

Statusseminar der BMBF-Fördermaßnahme
WaX am 20./21. September 2023



InSchuKa4.0 – Kombinierter Infrastruktur- und Umweltschutz durch KI-basierte Kanalnetzbewirtschaftung

Prof. Günter Müller-Czygan
Henning Oeltze

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

FONA **WaX**
Forschung für Nachhaltigkeit **Wasser-Extremereignisse**

 **Hochschule
Hof**
University of
Applied Sciences

h²
Hochschule
Magdeburg • Stendal


HST
SYSTEMTECHNIK


rivus


JenaWasser

PEGASYS
PEGASYS Gesellschaft für Automation und Datenverarbeitung mbH

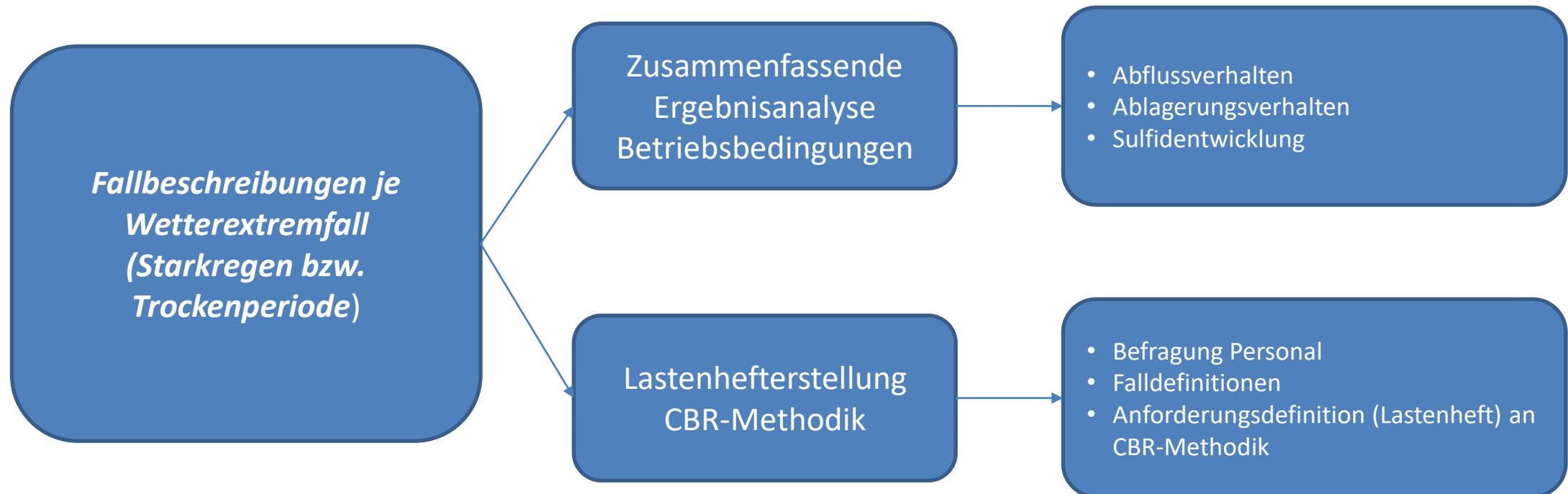


Entwicklung einer dynamischen KI-basierten Kanalnetzbewirtschaftung unter Einbeziehung von Trockenperioden



Die eigentliche Forschungsfrage lautet:
Wie müssen Kanalnetze auf Wetterextreme der Zukunft angepasst werden?

Steuerungsanforderungen



Testausrüstung

Technische Ausrüstung Pilotabschnitt

- Bestandsanalyse Bauwerke
- Festlegung Pilotabschnitt
- Auswertung Ergebnisse Literaturanalyse und Simulationen
- Ausführungsplanung ausgewählte technische Ausrüstung Ablagerungsmessung
- Ausführungsplanung ausgewählte technische Ausrüstung
- Beschaffung und Ausführung Staurumbewirtschaftung

Ergebnisse der Markbefragung zur Überprüfung der Antragsziele

1. Die Ergebnisse der Umfrage belegen die Notwendigkeit der Entwicklung eines dynamischen Kanalnetzmanagements für den Umgang mit Wetterextremen, die Antragsziele wurden vom Großteil als relevant bestätigt.
2. Noch überwiegen die Erfahrungen mit Starkregen, dennoch sind die Auswirkungen von Trockenperioden zu berücksichtigen.
3. Es zeigt sich auch, dass Betreiber und Netzverantwortliche integrative Lösungen als erforderlich ansehen, die unter dem Begriff „Schwammstadt“ zusammengefasst werden.
4. Die Umfrage zeigt, dass es keine einzelne, zentral zu bewältigende Aufgabe gibt (z.B. nur Rückhaltevolumen vergrößern), sondern es ist ein Bündel an kleineren und größeren Aufgaben mit einem dynamischen Kanalnetzmanagement zu adressieren.
5. Alle Einzelmaßnahmen sollten in einer gesamtübergreifenden Strategie aufeinander abgestimmt werden.



<https://www.careelite.de/wp-content/uploads/2021/07/wetterextreme-klimawandel-natur-umwelt.jpg>

Die im Antrag definierten Ziele treffen das Bedürfnis der relevanten Zielgruppe!

(215 TN, 145 TN mit vollständiger Beantwortung, 77 % TN mehr als 10 Jahre in der Wasserwirtschaft, 95 % aus kommunalem Bereich)

Ergebnisse der Anwendungsrecherche zur Überprüfung der Antragsziele

1. Mit Stand 30.08.2023 wurden 21 nationale und 4 internationale Vorhaben identifiziert, die vergleichbare Anwendungs- bzw. Entwicklungsziele verfolgen.
2. Die Vorhaben umfassten Kanalnetze zwischen 50 und 3000 km mitangeschlossen Speichervolumen von 1.400 bis 13.000 m³, 2 bis 400 Pumpstationen, 4 bis 66 Regenüberläufe und 1 bis 6 Kläranlagen. Hierbei wurden in 3 Vorhaben neue Speicherbecken und in 24 Vorhaben bestehende Speicherbecken einbezogen. In 8 Vorhaben wurden die Kanalnetze bezüglich der hydraulischen Leistung angepasst.
3. In den Vorhaben wurden folgende Funktionen eingesetzt:

a) Füllstandsmessung und Steuerung des Abwasserflusses.	25 x
b) Abwasserqualitätserfassung	3 x
c) Optimierung und Regelung des Betriebs	25 x
d) Datenanalyse und –visualisierung	19 x
e) Hochwasserprognose	13 x
f) dynamische Modellierung	17 x
g) Diagnostik oder Prognose von Zuständen und Parametern	21 x
h) Berücksichtigung von Wetter- und Niederschlagsvorhersagen	20 x

Ergebnisse der Anwendungsrecherche zur Überprüfung der Antragsziele

4. Genannte Vorteile:

a) Reduzierung von Entlastungsereignisse	19 x
b) Vermeidung von Verstopfungen und Abwasserüberläufen	19 x
c) Verringerung des Hochwasserrisikos	18 x
d) Verbesserung der Gewässerqualität	10 x
e) verbesserte Managementeffizienz	21 x
f) Umweltfreundlichkeit	24 x
g) Senkung der Energiekosten	15 x
h) Verringerung des Verschleißes der Infrastruktur	3 x
i) Gefahrenerkennung / Warnung	18 x
j) Maximale Nutzung von Speicherkapazitäten	12 x
k) Kompensation des Fachkräftemangels	14 x
l) Steigerung der Attraktivität der Mitarbeiter	16 x

**Konkrete Steuerungslösungen für
Trockenperioden wurden nicht formuliert.**

Wichtig: Ziele genau definieren!

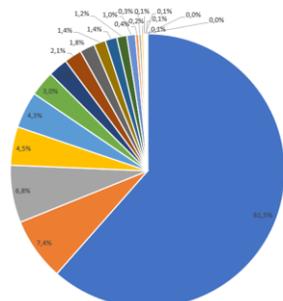
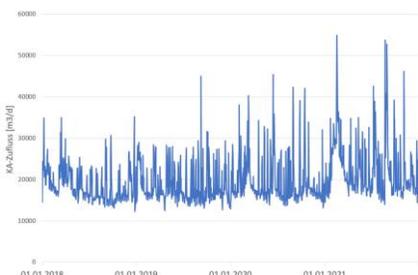
1. Formulierte Hauptziele
 - a) Zusätzliches Volumen aktivieren
 - b) Entlastungsereignisse vermeiden
 - c) Automatische Spülfunktion insbesondere in Trockenzeiten

2. Im Zuge des Vorhabens identifizierte Nebenziele (relevant für Praxistransfer/Akzeptanz)
 - a) Abschlagsmengen- und -frachtmessung, wenn Entlastung sein muss
 - b) Kamera am Auslauf und optische Kontrolle der Entlastungsqualität
 - c) Zulaufmanagement zur Kläranlage
 - i. Prognose der Zuflussszenarien je Wettererwartung unter Einbezug der Fließzeiten aus GEP und Niederschlagsprognosen aus Portal NiRA.web
 - ii. Einbezug angeschlossene Flächen zur Berechnung theoretischen Oberflächenabfluss
 - iii. Rückhalt von Überlauf aus separaten RW-Trennsystemen
 - iv. Integration alter Gasspeicher auf KA als Mengenspeicher (ca. 10.000 m³)
 - v. Volumenmanagement zum Spitzenausgleich (z.B. 2/3 in der Nacht der KA zuführen)
 - vi. Präventives Spülen von Kanalsedimenten bei angekündigtem Starkregen, um Frachtaustrag bei nicht vermeidbaren Entlastungen zu miminieren
 - vii. Noch festzulegen: welche Infos aus InSchuKa4.0 laufen auf der KA auf

Fazit der Zielanalyse: Zieldefinitionen zu Beginn meist unvollständig, Anpassungsflexibilität sollte von Beginn an berücksichtigt werden.

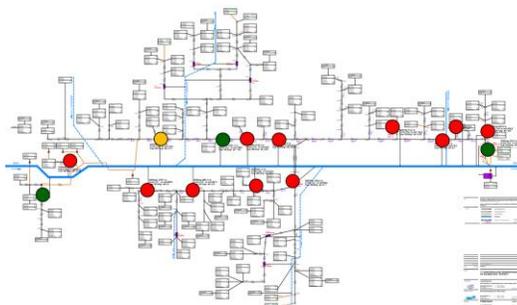
Auswertung der Betriebsdaten der Kläranlage

- Betriebsdatenanalyse der Jahre 2018-2021
- Auswertungen zu Zulaufmengen und Zulauffrachten
- Reinigungsleistung und Fremdwassersituation



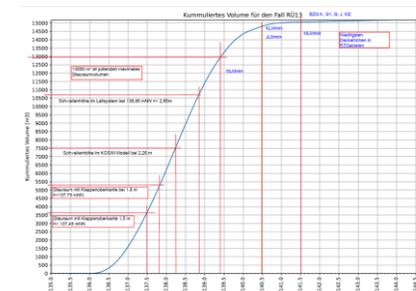
Kanalnetzsimulation Hydrostatisch

- Netzabgleich und Netzaktualisierung
- Einstau- und Entlastungsverhalten aller Mischwasserbauwerke



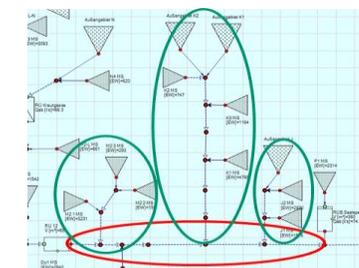
Potentialanalysen

- Optimierungsansätze auf Gebiets- oder ganzheitlicher Ebene
- Stauraumaktivierung und Standortpotentiale



Kanalnetzsimulation Hydrodynamisch

- Modellansatz zum Ablagerungsverhalten
- Wandschubspannung
- Modellansatz zur Sulfidbildung
- deterministisches WATS-Modell



(Bildquellen: Wiese J., Oeltze H. [2023])

Auswertung der Betriebsdaten der Kläranlage

- Zulaufsituation:
Mengenmäßig
ausgelastet aber
Belastungstechnisch
noch Kapazitäten
- Starke Dominanz der
Entlastungsbauwerke am Netzende (ZKA)
- Potentiale von statischen Optimierungen
einzelner Mischwasserbauwerke und
Trennung von Abwasserströmen

Potentialanalysen

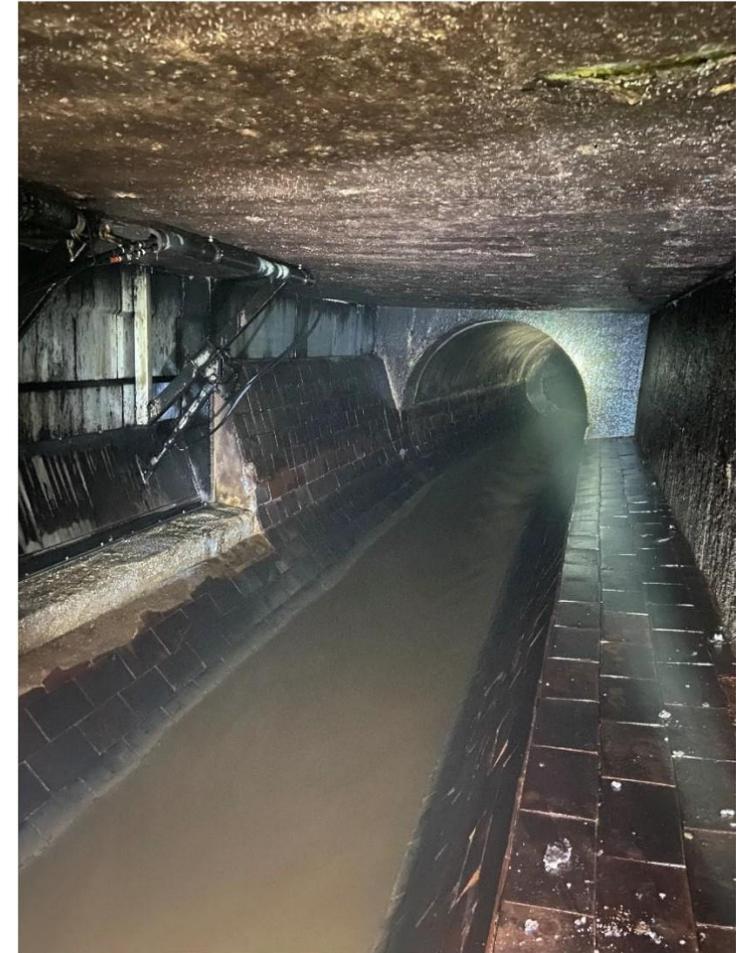
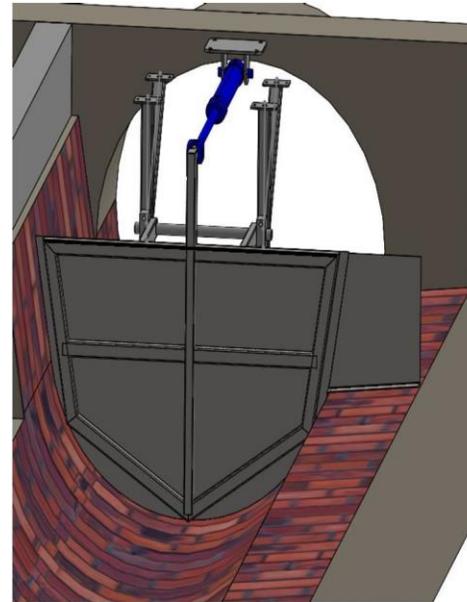
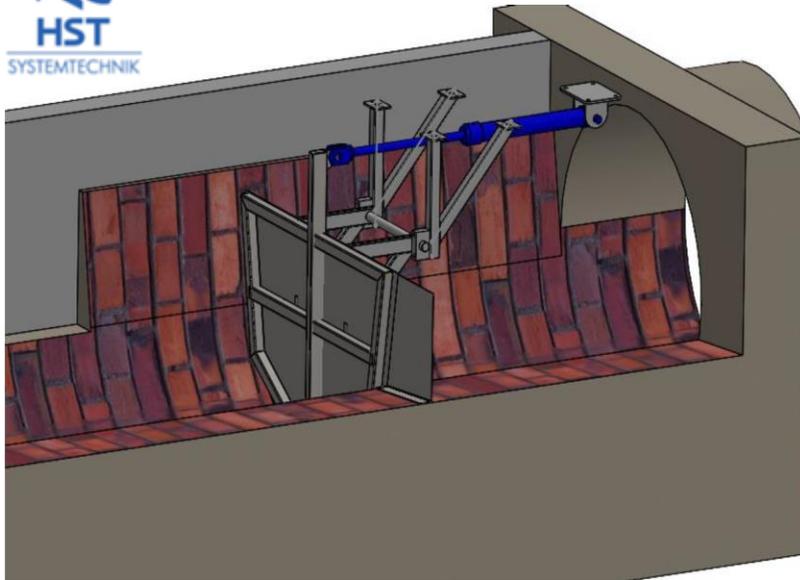
- Potential an zwei Mischwasserbauwerken von ca. 10000 m³
Stauraumvolumen
- Einsparung von bis zu 30% bei Entlastungsvolumen und
Schmutzfrachtemissionen (*je nach Bauausführung und Drosselleistung
der Einbauten, Bezug: Gesamtemissionen mit Originaldaten*)

Ablagerungsverhalten und Sulfidbildung

- Modellansätze liefern:
 - Gefahrenpotential und Unterschreitungen der Wandschubspannung,
=>hohe zeitliche Auflösung nötig
 - Kanalstrecken mit Sulfidbildung und Abschnitte mit erhöhtem Gefahrenpotential
sind nicht immer gleich
 - up-scaling der Modelle

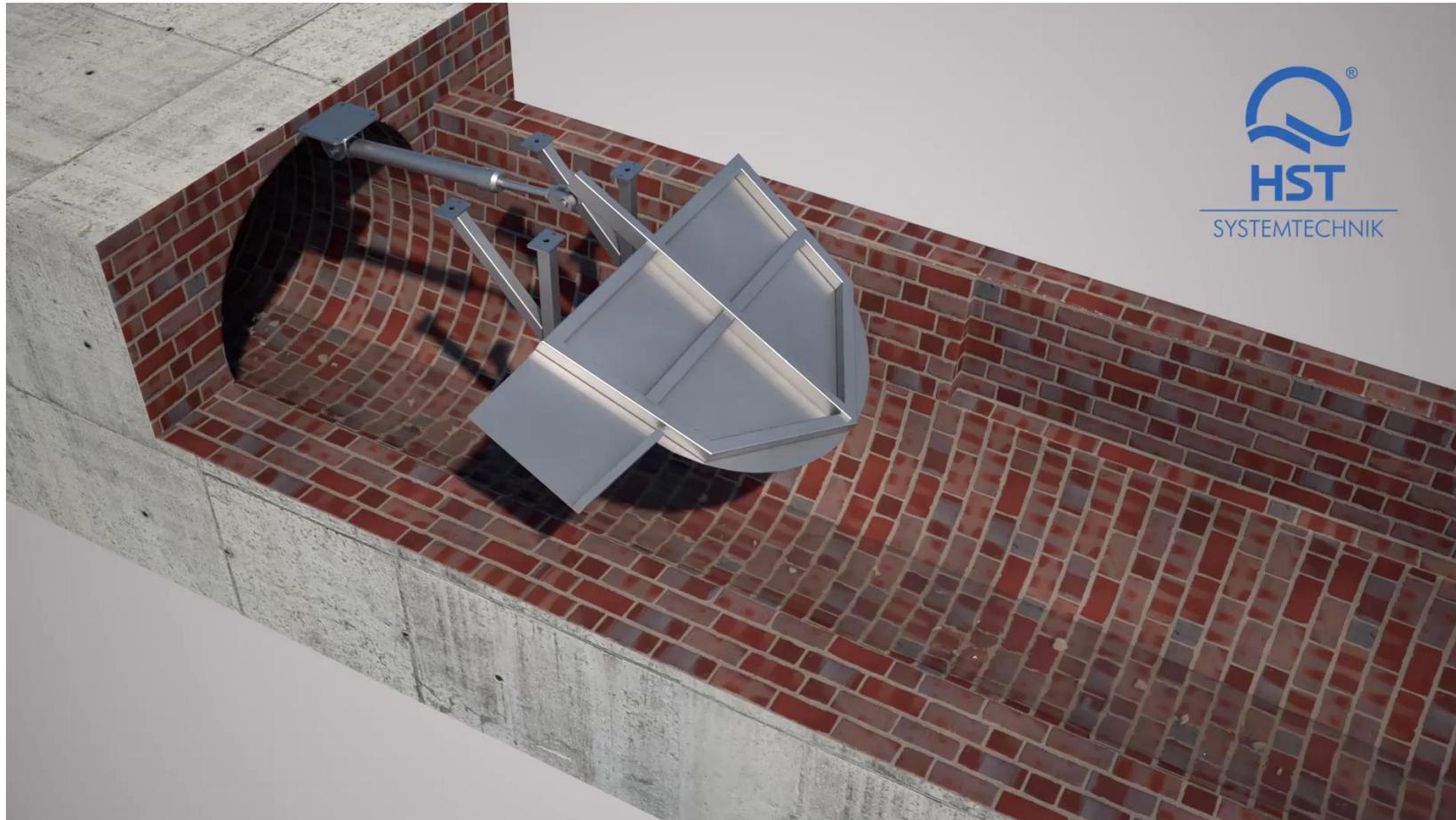
Auswahlort RÜ09 (geschlossenes Bauwerk) - Testinstallation Aufstau- und Spüleinrichtung

Aufstau- und Spüleinrichtung (2,0 m x 1,5 m) an Gerinneprofil angepasst



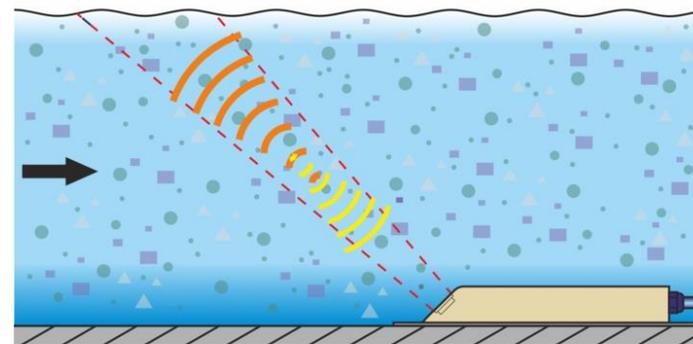
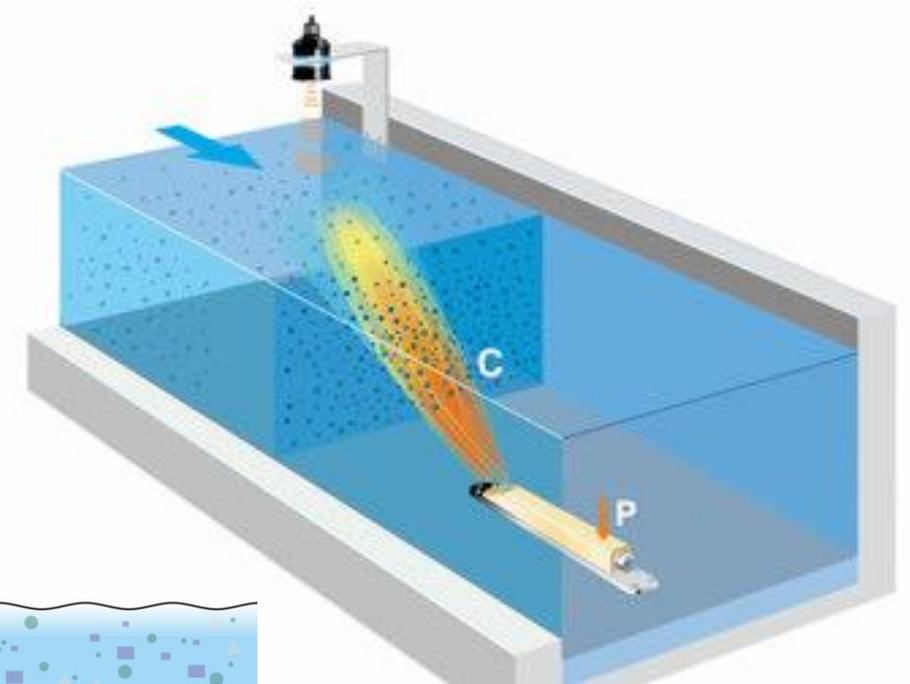
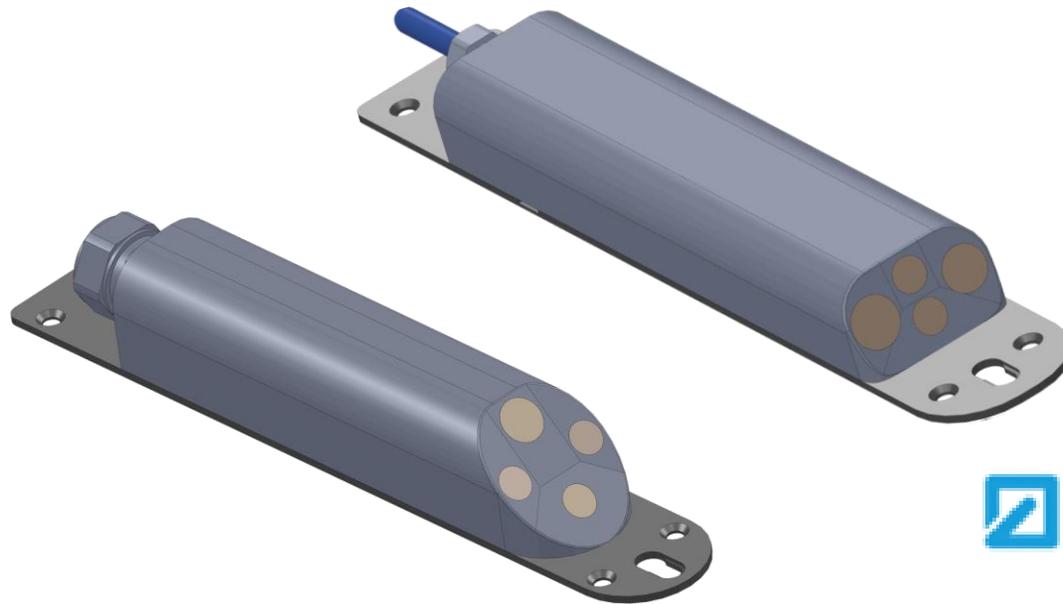
Auswahlort RÜ09 (geschlossenes Bauwerk) - Testinstallation Aufstau- und Spüleinrichtung

Aufstau- und Spüleinrichtung (2,0 m x 1,5 m) an Gerinneprofil angepasst



Partikelmesssystem PKM AFS63

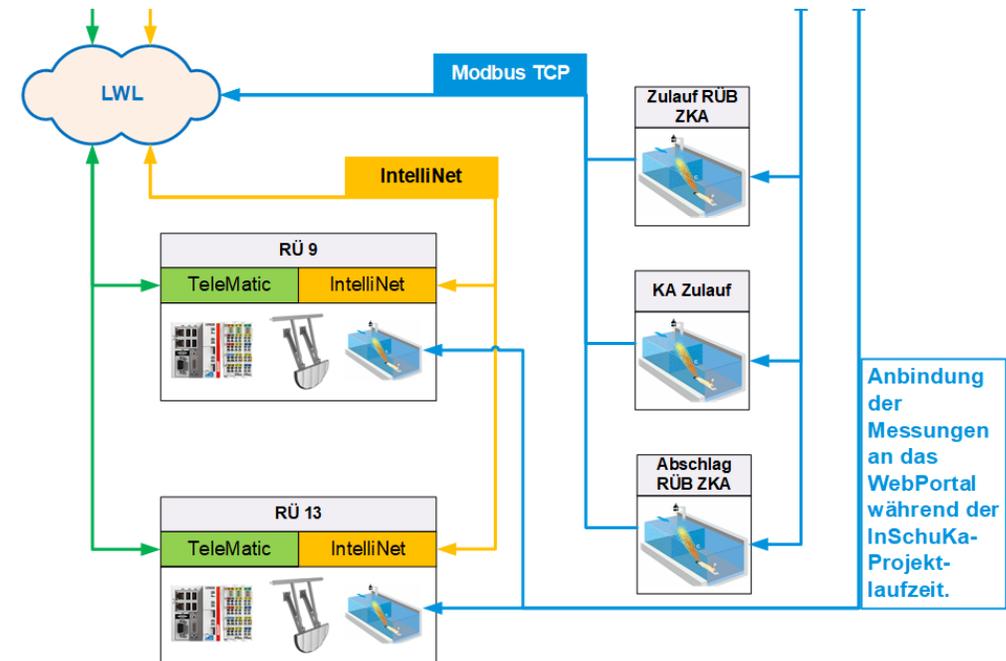
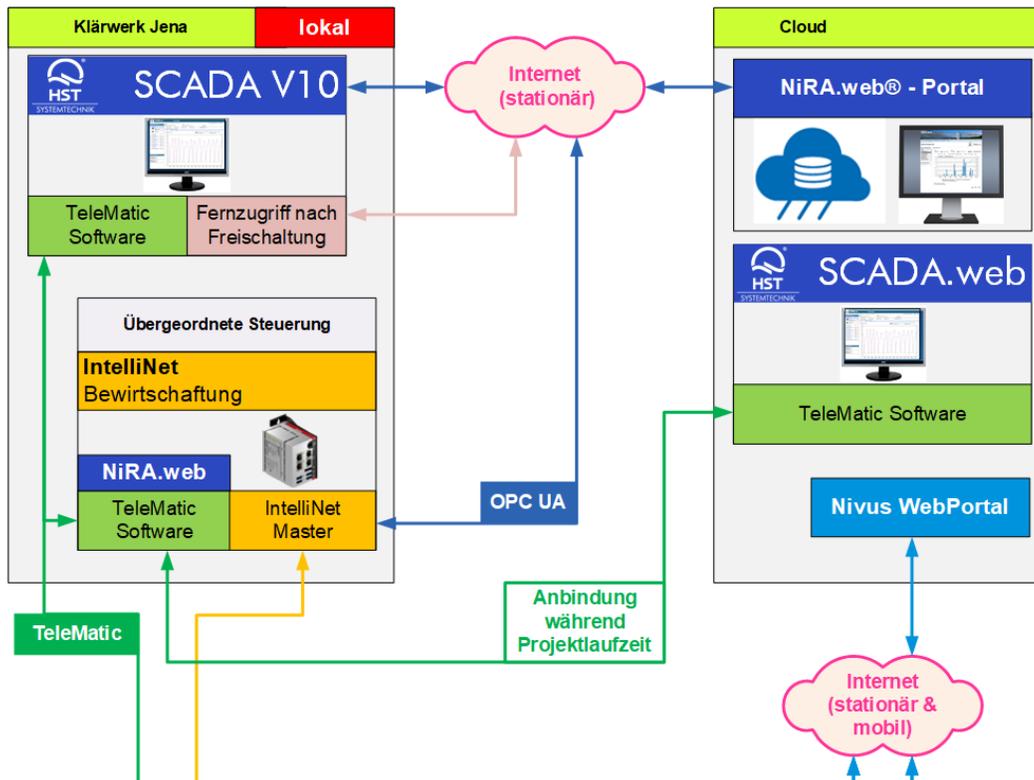
Neue Sensor:
Min. Füllstände >8cm
z.B. Trockenwetterabfluss



Multifrequenz-Echo-Verfahren,
Messprinzip basiert auf der
Rückstreuung und Dämpfung von
Ultraschallwellen an mitgeführten
Partikeln in wässrigen Medien.

Steuerungsanforderungen

Bewirtschaftungssystem - Modell zum Entwickeln und Testen von Algorithmen



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

FONA **WaX**
Forschung für Nachhaltigkeit **Wasser-Extremereignisse**



**Hochschule
Hof**
University of
Applied Sciences

h²
Hochschule
Magdeburg • Stendal

HST
SYSTEMTECHNIK

nivus

JenaWasser

PEGASYS
PEGASYS Gesellschaft für Automation und Datenverarbeitung mbH

**Wir danken Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit
und freuen uns auf Ihre Fragen.**

Institut für nachhaltige Wassersysteme
Hochschule Hof (inwa)
Alfons-Goppel-Platz 1
95028 Hof
www.inwa.hof-university.de



inwa

Institut für nachhaltige
Wassersysteme
der Hochschule Hof

