

A wide-angle photograph of a mountain range. The foreground shows a steep, rocky slope with patches of snow and green grass. In the middle ground, several sharp, jagged mountain peaks rise against a sky filled with white and grey clouds. The background shows more distant mountain ranges and a valley with green fields.

# Sensorik und Standards im Kontext Digitale Zwillinge

**Matthes Rieke - GeoIT RT - 18. Sitzung 11.04.2024**

# Überblick

- Status der OGC Standardentwicklung
  - OGC Sensor Observation Service (SOS)
  - OGC SensorThings API (STA)
  - OGC API - Connected Systems
- Status Sensor Web Server-Implementierungen
  - 52°North Helgoland Sensor Web Viewer
  - ITZBund
  - Wupperverband
- ITZBund: MQTT und EDIS
  - Technische Architektur

# Status der OGC Standardentwicklung

# OGC Sensor Observation Service (SOS)

- Version 2.0 (2012)
- Ursprünglicher OGC-Dienst zum Zugriff auf Sensordaten → **Sensor Web Enablement** (SWE)
- „Klassischer“ OGC-Dienst
- HTTP GET- und POST-Bindings
- Typischerweise XML-Encoding
- Nur noch geringe Relevanz

Open Geospatial Consortium  
Approval Date: 2012-04-16  
Publication Date: 2012-04-20  
Reference number of this document: OGC 12-006  
OGC name of this OGC® project document: <http://www.opengeospatial.net/doc/IS/SOS/2.0>  
Version: 2.0  
Category: OpenGIS® Implementation Standard  
Editors: Arne Bröwing (52°North)  
Christoph Stasch (ITGI)  
Johannes Echterhoff (IGSI)

OGC® Sensor Observation Service Interface Standard

Copyright © 2012 Open Geospatial Consortium.  
To obtain additional rights of use, visit <http://www.opengeospatial.org/legal/>.

Warning

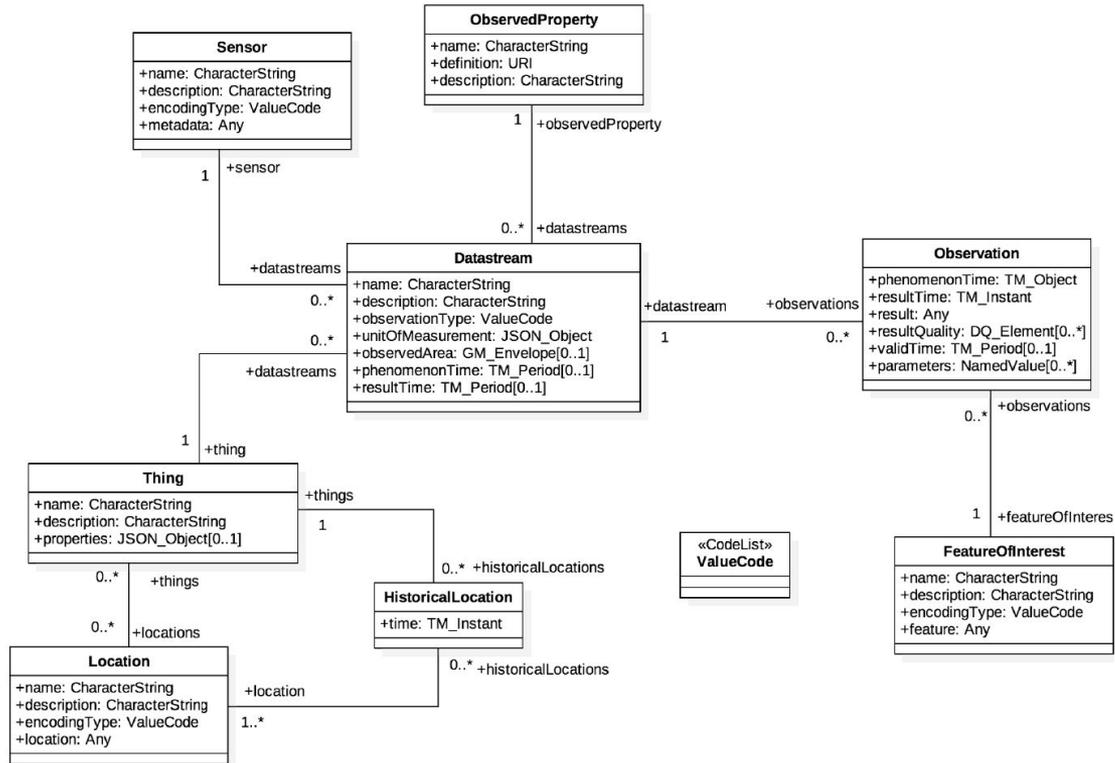
This document is an OGC Member approved international standard. This document is available on a royalty free, non-discriminatory basis. Recipients of this document are invited to submit, with their comments, notification of any relevant patent rights of which they are aware and to provide supporting documentation.

Document type: OGC Implementation Standard  
Document subtype: Interface  
Document stage: Approved  
Document language: English

# OGC SensorThings API (STA)

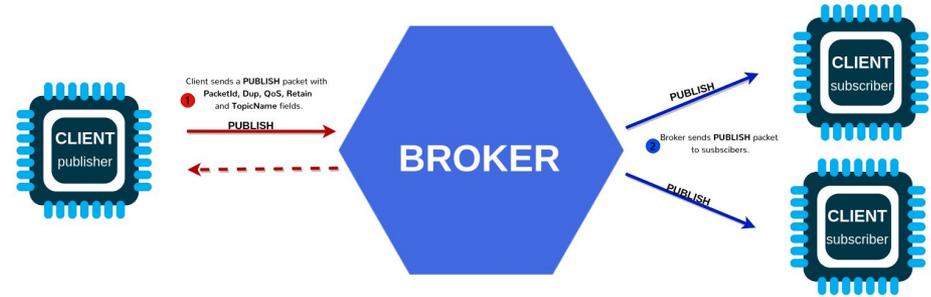
- Version 1.0 (2016), Version 1.1 (2020)
- Erweitert das OGC SWE-Framework
- Fokus auf Anwendungen im **Internet of Things**
- Vereinfachter Ansatz
  - Basiert auf REST und JSON
- Vergleich zu SOS und O&M
  - REST-Binding für SOS-Funktionalitäten
  - JSON-Encoding für das O&M-Modell
- Datenzugriff spezifiziert in Teil 1: Sensing
  - <https://docs.ogc.org/is/18-088/18-088.html>

# OGC SensorThings API (STA)

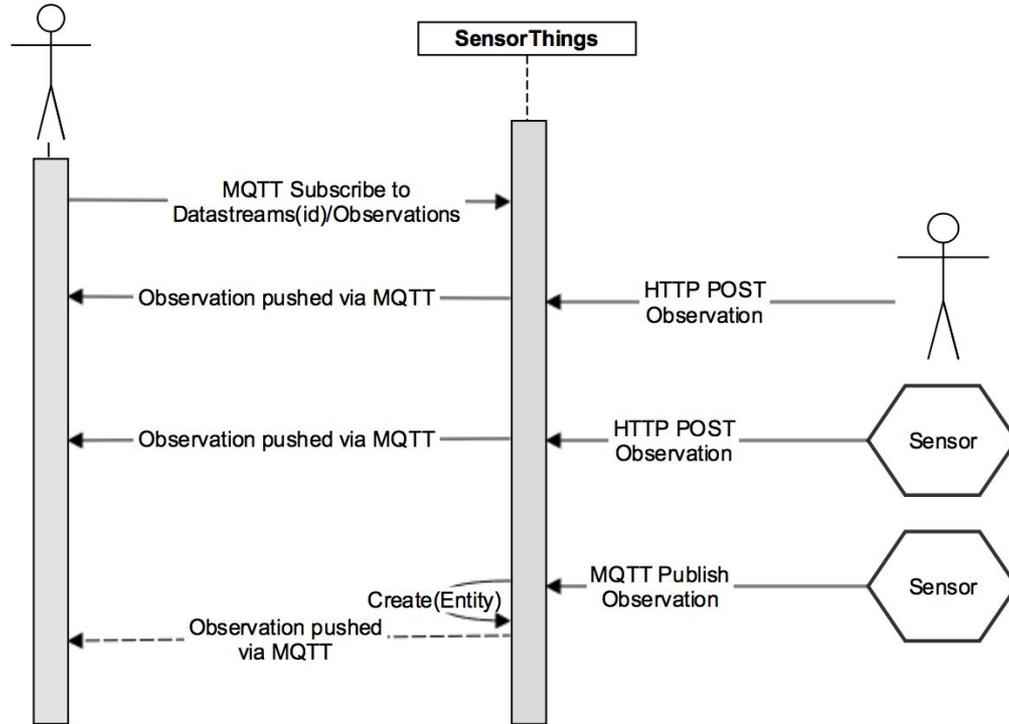


# OGC SensorThings API (STA)

- Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)
- Populär im Internet of Things
- Publish-Subscribe-Prinzip
- Broker übernimmt Verteilung Nachrichten
  - Publisher senden Nachrichten an den Broker
  - Broker sendet aktiv Nachrichten an alle Subscriber
- Topics als hierarchische Organisationsstruktur der Datenströme
  - Publisher publizieren Nachrichten auf bestimmten Topics
  - Subscriber können Topics gezielt abonnieren



# OGC SensorThings API (STA)



# OGC SensorThings API (STA)

- Aktuell: Version 1.1
  - <https://docs.ogc.org/is/18-088/18-088.html>
- Version 2.0 in der Entwicklung, u.a.
  - Unterstützung von OGC Abstract Specification Topic 20: Observations, measurements and samples (“O&M 3.0”)
  - Evolutionäre Weiterentwicklung auf Basis bisheriger Erfahrungen

# OGC SensorThings API (STA)

- Relativ große Verbreitung
  - Migration von SOS zu STA
  - Starke Nutzung gerade im Bereich **Smart Cities**
- OData statt OpenAPI als Grundlage
  - „Fremdkörper“ im Vergleich zur OGC API Standardfamilie
- Einschränkungen im Hinblick auf Sensor-Metadaten
- Relevanter Standard, aktuell die größte Verbreitung unter den OGC Sensor Web Standards
  
- 52°North nimmt beobachtende Rolle ein
- Relevante Player: University Calgary/SensorUp, Fraunhofer, BRGM

A scenic landscape photograph of Yosemite Valley. In the foreground, there are trees with autumn-colored leaves. In the middle ground, a large, dark rock formation (El Capitan) rises prominently. In the background, more jagged rock peaks are visible under a blue sky with wispy clouds. Sunbeams (crepuscular rays) are visible on the left side of the image, shining through the trees.

# Einschub: STA und MQTT Demo

# OGC API - Connected Systems



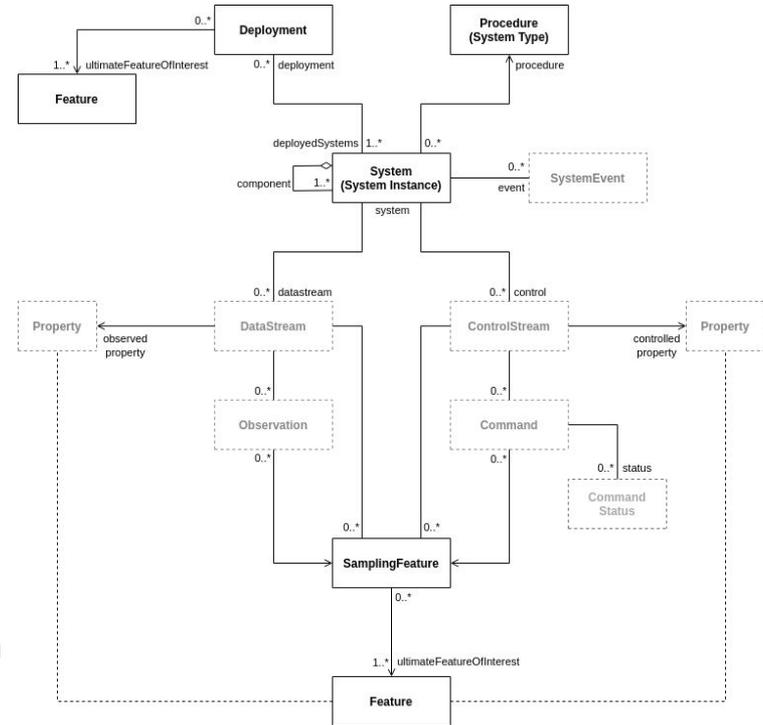
Connected  
Systems

- Spezialisierung der *OGC API - Features* für
  - Metadaten zu Sensoren, Messstationen, ...
  - Dynamische Sensordaten
- Bereitstellung der OGC SWE-Funktionalitäten unter Nutzung der OGC API-Konzepte
- Vorteile:
  - Ermöglicht **umfassende Beschreibung von Sensoren**
  - Unterstützung vielfältiger Datenformate und Protokolle
    - GeoJSON
    - SensorML (JSON und XML)
    - O&M (JSON und XML)
    - Protobuf
    - Websocket
    - MQTT
    - ...

# OGC API - Connected Systems



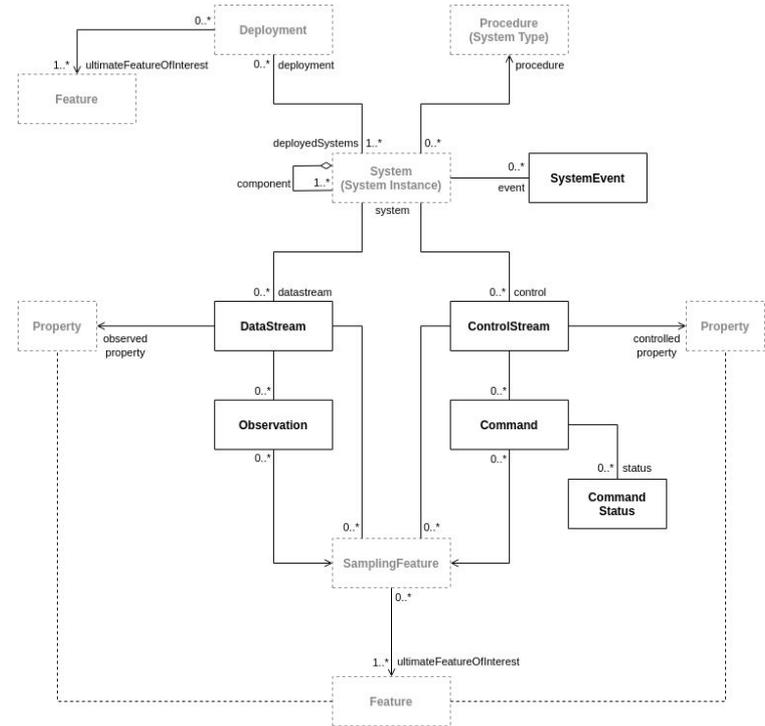
- Part 1 - Feature Resources
  - System, z.B.
    - Sensoren
    - Plattformen
    - Menschliche Beobachter
  - Procedure
    - Messprozesse
    - Sensortypen
  - Deployments
    - Einsätze von Sensoren
  - Sampling Feature
    - Geobjekte, auf die sich Messungen beziehen



# OGC API - Connected Systems



- Part 2 - Dynamic Data
  - Datastream
  - Observation
  - Control Stream
  - Command
  - Command Status
  - System Event, z.B.
    - Wartung
    - Neupositionierung



# OGC API - Connected Systems



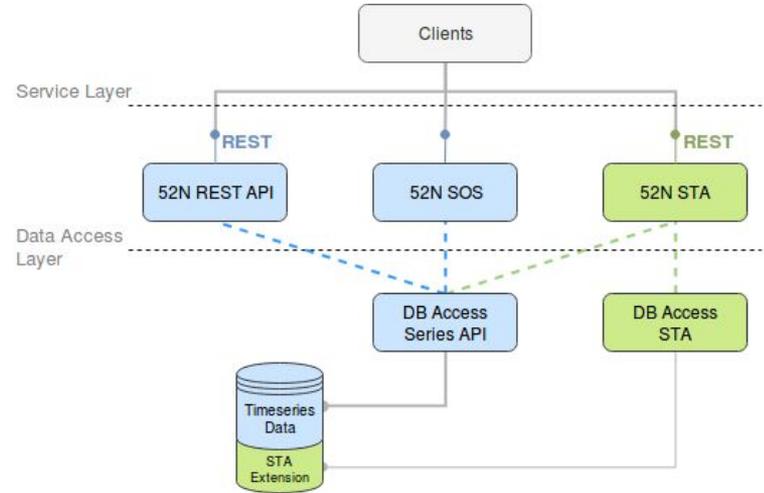
Connected  
Systems

- Aktuell noch in der Entwicklung
- Konsequenter Aufbau auf der *OGC API - Features*
- 52°North beteiligt sich an der entsprechenden OGC-Arbeitsgruppe
- Relevante Player: Sensiasoft, Botts Innovative Research

# Status Sensor Web Server-Implementierungen

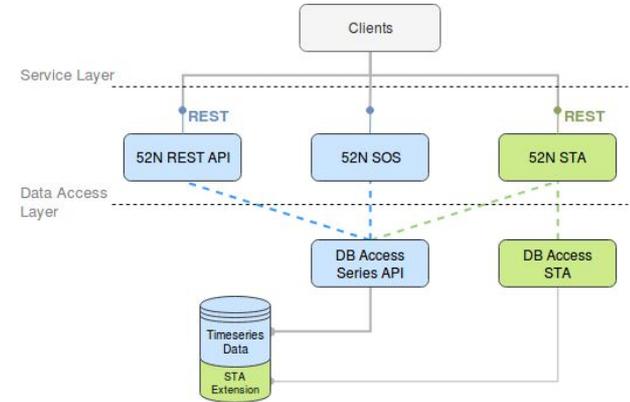
# 52°North SensorThings API

- Eigene Implementierung des OGC SensorThings API-Standards
- Unterstütze Conformance Classes
  - Sensing Core
  - Create-Update-Delete
  - Observation Creation via MQTT
  - Receiving Updates via MQTT
  - Filtering (teilweise)
- Basiert auf Java
- Verwendet 52°North Sensor-Web-Datenbankmodell
- Abstraktionslayer erlaubt die Kopplung mit anderen Datenquellen (z.B. proprietäre REST-APIs)



# 52°North SensorThings API

- Aktueller Stand
  - Pflege der Implementierung
  - Keine Feature-Entwicklung
- Strategie
  - Volle Implementierung der OGC SensorThings API-Spezifikation würde großen Aufwand erfordern
  - Fraunhofer stellt mit dem FROST-Server eine vollständige, weit verbreitete Implementierung bereit
  - Je nach Kundenbedarf
    - 52°North-Implementierung, wenn besondere Anforderungen im Hinblick auf die Datenquellen bestehen oder eine gleichzeitige Bereitstellung von OGC SOS und/oder 52°North Helgoland-API gewünscht ist
    - Alternativ: Unterstützung bei der Verwendung des FROST-Servers (z.B. Deutsche Bahn, University of Manitoba)
- Kunden
  - UBA
  - Helmholtz-Forschungszentrum Hereon



# 52°North SensorThings API - Beispiel Hereon

- Helmholtz-Zentrum Hereon (Geesthacht)
- Projekt durchgeführt in 2022
- Hereon baut neue Infrastruktur für Forschungsdatenmanagement auf
  - Elasticsearch Cluster
  - Esri GeoEvent Server/  
Spatiotemporal Big Data Store
  - ArcGIS Server
- Interoperabler Zugriff auf Messdaten fehlte
- 52°North SensorThings API als Proxy für Feature Services
  - Metadaten Harvesting für Caching
  - Zugriff auf Messdaten

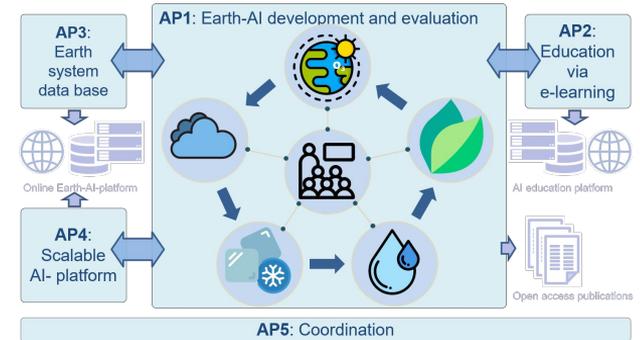


# 52°North Connected Systems API

- Standard ist noch in Entwicklung
- Tech-Stack:
  - Framework: pygeoapi
  - Datenbank: Elasticsearch
- Ziel:
  - Prototyp um OGC API - Connected Systems zu evaluieren
  - Proof of Concept für eine Umsetzung auf Basis von pygeoapi

# 52°North Connected Systems API - Beispiel KI:STE

- Anbindung der „Tropospheric Ozone Assessment Report“ (TOAR) Datenbank
- Umsetzung von Part 1 und 2 der OGC API - Connected Systems
  - Metadaten zu Sensoren und Stationen
  - Messdaten
- Kapselung einer proprietären REST-API über einen Interoperabilitätslayer

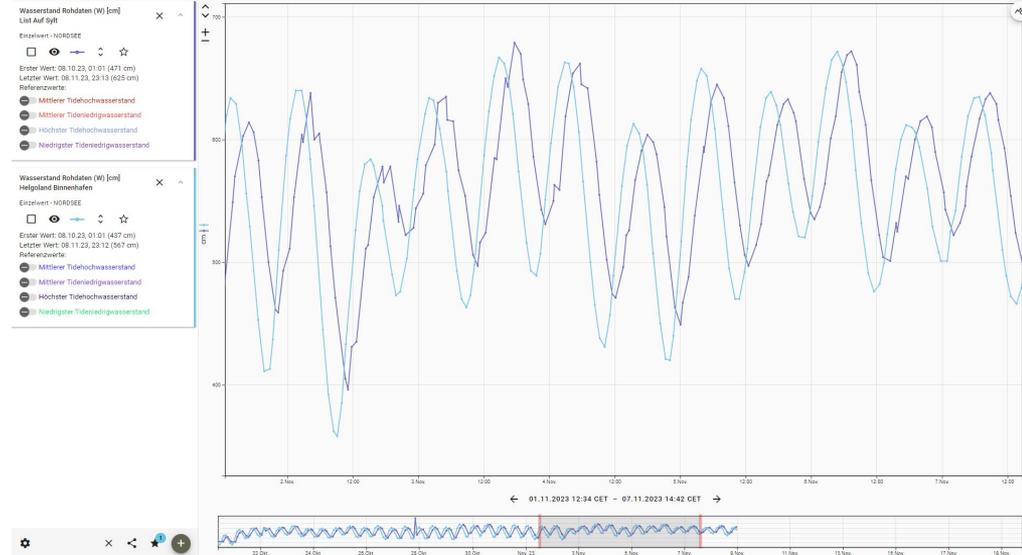




# 52°North Helgoland Sensor Web Viewer

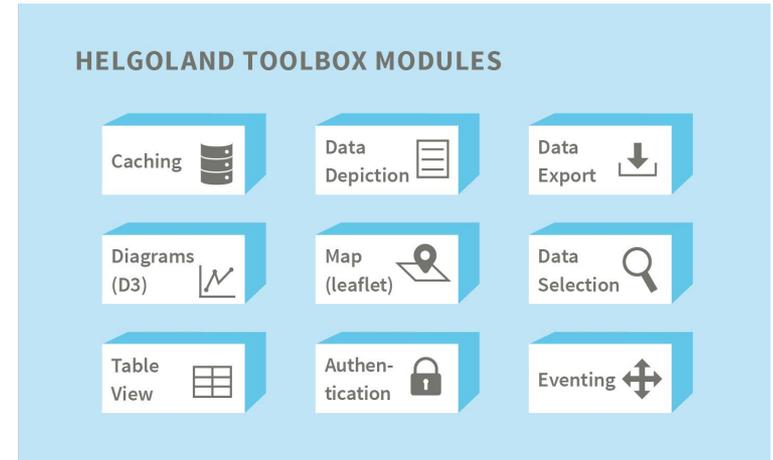
# Helgoland Sensor Web Viewer

- Visualisierung von Messdaten
- Angular Single Page Application, entwickelt durch 52°North
- Datenquellen
  - 52°North Helgoland API
  - OGC SensorThings API



# Helgoland Toolbox

- Dient als Grundlage für den Sensor Web Viewer
- Bereitstellung wiederverwendbarer funktionaler Bausteine
- Ermöglicht den Aufbau individueller Anwendungen
  - Dashboards
  - Zeitreihen-Viewer



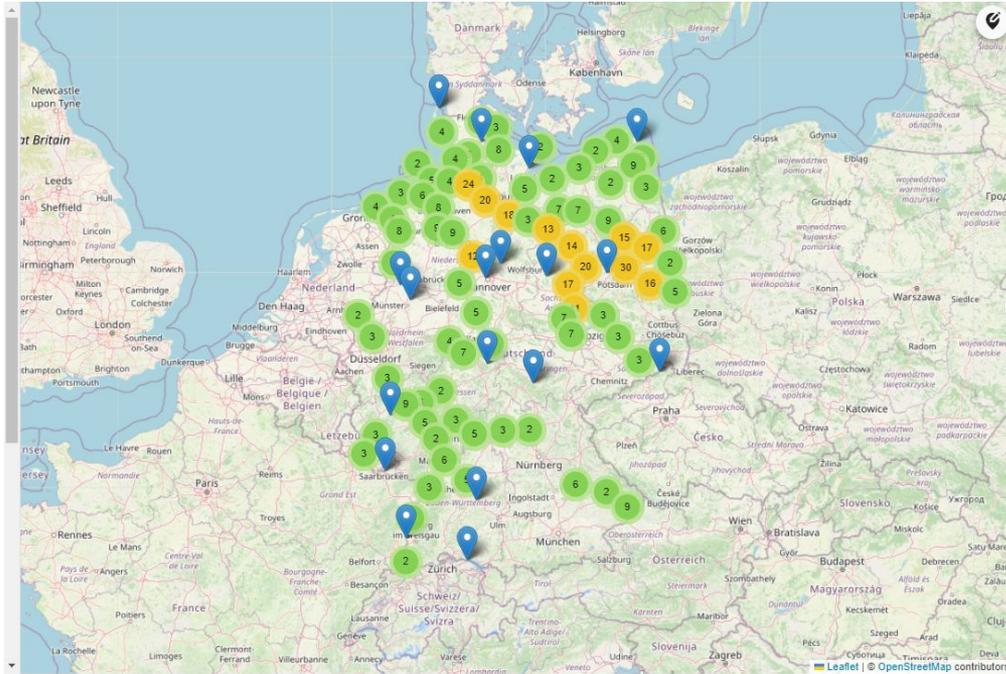
# ITZBund: PEGELONLINE

- Bereitstellung von Messdaten aus PEGELONLINE
  - Öffentliche Messdaten via 52°North Helgoland API
  - Geschützte Messdaten direkt aus PEGELONLINE REST-API
- <https://sensor-gdi.de/sensorwebclient/>

# ITZBund: PEGELONLINE

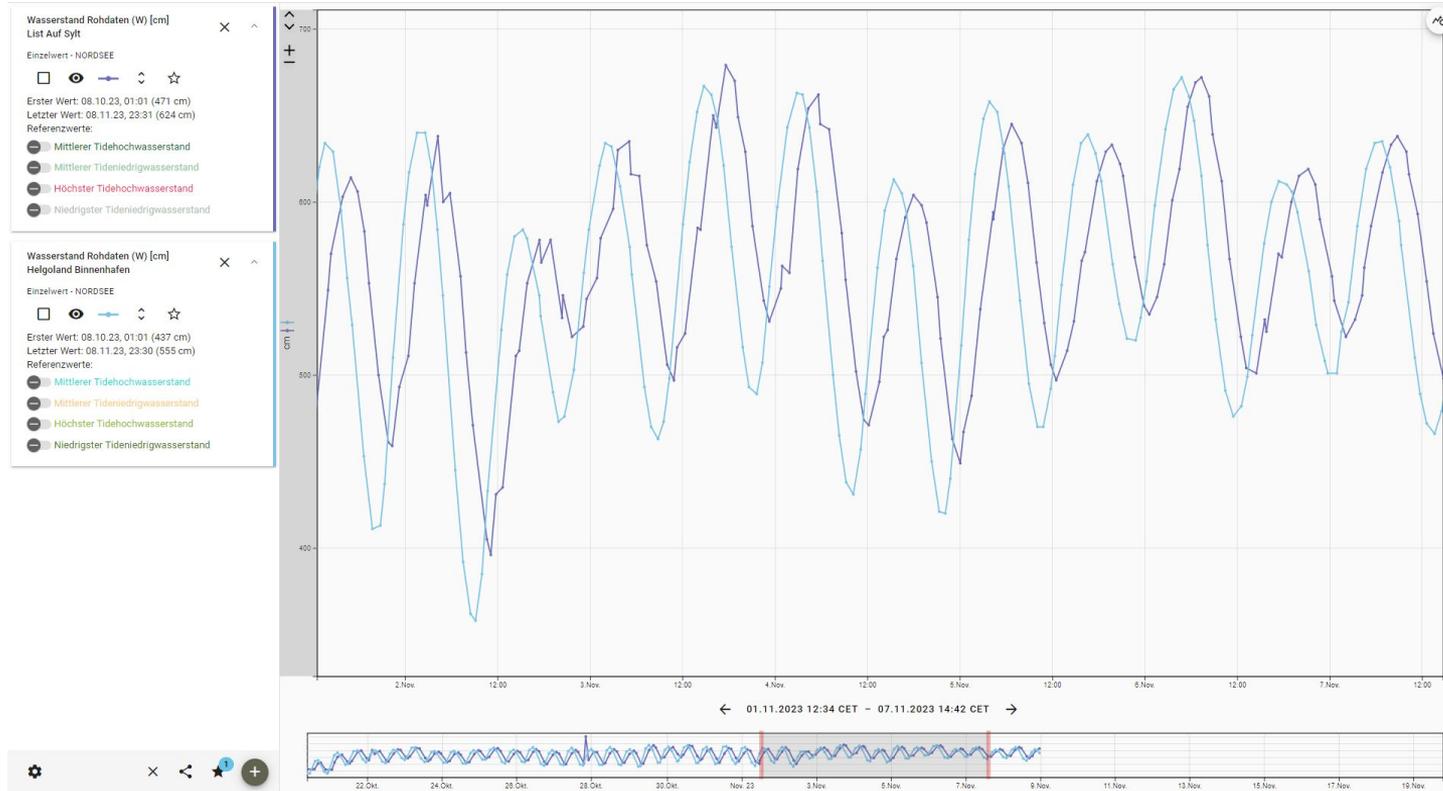
Füge Zeitreihe über Karte hinzu

- Zeige alle Phänomene
- Abfluss (Q)
  - Abfluss Rohdaten (Q)
  - Durchfahrtsöhe (DFH)
  - Elektrische Leitfähigkeit Rohdaten (LF)
  - Fließgeschwindigkeit (VA)
  - Fließgeschwindigkeit Rohdaten (VA)
  - Grundwasser Rohdaten (GRU)
  - Luftfeuchte (HL)
  - Lufttemperatur (LT)
  - Lufttemperatur Rohdaten (LT)
  - Niederschlag (NIEDERSCHLAG)
  - Niederschlagsintensität (NIEDERSCHLAGSINTENSITÄT)
  - Ph-Wert (PH)
  - Richtungstrom (R)
  - Salinität (S)
  - Sauerstoffgehalt (O2)
- Phänomenliste



Schließen

# ITZBund: PEGELONLINE



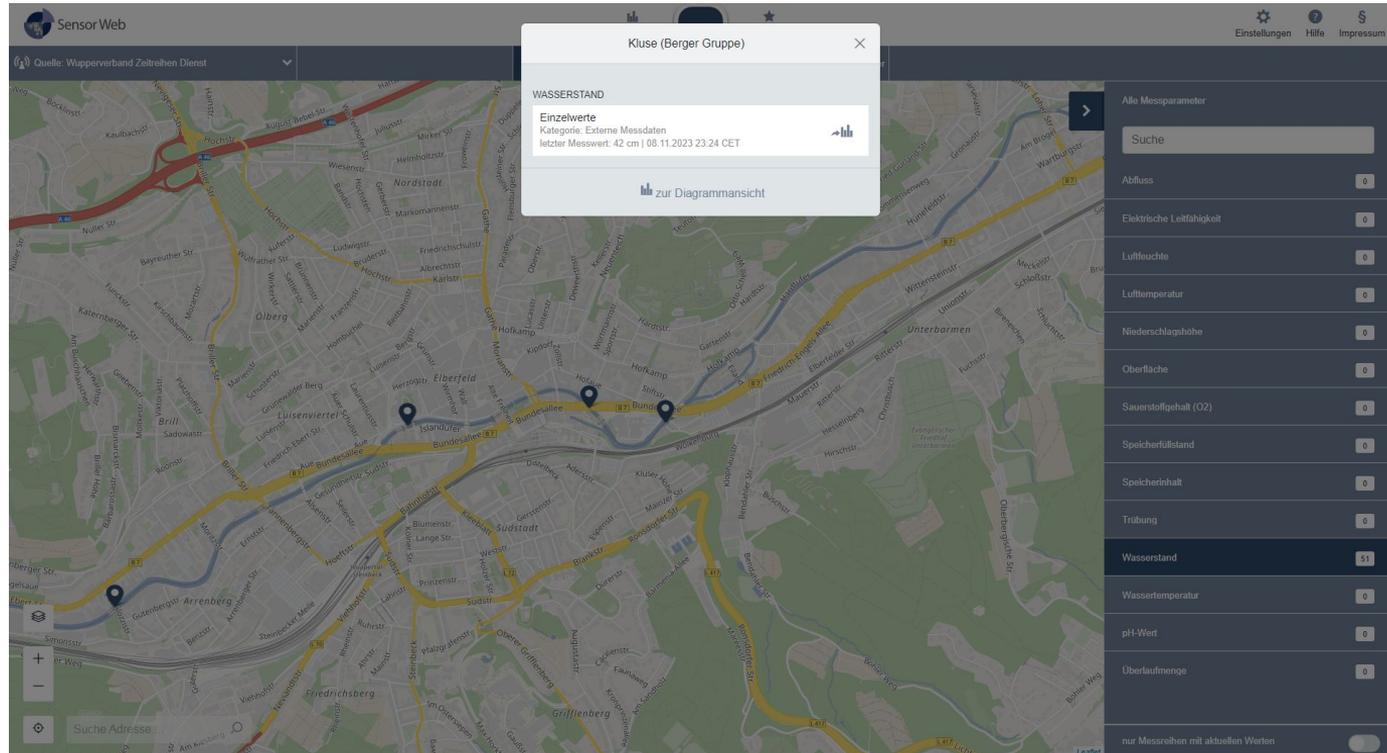
# Wupperverband

<https://fluggs.wupperverband.de/swc/>

The screenshot shows the 'SensorWeb' interface with a navigation bar at the top. The main content area features four white cards on a blurred background of a river and trees. Each card has a title, an icon, a descriptive paragraph, and a button.

- Top Left Card:** Title: 'Zeitreihen über eine Kategorie auswählen' (Icon: rain and waves). Text: 'Die verfügbaren Kategorien (wie z.B. Gewässer oder Talsperren) werden als Liste angezeigt, mittels Mausclicks können Sie die Messstationen einer Kategorie wählen sowie die an einer Station gemessenen Messwerte (wie z.B. Wasserstand oder Niederschlag) und sich die entsprechenden Ganglinien anzeigen lassen.' Button: 'Kategorie wählen und Zeitreihen finden'.
- Top Right Card:** Title: 'Zeitreihen über einen Messparameter auswählen' (Icon: water level gauge). Text: 'Die verfügbaren Messparameter (wie z.B. Wasserstand oder Niederschlag) werden als Liste angezeigt, mittels Mausclicks können Sie die Kategorien (wie z.B. Rohdaten oder validierte Daten) eines Messwerts wählen sowie die Stationen sehen, an denen der gewählte Messparameter ermittelt wird und sich die entsprechenden Ganglinien anzeigen lassen.' Button: 'Messparameter wählen und Zeitreihen finden'.
- Bottom Left Card:** Title: 'Zeitreihen über eine Station auswählen' (Icon: house with wave). Text: 'Die verfügbaren Stationen werden als Liste angezeigt, mittels Mausclicks können Sie die Kategorien (wie z.B. Gewässer oder Talsperren) einer Station wählen sowie die an einer Station ermittelten Messparameter (wie z.B. Wasserstand oder Niederschlag) und sich die entsprechenden Ganglinien anzeigen lassen.' Button: 'Station wählen und Zeitreihen finden'.
- Bottom Right Card:** Title: 'Zeitreihen über die Karte auswählen' (Icon: map). Text: 'Die verfügbaren Messstationen werden auf einer Karte angezeigt, per Mausclick auf eine Station können Sie die dort verfügbaren Messreihen sehen und sich die entsprechenden Ganglinien anzeigen lassen.' Button: 'Karte ansehen und Zeitreihen finden'.

# Wupperverband



# Wupperverband

Sensor Web

Quelle: Wupperverband Zeitreihen Dienst

Karte Kategorie Station Messparameter

**Kategorie Gewässerpegel**

- Suche
- Externe Messdaten
- Gewässergute Rohdaten
- Gewässerpegel
- Luft
- Niederschlag
- Talsperre

**Station Opladen**

- Krebsöge
- Laaken
- Leimbach
- Loosenau, Ablaufpegel
- Luhnshammer
- Manfort
- Müllensiepen, Zulaufpegel
- Neumühle
- Opladen
- Papiermühlenbach
- Reinshagensbever
- Ronsdorfer Talsperre, Staumauer
- Rutenbeck
- Schlebusch
- Schmitzwipper
- Stausee Beyenburg, Ablaufpegel
- Stöcken

**Messparameter Wasserstand**

- Suche
- Abfluss
- Wasserstand
- Wassertemperatur

**Sensor**

Einzelwerte

Wasserstand (cm)  
20.10.2023 14:50 CEST | 80.1 cm

Tagesmittelwert um 17.00 Uhr

Wasserstand (cm)  
08.11.2023 16:00 CET | 90.6 cm

zur Diagrammansicht

# Wupperverband



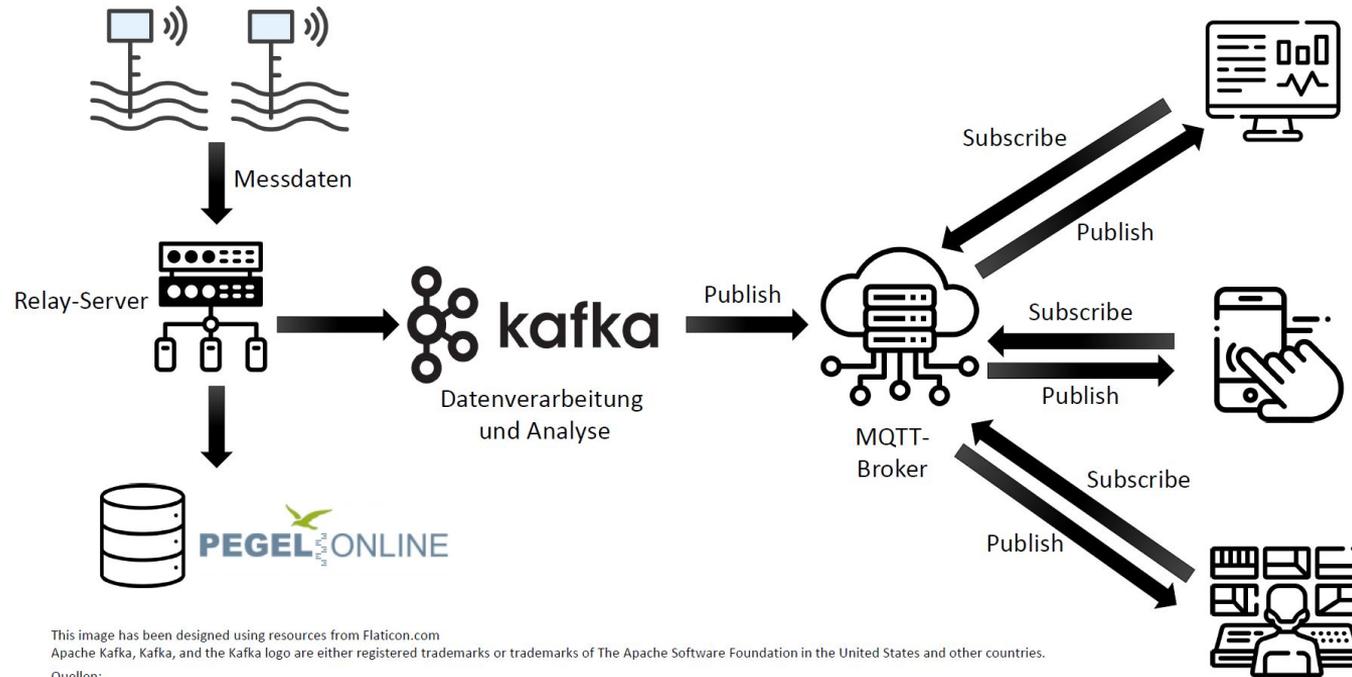
# Aktueller Stand und Ausblick

- Aktuell nur eingeschränkte Unterstützung der OGC SensorThings API
  - Erweiterungen in Planung
  - Referenzwerte
  - Rendering-Informationen
- Wichtige Kunden
  - ITZBund
  - Wupperverband
  - BSH



Praxisbeispiel: ITZBund - MQTT und EDIS

# Lösungsansatz



This image has been designed using resources from Flaticon.com  
Apache Kafka, Kafka, and the Kafka logo are either registered trademarks or trademarks of The Apache Software Foundation in the United States and other countries.

Quellen:

[https://www.flaticon.com/premium-icon/water-level\\_4749703](https://www.flaticon.com/premium-icon/water-level_4749703)

[https://www.flaticon.com/premium-icon/database\\_2383158](https://www.flaticon.com/premium-icon/database_2383158)

[https://www.flaticon.com/free-icon/network-switch\\_6932650](https://www.flaticon.com/free-icon/network-switch_6932650)

[https://www.flaticon.com/premium-icon/server\\_2318786](https://www.flaticon.com/premium-icon/server_2318786)

[https://www.flaticon.com/premium-icon/monitor\\_2930617](https://www.flaticon.com/premium-icon/monitor_2930617)

[https://www.flaticon.com/free-icon/scrolling\\_1786968](https://www.flaticon.com/free-icon/scrolling_1786968)

[https://www.flaticon.com/free-icon/security\\_6310175](https://www.flaticon.com/free-icon/security_6310175)

# Leistungen durch 52°North

- Datenmodellierung
- Integration in die bestehende Infrastruktur
  - Anbindung Datenquellen
  - IT-Umgebung
- Redundanz und Skalierbarkeit
- Lösungsansätze zur Dokumentation der Auslieferung von Messdaten
- Konzept zur Zugriffskontrolle
- Client-Bibliotheken
- 
- Zusätzlich: Sensor Web-Komponenten (Helgoland Sensor Web Viewer, 52° North Sensor Web Server)

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit



Matthes Rieke

Kontakt: [m.rieke@52north.org](mailto:m.rieke@52north.org)



Simon Jirka

Kontakt: [jirka@52north.org](mailto:jirka@52north.org)

