

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO



Das Fraunhofer IAO und IAT – Der Mensch im Mittelpunkt

Driving Twin Transformation between Digitization & Sustainability

Zahlen & Fakten*



690+

Mitarbeitende IAO/IAT



7

Standorte und
Forschungseinrichtungen



50,3

Mio. EUR Budget



140

Veranstaltungen mit über
6.000 Besucherkontakten

Technologie- & Innovationsmanagement



- Technologieradar
- Foresight und Szenariomanagement
- Smarter Cities
- Mobility Innovations
- Smart Energy Solutions

Arbeitswissenschaft & Organisationsentwicklung



- Wissens- und Innovationsarbeit
- Produktionsarbeit
- Servicearbeit
- Workforce Transformation
- Change Management

Digitale Transformation



- KI und Lernende Systeme
- Advanced Systems Engineering
- Smart Services
- Digitale Geschäftsmodelle
- Quantencomputing

Aktuelle Highlights

KI-Studios in
München und
Stuttgart mit 2
mobilen KI-Bussen



Fraunhofer Leitprojekt
»EMOTION« Empathische
technische Systeme für die
resiliente Produktion



Eröffnung neuer CAVE für
virtuelle Kollaboration im
Engineering im Rahmen des
Projekts »INSTANCE«



Transferprojekt »KQCBW2024«
gestartet: Kompetenzzentrum
Quantencomputing Baden-
Württemberg



Forschungs-/Transferprojekte: Smart Cities & digitale Zukunftskommunen@bw

Auswahl am Fraunhofer IAO: Wir begleiten seit über 10 Jahren die kommunale Digitalisierung

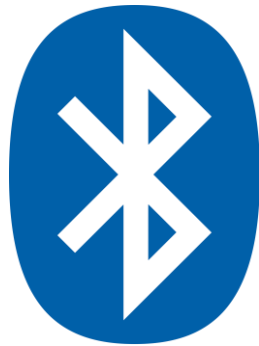




Smart City LoRaWAN Integration Labs@bw

LoRaWAN

Eine von vielen Funktechnologien für das Internet der Dinge



LoRaWAN

Zahlreiche Berührungspunkte zu anderen Technologien

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ



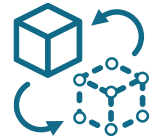
AUTONOME SYSTEME



BIG DATA ANALYTICS



DIGITALE ZWILLINGE



SENSORIK UND AKTORIK



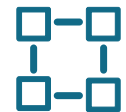
GPS



CLOUD & EDGE COMPUTING



BLOCKCHAIN



LoRaWAN und Internet der Dinge

Chancen für Kommunen

Kostensenkung und Personalentlastung...

...angesichts des Arbeits- und
Fachkräftemangels und einer
kritischen Wirtschafts- und
Finanzlage.

Klimaschutz und Klimafolgenanpassung...

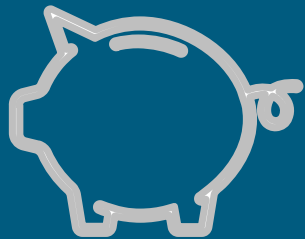
...angesichts abnehmender
Umweltqualität und
zunehmender
Naturkatastrophen.

Mehr Bürgerkomfort und -sicherheit...

...angesichts bestehender
Defizite bei Verkehr, Hygiene
und Barrierefreiheit, steigender
Kriminalität und sinkendem
Sicherheitsgefühl.

Intelligente Planung und Entwicklung...

...angesichts zunehmender
Komplexität kommunaler
Systeme und Prozesse.



Smart City LoRaWAN Integration Labs@bw

Projektübersicht

Projektrahmen

- Projektauftraggeber: Ministerium des Innern, für Digitalisierung und Kommunen BW
- Projektleitung: Fraunhofer IAO; IAT der Universität Stuttgart
- Projektlaufzeit: April - Dezember 2024
- Projektziel: Identifikation innovativer LoRaWAN-Use Cases für Kommunen in BW
- Projektvolumen: 383.000 € (davon 150.000 € zur Weitergabe an Kommunen)
- Teilnahmemöglichkeit für 10 baden-württembergische Kommunen
 - Mobilität als Schwerpunktthema
 - 5 Umsetzungsprojekte mit einer Förderquote von 50%
- 3 baden-württembergische Technologiedienstleister als Umsetzungspartner
 - citysens
 - Fichtner IT Consulting
 - Stadtwerke Pforzheim



Teilnehmende Kommunen



Stadt Ulm

ulm

Smart City LoRaWAN Integration Labs@bw

Projektkomponenten

Untersuchung kommunaler LoRaWAN-Potenziale

Ist-Analyse

Benchmarking

Best-Practice-Analyse

Co-kreative Workshops

Planung kommunaler LoRaWAN-Projekte

Use Case-Entwicklung

Standort- und Stakeholderanalyse

Ermittlung geeigneter technischer Komponenten

Kostenkalkulation und Kosten-Nutzen-Analyse

Umsetzung kommunaler LoRaWAN-Projekte

Dokumentation der Praxiserkenntnisse

Begleitforschung

Entwicklung eines Übertragbarkeitsleitfadens

Veröffentlichung der erhobenen Daten



01

Technische Grundlagen

LoRaWAN - Definition und Eigenschaften

Energieeffiziente Datenübertragung über große Entfernungen

Was ist LoRaWAN?

LoRaWAN, kurz für »Long Range Wide Area Network«, ist ein drahtloses Netzwerkprotokoll zur energieeffizienten Übertragung kleiner Datenmengen über große Distanzen. Es ermöglicht die kosteneffiziente Vernetzung von Sensoren, Aktoren und anderen technischen Endgeräten im Rahmen des Internet der Dinge und ist eine Schlüsseltechnologie für den Aufbau intelligenter Dörfer und Städte.

- Offener Standard
- Hohe Reichweite
- Hohe Störsicherheit
- Hohe Energieeffizienz
- Hohe Datensicherheit
- Niedrige Datenrate
- Limitierte Übertragungsfrequenz



Koning, R. (2020). LoRaWAN als Treiber der digitalen Stadt. In: Etezadzadeh, C. (eds) Smart City – Made in Germany. Springer Vieweg, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-27232-6_68

Aufbau eines LoRaWAN-Netzwerks

Einführung in die LoRaWAN-Technologie

Netzwerkarchitektur

LoRaWAN basiert auf einer sternförmigen Netzwerktopologie, in der Endgeräte, Gateways, Netzwerk- und Applikationsserver und Benutzeranwendungen miteinander interagieren.

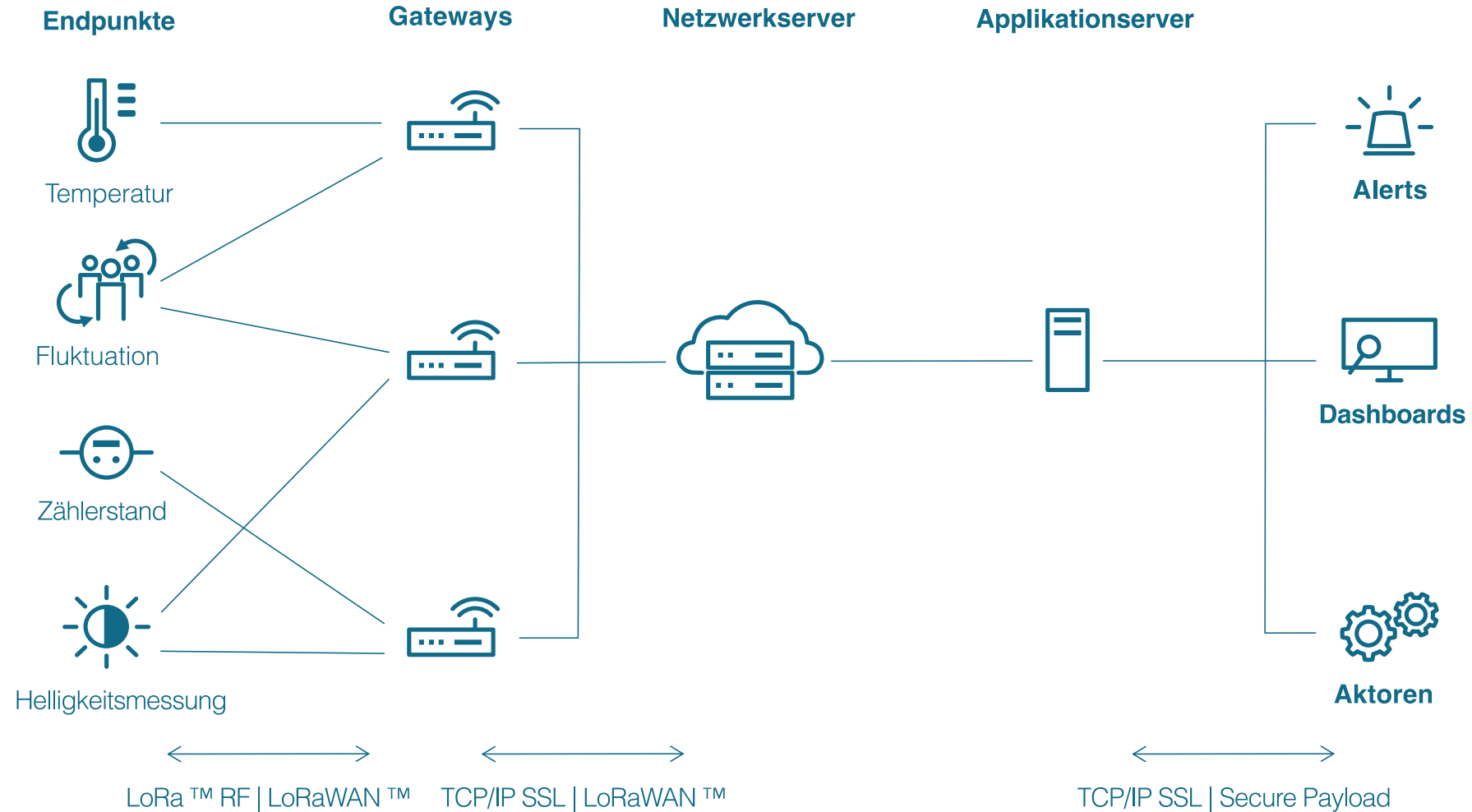
Netzwerk-Komponenten

- Endgerät: erfasst Daten und/oder führt auf Befehl mechanische Aktionen aus
- Gateway: Datenübertragung zwischen Endgerät und Netzwerkserver
- Netzwerkserver: Netzwerkadministration
- Applikationsserver: Datenaufbereitung/-übertragung zwischen Netzwerkserver und Benutzeranwendung
- Benutzeranwendung: Datenvisualisierung/-analyse, Alarmierung, Steuerbefehle

Koning, R. (2020). LoRaWAN als Treiber der digitalen Stadt. In: Etezadzadeh, C. (eds) Smart City – Made in Germany. Springer Vieweg, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-27232-6_68

LoRaWAN-Netzwerkarchitektur

Ein Netzwerk mit vielen Bausteinen



LoRaWAN-Endgeräte

Anwendungsvielfalt durch verschiedene Geräteklassen

LoRaWAN-fähige Endgeräte

LoRaWAN ist in der Lage, unterschiedliche Klassen von technischen Endgeräten zu vernetzen, was zu einer großen Anwendungsvielfalt beiträgt.

1. Sensoren: Geräte, die Umgebungsparameter messen, wie z.B.

- Temperatursensoren
- Pegelsensoren

2. Smart Meter: Geräte, die Energieverbrauch digital messen, wie z.B.

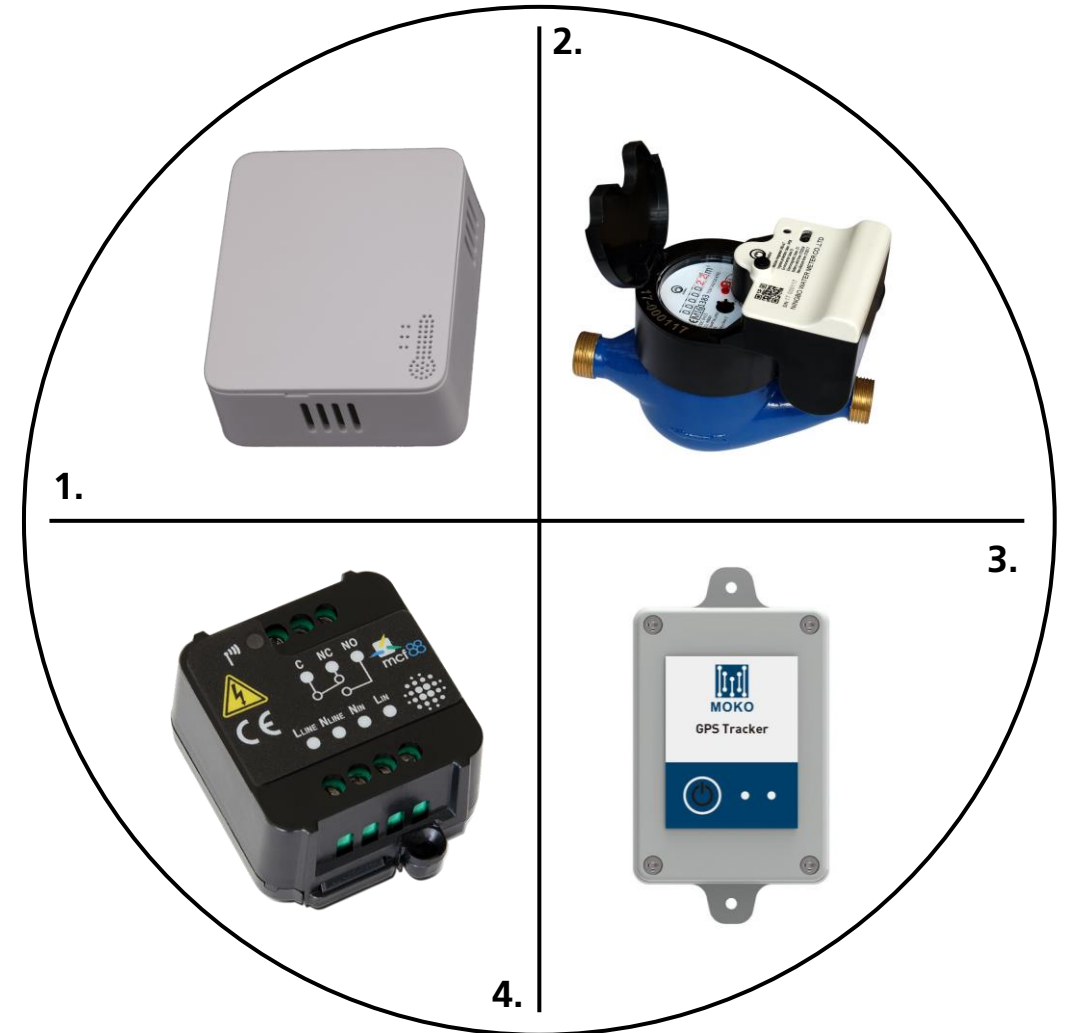
- Intelligente Stromzähler
- Intelligente Wasserzähler

3. Ortungsgeräte: Geräte zur Standortbestimmung und -verfolgung, wie z.B.

- Asset-Tracker
- Personen-Tracker

4. Aktoren: Geräte, die physikalische Aktionen ausführen können, wie z.B.

- Steuerventile
- Schalter



Koning, R. (2020). LoRaWAN als Treiber der digitalen Stadt. In: Etezadzadeh, C. (eds) Smart City – Made in Germany. Springer Vieweg, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-27232-6_68

Für welche kommunalen IoT-Anwendungen ist LoRaWAN geeignet?

Kriterien zur Bewertung der technischen Eignung von LoRaWAN für Anwendungsvorhaben

LoRaWAN eignet sich
für kommunale IoT-
Anwendungen, die...

1

eine **weitreichende Netzabdeckung** in urbanen und ländlichen (entlegenen) Gebieten erfordern.

2

die mit **batterie- oder solarbetriebenen Geräten** über Jahre hinweg mit geringem Energie- und Wartungsaufwand laufen sollen.

3

mit **niedrigen Datenraten** und **ohne permanente Datenübertragung** auskommen.

4

im Aufbau und Betrieb **kosteneffizient** und eigenständig nach Bedarf **skalierbar** sein sollen.

Anwendungsbeispiele

Grundlagen der LoRaWAN-Technologie



Umweltüberwachung



Lärmüberwachung



Glätteüberwachung



Parkraumüberwachung



Füllstandsüberwachung



Beleuchtungssteuerung



02

Einblick in die Forschung: Ist-Analyse

Methodik und Untersuchungsumfang

Einblick in die Forschung: Ist-Analyse

Methodik

- Befragung von Experten aus Forschung und Wirtschaft
- Befragung von Kommunen und Stadtwerken
- Auswertung von wissenschaftlicher Literatur
- Auswertung von Online-Berichten von
 - Kommunen
 - Unternehmen
 - Forschungseinrichtungen
 - Presse

Untersuchungsumfang

- Stand der kommunalen LoRaWAN-Nutzung in BW
 - Bestehende kommunale LoRaWAN-Netzwerke
 - Bestehende kommunale LoRaWAN-Anwendungen
- Rahmenbedingungen der kommunalen LoRaWAN-Nutzung in BW
 - Technologische Vor- und Nachteile
 - Anforderungen, Chancen und Herausforderungen
 - Gegenwärtige und künftige Praxisrelevanz

Stand der Nutzung in Baden-Württemberg

In rund einem Drittel der 150 größten Städte wird LoRaWAN auf kommunaler Ebene eingesetzt.

Kommunaler LoRaWAN-Nutzungsstand in BW

Kommunale LoRaWAN-Abdeckung

Netzwerkstatus	Häufigkeit
Großflächiges LoRaWAN-Netzwerk vorhanden	29
LoRaWAN-Netzwerk in einzelnen Stadtteilen	13
LoRaWAN-Netzwerk in einem Stadtteil vorhanden	4
LoRaWAN-Netzwerk vorhanden, Größe unbekannt	13
Aktuell kein LoRaWAN-Netzwerk vorhanden	91

Untersuchung der 150
einwohnerstärksten Kommunen
Baden-Württembergs

Kommunale LoRaWAN-Anwendungsfelder (Top 12)

Anwendung	Häufigkeit
Energiemanagement, Smart Metering	32
Überwachung der Umweltqualität	23
Parkraumüberwachung	19
Bodenfeuchteüberwachung	18
Pegelüberwachung	17
Personenzählung, Belegungserfassung	17
Füllstandsüberwachung	16
Wetterüberwachung	11
Gebäudemanagement und -überwachung	11
Überwachung von Halteverbotszonen	4
Verkehrsflussanalyse	4
Zustandsüberwachung	4

Technische Vorteile bei der Nutzung

Vielfältige Vorteile auf Netz- und Geräteebene

Vorteile von LoRaWAN für Kommunen

Von den Experten hervorgehobene Vorteile:

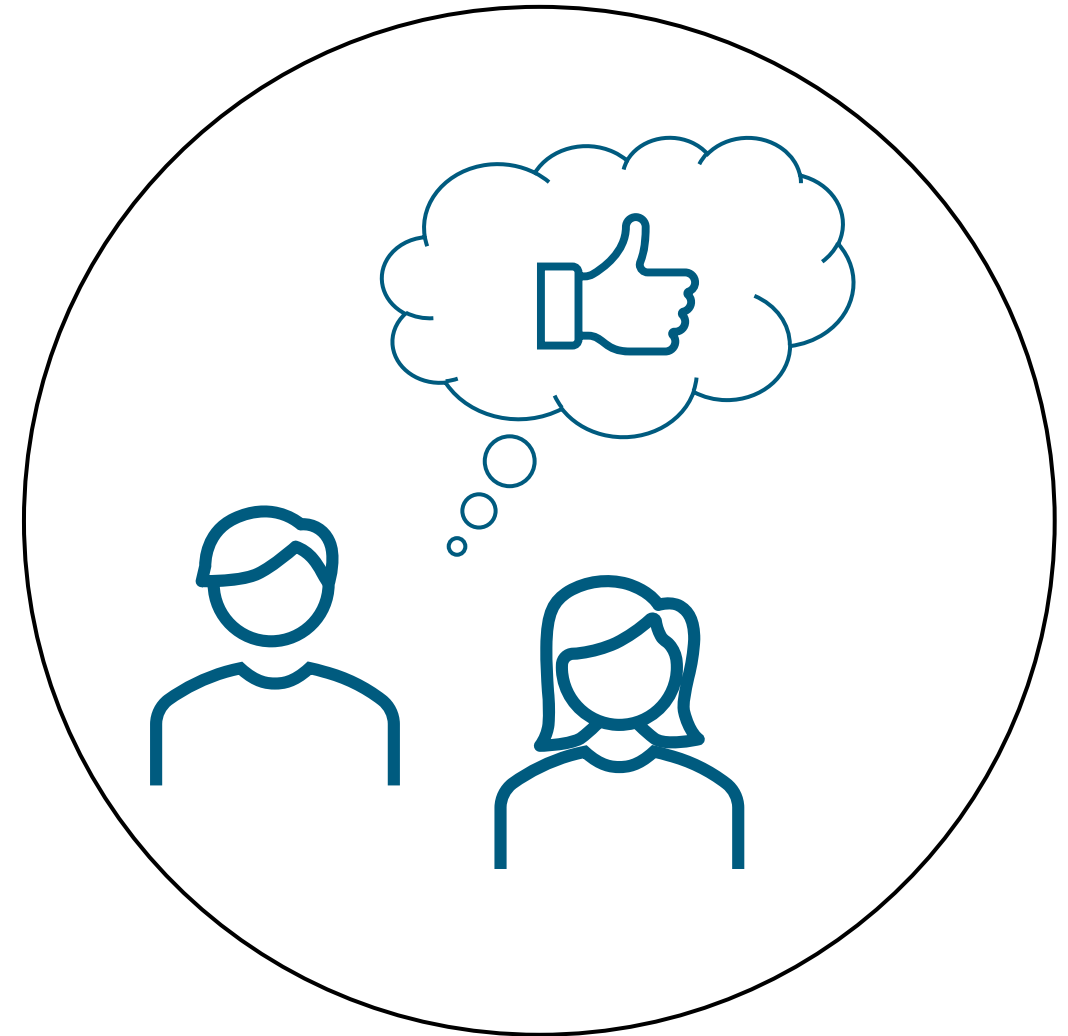
- Hohe Energieeffizienz
- Hohe Reichweite
- Anbieterunabhängigkeit und Skalierbarkeit
- Technische Offenheit und Interoperabilität

Vorteile von LoRaWAN-Endgeräten:

- Hohe Gerätevielfalt
- Niedrige Produktkosten
- Lange Batterielebensdauern
- Unabhängigkeit vom Stromanschluss

Viele Anwendungen bieten aus Expertensicht hohen Nutzen bei

- geringem Verwaltungsaufwand
- geringen Verständnishürden



Technische Nachteile bei der Nutzung

Ist LoRaWAN wirklich immer »Long Range«?

Nachteile von LoRaWAN für Kommunen

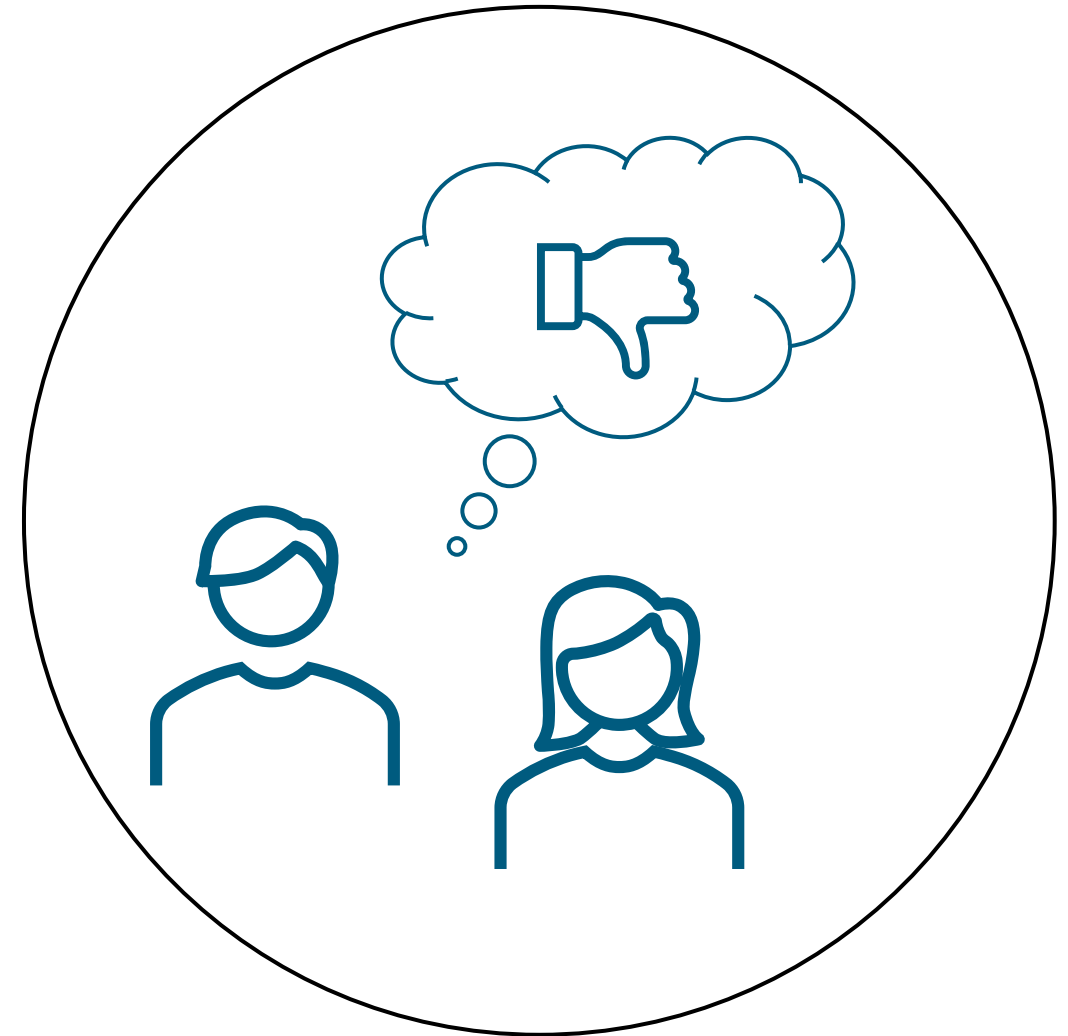
Von den befragten Experten hervorgehobene Nachteile:

- Niedrige Bandbreite
- Eingeschränkte Übertragungsfrequenz
- Herausfordernde Implementierungsfreiheit
- Oft noch keine Netzinfrastruktur vorhanden

1-2 aus Expertensicht auf Anwendungsebene nicht relevant, wenn LoRaWAN in den richtigen Use Cases eingesetzt wird

Anforderungen an Gateway-Dichte können deutlich steigen,

- bei Anwendungen im unterirdischen Raum
- wenn Endgeräte durch grobe Objekte hindurch senden müssen
- einer sehr hohen (allgemeinen) Gerätedichte



Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein?

Smart mit LoRaWAN geht nicht über Nacht

Voraussetzungen für eine effektive und effiziente Implementierung

Generelle Bereitschaft zur

- Überwindung bürokratischer Hürden
- Anpassung bestehender Prozesse

Vor der Umsetzung:

- IoT- und LoRaWAN-Grundkompetenz
- Frühzeitige Einbindung aller relevanten Stakeholder
- Definition klarer Use Cases
- Bewertung der technischen Eignung von LoRaWAN
- Fundierte Abwägung des Outsourcing-Grades
 - Ressourcen- und Use Case-abhängig

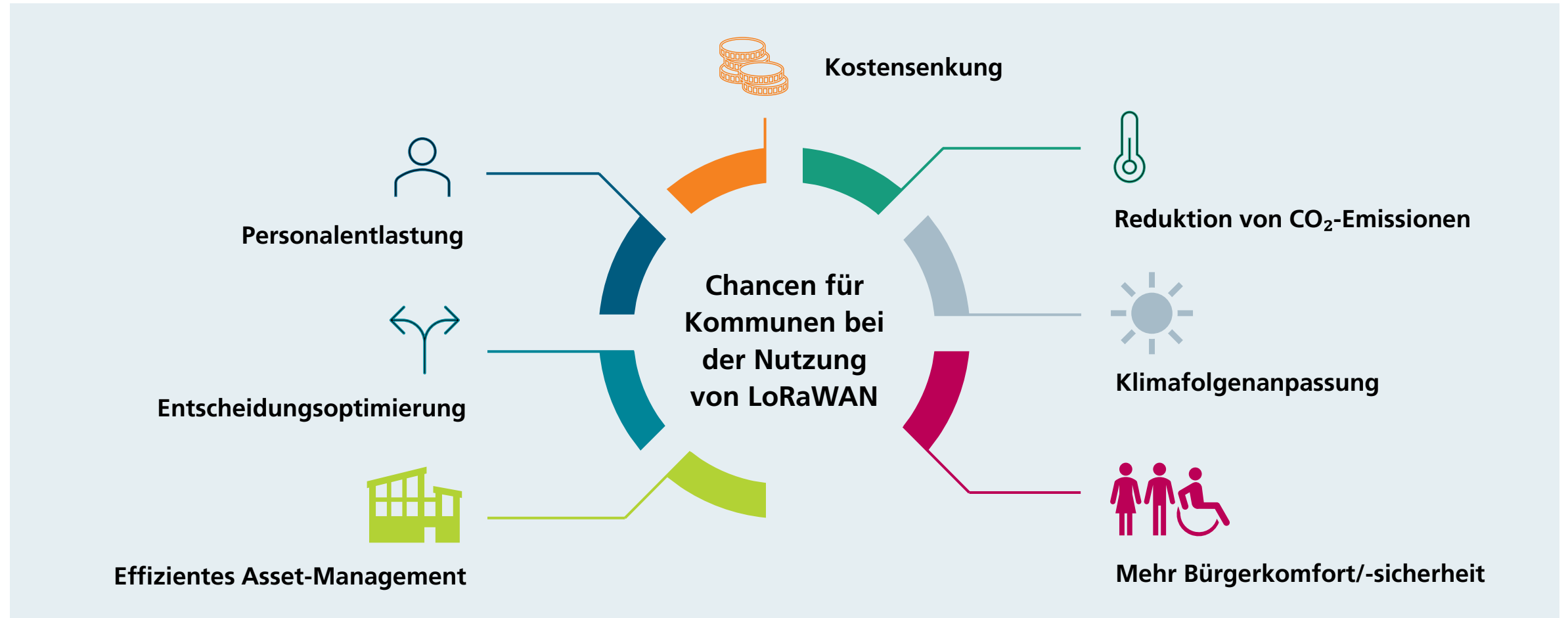
Bei der Umsetzung:

- Sicherstellung eines zuverlässigen Netzes
- Gewährleistung von Datenschutz und Datensicherheit
- Tiefgreifende Anwendungsintegration unter Einbeziehung aller Stakeholder



LoRaWAN-Nutzungspotenziale

Vielfältige Chancen zur Bewältigung der großen Herausforderungen von heute und morgen



Kommunale Merkmale, die das Potenzial bestimmen

Einblick in die Forschung: Ist-Analyse

Unterschiedliches
LoRaWAN-Potenzial
je nach Kommune

1

Unterschiedliches Anwendungspotenzial je nach Einwohnerzahl und Fläche

2

Unterschiedliches Anwendungspotenzial je nach geografischer Lage

3

Unterschiedliches Wirtschaftlichkeitspotenzial je nach Topografie und Bebauungsdichte

4

Unterschiedliches Wirtschaftlichkeitspotenzial je nach genereller LoRaWAN- Nutzung

Warum nutzen Kommunen LoRaWAN?

Es gibt 4 verschiedene Treiber für die kommunale LoRaWAN-Nutzung

4 zentrale Auslöser
für die kommunale
LoRaWAN-Nutzung

1

Erfüllung gesetzlicher Anforderungen

2

Druck zur Kostensenkung und Personalentlastung

3

Klimawandel und Klimafolgenanpassung

4

Imageverbesserung

Probleme und Herausforderungen

Ähnliche Hindernisse wie bei der Einführung vieler anderer digitaler Technologien

Probleme und Herausforderungen für Kommunen bei der Nutzung von LoRaWAN

- Bereitstellung personeller und finanzieller Ressourcen für Infrastrukturentwicklung und -betrieb
- Oft starre und vorgefertigte kommunale Prozesse bei gleichzeitig mangelnder Bereitschaft und Spielraum, diese aufzubrechen
- Hohe Umsetzungskomplexität einzelner Anwendungen in Verbindung mit unzureichender Digitalkompetenz
- Fehlende Standardisierung kommunaler LoRaWAN-Implementierungsprozesse
- Mangelnde intra- und interkommunale Zusammenarbeit

Probleme und Herausforderungen

Ähnliche Hindernisse wie bei der Einführung vieler anderer digitaler Technologien

Probleme und Herausforderungen für Kommunen bei der Nutzung von LoRaWAN

- Oft keine oder kaum digitale Infrastruktur, wie z.B. Datenportale, auf der aufgebaut werden kann
- Schlechte technische Qualität einzelner Produkte bei gleichzeitig teilweise intransparenten oder divergierenden Nutzererfahrungen
- Anfälligkeit der Endgeräte für Witterungseinflüsse und Vandalismus in bestimmten Anwendungsumgebungen



03

Benchmarking

Methodik und Untersuchungsumfang

Einblick in die Forschung: Benchmarking

Methodik

- Befragung von Experten aus Forschung und Wirtschaft
- Befragung von Kommunen und Unternehmen
- Analyse von LoRaWAN-Infrastrukturkarten
- Auswertung wissenschaftlicher Literatur
- Auswertung von Online-Berichten von
 - Kommunen
 - Unternehmen
 - Forschungseinrichtungen
 - Presse

Untersuchungsumfang

- Nationales Benchmarking nach Stadtstaaten und Flächenländern
- Internationales Benchmarking nach Weltregionen
- 3 verschiedene Benchmarks:
 - kommunale LoRaWAN-Abdeckung
 - kommunale LoRaWAN-Anwendung
 - interkommunale LoRaWAN-Anwendung

Benchmarking der kommunalen LoRaWAN-Nutzung in Deutschland

Kommunale LoRaWAN-Abdeckung variiert stark zwischen den Bundesländern

Kommunale LoRaWAN-Abdeckung in DE

Kommunale LoRaWAN-Abdeckung (Stadtstaaten)

	Stadtstaat	Netzwerkstatus
1.	Hamburg	Flächendeckendes LoRaWAN-Netz
2.	Berlin	Abdeckung in einzelnen Stadtteilen
3.	Bremen	Kein LoRaWAN-Netz

Schleswig-Holstein verfügt als einziges Bundesland über ein von der Landesregierung bereitgestelltes LoRaWAN-Netz

Kommunale LoRaWAN-Abdeckung (Flächenländer)

	Flächenland	Städte mit LoRaWAN-Netz*
1.	Schleswig-Holstein	100%; (20 von 20 Städten)
2.	Nordrhein-Westfalen	95%; (19 von 20 Städten)
3.	Hessen	80%; (16 von 20 Städten)
4.	Baden-Württemberg	65%; (13 von 20 Städten)
5.	Bayern	60%; (12 von 20 Städten)
5.	Rheinland-Pfalz	60%; (12 von 20 Städten)
6.	Niedersachsen	50%; (10 von 20 Städten)
7.	Brandenburg	40%; (8 von 20 Städten)
8.	Thüringen	35%; (7 von 20 Städten)
8.	Saarland	35%; (7 von 20 Städten)
8.	Mecklenburg-Vorpommern	35%; (7 von 20 Städten)
9.	Sachsen-Anhalt	30%; (6 von 20 Städten)
10.	Sachsen	15%; (3 von 20 Städten)

*Untersuchung der 20 größten Städte des jeweiligen Flächenlandes

Benchmarking der kommunalen LoRaWAN-Nutzung in Deutschland

Viele Gemeinsamkeiten der Bundesländer

Erkenntnisse aus dem nationalen Benchmarking

- Kommunale LoRaWAN-Nutzung eines Bundeslandes steigt im Durchschnitt mit Bevölkerungsgröße und Wirtschaftskraft
- Größere Städte weisen im bundesweiten Durchschnitt eine höhere LoRaWAN-Nutzung auf als kleinere Städte.
- Kommunen nutzen bundesweit häufig LoRaWAN-Netze, die sich im Besitz von Unternehmen befinden
- Kommunale LoRaWAN-Netze werden zunehmend öffentlich nutzbar
- Bundesweit finden sich nur vereinzelt interkommunale LoRaWAN-Projekte

Benchmarking der kommunalen LoRaWAN-Nutzung in Deutschland

Netzaufbau durch die Landesregierung kann Einstiegshürden senken

Erkenntnisse aus dem nationalen Benchmarking

Flächendeckender Infrastrukturausbau durch Landesregierung, wie in SH, kann

- Einstiegshürden, insb. für kleinere Kommunen, deutlich senken
- Kommunen mehr Handlungs- und Kostenautonomie ermöglichen
- Druck auf Dienstleister zu fairen Preisen und Innovation erhöhen

Bundesweit am weitesten verbreitete Anwendungsfelder:

- Smart Metering
- Umweltüberwachung
- Verkehrsflächenüberwachung

Im Bundesvergleich unterrepräsentierte LoRaWAN-Anwendungen in BW:

- Kamerabasierte Verkehrsanalyse und Parkraumüberwachung
- Überwachung von Behindertenparkplätzen und Rettungszufahrten

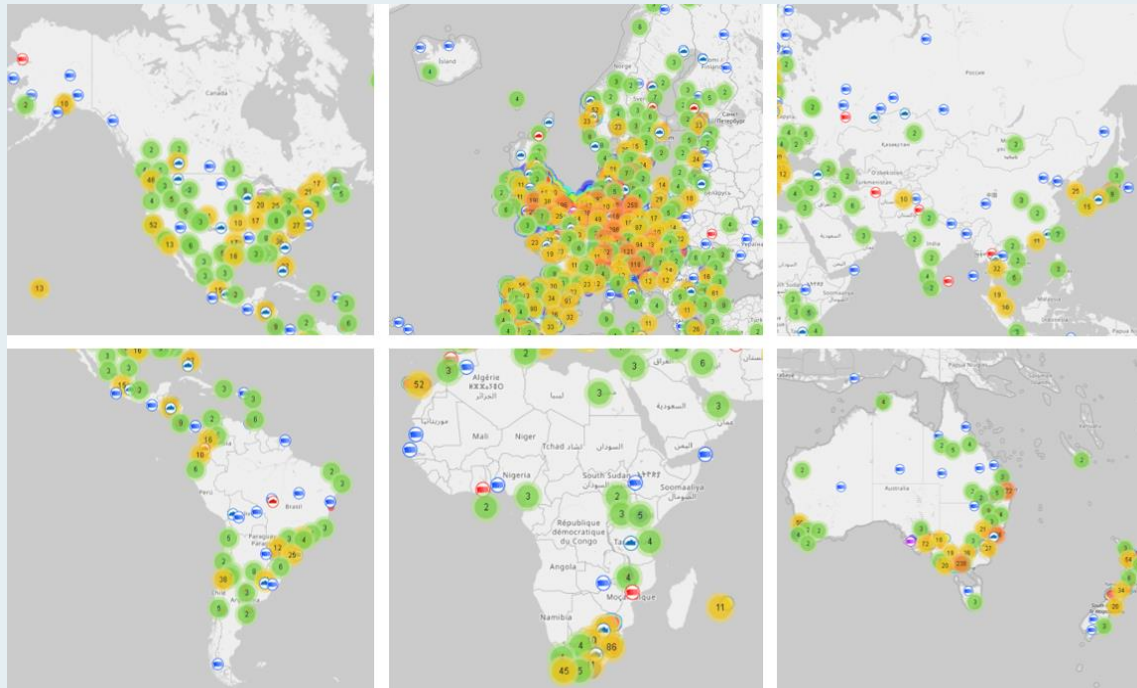


Internationales Benchmarking der kommunalen LoRaWAN-Nutzung

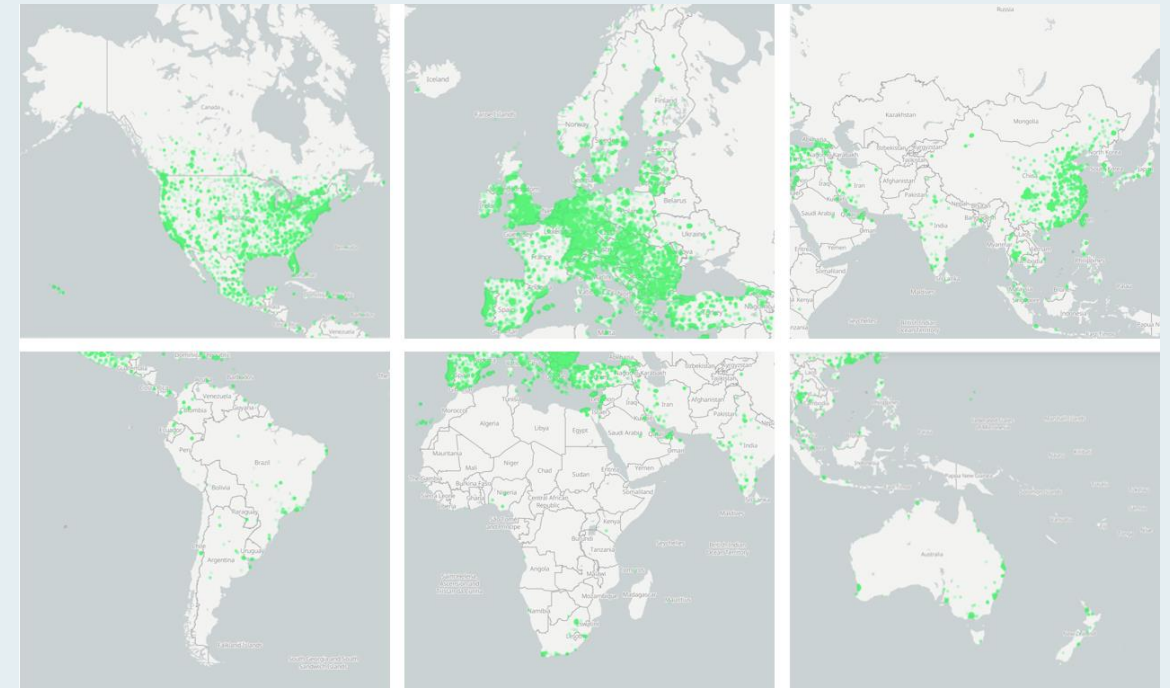
Große Unterschiede in der allgemeinen LoRaWAN-Konnektivität je nach Region

Globale LoRaWAN-Abdeckung

LoRaWAN-Infrastrukturkarte: The Things Network



LoRaWAN-Infrastrukturkarte: Helium Network / Senet



Internationales Benchmarking der kommunalen LoRaWAN-Nutzung

Einige Regionen im Ausland sind in der kommunalen LoRaWAN-Entwicklung bereits weiter

Erkenntnisse aus dem internationalen Benchmarking

- Weltweit ähnlicher Stand der Technik geprägt durch international führende IoT-Unternehmen
- Im Vergleich zu BW weiter fortgeschrittene Regionen finden sich nur in Europa, Nordamerika, Ostasien und Ozeanien
- Kommunen im Ausland haben bei der LoRaWAN-Nutzung z.T. mehr Autonomie gegenüber Unternehmen als in BW
- Kommunale LoRaWAN-Projekte im Ausland sind in Bezug auf Geräteanzahl und Kosten z.T. umfangreicher als in BW
- Nationale TK-Unternehmen betreiben vielerorts im Ausland großflächige, kommunal nutzbare LoRaWAN-Netze, nicht so in BW



04

Best-Practice-Analyse

Methodik und Übersicht

Einblick in die Forschung: Best-Practice-Analyse

Methodik

Untersuchungsgrundlage

- Befragung von Experten aus Forschung und Wirtschaft
- Auswertung von Online-Berichten von
 - Kommunen
 - Unternehmen
 - Forschungseinrichtungen
 - Presse
- Gezielte Kontaktaufnahme mit Projektverantwortlichen

Auswahlkriterien

- Informationsverfügbarkeit
- Kommunalen Bezug
- Übertragbarkeit auf Baden-Württemberg
- Innovationsgrad
- Mobilitätsbezug

Land	Best Practice	Kommune / Region
Australien	Smart Alpine	New South Wales
	Smart Park	Melbourne
	Smart Waste	Canada Bay
China	Smart Building	Shenzen
Deutschland	Smart Counting	Ludwigsburg
	Smart Forest	Eberswalde
	Smart Monitoring	Delbrück
	Smart Traffic Analysis	Osnabrück
	Smart Village	Schimberg
	Smart Winter Service (1)	Erlangen
	Smart Winter Service (2)	Heidenheim
England	Smart Lighting	Bradford
	Smart Metering (1)	Yorkshire
Estland	Smart Harbour	Tallinn
Niederlande	Smart Noise Monitoring	Amsterdam
Saudi-Arabien	Smart Building Site	Tabuk
Schweiz	Smart Button	Landesweit
Spanien	Smart Living	Valencia
Südkorea	Smart Expressway	Landesweit
Japan	Smart Metro	Osaka
Kolumbien	Smart Taxi	Tunja
Luxemburg	Smart Metering (2)	Luxemburg

Innovation im Rahmen von LoRaWAN-Projekten

Vielfältige Innovationsebenen im Kontext von LoRaWAN und Internet der Dinge

LoRaWAN-Projekte
können auf
verschiedene Weise
innovativ sein

1

Die zugrundeliegende Netzwerkfunktionalität ist innovativ

2

Die zugrundeliegenden Endgeräte sind innovativ

3

Die Verwendung der zugrundeliegenden Endgeräte ist innovativ

4

Die Verarbeitung und/oder Kommunikation der Daten ist innovativ

5

Die zugrundeliegende Datenintegration in den Betriebsalltag ist innovativ

Best Practices: Smart Park

LoRaWAN kann Nutzung, Management und Entwicklung öffentlicher Räume unterstützen

Smart Park – Melbourne, Australien

2019 hat ein Konsortium unter der Leitung des IoT-Dienstleisters Meshed in Melbourne im Auftrag der Stadtverwaltung einen öffentlichen Park, den Argyle Square, in einen »Smart Park« umgewandelt.

- Sensoren erfassen verschiedenste Informationen über den Park, wie z.B.
 - Besucherzahlen
 - Auslastung der Toiletten, Sitzbänke und Bühne
 - Füllstand der Mülleimer
 - Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Sonneneinstrahlung
 - Bodenfeuchte
- Sensordaten unterstützen Parknutzung, -management und -gestaltung
- Kommunikation der Daten über Open Data-Plattform, AR-App, Informationskarte, QR-Codes, Workshops und Führungen



Quellen: Meshed, o.D. b; Participate Melbourne, o.D.

Best Practices: Iottraffic

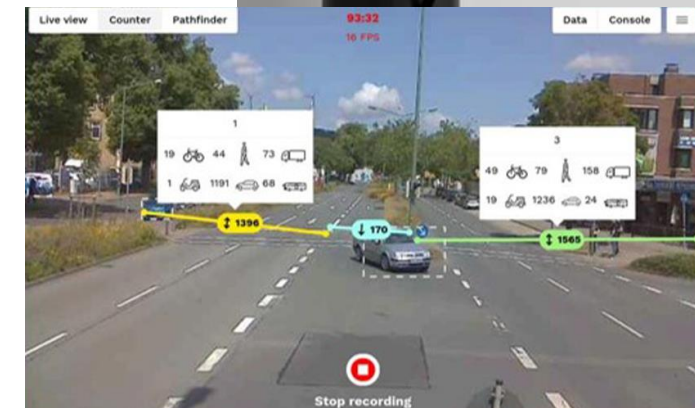
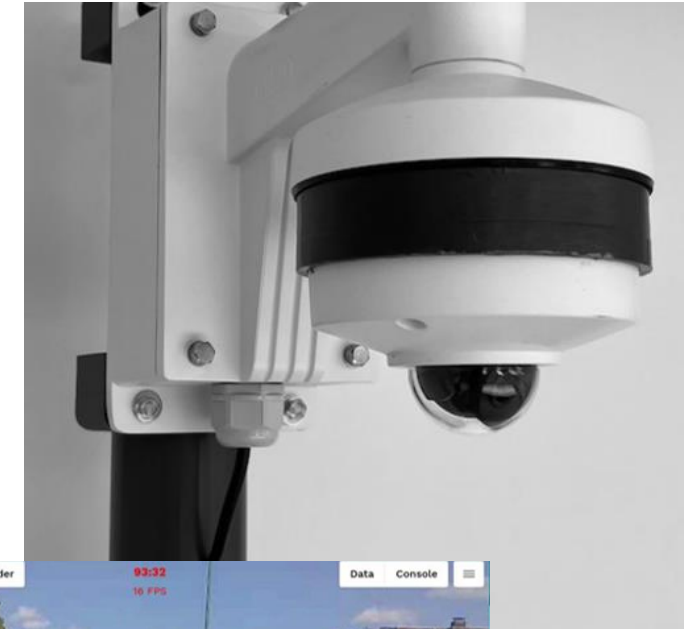
Verkehrsflussanalyse mit LoRaWAN und KI

Iottraffic– Osnabrück, Deutschland

2022 haben die Stadtwerke Osnabrück gemeinsam mit den IoT-Dienstleistern lotec und peerOS eine innovative LoRaWAN-Anwendung zur Verkehrsflussanalyse (namens Iottraffic) entwickelt.

- LoRaWAN-fähige Kameras erfassen an verschiedenen Standorten den Verkehr
- KI-Fahrzeugerkennung anhand von Silhouetten
 - Unterscheidung zwischen Fahrrad, Pkw, Bus und Lkw
 - Datenschutzkonform (keine Erfassung von Personen oder Kennzeichen)
- Vielfältige Nutzung der Verkehrsanalysen
 - Planung von Umbaumaßnahmen zur Optimierung des Radverkehrs
 - Planung von Maßnahmen zur Reduktion von Falschfahrern
 - Planung von Maßnahmen zur Reduktion von Staus auf Pendlerstrecken
- Vergleichsweise einfache und kostengünstige Lösung

Quellen: SWO Netz GmbH, o.d.; DE.DIGITAL, 2022; Jakobi, 2022; Oskurier, 2024



Best Practices: Smart Waste

LoRaWAN und Mobilfunk für intelligentes Abfallmanagement

Smart Waste – Canada Bay, Australien

2019 wurde in Canada Bay vom IoT-Dienstleister Meshed ein intelligentes Abfallmanagementsystem implementiert, das LoRaWAN-Füllstandssensoren mit BigBelly-Müllbehältern integriert.

- Phase 1: Austausch einzelner städtischer Müllbehälter durch BigBelly-Müllbehälter
 - Selbstpressfunktion, Solarmodul und mobilfunkbasierter Füllstandssensor
- Phase 2: Ausstattung der restlichen Müllbehälter mit LoRaWAN-Füllstandssensoren
 - Abstandsmessung des Müllinhalts zum Deckel mittels Ultraschall
- Zusammenführung aller Füllstandsinformationen in einem Dashboard
 - Bedarfsorientierte Routenplanung für die Müllentsorgung
 - Bewertung der Eignung von Behälterstandorten
- Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit der Abfallwirtschaft
- Erhöhung der städtischen Sauberkeit

Quellen: Meshed, o.D. c; Bigbelly, 2016; Cheng, 2019; Waste Management Review, 2019



© Smartsensor Technologies

Best Practices: Silvanet

Waldbrandüberwachung mit LoRaWAN und KI

Silvanet – Eberswalde, Deutschland

2023 hat die Stadt Eberswalde gemeinsam mit dem IoT-Dienstleister Dryad Networks ein Pilotprojekt zur Früherkennung von Waldbränden auf Basis seiner LoRaWAN-Anwendung »Silvanet« gestartet.

- Solarbetriebene Gasdetektoren überwachen 400 ha Wald
 - Spezialisiert auf Gase, die in Frühphase eines Waldbrandes entstehen
 - Alarmieren bei Überschreitung vordefinierter Grenzwerte
- KI ermöglicht hohe Genauigkeit der Gasdetektoren
 - Trainiert mit Rauchzusammensetzung von verbrannten Holzspänen verschiedener im Wald vorkommender Baumarten
- Hohe Ausfallsicherheit durch vermaschte Netzwerkarchitektur
- Forstverwaltung und Feuerwehr werden bei frühzeitiger Einleitung und Steuerung von Bekämpfungsmaßnahmen unterstützt



Quellen: Berliner Zeitung, 2023; Brinkschulte, 2023; Süddeutsche Zeitung, 2023

Best Practices: Smart Village

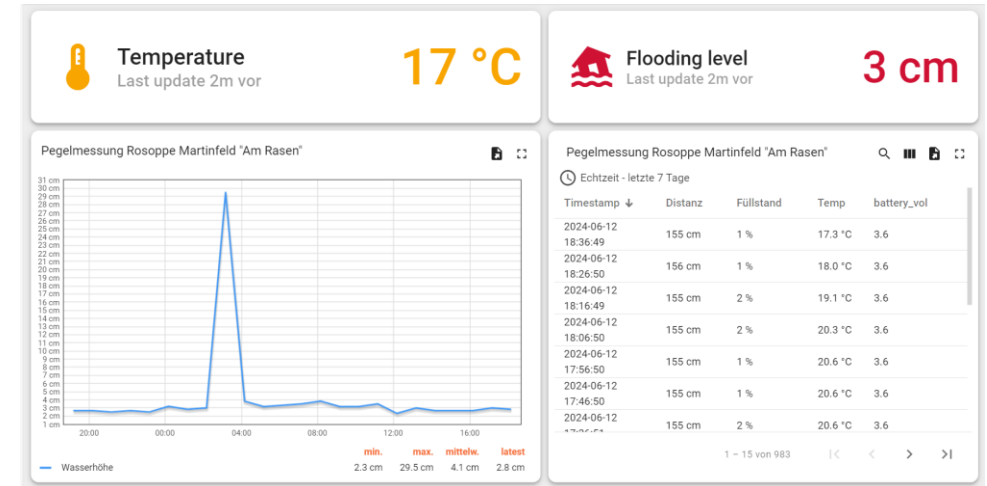
LoRaWAN bietet auch für Dörfer und Kleinstädte vielfältige Nutzenpotenziale

Smart Village – Schimberg, Deutschland

Seit 2016 läuft in der Gemeinde Schimberg im Ortsteil Martinfeld das Projekt »SMARTinfeld«, in dem verschiedene LoRaWAN-Anwendungen zur Umsetzung des Konzepts eines Smart Village implementiert werden.

- Preisträger im Bundeswettbewerb »Orte im Land der Ideen« in der Kategorie »Smarte Kommune« (2023)
- Laternen verfügen über LED-Leuchten mit LoRaWAN-Schnittstelle
 - Überwachung des Verbrauchs und Alarmierung bei Anomalien
 - Fernsteuerung der Beleuchtungszeiten und -stärken
- Wetterstationen erfassen lokale Wetterbedingungen und Blitzschläge
- Bodenfeuchtemessung an Bäumen zur Bewässerungsoptimierung
- Überwachung der Wasserqualität und Feinstaubbelastung

Quellen: Alpha-Omega Technology, o.D.; Dorfidcard, o.D.; SMARTinfeld, o.D



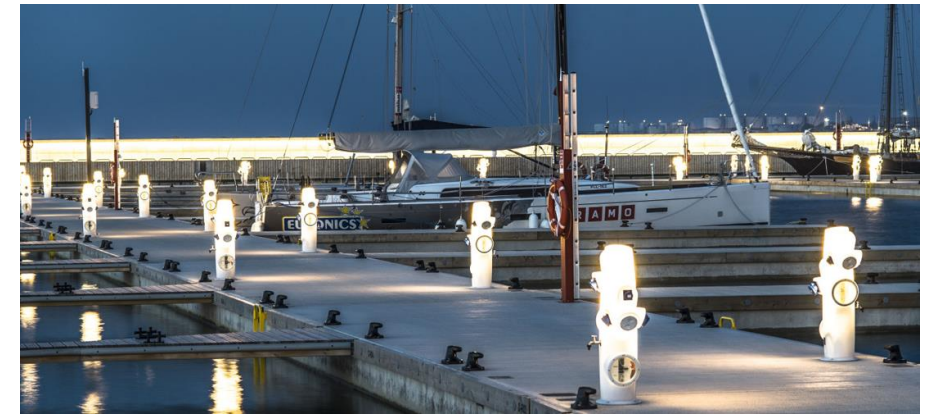
Best Practices: Smart Harbour

LoRaWAN für optimiertes Hafenmanagement und -nutzung

Smart Harbour – Tallinn, Estland

Zwischen 2017 und 2018 hat der estnische IoT-Dienstleister Nordic Automation Systems im Yachthafen »Kakumäe« in Tallinn das weltweit erste intelligente Hafensystem auf Basis von LoRaWAN realisiert.

- Smart Meter an über 100 Wasser- und Stromverteilungspunkten
 - Informationen über Verbrauchstrends und -muster sowie ineffiziente Nutzung
 - Anzeige von Verbrauchsanomalien
- Intelligentes Beleuchtungssystem am Wellenbrecher des Hafens
- Steuerung des Zugangskontrollsystems über LoRaWAN
- Sensordaten unterstützen Ressourcenmanagement, Infrastrukturplanung und frühzeitige Einleitung von Reparatur- und Wartungsarbeiten



Quellen: Nordic Automation Systems, 2016; Lague, 2018

Best Practices: Smart Building Site

Intelligentes Baustellen-Management mit LoRaWAN

Smart Building Site – Tabuk, Saudi-Arabien

2021 hat die Red Sea Development Company, ein Immobilienentwicklungsunternehmen des saudi-arabischen Public Investment Fund, ein intelligentes Baustellenmanagementsystem in Betrieb genommen.

- Ausstattung der Beschäftigten mit Smart Badges (GPS-Tracker + Notfallknopf)
 - Standortbezogene Alarmierung von Einsatzkräften im Notfall
 - Geofencing zur Kontrolle individueller Zugangsrechte und Gefahrenbereiche
 - Überwachung von Sicherheitseвакуierungen
 - Anwesenheits- und Produktivitätskontrolle
- Ausstattung der Transportfahrzeuge mit GPS-Trackern
 - Logistikmanagement
 - Geofencing zur Kontrolle individueller Zugangsrechte und Gefahrenbereiche
 - Produktivitätskontrolle
- Deaktivierung der Geräte per Fernzugriff bei Verlust oder Diebstahl

Quellen: Abeeway, o.D. a; b; Allan, 2021; Lavrut, 2021a



Best Practices: Smart Button

Nutzerfreundliche und barrierefreie Dienste mit LoRaWAN

Smart Button – Landesweit, Schweiz

2016 hat die Schweizerische Post den »Smart Button« eingeführt, ein batteriebetriebenes Gerät mit integrierter Scanfunktion, mit dem verschiedene Postdienste per Knopfdruck bestellt werden können.

- Bestellung von Postdiensten über Smart Button
 - durch Scannen von optischen Identifikationscodes auf Papierkarte
 - Jeder Code ist einem anderen Postdienst zugeordnet, z.B.
 - Abholung von Paketen und Bestellung von Versandmaterial
 - Hohe Benutzerfreundlichkeit, Barrierefreiheit und Datensicherheit
- Auftragsdaten werden an Logistiksystem der Schweizerischen Post übermittelt
 - Effiziente Integration der Abholungen und Zustellungen in Postfahrzeugrouten
 - Postmitarbeitende sehen auf Handscannern, ob und was ein Kunde braucht
- Optimierung der Fahrstrecken und Reduktion der CO2-Emissionen



Quellen: Schweizerische Post, o. D.; Dérobert, 2020; Emilio, 2021; Lavrut, 2021b

Best Practices: Smart Living

LoRaWAN im Kampf gegen Energiearmut

Smart Living – Valencia, Spanien

Zwischen 2022 und 2023 führte die Stadt Valencia in Zusammenarbeit mit der Sozialeinrichtung Atencia und der Polytechnischen Universität Valencia eine Studie über den Nutzen von Luftqualitätssensoren im Kampf gegen Energiearmut durch.

- Haushalte von insgesamt 100 Probanden mit Luftqualitätssensoren ausgestattet
 - Überwachung von Temperatur, Luftfeuchte und Schadstoffkonzentrationen
 - Untersuchung des Zusammenhangs von Wohnverhalten, kWh und Raumklima
 - Gezieltes Angebot für ältere, einkommensschwache Bürger (65+)
- Individuelle Empfehlungen je nach Datenlage für möglichst energieeffizientes und gesundheitsverträgliches Heizen, Kühlen und Lüften
 - Eingebettet in regelmäßige Hausbesuche, Workshops und Telefonate
 - Überprüfung von Befolgung und Nutzen anhand der Sensordaten und kWh
- Reduktion von Energiekosten und gesundheitsschädlichem Raumklima



Quellen: Businesswire, 2023; Helium Network, o.D.; Luber, 2023; Ross, 2023

Best Practices: Smart Expressway

LoRaWAN-Komplettlösung für Straßennetze

Smart Expressway – Landesweit, Südkorea

2020 haben der Systemintegrator Woojoo Telecom und der IoT-Dienstleister SK Telesys eine umfassende LoRaWAN-Infrastruktur für die Korea Expressway Corporation aufgebaut, die in Südkorea Mautstraßen betreibt.

- 78 LoRaWAN-Gateways decken 306 km Schnellstraßen mit LoRaWAN ab
- Überwachung von Parkplätzen und Behälterfüllständen auf Rastplätzen
- Zustandsüberwachung von
 - Schutz- und Leitplanken mit Vibrations- und Erschütterungssensoren
 - Displays und Feuerlöschern mit Stromsensoren und GPS-Trackern
- Erdbehrdetektoren und Straßenfrostsensoren an neuralgischen Straßenpunkten
- Intelligente Autobahnbeleuchtung
- Optimierung der Nutzung und Überwachung der Straßeninfrastruktur

Quellen: Semtech Corporation, 2020



Best Practices: Smart Noise Monitoring

Stationäre und mobile Überwachung von Lärmquellen mit LoRaWAN

Smart Noise Monitoring – Amsterdam, Niederlande

Seit 2023 setzt die Stadtverwaltung von Amsterdam an verschiedenen Standorten Lärmsensoren des Schweizer IoT-Dienstleisters Orbiwise ein, um Lärmpegel in städtischen Gebieten zu messen.

- Einsatz von Lärmsensoren der Produktreihe Sampols von OrbiWise
 - Zugriff auf Lärmberichte aller überwachten Standorte im 15-Minuten-Takt
 - Batterielebensdauer von ca. 5 Jahren
- Kontinuierliche Überwachung von Punkten mit konstanter oder regelmäßiger Lärmbelastung durch stationäre Lärmsensoren
 - Einsatz z.B. an Hauptverkehrsstraßen, in Industrie- und Wohngebieten
 - Trendanalysen und Bewertung der Wirksamkeit von Lärminderungsmaßnahmen
 - Alarmierung des Ordnungsamtes bei Grenzwertüberschreitungen
- Überwachung der Lärmauswirkungen von temporären Ereignissen wie Baustellen, Veranstaltungen oder Stadtexperimenten mit mobilen Lärmsensoren



Quellen: Orbiwise, o.D.; LoRa Alliance, 2023; Orbiwise, 2023

Best Practices: Smart Metro

Zustandsüberwachung technischer Infrastruktur mit LoRaWAN

Smart Metro – Osaka, Japan

2021 hat die Osaka Metro Group, ein ÖPNV-Betreiber in Osaka, Sensoren des japanischen Messtechnikherstellers Yokogawa in Betrieb genommen, um den Zustand technischer Infrastruktur in U-Bahn-Stationen und -Tunneln zu überwachen

- Überwachung von Lufttechnik mit Vibrations-, Temperatur- und Drucksensoren
 - Befestigung mit Hilfe von Magneten
 - Auslösung eines Alarms bei Abweichung von vorgegebenen Grenzwerten
 - Gezielte und frühzeitige Einleitung von Wartungs- und Reparaturmaßnahmen
- Funktionsüberwachung der Ventilatormotoren mit Lastschwankungssensoren
 - Erkennung von Störungen, wie z.B. rutschender Keilriemen oder Unwuchten
- Automatisierung der Geräteprüfung vor dem Hintergrund von Arbeitskräftemangel und schwierigen Einarbeitungsprozessen
- Optimierung von Fahrgastkomfort und -sicherheit



Quellen: Yokogawa Deutschland, o.D.; Yokogawa Electric Corporation, o.D.

Best Practices: Smart Taxi

LoRaWAN zum Schutz des öffentlichen Verkehrs

Smart Taxi – Tunja, Kolumbien

2023 wurde in Tunja in Zusammenarbeit von Stadtverwaltung, Polizei und Taxiunternehmen eine LoRaWAN-Anwendung zur Erhöhung der Sicherheit städtischer Taxis implementiert.

- Taxifahrer in Tunja werden regelmäßig Opfer von Überfällen
 - Gefährdung von Gesundheit, Existenz und Funktionalität des städtischen Verkehrs
- Ausstattung der Taxis mit Micro Trackern (GPS + Notfallknopf)
 - Direkt neben Fahrersitz angebracht, Stromversorgung über Zigarettenzünder
 - Datenübertragung sowohl in regelmäßigem Zeitintervall als auch ereignisgesteuert
- In Gefahrensituationen kann die Polizei per Knopfdruck ortsgenau alarmiert werden
 - Schnellere und einfachere Anforderung von Hilfe als über Funk oder Telefon



© Abeeway

Quellen: IoT Now, 2023; Lavrut, 2023

Weitere Best Practices

Veröffentlichung des Best-Practice-Katalogs Anfang 2025



Inhaltsverzeichnis	
1	Einleitung 1
2	Methodik 2
3	Best-Practice-Übersicht 4
3.1	Australien 5
3.1.1	Smart Alpine 5
3.1.2	Smart Park 7
3.1.3	Smart Waste 9
3.2	China 10
3.2.1	Smart Building 10
3.3	Deutschland 12
3.3.1	Smart Counting 12
3.3.2	Smart Forest 14
3.3.3	Smart Monitoring 16
3.3.4	Smart Traffic Analysis 19
3.3.5	Smart Village 20
3.3.6	Smart Winter Service (1) 22
3.3.7	Smart Winter Service (2) 23
3.4	England 25
3.4.1	Smart Lighting 25
3.4.2	Smart Metering 26
3.5	Estland 28
3.5.1	Smart Harbour 28
3.6	Niederlande 30
3.6.1	Smart Noise Monitoring 30
3.7	Saudi-Arabien 32
3.7.1	Smart Building Site 32
3.8	Schweiz 34
3.8.1	Smart Button 34
3.9	Spanien 36
3.9.1	Smart Living 36
3.10	Südkorea 38
3.10.1	Smart Expressway 38
3.11	Japan 40
3.11.1	Smart Metro 40
3.12	Kolumbien 42
3.12.1	Smart Taxi 42
3.13	Luxemburg 44
3.13.1	Smart Data Analysis 44
4	Abbildungsverzeichnis 45
5	Quellenverzeichnis 46

Mobilitätsanwendungen mit LoRaWAN

Einblick in die Forschung: Best-Practice-Analyse

Best Practices nach Mobilitätssegment

Die identifizierten Best Practices mit Mobilitätsbezug können jeweils einem oder mehreren der folgenden vier Mobilitätssegmente zugeordnet werden:

- Personenmobilität
- Gütermobilität
- Sicherheits- und Rettungsmobilität

Mobilitätssegment	Best Practice
Gütermobilität	Smart Building Site
	Smart Button
	Smart Expressway
	Smart Harbour
	Smart Noise Monitoring
Personenmobilität	Smart Alpine
	Smart Building Site
	Smart Counting
	Smart Expressway
	Smart Metro
	Smart Monitoring
	Smart Noise Monitoring
	Smart Harbour
	Smart Lighting
	Smart Taxi
	Smart Traffic Analysis
	Smart Winter Service 1 und 2
Sicherheits- und Rettungsmobilität	Smart Building Site
	Smart Forest
	Smart Lighting
	Smart Noise Monitoring
	Smart Taxi

Was lässt sich aus den Best Practices lernen?

Mut zur Erprobung neuer technischer Lösungen als gemeinsamer Nenner der meisten Best Practices

Erkenntnisse aus der Best-Practice-Analyse

- Stand der Technik vieler kommunaler LoRaWAN-Anwendungen entwickelt sich schnell weiter und es kommen ständig neue hinzu
- Mut, neue technische Lösungen auszuprobieren, kann sich für Kommunen sehr lohnen, insb. KI bietet großes Innovationspotenzial
- Kommunen profitieren von enger und langfristiger Zusammenarbeit mit lokalen IoT-Dienstleistern
- LoRaWAN kann in kommunalen Anwendungen effektiv mit anderen Funktechnologien kombiniert werden
- Einzelne kommunale LoRaWAN-Anwendungen können eine Vielzahl unterschiedlicher Endgerätetypen integrieren

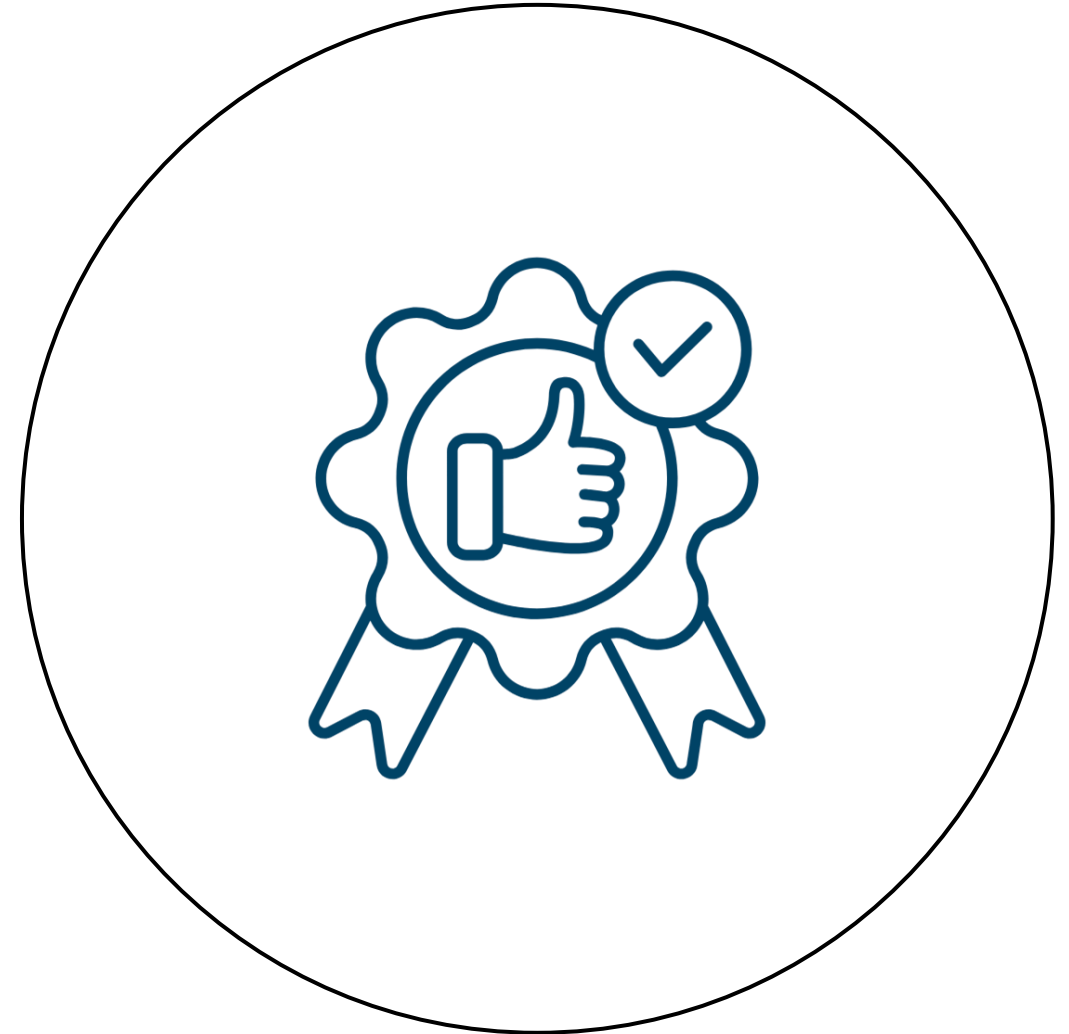
Was lässt sich aus den Best Practices lernen?

Vielfältige Nutzungsmöglichkeiten von LoRaWAN-Daten

Erkenntnisse aus der Best-Practice-Analyse

Vielfältige Möglichkeiten der Datenverarbeitung und -kommunikation, z.B.

- Aktuelle Informationen und Prognosen
- Berichte und Handlungsempfehlungen
- Warnmeldungen und Alarme
- Simulationen und Szenarioanalysen
- Trend- und Musteranalysen
- Digitale Zwillinge
- Open Data Plattformen
- (XR-)Web- und Mobilanwendungen
- QR-Codes
- Digitale Anzeigetafeln
- Informationsbroschüren/-stände
- Workshops und Führungen





05

Projektkonzepte

Smart City LoRaWAN Integration Labs@bw

5 LoRaWAN-Umsetzungsprojekte in 9 Monaten



Projektkonzept: Friedrichshafen

Smart City LoRaWAN Integration Labs@bw

Friedrichshafen

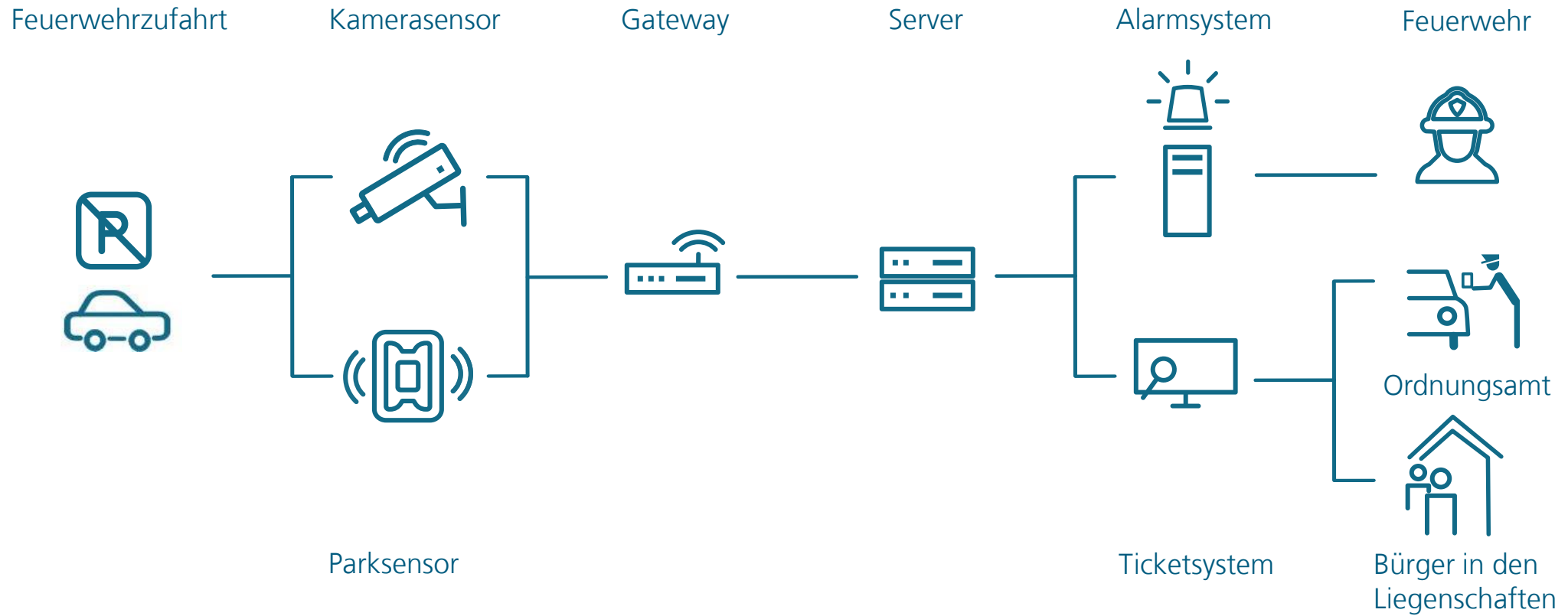


- Überwachung von Feuerwehruzufahrten vor städtischen Liegenschaften
 - Einsatz von Kamerasensoren
 - DSGVO-konforme Fahrzeugdetektion mittels KI
 - Alarmauslösung bei widerrechtlicher Blockierung einer Zufahrt
 - Alarmverifizierung und ggf. Einleitung von Räumung durch
 - Ordnungsamt
 - in den Liegenschaften tätige Bürgerinnen und Bürger
 - Benachrichtigung der Feuerwehr über den städtischen Alarmserver
- Asset-Tracking von
 - Geldtaschen des städtischen Kurierdienstes
 - Rettungsringen und –stangen
 - Outdoor-Möbeln
- Einsatz von mobilen Gateways
 - zur ortsflexiblen Erhöhung der Netzredundanz
 - für den Betrieb von Anwendungen außerhalb des stationären Netzes



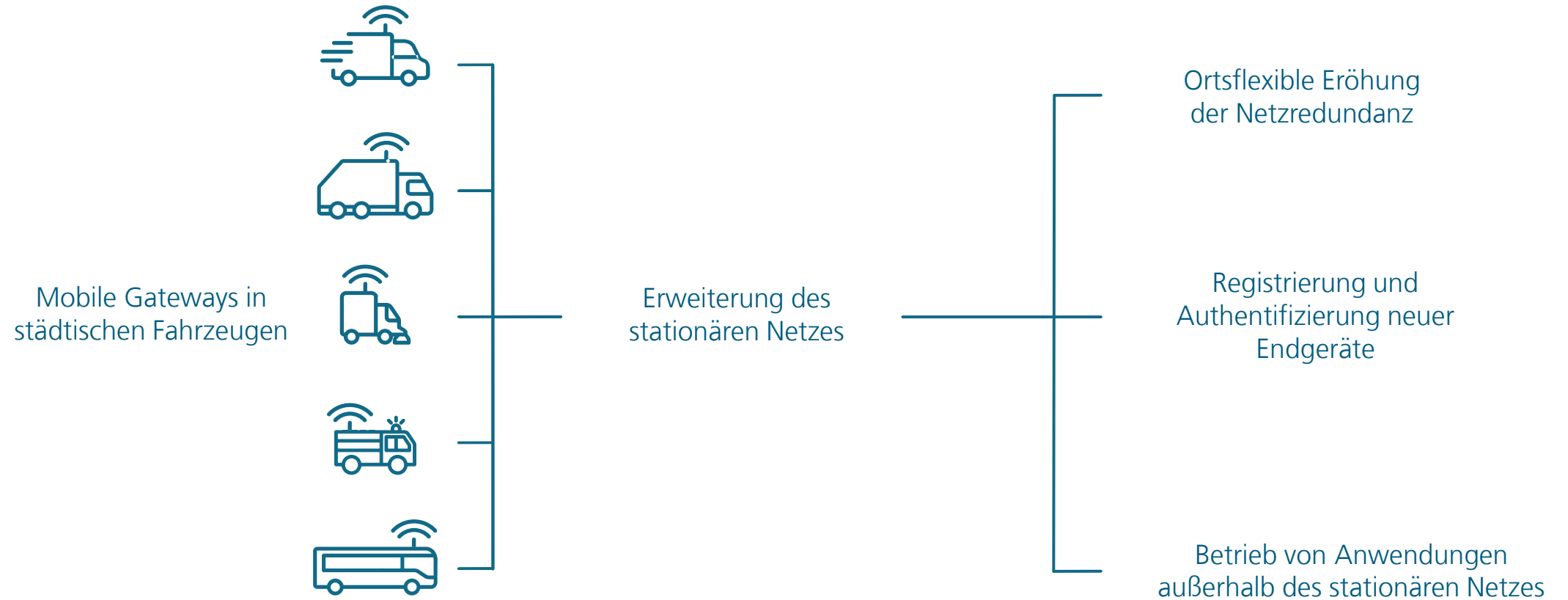
Projektkonzept: Friedrichshafen

Smart City LoRaWAN Integration Labs@bw



Projektkonzept: Friedrichshafen

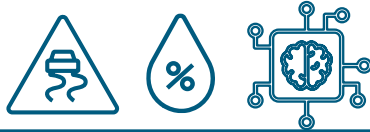
Smart City LoRaWAN Integration Labs@bw



Projektkonzept: Neckarsulm

Smart City LoRaWAN Integration Labs@bw

Neckarsulm

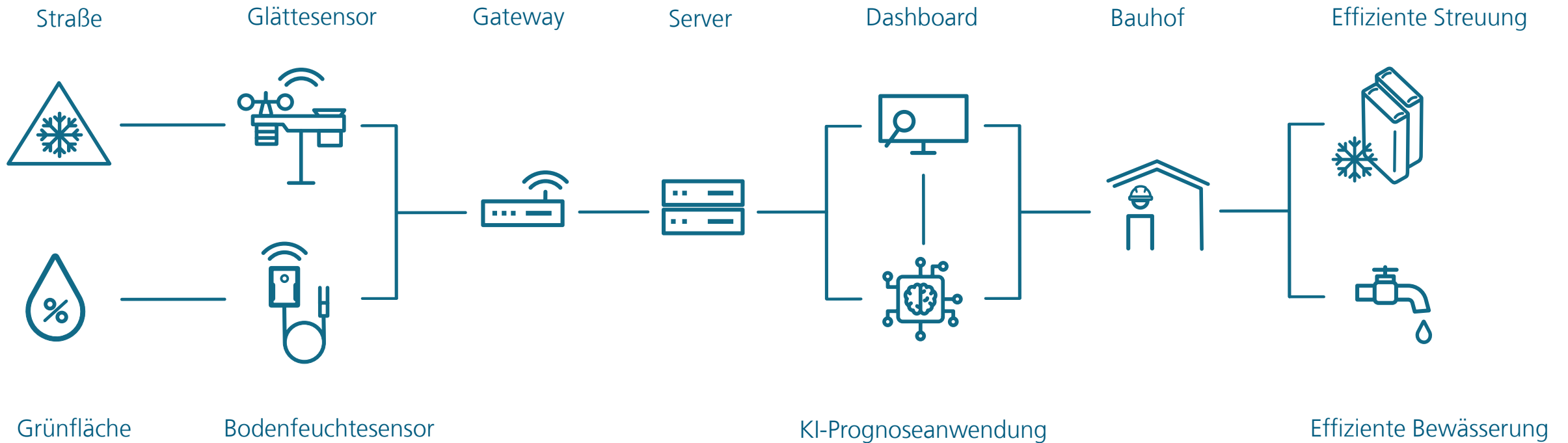


- Glatteisüberwachung an neuralgischen Straßenpunkten
 - Winterdienstsensoren messen Temperatur und Luftfeuchtigkeit
 - Bedarfsgerechte Planung der Streuzeiten und -mengen
 - Untersuchung topographischer Einflüsse auf Glättebildung (mit Wetterstation)
- Bodenfeuchteüberwachung auf öffentlichen Grünflächen
 - Bodenfeuchtesensoren messen u.a. Wassergehalt, Leitfähigkeit, Temperatur
 - Bedarfsgerechte Planung der Bewässerungszeiten und -mengen
- KI-gestützte Glätte- und Bodenfeuchteprognosen
 - Integration der Sensordaten mit anderen Datenquellen wie z.B. Wetterdaten
 - Prognosen basierend auf analysierten Trends, Mustern, Korrelationen innerhalb der historischen Datenbasis und aktuellen Daten



Projektkonzept: Neckarsulm

Smart City LoRaWAN Integration Labs@bw



Projektkonzept: Neulingen

Smart City LoRaWAN Integration Labs@bw

Neulingen



- Glatteisüberwachung an neuralgischen Straßenpunkten
 - Winterdienstsensoren messen Temperatur und Luftfeuchtigkeit
 - Bedarfsgerechte Planung der Streuzeiten und -mengen
- Bodenfeuchteüberwachung auf öffentlichen Grünflächen und Sportplätzen
 - Bodenfeuchtesensoren messen u.a. Wassergehalt, Leitfähigkeit, Temperatur
 - Bedarfsgerechte Planung der Bewässerungszeiten und -mengen
- Raumklimaüberwachung in der Sporthalle
 - Luftqualitätssensor schlägt Alarm, wenn ungesundes Raumklima droht
 - Entscheidung, wann und wie viel gelüftet ist nicht mehr von individuellen, oft divergierenden Befindlichkeiten abhängig



Projektkonzept: Ölbronn-Dürrn

Smart City LoRaWAN Integration Labs@bw

Ölbronn-Dürrn



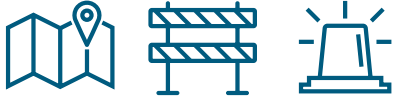
- Glatteisüberwachung an neuralgischen Straßenpunkten
 - Winterdienstsensoren messen Temperatur und Luftfeuchtigkeit
 - Bedarfsgerechte Planung der Streuzeiten und -mengen
- Bodenfeuchteüberwachung auf öffentlichen Grünflächen und Sportplätzen
 - Bodenfeuchtesensoren messen u.a. Wassergehalt, Leitfähigkeit, Temperatur
 - Bedarfsgerechte Planung der Bewässerungszeiten und -mengen
- Raumklimaüberwachung in der Sporthalle
 - Luftqualitätssensor schlägt Alarm, wenn ungesundes Raumklima droht
 - Entscheidung, wann und wie viel gelüftet ist nicht mehr von individuellen, oft divergierenden Befindlichkeiten abhängig
- Betrieb eines (Ultraschall-)Wasserpegelsensors zur Überwachung der Hochwassergefahr gemeinsam mit der Nachbargemeinde Ötisheim



Projektkonzept: Ulm

Smart City LoRaWAN Integration Labs@bw

Ulm

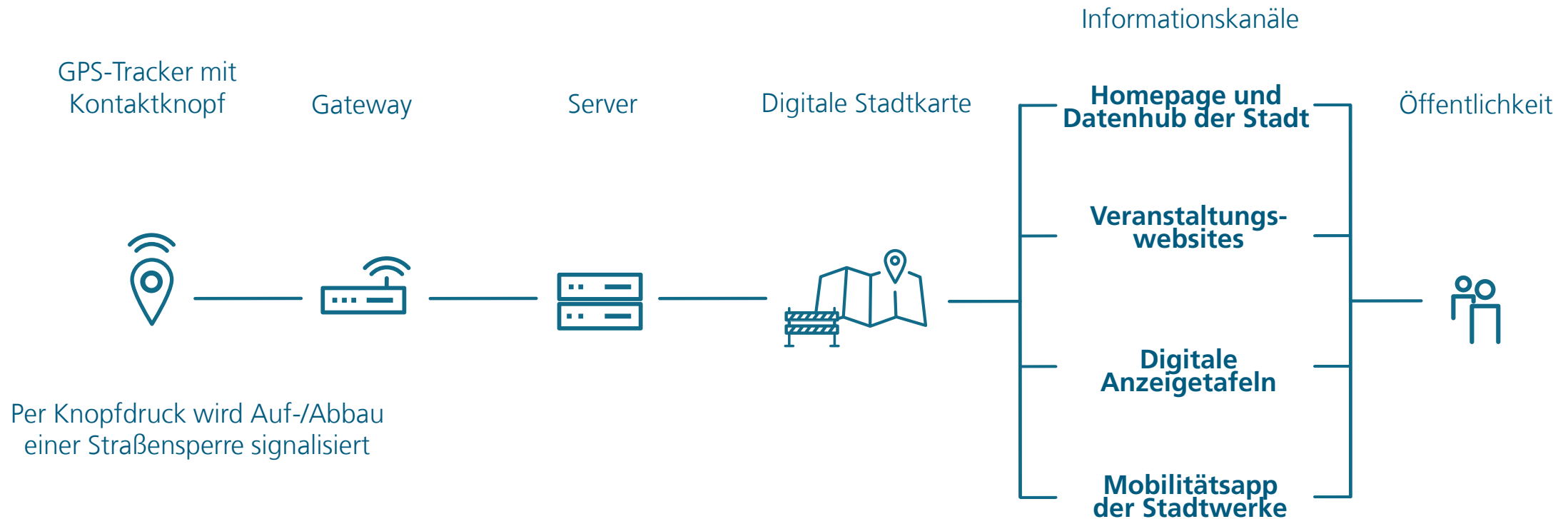


- Visualisierung von Straßensperren
 - Definition von Straßensperren in digitaler Karte
 - Auf- und Abbauteams erhalten GPS-Tracker mit Kontaktknopf
 - Per Knopfdruck werden Straßensperren auf Karte angezeigt/wieder entfernt
 - wenn sie sich in unmittelbarer Nähe des Trackers befinden
 - Bereitstellung der Karte über verschiedene Informationskanäle
 - Gezielter Einsatz im Rahmen von Großveranstaltungen
- Unterstützung der Einsatzkräfte bei städtischen Großveranstaltungen
 - Mobile Einsatzteams erhalten GPS-Tracker mit Notfallknopf
 - Anzeige der Standorte stationärer mobiler Einsatzteams auf digitaler Karte
 - Interne/öffentliche Kartendarstellung
 - zur Optimierung der Einsatzkoordination
 - zur sofortigen ortsbezogenen Alarmierung
 - damit Besucher die Einsatzkräfte gezielt aufsuchen bzw. lotsen können



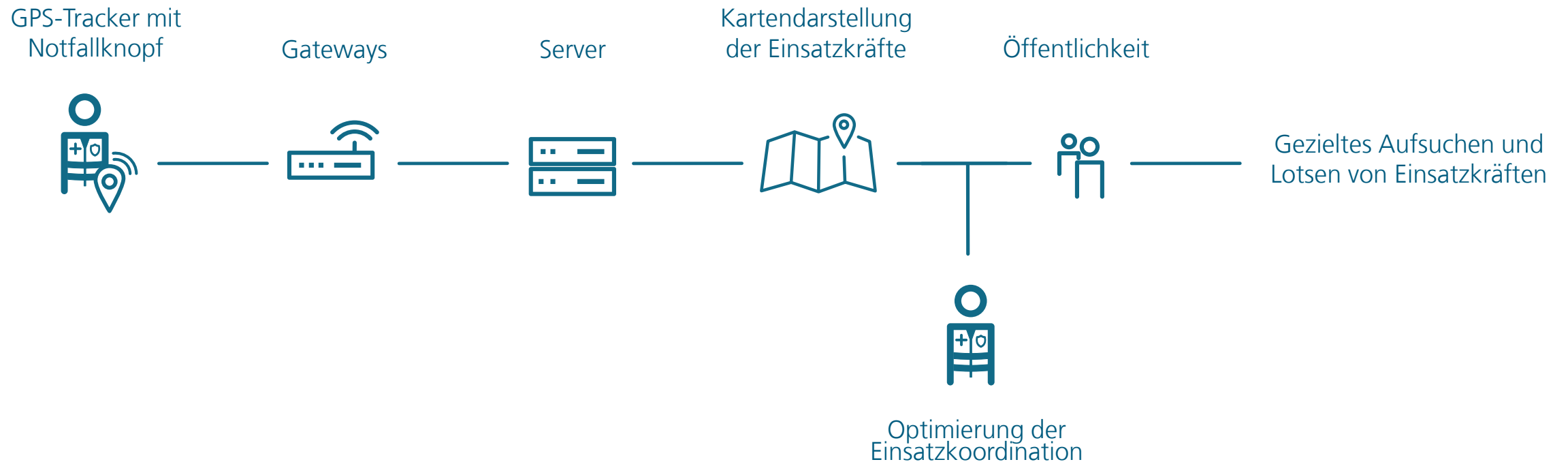
Projektkonzept: Ulm

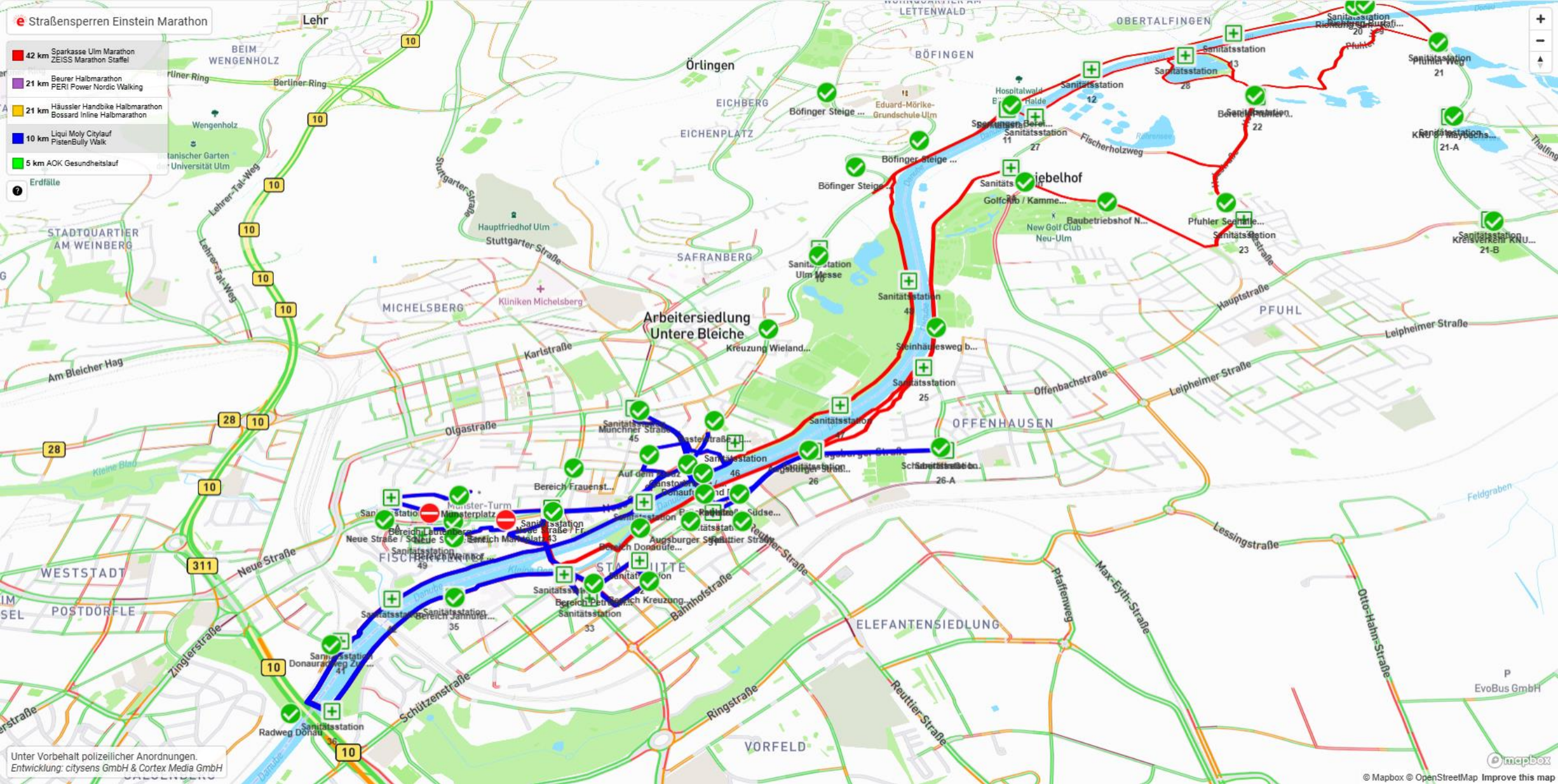
Smart City LoRaWAN Integration Labs@bw



Projektkonzept: Ulm

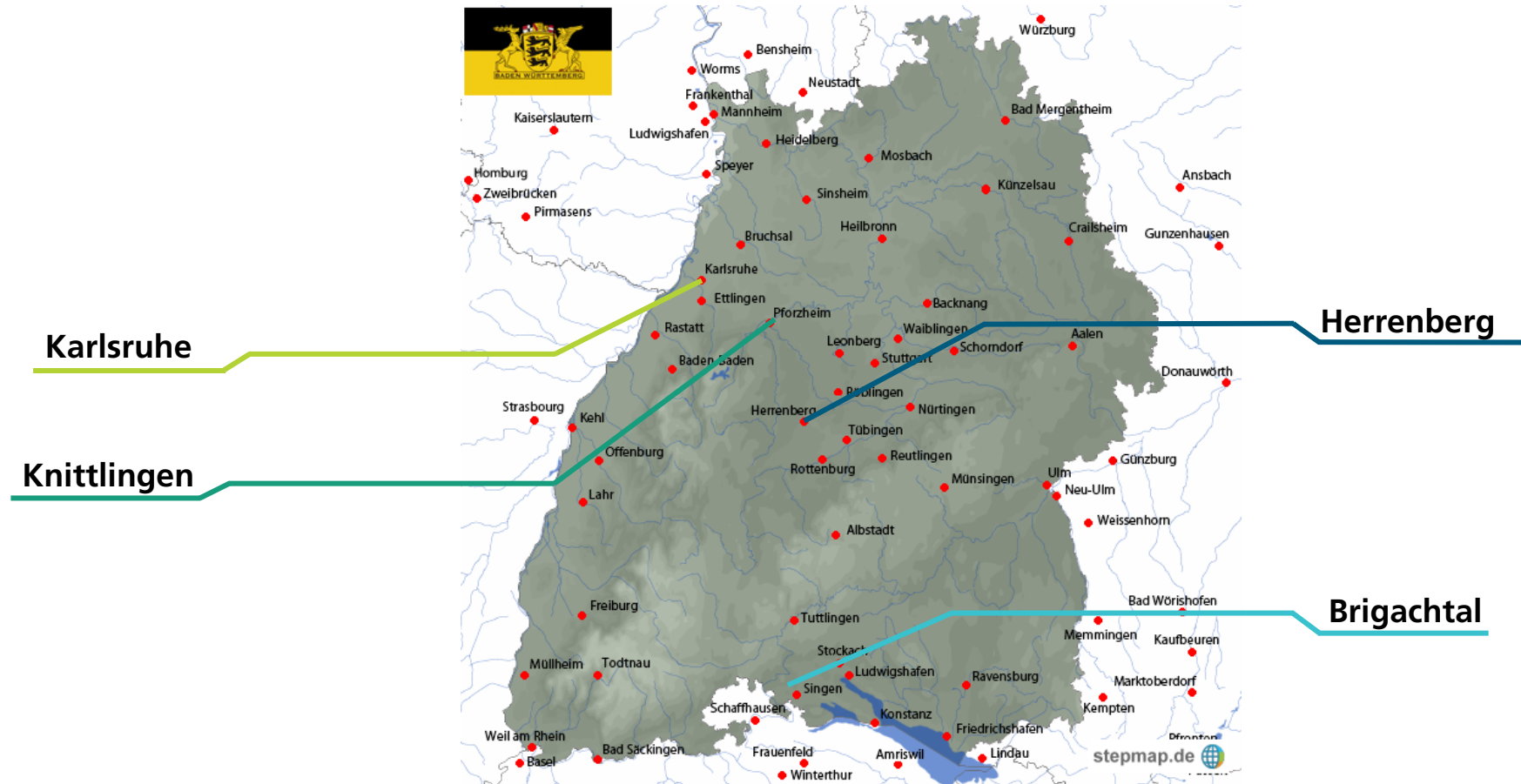
Smart City LoRaWAN Integration Labs@bw





Smart City LoRaWAN Integration Labs@bw

+ 4 Projektkonzepte mit weiteren Kommunen



Projektkonzept: Karlsruhe

Überwachung von Behindertenparkplätzen mit Park- und Kamerasensoren

Karlsruhe



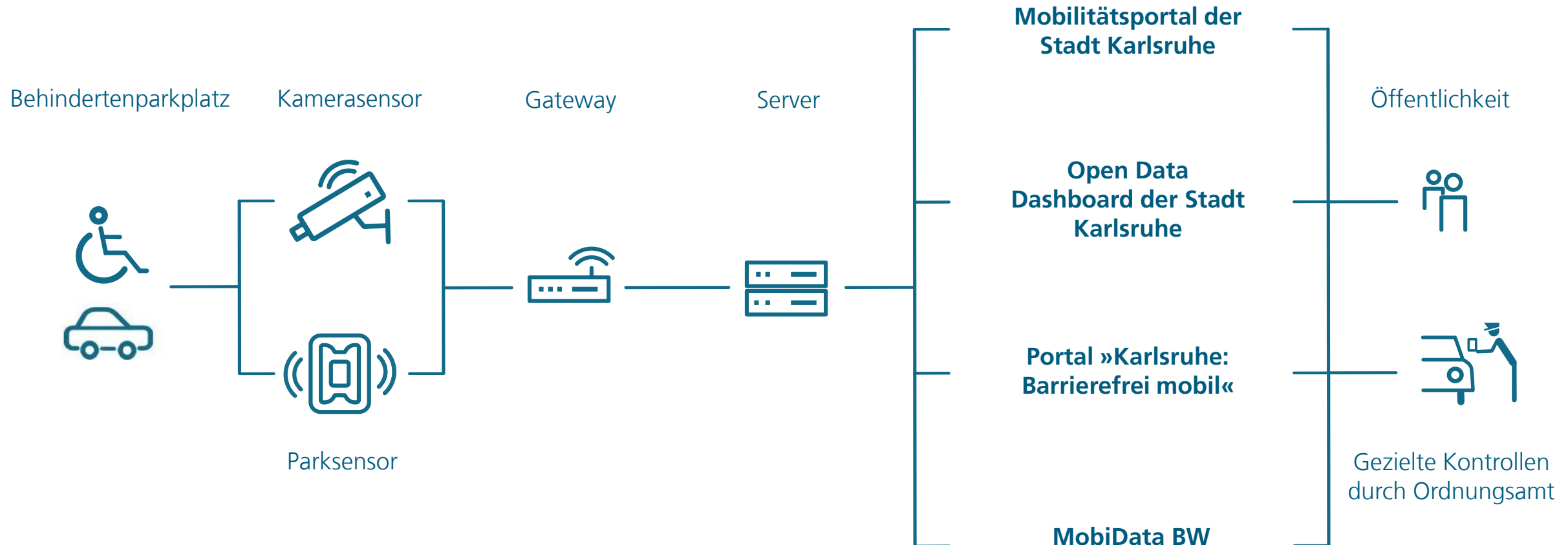
- Überwachung von Behindertenparkplätzen
 - Kombiniertes Einsatz von Park- und Kamerasensoren
 - Parksensoren detektieren Fahrzeuge mittels Magnetometer
 - Kamerasensoren detektieren Fahrzeuge mittels KI
 - Anzeige der Parkplatzverfügbarkeit über verschiedene Informationskanäle
 - Analyse von Parktrends und -mustern für Stadtplanung und -entwicklung
 - Erfassung der Parkberechtigung
 - Mittels RFID/NFC-Tags und -Lesegeräten oder via Web-/Mobilanwendung
 - Abgleich von Park- und Berechtigungsdaten ermöglicht gezielte Kontrollen



Projektkonzept: Karlsruhe

Überwachung von Behindertenparkplätzen mit Park- und Kamerasensoren

Anzeige der Parkplatzverfügbarkeit / Datenanalyse



Projektkonzept: Herrenberg

Parkraumüberwachung mit Park- und Kamerasensoren

Herrenberg

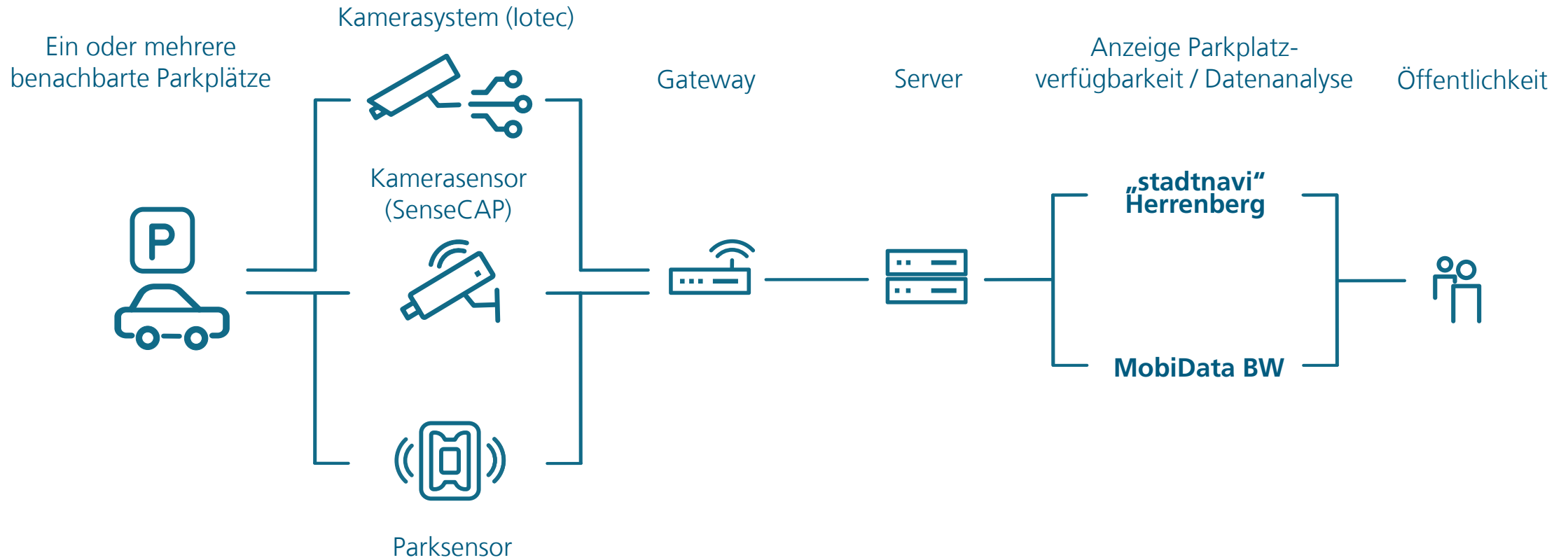


- Parkraumüberwachung im Stadtzentrum und Wohnmobilhafen
 - Kombiniertes Einsatz von Park- und Kamerasensoren
 - Parksensoren detektieren Fahrzeuge mittels Magnetometer
 - Kamerasensoren detektieren Fahrzeuge mittels KI
 - Anzeige der Parkplatzverfügbarkeit über verschiedene Informationskanäle
 - Analyse von Parktrends und -mustern für Stadtplanung- und -entwicklung
 - Einzelne Kameras überwachen mehrere Parkplätze
 - durch Kameraausrichtung auf unmittelbar benachbarte Parkplätze
 - durch Fahrzeugzählung an Ein- und Ausfahrten von Straßenabschnitten
 - Effizienzsteigerung gegenüber dem Einsatz herkömmlicher Parksensoren



Projektkonzept: Herrenberg

Parkraumüberwachung mit Park- und Kamerasensoren



Projektkonzept: Brigachtal

Smart Village

Brigachtal



- Glatteisüberwachung an neuralgischen Straßenpunkten
 - Winterdienstsensoren messen Temperatur und Luftfeuchtigkeit
 - Bedarfsgerechte Planung der Streuzeiten und -mengen
 - Entwicklung eines KI-Prognosemodells unter Einbeziehung weiterer Daten
- Bodenfeuchteüberwachung auf öffentlichen Grünflächen
 - Bodenfeuchtesensoren messen u.a. Wassergehalt, Leitfähigkeit, Temperatur
 - Bedarfsgerechte Planung der Bewässerungszeiten und -mengen
- Einsatz von Bewegungsmeldern zur Erkennung unbefugten Zutritts zu städtischen Gebäuden
- Betrieb eines (Ultraschall-)Pegelsensors zur Überwachung der Hochwassergefahr



Projektkonzept: Knittlingen

Verkehrsflächen- und Gebäudeüberwachung, Belegungskontrolle

Knittlingen



- Glatteisüberwachung an neuralgischen Straßenpunkten
 - Winterdienstsensoren messen Temperatur und Luftfeuchtigkeit
 - Bedarfsgerechte Planung der Streuzeiten und -mengen
- Einsatz von Tür- und Fensterkontaktsensoren sowie Bewegungsmeldern zur Erkennung unbefugten Zutritts zu städtischen Gebäuden
- Belegungskontrolle von Sporthalle und Freibad
 - Personenzähler detektieren Ein- und Ausgänge mittels Infrarotsensor
 - Verstöße beim Freibadeintritt und Hallennutzungszeiten werden erkennbar
- Überwachung einer 500m² Halteverbotszone
 - Kamerasystem detektiert Fahrzeuge mittels KI
 - Kamerainstallation an der einzigen Ein- und Ausfahrt der HVZ
 - Alarmierung des Ordnungsamtes bei Falschparkern



Kontakt

Carina Müller
Teamleitung
Smart Urban Environments
Tel. +49 711 970-5490
carina.mueller@iao.fraunhofer.de

Frederic Schubert
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Stadtssystemgestaltung
Tel. +49 151 16327731
frederic.schubert@iao.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO
Nobelstr. 12
70569 Stuttgart
www.iao.fraunhofer.de

Quellenverzeichnis (Best-Practice-Analyse)

9 News Sydney. (2022). How to avoid black ice. Facebook. <https://www.facebook.com/9NewsSydney/videos/5504313942949204/?mibextid=Ujz3FsPmipSt8w1S>

Abeeway. (o.D. a). Smart Badge. <https://www.abeway.com/de/smart-badge/Abeeway>. (o.D. b). Compact Tracker. <https://www.abeway.com/compact-tracker/>

Allan, K. (2021). LoRaWAN IoT network strengthens safety, security for Red Sea project. CIO. <https://www.cio.com/article/188885/lorawan-iot-network-strengthens-safety-security-for-red-sea-project.html>

Alpha-Omega Technology. (o.D.). The Smart Village SMARTInfeld. <https://iot-shop.de/en/smartinfeld>

Berliner Zeitung. (2023). Waldbrände: Berliner Start-up Dryad Networks entwickelt „elektronische Nasen“. <https://www.berliner-zeitung.de/news/berliner-startup-will-waldbraende-schneller-aufspueren-li.370959>

Brinkschulte, C. (2023). Dryad Networks launches Silvanet, aiming to save 400m tons of CO2 emissions. Dryad. <https://de.dryad.net/post/dryad-networks-launches-silvanet-aiming-to-save-400m-tons-of-co2-emissions>

Businesswire. (2023). City of Valencia Invests in IoT Project Powered by the Helium Network to Combat Energy Poverty. <https://www.businesswire.com/news/home/20231108547528/en/City-of-Valencia-Invests-in-IoT-Project-Powered-by-the-Helium-Network-to-Combat-Energy-Poverty>

DE.DIGITAL. (2022). Smarte Sensorik zur Verkehrszählung. <https://de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Smart-City-Navigator/Projekte/smart-sensorik-zur-verkehrszaehlung.html>

Dérobot, N. (2020). Mit einem Knopfdruck ist der Pöstler bestellt - Post Medien. Post Medien. <https://post-medien.ch/mit-einem-knopfdruck-ist-der-poestler-bestellt/>

Dorfidcard. (o.D.). SMARTInfeld: Lighting control with LoRaWAN. <https://www.dorfidcard.com/blog/smartinfeld-lighting-control-with-lorawan/>

Elbesoft. (o.D.). Elbesoft optimiert mittels IoT-Technik den Winterdienst in Heidenheim. <https://www.elbesoft-iot.de/heidenheim>

Emilio, M. D. P. (2021). LoRaWAN überarbeitet den Post-On-Demand-Service der Schweiz. EETimes. <https://www.eetimes.eu/lorawan-revamps-switzerlands-postal-on-demand-service/>

Engie Deutschland. (2022). Intelligente Straßenbeleuchtung: Saarbrücken auf dem Weg zur Smart City. <https://www.engie-deutschland.de/de/presse/intelligente-strassenbeleuchtung-saarbruecken-auf-dem-weg-zur-smart-city>

Harotech. (2023). Milesight Delivers a Smart Building Solution in Shenzhen China. <https://harotechs.com/blog/success-stories-3/milesight-delivers-a-smart-building-solution-in-shenzhen-china-39>

Helium Network. (o.D.). People-Powered Networks. <https://www.helium.com/>

IoT Now. (2023). Tunja city implements IoT taxi tracking with Illumination, Abeeway. <https://www.iot-now.com/2023/04/12/129559-tunja-city-implements-iot-taxi-tracking-with-illumination-abeway/>

Jakobi, C. (2022). LORaWAN: Smartes Netz für Osnabrück | Blog der Stadtwerke Osnabrück. Stadtwerke Osnabrück Blog. <https://www.stadtwerke-osnabrueck.de/blog/2020/04/29/lorawan-smartes-netzwerk-fuer-osnabrueck/>

Kommune21. (2022). Effizienter Winterdienst. https://www.kommune21.de/meldung_37797_Effizienter+Winterdienst.html

Kommune21. (2024). Heidenheim: Bussen messen Straßentemperatur. https://www.kommune21.de/meldung_43043_Busse+messen+Stra%C3%9Fentemperatur.html

Landeshauptstadt Saarbrücken. (2023). Smart City Entwicklungsplan. <https://www.saarbruecken.de/media/download-6527ae4ce865d>

Largue, P. (2018). LoRaWAN enabled smart marina to drive energy saving. <https://www.smart-energy.com/regional-news/europe-uk/lorawan-enabled-smart-marina/>

Lavrut, F. (2021a). Red Sea Project deploys Abeeway LoRaWAN® Trackers for Construction Workforce and Vehicles. Actility. <https://www.actility.com/red-sea-project-deploys-abeway-lorawan-trackers-for-construction-workforce-and-vehicles/>

Lavrut, F. (2021b). Swiss Post Transforms its Services with IoT and LoRaWAN®. Actility. <https://www.actility.com/swiss-post-transforms-its-services-with-iot-and-lorawan/>

Lavrut, F. (2023). Tunja City Implements IoT Taxi Tracking with Illumination and Abeeway. Actility. <https://www.actility.com/illumination-taxi-tracking-pr/>

LoRa Alliance. (2023). The City of Amsterdam adopts Orbiwise' Sampols Devices & Application Using LoRaWAN® for noise monitoring in the city [Press-release]. <https://lora-alliance.org/wp-content/uploads/2023/11/2023-PR-OrbiWise-Amsterdam-08-11.pdf>

Meshed. (o.D. a). City of Melbourne LoRaWAN IoT & 5G. <https://meshed.com.au/lorawan-iot-case-study-city-of-melbourne/>

Meshed. (o.D. b). Smart Alpine Project - Transport for NSW. <https://meshed.com.au/lorawan-iot-case-study-smart-alpine-project/>

Milesight Technology. (o.D. a). 9-in-1 IAQ Sensor. <https://www.milesight.com/iot/product/lorawan-sensor/am319>

Milesight Technology. (o.D. b). Milesight Delivers a Smart Building Solution in Shenzhen China. <https://www.milesight.com/company/success-stories/smart-building-solution-in-shenzhen>

Milesight Technology. (o.D. c). PIR & Light Sensor. <https://www.milesight.com/iot/product/lorawan-sensor/ws202>

Quellenverzeichnis (Best-Practice-Analyse)

- Milesight Technology. (o.D. d). Smart Portable Socket. <https://www.milesight.com/iot/product/lorawan-sensor/ws523>
- Milesight Technology. (o.D. e). Smart Scene Panel. <https://www.milesight.com/iot/product/lorawan-sensor/ws156>
- Milesight Technology. (o.D. f). Smart Wall Switch. <https://www.milesight.com/iot/product/lorawan-sensor/ws50x>
- Nordic Automation Systems. (2016). First intelligent harbour in Estonia using LoRaWAN technology. <https://www.nasys.no/nordic-automation-systems-lora-technology-to-develop-intelligent-harbour/>
- Orbiwise. (2023). The city of Amsterdam adopts OrbiWise' Sampols Devices & application using LoRaWAN® for noise monitoring in the city. <https://orbiwise.com/news/the-city-of-amsterdam-adopts-orbiwise-sampols-devices-application-using-lorawan-for-noise-monitoring-in-the-city/>
- Orbiwise. (o.D.). Sampols. <https://orbiwise.com/sampols/>
- Oskurier. (2024). Neue Kameras in Osnabrück- digitale Verkehrssensorik spürt verbotenes Abbiegen auf. <https://oskurier.de/2024/06/neue-kameras-in-osnabrueck-digitale-verkehrssensorik-spuert-verbotenes-abbiegen-auf/>
- Participate Melbourne. (o.D.). Data in the park – Argyle Square. <https://participate.melbourne.vic.gov.au/emerging-tech-testbed/data-park>
- Ross, K. M. (2023). IoT versus energy poverty: how one Spanish city is fighting back. Power Technology. <https://www.power-technology.com/features/iot-valencia-energy-poverty/?cf-view>
- Schweizerische Post. (o.D.). Website. <https://www.post.ch/>
- Semtech Corporation. (2020). Semtech Deploys LoRa®-based Network for South Korean Expressways. <https://www.semtech.com/company/press/semtech-deploys-lora-based-network-for-south-korean-expressways>
- SMARTinfeld. (o.D.). Website. <https://smartinfeld.de/>
- Stadt Delbrück. (o.D.). LoRaWAN 2.0. <https://www.stadt-delbrueck.de/de/aktuelles/meldungen/lorawan-status-quo.php>
- Stadt Delbrück, Regio IT GmbH, Mattiza, M. & Wilbertz, S. (2019). Durchführung eines Pilotprojekts in der Stadt Delbrück als Teil der Digitalen Modellregion OWL und Planung des Umsetzungsprojekts „LoRaWAN 2.0“.
https://www.stadt-delbrueck.de/de-wAssets/docs/rathaus-online/delbrueck-digital/LoRaWAN_Praesentation-fuer-Homepage.pdf
- Yokogawa Deutschland. (o. D.). Sushi Sensor. <https://www.yokogawa.com/de/solutions/solutions/asset-management-and-integrity/asset-performance-management/sushi-sensor/>
- Yokogawa Electric Corporation. (o.D.). Easy IoT with Sushi Sensors and Load Fluctuation Sensors - Osaka Metro's pursuit of passenger safety, security, and comfort - | Yokogawa Electric Corporation.
<https://www.yokogawa.com/library/resources/references/successstory-osaka-metro-en/>