IoT-Zugangstechnologien
So kommen die Dinge ins Internet

Seit 2020 umfasst das Internet der Dinge 30 Milliarden Geräte. All diese Devices müssen mit dem Internet und den zugehörigen Anwendungen verbunden werden. Dafür gibt es verschiedene Zugangstechnologien: Erfolgte die M2M-Kommunikation zu Beginn über das bald obsolete 2G-Netz, können IoT-Anwender heute aus einer grossen Palette die jeweils bestgeeignete Zugangstechnologie wählen. Dieses Whitepaper zeigt die Eigenschaften der wichtigsten Technologien auf und bietet Anhaltspunkte, welche Technologie sich für welchen Einsatzzweck eignet.

LoRaWAN 1,7–5,4 kBit/s

Narrowband IoT 0,1–60 kBit/s

LTE-M (LTE Cat-M1) 0,1 kBit/s–1 MBit/s

3G- und 4G-Mobilfunk 5,2–10,3 MBit/s

5G 3 GBit/s

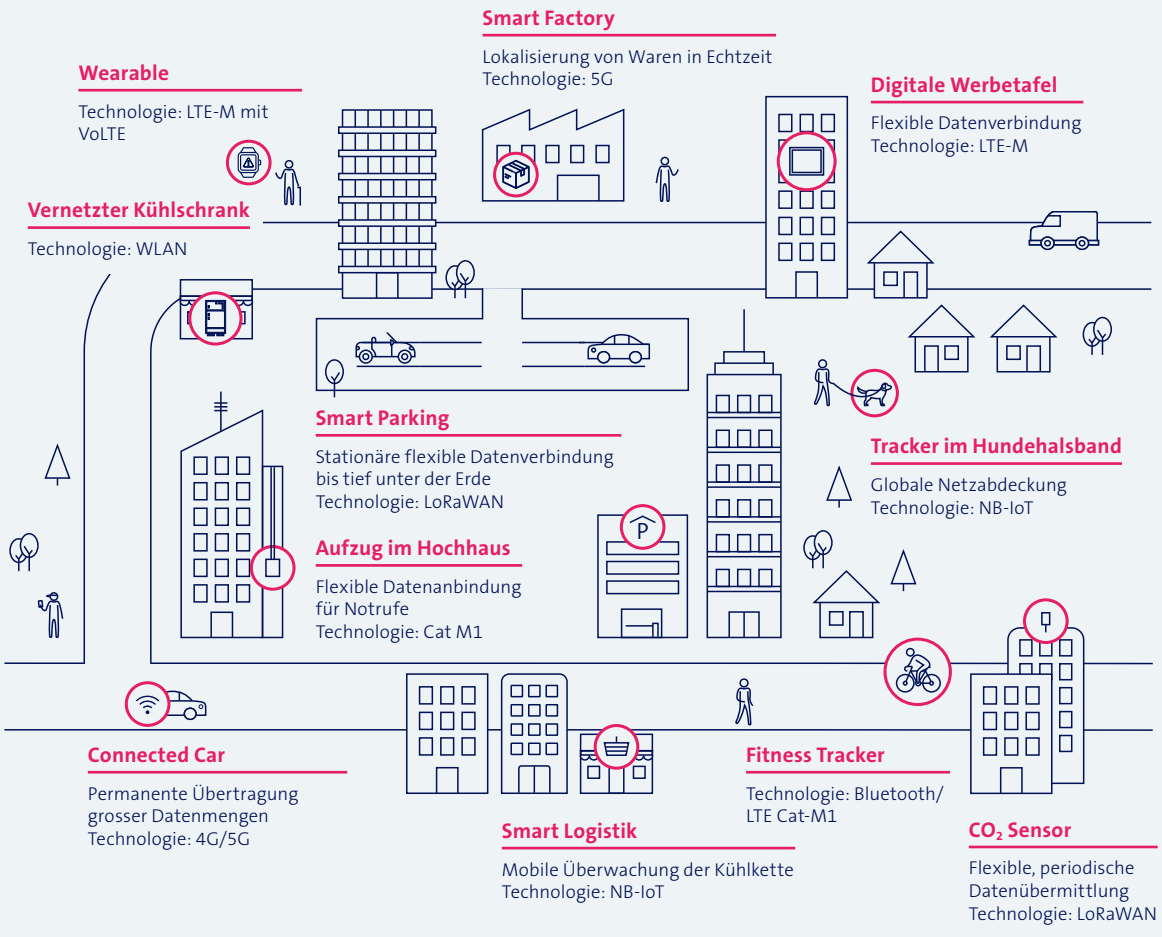
swisscom

Im Internet der Dinge (IoT) sind bereits Milliarden Geräte vernetzt. Diese Zahl soll gemäss Marktforschern weiterhin massiv ansteigen – je nach Prognose auf bis zu 30 Milliarden (laut MIT) oder sogar 50 Milliarden (gemäss Cisco) «Connected Devices».

Darin enthalten sind sowohl herkömmliche mit dem Internet verbundene Geräte vom PC bis zum Smartphone als auch die eigentlichen IoT-«Dinge» wie Sensoren, Tracker, Geräte der Gebäudeautomation und Elemente der öffentlichen Infrastrukturen. Gemäss der Prognose von IoT Analytics werden im Jahr 2021 erstmals gleich viele IoT-Geräte wie Non-IoT Geräte (Smartphones, Tablets, Laptops) in Betrieb sein.

All diese Geräte benötigen eine Verbindung zu den Anwendungen, die sie bedienen – entweder über das öffentliche Internet oder ein privates oder virtuell-privates Netz. Dafür stehen unterschiedliche Zugangstechnologien zur Verfügung, vom guten alten WLAN bis zum kommenden 5G-Mobilfunk.

Vielfalt der IoT Anwendungen: Der Technologiemix zum Erfolg



Anforderungen an IoT-Zugangstechnologien

Es gibt Stimmen, die von einem «Überfluss an Zugangstechnologien» sprechen, wenn es ums Internet der Dinge geht. Es herrscht die Qual der Wahl. Dabei kommt eine ganze Reihe von Fragen ins Spiel:

- Welche Art von Geräten soll vernetzt werden?
- Wie viele Geräte sollen vernetzt werden?
- Sind die Geräte mobil oder feststehend – und wie sind sie geografisch verteilt?
- Welche Distanz soll überbrückt werden?
- Welche Datenmenge soll transportiert werden?
- Welche Bandbreite wird benötigt?
- Wie zeitkritisch ist die Übertragung?
- Soll neben Daten auch Sprache übertragen werden?
- Wie lange soll im Fall von batteriebetriebenen Geräten die Stromquelle halten?
- Welche Kosten kommen in Frage?
- Handelt es sich um ein persönliches oder ein unpersönliches Gerät?
- Muss das Gerät weltweit oder regional funktionieren?
- Wo kommt das Gerät zum Einsatz – im Keller, im Freien usw.?

Obwohl einige dieser Aspekte technisch klingen, handelt es sich eigentlich um businessorientierte Fragestellungen: Es geht letzten Endes darum herauszufinden, welche IoT-Anbindung für die jeweilige Anwendung die besten Resultate beim geringstmöglichen Aufwand verspricht.

Autonom fahrende Automobile zum Beispiel übertragen permanent Telemetriedaten, beziehen grosse Datenmengen etwa für Entertainment-Systeme und sind auf Rückmeldungen angewiesen. Demgegenüber mag es für die Überwachung der Temperatur von Produktionsmaschinen genügen, wenn der Sensor die Temperaturmessung im Viertelstundentakt übermittelt.

Ein weiterer Aspekt neben der Übertragungstechnologie selbst ist das Mass an Sicherheit und Privatsphäre, die das Übertragungsnetz bietet:

- Werden Geräte übers öffentliche Internet vernetzt, müssen sie selbst von Anfang an auf Sicherheit ausgelegt sein – zum Beispiel durch in die Hardware integrierte Verschlüsselung.
- Virtuell private Netze ermöglichen durch Einkapselung des Datenstroms, etwa via IPSEC (Internet Protocol Security) Tunnel oder MPLS (Multiprotocoll Label Switching) eine sichere Verbindung auf einer geteilten Infrastruktur mit logischen Domänen – in den meisten Fällen genügt dies.
- Für besonders sensitive, zeitkritische und leistungsintensive Anwendungen eignen sich dedizierte Punkt-zu-Punkt-Verbindungen. Daraus ergibt sich ein komplett in sich geschlossenes Netz, das ganz ohne geteilte Infrastrukturen auskommt. Als Beispiel mag ein Kernkraftwerk dienen, das naturgemäss von jedem öffentlichen Netz isoliert arbeiten muss. Und in der Industrie kommt es oft auf hohe Übertragungsleistung und geringste Latenzzeiten im Mikrosekundenbereich an – auch dann ist ein privates Netz sinnvoll.

Die wichtigsten Wireless-Zugangstechnologien im Überblick

Die gängigen IoT-Zugangstechnologien lassen sich auf verschiedene Weise kategorisieren. Ein Aspekt ist die Reichweite. Short-Range-Technologien wie Bluetooth, WLAN und Zigbee sind auf Distanzen von einigen wenigen bis zu 30 Metern ausgelegt. Die Wide-Range-Technologien kann man weiter in zwei Subkategorien einteilen: Narrowband-IoT und LoRaWAN bieten eine geringe Bandbreite, überbrücken aber bis zu 35 Kilometer Distanz und mehr. Mit 4G-Mobilfunk in Form von LTE und LTE-M stehen hohe Bandbreiten und Distanzen von einigen hundert Metern bis mehreren Kilometern zur Verfügung.

Eine weitere Kategorisierung kann nach der Frequenznutzung gemacht werden. Bluetooth, WiFi, LoRaWAN, Zigbee und SigFox arbeiten in lizenzfreien, nicht weiter geregelten Spektren. Sämtliche mobilfunkbasierten Technologien von 2G über LTE-M bis hin zu 5G nutzen lizenzierte, streng geregelte Frequenzbänder und von der Standardisierungsorganisation für mobile Breitbandstandards 3GPP normierte Protokolle.

IoT-Zugangstechnologien im Vergleich

Technologie	Bluetooth	WiFi	LoRaWAN	NB-IOT (NB-IoT Cat 1)	LTE-M (LTE Cat M1)	4G (LTE Cat 1)
Spektrum	unlizenziert	unlizenziert	unlizenziert	lizenziert	lizenziert	lizenziert
Bitrate	20 MBit/s	bis 1,73 GBit/s	DL 1,7–5,4 kBit/s UL 0,3–5,4 kBit/s	DL 0,4–30kBit/s UL 0,1–60kBit/s	DL & UL 0,1 kBit/s to 1 MBit/s	DL 10,3 MBit/s UL 5,2 MBit/s
Latenz	k. A.	2 bis 4 ms	1 bis 10 s	1,4 bis 10 s	10 bis 200 ms	10 bis 100 ms
Pop. Abdeckung im Freien	–	–	97,2%	99,9% [1]	99,9% [1]	99,5%
Modulkosten	•	•	•	••	••	•••
Sprach-unterstützung	–	–	nein	nein	ja	ja
Batterielaufzeit	–	–	≤ 10 Jahre	< 10 Jahre	< 5 bis 10 Jahre	einige Tage

[1] In urbanen Gebieten und im Freien sind die Technologien vergleichbar. In Gebäuden und bei weit von Sendemasten abgelegenen Orten hat NB-IoT eine vergleichsweise bessere Abdeckung.

Welche Technologie wofür?

Die **Short-Range-Funktechnologien** WiFi, Bluetooth und Zigbee haben sich in Sachen IoT vor allem für die Anbindung von Smart-Home-Geräten, Fitnesstrackern, Smart TVs und anderen Geräten im Privathaushalt etabliert. Die Geräte kommunizieren via WiFi mit dem WLAN-Router des Heimnetzwerks. Die Anbindung ans Internet und die Verbindung zu den Anwendungen der Hersteller erfolgen über den Internetanschluss des Domizils, üblicherweise DSL, Cable oder Glasfaser.

LoRaWAN bietet nur geringe Bandbreite und Datenübertragung. Die Abdeckung ist jedoch erstklassig: Swisscom betreibt ein schweizweites LoRaWAN-Netz, das sich zu geringen Kosten nutzen lässt. Der LoRaWAN-Standard wird von der offenen LoRa Alliance definiert und vorangetrieben. Auch die Durchdringung in Gebäuden ist exzellent – ideal für fix installierte sensorische und messtechnische Geräte wie Wasseruhren, Smart-Meter oder Heizungsthermostate, die in vergleichsweise langen Zeitintervallen jeweils nur wenig Daten übermitteln und nur selten Feedback von der Anwendung entgegennehmen. Das LoRa-Funkmodul ist zudem sehr kosteneffizient. Auf Verkehrsmittel umgemünzt, könnte man LoRaWAN als das kosteneffiziente, wendige Fahrrad für den sportlichen Biker bezeichnen.

Wenn LoRaWAN das Fahrrad ist, wäre **Narrowband-IoT** das Töffli. NB-IoT arbeitet im Gegensatz zu LoRa im lizenzpflichtigen Mobilfunkspektrum, im Fall von Swisscom auf dem 800-MHz-Band. Das Protokoll ist global standardisiert – wenn ein Provider irgendwo auf dem Globus NB-IoT anbietet, muss er den Standard einhalten. NB-IoT-fähige Geräte funktionieren somit theoretisch weltweit. Voraussetzung dafür ist eine gültige SIM-Karte und technisch funktionierendes Roaming (wird in naher Zukunft möglich sein). NB-IoT ist hinsichtlich Datendruchsatz und Latenz vergleichbar mit LoRa. NB-IoT eignet sich somit überall, wo auch LoRaWAN in Frage kommt, sowie für Anwendungen, die global funktionieren müssen. Ein Beispiel wäre ein NB-IoT-Modul im Reisekoffer, mit dem sich das Gepäck weltweit lokalisieren lässt – sofern der Mobilfunkprovider vor Ort NB-IoT anbietet.

LTE-M, das Motorrad mit Stereoanlage unter den Zugangstechnologien, unterstützt neben der Datenübertragung auch Telefonie (LTE Cat-M1). Dies stellt höhere Ansprüche: Der Datendurchsatz beträgt bis zu 1 Mbit/s, und mit Funktionen wie Quality-of-Service (QoS) ist garantiert, dass die Sprachübertragung in guter Qualität erfolgt. Im Gegensatz zu NB-IoT unterstützt LTE-M zudem volle Mobilität mit Mobilfunkzellen-Handover. Damit eignet sich die Technologie bestens für Anwendungen im Automobil-, Transport- und Logistikbereich wie Fahrzeugortung, Lokalisierung von Gütern, Flotten-management und Telematik. Oder dort, wo Sprache gefragt ist, zum Beispiel für das Notfalltelefon im Lift. Insgesamt ist LTE-M komplexer und nicht mehr ganz so kosteneffizient wie LoRaWAN und NB-IoT, bietet aber deutlich mehr Möglichkeiten.

Die aktivierte Volte-Funktionalität ermöglicht Sprachsteuerung, was für Wearables von Vorteil ist.

Der klassische **3G- und 4G-Mobilfunk** – im Vergleichsbild der 12- beziehungsweise 40-Tonnen-LKW – kommt dann zum Einsatz, wenn grosse Datenmengen schnell zu übertragen sind. So etwa in autonomen Fahrzeugen, für die Verkehrsüberwachung und Verkehrssteuerung, in der Telemedizin für die Gesundheitsüberwachung und für ferngesteuerte Operationen, für die Steuerung von Robotern und Drohnen, für Zugsteuerungen und in der Luftfahrt.

5G entspricht im Verkehrsmittelvergleich einem Hochgeschwindigkeitszug: Beide bieten äusserst hohe Geschwindigkeiten, beide sind bis ins Detail geregelt. Das 5G-Netz wird sich für anspruchsvolle, mobile IoT-Anwendungen als Technologie der Wahl etablieren. Zum Beispiel in der Industrie: Produktionsanlagen werden heute immer wieder für neue Produkte umgebaut, Maschinen an andere Positionen gestellt. Der Aufwand, jeweils neue Kabel zu verlegen, wäre zu gross. Die Maschinen werden stattdessen drahtlos vernetzt. Die Steuerung der Produktion ist jedoch auf schnellen Datendurchsatz und kürzeste Latenzen angewiesen – und genau dies ist die Domäne von 5G. Ein anderes Einsatzgebiet ist die öffentliche Sicherheit: Ordnungskräfte werden immer mehr mit Bodycams, Heads-up-Displays in Fahrzeuge und Tablets ausgerüstet. Auch hier fallen enorme Datenmengen an, und die Anforderungen an die Mobilität sind hoch.

Was ist mit 2G?

Nach wie vor basieren viele IoT- und M2M-Anwendungen auf **2G-Mobilfunk,** der vor über 20 Jahren eingeführt wurde. Besonders in Asien und Afrika sind 2G-Anwendungen aufgrund der sehr günstigen Preise für das Funkmodul stark verbreitet. Die 2G-Technologie war gewissermassen die Initialzündung für IoT-basierte Lösungen. Mit der sinkenden Verfügbarkeit von 2G und dem Aufkommen neuer Zugangstechnologien haben Unternehmen jedoch neue, erweiterte Möglichkeiten und deutlich höhere Flexibilität als bisher und können genau die Technologie nutzen, die sich am besten für ihre Anforderungen eignet. Neue IoT-Anwendungen sollten deshalb von Anfang an mit einer der aktuellen Technologien umgesetzt werden. In der Schweiz wird das 2G-Netz im Jahr 2020 deaktiviert. Deshalb ist es jetzt höchste Zeit, mit 2G Schluss zu machen und bestehende Anwendungen auf die neuen Alternativen NB-IoT oder LTE-M umzustellen.

«Mit dem erweiterten Technologiemix gibt es auch für IoT- und M2M-Anwendungen genügend Alternativen zu 2G.»

Welche Technologie wofür?

Time Critical IoT

Anforderungen

Geringe Verzögerung
Extreme Zuverlässigkeit
Hohe Verfügbarkeit
Hohe Sicherheit
Flexible Datenraten
Eher geringe Anzahl Geräte

Anwendungsbereiche

Strassenverkehrssicherheit
Industrielle Produktion
Selbstfahrende KFZ
Öffentliche Sicherheit
Gesundheit
Zugsteuerung
Luftfahrt
Wearables für Notfälle
Altenpflege

Wir empfehlen

LTE-M | 4G/LTE | 5G

Massive IoT

Anforderungen

Niedrige Kosten
Geringer Energieverbrauch
Kleine Datenmengen
Hohe Reichweiten
Mobilität
Hohe Latenz-Toleranz
Grosse Anzahl Geräte

Anwendungsbereiche

Landwirtschaft
Energieversorgung
Transport und Logistik
Industrie 4.0
Smart City
Smart Buildings

Wir empfehlen

LoRaWAN | NB-IoT | LTE-M

Handeln Sie jetzt!

Machen Sie jetzt den ersten Schritt und tauschen Sie sich mit unseren IoT-Experten aus.

Meet the Expert
Treffen Sie einen unserer IoT-Experten für ein individuelles kostenloses Gespräch.

Mehr Informationen zum Thema Internet of Things.

Hier geht es zum technischen Factsheet unserer Low Power Wide Area Access Technologien.

Dieses Dokument und dessen Inhalt sind urheberrechtlich geschützt. Für die Verwendung ausserhalb des Eigengebrauchs muss um eine vorgängige schriftliche Zustimmung bei Swisscom ersucht werden.