

Long Range Wide Area Network (LoRaWAN)

EIN HANDBUCH FÜR KOMMUNEN IN BRANDENBURG



LoRAWAN-AG

Die LoRaWAN-AG (Arbeitsgemeinschaft) ist entstanden, weil Kommunen, die mit der Etablierung von LoRaWAN-Netzwerken beschäftigt waren, festgestellt haben, dass sie viele ähnliche Schritte und Herausforderungen durchliefen: technische, organisatorische und rechtliche Hürden, wie zum Beispiel der Auswahl geeigneter Gateways, der Vernetzung von IoT-Geräten oder der Gewährleistung der Datensicherheit.

Beim Treffen des Netzwerks Smart-Region Brandenburg im März 2024 kamen Kommunen zu der Erkenntnis, dass es wenig sinnvoll ist, wenn jede Kommune das Rad für sich selbst neu erfindet, um LoRaWAN-Infrastrukturen zu implementieren. Die Idee, eine LoRaWAN-AG zu gründen, entstand als eine Antwort auf diese gemeinsamen

Herausforderungen. Ziel der Arbeitsgemeinschaft war es, eine Plattform für den Austausch von Erfahrungen und Best Practices zu schaffen. Außerdem wurde der Wunsch laut, ein Handbuch zu den "Lessons Learned" zu erstellen, das aufzeigt, wie Kommunen LoRaWAN erfolgreich etablieren können – von Kommunen für Kommunen. Organisatorisch unterstützt und geleitet wird die LoRaWAN-AG von der Landeshauptstadt Potsdam und der DigitalAgentur Brandenburg.

HACK #1

Informiere dich zuerst bei erfahrenen Kommunen: Vieles kann dadurch bereits geklärt werden.

Was ist LoRaWAN und was nicht?

LoRa ist die Funktechnologie, die die Grundlage für die Kommunikation bietet. LoRa beschreibt den Mechanismus, wie Daten in Form von Funksignalen übertragen werden, wobei das Augenmerk auf der Reichweite (in offenen Gebieten bis zu 15 Kilometern) und dem geringen Energieverbrauch liegt.

LoRaWAN ist das Kommunikationsprotokoll, das auf LoRa aufsetzt und das Netzwerkmanagement, die Sicherheitsmechanismen und die Datenübertragung über große Entfernungen regelt. LoRaWAN definiert die Kommunikationsarchitektur für Netzwerke, die LoRa-Technologie verwenden, und beschreibt, wie Geräte, Gateways und Server miteinander interagieren. Es sorgt dafür, dass Daten sicher und effizient über ein großes geografisches Gebiet hinweg übertragen werden können.

Ein LoRaWAN-System besteht aus drei Hauptkomponenten: LoRa-Server, Gateway und Node (Sensor). Der Sensor nimmt die jeweiligen Daten

auf und sendet diese via LoRa an das Gateway. Das Gateway verbindet hingegen das LoRa-Funknetz mit dem Server (siehe Abbildung). LoRaWAN verwendet eine Sterntopologie (bei einer Sterntopologie sind alle Geräte mit einem zentralen Knoten verbunden, jedoch nicht untereinander vernetzt).

Durch die potentiell hohe Reichweite gibt es möglicherweise „Redundanzen“: Die Datenpakete werden von einem anderen Gateway aufgefangen und gehen so nicht verloren.

HACK #2

Sei dir im Klaren darüber, wofür LoRaWAN NICHT eingesetzt werden kann. Sinnvolle Anwendungsbeispiele gibt es inzwischen in viele Kommunen. Das muss aber nicht ebenso gut bei Dir vor Ort funktionieren.



Für Kommunen bietet LoRaWAN eine Vielzahl von Vorteilen, insbesondere im Bereich der Smart City und Regions mit IoT (Internet of Things)-Anwendungen. Hier sind einige der wichtigsten Bedeutungen und Vorteile von LoRaWAN für Kommunen:

1. Effiziente Vernetzung von IoT-Geräten: LoRaWAN ermöglicht es, viele IoT-Geräte über große Entfernungen zu verbinden, ohne auf teure Mobilfunknetze angewiesen zu sein. In einer Kommune können so zahlreiche Geräte, wie Sensoren zur Messung von Luftqualität, Temperatur, Feuchtigkeit, Lärmemissionen oder Füllständen von Mülltonnen, kostengünstig und zuverlässig miteinander kommunizieren.

2. Kostenersparnis: Da LoRaWAN eine lange Reichweite bietet und im Vergleich zu anderen Technologien wie 4G oder Wi-Fi einen geringen Energieverbrauch hat, sind die Kosten für den Betrieb und die Wartung von IoT-Netzwerken deutlich geringer. Dies ermöglicht es Kommunen, smarte Technologien zu implementieren, ohne hohe Ausgaben für Infrastruktur und Datenübertragung zu haben. Des Weiteren fallen keine Internetkosten an.

3. Nachhaltigkeit: Die niedrige Energieaufnahme der LoRaWAN-Geräte bedeutet, dass sie über Jahre hinweg ohne häufige Batteriewechsel betrieben werden können. Dies macht die Technologie besonders attraktiv für Anwendungen wie Smart Metering (z. B. für Strom, Wasser oder Gas), bei denen Geräte über lange Zeiträume hinweg zuverlässig arbeiten müssen. Darüber hinaus eignen sich LoRaWAN-Geräte für den Einsatz in unwegsamem Gelände. Dort ist ein Betrieb für andere Geräte ohne dauerhaften Stromanschluss oft nicht möglich.

4. Skalierbarkeit: LoRaWAN-Netzwerke lassen sich leicht erweitern. Kommunen können klein anfangen, indem sie mit einigen wenigen IoT-Geräten beginnen, und das Netzwerk bei Bedarf mit der Zeit vergrößern. Dies bietet Flexibilität, um auf wachsende Anforderungen oder neue Einsatzgebiete zu reagieren. Der Hauptaufwand liegt bei der Installation des ersten Sensors und der benötigten Infrastruktur – weitere Sensoren können einfach hinzugefügt werden.

5. Verbesserte Dienstleistungen und Effizienz: Durch die Erfassung und Auswertung von Echtzeitdaten können Kommunen ihre Dienstleistungen verbessern. Beispielsweise können intelligente Straßenbeleuchtungssysteme nur dann aktiviert werden, wenn sie benötigt werden. Oder die Müllabfuhr kann effizienter organisiert werden, indem sie nur dann entsorgt wird, wenn die Tonnen voll sind.

6. Datensicherheit und Datenschutz: LoRaWAN bietet eine sichere Kommunikation zwischen den Geräten und den zentralen Servern, was besonders wichtig ist, wenn es um die Verarbeitung personenbezogener oder sensibler Daten geht.

Insgesamt hilft LoRaWAN Kommunen, ihre Ressourcen effizienter zu nutzen, die Lebensqualität der Bürgerinnen und Bürger zu erhöhen und gleichzeitig den Betrieb der städtischen Infrastruktur zu optimieren.

LoRaWAN ist kein:

1. Zelluläres Mobilfunknetz: LoRaWAN ist keine herkömmliche Mobilfunktechnologie wie 4G oder 5G. Es ist speziell für den Einsatz von IoT-Geräten (Internet of Things) mit geringen Datenmengen und einem geringen Energieverbrauch über große Distanzen konzipiert. Es eignet sich nicht für die Übertragung von großen Datenmengen oder für schnelle Internetverbindungen.

2. Hochgeschwindigkeits-Internetverbindung: LoRaWAN bietet keine hohe Bandbreite oder schnelle Datenübertragungsraten. Es ist nicht geeignet für Anwendungen, die hohe Datenraten benötigen, wie Streaming, Videokonferenzen oder das Surfen im Internet. Es ist auf kleine Datenpakete ausgelegt, die periodisch oder in sehr kurzen Intervallen gesendet werden.

3. Funknetzwerk für kontinuierliche Kommunikation: LoRaWAN ist nicht für kontinuierliche, bidirektionale Kommunikation geeignet. Es ist optimiert für Geräte, die nur ab und zu kleine Datenmengen senden oder empfangen (z. B. Sensordaten). Echtzeitkommunikation oder schnelle, laufende Interaktionen sind nicht der Anwendungsbereich von LoRaWAN.

4. Ersatz für Wi-Fi oder Bluetooth: LoRaWAN ist nicht dazu gedacht, Wi-Fi oder Bluetooth in nahen Entfernungen zu ersetzen. Während Wi-Fi und Bluetooth schnelle Datenübertragungen über kurze Distanzen ermöglichen, ist LoRaWAN auf lange Reichweiten und niedrigen Energieverbrauch ausgelegt, jedoch bei niedrigerer Datenrate.

5. Netzwerk mit weltweiter Abdeckung: LoRaWAN benötigt lokale Gateways als Infrastruktur, die die Funkwellen empfängt und an zentrale Server weiterleitet. Es handelt sich nicht um ein Netz wie das Mobilfunknetz, bei dem Mobilfunkanbieter flächendeckende Abdeckung bieten. Stattdessen müssen Kommunen oder Unternehmen ihre eigenen LoRaWAN-Gateways bereitstellen oder auf öffentliche LoRaWAN-Netzwerke zugreifen.

6. Netzwerk mit unbegrenzter Reichweite: Obwohl LoRaWAN eine größere Reichweite als viele andere drahtlose Kommunikationstechnologien hat, ist die Reichweite dennoch begrenzt und kann durch Umgebungsfaktoren wie Gelände oder Gebäude beeinträchtigt werden. Es ist nicht völlig unempfindlich gegenüber Störungen und Hindernissen.

Zusammengefasst ist LoRaWAN also keine Lösung für alle Arten von Kommunikationsanforderungen. Es ist speziell für Low-Power-, Long-Range-Kommunikation von IoT-Geräten mit niedrigen Datenanforderungen entwickelt worden.

Sensorik mit Anwendungsbeispielen aus der LoRaWAN-AG

Kategorie	Ziel	Sensoreinsatz	Zusatzdaten	Kommune	Ansprechpartner
Wasser	Bewässerung optimieren	Bodenfeuchte an Bäumen	Bodenbeschaffenheit, Baumart	Potsdam	Frank Hübner, Andreas Becker
Wasser	Automatische Bewässerungsläufe	Bodenfeuchte an Bäumen	Baumkataster	Brandenburg an der Havel	André Nitze
Wasser	Pegelstandsmessung (Hochwasser, ggf. Anlagensteuerung)	Pegelsensor (Ultraschall)	WSA-Daten (manuell gemessene Pegelstände)	Brandenburg an der Havel	André Nitze
Wasser	Pegel nicht mehr manuell durch Bauhof ablesen	Pegelsensor	keine	Rüdersdorf bei Berlin	Alexander Reetz
Wasser	Datenbank mit Bodenfeuchtwerten	Bodenfeuchtesensoren	Wetterdaten und Bodenbeschaffenheit	Belzig	Malte Specht
Wasser	Bewässerung optimieren	Bodenfeuchte an Bäumen	offen	Rüdersdorf bei Berlin	Alexander Reetz
Wasser	Wassertemperaturen für Badegäste	Luft-Wasser-Temp.-Sensor	keine	Rüdersdorf bei Berlin	Alexander Reetz
Facility Management	gezielte Müllentsorgung nur wenn die Mülleimer Mindestfüllhöhe haben	Füllstandssensoren	ohne	Rüdersdorf bei Berlin	Alexander Reetz
Facility Management	Luftgüte in Turnhalle und Aula	Multifunktionssensor (Temp, CO2, etc.)	Heizkurven evaluieren	Rüdersdorf bei Berlin	Alexander Reetz
Facility Management	Zählung Nutzerzahlen	Besucherkähler	keine	Rüdersdorf bei Berlin	Alexander Reetz
Verkehr	Ladesäulen besser ausnutzen	Parkplatzsensor	Ladestrom	Potsdam & Michendorf	Frank Hübner, Andreas Becker
Verkehr	Verkehrsflussmessung	Sensorik für Verkehrsaufkommen	Auslastung von Straßen	Belzig & Michendorf	Malte Specht
Energie	Energieeinsparung & -monitoring	Thermostat-Sensor		Michendorf	Annemarie Noack
Umweltdaten	Ermittlung einer lokalen Waldbrandgefahrenstufe	Wetterstation + Bodenfeuchte	Bodenbeschaffenheit, Wetterdaten	Belzig	Malte Specht
Tourismus	Personenzählung auf Veranstaltungen	PAX-Counter	keine	Brandenburg an der Havel	André Nitze

LoRaWAN Netzwerk- und Applikationsserver (LoRa-Server)

Umfangreiche Erfahrungen in der Anwendung und Weiterentwicklung von Chirp Stack konnte in Potsdam gesammelt werden. Ansprechpartner sind hier die Stadtwerke Potsdam (Andreas Becker).

HACK #3

Definiere dein lokales Problem
Zunächst musst du das spezifische Problem identifizieren, das du mit LoRaWAN und Sensorik lösen möchtest. Definiere klar, welche Daten du sammeln möchtest und welches Ziel du verfolgst, um eine sinnvolle Lösung zu entwickeln.

Welche Hindernisse könnten auftreten?

Mögliche nicht-technische Hürden

Die Umsetzung von LoRaWAN-Netzwerken und der Einsatz von Sensorik in einer Kommune erfordert eine Vielzahl an Überlegungen und Herausforderungen.

Zunächst muss der Einsatzort des Sensors festgelegt werden. Dabei können auch optische Überlegungen und mögliche Anpassungen relevant sein, um Sensoren diskret zu integrieren, insbesondere in historisch oder architektonisch bedeutsamen Bereichen. Der Denkmalschutz ist entsprechend zu beachten. Kreative Ideen für den Sensoreinsatz müssen mit den rechtlichen Grundlagen in Einklang gebracht werden, wobei verschiedene Instanzen und Stakeholder, wie zum Beispiel die Straßenverkehrsbehörde oder das Landesamt für Statistik, von Beginn an involviert werden sollten. Unterschiedliche Zuständigkeiten auf Bundes-, Landes- und Kommunalebene erschweren die Koordination. Dies sollte man bei der Projekt- und Ressourcenplanung berücksichtigen.

Ebenso muss der Zugang zu Gebäuden und Bauwerken für die Installation der Sensoren organisiert werden. Hierbei gibt es oft unterschiedliche Auflagen und Ansprechpartner, die je nach Ort und Art der Sensoren variieren können.

Fehlendes Personal und die Notwendigkeit, lokales IT-Know-how zu integrieren, erschweren oftmals den Aufbau eines LoRaWAN-Netzes. Für den langfristigen Erfolg ist auch eine Aufklärung innerhalb der Verwaltung sowie die Sicherstellung von Personal für die Instandhaltung erforderlich.

Bedenken der Öffentlichkeit, insbesondere hinsichtlich der möglichen Gefährdung durch Strahlung und Elektromog, müssen durch Aufklärungsveranstaltungen und Bürger-Dialoge adressiert werden.

Des Weiteren stellen Kosten für LoRaWAN-Netzwerkserver und Datenplattformen eine Herausforderung dar, da nicht immer Fördermittel verfügbar sind und diese nach Projektende ausgeschöpft sind – laufende Kosten muss die Kommune im Anschluss selbst decken. Dafür ist eine frühzeitige Planung der Finanzierung über den Haushalt notwendig.

Ein weiteres Thema ist die Datenauswertung und Visualisierung, die oft externe Dienstleister erfordert, um die gewonnenen Informationen effizient zu nutzen. Außerdem ist die Anbindung an bestehende oder neu zu beschaffende Fachverfahren in der Kommune mitzudenken.

HACK #4

Überlege, wo die Sensoren und Gateways montiert werden können. Gibt es geeignete Standorte für die Installation von LoRaWAN-Gateways, die eine möglichst weite Abdeckung des Gebiets ermöglichen? Dazu können hohe Gebäude, Masten oder andere Strukturen gehören, die den Empfang verbessern. Achte darauf, dass der Standort sowohl technisch als auch rechtlich (z. B. Denkmalschutz, Genehmigungen) geeignet und für gelegentliche Wartungen zugänglich ist.

Mögliche technische Hürden

Bei der Implementierung eines LoRaWAN-Netztes ist es günstig, die Infrastruktur gemeinsam zu nutzen, um Ressourcen effizient zu bündeln und Kosten zu sparen. Ein wesentlicher Schritt ist, Erfahrungswerte einzuholen, um von anderen Kommunen oder Organisationen zu lernen und mögliche Fehler zu vermeiden.

Die Auswahl einer geeigneten Datenplattform ist entscheidend, da sie die Grundlage für die Datensammlung, -verarbeitung und -visualisierung bildet. Hier könnte man erfahrene Kommunen mit Erfahrung kontaktieren, um von deren Wissen zu profitieren.

Zudem sollte ein technischer „Wildwuchs“ vermieden werden, indem im Vorfeld entschieden wird, welche Sensoren man nutzen möchte, um eine konsistente und effiziente Infrastruktur aufzubauen.

Die Inbetriebnahme des Gateways ist ggf. durch die Unterstützung eines externen Dienstleisters möglich. Deshalb ist es ratsam, eine klare Dokumentation für einzelne Sensoren und Gateways anzubieten, um den Installations- und Wartungsaufwand zu reduzieren.

TTN (The Things Network) ist ein weltweites, offenes Netzwerk, das von einer globalen Gemeinschaft von Entwicklern, Unternehmen und Organisationen betrieben wird. Jeder kann auf das Netzwerk zugreifen, Geräte verbinden und eigene Gateways betreiben. Es wurde 2015 in den Niederlanden gegründet und bietet eine Community-basierte Plattform für den Aufbau und die Nutzung von LoRaWAN-Infrastrukturen.

TTN ist eine gute Möglichkeit, erste Schritte und Versuche mit Sensorik umzusetzen. TTN hat allerdings eine Fair-Use-Policy. Die Fair-Use-Policy

von TTN regelt die maximale Nutzung des öffentlichen LoRaWAN-Netzwerks, um eine faire Verteilung der Ressourcen sicherzustellen. Sie begrenzt unter anderem die Sendezeit pro Gerät (Duty Cycle) und die Netzwerknutzung, um eine Überlastung zu vermeiden und allen Nutzenden einen zuverlässigen Zugang zu ermöglichen. Die Fair-Use-Policy kann dazu führen, dass ein Account gesperrt oder eingeschränkt wird, wenn gegen sie verstoßen wird. Insbesondere bei übermäßiger Netzwerknutzung oder Missachtung der Sendezeitbegrenzungen (Duty Cycle) behält sich TTN das Recht vor, Maßnahmen zu ergreifen, um die Netzwerkstabilität für alle Nutzenden zu gewährleisten. Für größere Projekte sollte daher z.B. auf The Things Industries (TTI) zurückgegriffen werden. Dies bietet auch den Vorteil, dass Gateways, die über TTI eingebunden sind, auch im öffentlichen TTN verfügbar gemacht werden können.

Wenn TTN bereits verfügbar ist, bedeutet das außerdem, dass schon Infrastruktur in Form von Gateways verfügbar ist. In diesem Fall kann es allerdings sein, dass dies private Gateways sind, die in TTN eingebunden sind. Das bedeutet, dass diese Gateways eventuell keine hohe Verfügbarkeit haben. Es ist daher sinnvoll eigene Gateways zu betreiben und diese zuerst in TTN einzubinden und so schnell ein eigenes Netz verfügbar zu haben. TTN ersetzt allerdings weder den Einsatz eigener Infrastruktur noch ab einer bestimmten Größe den Betrieb (z.B. Chirpstack) oder Einkauf (z.B. TTI) eines eigenen LoRaWAN-Network-Server (LNS).

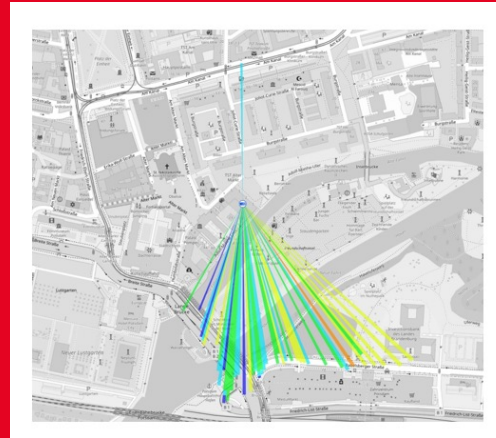
Laut Kommunen gibt es keine Plug-and-Play-Lösungen, weshalb eine detaillierte Dokumentation für Sensoren und Anwendungsfälle notwendig ist. Zudem sollte man die Auswahl geeigneter Gateways sorgfältig treffen und vorab prüfen, welche Dienste und Hardware mit welchen Betriebskosten verbunden sind.

HACK #5

Überprüfe die vorhandene Infrastruktur in deiner Kommune. Dazu gehören die Gebäude, Straßen, Kommunikationsnetze und bestehenden IoT-Systeme. Zudem ist es wichtig, die Topografie zu betrachten: Wie ist das Gelände beschaffen? Gibt es viele hohe Gebäude, Berge oder andere Hindernisse, die die Signalübertragung beeinflussen könnten? Eine gute Kenntnis der lokalen Gegebenheiten hilft, die Netzwerkkapazität und die Platzierung von Geräten optimal zu planen.



Darstellung der Reichweite eines LoRaWAN-Gateways **auf einem Berg**



Darstellung der Reichweite **im urbanen/städtischen Umfeld**

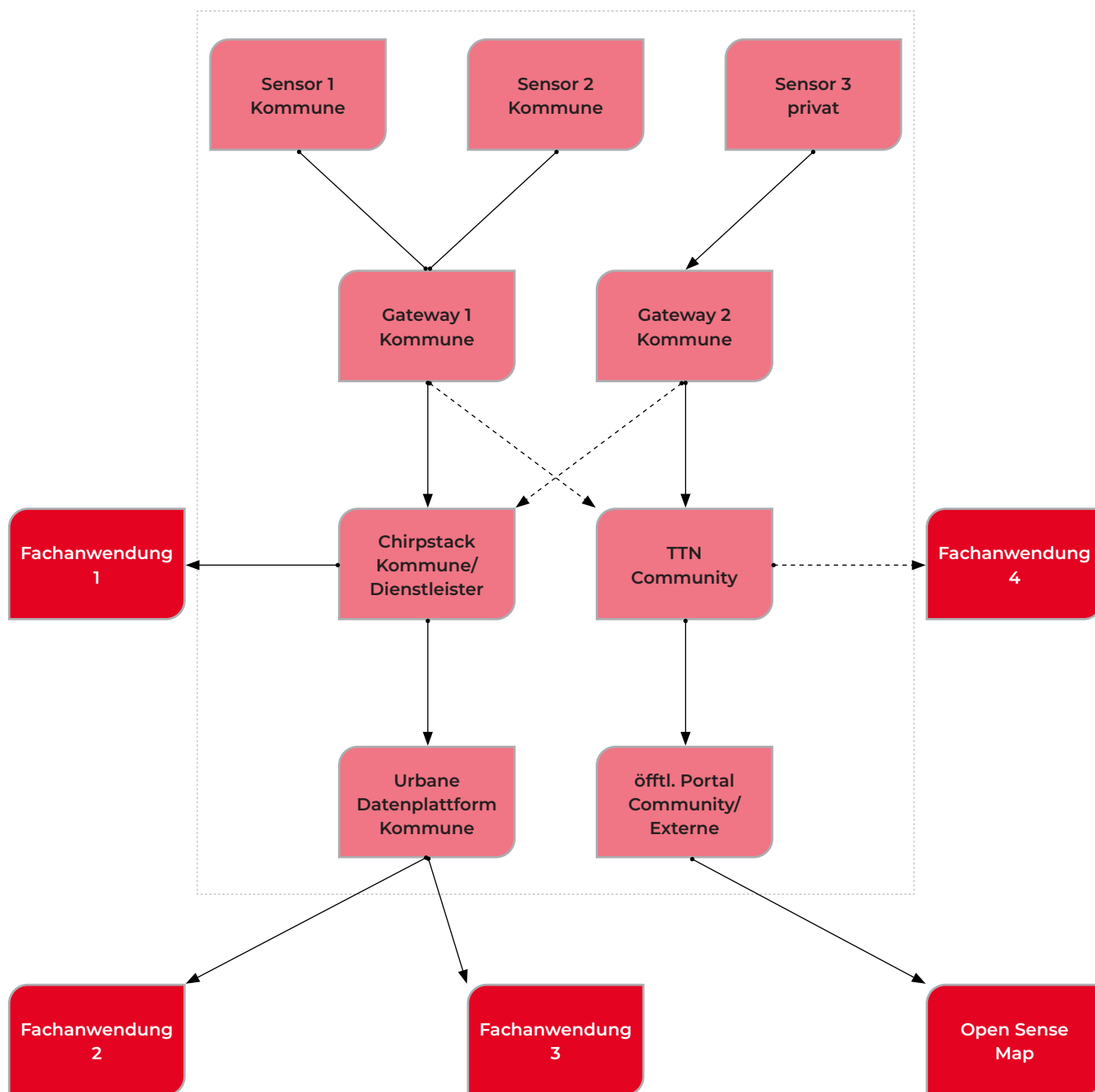
Ein Konzept für das Gateway-Management und die Ausbildung von Schnittstellen zwischen verschiedenen Softwarelösungen sind ebenfalls wichtig, um die verschiedenen Komponenten des LoRaWAN-Netzes effizient miteinander zu integrieren.

Schließlich sollten Kommunen im Vorfeld prüfen, welche Angebote und Dienstleister zur Ver-

fügung stehen und welche Kosten diese verursachen, um ein realistisches Budget für den Betrieb des Netzwerks zu planen.

Gerade für kleinere Kommunen ist ein zentraler LNS-Betrieb (LoRaWAN-Network-Server) interessant, um für eine einheitliche Verwaltung des Netzwerks zu sorgen und die Skalierbarkeit und Wartbarkeit zu gewährleisten.

Beispiel für ein regionales LoRaWAN



Modellprojekt Smart City Potsdam

Im Modellprojekt Smart City Potsdam erarbeitet die Landeshauptstadt Potsdam gemeinsam mit den Stadtwerken Potsdam ein regionales LoRaWAN. Der Fokus liegt dabei auf dem Infrastrukturaufbau sowie dem regionalen Wassermanagement in Brandenburg.

Ziel ist es, bestehendes Wissen regional nutzbar zu machen.

Hintergrund: Regionales LoRaWAN und regionales Wassermanagement

Wasser ist eine wichtige Ressource. Ein Wassermanagementkonzept ist damit unerlässlich. Doch die Überwachung und Bewirtschaftung der Wasserressourcen stellt angesichts der finanziellen und personellen Herausforderungen der Kommune Potsdam ein großes Problem dar. Die manuelle Datenerfassung ist erheblich erschwert. Um hier eine Lösung zu finden und eine breite und dynamische Datenbasis für ein nachhaltiges Wassermanagement zu schaffen, können kontinuierliche Datenerhebungen mittels Sensortechnik zum Einsatz kommen. Um die regionale Datenerhebung rund um das Thema Wasser zu unterstützen, hat die Landeshauptstadt Potsdam die Teilmaßnahme „LoRaWAN für ein nachhalti-

ges regionales Wassermanagement“ ins Leben gerufen.

Die Landeshauptstadt Potsdam und die Stadtwerke Potsdam können insbesondere durch ihre schon bestehende Erfahrung im Aufbau einer LoRaWAN-Infrastruktur und des momentanen Aufbaus der Urbanen Datenplattform einen Mehrwert für die Region schaffen. Die Weiterentwicklung nachhaltiger Strategien und die Umsetzung konkreter Projekte steht dabei im Zentrum des Handelns.

Gemeinsam sollen die geschaffene Infrastruktur und die Services in die Region skaliert werden. Konkret geht es darum, es anderen Kommunen zu ermöglichen, mithilfe der Smart City Potsdam Technik anzuschaffen und außerhalb Potsdams zu verbauen sowie bis Ende 2026 Betriebs- und Wartungskosten für die Technik zu übernehmen. Die erhobenen regionalen Wasserdaten sollen zentral gesammelt und auf der Urbanen Datenplattform der Landeshauptstadt Potsdam zugänglich gemacht werden. Dies ermöglicht künftig weitere Maßnahmen im Bereich Umwelt- und Klimaschutz. Darüber hinaus kann die dann bestehende LoRaWAN-Infrastruktur auch für andere Bereiche außerhalb des Wassermanagements genutzt werden.



Was sind die Ziele des regionalen Wassermanagements?

In der Teilmaßnahme „LoRaWAN für ein nachhaltiges regionales Wassermanagement“ setzt sich die Landeshauptstadt Potsdam das Ziel, bestehende Datenlücken zu schließen: Beispielsweise kann die Sensorik bestehende zeitliche Lücken schließen, indem Sensoren kontinuierlich Daten sammeln und diese über das LoRaWAN-Netz zentral sammeln und auswerten. Zudem kann die räumliche Auflösung von Wasserdaten verbessert werden, indem zusätzliche Sensoren räumlich verteilt werden. Damit werden ggf. auch bisher fehlende Beobachtungspunkte besetzt.

Durch eine verbesserte räumliche und zeitliche Auflösung wird die Datengrundlage für ein verstärktes Monitoring von Indikatoren der Wasserressourcen optimiert. Dies ist unter anderem für

die Katastrophenvorsorge von entscheidender Bedeutung. Pegelsensoren können in Feuerlöschteichen installiert werden, um bei anhaltender Trockenheit eine stabile Löschwasserversorgung zu gewährleisten. Feuerlöschteiche müssten dann nicht mehr regelmäßig mit hohem Personalaufwand kontrolliert werden. Die Kontrollen könnten automatisiert werden. Bei Starkwasserereignissen kann eine verbesserte räumliche Verteilung von Pegelsensoren eine genauere Vorhersage von Pegelüberschreitungen ermöglichen. Diese Datenbasis könnte eine gezielte Steuerung von Hochwasserschutzanlagen ermöglichen. Ein nachhaltiges regionales Wassermanagement kann somit die Bindung von finanziellen und personellen Ressourcen effizienter verteilen und einen Mehrwert für die Bürgerinnen und Bürger generieren.



Impressum

Die hier gesammelten Inhalte sind in Workshops der LoRaWAN-AG entstanden und teilweise mithilfe von ChatGPT verschriftlicht. Mitgewirkt haben: Malte Specht und Frank Hübner.

Zusammengetragen wurden die Inhalte von

DigitalAgentur Brandenburg GmbH
Schiffbauergasse 14
14467 Potsdam

Vorsitzender des Aufsichtsrats:
Staatssekretär Hendrik Fischer

Handelsregister: HRB31591
Registergericht Potsdam

Vertreten durch:
Adrian Gelep (Geschäftsführer)

Kontakt
Telefon: 0331.660-4000
E-Mail: kontakt@digital-agentur.de

Gefördert durch das
Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie
und Klimaschutz des Landes Brandenburg

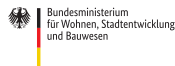
In Kooperation mit der Landeshauptstadt Potsdam im Rahmen des Modellprojektes Smart City

AG Smart City
Landeshauptstadt Potsdam
Friedrich-Ebert-Straße 79/81
14469 Potsdam

AG Leitung: Benno Keppner

Kontakt
E-Mail: AG-Smart-City@rathaus.potsdam.de

Gefördert durch:



Version 1.0

Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Nennung –
Keine Bearbeitungen 4.0 international (CC-BY-ND 4.0)

Veröffentlicht: April 2025

