



Sieker
Die Regenwasserexperten



Intelligente Zustandserkennung und Prognose in Wasser- und Abwassernetzwerken mittels verteilter Schwarmsensorik

Laufzeit 1.10.2018 – 31.12.2021



WaterGridSense 4.0

Endmeeting

08.12.2021



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM



PTKA
Projektträger Karlsruhe
Karlsruher Institut für Technologie

BMBF-Fördermaßnahme
Industrie 4.0 - Kollaborationen in dynamischen
Wertschöpfungsnetzwerken (InKoWe)
– Cluster Wasser



Aktivitäten

- Halbjährliche Gesamttreffen
- Monatliche Telefonkonferenzen
- Abstimmungen intern für einzelne APs nach Bedarf
- Intensive Kommunikation mit den externen Projektpartnern
- Teilnahme an INKOWE Treffen
- Verschiedene Publikationen
- Verschiedene Vorträge von unterschiedlichen Partnern: u.a. ICUD 2021, AquaUrbanica 2021, Sensornetztag 2021, HybridSensorNetz 2019
- Austausch mit Forschungspartnern:
 - SENSARE, EAWAG, etc.
- Teilnahme an TTN-Konferenz

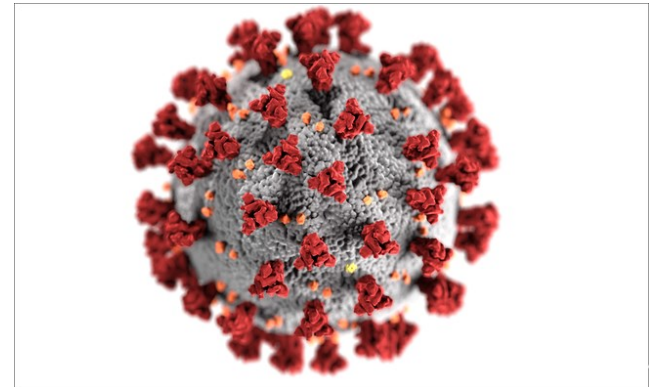




Herausforderungen



- Reduzierung der Aktivitäten durch Corona
 - Schließung Labore, verlangsamte Entwicklungsarbeit
 - Lange Zeit eingeschränkte Aktivitäten mit HW und BWB
 - Interne Abstimmungen nur digital
 - Auch Endmeeting nur Digital
 - Austausch mit Kollegen auf Veranstaltungen reduziert
 - Auch interner Austausch der Arbeitsgruppen deutlich verändert





Motivation



Anlass

- Zu wenig flächendeckendes Wissen über Zustand in Abwasser- und Regenwassernetzen.

Ziel der Entwicklung

- kleine, verteilt einsetzbare, weitgehend energieautarke, drahtlos kommunizierende und einfach konfigurierbare **Sensorplattform** für den Einsatz in Regenwasser- und Abwasseranlagen.
- Diese **Plattform (Elektronikteil) mit einer kleinen Grundfläche (“Streichholzschachtel”)** soll je nach Einsatzszenario mit LoRaWAN und evtl. auch verschiedenen Funkstandards betrieben werden können
- Sie soll sowohl in **stationären** als auch **floatierenden** Anwendungen einsetzbar sein.



Ziel-Akteure



- Wasserentsorgungsunternehmen
 - Besseren Überblick über Netzzustand
 - Entscheidungsoptimierung für Planung und Wartung
- Planer
 - Informationen zu Betriebszustand
 - Informationen für zukünftige Planungen
- Behörden
 - Erfahrungen zu Wartung und Betrieb zur Genehmigungen Entscheidungen
 - Beitrag zur Optimierung der Regen- und Abwasserbewirtschaftung
- Erarbeitung von Anwendungsszenarien



Anwendungsszenarien

Sensoren



Permanent

Temporär

Im Regen-
klärbecken

In Kanal

In der Trumme

Im Schacht

Schwimmend

Gesteuerte
Entleerung RKB
(8)

Sediment-
ablagerungen
messen (5)

Wartungsbedarf
erkennen (1)

Erkennung
unerlaubter
Stoffe (6)

Detektion
erhöhter SW-
Einflüsse (4)

Mischwasser-
entlastung
überwachen (7)

Hydraulische
Belastung
erkennen (9)

Überwachung der
Rattenköder (2)

Detektion
Fremdwasser-
einleitung (3)

II: Überwachung
Schacht

I: Wartung
Straßenabläufe

II: Überwachung
Schacht

III: Instationäre
Messung im Kanal

Legende

Schwarmsensoren

teilweise
Schwarmsensoren

Keine
Schwarmsensoren

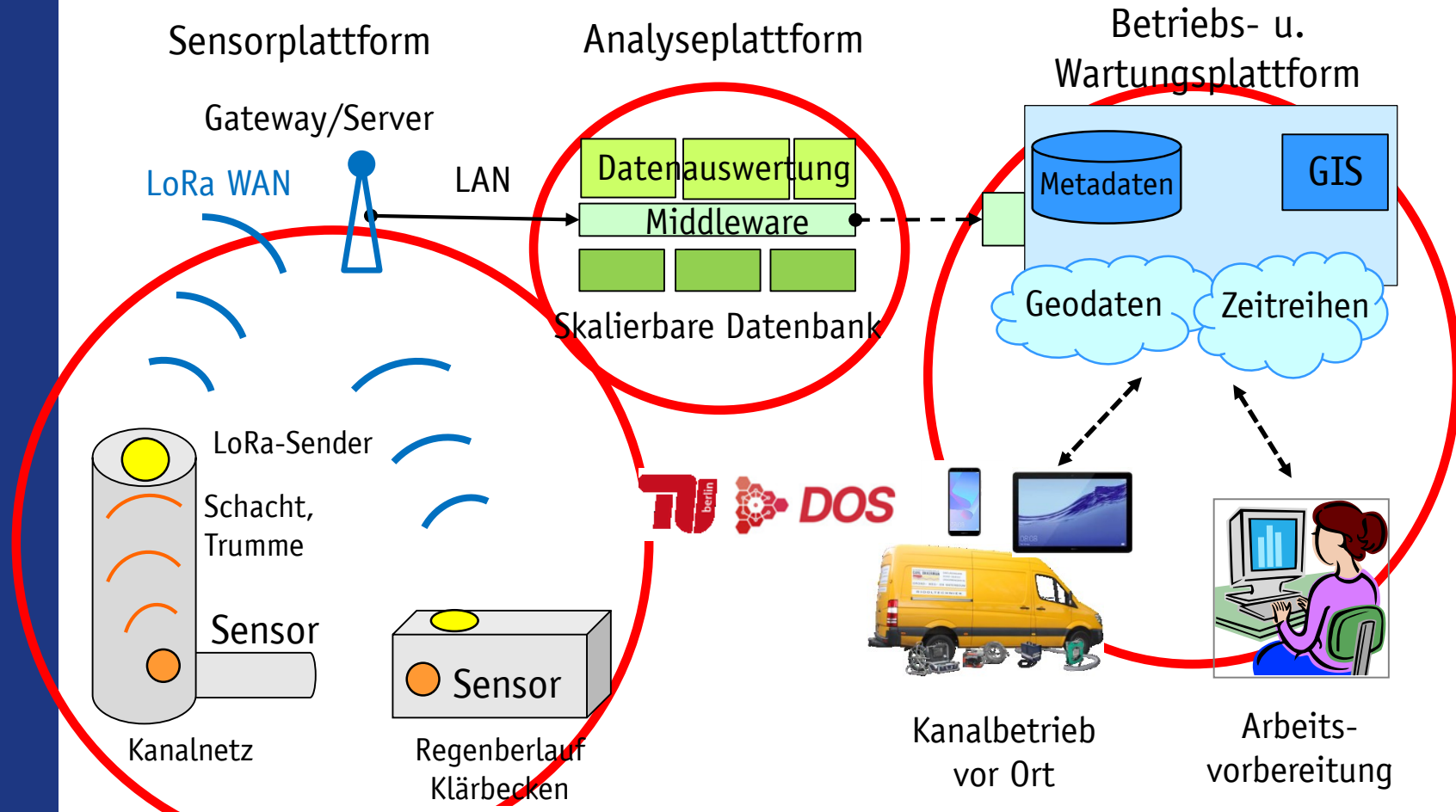
Anwendungsfall
HW und BWB

Anwendungsfall HW

Anwendungsfall BWB

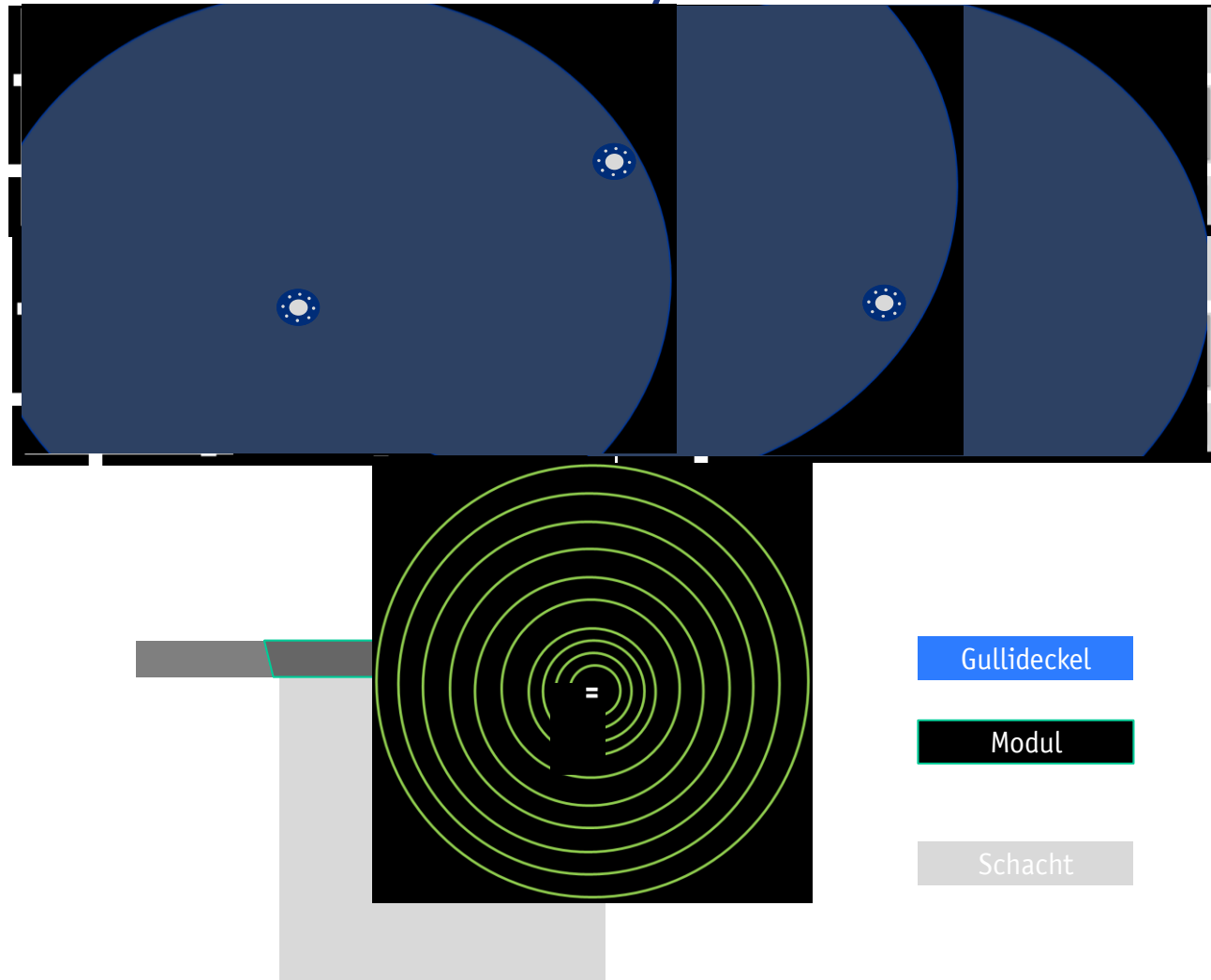


System-Komponenten Gesamtsystem



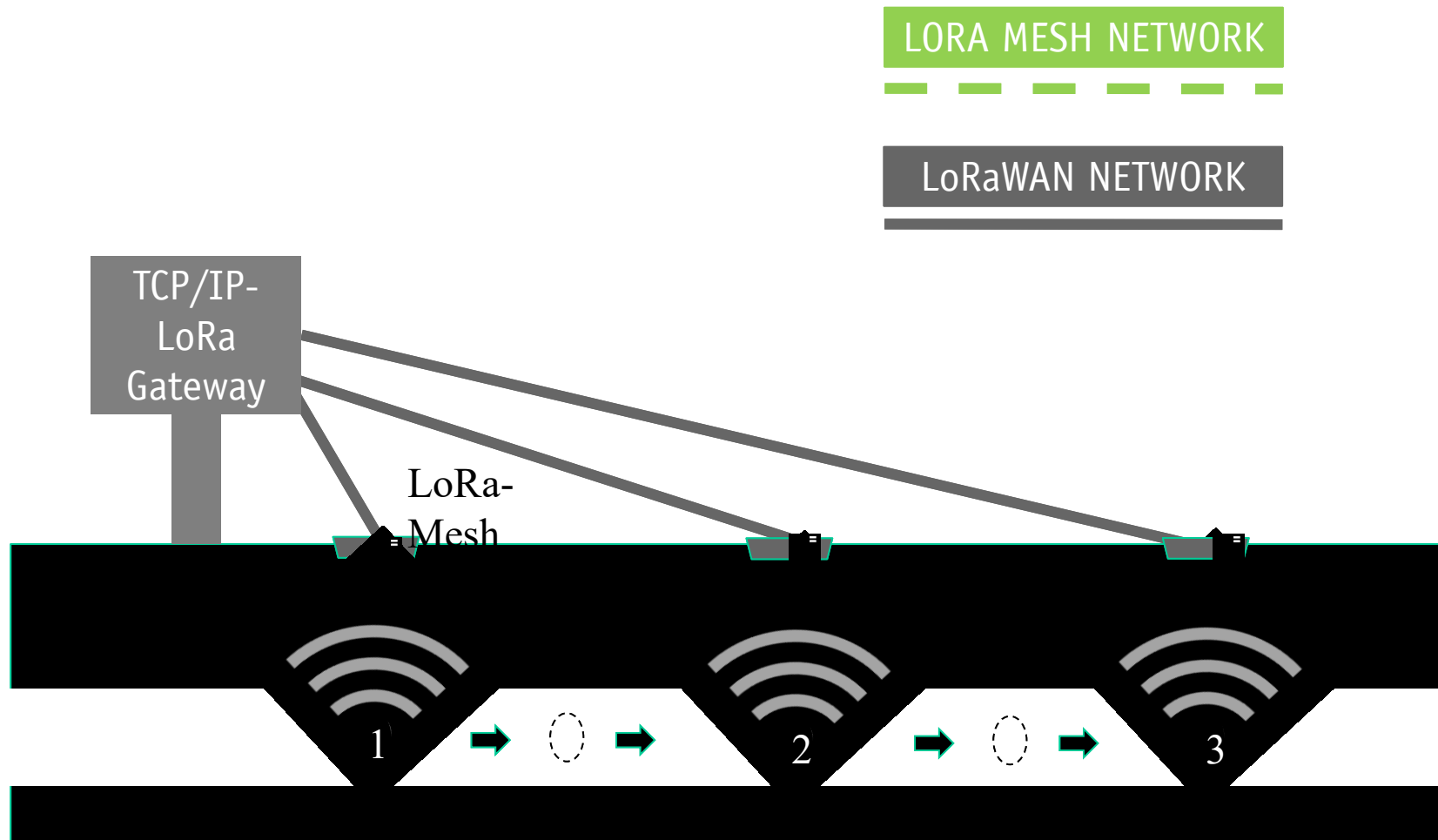


Anwendungsfall Wartungsbedarf in Trummen/Schächten





Anwendungsfall Schwimmender Sensor





Sicherheit und Interoperabilität

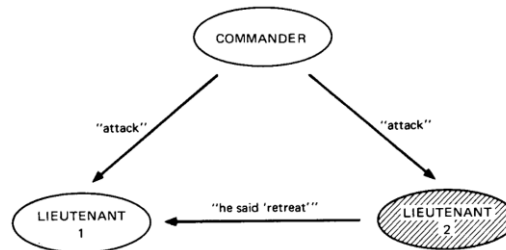


Fig. 1. Lieutenant 2 a traitor.

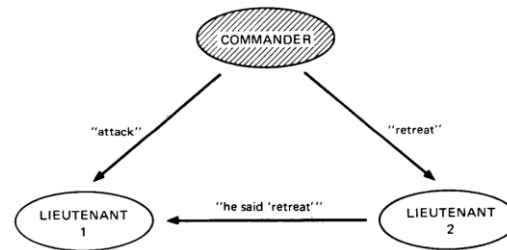


Fig. 2. The commander a traitor.

Source: Lamport, L., Shostak, R., Pease, M., 1982. The Byzantine generals problem. ACM Transactions on Programming Languages and Systems (TOPLAS) 4, 382–401.

Benutzt:

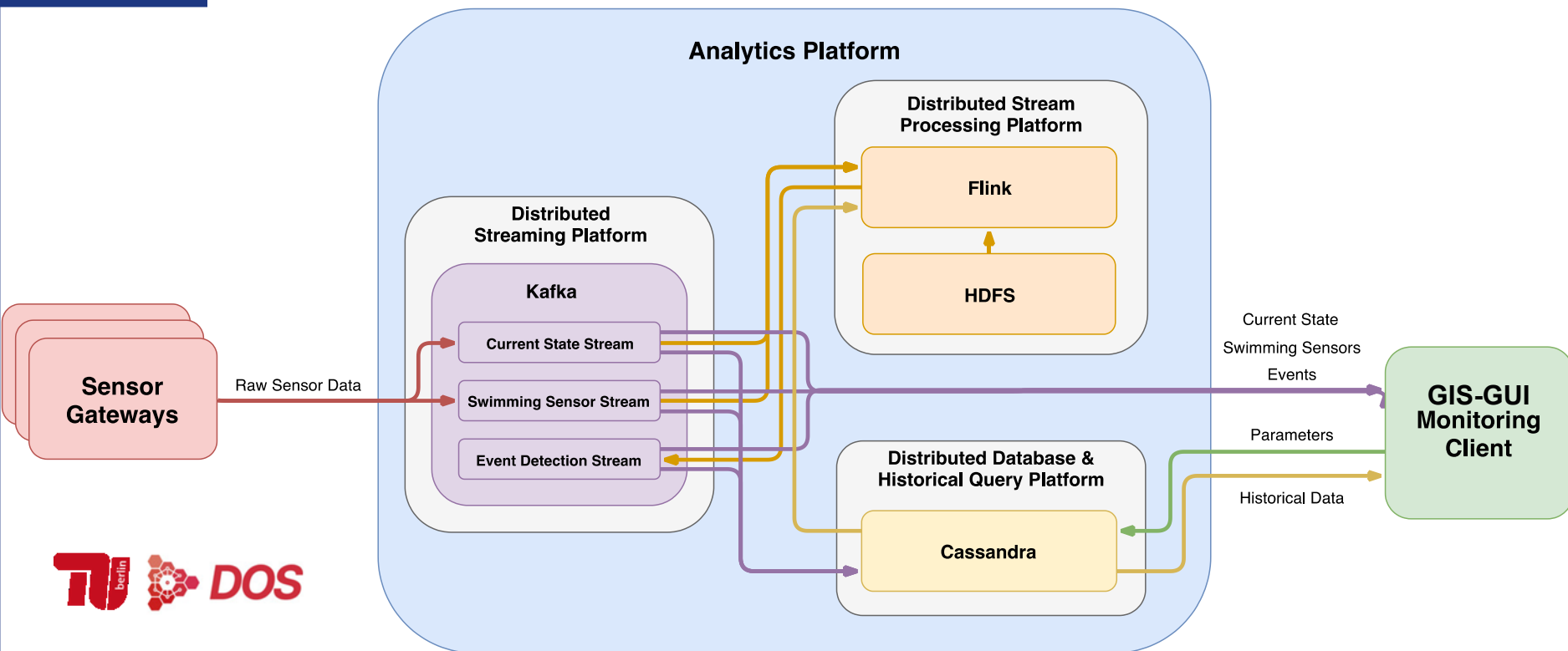
- Sicherheitsprinzipien der Blockchain Technology: **Byzantine Fault Tolerance (BFT)**
- Macht relevante Informationen sichtbar
- Beobachten der Information auf verschiedenen Kanälen
- Kombinieren und cross-check der Beobachtungen



Systemarchitektur Sensordatenanalyse



- Zentrale Komponenten der Analyseplattform
- Skalierbare, verlässliche, kontinuierliche Analyse der anfallenden Sensordaten

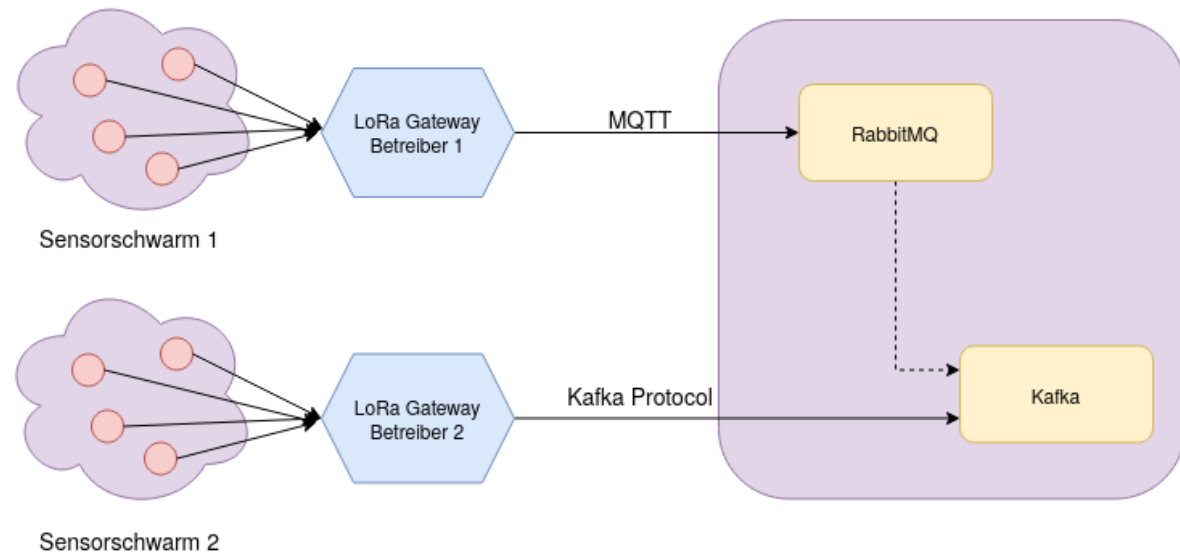




Architektur



- Konsolidierte Architektur:
 - Komplette MQTT Integration
 - Vereinheitlichte Paket Struktur

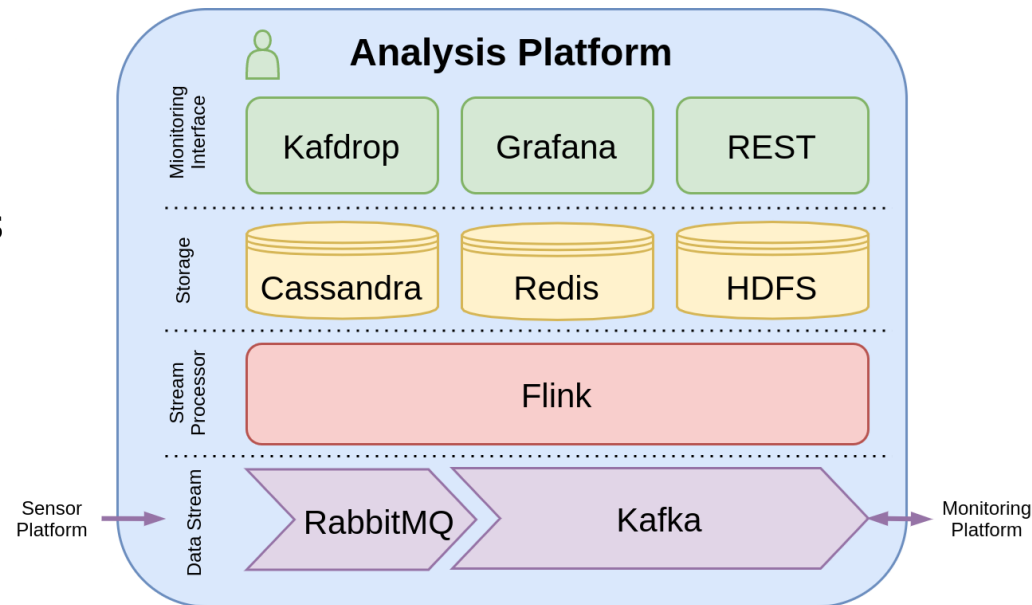




Analysis Plattform Architektur



- User Interfaces
 - Kafdrop / RabbitMQ Console
 - Grafana
 - REST
- Automatisierte Verteilung
 - Hardened helm charts
 - DoKumentation
 - Upgraded Software





Daten Formate und Codierung



Original SenML packet and enrichment:

```
{  
  "n" : "a8404177f1828cca-distance",  
  "t" : 1619449203,  
  "v" : 3.1415  
}
```

Enriched

```
{  
  "n" : "a8404177f1828cca-distance",  
  "t" : 1619449219,  
  "v" : 1.2345,  
  "g" : "53.800651, -4.064941",  
  "r" : "617067112908455935",  
  "ty" : "TMP36",  
  "u" : "Cel",  
  "c" : 28.912  
}
```

Fixed format for parameter updates now:

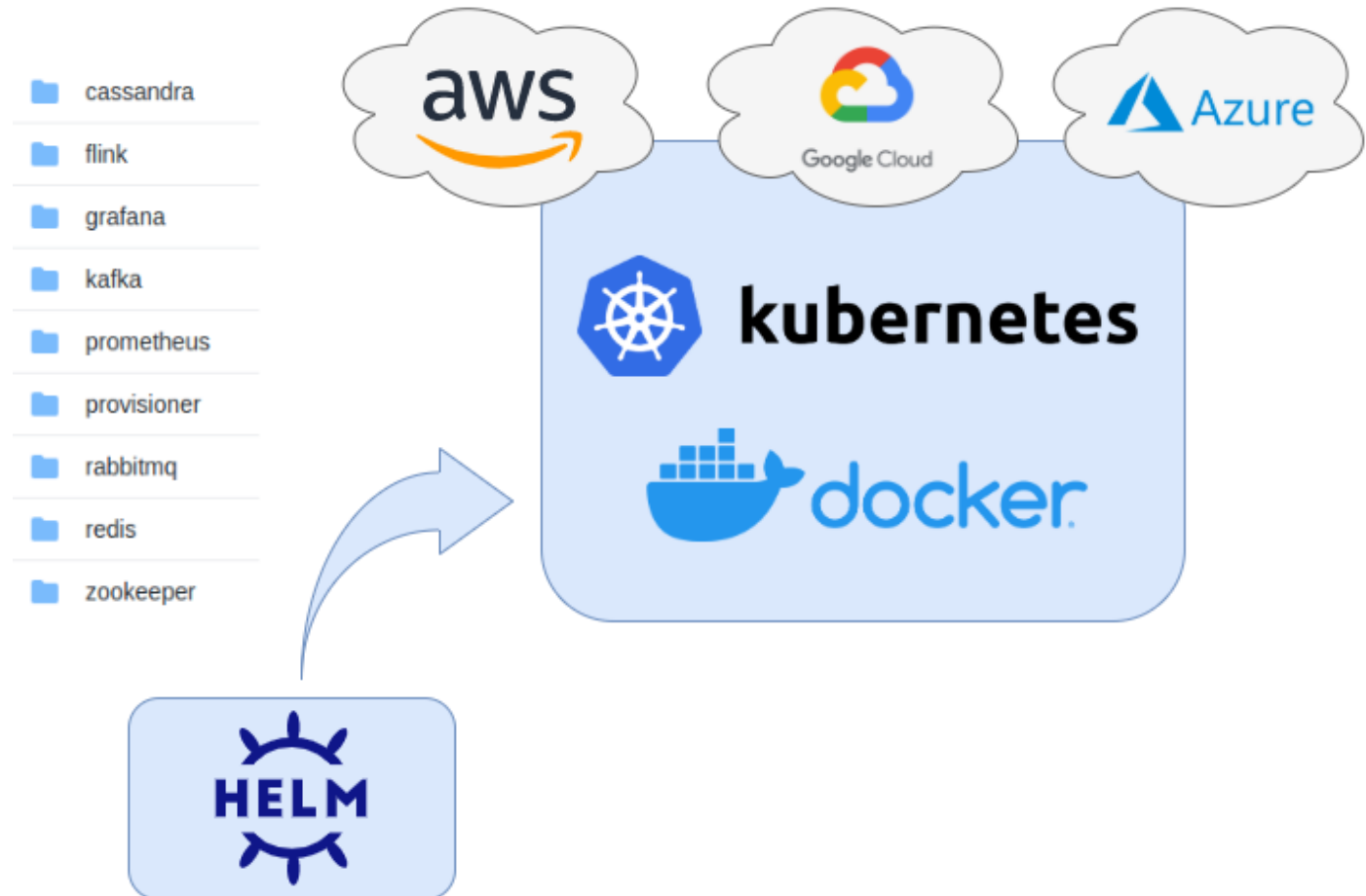
```
{  
  "n" : "a8404177f1828cca-distance",  
  "t" : 1619431200,  
  "p" : "geolocation",  
  "v" : "52.503620,13.661910"  
}
```

Accepted parameter types

- Geolocation - e.g. "48.8718204,2.7799161"
- Type - e.g. "DLS-25"
- Unit - e.g. "Cel"
- Conversion - e.g. "[(-1, -1.59), (0, -0.80), (1, 3.76)]"



Virtualisiertes Deployment

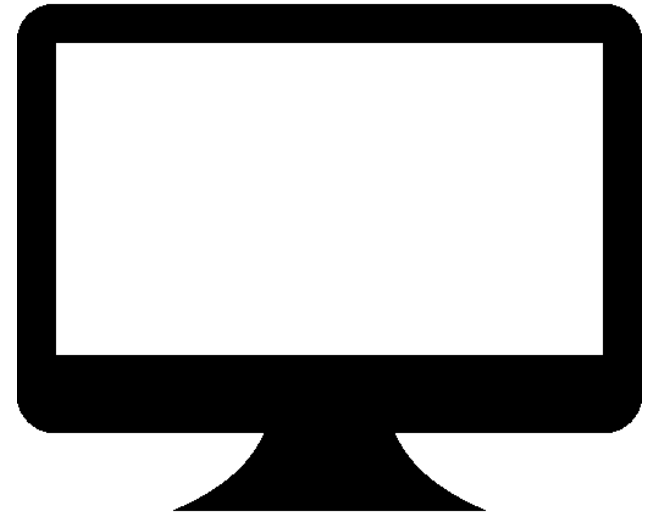




Vorausschauende Wartung



- Beispielhafte Berechnung von optimierten Wartungsplänen basierend auf
 - Netzwerkplänen,
 - erkannten und vorhergesagten Systemzuständen und
 - vorhandenen Wartungskapazitäten / -kosten

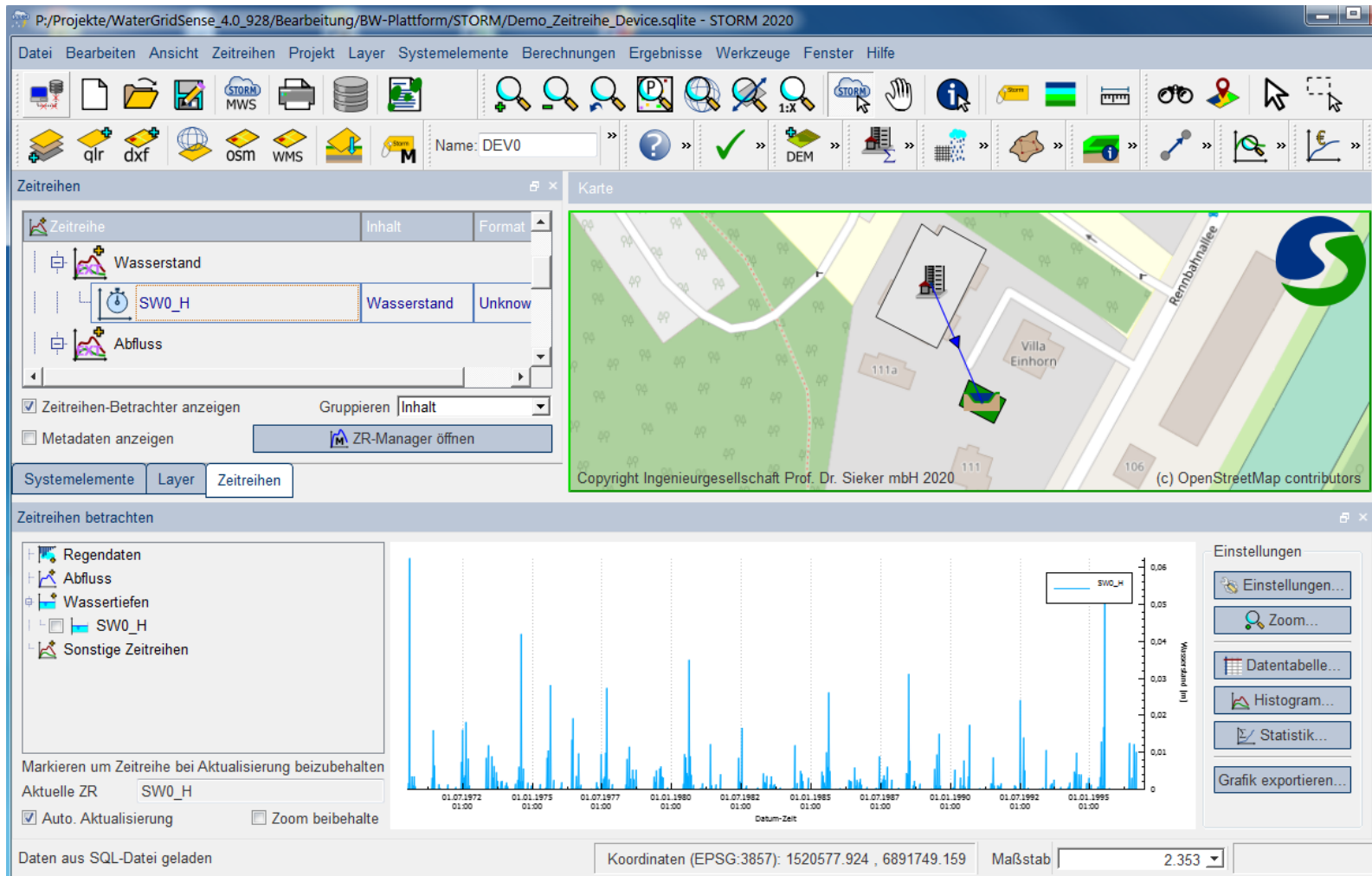




Betriebs-/Wartung-Client



Standorte und Zeitreihen von Sensoren anzeigen





Szenario

Schwimmende Sensoren



- Kanalforschungsanlage der BWB
 - In der Halle aufgebauter Guss-Kanal DN350 (Länge ca. 20-30m) mit Aussparungen in der oberen Wandung steht für Testzwecke zur Verfügung
 - Test unter praxisnahen Bedingungen mit Abwasser
 - PV
 - Re
 - So
 - AT





Kanal vor Ort



- Schwimm-Test mit Test-Ei im Kanal, Feldstärkenversuche



Szenario INNOLET-Filtertrumme





Szenario INNOLET-Filtertrumme



Randbedingungen für alle Trummen

Trummen fallen nur **selten trocken**

Betriebsführung in SAP (HW), sichtbar im GIS-System (ArcGIS)

Trummenverschmutzung: durch Split, Laub, Salz, sonstiges

- **Sensor** soll Handlungsbedarf erfassen:
Zustand der Trumme (Filter kolmatiert, Füllstand Schlamm)
Handlungsbedarf soll im GIS-System des AV angezeigt werden, z.B. als Ampel (**rot/gelb/grün**)
- Abruf der **Reinigungshistorie ist über GIS/SAP**
- Frage: Ist nur ein Filter voll, wie sehen die anderen in der Nähe aus?
- Auf den **Einsatzfahrzeugen** ist derzeit testweise ein **iPad/Tablet** vorhanden, dies soll künftig auf allen Fahrzeugen der Fall sein,
- **Datenanbindung an interne Systeme** der Betreiber



Feldprototypen Filtertrummensensor



Dauertest Hamburg-Bergedorf





Feldprototypen Filtertrummensensor



Dauertest Hamburg





Feldprototypen Filtertrummensensor



Dauertest Hamburg, nach ca. 3 Wochen





Feldprototypen Filtertrummensensor



Naturtest Hamburg

D:/Projekte/WaterGridSense_4.0_928/Daten/STORM/Projekt1.sqlite - STORM*

File Edit View Project Layer Time Series System Elements Calculations Results Tools Window Help

qlr dxf osm osm WMS M Name: Element auswählen Auf Element zoomen ? DEM XYZ DEM RFM 2D

Systemelemente

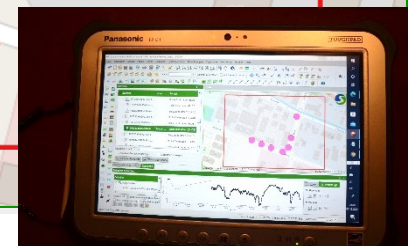
- Steuerung
- Messgeräte
- Geräte
 - 105233a8a55e34e4
 - 187bb364fe8973e9
 - 2e34327f45876e53
 - 4b2ab14d6499a281
 - 766ceb111476cd5b
 - 9bac64afb5e68b56
 - f23f2a93dbd32ce0
- Test Device
- Sensoren
- Bilanzobjekte

☒ Automatisch markieren ☐ Eigenschaften anzeigen ☐ Kartenausschnitt anpassen

☒ Automatisch auf markiertes Element zoomen ☐ Automatisch Karte auf markiertes Element verschieben

Karte

Copyright Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH 2021 MOBELBERGedorf





Feldprototypen Füllstandsmessung Schacht



Wasserstand über Ultraschall



Szenario Schwimmende Sensoren



Detektion von FW-Einleitungen mit mobilem Sensor

Randbedingungen

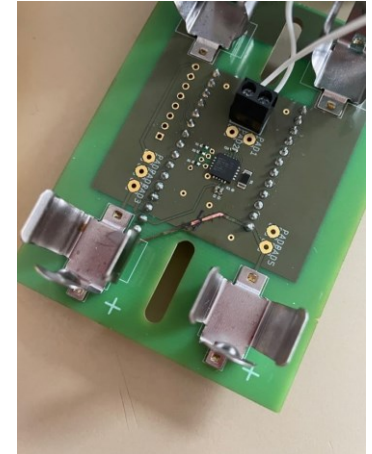
- Material der Siele: Steinzeug
 - Gemauerte Siele im Mischwassernetz, Beton Regenwasser
- Ohne GPS: über Signal an Sender in Schachtdeckel
 - Open-Thread Transponder mit Signal von „Ei“
- Untersuchte Strecke ca. 2-3 km lang,
 - im Test ca. 150 bzw. 400 m
- Fließgeschwindigkeit ca. $\emptyset$ 1-2 m/s
 - Im Versuch Berlin ca. 0,3 m/s, geschätzt höchstens $\frac{1}{2}$ mal Fließgeschwindigkeit
- Genauigkeit der Ortung auf 10 m,
 - evtl. auch ungenauer
- Einfluss zu niedriger Fließhöhe im Kanal auf den Sensor:
 - kann nicht schwimmen, weil zu wenig Wasser -> Mindestabfluss erforderlich
 - kann oben hängen bleiben bei eingestauter Haltung
 - Messfühler muss ins Wasser eintauchen -> durch Bauform und „Auswuchtung“ gewährleistet



Laborprototypen Hardware

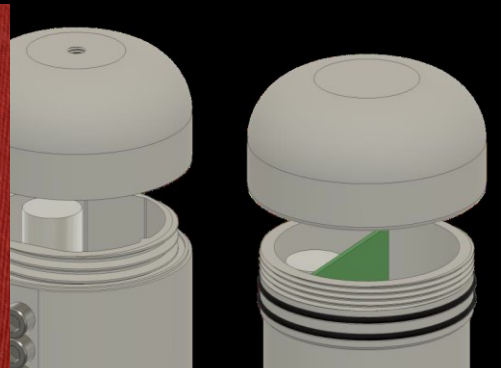


- Erstellung und Fertigung einer eigenen Platine
- Zwei Versionen
- LoRaWAN zur Langreichweitenkommunikation
- OpenTread zur Mesh-Kommunikation
- Erste erfolgreiche Tests beider Platinen in Berlin
- Aktuell Übergang von Labor- auf Feldprototypen





Laborprototypen Metamorphose Hamburger Ei



Leitfähigkeit/Temperatur



Feldprototypen Schwimmendes Hamburger Ei



Fremdwassereintrag, Ei
rechts mit Transponder links



Leitfähigkeit

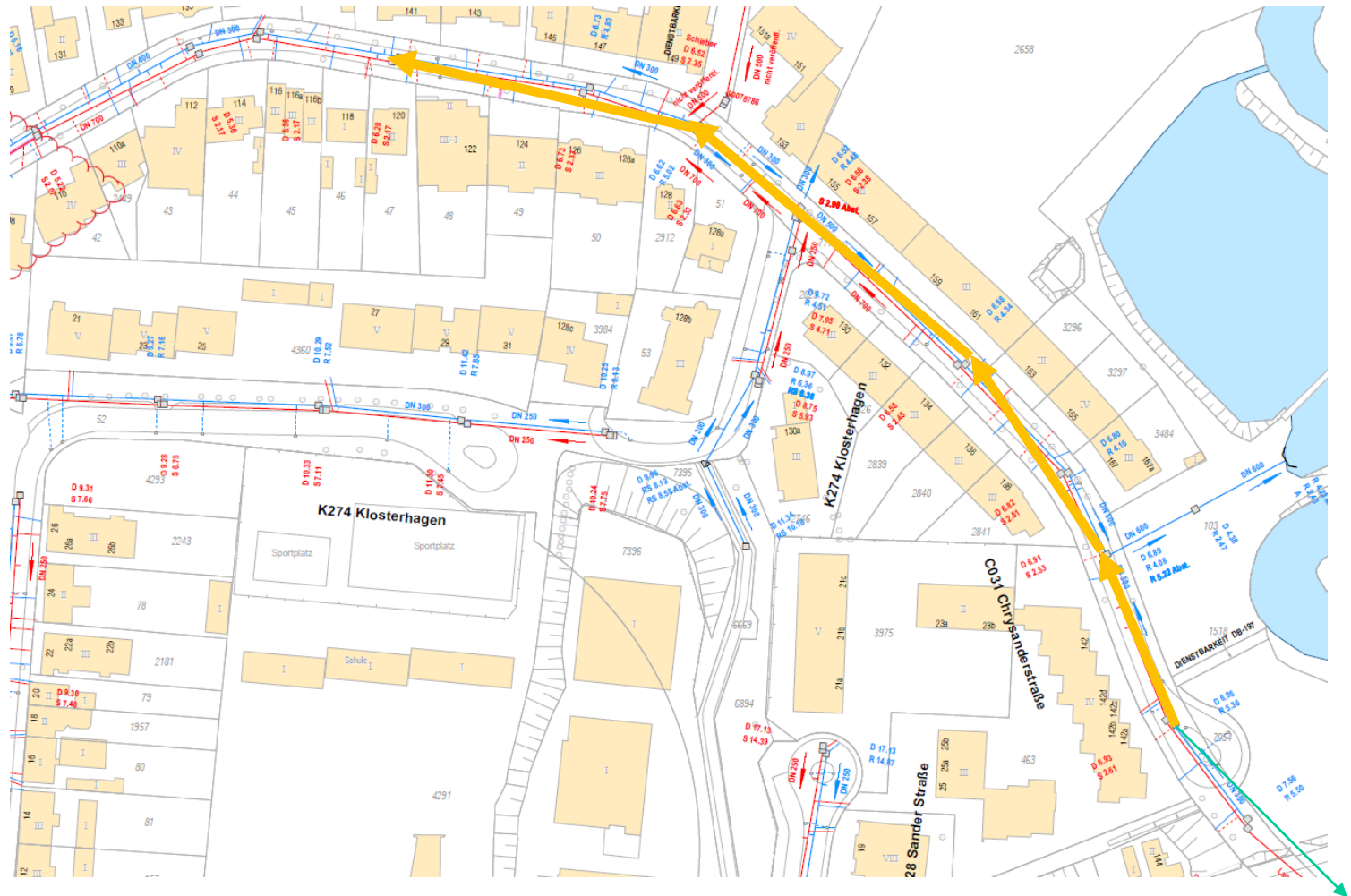
Temperatur





Feldprototypen

Test Hamburger Ei in Hamburg



Fremdwassereintrag



Feldprototypen Hamburger Ei in Hamburg



Fremdwassereintrag



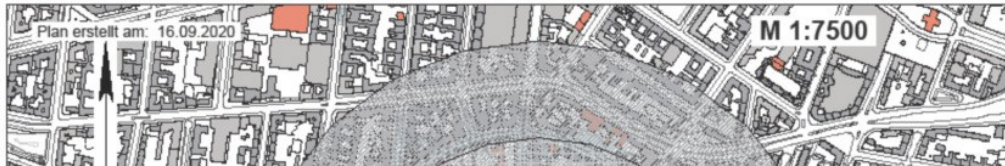
Feldprototypen Hamburger Ei in Hamburg



Fremdwassereintrag



Feldprototypen Hamburger Ei in Berlin



Mischkanal, 3 Haltungen,
Tiefe ca. 3,5 m, Länge ca. 163 m





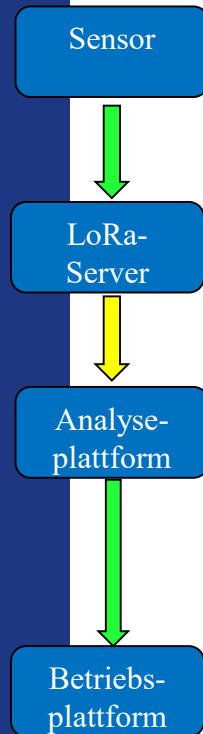
Feldprototypen Hamburger Ei in Berlin



Fremdwassereintrag



Schnittstellen-Übersicht



Schnittstelle	Protokoll	Format	Konvertierung
Stationärer Sensor			
Stationärer Sensor → LoRa-TCIP-Gateway	LoRaWAN	CayenneLPP, bzw. hersteller-spezifische Bitstrings	
LoRa-TCIP-Gateway → LoRa-Server	Schnittstelle wird von externem Betreiber bereitgestellt, nur Weiterleitung		
LoRa-Server			Decodieren bitstring → sensor- und netzwerkspezifischer JSON-String
LoRa-Sever → Analyseplattform	MQTT	JSON, Struktur abhängig vom LoRa-Betreiber (TTN, SCS, Zenner IoT)	LoRa-Betreiber TTN, SCS -> Daten werden gepusht Zenner IoT -> Daten werden gepullt
Analyseplattform			Parsen JSON → SenML
Analyseplattform → Monitoring-Client	TCP/IP	SenML	
Analyseplattform ← Monitoring-Client	TCP/IP	SenML	
Monitoring-Client			Komprimierung SenML → Binärobjekt für Jahresabschnitt
PostGres/SQLite-DB		BLOB	
Userinterface			Dekomprimierung für Ausgabe als Tabelle und Graph



Gesamtplattform Erfahrungen



DOS



HAW
HAMBURG

REMONDIS®
IM AUFTRAG DER ZUKUNFT

- **3 Sensoranwendungstypen entwickelt**
- **!!! Einbau von einfacher, „ungenauer“ Sensorik** zur Bestimmung von Zustand und Änderung der Wasserqualität/Einfluss der Umgebungsbedingungen:
 - Temperatur, Kapazitiver Widerstand, Feuchtigkeit, LF ...
- **Kommunikation** der Sensorsysteme inkl. **Übertragung zum Server,**
- **Erfassung Zustand und mögliche Ausfälle** einzelner Sensorsysteme
- **Referenzmessungen** für die weiteren Sensoren
- **Qualität Energiemanagement** optimieren



Webseite



- www.watergridsense40.de



[Startseite](#) [Projekt](#) [Partner](#) [Aktuelles](#) [Download](#)

WaterGridSense 4.0

Projekt



Die deutschen und internationalen Kanalnetzbetreiber betreiben hunderttausende Kanalkilometer mit weiter zunehmender Länge. Allerdings besteht keine oder wenig Kenntnis darüber, was täglich im Normalbetrieb oder bei Regenereignissen im Netz passiert. Daher besteht ein großes Interesse, mehr Informationen über den Zustand des Netzes zu erhalten, um weitere Planung, Betrieb und Wartung zu verbessern oder sogar neu zu strukturieren. Die vorhandenen Messeinrichtungen für eine Online-Überwachung und Zustandserkennung sind allerdings für einen flächendeckenden Einsatz zu groß und zu teuer. Weitere Probleme bestehen in der Verfügbarkeit ausreichender Energie- und Kommunikationsinfrastruktur innerhalb des



Vielen Dank!



Kontakt

- Dr. Harald Sommer, Frauke Jakobs
- h.sommer@sieker.de, f.jakobs@sieker.de

