

mohESa - Modulares herstellerunabhängiges Energie- Steuerungs und Management System

Christof Röhrig

2025-11-19

Einführung **Agenda**

we
focus
on
students

1. Einführung

2. LPWAN, Technologische Übersicht

3. Testfelder für Konzept und Technologien

4. Experimenteller Vergleich der LPWAN Technologien

5. LPWAN Systemarchitektur

6. Zusammenfassung und Ausblick

Einführung Projektbeschreibung

- Optimierung von elektrischen und thermischen Energieströmen in gewerblichen Gebäuden von KMU.
- Zielmarkt für das System liegt oberhalb von Eigenheimen und unterhalb von Unternehmen mit Energiemanagement nach ISO 50001.
- Leichte Nachrüstbarkeit (Retrofit) durch Long-Range-Funktechnologien LPWAN.
- Projektpartner: Hatox GmbH 

Gefördert durch:

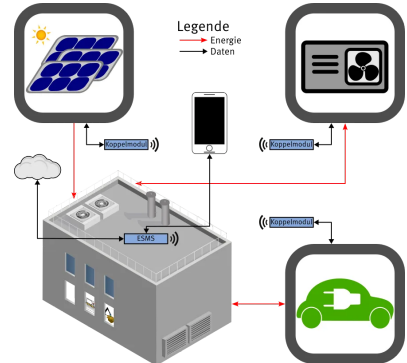


Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



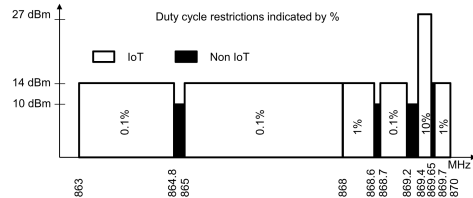
■
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

- Vernetzung der Energiegeräte mittels Koppelmodul und LPWAN.
- Ankopplung von Schnittstellen wie Modbus (RTU, TCP), M-Bus, CAN-Bus, OCCP, BSB-LAN, EMS-Bus, EBus ...
- Offene standardisierte Datenformate wie MQTT, JSON
- Steuerung der thermischen und elektrischen Energieflüsse in einem lokalen Steuergerät (Inselfähigkeit).
- Globale Optimierung mittels Federated Learning in der Cloud.



1. Einführung
2. LPWAN, Technologische Übersicht
3. Testfelder für Konzept und Technologien
4. Experimenteller Vergleich der LPWAN Technologien
5. LPWAN Systemarchitektur
6. Zusammenfassung und Ausblick

- Das **unlizenzierte 868-MHz-Band** wird in Europa für LPWAN genutzt.
- **Duty cycles** werden durch ETSI EN300.220-2 V3.2.1 (2018-06) geregelt.
- Die Kommunikation ist **uplink-orientiert**, da die Gateways mit vielen Geräten verbunden sind.
- Daher ist es nicht möglich, für jedes empfangene Paket eine Bestätigung an die Geräte zu senden.
- Die Kommunikation in unlizenzierten Frequenzbändern **ist nicht so zuverlässig wie in lizenzierten Frequenzbändern**.



LPWAN, Technologische Übersicht

Theoretischer Vergleich

NB-IoT:

- ++ high coverage
- ++ reliability of connection
- ++ very high link budget
- + availability of devices
- o medium power
- mobile carrier needed

LoRaWAN®:

- ++ long range
- ++ high flexibility
- ++ availability of devices
- + low power
- + low costs
- + link budget
- o reliability of connection

Sigfox:

- ++ very low power
- ++ very high link budget
- o depends on 1 provider
- o sparse network
- o reliability of connection
- o availability of devices
- high subscription costs

Wi-SUN®:

- ++ Mesh networking
- ++ reliability of connection
- + flexibility
- o medium range
- o medium power consumption
- low link budget
- - no devices available for end users

Technology	LoRaWAN [®]	Sigfox	NB-IoT	Wi-SUN [®]
Topology	star	star	star	mesh
Band in MHz	868	868	800 / 900	868
Tx power GW in dBm	14 / 27 [*]	27	23	14
Tx power device in dBm	14	14	23	14
Rx sensitivity GW in dBm	-140	-144	-131	-120
Rx sensitivity device in dBm	-136	-132	-131	-120
link budget ⁺ UL in dB	154	158	154	134
link budget ⁺ DL in dB	150 / 163 [*]	159	154	134
price of module	9€	9€	12€	20€
annual subscription cost	-	10€	1-2€	-
Device availability	++	0	+	--

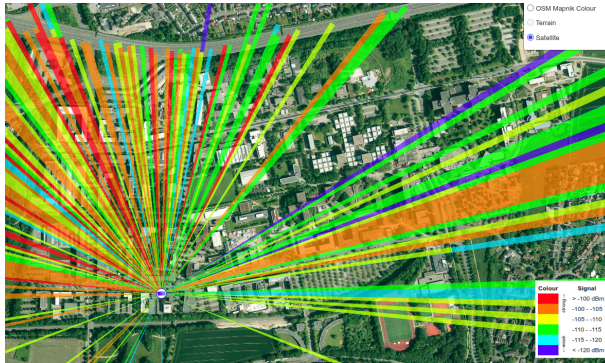
* depending on the frequency of use, ⁺ without antenna gain (0dBi)

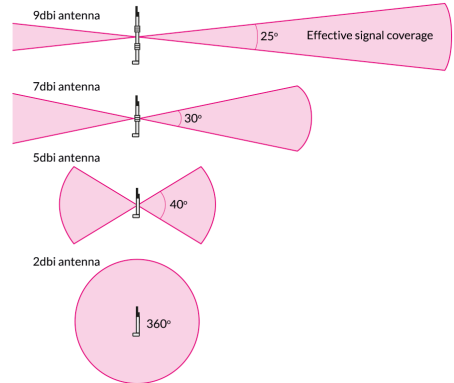
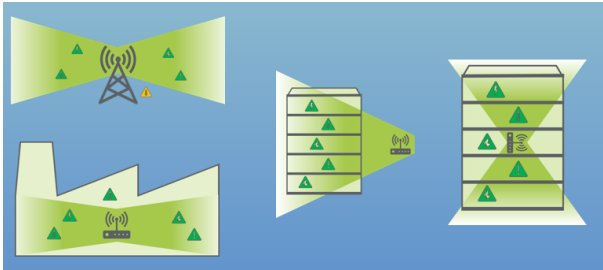
Testfelder für Konzept und Technologien

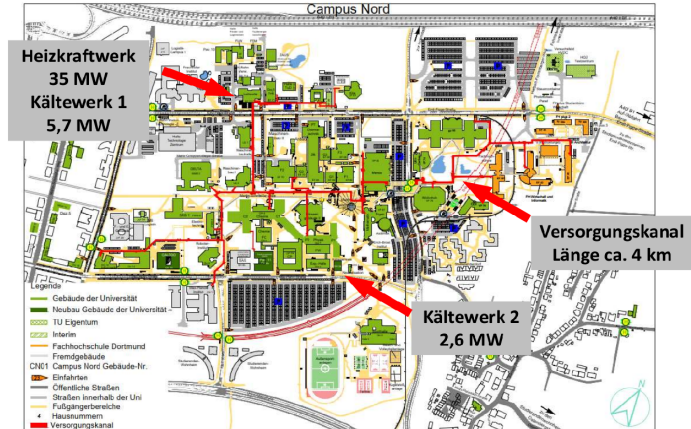
Agenda

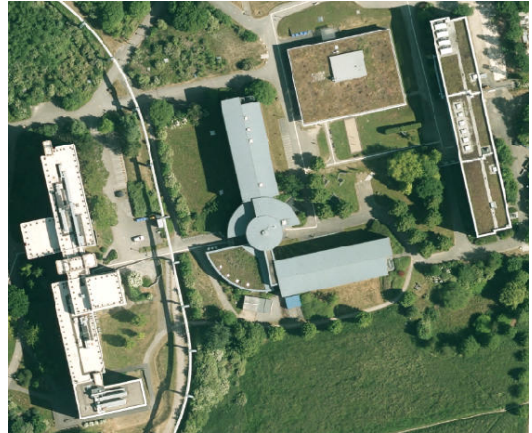
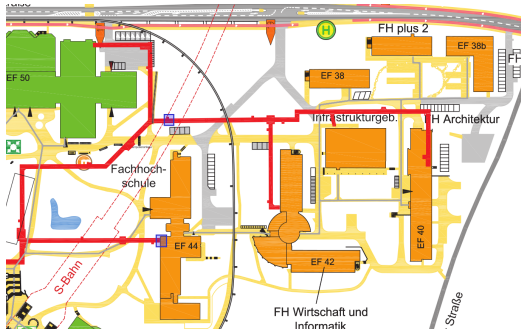
1. Einführung
2. LPWAN, Technologische Übersicht
3. Testfelder für Konzept und Technologien
4. Experimenteller Vergleich der LPWAN Technologien
5. LPWAN Systemarchitektur
6. Zusammenfassung und Ausblick













Testfelder für Konzept und Technologien

Versorgungskanal der TU für Nahwärme, -kälte, Trinkwasser, Strom

we
focus
on
students









Experimenteller Vergleich der LPWAN Technologien

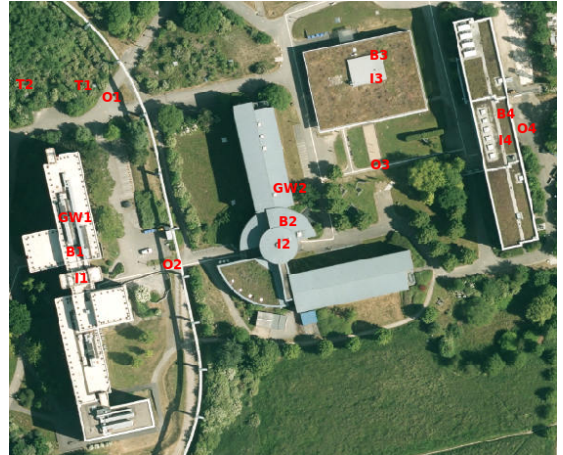
Agenda

1. Einführung
2. LPWAN, Technologische Übersicht
3. Testfelder für Konzept und Technologien
4. Experimenteller Vergleich der LPWAN Technologien
5. LPWAN Systemarchitektur
6. Zusammenfassung und Ausblick

Experimental Setup: Devices used in experiments

Device	LPS8	DLOS8	LoRa E5 mini	SIM7020E	MKR FOX	SLWSTK6007A
type	GW	GW	device	device	device	dev kit
manufacturer	Dragino	Dragino	Seeed	Simcom	Arduino	Silicon Labs
radio chip	SX1308	SX1301	STM32WLE	MT2625	ATAB8520E	EFR32MG12
technology	LoRa	LoRa	LoRa	NB-IoT	Sigfox	Wi-SUN®
band MHz	868	868	868	900 / 800	868	868
Tx pow. / dBm	14 / 20	14 / 27	14	23	13	14
Rx sen. / dBm	-140	-140	-136.5	-131	-132	-120

- GW1, GW2: LoRaWAN Gateways
 - O1, O2, O3, O4: Outdoor MPs
 - I1, I2, I3, I4: Indoor MPs
 - B1, B2, B3, B4: MPs in the basements
 - T1, T2: MPs in the tunnel
- MP: Measurement Point



RSSI values in dBm for LoRaWAN® (LW), NB-IoT (NB) and Sigfox

MP	LW UL	LW DL	NB DT	NB Vo	Sigfox
O1	-72	-68.5	-66	-77	-96.5
O2	-58	-61	-66	-74	-94
O3	-57	-55	-63	-73	-101
O4	-83.5	-84	-64	-74	-100
I1	-81	-78.5	-74	-84.5	-111
I2	-87	-90	-85	-90	-116.5
I3	-102	-102.5	-90	-99	-127
I4	-93	-94	-77	-81	-114
B1	-101	-106	-95	-116	-
B2	-111	-110	-97	-112	-137
B3	-114	-115	-110	-111	-
B4	-111	-106	-85	-94	-124
T1	-116	-112	-107	-114	-
T2	-	-	-112	-118	-

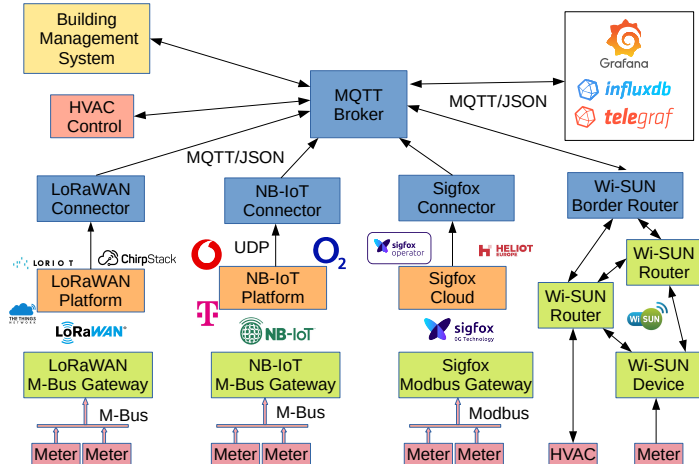
	I1	B1	I2	B2	I3	B3	I4	B4	T1	T2
LoRaWAN® UL	23	43	29	54	45	57	9.5	27.5	44	-
LoRaWAN® DL	17.5	45	29	55	47.5	60	10	22	43.5	-
Sigfox OG	14.5	-	22.5	43	26	-	13	23	-	-
NB-IoT DT B8	8	29	22	34	27	47	13	21	41	48
NB-IoT Vo B20	10.5	42	17	39	26	38	7	20	39	45

Agenda

1. Einführung
2. LPWAN, Technologische Übersicht
3. Testfelder für Konzept und Technologien
4. Experimenteller Vergleich der LPWAN Technologien
- 5. LPWAN Systemarchitektur**
6. Zusammenfassung und Ausblick

LPWAN Systemarchitektur Softwarearchitektur

we
focus
on
students



Agenda

1. Einführung
2. LPWAN, Technologische Übersicht
3. Testfelder für Konzept und Technologien
4. Experimenteller Vergleich der LPWAN Technologien
5. LPWAN Systemarchitektur
6. Zusammenfassung und Ausblick

- Ziel von mohESa ist die **Optimierung von elektrischen und thermischen Energieströmen** in gewerblichen Gebäuden von KMU.
- Durch die Funkübertragung kann die Installation minimal invasiv durchgeführt und damit Kosten eingespart werden.
- Die Datenübertragung wird mittels LoRaWAN und NB-IoT realisiert.
- NB-IoT bietet bei schwierigen Funk-Bedingungen (Keller, Tunnel) eine zuverlässigere Übertragung.
- Es wurde auf eine vorhandene LoRaWAN Infrastruktur aufgebaut, die durch NB-IoT in kritischen Bereichen ergänzt wurde.
- Die Daten werden für das Training von Modellen genutzt.

we
focus
on
students

Vielen Dank
für die Aufmerksamkeit

www.fh-dortmund.de

Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Christof Röhrig

Fachhochschule Dortmund
IDiAL – Institut für die Digitalisierung
von Arbeits- und Lebenswelten

Otto-Hahn-Str. 23
44227 Dortmund

Tel.: 0231/9112-8100
christof.roehrig@fh-dortmund.de