

---

# Herzlich Willkommen zum 11. Netzwerktreffen “Smart Cities & Smart Regions in Thüringen”

---

06.06.2024 in Ilmenau

```
[cpu] done  
[cpu] negative / negative / error / code xxx000b000000  
[cpu] done / negative / error 00100  
[cpu] error / error / restart  
[cpu] done / done / access / complete / operation 122 334  
[cpu] error  
[cpu] negative / analyzing / operation 332 330  
[cpu] preparation complete / code xxx000b000000
```



The image features a dark blue background with a complex network of white nodes and blue lines, resembling a digital or social network. A hand is visible in the lower-left corner, reaching towards the network. A semi-transparent dark blue rectangular box is positioned in the center-left, containing the text.

# Begrüßung & Ankommen



---

## **Hinweis:**

Wir machen Fotos.

Wer nicht fotografiert werden möchte,  
meldet sich bitte bei der DAT.



---

## Wer ist heute da?

Kurze Vorstellungsrunde


1. Name
2. Institution

# Agenda

---



1. Begrüßung
2. Autonomes Fahren (15-16)
  - Einführung Verkehrsangebot CAMIL (Automatisierte Kleinbusse in Ilmenau)
  - Gemeinsamer Rundgang: Autonomes FahrenIOV GmbH (**S. Höring**), THIMO (**Dr. C. Schauer**)
3. Leitbildprozess der Smart City Ilmenau – Input und Podiumsdiskussion (16-17)  
**Prof. Dr. J. R. Noennig, OB Dr. D. Schultheiß, S. Schöttmer** (IQIB GmbH, KTS), **Tino Wagner** (Stadt Ilmenau)
4. Erfahrungen aus dem Forschungsprojekt ThurAI: sensorbasierte Lösungen f. kommunale Problemstellungen  
TZLR, TU Ilmenau, IMMS (**S. Krug**), Stadtverwaltung Ilmenau (17-17:30)
5. LPWAN – Alternativen zu LoRaWAN (17:30-18)  
**Prof. Dr. J. Robert (TU Ilmenau)**
5. Sonstiges
6. Get-together

A hand is visible in the lower-left corner, pointing towards the center of the image. The background is a dark blue gradient with a complex network of glowing white and light blue nodes connected by thin lines, resembling a digital or data network. The overall aesthetic is modern and technological.

# Leitbildprozess der Smart City Ilmenau – Input und Podiumsdiskussion

– Prof. Dr.-Ing. Jörg Rainer Noennig –

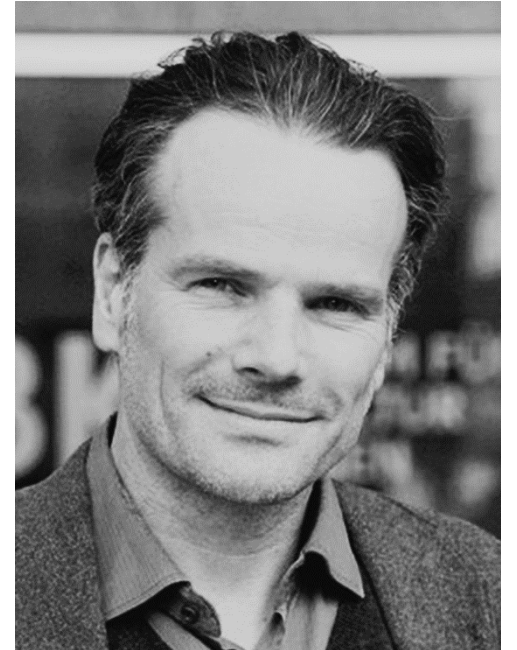
# Zur Person

**Jörg Rainer Noennig** Prof. Dr.-Ing.

Professor Digital City Science @ HCU Hamburg

Leiter WISSENSARCHITEKTUR Laboratory of Knowledge Architecture @ TU Dresden

- 1992-1998 Architekturstudium in Weimar, Krakau, Tokyo
- 1998-2001 Architekt in Tokyo
- 2001-2009 Wiss. MA an der TU Dresden
- 2007 Promotion an der Bauhaus Universität Weimar
- 2009-2015 Juniorprofessur Wissensarchitektur, TU Dresden
- 2015-2016 Vertretungsprofessur Industriebau TU Dresden
- Gastprofessuren u.a. in L'Aquila, Toulon, Voronezh, Tokyo





ilmenau

*himmelblau*

Leitbildentwicklung Smart City Ilmenau



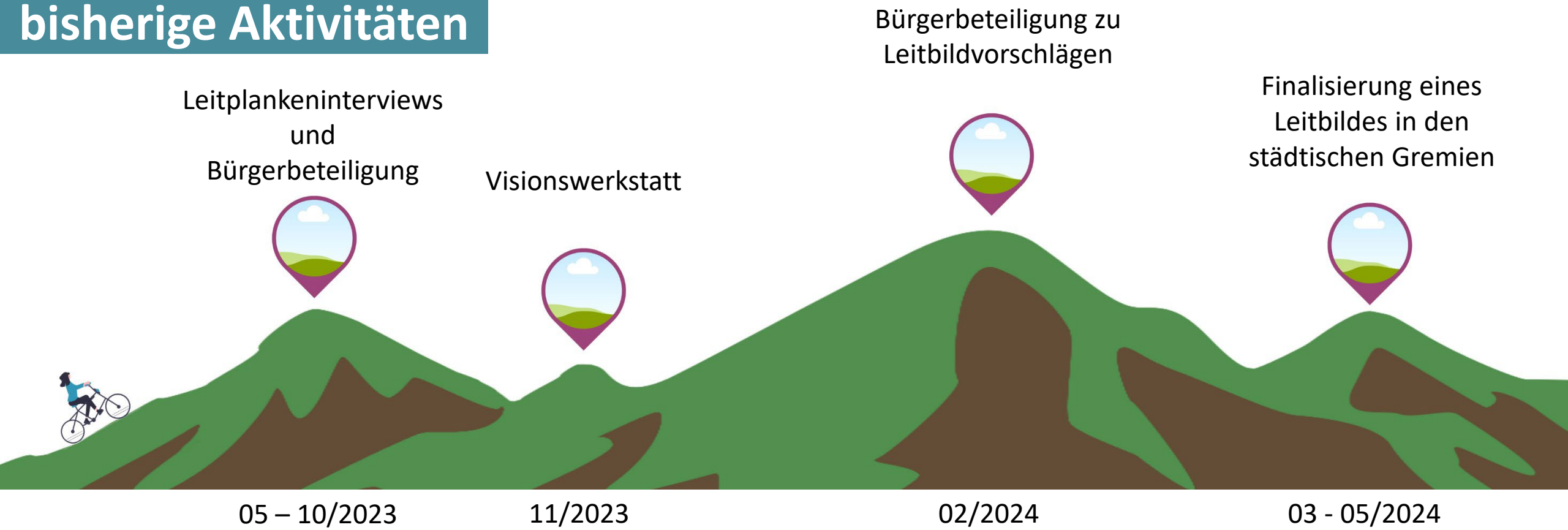
# Ziel der Leitbildentwicklung

Das Leitbild formuliert die **angestrebte Identität** der **Smart City Ilmenau**.

Es dient als Ausgangspunkt und Zieldefinition für **angestrebte Veränderungen** und bietet **Orientierung und Handlungssicherheit** für die Entwicklung einer Smart City Strategie und deren Umsetzung.

In Leitsätzen werden **Kernaussagen** über grundlegende **Werte, Ziele** und **Erfolgskriterien** getroffen.

# bisherige Aktivitäten



regelmäßiger **Austausch** zu den Netzwerktreffen „Smart Cities / Smart Regions Thüringen“  
Teilnahme an den Informations- und Transferangeboten der KTS

Welche **Herausforderungen** der Stadt können/sollen im Smart City Kontext [aus Sicht des Fachamtes/der Abteilung] bearbeitet werden?

Welche **strategischen Themen und Visionen** sollten sich im Leitbild wiederfinden?

# Herausforderungen

**Vernetzung:** Vernetzung innerhalb der Verwaltung verbessern (z.B. WiFö zum Bearbeitungsstatus von Unternehmensprojekten) | Einbindung der TU Ilmenau in die Stadtentwicklung

## **Verwaltungsdigitalisierung:**

- E-Government (x2) | Digitalisierung der Prozesse Verbesserung kommunaler Prozesse und Dienstleistungen | Effizienzsteigerung bei Verwaltungsprozessen | Verwaltungsprozesse zu digitalisieren und ggf. zu optimieren (x2)
- Zugang der Ortsteile zur Verwaltung (Terminvergabe, Terminals vor Ort)
- Digitalisierung der Prozesse (möglichst medienbruchfrei, zielsicher entscheiden können, Befähigung/Berücksichtigung aller Einwohner)

## **Tourismus- Infrastruktur (x2)**

## **Digitale Dorfentwicklung**

## **Mobilität:**

Mobilität (x2) (Einbindung Ortsteile, aber auch in der Innenstadt - von den Verkehrsknotenpunkten in die Innenstadt) | Mobilität in den Ortsteilen

## **Konkrete Projektvorschläge**

- Straßenzustandsüberwachung
- Einbau von smarten Bauteilen im Zuge von investiven Baumaßnahmen

## **Übergeordnete Ziele:**

- Gesamtbetrachtung aller Entwicklungskonzepte der Stadt
- Nachhaltigkeitsziele
- gesellschaftliches Umdenken ist notwendig

## **Datenmanagement und Datenschutz:**

mehr als nur Datensammeln und -management | Aufklärung zu Datenschutzthemen sowie Informationssicherheit bzgl. Umsetzung OZG | Dokumentation von Infrastruktur (z.B. WAVI), einpflegen

# strategische Themen und Visionen

## Gemeinwohl stärken:

- starke Gemeinwohlorientierung (ausschließlich Bürger sollen Nutznießer der Maßnahmen sein)
- Lebensqualität der Bürger\*innen erhöhen (x2)
- „Der Bedarf der Menschen in unserer Stadt gehört in den Mittelpunkt, nicht die Angebote digitaler Dienstleister“

## Verwaltung digitalisieren:

- Digitale Werkzeuge können sinnvolle und wertvolle Unterstützung für Verwaltungsabläufe bieten.
- E-Government | Erbringung der Dienstleistungen des Amtes | Arbeitsschritte in der Verwaltung optimieren/ vereinfachen (x2)
- Transparenz erzeugen

## Mobilität und Versorgung verbessern:

- Mobilität (x3) in den Ortsteilen (Anbindung ermöglichen, Nutzung in OT erhöhen), Anbindung, Erreichbarkeit
- Aspekte, wie ÖPNV-Anbindung und die Möglichkeit der Nahversorgung müssten natürlich ebenfalls angegangen werden.

## Beteiligung für alle ermöglichen:

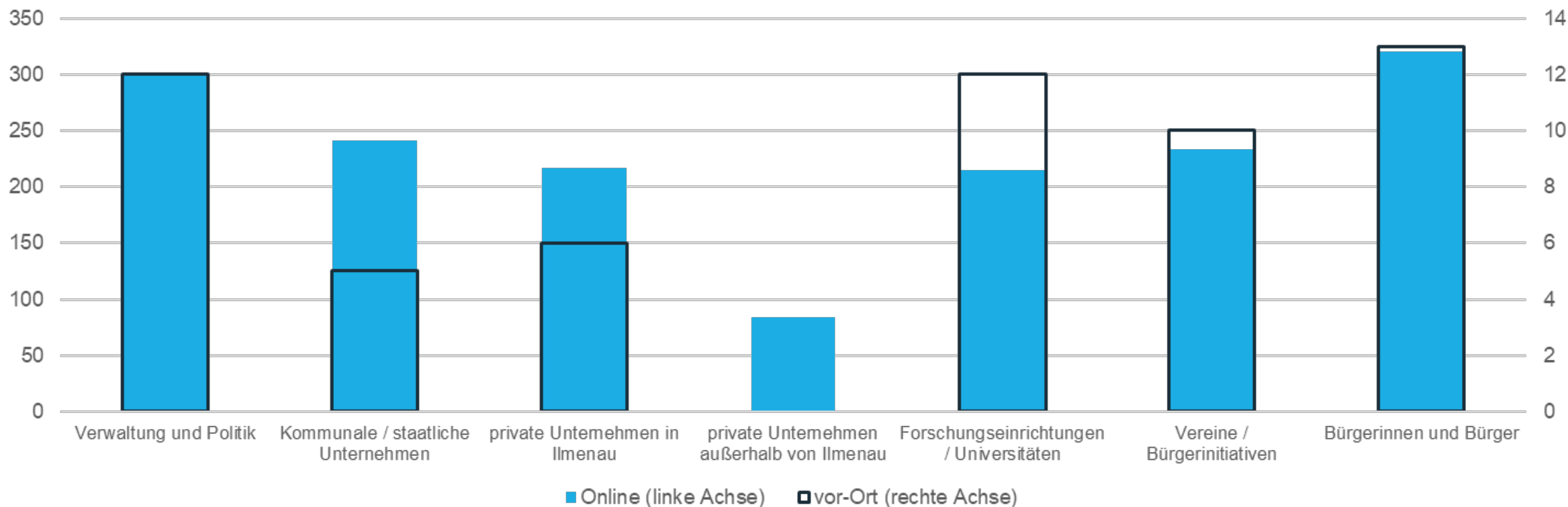
- Alle Bevölkerungsgruppen zur Teilnahme motivieren und befähigen(x3)
- Öffentlichkeitsbeteiligung nicht auf Informationen, beschränken sondern wirklichen Austausch ermöglichen
- Ortsteile einbinden
- Der Ortsbeauftragte sollte an der Spitze einer Gruppe von „Dorfkümmerern“ stehen, die den Prozess gestalten"

## Weitere Themen:

- Digitale Dorfentwicklung
- Tourismus-Infrastruktur
- Ergeben sich aus Nachhaltigkeits-Zielen
- Visionen für Zeithorizonte (Ilmenau in 2023 / 2040 / 2050)
- weiche & harte Standortfaktoren positiv gestalten
- Vernetzung (x2) | gemeinsame Vision mit der TU Ilmenau entwickeln
- Marketingaspekte

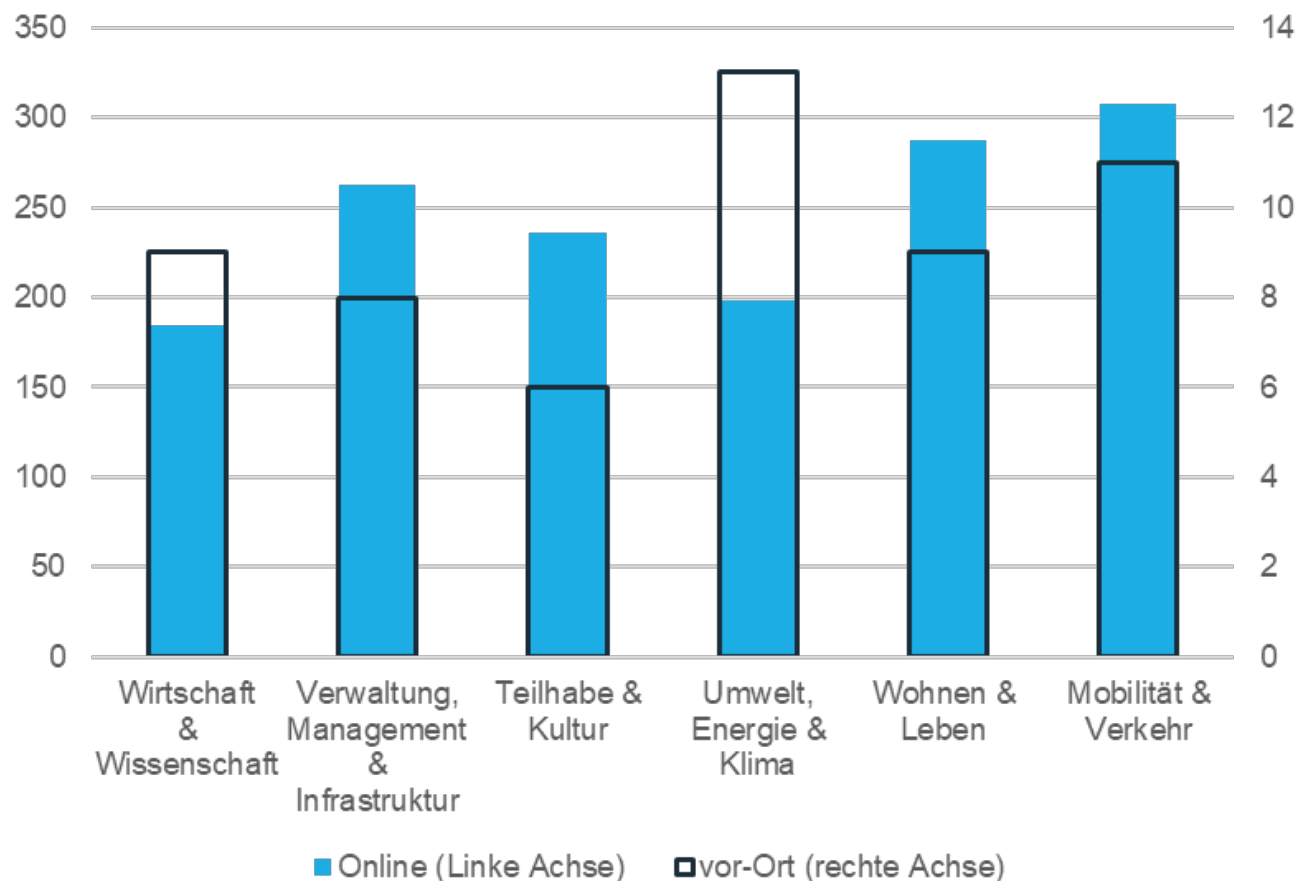
# Ergebnisse der ersten Bürgerbeteiligung

Welche Akteure oder Akteursgruppen müssen für die erfolgreiche und nachhaltige Entwicklung Ilmenauer zu einer Smart City besonders einbezogen werden?

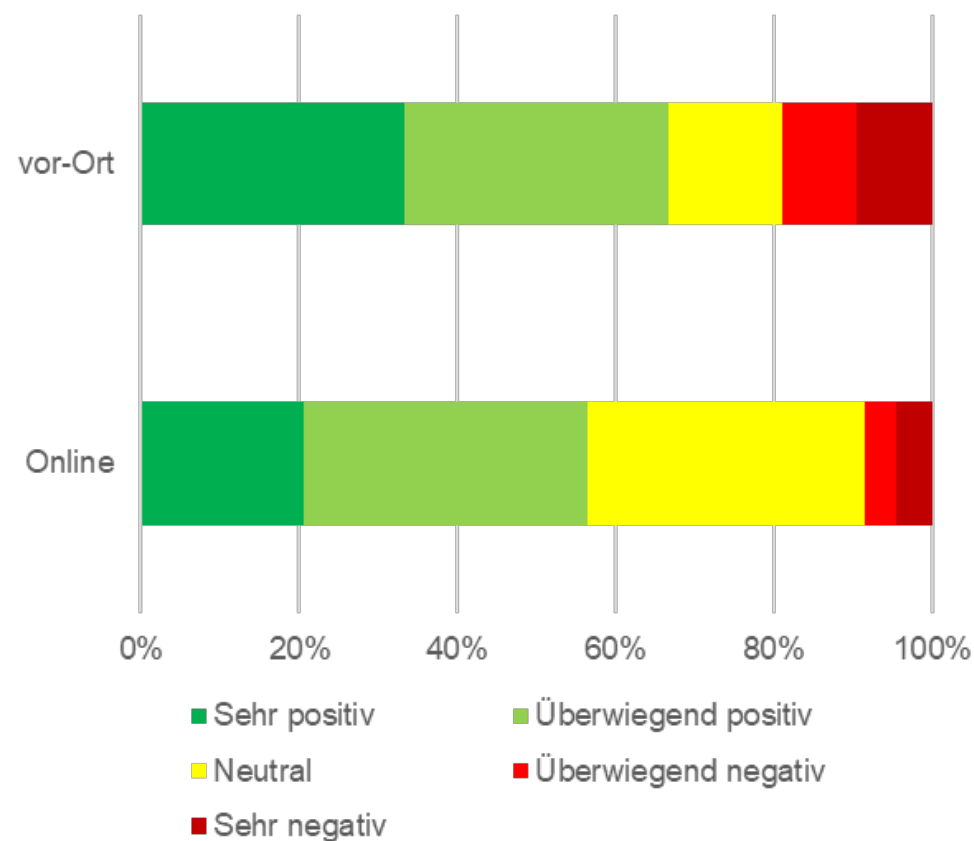


# Ergebnisse der ersten Bürgerbeteiligung

## In welchen Bereichen finden Sie eine smarte Stadtentwicklung besonders wichtig?

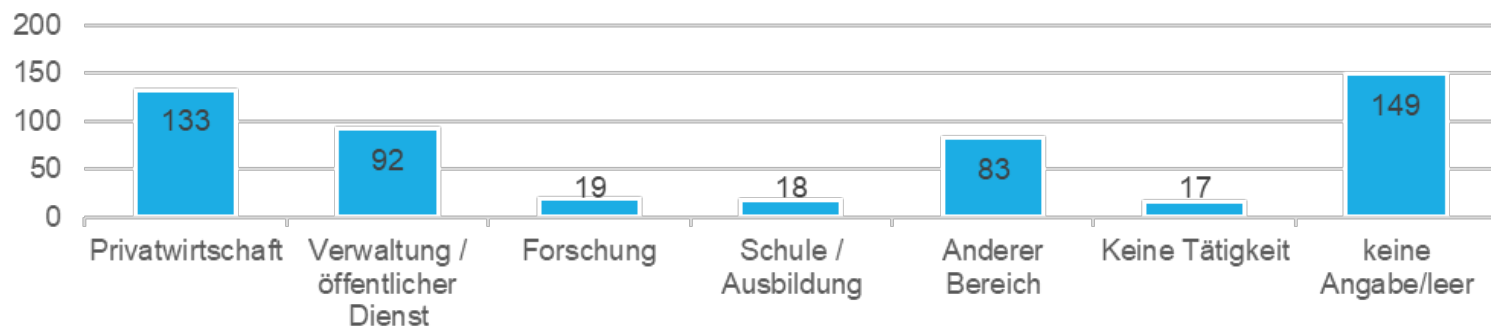


## Wie bewerten Sie das Konzept einer Smart City?

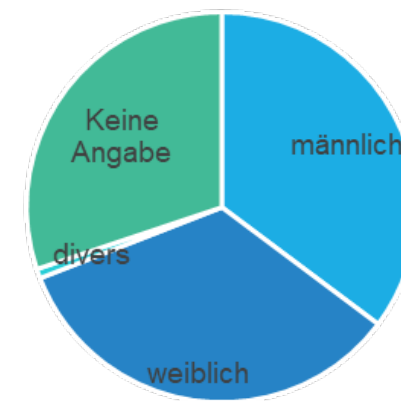


# Ergebnisse der ersten Bürgerbeteiligung

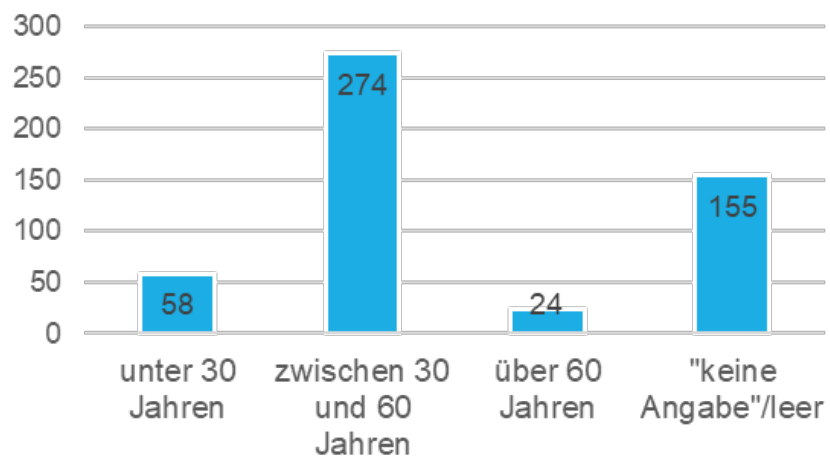
## Tätigkeitsbereich



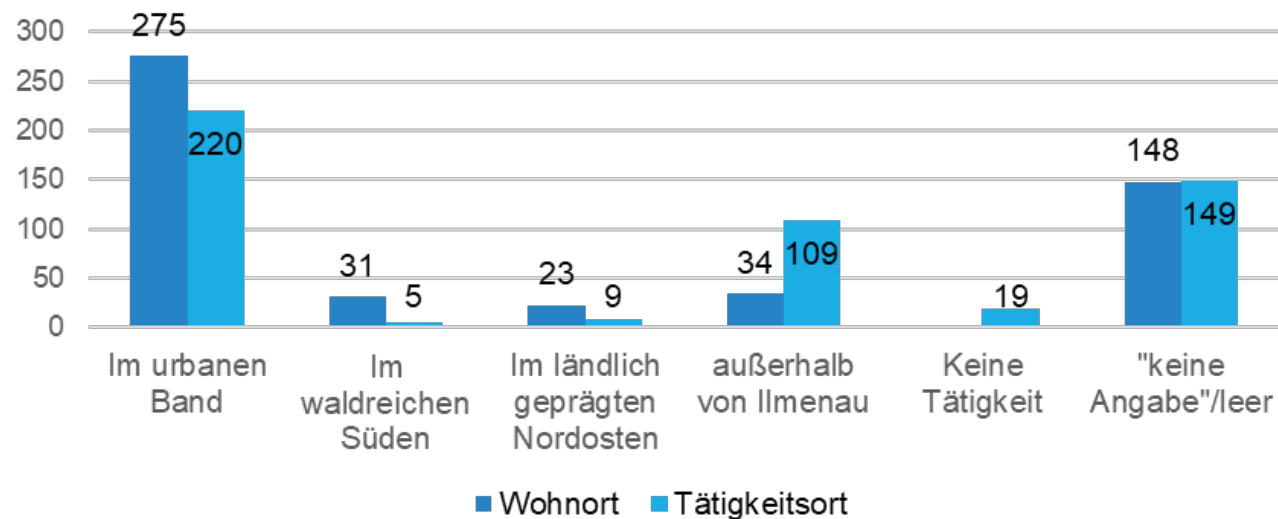
## Geschlecht



## Altersgruppe

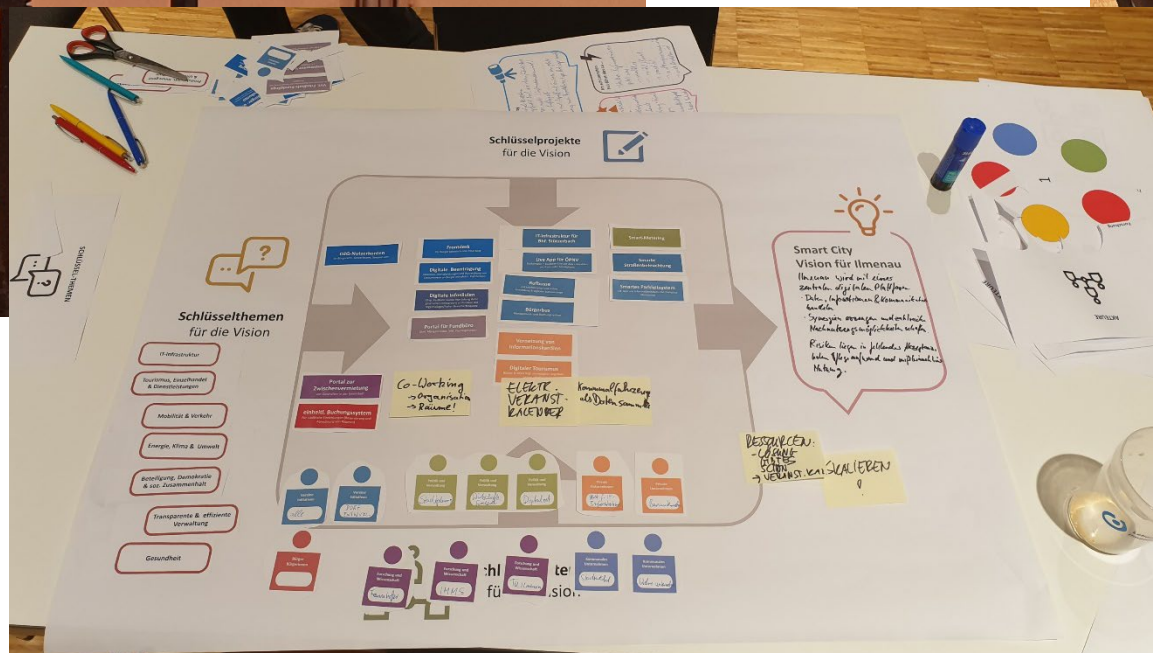
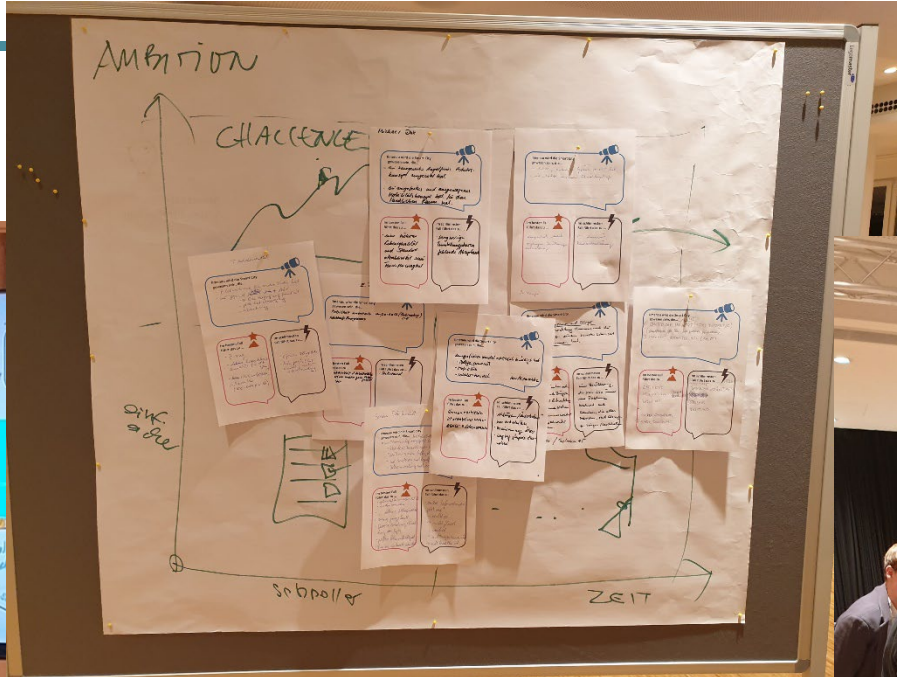


## Räumliche Aufteilung





# VISIONSWERKSTATT



**Attraktivität** durch eine bürgerzentrierte Digitalisierung steigern

**Innovationskraft** durch die Vereinbarkeit von Arbeit, Wohnen und Bildung im ländlichen Raum sichern

**Infrastrukturen** für Ilmenau: gesund, vernetzt und erreichbar

## **Attraktivität durch eine bürgerzentrierte Digitalisierung steigern**

Die Attraktivität Ilmenaus wird für und mit den Bürgern gestaltet, um die Lebensqualität zu steigern und dem demografischen Wandel entgegen zu wirken. Der Einsatz digitaler Methoden kann dabei bspw.

- Maßnahmen zur besseren und direkteren Teilnahme/Teilhabe an kommunalen Entscheidungen
- Projekte, die die Identität, Kultur und Gemeinschaft fördern unterstützen.

## **Innovationskraft durch die Vereinbarkeit von Arbeit, Wohnen und Bildung im ländlichen Raum sichern**

Das vernetzte Arbeiten, Wohnen und Lernen im naturnahen, ländlichen Raum wird unterstützt, bspw. durch

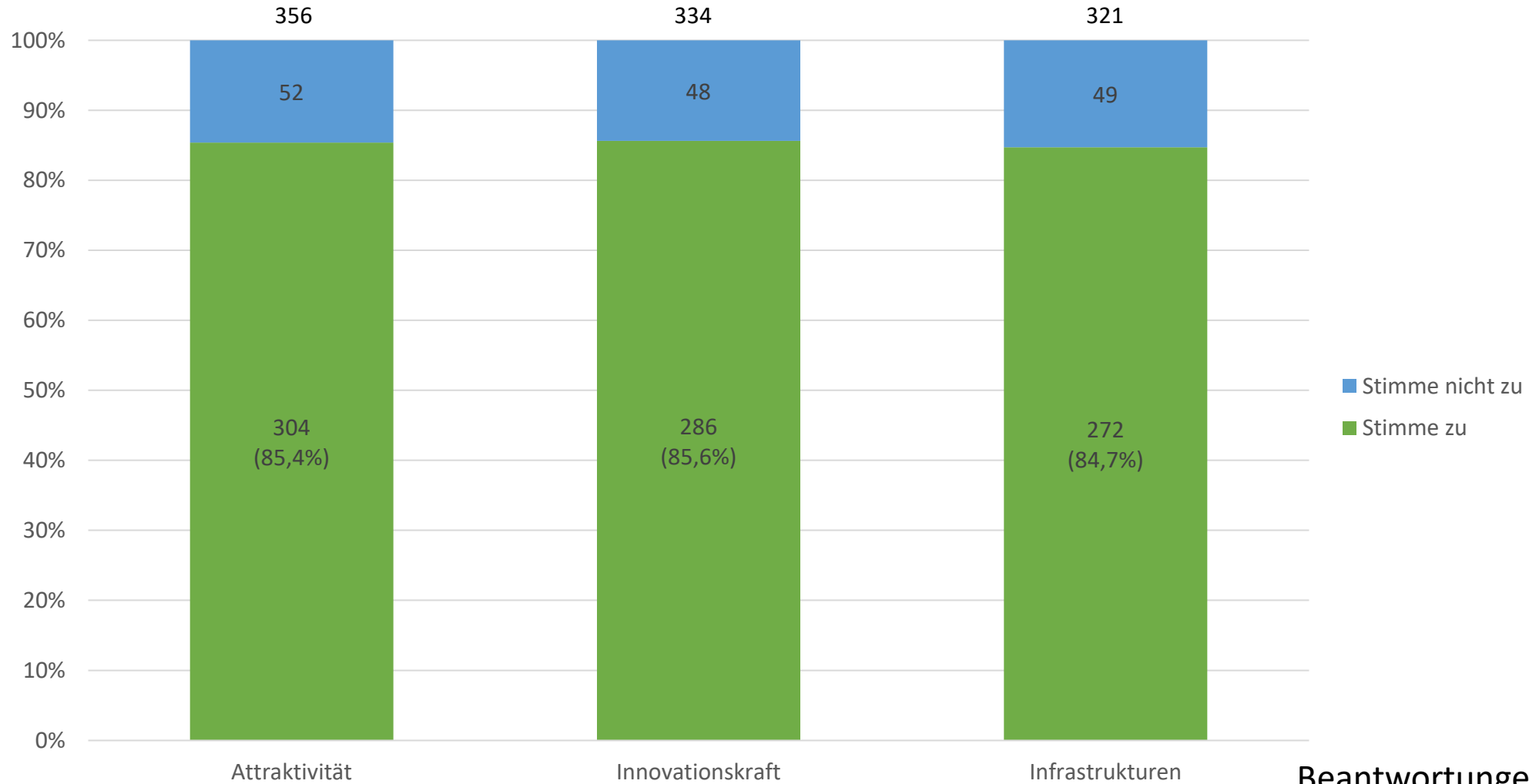
- eine effiziente und nachhaltige Erreichbarkeit des gesamten Stadtgebiets,
- eine nachhaltige Stadtplanung und Quartierskonzepte,
- die Festigung des Bildungsstandortes, insbesondere der TU Ilmenau und
- Partnerschaften zwischen Verwaltung, öffentlichen und privatwirtschaftlichen Unternehmen, Bildungs- und Forschungseinrichtungen und weiteren Akteuren, um Innovationskräfte freizusetzen

## **Infrastrukturen für Ilmenau: gesund, vernetzt und erreichbar**

Ilmenau und seine Ortsteile sollen durch die Schaffung digitaler Infrastrukturen besser vernetzt und erreichbarer werden. Dabei werden folgende Bereiche besonders berücksichtigt:

- Projekte zur Stärkung der Gesundheitsversorgung
- Vernetzung des sozialen und zivilgesellschaftlichen Lebens in den Ortsteilen und in der Kernstadt auf digitalen Plattformen
- neue Formen der öffentlichen und privaten Mobilität, die nachhaltig und für alle zugänglich sind





# Ergebnisse der zweiten Bürgerbeteiligung



Beantwortungen insgesamt: 365  
davon abgeschlossen: 256  
davon nicht abgeschlossen: 109


# Ergebnisse der zweiten Bürgerbeteiligung

Bitte ordnen Sie die drei zuvor genannten Leitsätze in der Reihenfolge ihrer Bedeutung für Sie ein, wobei der erste Punkt der wichtigste ist:

Rang	Werte	Rangverteilung	Punkte	Wertungen
1.	„Infrastrukturen für Ilmenau: gesund, vernetzt und erreichbar“		627	294
2.	„Innovationskraft durch die Vereinbarkeit von Arbeit, Wohnen und Bildung im Ländlichen sichern“		622	296
3.	„Attraktivität durch eine bürgerzentrierte Digitalisierung steigern“		512	293
		Niedrigste  Höchste		

Anzahl Antworten: 297

## Finale redaktionelle Rückmeldung durch die Stadtratsfraktionen Beschluss zum Stadtrat am 16.05.2024

**Stadt Ilmenau** 

**BESCHLUSSVORLAGE** Drucksachen-Nr. 050/24

**eingereicht von:** **Datum:**  
Dr. Daniel Schultheiß 23.04.2024  
Oberbürgermeister

---

Der Beschluss ist der Rechtsaufsicht zur  Anzeige bzw.  Genehmigung nicht vorzulegen.

Beratungsfolge	Termin	Behandlung	Beratungszweck	Zustimmung	
				ja	nein
Haupt- und Finanzausschuss	02.05.2024	öffentlich	Vorberatung		
Stadtrat	16.05.2024	öffentlich	Beschlussfassung		

**Kurztitel:** Smart City Leitbild „Ilmenau – Smart City aus eigener Kraft“

**Beschlussvorschlag:**  
Der Stadtrat der Stadt Ilmenau beschließt das im gemeinschaftlichen Prozess zwischen Stadtratsfraktionen, Stadtverwaltung, Einwohnerinnen und Einwohnern sowie Wirtschaft und Wissenschaft erarbeitete Smart City Leitbild „Ilmenau – Smart City aus eigener Kraft“.



**Ilmenau**  
Smart City aus eigener Kraft

Auf der Basis bereits erarbeiteter Rahmendokumente zur Entwicklung der Stadt Ilmenau sowie mehrerer Beteiligungsphasen wurden Leitsätze und ein erstes Leitbild für den Weg Ilmenaus hin zu einer Smart City „aus eigener Kraft“ entworfen. Das Leitbild orientiert sich an drei Leitsätzen: 1) Attraktivität Ilmenaus durch eine bürgerzentrierte Digitalisierung; 2) Innovationskraft durch die Vereinbarkeit von Arbeit, Wohnen und Bildung im ländlichen Raum sichern; 3) Gute Infrastrukturen für Ilmenau: kommunikativ, gesund, vernetzt und erreichbar. Diese drei Leitsätze werden künftig zu einer umsetzbaren Smart City Strategie mit konkreten Handlungsfeldern weiterentwickelt.



# Learnings

- gemeinsames Verständnis von einer „Smart City“ ist notwendig und braucht Zeit
- kontinuierliche Kommunikation und Moderation wichtig
- Erfahrungen mit Online-Beteiligungsformaten und gepflegte Social-Media-Kanäle von Vorteil
- Präsenzbefragungen brauchen viel Ressourcen
- Mischung der Teilnehmergruppen zur Visionswerkstatt rückte den Bürger mehr in den Fokus (selbst bei den Stadtplanern und Wohnungsgesellschaften)
- Vision/Leitbild vs. konkrete Projektideen vs. Buzzwords (für Förderformate)
- Fraktionen sehen die Notwendigkeit, dass man kontinuierlich das Thema bearbeiten muss, treffen aber keine Aussagen zu Ressourcen

---

**Fragen?**



# Koordinierungs- und Transferstelle Modellprojekte Smart Cities - Wissenstransfer

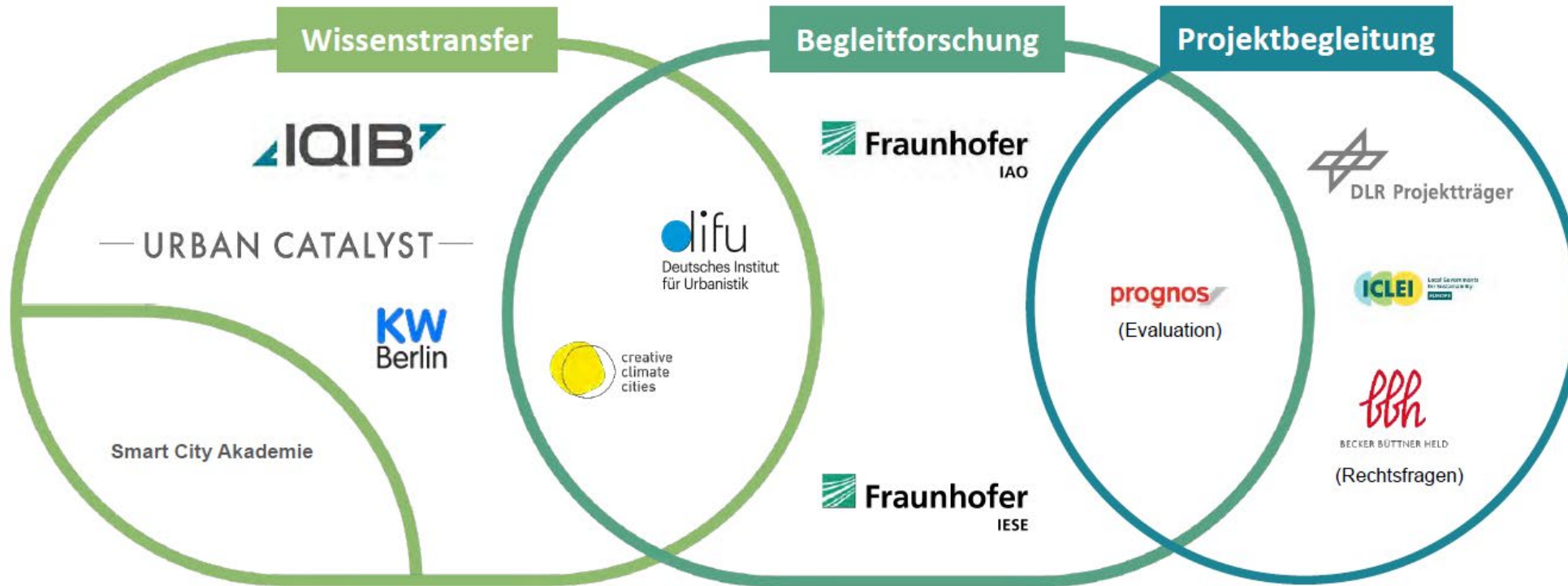


Bundesministerium  
für Wohnen, Stadtentwicklung  
und Bauwesen



# Wer wir sind- Das Konsortium

## Koordinierungs- und Transferstelle Modellprojekte Smart Cities (KTS)



# Smarte Angebote für alle Kommunen



Simone Schöttmer  
IQIB GmbH



SmartCities@dlr.de



030 67055 9999



[www.smart-city-dialog.de](http://www.smart-city-dialog.de)



Startsmart@iqib.de



02641 973 560

Mehr erfahren



Bundesministerium  
für Wohnen, Stadtentwicklung  
und Bauwesen



# Wissen aus und für alle Kommunen - Wissenstransfer




Wissens- und  
Vernetzungsplattform

Start Smart,  
CDO-Forum

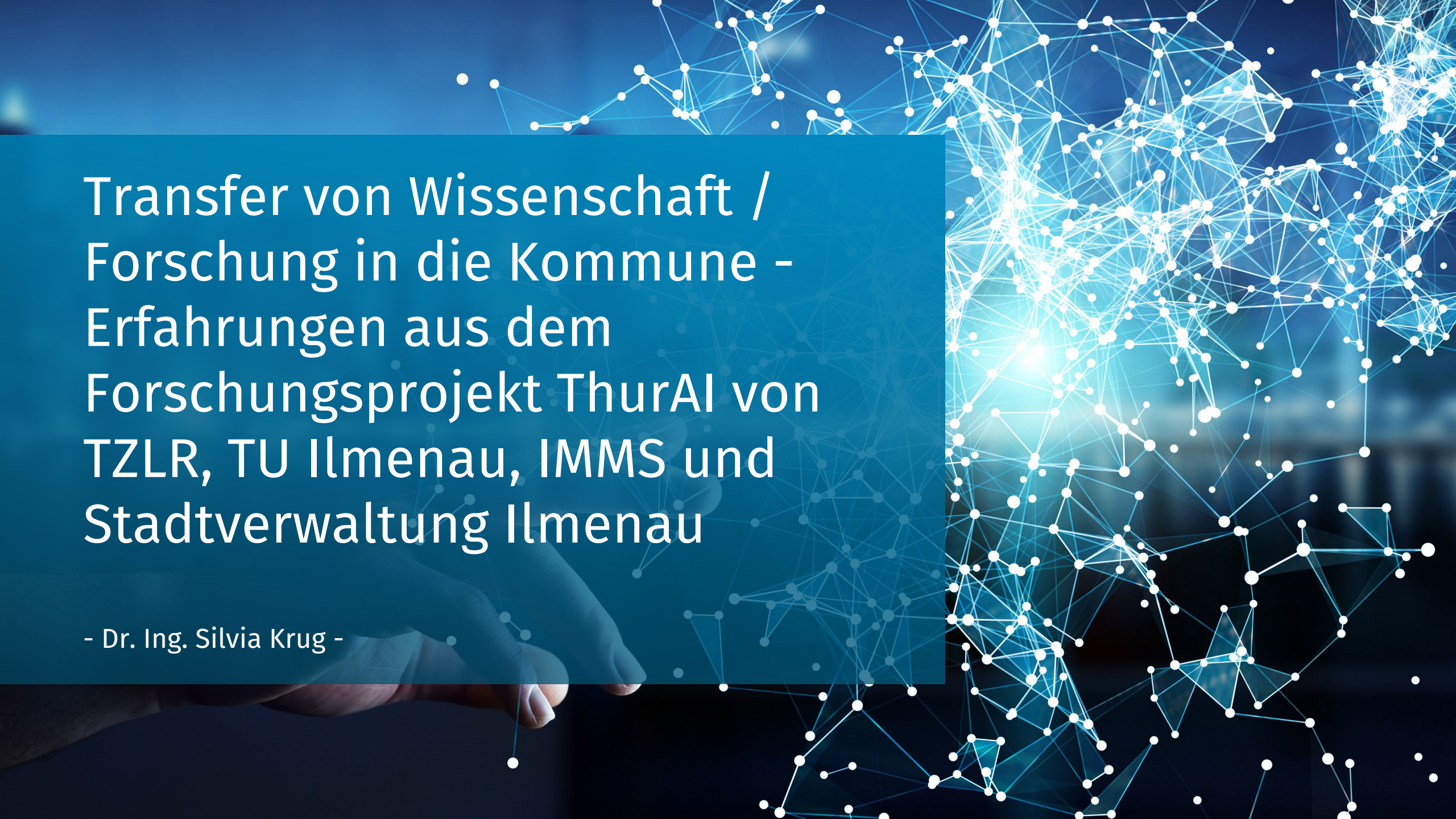


Erfahrungsaustausch  
im Smart City Dialog

Smart City Akademie 

Wissenstransfer in  
die Öffentlichkeit 



A hand is visible in the lower-left corner, pointing towards the right. The background is a dark blue gradient with a complex network of glowing white and light blue nodes connected by thin lines, resembling a data network or a molecular structure. The text is overlaid on a semi-transparent dark blue rectangular area.

Transfer von Wissenschaft /  
Forschung in die Kommune -  
Erfahrungen aus dem  
Forschungsprojekt ThurAI von  
TZLR, TU Ilmenau, IMMS und  
Stadtverwaltung Ilmenau

- Dr. Ing. Silvia Krug -



**IMMS**

INSTITUT FÜR MIKROELEKTRONIK- UND  
MECHATRONIK-SYSTEME GEMEINNÜTZIGE GMBH

## **Transfer von Wissenschaft / Forschung in die Kommune – Erfahrungen aus dem Forschungsprojekt ThurAI**

---

11. Netzwerktreffen „Smart Cities & Smart Regions“ in Thüringen

Silvia Krug, IMMS

Ilmenau, 2024-06-06





- Kurzvorstellung thurAI
- Kurze Vorstellung der einzelnen Lösungen für die Stadt Ilmenau
- Erfahrungen beim Transfer in die Kommune
  - Was existiert am Ende eines Forschungsprojektes
  - Was muss getan werden, um die Lösungen in den Betrieb der Kommune zu überführen
  - Was wären mögliche Schritte zur Überführung in Produkte?

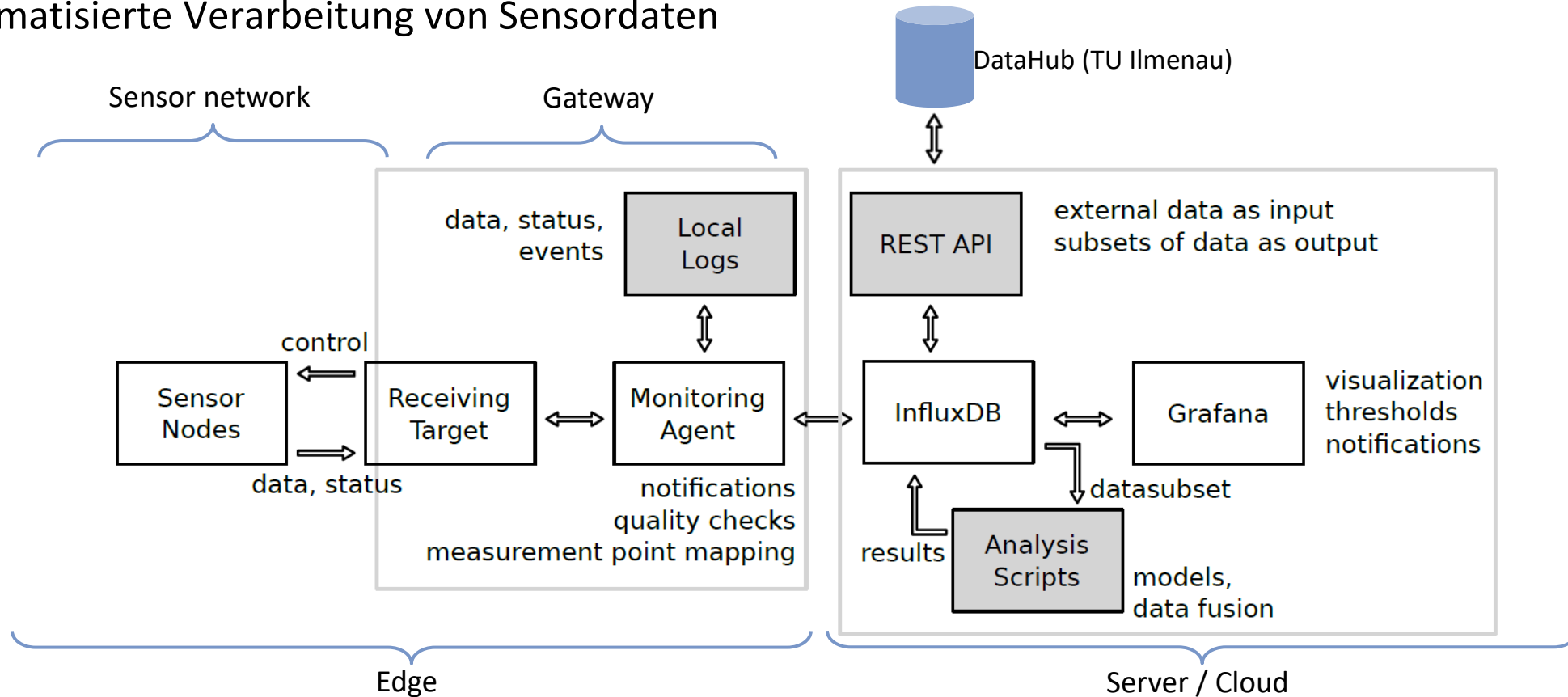


## Projekt thurAI

- Idee: sensorbasierte Lösungen für kommunale Problemstellungen am Beispiel von Ilmenau
  - **Kurklima-Überwachung** (DWD-Gutachten entscheidet über Status)
    - DWD-Messung nur in großen zeitlichen Abständen (10 Jahre)
    - zeitlich grobgranulare Werte erlauben keine Korrelation mit Ereignissen
  - **Straßenlampenüberwachung**
    - alte Substanz, Austausch gegen moderne, ggf. smarte Lampen unrealistisch; häufige Defekte
    - Wunsch nach zügigerer Erkennung, ohne auf Meldungen von Bürger:innen angewiesen zu sein
  - **Verkehrsmonitoring**
    - Verkehrszählung mit vorhandener (Radar-) Technik nur punktuell und zeitlich begrenzt möglich
    - darüber hinaus mehr Informationen zu Verkehrsströmen über längere Zeiträume sinnvoll für Verkehrsplanung, Betrachtung des Einflusses von Sperrungen etc.
    - Zusätzlich Betrachtung von Lärm (Pegel, Ursprung anhand Klangereignisklassifikation)

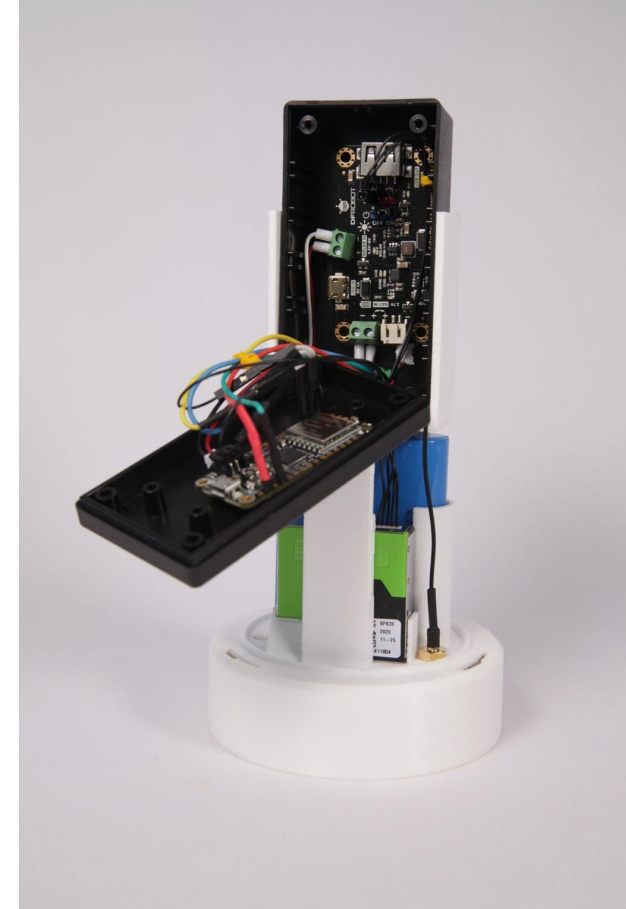
# Smarte Sensorik – Plattform

- geeignete Systemarchitekturen
- Datenerfassung, -übertragung, -speicherung und -visualisierung
- automatisierte Verarbeitung von Sensordaten



# Anwendungsfall – Feinstaubüberwachung

- Monitoring von Feinstaub (4 Granularitäten) und Mikroklima (Temperatur, Luftfeuchte)
  - Komplementierung der vorgeschriebenen DWD-Messungen
  - weniger präzise, dafür deutlich höhere zeitliche Auflösung
    - kontinuierliche statt aggregierte Messung
- Eigenentwicklung drahtloser Funksensorknoten
  - Energieversorgung solar + Pufferakku
  - Kommunikationslösung auf Basis LoRaWAN
  - Implementierung in den Knoten, Anbindung an Gateway
- Visualisierung per Grafana-Dashboard
  - zusätzliche Anbindung an Smart City Data Hub (TU Ilmenau)
- Deployments:
  - Ilmenau OT Stützerbach, Manebach und Frauenwald



# Anwendungsfall – Feinstaubüberwachung

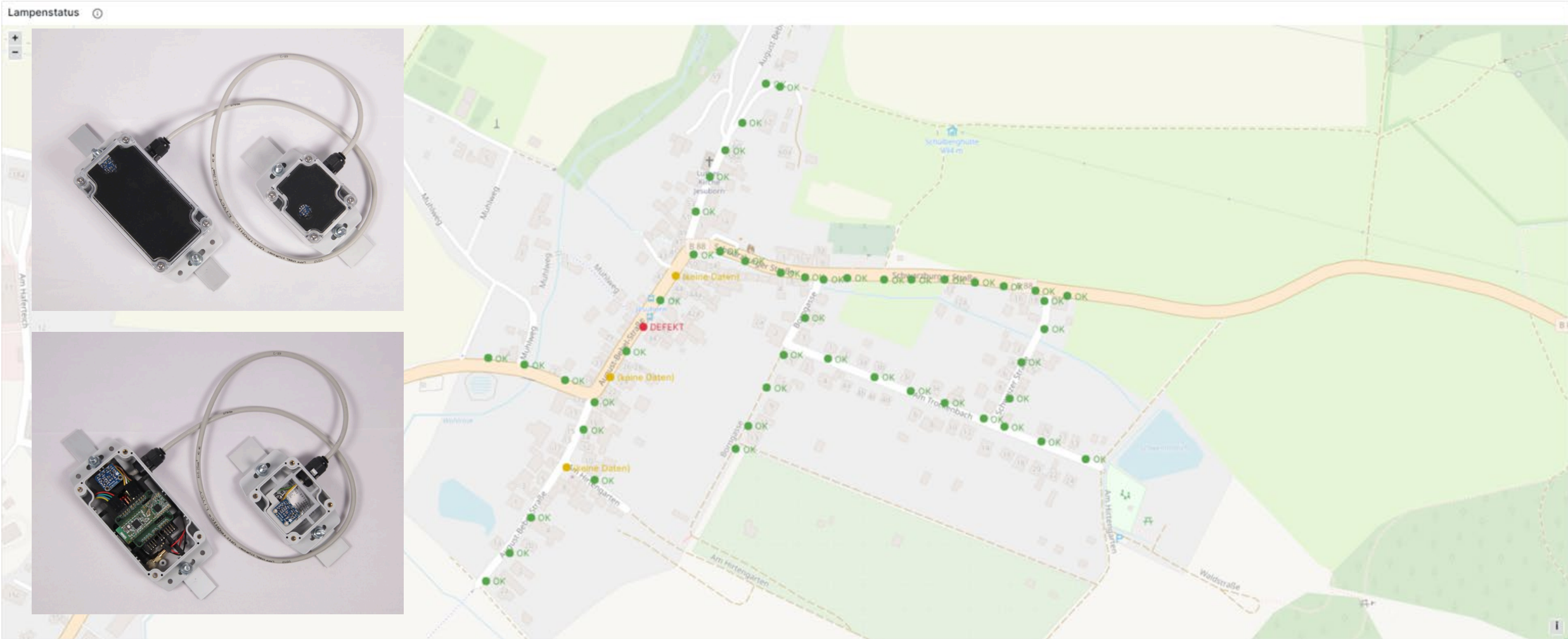


# Anwendungsfall – Straßenlampenüberwachung

- Optische Erkennung von Lampendefekten (Ausfall, Flackern) als Nachrüstlösung
  - Ausfallerkennung (produktiv)
  - Flackererkennung
- Eigenentwicklung drahtloser Funksensorknoten (Elektronik), verschiedene Varianten
- Kommunikationslösung auf Basis LoRaWAN (Implementierung in den Knoten, Anbindung an Gateway)
  - zur Laufzeit parametrierbare Sensorknoten
  - batteriebetrieben mit optimiertem Energieverbrauch
- Visualisierung per Grafana-Dashboard, zusätzliche Anbindung an Smart City Data Hub (TU Ilmenau)
- Deployments:
  - Ilmenau OT Jesuborn: Gateway + 54 Knoten



# Anwendungsfall – Straßenlampenüberwachung

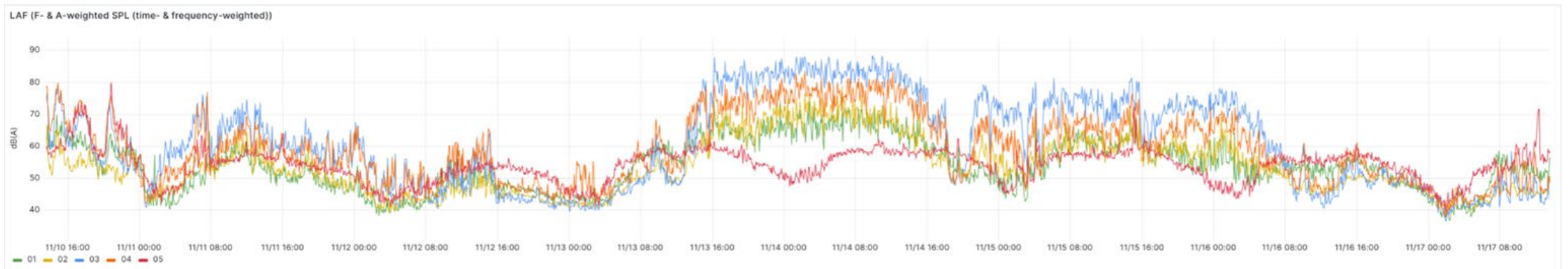
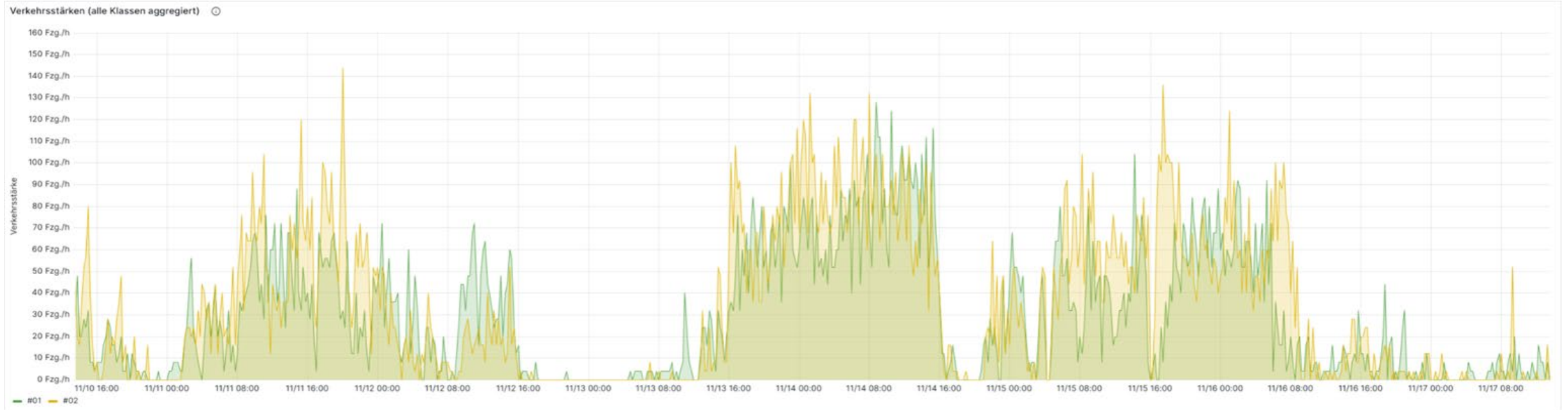


# Anwendungsfall – Verkehrs- und Lärmmonitoring

- Intelligente Lärmsensoren als Ergebnis aus vorherigem Projekt StadtLärm für Betrieb an Lichtmasten mit Akkupufferung Nachtstrom
  - Aufbau modifiziert, CPU-Plattform aufgewertet
  - Systemarchitektur zur Datenerfassung modifiziert
  - verbesserte Algorithmen (FhG IDMT, nicht im Projekt)
- Anwendungsfälle:
  - akustische Verkehrszählung (KI-basiert)
  - Klangereignisdetektion (KI-basiert)
  - Lärmpegelmessung in Anlehnung an die TA Lärm
- Visualisierung per Grafana-Dashboard



# Smarte Sensorik für Smart Cities – Verkehrs- und Lärmmonitoring





## Transfer der Ergebnisse

# Transfer in die Kommune

---

- Ergebnis am Ende eines Forschungsprojektes
  - Prototyp der Lösung zum Nachweis der Funktionalität
- Offene Punkte
  - Vollständige Systemtests / Tests unter realen Bedingungen
  - Dokumentation zur Übergabe und Wartung / Weiterbetrieb
  - Integration in kommunale IT
- Unterschiede zu kommerzieller Lösung
  - Keine Garantie
  - Kein Bedienungshandbuch
  - Nicht unbedingt auf Bedienung und/oder Wartung durch Dritte ausgelegt

- Was muss getan werden, um die Lösungen in den Betrieb der Kommune zu überführen?
  - Dokumentation für Weiterbetrieb und Wartung
  - Klärung der Übernahme von Wartungsarbeiten (bei größeren Problemen)
  - Schaffung Infrastruktur auf Seiten der Kommune zum Betrieb der Lösung
    - aktuell laufen die Daten in Ilmenau noch bei den Forschungseinrichtungen auf
    - Stabile Versorgung der Systeme mit Strom und Internet
      - z.B. Bereitstellung von SIM-Karten
    - Eigenes Hosting der Daten oder Klärung Weiterbetrieb der externen Lösung (Kostenübernahme)
    - Einbindung der Daten in städtische Portale
  - Aufzeigen der Potentiale der Lösung für die Bewohner
    - Integration in Webseiten der Stadt (z.B. Bürgerservice)

- Was wären mögliche Schritte zur Überführung in Produkte?
  - Finden eines Verwertungs- / Fertigungspartners
  - Überführung der Lösung vom Prototyp in ein automatisiert fertigbares Produkt
  - Konzeption einer Gesamtlösung für Kommunen, um diese von bestimmten Arbeiten zu entlasten
    - Einbindung in IT-Netzwerke
    - Datenhaltung
    - Visualisierung
- Dafür geeigneten Projektrahmen finden
  
- Ziel: Lösungen auch für andere Nutzer / Kommunen verfügbar machen



**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit! – Fragen?**





# LPWAN – Alternativen zu LoRaWAN

- Prof. Dr.-Ing. Joerg Robert -

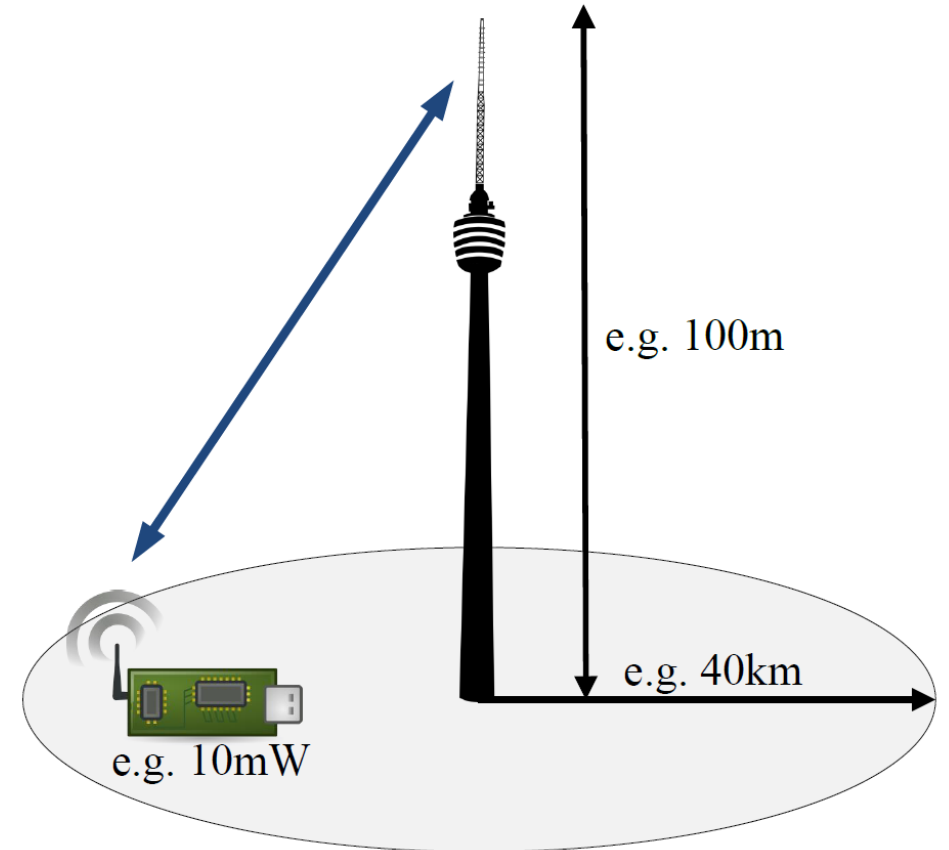
# LPWAN Alternativen zu LoRaWAN

Prof. Dr.-Ing. Jörg Robert

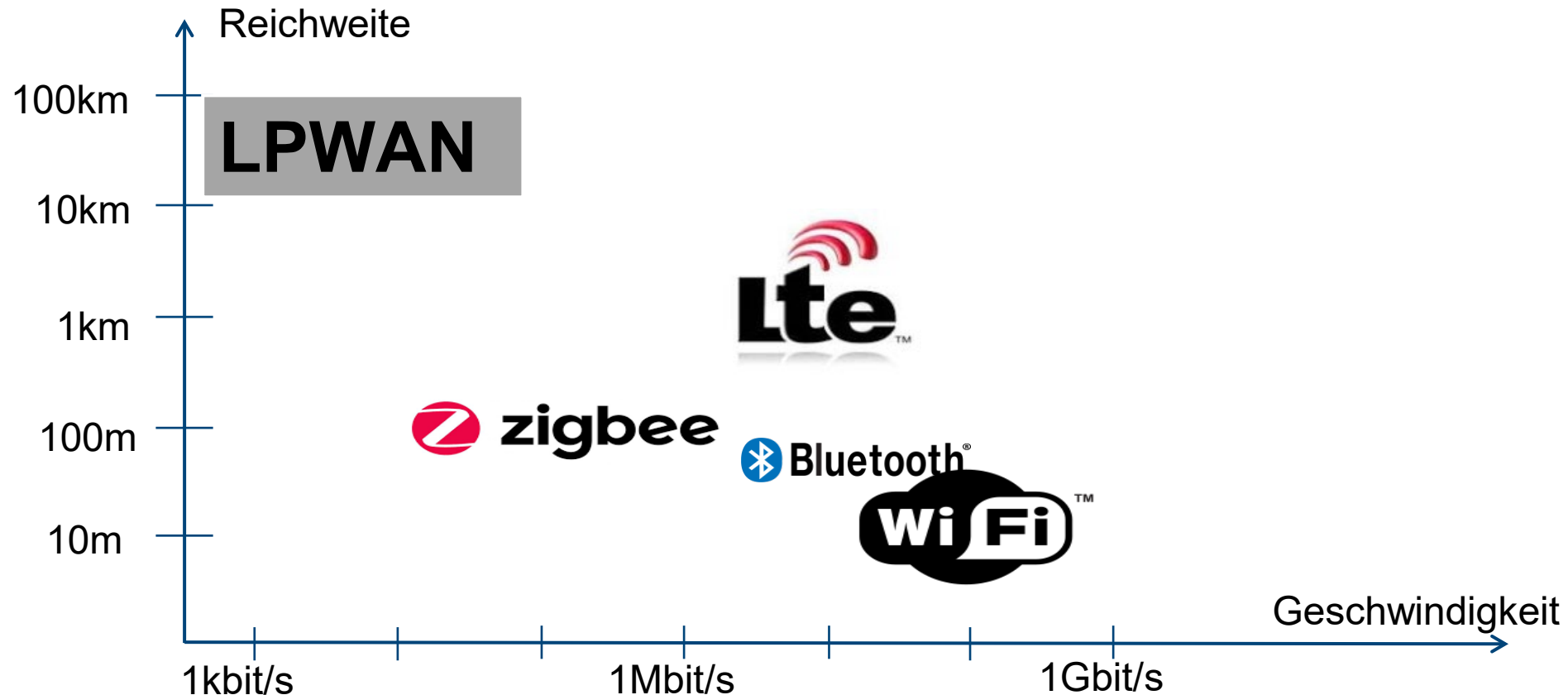


# Was sind LPWAN?

- Low Power Wide Area Network (LPWAN)
- Hohe Empfindlichkeit/Reichweite
- Geringe „Bandbreite“
- Geringe Datenmengen je Paket (~ 20 Byte)
- Sehr günstige Endgeräte
- Fokus auf Uplink-Verkehr vom Sensor zur Cloud
- Exponierte Antennen der Basisstationen

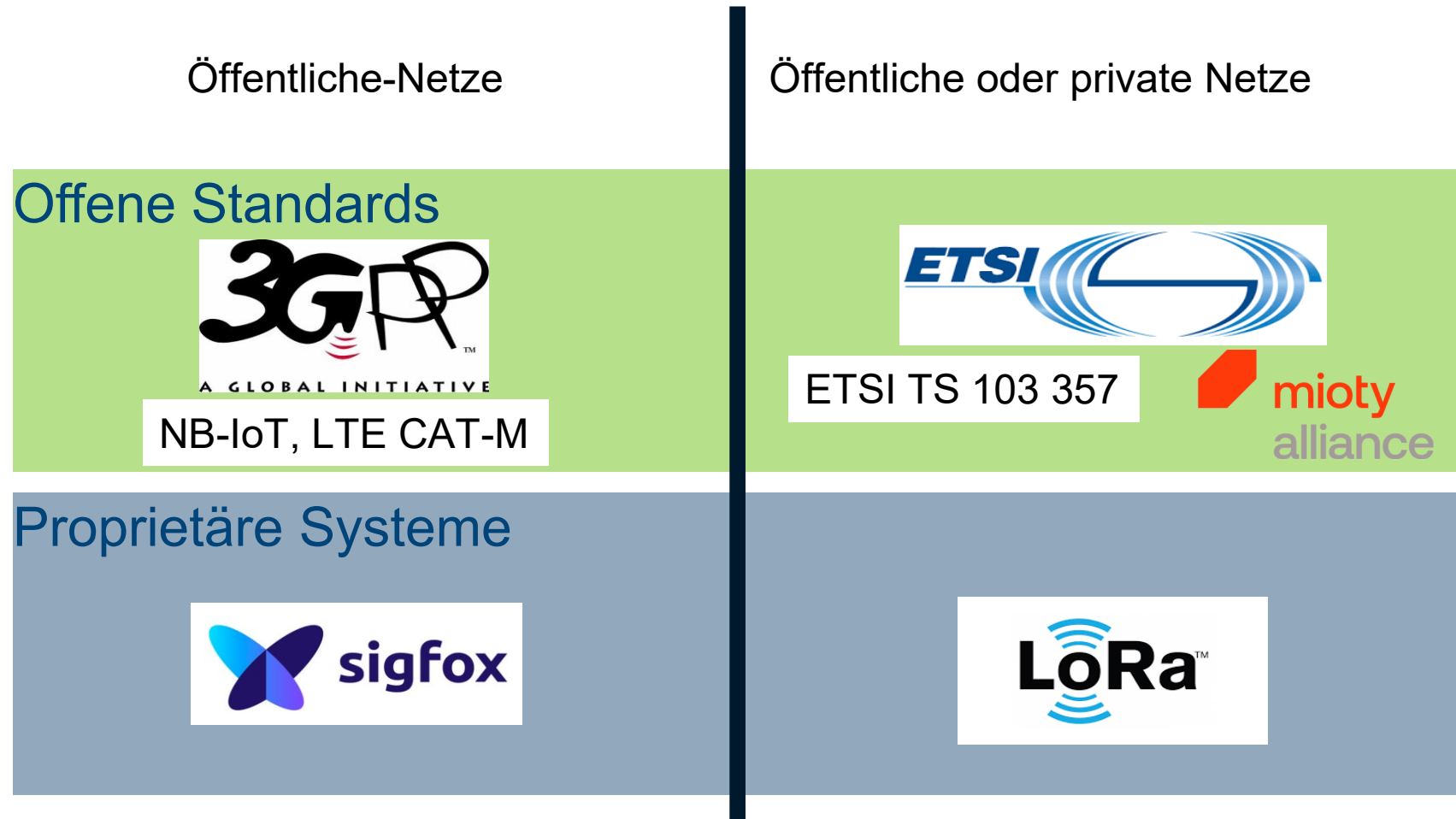


# Einordnung von Übertragungsstandards



Nur qualitative Angaben zur Veranschaulichung!

# Einordnung von LPWAN-Systemen



# Vorteile von privaten Netzen

- Keine Abhängigkeit von externem Anbieter
  - Keine komplexe Vergabe von langen Verträgen
  - Notwendige Abdeckung kann selbst gewährleistet werden
- Fest kalkulierbare Kosten
  - Keine Preissteigerungen durch Mobilfunkanbieter
- Verfügbarkeit auch in Jahrzehnten noch gewährleistet
  - Keine Probleme bei Abschaltung von Diensten (UMTS Abschaltung in Deutschland)
- System kann ausfallsicher aufgebaut werden
  - Nicht betroffen von Ausfall des Mobilfunksystems im Katastrophenfall
- Kein eigenes Frequenz-Spektrum notwendig (bei Nutzung lizenzfreier Bänder)
  - Keine Koordination mit Bundesnetzagentur
  - Keine speziellen Endgeräte für lokale Frequenzen

# Nachteile von privaten Netzen

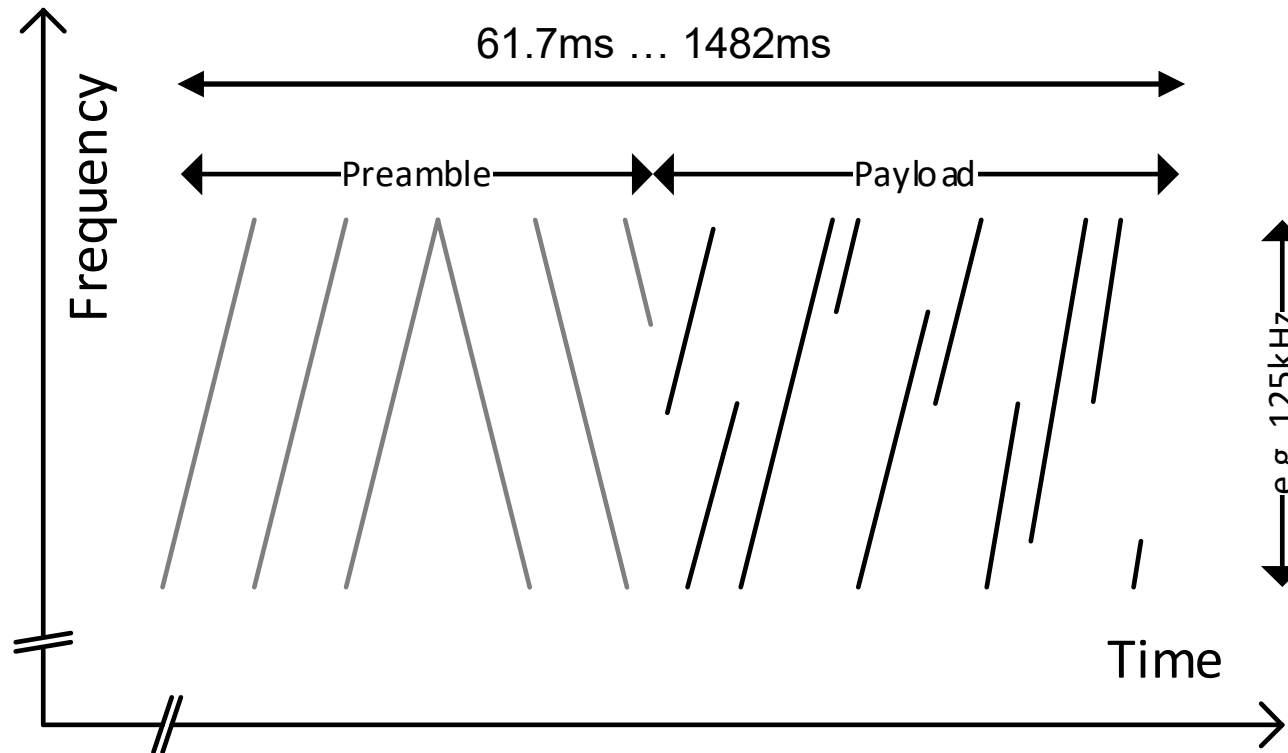
- Eigene Planung und Aufbau des Netzwerkes notwendig
  - Finden von geeigneten Standorten
  - Aufbau der Hardware
  - Planung der Abdeckung
- Störungen durch andere Nutzer in lizenzfreien Bändern
  - Lizenzfreie Bänder werden auch von anderen Funkdiensten genutzt
  - Nutzung von lizenzfreien Bändern nimmt zu
- Limitierung der Datenmengen
  - Frequenznutzungsbedingungen begrenzen Datenmengen
  - Reduzierte Datenmengen sind insbesondere für Downlink problematisch

# Was ist LoRa/LoRaWAN?

- LoRa ist proprietäres System des US-Unternehmens Semtech
  - Das physikalische Übertragungsverfahren ist offiziell nicht veröffentlicht
  - Semtech kontrolliert über seine Patente die Herstellung von Endgeräten
  - Semtech kontrolliert den gesamten Markt von LoRa-Endgeräten
- LoRaWAN definiert die höheren Protokollschichten
  - Standard ist öffentlich verfügbar
  - Entwicklung in Konsortium mit verschiedenen Herstellern
  - LoRaWAN ist nicht zwingend an LoRa gebunden
- LoRa/LoRaWAN eignet sich sehr gut für private Netze
  - Günstige Hardware verfügbar
  - Umfangreiches Ökosystem



# Wie funktioniert LoRa?



- Die Daten werden über 125, 250 oder 500 kHz gespreizt
- Die Robustheit hängt vom sogenannten Spreading Factor (SF) ab
- Höhere SF bieten größere Reichweite, allerdings nimmt die Sendedauer extrem zu (bis in den Bereich von Sekunden)

# Theoretische Kapazität von LoRa

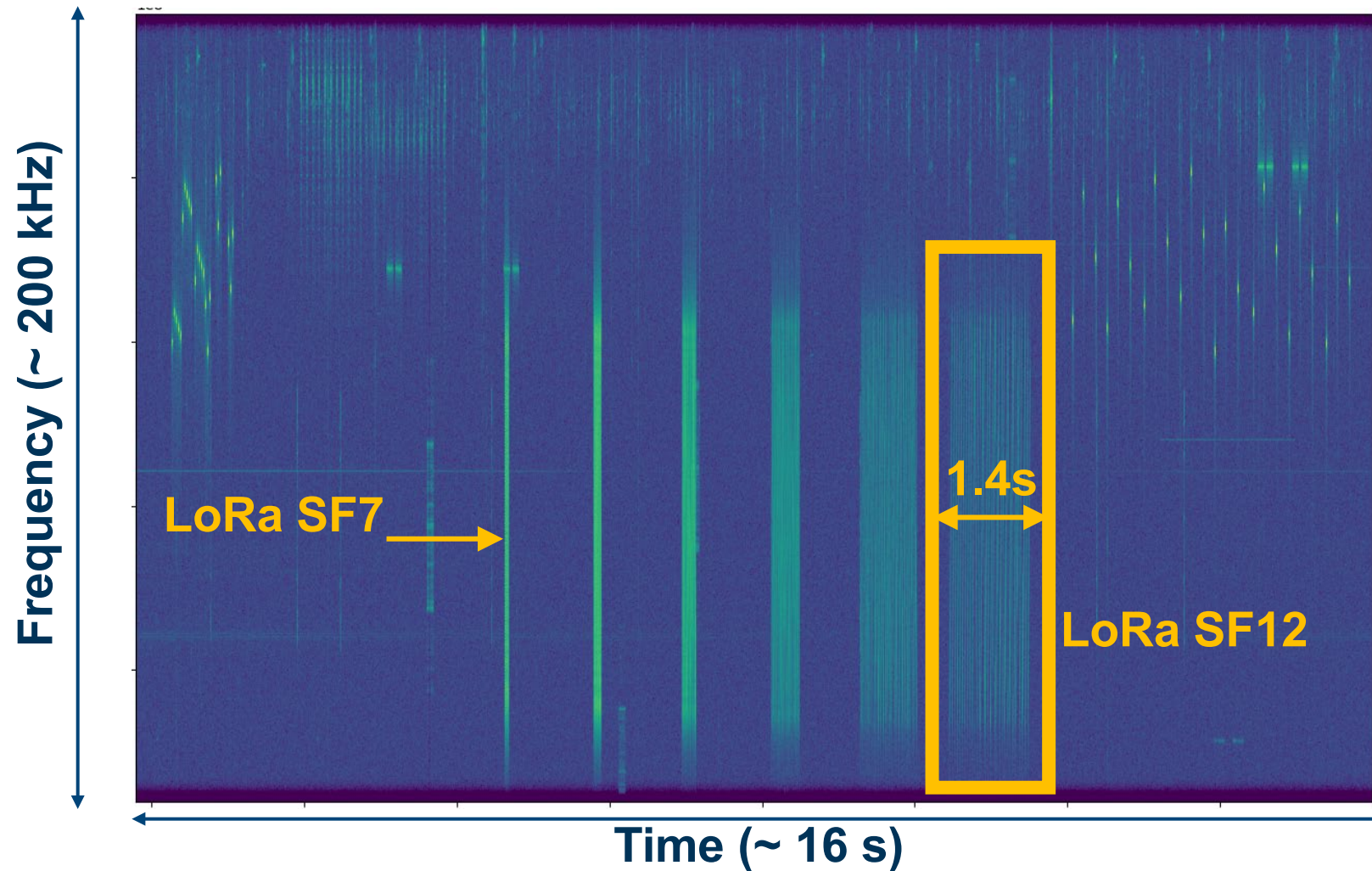
	SF 7	SF 8	SF 9	SF 10	SF 11	SF 12
10% Packet Error Rate	51 pkts/min	28 pkts/min	15 pkts/min	8.5 pkts/min	3.8 pkts/min	2.1 pkts/min
1% Packet Error Rate	4.8 pkts/min	2.7 pkts/min	1.5 pkts/min	0.8 pkts/min	0.4 pkts/min	0.2 pkts/min

Die erzielbare Kapazität von LoRa ist bei robuster Übertragung sehr gering

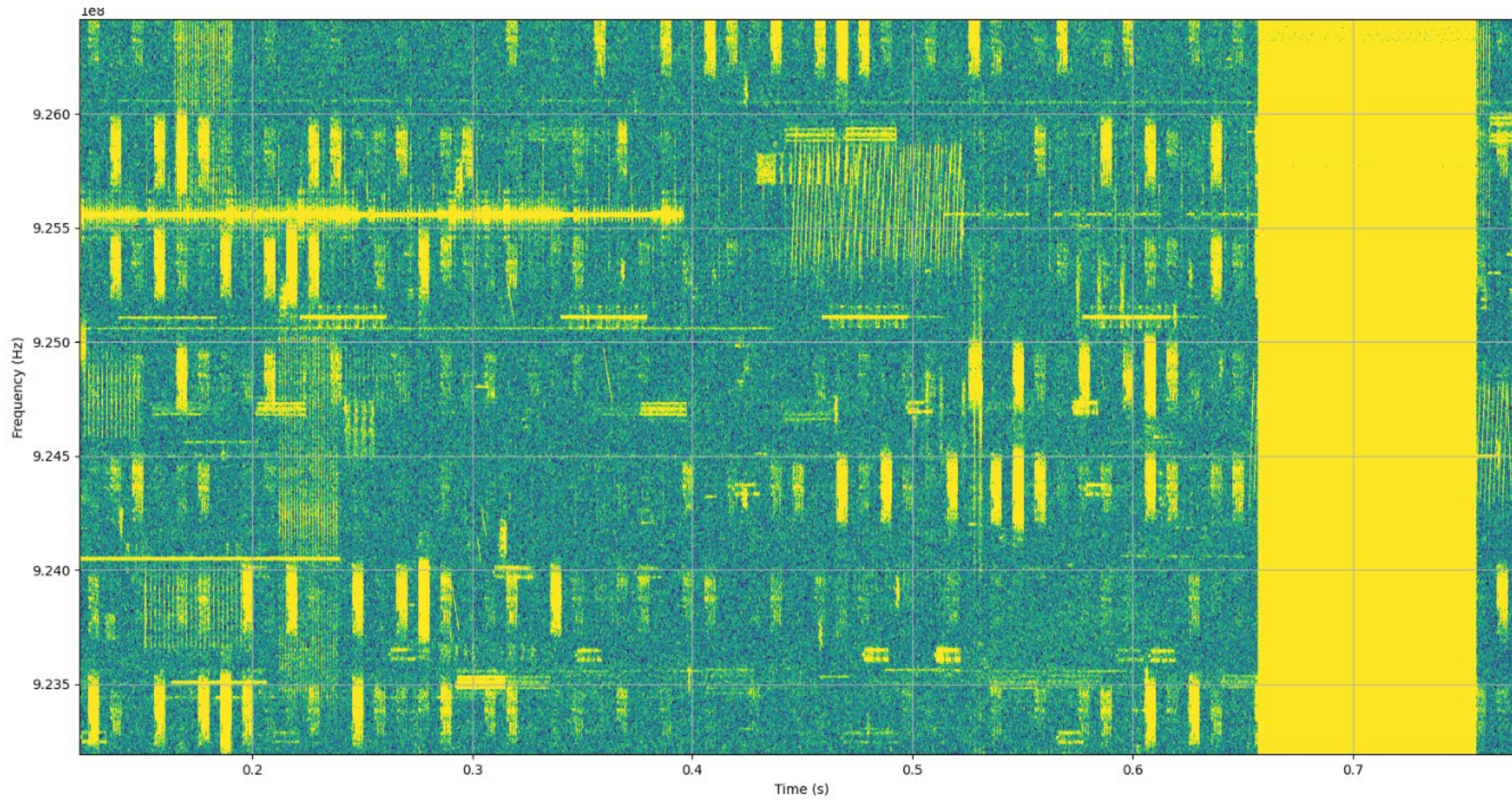
- Probleme:
  - Zellgröße von mehreren Kilometern: Anzahl der Geräte?
  - Lizenzfreier Bänder: Was passiert wenn jemand anderes ein LoRa Netzwerk aufbaut?

LoRa eignet sich gut für ländliche Gebiete mit wenigen Geräten, nicht für Städte

# Gemessenes Spektrum von LoRa



# Interferenz – Messungen in Atlanta

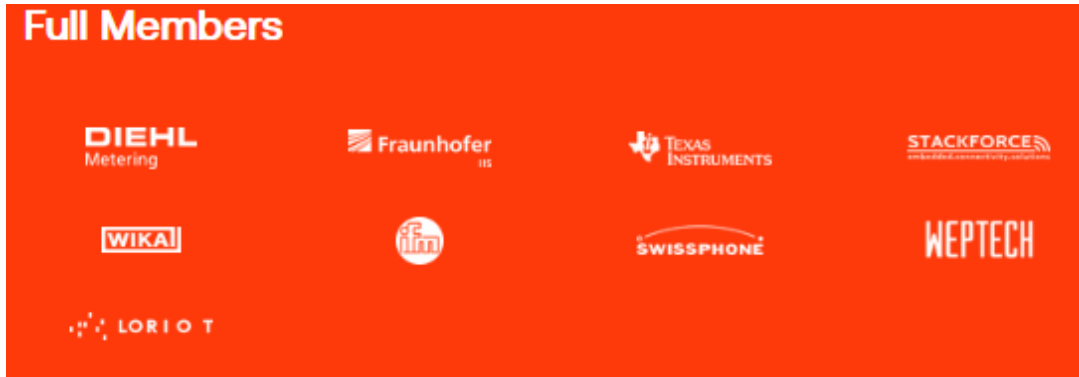


# Alternativen zu LoRa

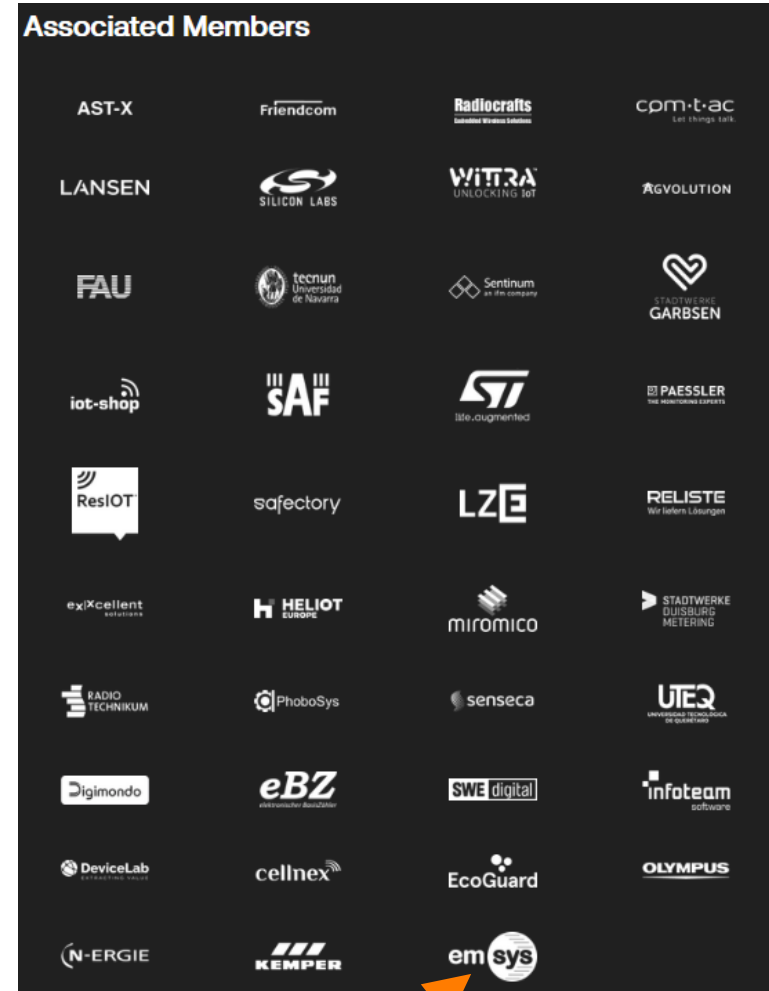
- NB-IoT / LTE-CAT M
  - Nutzung von Mobilfunknetzen
  - Weltweite Abdeckung
  - Bindung an Mobilfunkanbieter
- Sigfox
  - Proprietäres System mit eigenen Basisstationen
  - Abhängigkeit von kleinem „Mobilfunkanbieter“
  - Probleme bei Insolvenz des Anbieters (bereits mehrfach erfolgt)
- mioty
  - Offener europäischer Standard (ETSI TS 103 357)
  - Unabhängigkeit von einzelnen Herstellern
  - Namhafte Unternehmen in der mioty Alliance

# Aktuelle Mitglieder der mioty Alliance

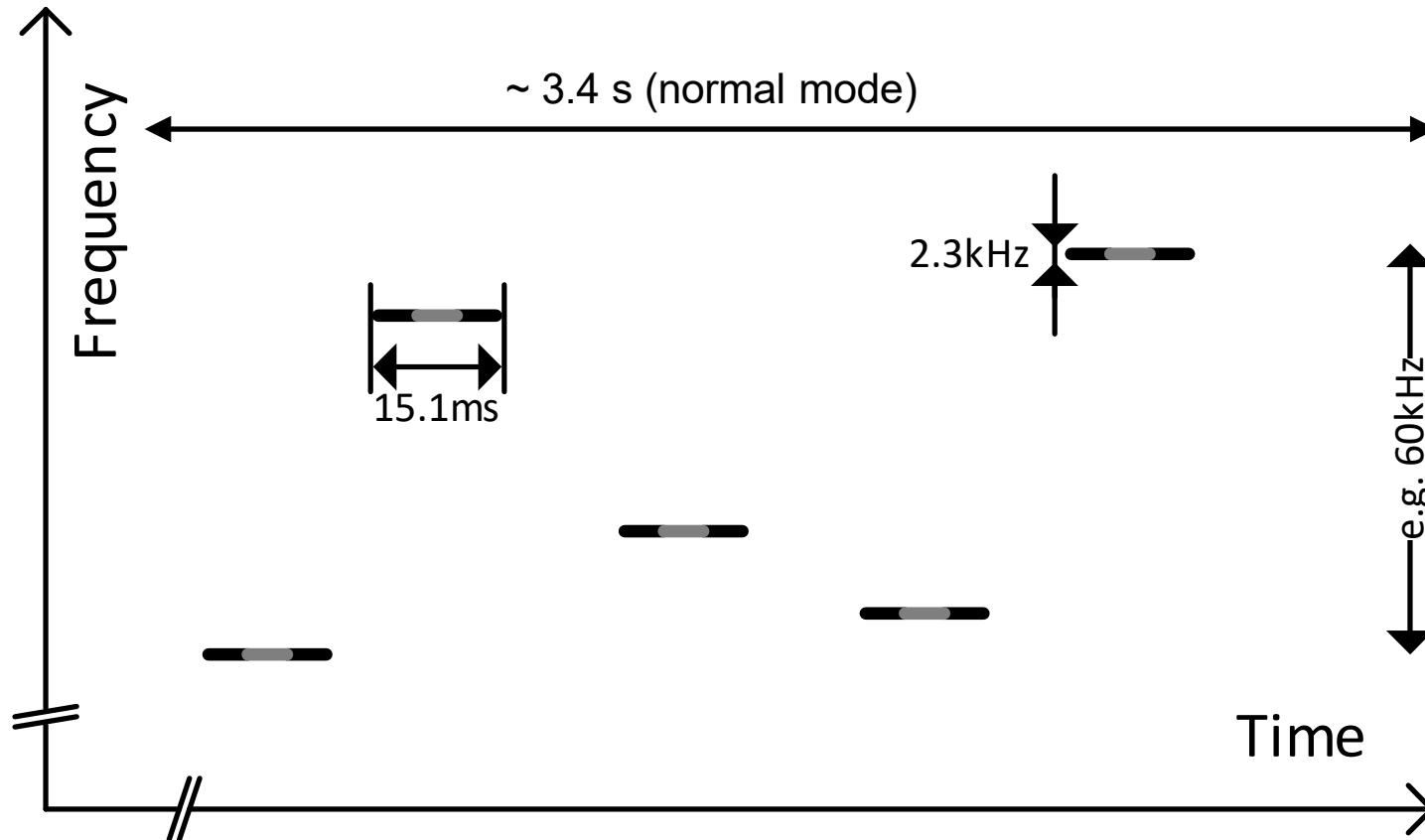
## Full Members



## Associated Members



# Wie funktioniert mioty?



- Daten werden in 24 schmalbandigen Hops übertragen
- Zwischen den Hops ist der Sender ausgeschaltet
- Durch die Aufteilung der Daten wird eine hohe Robustheit erzielt

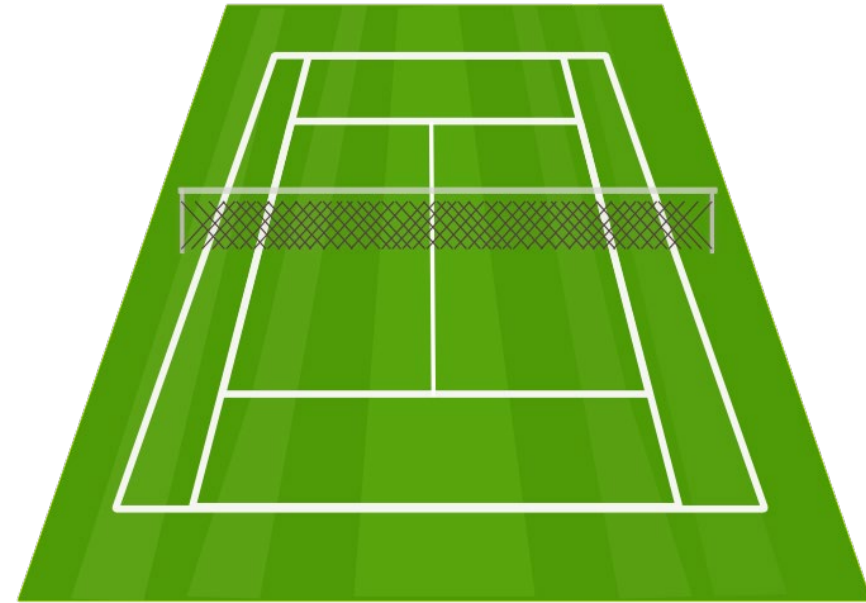
# Vergleich des Spektrums Fussabdrucks

## Vergleichbare Robustheit (LoRa SF12)



mioty Paket:

$$360\text{ms} \times 2.3\text{kHz} = 860\text{s} \times \text{kHz}$$

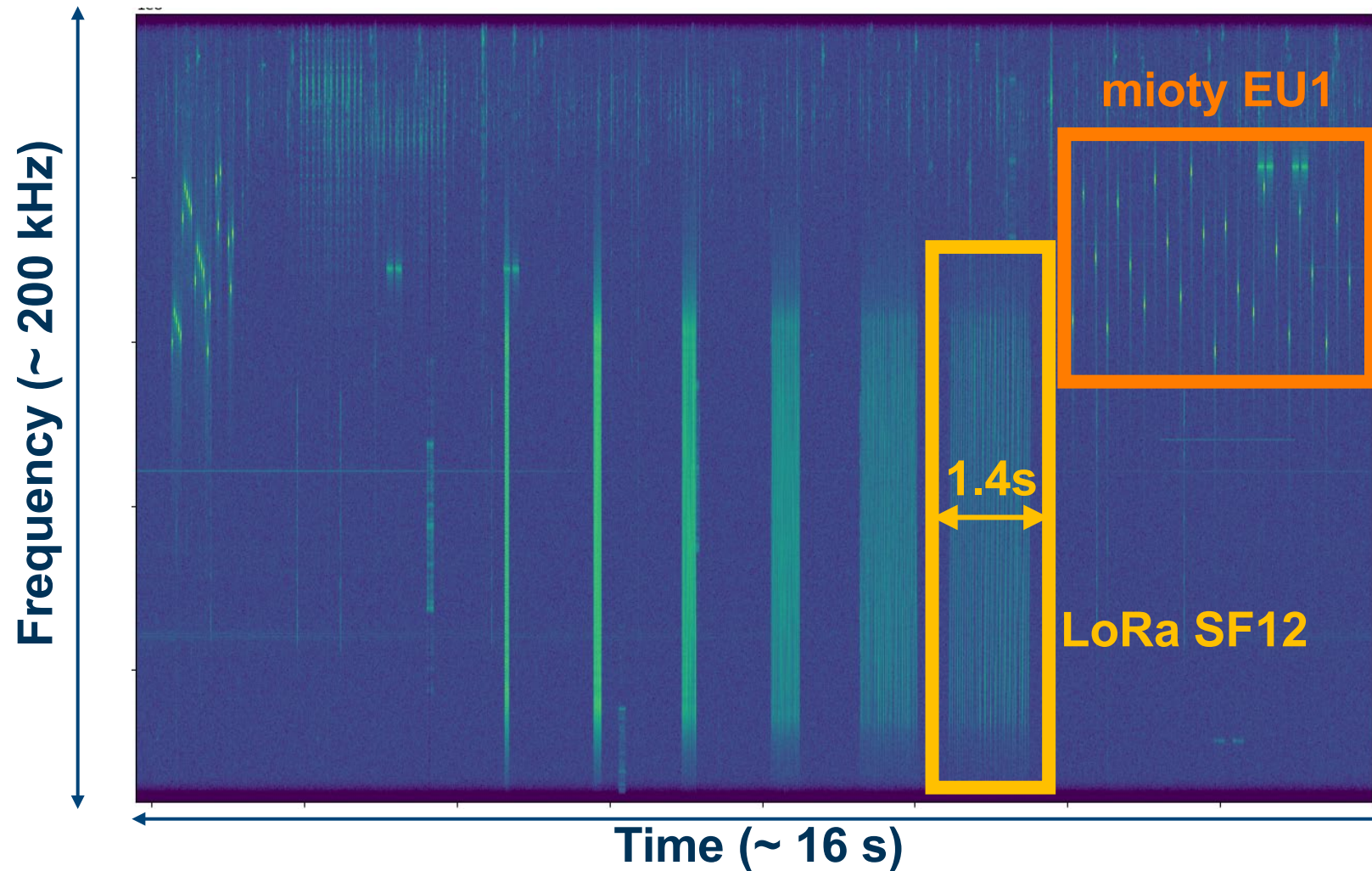


LoRa SF12 Paket:

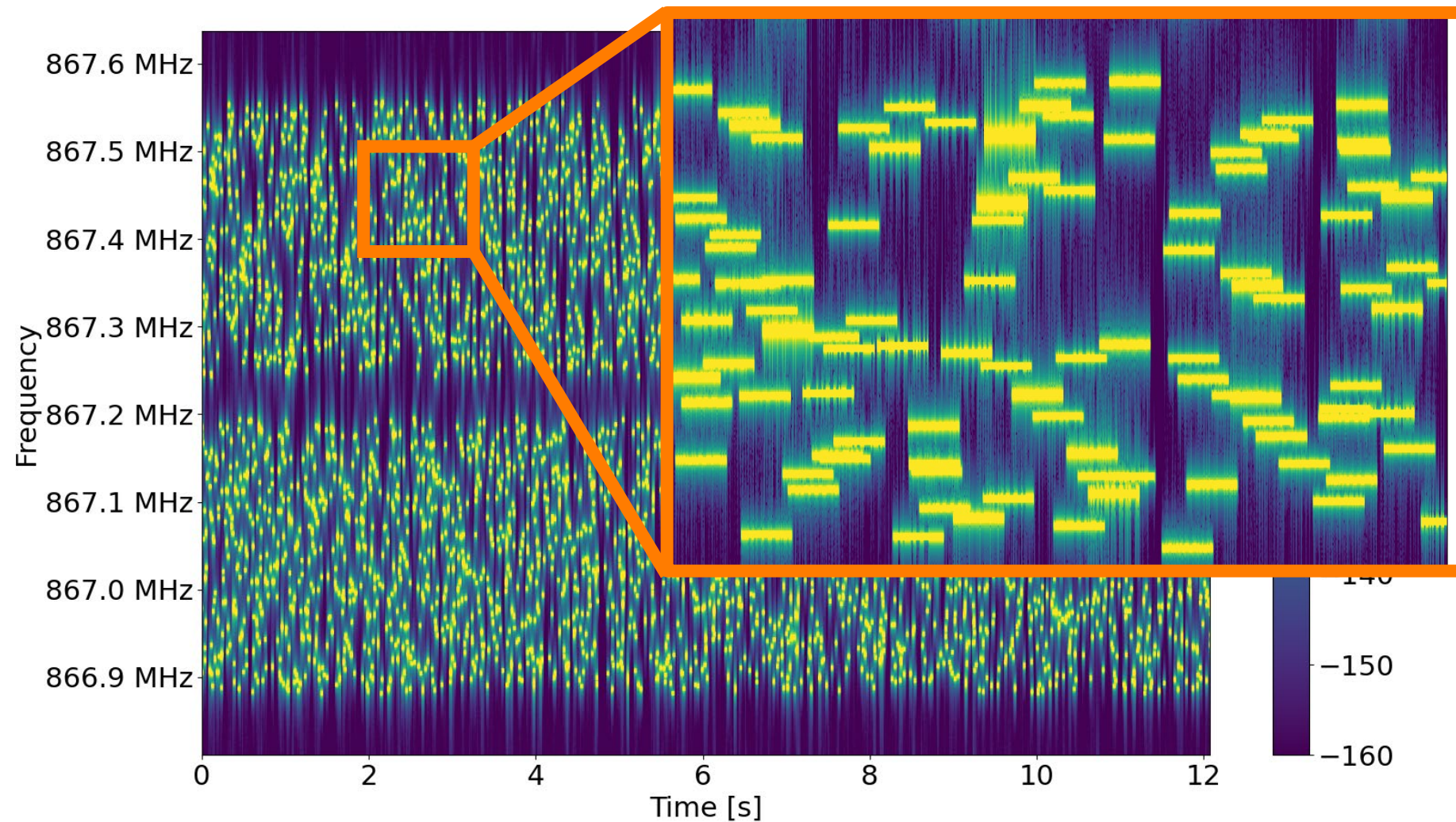
$$1400\text{ms} \times 125\text{kHz} = 175,000\text{s} \times \text{kHz}$$



# Gemessenes Spektrum mioty / LoRa



# Spektrum von mioty – 2000 Pakete /min.



# Measured Capacity for 10% PER

Mode	Typ. Gateway*) Uplink-Kapazität in Paketen/Min.
mioty EU1 (Weptech AVA)	~ 8,000
mioty EU2 (Weptech AVA)	~ 15,000
LoRa SF7 (SX1301)	~ 600
LoRa SF8 (SX1301)	~ 370
LoRa SF9 (SX1301)	~ 190
LoRa SF10 (SX1301)	~ 125
LoRa SF11	~ 80



**Vergleichbare Robustheit**

**\*) Ein mioty Kanal gegenüber 8 LoRa Kanälen**

# Stand Einführung von mioty

- Kommerzielle Hardware ist seit längerem verfügbar
- Großfläche Einführung von mioty findet aktuell statt
  - Bereits hunderttausende von Geräten im kommerziellen Einsatz
  - Wichtigster Einsatzbereich ist aktuell Metering / Sub-Metering durch Diehl Metering
- Studien zeigen hohe Leistungsfähigkeit unter realen Bedingungen
- Angebot an Hardware steigt kontinuierlich
- Kommerzielle Hardware für Unterstützung mehrerer LPWAN-Systeme verfügbar



Quelle: Diehl Metering

# Zusammenfassung

- Private LPWAN bieten eine interessante Option für Stadtwerke / Kommunen
- LoRa/LoRaWAN bietet ein etabliertes Ökosystem
  - Proprietäres System
  - Eignet sich gut für ländlichere Bereiche
  - Geringe Kapazität
- mioty bietet eine interessante Option für viele städtische Bereiche
  - Standardisierte Lösung
  - Startendes Ökosystem
  - Hohe Kapazität und Robustheit
- Einige Anbieter bieten multi-Standard-Empfänger

# Interessante Links

- Website der mioty Alliance:  
<https://mioty-alliance.com/>
- mioty Standard:  
[https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/103300\\_103399/103357/01.01.01\\_60/ts\\_103357v01\\_0101p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/103300_103399/103357/01.01.01_60/ts_103357v01_0101p.pdf)
- Open Source mioty code:  
<https://github.com/mioty-iot/>

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Joerg.Robert@tu-ilmenau.de | [www.tu-ilmenau.de/fg-m2m](http://www.tu-ilmenau.de/fg-m2m)

Bildnachweis: TU Ilmenau



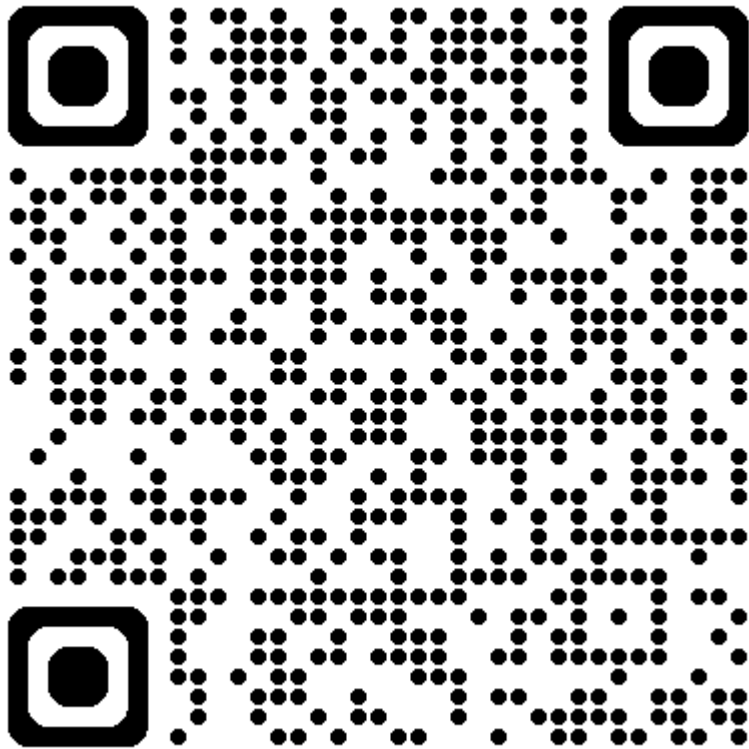
A hand is shown in the lower-left corner, reaching out towards a complex network of white nodes and blue lines that fills the background. The network is dense and glowing, with a bright light source on the right side. A dark blue rectangular overlay covers the middle-left portion of the image, containing the text "Sonstiges".

Sonstiges



# Veranstaltungshinweis

---



## [Smart City Expo World Congress,](#) 5. bis 7. November 2024 in Barcelona

- Internationale Fachmesse und Kongress zur nachhaltigen Verbesserung der Lebensqualität in Städten
- **[LEG Thüringen sucht Partner für einen Thüringer Gemeinschaftsstand](#)**

Bei Interesse wenden Sie sich bitte an die LEG Thüringen:

**Frau Braun**

*Projektleiterin für ressortübergreifende Markterschließung  
Akquisition, Thüringen International und Clustermanagement*

[connie.braun@leg-thueringen.de](mailto:connie.braun@leg-thueringen.de)

+49 361 5603 465

The background features a complex network of white nodes connected by thin blue lines, set against a dark blue gradient. A hand is visible in the lower-left corner, with the index finger pointing towards the network. A semi-transparent dark blue rectangular box is positioned in the middle-left area, containing the text.

# Ausblick und Zusammenfassung

# Ausblick

---




- Exkursion in Q3
- Nächstes Netzwerktreffen in Q4
- Wer möchte Veranstaltungsort sein? Bitte bei der DAT melden.
- Die Präsentationen des heutigen Tages werden den Teilnehmenden im Nachgang zur Veranstaltung zur Verfügung gestellt. Einwände?
- Darf die DAT Ihre Kontaktdaten innerhalb des „Netzwerkverteilers“ weitergeben? Einwände?



DANKE für die Einladung und die Gastfreundlichkeit!

# Fragen / Diskussion / Get-together





**Vielen Dank.  
Kommen Sie gut und  
sicher nach Hause.**