



Connect

Low Power Wide Area

swisscom Enterprise IoT

www.swisscom.ch/iot

Inhalt

Netzwerktechnologien im Überblick	4
LPN (LoRa)	6
NB-IoT	8
LTE-M (LTE Cat. M1)	10
LTE (Cat. 1)	12
Übersicht wichtigste Eigenschaften	14
Detaillierte Übersicht Eigenschaften und Leistungsmerkmale Netz	16
Detaillierte Übersicht unterstützte Netzwerk-Features, Sicherheit, Geräte und ihre Eigenschaften	18

Netzwerktechnologien im Überblick

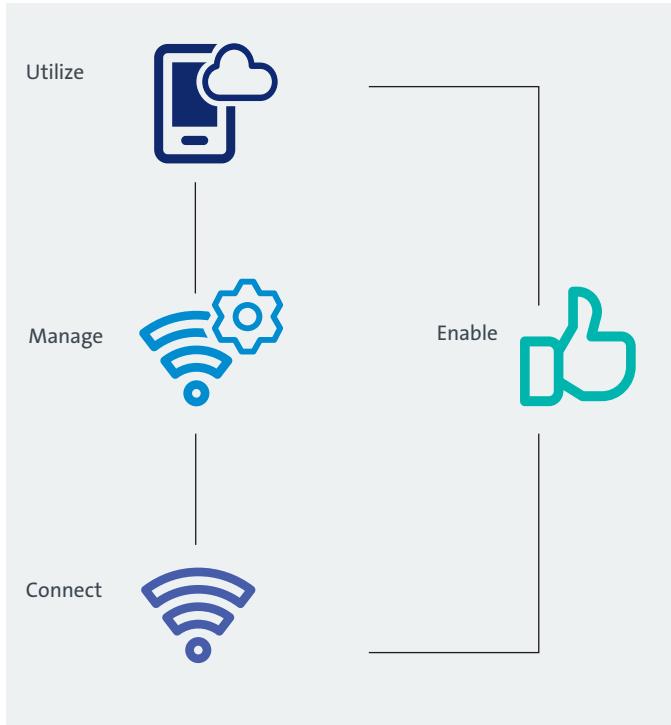
Fokus auf Low Power Wide Area

Das Internet of Things (IoT) ist eine weltweite Infrastruktur und verbindet vielfältige Objekte wie beispielsweise Messgeräte, Überwachungsanlagen oder Sicherheitssysteme untereinander und mit Informatikanwendungen. Dadurch können wertvolle Informationen gesammelt, analysiert und genutzt werden. Das Datenmanagement wird vereinfacht und die effiziente Datenübermittlung treibt lukrative Geschäftsmodelle, automatisierte Prozesse und neuartige Kundeninteraktionen voran.

Swisscom Enterprise IoT garantiert die sichere Übermittlung der Daten, indem bedürfnisgerechte Netzwerke für Ihre IoT-Anwendung zur Verfügung gestellt werden. Je nach Datenmenge, Reichweite, Netzabdeckung oder Datensensibilität variieren die Anforderungen an ein Netzwerk.

Wir verfolgen einen modular aufgebauten, technologieunabhängigen Ansatz und unterstützen alle relevanten Standards wie LoRaWAN, Cat. M1, NB-IoT, 3G, 4G, 5G. Der Zugang zu effizienten IoT-Technologien ermöglicht neue Business Cases für jede erdenkliche Branchenanwendung – unabhängig vom Gerätetyp oder von der Zugriffsoption Ihrer IoT-Anwendung. Das Innovationspotenzial der Digitalisierung steht Ihnen dank Swisscom Enterprise IoT offen.

Enterprise IoT



LPN (LoRa)

Smart City



Vorteile

- Lange Batterielebensdauer bei minimalem Unterhaltungsaufwand
- Schmale Bandbreite und somit hohe Reichweite sowie energieeffiziente Übertragung
- Hohe Skalierbarkeit, geringe Netzwerkkosten, Effizienz im lokalen Ausbau
- Für kleine Datenmengen geeignet

<https://lora-alliance.org/about-lorawan>

Das Low Power Network (LPN)* ist ein eigenständiges Datafunknetz und speziell für IoT-Anwendungen geschaffen, die **kleine Datenmengen versenden**. Die daraus resultierenden Vorteile ermöglichen eine gigantische Fülle an neuen IoT-Netzwerken und digitalen Anwendungen **für den Privat- und Geschäftskundenbereich**.

Anwendungsbeispiel

Temperatur- und Anwesenheitssensoren in Bürogebäuden liefern relevante Informationen zur Raum- und Klimaoptimierung, wodurch der Stromverbrauch den Bedürfnissen angepasst werden kann und die Luftqualität sowie die Energieeffizienz gesteigert werden.

Häufigste Anwendungsbereiche

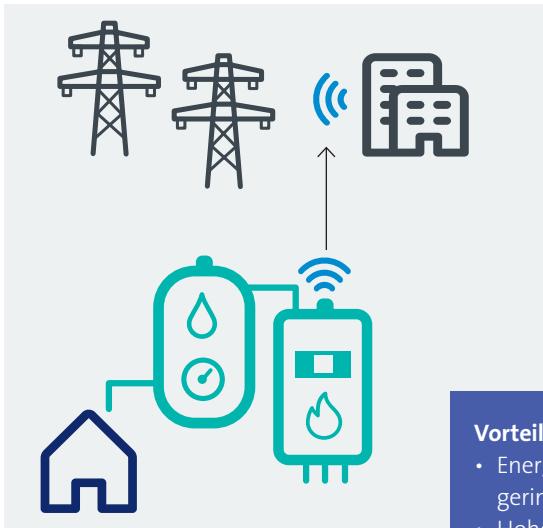
(Massive IoT)

- Smart Cities: Smart Waste Management, Smart Lighting, Smart Parking
- Smart Utilities: Gas-, Wasser- und Stromzähler-Fernauslesung
- Smart Buildings: Meetingraum-Management, Vernetzung von Feuerlöschnern und Defibrillatoren, Temperatur- und Luftqualitätsmessung
- Landwirtschaft: Überwachung von Wetter und Pflanzenwachstum, Weidevieh-Tracking, Bodenqualitätsmessung

* Das Funknetz basiert auf der offenen LoRaWAN-Spezifikation

NB-IoT

Smart Utilities



Vorteile

- Energieeffiziente Übertragung bei geringen Netzwerkkosten
- Hohe Verfügbarkeit, Sicherheit und zuverlässige Datenübermittlung bei empfangstechnisch schwierigen Lokalitäten wie Keller, abgelegene Gebiete oder für Anwendungen unter der Erde
- Gut geeignet für die stationäre Anwendung ohne Stromversorgung
- Für grosse Massen geeignet

<http://www.3gpp.org/specifications/releases/>

NB-IoT (Narrowband-IoT)* ist eine spezielle Erweiterung des LTE-Netzes (4G-Netzwerk), welche für **sehr grosse Massen und eine grosse Dichte** an Endgeräten geeignet ist und **hohe Gebäudedurchdringung** voraussetzt.

Häufigste Anwendungsbereiche (Massive IoT)

- Smart Utilities: Gas-, Wasser- und Stromzähler, Smart Grid Management
- Industrie 4.0: Prozessüberwachung und -steuerung, Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik
- Wearables: Kinder- und Senioren-Tracking, Tier-Tracking, Fernsteuerung von Haushaltsgeräten

Anwendungsbeispiel

Um den jährlichen Verbrauch von Energie und Wasser zu ermitteln, ist es nicht mehr nötig, regelmäßig einen Mitarbeiter in die einzelnen Gebäude zu schicken. Intelligente Zähler übernehmen die Aufgabe mithilfe von Sensoren und übermitteln die Daten automatisch an Ihr Rechenzentrum.

* Zellulare Mobilfunknetz im lizenzierten Frequenzspektrum; 4G, 3GPP Rel. 13

LTE-M (LTE Cat. M1)

Wearables



Vorteile

- Für qualitätssensitive Anwendungen geeignet
- Geringer Energieverbrauch und Unterhaltungsaufwand
- Lange Stromnetzautonomie sowie eine hohe Reichweite und Sicherheit
- Höherer Datendurchsatz (im Vergleich zu NB-IoT), welcher unter anderem auch Software Updates unterstützt

<http://www.3gpp.org/specifications/releases/>

LTE-M ist eine Erweiterung des LTE-Netzes (4G-Netzwerk)*, welche sich **für qualitäts-sensitive Anwendungen** eignet. Diese Netzwerktechnologie ist ausgesprochen energieeffizient und unterstützt auch Mobilfunkzellen-Handover für nicht statische Anwendungen und Voice-Funktionalitäten (VoLTE).

Anwendungsbeispiel

LTE-M eignet sich besonders gut für mobile Telemetriesysteme, die eine hohe Zuverlässigkeit voraussetzen. Das können beispielsweise Notruf-Armbanduhren mit Voice-Funktion sein, welche die Übermittlung von kleinen Datenmengen in kritischem Zeitrahmen garantieren müssen.

Häufigste Anwendungsbereiche

(Critical IoT)

- Sicherheits- und Überwachungsanwendungen: Objekt- und Verkehrsüberwachung
- Transport und Logistik: Flottenmanagement, Waren-Tracking
- Wearables: Kinder- und Senioren-Tracking, Tier-Tracking, Fernsteuerung von Haushaltsgeräten
- Notrufanwendungen: Personenaufzüge

* Zellulare Mobilfunknetz im lizenzierten Frequenzspektrum; 4G, 3GPP Rel. 13

LTE (Cat. 1)

Digitale Signage



Vorteile

- Mässiger Energieverbrauch und entsprechend tiefe Kostenstruktur
- Skalierbarkeit auf 4G-Netzwerken
- Auch für VoIP-Videostreaming geeignet
- Hohe Datenübertragungsrate und Sicherheit

<http://www.3gpp.org/specifications/releases/>

Die niedrigste Gerätekategorie im bestehenden LTE-Netz (4G-Netzwerk)* ist dank einer relativ **tiefen Datrate** gut für IoT-Anwendungen geeignet und bietet dennoch die erforderlichen Geschwindigkeiten für **Datenstreaming**.

Mögliche Anwendungsbereiche (Critical IoT)

- Gesundheit: Gesundheitsüberwachung, ferngesteuerte Operationen
- Sicherheits- und Überwachungsanwendungen: Videoüberwachungen, Objektüberwachungen, automatischer Notruf
- Digital Signage: elektronische Verkehrs- und Anzeigeschilder, Informationsschilder, Werbung
- Industrie 4.0: Fernüberwachung und -steuerung, planbare Wartung (Predictive Maintenance)

Anwendungsbeispiel

Ein potenzieller Kunde betritt ein Einkaufszentrum und wird per Live Stream mit aktuellen Aktionen vor Ort auf seinem mobilen Gerät bespielt. Durch personalisierte Werbung können mögliche Käufer direkt am Verkaufspunkt erreicht werden, wodurch die Kaufwahrscheinlichkeit erhöht wird.

* Zellulare Mobilfunknetz im lizenzierten Frequenzspektrum; 4G, 3GPP Rel. 13

Übersicht wichtigste Eigenschaften

	LPN (LoRa)	NB-IoT	LTE-M (LTE Cat. M1)	LTE (Cat. 1)	2G* (M2M)
Datenrate	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●
Reichweite	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●
Energieeffizienz	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●
Sprache	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
Modulkosten	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●
Verfügbarkeit	Seit 2016	Ab Q4 2018	Ab Q4 2018	Seit 2014	Bis Ende 2020
Sicherheit	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●	● ● ● ● ●
Mobilität	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja
Roaming	International, sobald verfügbar	International, sobald verfügbar	International, verfügbar ¹	International (über 300 Netze)	International (über 500 Netze) ²
Diverses	Günstige lokale Erweiterungen	Erweiterte Indoor-Abdeckung			

* Wird bis Ende 2020 unterstützt

- ¹ Bei allen LTE-Roaming-Netzen, welche LTE-M einführen, ist diese Funk-Access-Technologie auch für Swisscom Kunden verfügbar. Mehr unter folgendem Link: <https://www.gsma.com/iot/deployment-map/>
 - ² Auch wenn 2G ab Ende 2020 in der Schweiz von Swisscom nicht mehr unterstützt wird, funktionieren die 2G only Devices in den 2G- Roaming-Partnernetzwerken von Swisscom normalerweise weiterhin.
- Disclaimer: Die Angaben bei Datenrate, Reichweite und Energieeffizienz sind einerseits von der Konfiguration der Kundenapplikation, andererseits aber auch von den Funkbedingungen abhängig. Sämtliche von Swisscom angebotenen Funktechnologien basieren im Zugangsbereich auf «best effort». Bitte beachten Sie zudem, dass unter anderem die Topografie, das Terrain, die Beschaffenheit von Gebäudehüllen, die vorhandene Mobilfunk-Infrastruktur sowie die Anzahl Nutzer die jeweilige Verfügbarkeit und Qualität der Dienste beeinflussen können. Die angegebenen Werte Funkabdeckung basieren auf einer von verschiedensten Faktoren abhängigen Modellberechnung. In der Realität kann die Abdeckung von diesen Werten abweichen. Für eine exakte Beurteilung der Versorgung braucht es eine Vor-Ort-Abklärung.

Detaillierte Übersicht Eigenschaften und Leistungsmerkmale Netz

Technologie	LPN (LoRa)	NB-IoT	LTE-M (LTE Cat. M1)	LTE (Cat. 1)	2G* (M2M)
Frequenzband	SRD Band B ³ 868 MHz nicht lizenziert	LTE Band 20 800 MHz lizenziert	LTE Band 20 800 MHz lizenziert	LTE Band 1,3+20 800/1800+2100 MHz lizenziert	GSM Band 8 900 MHz lizenziert
Datenraten	DL 1,7–5,4 kbit/s UL 0,3–5,4 kbit/s	DL 0,4–30 kbit/s UL 0,4–60 kbit/s	DL und UL 0,1 kbit/s bis 1 Mbit/s	DL 10,3 Mbit/s UL 5,2 Mbit/s	HSCSD 115 kBit/s GPRS 172 kBit/s EDGE 473 kBit/s
Max. Pfadverlust (MCL)	159 dB	164 dB	155 dB	140 dB	144 dB
Max. Coverage Schweiz⁴					
Outdoor	96%	98,8%	99,5%	99,5%	99%
Indoor	84,1% ⁵	96,3%	90,5%	90,5%	89%
Reichweite-steigernde Funktionen⁶	Chirp Spread Spectrum	• Max. 128/2048 Retransmissions • PSD/UL Singleton/Multiton Transmission	• Coverage Enhancement • Rx Diversity • Frequency • max. 256–2048 Diversity Gain • Frequency-hopping	• Frequency • Frequency-hopping	Keine
Empfangs-antenne UE	Kein MIMO, aber Rx Diversity	Kein MIMO, keine Rx Diversity	Kein MIMO, keine Rx Diversity	Kein MIMO, aber Rx Diversity	Kein MIMO, keine Rx Diversity
Max. Batterielaufzeit⁷	Bis zu 10 Jahre	Bis zu 10 Jahre	Max. 5–10 Jahre	Tage	Tage
Sprach-telefonie	Nein	Nein	Ja, VoLTE	Ja, VoLTE	Ja, GSM
Realtime-Anwendung	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
Latenz	1–10 s	1,4–10 s	~10–200 ms	~10–100 ms	~700 ms
Duplex-übertragung⁸	Half-Duplex	Half-Duplex FDD only	Full-Duplex FDD und TDD	Full- und Half-Duplex FDD und TDD	
Max. Gerätedichte	> 10 000 Geräte pro Funkzelle			≤ 1000 Geräte pro Funkzelle	> 300 Geräte pro Funkzelle
Stromspar-funktion (PSM)	Spezifische Geräteklassen und ADR ⁹	DTX/eDRX ¹⁰ max. 10 485,76 s (ca. 2,9 h) PSM ¹¹ / periodic TAU Timer max. 413,3 Tage + HLCom ¹²	DTX/eDRX ¹⁰ max. 2 621,44 s (~44 min)	DTX/DRX	DTX/eDRX
Mobilität	Broadcast	Cell Reselection	Handover (Connected Mode) & Cell Reselection (Idle Mode)		
Multicast-Übertragung	Ab Q1 2019	Ab Rel. 14	Ab Rel. 14	Nein	Nein

* Wird bis Ende 2020 unterstützt

- ³ SRD (Short Range Devices) Band ist ein Frequenzbereich für Geräte mit geringer Sendeleistung (Low Power Device) für die Sprach- und Datenübertragung, auch Jedermann-Funkanwendungen benannt. Europaweit kann die 868-MHz-Frequenz lizenfrei genutzt werden. Diese wird auch für die folgenden IoT-Standards genutzt: LoRa, Weightless P und Sigfox EU.
- ⁴ Diese Werte basieren auf einer von verschiedenen Faktoren abhängigen Modellberechnung. In der Realität kann die Abdeckung von diesen Werten abweichen. Für eine exakte Beurteilung der Versorgung braucht es eine Vor-Ort-Abklärung.
- ⁵ Bei LPN können Kunden lokale Indoor-Abdeckungserweiterungen ohne Internetzugang bereits ab CHF 890.– realisieren (Hardware, Netz-, Gateway-Konfiguration und 3G/4G Backhauling für 48 Monate).
- ⁶ Die folgenden reichweitesteigernden Features habe zur Folge, dass die Datenrate sinkt:
- PSD, die zur Verfügung stehende Energie des UEs wird auf eine geringere Bandbreite konzentriert.
(Wird im Uplink von NB-IoT mit Singleton oder Multiton Transmission angewendet.)
 - Coverage Enhancement Mode mit entsprechender Retransmission
 - Robustere Modulation; bei LTE-M werden nur 16QAM und QPSK, bei NB-IoT nur QPSK-Modulation für die Datenübertragung genutzt.
- ⁷ Die Lebensdauer der Batterie wird von den folgenden Faktoren beeinflusst: dem Zyklus der Datenübertragung (eDRX/PSM), der Menge der in jedem Zyklus übertragenen Daten, den Funkbedingungen respektive der benötigten Retransmission, der Parametrisierung von PSM und eDRX im Netzwerk sowie der Qualität/Selbstentladung der Batterien.
- ⁸ Duplex-Übertragungsverfahren FDD (Frequency Division Duplex) und TDD (Time Division Duplex)
- ⁹ Mit ADR (Adaptive Data Rate) sowie durch den Einsatz der geeigneten Gerätekasse kann energieeffizient gearbeitet werden. Die LPN-Endgeräte-Klassen sind:
- Bei Klasse-A-Endgeräten folgen jeder Uplink-Übertragung zwei kurze Downlink-Empfangsfenster.
 - Bei Klasse-B-Geräten öffnen sich zusätzlich zu den zufälligen Empfangsfenstern der Klasse A zu festgelegten Zeiten weitere Empfangsfenster.
 - Klasse-C-Geräte haben fast ununterbrochen ein geöffnetes Empfangsfenster. Dieses wird nur bei Übertragung geschlossen.
- ¹⁰ eDRX liefert zusätzliche Energieeinsparungen. Es dehnt einerseits die maximale DRX-Zyklus-Länge (im Connected Mode) von 2,56 s auf 5 s, 12 s und 10 s aus. Zudem wird im Idle-Mode-Betrieb der Energiebedarf durch lange Schlafperioden T(eDRX) zwischen dem Page-Monitoring der UEs zusätzlich gesenkt.
- ¹¹ Power-Saving Mode / Periodic Tracking Area Update; PSM/ Periodic TAU Timer; in Tiefschlafphasen des PSM-Betriebs verbraucht das UE noch weniger Energie als während des DRX-Betriebs. Dafür ist das UE nicht mehr erreichbar. Es ist aber weiterhin im Netzwerk registriert. Das UE verbleibt so lange im PSM-Betrieb, bis vom Mobilgerät aus eine Transaktion wie z.B. ein weiterer TAU oder eine Datenübertragung ausgelöst wird. PSM ist anwendbar für Cat.-0-, Cat.-M1- und Cat.-NB1-UEs. Der TAU Timer beträgt in Rel. 8–12 maximal 11,520 s und wird im Rel. 13 auf maximal 413,3 Tage ausgedehnt.
- ¹² High Latency Communication. Daten, welche an das Endgerät geschickt werden, während dieses im Schlafmodus (Schlafperioden oder Tiefschlafphasen) ist, werden vom Netz zwischengespeichert und dem Endgerät zugestellt, sobald sich dieses wieder im Netz anmeldet.

Detaillierte Übersicht unterstützte Netzwerk-Features, Sicherheit, Geräte und ihre Eigenschaften

Technologie	LPN (LoRa)	NB-IoT	LTE-M (LTE Cat. M1)	LTE (Cat. 1)	2G* (M2M)
Unterstützte Netzwerk-Features					
Coverage Enhancement	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
eDRX	n/a	Connected max. 10,24 s Idle max. 2,91 s	Max. 43,69 min	Nein	Ja
PSM / Periodic TAU	Broadcast/ADR	Max. 413,3 Tage	Max. 413,3 Tage	Max. 413,3 Tage	Nein
Network Positioning	In Evaluation	Ab Rel. 14	Ab Rel. 14	Ab Rel. 14	
PSD Boosting im Downlink	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
Multicast	Ab Q1 2019	Ab Rel. 14	Ab Rel. 14	Nein	Nein
Voice/VoLTE	Nein	Nein	Ja ab Q2 2019	Ja ab Q2 2019	Nein
Sicherheit					
Subscriber Identity ¹³	Optionale HSM möglich	USIM ¹⁴	USIM ¹⁴	USIM ¹⁴	SIM 5
Schutz der Identität	Geräte-ID	Geräte- und Teilnehmer-ID ¹⁵	Geräte- und Teilnehmer-ID ¹⁵	Geräte- und Teilnehmer-ID ¹⁵	Geräte- und Teilnehmer-ID ¹⁵
Authentifizierung	Funkmodul und Netz	Funkmodul und Netz	Funkmodul und Netz	Funkmodul und Netz	Funkmodule
Verschlüsselung	128 bit Encryption	128 bit Encryption	128 bit Encryption	128 bit Encryption	64 bit Encryption
Integritätscheck	Teilnehmer- und netzseitig	Teilnehmer- und netzseitig	Teilnehmer- und netzseitig	Teilnehmer- und netzseitig	Teilnehmer- seitig

* Wird bis Ende 2020 unterstützt

Technologie	LPN (LoRa)	NB-IoT	LTE-M (LTE Cat. M1)	LTE (Cat. 1)	2G* (M2M)
Geräte und ihre Eigenschaften					
Geräteklassen	Klasse A / Batteriespeisung Klasse B / Batteriespeisung Klasse C / Netzspeisung ¹⁷	NB-IoT Cat. 1 NB-IoT Cat. 2 ¹³	LTE-M Cat. M1 LTE-M Cat. M2	LTE Cat. 0 LTE Cat. 1	GPRS only EDGE or GPRS EDGE and/or GPRS
Power Class	14 dBm/25 mW 20 dBm/100 mW ¹⁶	23 dBm/200 mW 23 dBm/200 mW	23 dBm/200 mW 20 dBm/100 mW	23 dBm/200 mW 20 dBm/100 mW	23 dBm/200 mW
Max. Datenraten	n/a	NB-IoT Cat.1 30/60 kbit/s NB-IoT Cat.2 120/150 kbit/s	LTE-M Cat. M1 1 Mbit/s LTE-M Cat. M2 2,4 Mbit/s	LTE Cat. 0 1 Mbit/s LTE Cat. 1 10–5 Mbit/s	HSDCD 115 kbit/s GPRS 172 kbit/s EDGE 473 kbit/s
Empfangs- antennen	Rx Diversity	Kein MIMO, keine Rx Diversity	Kein MIMO, keine Rx Diversity	Kein MIMO, aber Rx Diversity	Kein MIMO, keine Rx Diversity
Firmware Upgrade	In Evaluation OTA (over the air)	Ja	Ja	Ja	Ja

¹³ Hersteller können ihre Devices optional als HSM (Hardware Security Module) produzieren, um eine effiziente und sichere Ausführung kryptografischer Operationen oder Applikationen sicherzustellen (ist eine Frage des Preises).

¹⁴ NB-IoT und LTE-M sind im Vergleich zu 2G extrem sicher.

- USIM-Karte bietet mehr Sicherheit, erweiterte Möglichkeiten für Useranwendungen sowie mehr Speicherplatz als die alte 2G-SIM-Karte. Zudem ist sie nicht klonbar.
- Im 4G-Netz findet eine gegenseitige Überprüfung der Authentizität zwischen LTE-Netzwerk und Funkmodul statt. In 2G wird nur das Funkmodul authentifiziert.
- Im 4G-Netz werden Signalisierungs- und Nutzdaten zwischen Netz und Funkmodul mit einem 128-bit-Algorithmus verschlüsselt und auf Integrität überprüft. In 2G wird nur mit einem 64-bit-Algorithmus verschlüsselt.

¹⁵ Zum Schutz der Teilnehmeridentität (IMSI) wird während der unverschlüsselten Phase im Verbindungsaufbau – ausser beim ersten Verbindungsaufbau in einem Netz – immer eine temporäre IMSI verwendet. Die Geräteidentität (IMEI) nur verschlüsselt übertragen.

¹⁶ Bei NB-IoT werden ab Rel. 14 auch Geräteklassen mit nur 14 dBm / 25 mW zur Verfügung stehen.

¹⁷ Kurzbeschreibung der LPN-Endgeräteklassen:

- Bei Klasse-A-Endgeräten folgen jeder Uplink-Übertragung zwei kurze Downlink-Empfangsfenster.
- Bei Klasse-B-Geräten öffnen sich zusätzlich zu den zufälligen Empfangsfenstern der Klasse A zu festgelegten Zeiten weitere Empfangsfenster.
- Klasse-C-Geräte haben fast ununterbrochen ein geöffnetes Fenster. Dieses wird nur bei Übertragung geschlossen.

Swisscom (Schweiz) AG Enterprise Customers, Postfach, CH-3050 Bern
iot.spc@swisscom.com, swisscom.ch/enterprise

Die Informationen in diesem Dokument stellen kein verbindliches
Angebot dar. Änderungen sind jederzeit vorbehalten.