverbrauch und eignet sich daher besonders für batterie- und akkubetriebene Geräte.

Da jedes neuere Smartphone Bluetooth 4.0 unterstützt, welches Bluetooth LE beinhaltet, lassen sich die Smart Home Geräte meist direkt mit dem Smartphone verbinden und darüber ansteuern. Oft wird dieses Funkprotokoll für Smart Watches, Kopfhörer oder Zahnbürsten verwendet. Aber auch diverse Beleuchtungen lassen sich über Bluetooth LE direkt steuern.

Das Protokoll nutzt den 2,4 GHz-Frequenzbereich und ist damit in seiner Reichweite begrenzt. Hinzu kommt, dass sich die Reichweite durch die geringe Energieversorgung nochmals einschränkt. So sind in der Praxis meist nur Distanzen von bis zu 10 Metern möglich, was den Anwendungsbereich von Bluetooth LE sehr stark einschränkt. Dafür ist die Datenübertragungsrate mit 1 MBit/s im Vergleich zu anderen Funkprotokollen relativ hoch.

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Direkte Verbindung mit Smartphone möglich <input type="checkbox"/> Bluetooth-Standard relativ weit verbreitet <input type="checkbox"/> Relativ hohe Datenübertragungsrate 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Kaum verbreitet im Smart Home <input type="checkbox"/> Sehr geringe Reichweite (max. 10 Meter)

Tab. 3: Vor- und Nachteile von Bluetooth Low Energy

2.3.7 ZigBee

Besonders vernetzte Leuchtmittel wie das smarte Lichtsystem „Hue“ von Philips setzen in der Regel auf das Kommunikationsprotokoll ZigBee.

ZigBee nutzt ebenfalls das 2,4 GHz-Band und hat eine Datenübertragungsrate von 250 kBit/s. Im Gegensatz zu Bluetooth LE lässt ZigBee aber keine direkte Verbindung mit dem Smartphone zu. Daher benötigt man häufig einen Gateway, um Geräte über das Internet steuern zu können.

Die Besonderheit an ZigBee ist die Unterstützung sogenannter Mesh-Netze. Das bedeutet, dass die Daten nicht nur von Clients (IoT-Geräte) an einen zentralen Access Point

(wie zum Beispiel einen Gateway) gesendet, sondern von Knoten zu Knoten geleitet werden können. Dies ermöglicht die Einrichtung ganzer Sensornetzwerke und lässt das Protokoll dadurch auf eine Reichweite von bis zu 100 Metern senden und empfangen.

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Sehr weite Verbreitung (vor allem bei Leuchtmitteln) <input type="checkbox"/> Hohe Reichweite durch Mesh-Netzwerke 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Geringe Datenübertragungsrates

Tab. 4: Vor- und Nachteile von ZigBee

2.3.8 Z-Wave

Z-Wave zählt zu den am weitest verbreiteten Funkprotokollen im Smart Home und wurde speziell für diesen Bereich entwickelt. Durch den niedrigen Energieverbrauch und die hohe Reichweite gibt es für kein anderes Protokoll eine so breite Auswahl an batterie- und netzbetriebenen Komponenten verschiedenster Hersteller.

Anders als ZigBee und Bluetooth LE setzt Z-Wave auf eine Frequenz zwischen 850 und 950 MHz und kann so deutlich besser durch Wände dringen und eine Reichweite von bis zu 30 Metern erzielen. Jedoch ist die Datenübertragungsrate mit max. 100 kBit/s sehr gering.

Eine weitere Besonderheit von Z-Wave ist die Interoperabilität, welche zwischen den kommunizierenden Geräten erreicht werden kann. Das bedeutet, dass Geräte von verschiedenen Herstellern mit- einander kompatibel sind und miteinander verbunden werden können.

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Breite Auswahl an Komponenten <input type="checkbox"/> Hohe Reichweite <input type="checkbox"/> Interoperabilität möglich 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Interoperabilität in der Praxis häufig fehlerhaft <input type="checkbox"/> Sehr geringe Datenübertragungsrate

Tab. 5: Vor- und Nachteile von Z-Wave

2.3.9 Wireless Fidelity (WiFi)

Die WiFi-Technologie ist in nahezu jedem Haushalt in Form von WLAN verfügbar. Daher ist WiFi die optimale Voraussetzung für jedes Smart Home, da auch in jedem Smartphone ein passender Funkchip steckt. Jedoch gilt WLAN nicht als energiesparend, weshalb es für viele batteriebetriebene Geräte nicht geeignet ist.

Smart-Home-Geräte mit WLAN kommunizieren meist mit einer 2,4 GHz-Frequenz. Dadurch ist die Reichweite relativ hoch. Auch eine Frequenz von 5 GHz ist möglich, dann jedoch mit geringerer Reichweite. Mittels Repeater lässt sich diese jedoch problemlos erweitern.

Gegenüber den anderen Funkprotokollen bietet WiFi eine sehr hohe Datenübertragungsrate von bis zu 54 MBit/s. Mit den neueren Standards WiFi 5 bzw. WiFi 6 sind sogar noch viel höhere Übertragungsraten von bis zu 9600 MBit/s möglich.

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> WLAN ist in den meisten Haushalten bereits vorhanden. <input type="checkbox"/> Kein Gateway notwendig <input type="checkbox"/> Hohe Reichweite und hohe Datenübertragungsrate 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Jedes IoT-Gerät benötigt eine eigene IP-Adresse. <input type="checkbox"/> Batteriebetrieb meist nicht möglich

Tab. 6: Vor- und Nachteile von WiFi

2.3.10 Die Funkstandards im Vergleich

	ZigBee 	Bluetooth LE 	 ZWAVE	WiFi 
Reichweite	10 – 100 M	10 - 30 M	30 – 100 M	100 M
Frequenz	2.4 GHz	2.4 GHz	850 – 950 MHz	2.4 GHz
Energieverbrauch	Niedrig	Niedrig	Niedrig	Hoch
Datenübertragungsrate	250 Kbit/s	1 Mbit/s	100 Kbit/s	54 Mbit/s oder mehr

Abb. 23 Vergleich der Funkstandards

2.3.11 Die Vielzahl der Protokolle

Leon Schneider (BWL-Absolvent):

„Interessant! Ich verstehe aber nicht, wieso es so viele verschiedene Kommunikationsprotokolle gibt. Wieso gibt es nicht nur ein Protokoll, das von jedem Gerät genutzt werden kann, Herr Denner?“

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Das ist wirklich eine sehr gute Frage, die ich Ihnen leider nicht beantworten kann. Tatsächlich ist die technische Kompatibilität der einzelnen Geräte noch eine der größten Herausforderungen im Internet of Things.

Es gibt neben den eben vorgestellten Protokollen noch eine Vielzahl weiterer Kommunikationstechniken. Das ist ein großes Problem. Vor allem für die Nutzer, denn sie müssen in ihrem Smart Home unter Umständen mehrere verschiedene Systeme betreiben, wenn sie Geräte unterschiedlicher Hersteller einsetzen. Ohne die Verwendung „derselben Sprache“ zwischen den Geräten kann eine vollständige Automation im Smart Home nicht realisiert werden.“

2.3.12 Kompatibilität der Kommunikationsstandards

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Für Verbraucher wird es somit immer wichtiger, dass sich die verschiedenen Geräte problemlos miteinander verbinden und zentral steuern lassen. Sie entscheiden sich bewusst gegen sogenannte Insellösungen.

Eine Möglichkeit, dieses Problem zu lösen, wäre eine zentrale Steuerungsplattform sowie ein einheitliches Funkprotokoll aller Geräte. Deshalb werden neuartige Protokolle wie zum Beispiel „Thread“ oder „Matter“ entwickelt, die diese Probleme lösen sollen.

In der Praxis zeigt sich die Entwicklung dieser Standards jedoch eher schwierig. Das Resultat ist meist nur ein weiteres Protokoll, welches nur vereinzelt Anwendung findet und die Auswahl an Komponenten erschwert.“

Thread ist ein Mesh-Netzwerkprotokoll, welches durch Kompatibilität, große Distanzen und schnelle Reaktionszeit eine komfortable Steuerung des Smart Homes ermöglichen soll. Noch dazu mit sehr geringem Energieverbrauch und sehr hoher Ausfallsicherheit.

Obwohl bei der Gründung der „Thread Group“ im Jahr 2014 mehrere Technologieunternehmen, darunter Google und Samsung, beteiligt waren, konnte bislang lediglich Apple

funktionsstüchtige Ergebnisse vorzeigen. Darüber hinaus ist die Auswahl an Geräten, die mit diesem Protokoll kommunizieren, bislang sehr gering.

Das Projekt „**Matter**“, ehemals „Connected Home over IP“ (CHIIP), ist ein Zusammenschluss vieler großer Technologiehersteller, unter anderem Google, Amazon und Apple.

Die Projektmitglieder haben sich das Ziel gesetzt, einen neuen lizenzfreien Smart-Home-Standard zu entwickeln. Dies soll dazu führen, dass langfristig viele Hersteller dasselbe Kommunikationsprotokoll nutzen und die Kompatibilität und somit der Komfort für Verbraucher maßgeblich gesteigert wird. Ende des Jahres 2021 wurden die ersten Geräte mit dem neuen Matter-Standard erwartet.

2.4 Datenverarbeitung im Internet of Things

2.4.1 Die Datenverarbeitung im Internet of Things

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Alle Informationen, die Geräte im Internet of Things kontinuierlich sammeln und austauschen, müssen ausgewertet, verarbeitet und gespeichert werden. Ohne die richtige Auswertung sind die Daten meist nutzlos.“

In der Regel sind die Geräte zu klein, um dies selbst zu erledigen. Die integrierten Mikrocontroller verfügen nicht über genügend Rechenleistung. Meist werden die Daten deshalb online in sogenannten Cloud-Diensten gespeichert und verarbeitet.

Die Verarbeitung dieser Daten im Rahmen von Cloud-Diensten bezeichnet man als Cloud Computing.“

2.4.2 Was ist Cloud Computing?

Unter Cloud Computing versteht man die zentrale Bereitstellung von IT-Ressourcen wie zum Beispiel Speicherplatz, Rechenleistung oder Anwendungssoftware über das Internet.

Für das Internet of Things ist Cloud Computing von besonderer Bedeutung, denn aus der stetig wachsenden Anzahl an Geräten resultiert eine gigantische Menge an Daten (Big Data). Um diese Daten verarbeiten und speichern zu können, nutzen die Geräte oft Cloud-Dienste.

Ein weiterer Vorteil von Cloud Computing ist die Verfügbarkeit der Daten. Durch die zentrale Speicherung der Daten sind sie von jedem Ort und zu jeder Zeit verfügbar.

So kann man beispielsweise auch von unterwegs aus den aktuellen Energieverbrauch seines Smart Homes überwachen und anpassen.

2.4.3 Cloud vs. Edge Computing

Cloud Computing beschreibt die zentrale Bereitstellung von IT-Ressourcen über das Internet. Die Cloud-Server befinden sich dabei geografisch oft weit entfernt vom Nutzer in den Rechenzentren der jeweiligen Anbieter. Der Nutzer greift somit aus der Ferne über ein Netzwerk auf die Daten der Cloud-Server zu.

Im Gegensatz dazu findet Edge Computing näher am Entstehungsort der Daten, also dezentral, statt. Das Ziel besteht darin, die Daten möglichst nahe an dem Ort zu verarbeiten, an dem sie entstanden sind und gebraucht werden. Das heißt, die Daten werden lokal vor Ort „am Rand“ des Netzwerks ausgewertet.

Im Internet of Things spielt Edge Computing eine immer bedeutendere Rolle. Die gigantische Menge an Daten, die durch zahlreiche Sensoren und Geräte entsteht, muss häufig in Echtzeit verarbeitet werden. Oft ist die Menge der Daten zu groß, um sie komplett in einer Cloud zu verarbeiten.

Besonders im Industrial Internet of Things entstehen riesige Datenmengen, beispielsweise in Fabriken oder in Städten mit digitalen Verkehrssystemen. Die verfügbare Bandbreite wäre sehr schnell ausgeschöpft und die Verarbeitung würde zu lange dauern. Daher werden die Daten noch am Entstehungsort ausgewertet und gegebenenfalls nur teilweise in der Cloud gespeichert.

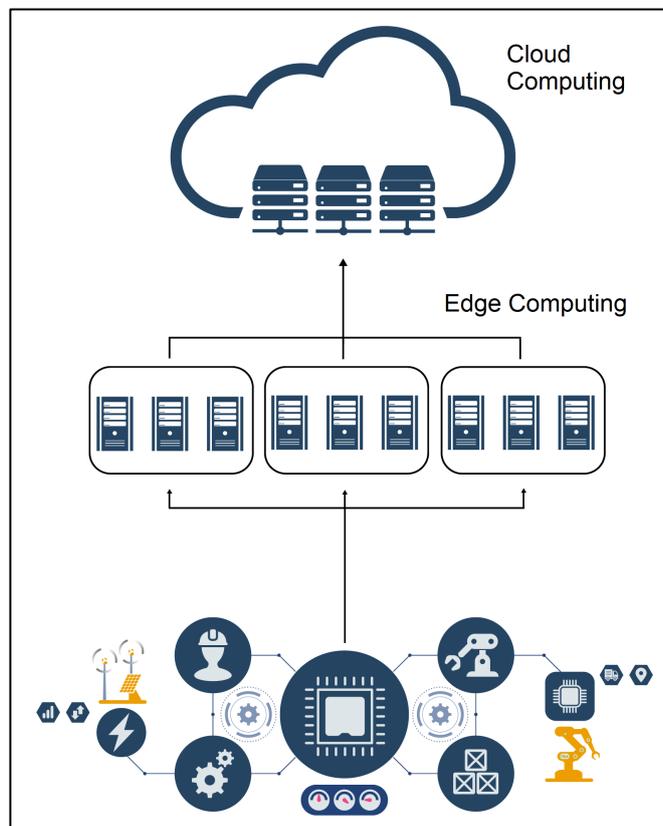


Abb. 24: Cloud vs. Edge Computing

2.4.4 Der Weg der Daten im Internet of Things

Leon Schneider (BWL-Absolvent):

„Sehr interessant. Das Edge Computing findet also überwiegend im Industrial Internet of Things Anwendung?“

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Richtig! Im Consumer Internet of Things wird meist das Cloud Computing für die Datenverarbeitung eingesetzt.

Ich schlage vor, wir schauen uns den Weg der Daten eines IoT-Gerätes im Smart Home noch etwas genauer an. Dazu zeige ich Ihnen, welche Daten entstehen und wie sie verarbeitet werden.“

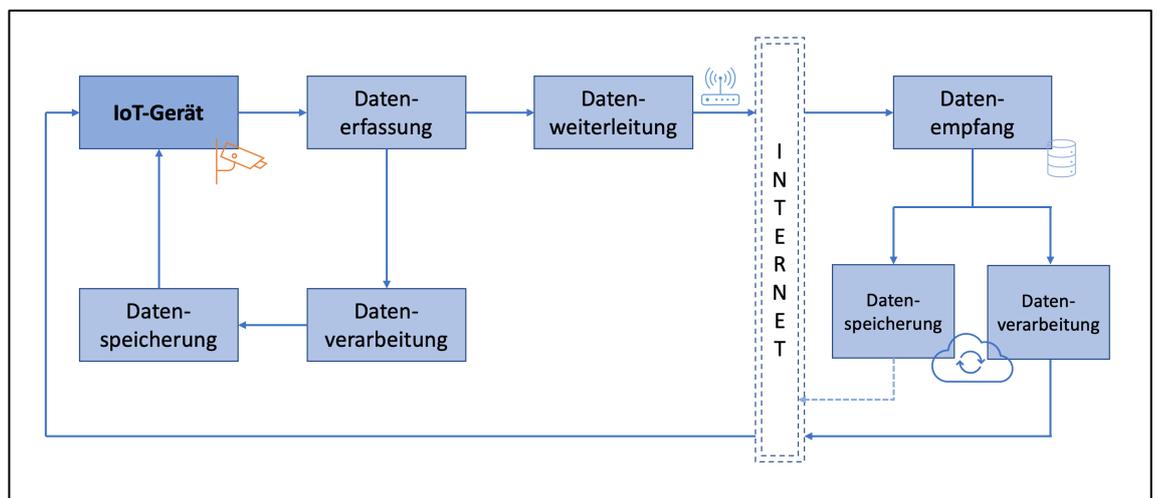


Abb. 25: Der Weg der Daten im Internet of Things

- IoT-Gerät:** Ausgangspunkt des Datenweges ist das IoT-Gerät. (Ausgestattet mit Sensoren, Aktoren und Mikrocontrollern)
- Datenerfassung:** Die Sensoren des Gerätes sammeln kontinuierlich Daten aus der Umgebung oder über das Gerät.
- Interne Datenverarbeitung:** Handelt es sich um wenige Daten, welche nur wenig Rechenleistung beanspruchen, werden diese direkt im Gerät verarbeitet.
- Interne Datenspeicherung:** Gegebenenfalls werden die Daten auf dem internen Speicher gespeichert und bleiben dort für das Gerät oder den Nutzer abrufbar.

- **Datenweiterleitung:** Über die Kommunikationsschnittstelle des Mikrocontrollers werden die Daten weitergegeben. Via Internet (und gegeben falls über einen Gateway) gelangen die Daten zu dem adressierten Server.
- **Datenempfang:** Der Cloud-Server empfängt die Daten.
- **Externe Datenverarbeitung:** Mittels Cloud Computing werden die Daten ausgewertet und verarbeitet. Gegebenenfalls werden Anweisungen oder die ausgewerteten Daten an das Gerät zurückgesendet.
- **Externe Datenspeicherung:** Die Daten werden in der Cloud gespeichert und bleiben dort abrufbar. Das Gerät und der Nutzer können jederzeit wieder auf die Daten zugreifen.

2.4.5 Wie sicher sind Daten im Internet?

Leon Schneider (BWL-Absolvent):

„Vielen Dank für die tolle Erklärung. Eine Frage habe aber ich noch: Ist es nicht bedenklich, wenn so viele persönliche Daten im Internet landen, Herr Denner?“

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Das ist tatsächlich eine berechtigte Frage. Die Sicherheit der IoT-Systeme wurde lange Zeit nur zweitrangig behandelt.

Werfen wir nun noch einmal einen Blick auf die datenschutzrechtlichen Fragen im Internet of Things.“

2.5 Datenschutz im Internet of Things

2.5.1 Der Datenschutz im Internet of Things

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Derzeit gibt es noch einige datenschutzrechtliche Unklarheiten im Internet of Things. Dies sollte man immer im Hinterkopf behalten, wenn man sich mit dem Thema beschäftigt. Jedoch wird der Datenschutz und die Sicherheit zunehmend bedeutsamer für Verbraucher, weshalb auch die Hersteller mehr Wert auf die Sicherheit legen.“



Abb. 26: Die Probleme des Datenschutzes

- **Verantwortlichkeit:** Wer trägt die Verantwortung für die Datensicherheit? Der Nutzer des Geräts, der Hersteller, der Dienstleister für den Cloud-Service, die Politik oder eine dritte Partei?
- **Sicherheitszertifizierung:** Notwendige Sicherheits-Updates ändern regelmäßig den Stand der IT-Sicherheit. Eine Zertifizierung der Sicherheit ist deshalb nur schwer möglich.
- **Transparenz:** Benutzer werden bisher nur selten darüber informiert, was genau mit den Daten passiert und welche Daten aus dem Smart Home gesammelt werden.
- **Widerspruch:** Ohne Datenerfassung funktionieren die meisten IoT-Geräte nicht. Bisher ist es nur selten möglich, das Datensammeln zumindest einzuschränken.
- **Verschlüsselung:** Laut Studien zur Datensicherheit verschlüsseln nur knapp die Hälfte der IoT-Unternehmen ihre Daten vollständig.
- **Risiken für Unternehmen:** Durch die Zunahme an digitalen Produktionsprozessen ergibt sich besonders für Unternehmen, die IoT-Technologien nutzen, ein erhöhtes Risiko bezüglich der Datensicherheit. Schwachstellen in der Sicherheit gefährden unter Umständen den gesamten Produktionsprozess.

2.5.2 Weitere Risiken im Internet of Things

Nicht nur der Schutz der Daten ist eine Herausforderung im Internet of Things. Mit der Vernetzung jeglicher Gegenstände geht eine Vielzahl weiterer Bedrohungen einher.

Sabotage eines IoT-Gerätes, welches eigentlich für die Sicherheit eines Smart Homes sorgen soll, kann dadurch physischen Zugang in ein Haus oder eine Wohnung gewähren.

Für Unternehmen stellen außerdem sogenannte Bot-Netze eine große Bedrohung dar. Vor allem in Form von sogenannten „Distributed-Denial-of-Service“-Angriffen (DDos-Attacks). Denn mit dem gezielten Senden von zu vielen Netzwerkanfragen können ganze Netzwerke lahmgelegt werden.

Besonders mit der zunehmenden Digitalisierung der Städte, beispielsweise der Verkehrssysteme und des Gesundheitswesens, können solche Manipulationen sehr schnell sogar Menschenleben gefährden.

2.5.3 Zusammenfassung: Das Internet of Things

Leon Schneider (BWL-Absolvent):

„Danke für den tollen Überblick über das Internet of Things, Herr Denner!
Jetzt bin ich bereit, loszulegen.“

Thomas Denner (CEO SmartNet AG):

„Gerne! Kein Problem.

Wir halten fest: Das Internet of Things wird die weltweite Kommunikation zwischen Mensch und Maschine nachhaltig verändern. Die intelligente Vernetzung durch Sensoren, Aktoren und Mikrocontroller in jeglichen Gegenständen ist bereits für viele Menschen eine enorme Entlastung und wird in Zukunft noch bedeutsamer.

Jedoch gibt es noch einige Herausforderungen zu bewältigen. Neben einer einheitlichen „Sprache“ der Geräte gibt es vor allem noch datenschutzrechtliche Risiken für Privatanwender und Unternehmen.“

2.5.4 Ausblick: Die Zukunft des Internet of Things

Nun bleibt abzuwarten, wie sich das Internet of Things entwickeln wird. Prognosen zufolge soll es bereits im Jahr 2025 bis zu 75 Milliarden vernetzte Geräte geben. Wir erinnern uns: Im Jahr 2021 sind 20 Milliarden Geräte mit dem Internet verbunden.

Bis dahin werden sich einheitliche Steuerzentralen und Kommunikationsprotokolle wie zum Beispiel der neue Standard „Matter“ etabliert haben. Auch die Sicherheitsrisiken nehmen eine bedeutendere Rolle ein, sodass das Internet of Things deutlich nutzerfreundlicher und sicherer sein wird.

2.6 Typische Aufgabenstellungen

2.6.1 Typische Aufgabenstellungen – Technologien des Internet of Things

Typische Aufgabenstellungen – Technologien des Internet of Things

Zur Bearbeitung dieser Aufgabenstellungen beachten Sie bitte: Verlangt ist eine fachlich zutreffende, inhaltlich nachvollziehbare und kausal zusammenhängende Erörterung aus vollständigen Sätzen in lesbarer Handschrift. Für jede Aufgabe: Maximal zwei Seiten Text!

Aufgabe 1:

Erläutern Sie den Aufbau eines Gerätes im Internet of Things. Nennen Sie die wesentlichen Bestandteile und erklären Sie, wie die Komponenten zusammenwirken.

Aufgabe 2:

Erläutern Sie, was man allgemein unter einem Kommunikationsprotokoll versteht. Nennen Sie zwei Beispiele und erläutern Sie die Probleme, die mit mehreren Kommunikationsprotokollen einhergehen.

Aufgabe 3:

Erläutern Sie den Unterschied zwischen Cloud- und Edge Computing und nennen Sie mögliche Anwendungsbereiche der beiden Technologien.

Aufgabe 4:

Erläutern Sie den Weg der Daten im Internet of Things.

Abb. 27: Typische Aufgabenstellungen – Technologien des Internet of Things

Impressum



Reihe: **Arbeitspapiere Wirtschaftsinformatik** (ISSN 1613-6667)

Bezug: <http://wi.uni-giessen.de>

Herausgeber: Prof. Dr. Axel Schwickert
Prof. Dr. Bernhard Ostheimer

c/o Professur BWL – Wirtschaftsinformatik
Justus-Liebig-Universität Gießen
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften
Licher Straße 70
D – 35394 Gießen
Telefon (0 64 1) 9922611
Telefax (0 64 1) 99-22619
eMail: Axel.Schwickert@wirtschaft.uni-giessen.de
<http://wi.uni-giessen.de>

Ziele: Die Arbeitspapiere dieser Reihe sollen konsistente Überblicke zu den Grundlagen der Wirtschaftsinformatik geben und sich mit speziellen Themengebieten tiefergehend befassen. Ziel ist die verständliche Vermittlung theoretischer Grundlagen und deren Transfer in praxisorientiertes Wissen.

Zielgruppen: Als Zielgruppen sehen wir Forschende, Lehrende und Lernende in der Disziplin Wirtschaftsinformatik sowie das IT-Management und Praktiker in Unternehmen.

Quellen: Die Arbeitspapiere entstehen aus Forschungs-, Abschluss-, Studien- und Projektarbeiten sowie Begleitmaterial zu Lehr-, Vortrags- und Kolloquiumsveranstaltungen der Professur BWL – Wirtschaftsinformatik, Prof. Dr. Axel Schwickert, Justus-Liebig-Universität Gießen sowie der Professur für Wirtschaftsinformatik, insbes. Medienorientierte Wirtschaftsinformatik, Prof. Dr. Bernhard Ostheimer, Fachbereich Wirtschaft, Hochschule Mainz.

Hinweise: Wir nehmen Ihre Anregungen zu den Arbeitspapieren aufmerksam zur Kenntnis und werden uns auf Wunsch mit Ihnen in Verbindung setzen.

Falls Sie selbst ein Arbeitspapier in der Reihe veröffentlichen möchten, nehmen Sie bitte mit einem der Herausgeber unter obiger Adresse Kontakt auf.

Informationen über die bisher erschienenen Arbeitspapiere dieser Reihe erhalten Sie unter der Web-Adresse <http://wi.uni-giessen.de/>