

Gebäudeintelligenz für mehr Sicherheit, Komfort und Energieeffizienz

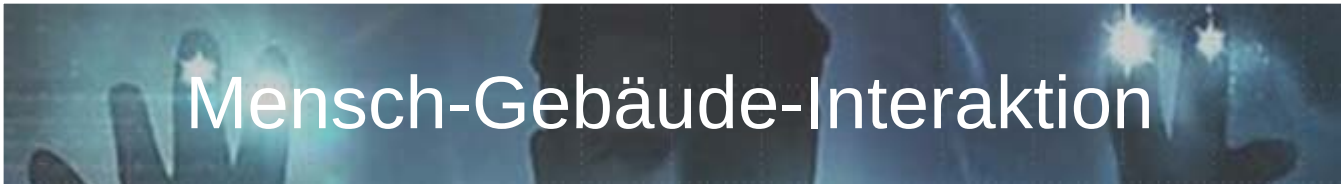
i|Home|Lab



Smart Energy



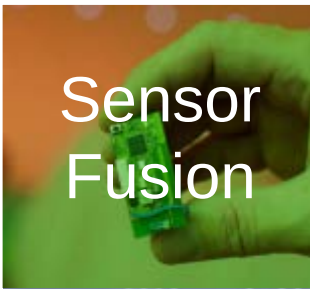
Ambient Assisted
Living



Mensch-Gebäude-Interaktion



Internet of Things



Sensor
Fusion



Low-Power
Netzwerke



Software
Systeme



Künstliche
Intelligenz



Electronic Devices & Networks Annex
EDNA

Asut GV

Horw, 20. Mai 2016

Energie-Effizienz und das Internet of Things

Dr. Rainer Kyburz

iHomeLab, Hochschule Luzern – Technik & Architektur

6048 Horw

Auftraggeber IEA 4E EDNA

- Technology Cooperation Program der **International Energy Agency**
- **Energy Efficient End-Use Equipment (4E)**
 - 12 Länder aus Asia-Pacific, Europa (inkl. Schweiz) und Nordamerika
 - Informations- und Erfahrungsaustausch bez. Energieeffizienz-Policies
 - Projekte, um Policy-Making zu unterstützen



Motivation

Vom Medien-Hype zur Realität

- **IoT ist Wirklichkeit:** In 2009 überstieg die Anzahl der Internet-verbundenen Geräte die Weltbevölkerung. ¹⁾
- Täglich kommen **27 Millionen** vernetzte Dinge hinzu ¹⁾
- **50 Milliarden** vernetzte Dinge in 2020. ^{1) 2)}
- 200 vernetzte Dinge pro Person sind langfristig möglich ¹⁾
→ Potentiell **Hunderte von Milliarden** von Endgeräten

1) Cisco 2) Gartner



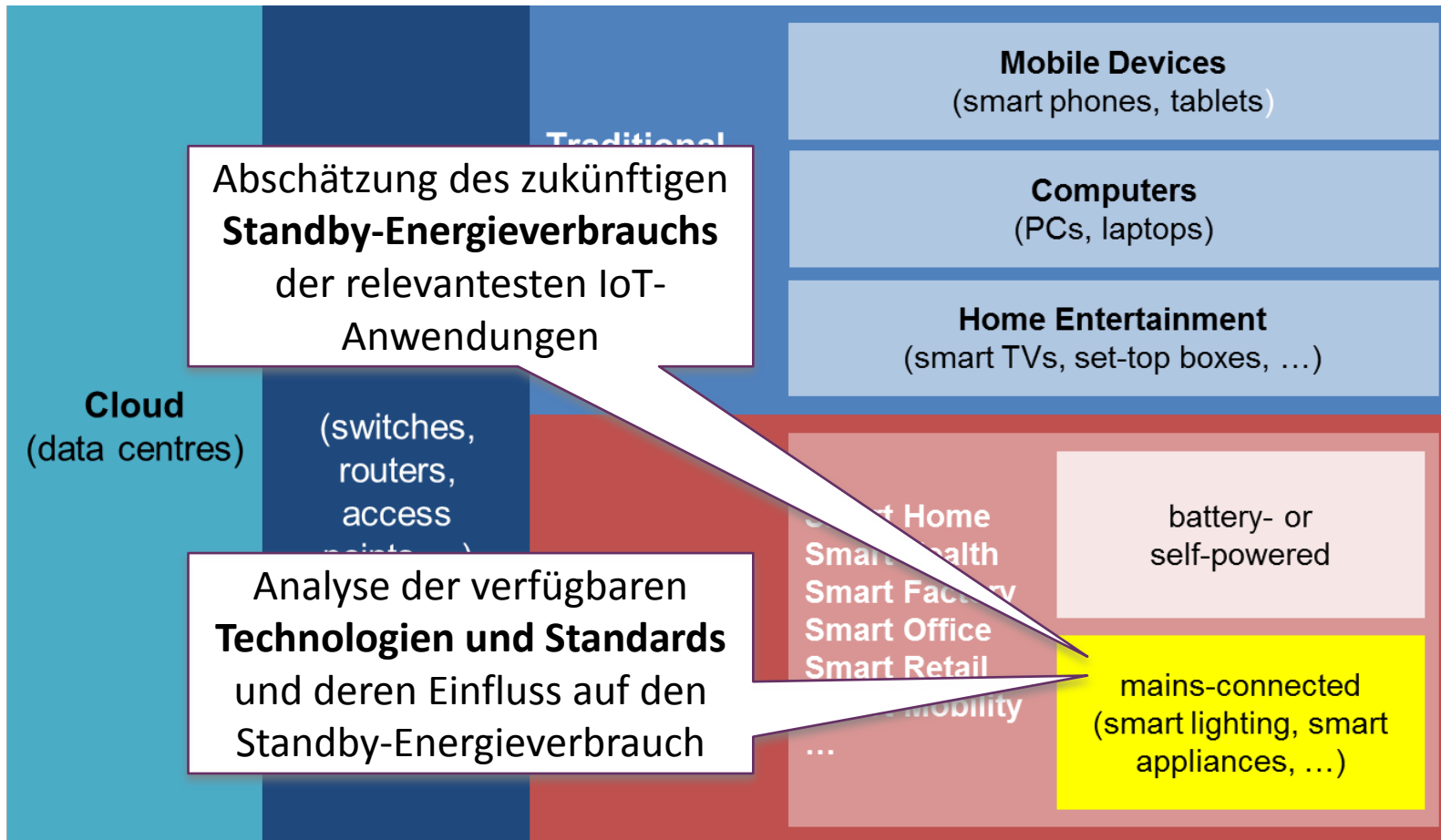
Source: Electronics Weekly

Relevanz für Energieverbrauch

- IoT kann helfen, die **Energie effizienter** zu nutzen.
- **Milliarden** von zusätzlichen Geräten, die wegen ihrer Netzwerkverbindung **immer "on"** sind.

Scope

Standby-Energieverbrauch von netz-gespeisten neuartigen IoT-Endgeräten



Strukturierung & Priorisierung

IoT-Anwendungen und Endgeräte

Application Area	Application	Edge Device	Power Source
Smart Office	office automation (HVAC, lighting)	sensor (light) actual gateway server	
	access control	badge reader	
	intrusion detection	camera door/ motion	
	fire detection	smoke	
Smart Factory	asset tracking	RFID tag	
	machine wear monitoring	dedicated	
	machine diagnostics	dedicated	
	machine remote control / data acquisition	machine	
	inventory management	RFID tag	
Smart Environment Monitoring	water quality monitoring	dedicated	
	flood monitoring	dedicated	
	forest fire detection	dedicated	
	landslide / avalanche detection	dedicated	
	earthquake early detection	dedicated	
	glacier monitoring	dedicated	
Application Area	Application	Edge Device	Power Source
Smart Mobility	breakdown/emergency notification	GPS / cellular	
	road pricing	transponder	
	smart roads	sensor roadside	
	smart parking guidance	GPS / cellular	
	traffic congestion monitoring	GPS / cellular	
	public transport ticketing	RFID tag phone	
	car-to-car communication	various	
Smart Logistics	car-to-infrastructure communication	various	
	car sharing	communication	
	smart street lighting	street	
	product tracking	RFID tag	
	quality of storage condition monitoring	dedicated	
Smart Agriculture	quality of shipment conditions monitoring	dedicated	
	fleet tracking	GPS / cellular	
	waste management	waste container sensor	
	animal tracking	RFID tag	
Smart Retail	irrigation monitoring	dedicated	
	pest monitoring	dedicated	
Application Area	Application	Edge Device	Power Source
Smart Home	smart lighting	smart LED bulb gateway	mains mains
	home automation (security, comfort, energy)	battery powered sensors (e.g. smoke, window, ...) mains connected sensors (e.g. light buttons) camera gateway actuators	battery mains mains mains mains
	smart appliances (convenience, energy)	washing machine, dish washer, clothes dryer, coffee machine, oven, refrigerator, etc. gateway	mains mains
Smart Health	physical activity monitoring	activity tracker	rech. battery
	weight monitoring	smart body scale	battery
	sleep monitoring	bed-side device sleep sensor / activity tracker	mains rech. battery
	dental health	electrical toothbrush	rech. battery
	emergency notification	emergency tag (watch) fall sensor	rech. battery battery
	fall detection	gateway (landline or mobile network)	mains
	smart pill dispenser	dispensing device	battery
	nutrition monitoring	smart cup	rech. battery
Smart Retail	product tracking	RFID tag	passive, battery
	automatic shop check out	RFID tag	passive
	location based services	beacons, smart phones	battery
	smart vending machines	vending machine	mains
		smart phone	rech. battery
Smart Grid	covered by other IEA 4E EDNA task		

Strukturierung & Priorisierung

Fokus-Applikationen des Projekts

Application Area	Application	Edge Device	Power Source	Pro-liferation
Smart Home	smart lighting	smart LED bulb	mains	high
		gateway	mains	high
	home automation (security, comfort, energy)	mains connected sensors (e.g. light buttons)	mains	high
		camera	mains	high
		gateway	mains	high
		actuators	mains	high
	smart appliances (convenience, energy)	washing machine, dish washer, clothes dryer, coffee machine, oven, refrigerator, etc.	mains	high
		gateway	mains	high
Smart Mobility	smart roads	roadside gateway	mains	high
	smart street lighting	street light luminaires	mains	high

Strukturierung & Priorisierung

Smart Home Anwendungen

Smart Lighting



Home Automation



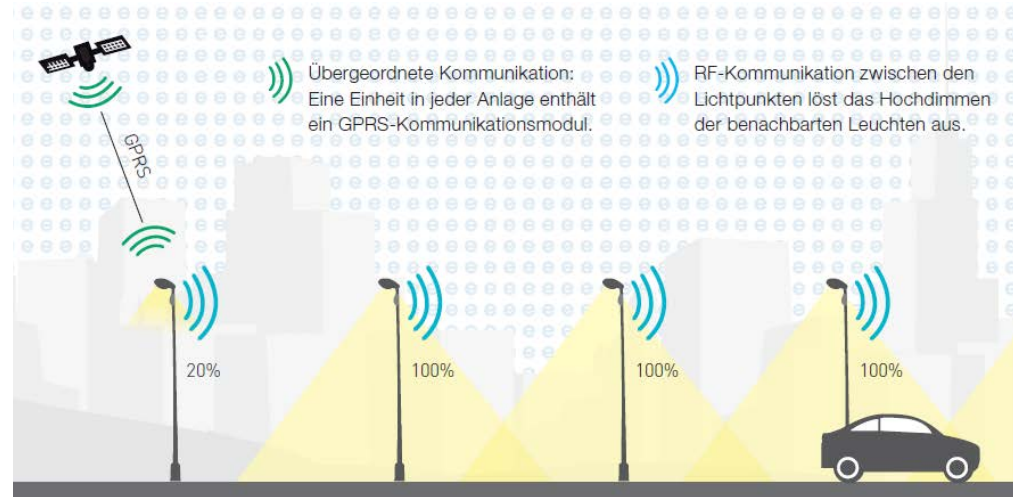
Smart Appliances



Strukturierung & Priorisierung

Smart Mobility Anwendungen

Smart Street Lighting



Quelle: Elektron

Smart Roads (vehicle-to-infrastructure communication)



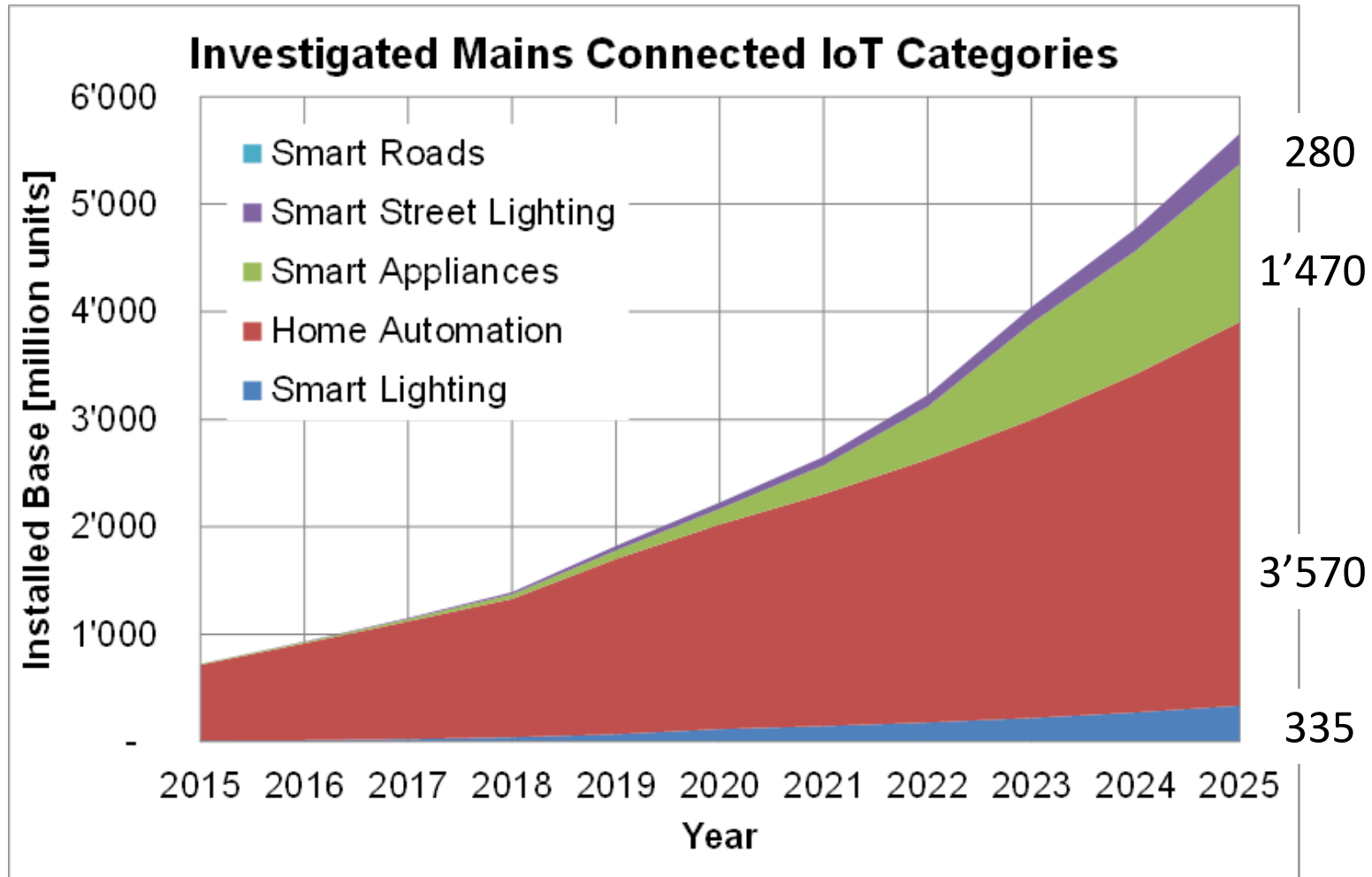
Standby-Leistungsaufnahmen

- Eigene Messungen für Smart Lighting und Home Automation
- Datenblätter, Herstellerinformationen, und Schätzungen für Smart Appliances, Smart Street Lighting und Smart Roads

Messungen Beispiel Smart Lighting

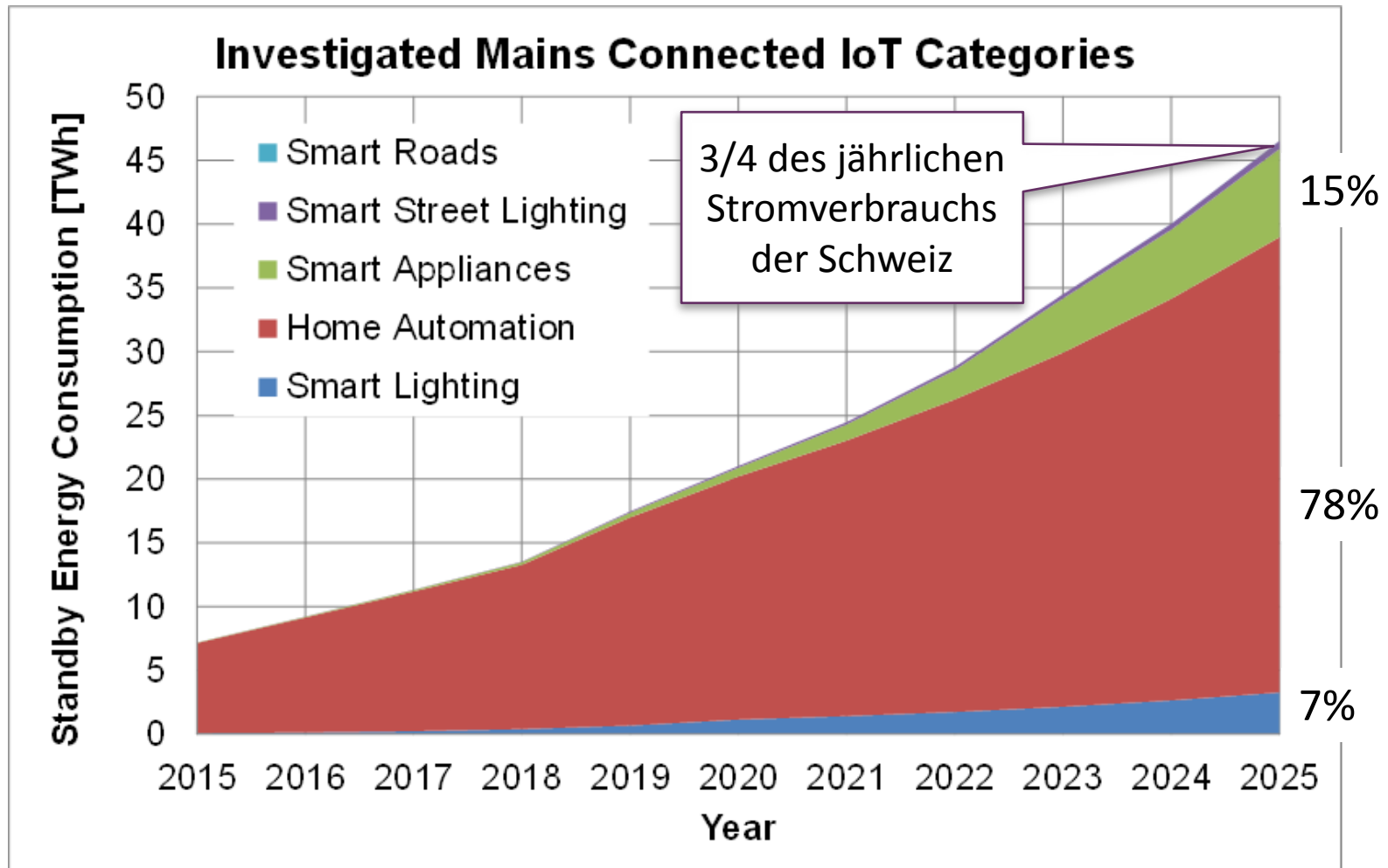
Type	ID / Manufacturer	Needs Gateway	Communication Technology	Mean standby power [W]
Smart LED bulb	1 / A	No	Wi-Fi	3.0
Smart LED bulb	2 / B	No	Bluetooth Smart	0.8
Smart LED bulb	3 / C	No	Bluetooth Smart	0.7
Smart LED bulb	4 / D	Yes	ZigBee	0.8
Gateway	5 / D	-	Wi-Fi	1.4
Smart LED bulb	6 / E	Yes	ZigBee	0.4
Gateway	7 / E	-	Ethernet	1.7
Smart LED bulb	8 / F	Yes	ZigBee	0.6
Gateway	9 / F	-	Ethernet	1.7

Weltweite Installierte Basis bis 2025



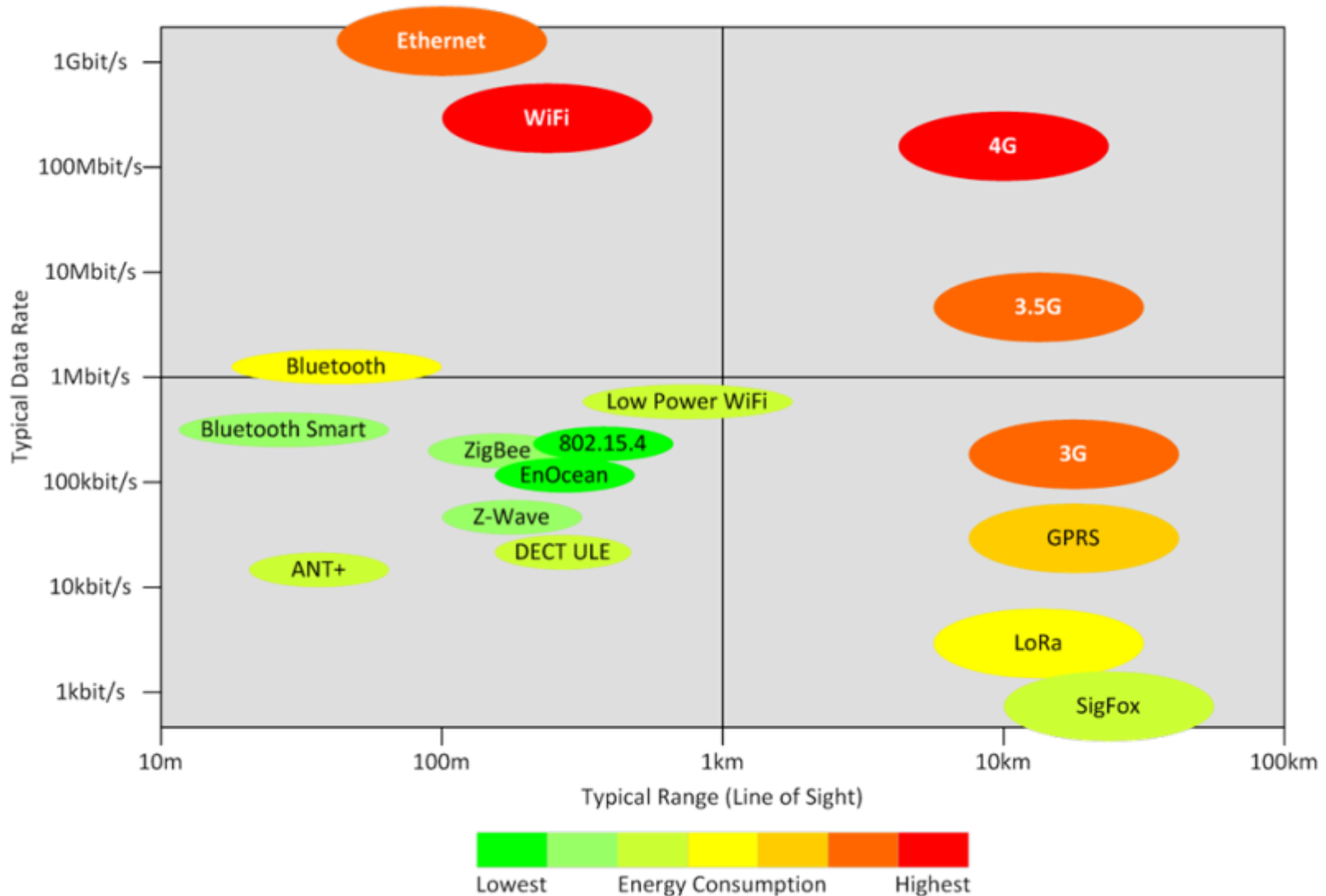
Quellen: ON World, ABI Research, Machina Research, eigene Schätzungen und Extrapolationen

Weltweiter Standby-Energieverbrauch



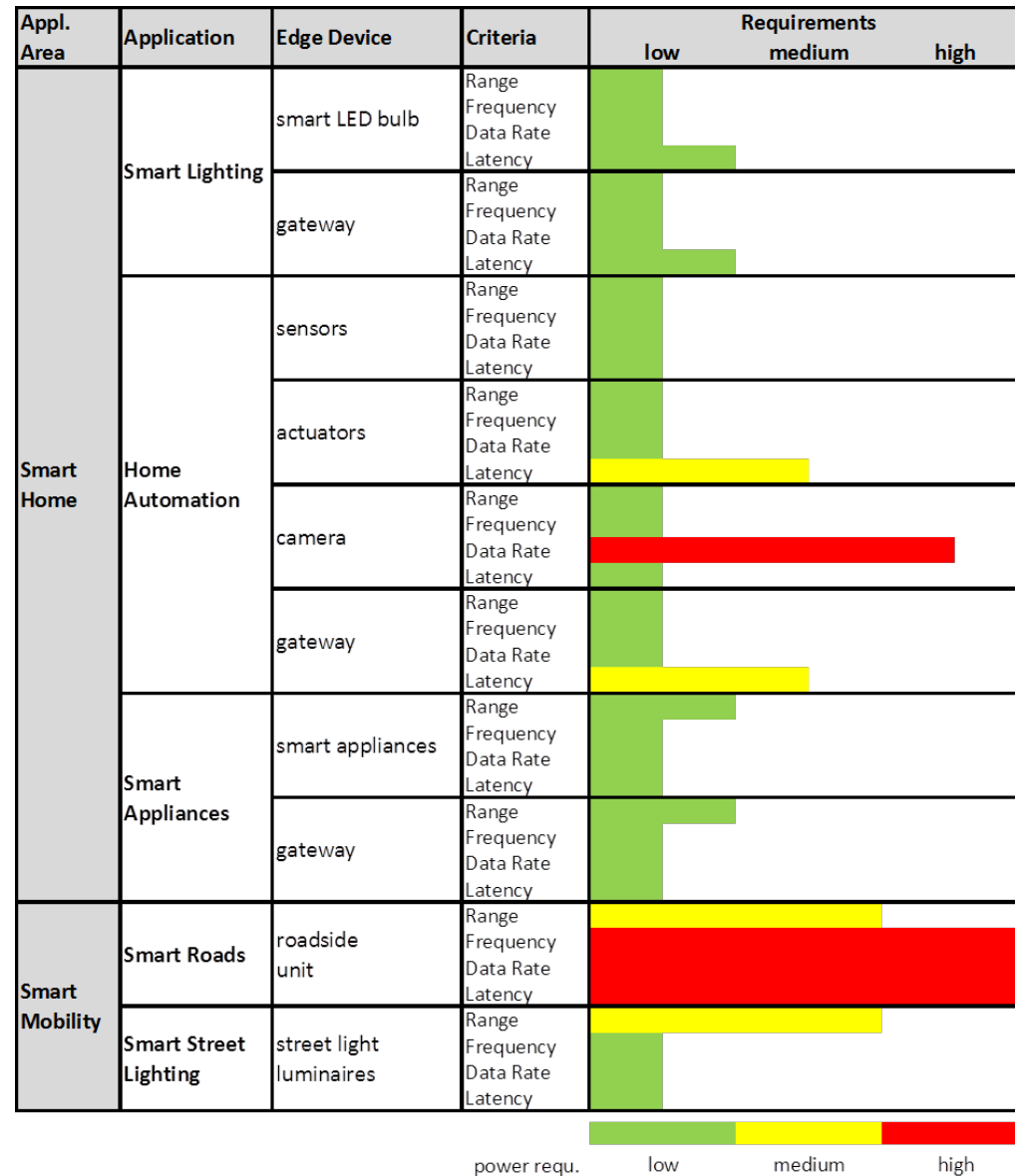
Verfügbare Technologien

Reichweite vs Bandbreite



Tech. Anforderungen aus Applikationssicht

- Kriterien:
Reichweite
Bandbreite
Häufigkeit
Latenz
- Je höher die Anforderungen, desto höher der Energieverbrauch



Welche Technologie für welche Anwendung?

Passende Technologien aus Sicht Energieverbrauch

Appl. Area	Application	Edge Device	ANT+	Bluetooth	Bluetooth Smart	DECT ULE	Z-Wave	ZigBee	802.15.4-2011-based	EnOcean	WiFi	Low Power WiFi	Ethernet	GPRS	3G (UMTS)	3.5G (HSPA)	4G (LTE)	LoRa	Sigfox
Smart Home	Smart Lighting	smart LED bulb	y	n	b	y	y	y	y	y	n	y	x	x	x	x	x	x	x
		gateway	x	x	x	x	x	x	x	x	y	b	y	y	n	n	n	x	x
	Home Automation	sensors	y	n	y	y	y	y	b	b	n	y	n	x	x	x	x	x	x
		actuators	y	n	y	y	y	y	b	b	n	y	n	x	x	x	x	x	x
		camera	x	x	x	x	x	x	x	x	y	x	b	x	y	y	y	x	x
		gateway	x	x	x	x	x	x	x	x	y	x	b	x	y	y	y	x	x
	Smart Appliances	smart appliance	y	n	b	y	y	y	b	b	n	y	n	x	x	x	x	x	x
		gateway	x	x	x	x	x	x	x	x	y	b	y	y	n	n	n	x	x
Smart Mobility	Smart Roads	roadside unit	x	x	x	x	x	x	x	x	b	x	x	x	x	x	x	x	x
	Smart Street Lighting	street light luminaires	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	y	n	n	n	b	b

Best Available Technology

b

Possible Technology

y

Not Recommended Technology

n

Not Appr. Technology

x

Welche Technologie für welche Anwendung?

Vorzugstechnologien am Beispiel Smart Lighting



- Anforderungen
 - Mässige Reichweite, sporadische Datenübertragung, kleine Datenmengen, niedrige Anforderungen bezüglich Latenzzeiten
- Momentan verwendete Technologien
 - Bluetooth Smart, WiFi, Z-Wave, ZigBee
- Bevorzugte Technologie bez. Energieverbrauch: **Bluetooth Smart**
 - Niedrige Standby-Leistungsaufnahme des Endgerätes
 - Kein Gateway nötig
- Mögliche Technologien
 - DECT ULE, Z-Wave, ZigBee, EnOcean, LP-WiFi
 - Niedrige Standby-Leistungsaufnahme, aber Gateway benötigt
- Nicht empfehlenswert aus Sicht Energieverbrauch
 - WiFi: Hohe Standby-Leistungsaufnahme, Bandbreite wird nicht benötigt

Standards

Applikations-Layer wichtig für Energieverbrauch

Technology / Standard	Short Range										Long Range					
	ANT+	Bluetooth	Bluetooth Smart	DECT ULE	Z-Wave	ZigBee	EnOcean	Wi-Fi	Low Power WiFi	Ethernet	GP RS	3G (UMTS)	3.5G (HSPA)	4G (LTE)	LoRa	Sigfox
Layers	1. Physical	ANT protocol	OBEX API used	GATT service	ULE profile	ITU-T G.9959	IEEE 802.15.4	ISO/IEC 14543								
	2. Data link															
	3. Network			API used		Z-Wave Protocol	ZigBee Profiles									
	4. Transport	ANT+ profile						EEP (EnOcean Equipment								
	5. Session															
	6. Presentation															
	7. Application							files)								
Definiert Verwendung der Energiesparmechanismen Definieren physikalische Kommunikation und Energiesparmechanismen																

Standards

Applikationsspez., energiesparende Standards etabliert ...

Technology / Standard	Layers																
	1. Physical	2. Data link	3. Network	4. Transport	5. Session	6. Presentation	7. Application										
ANT+	ANT protocol	ANT protocol	ANT+ profile														
Bluetooth	OBEX API used																
Bluetooth Smart	GATT service API used																
DECT ULE	ULE profile used																
Z-Wave	ITU-T G.9959	Z-Wave Protocol															
ZigBee	IEEE 802.15.4	ZigBee Profiles															
EnOcean	ISO/IEC 14543-3-10	EEP (EnOcean Equipment Profiles)															
Wi-Fi																	
Low Power WiFi																	
Ethernet																	
GPRS																	
3G (UMTS)																	
3.5G (HSPA)																	
4G (LTE)																	
LoRa																	
Sigfox																	
Short Range								Long Range									

Standards

... oder in Markteinführung

Technology / Standard	Layers													
	1. Physical	2. Data link	3. Network	4. Transport	5. Session	6. Presentation	7. Application							
ANT+	ANT protocol	ANT protocol	ANT+ profile											
Bluetooth	OBEX API used													
Bluetooth Smart	GATT service API used													
DECT ULE	ULE profile used													
Z-Wave	ITU-T G.9959	Z-Wave Protocol												
ZigBee	IEEE 802.15.4	ZigBee Profiles												
EnOcean	ISO/IEC 14543-3-10	EEP (EnOcean Equipment Profiles)												
Wi-Fi														
Low Power WiFi														
Ethernet														
GPRS														
3G (UMTS)														
3.5G (HSPA)														
4G (LTE)														
LoRa														
Sigfox														
Short Range							Long Range							

Treiber:
Batterie-
betriebene
Endgeräte

Standards

Energiesparmechanismen auch in Mainstream-Standards

Layers																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
7. Application		ANT+ profile			ULE profile used	Z-Wave Protocol	ZigBee Profiles	EEP (EnOcean Equipment Profiles)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

diverse
Stromspar-
Mechanismen

Energy Efficient
Ethernet
Wake-On Lan

Zusammenfassung

- **Standby-Energieverbrauch** von IoT-Endgeräten **nicht vernachlässigbar**.
- **Energiesparende IoT-spezifische Kommunikationstechnologien** sind **verfügbar**. Haupttreiber: IoT-Anwendungen mit batterie-betriebenen Endgeräten.
- Smart Phones als universelle Userinterfaces treiben auch **Energiesparmechanismen in Mainstream-Standards** (z.B. WiFi).
- Gründe für unnötig hohen Standby-Verbrauch: **Schlechte Implementation** oder **nicht geeignete Technologie**.
- **Beträchtliche Energieeinsparung** möglich, wenn auch für netz- gespeiste Endgeräte energiesparende Technologien eingesetzt und die vorhandenen Energiesparmechanismen richtig konfiguriert werden.
- Report : <http://www.iea-4e.org/publications>