

Ein neuer Blick auf ein Wasserextremereignis: Ein digitaler Zwilling für Hannover

WaX-Lunchtalk: Management von Wasserextremen im urbanen Raum und Stadtentwässerung, Teil 1

29.10.2024 | WaX-Lunchtalks-Reihe

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

FONA

Nachhaltiges Wassermanagement

WaX
Wasser-Extremereignisse

Handlungsbedarf & Herausforderungen

Keine Vernetzung im Wassersektor



- Klimawandel stellt Städte und Gemeinden immer häufiger vor extreme Belastungsproben
→ Betreiber siedlungswasserwirtschaftlicher Infrastrukturen müssen mit Überschwemmungen sektorübergreifend umgehen können
- Wirtschaftliche und ökologische Schäden infolge zunehmender hydrologischer Extremereignisse erfordern neue Ansätze für das Management des Wassersektors im urbanen Funktionsraum



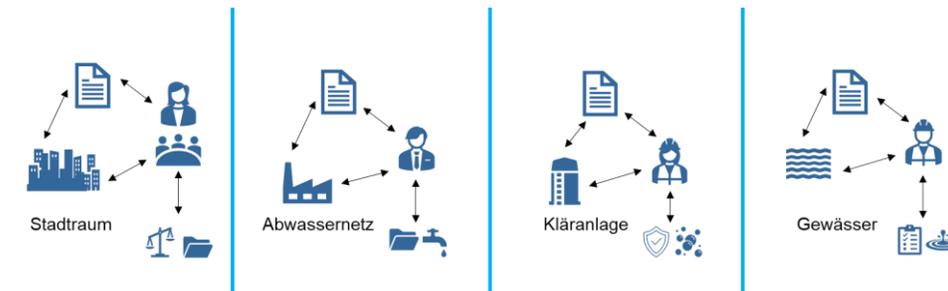
Quelle: Heiko Kueverling/Shutterstock.com

Zu überwindende Herausforderungen

- Fehlende Vernetzung der Akteursräume im Wassersektor (Datensilos)
→ fehlendes ganzheitliches Datenbild
- Integrale Betrachtung scheitert u.a. an fehlenden Daten, veraltetem Datenmanagement, unzureichender Datenstandardisierung
- Digitalisierungsansätze für Prognose und Risikomanagement bislang nur auf einzelne Teilaspekte beschränkt, z.B. Starkregengefahrenkarten
- Kanalnetzsteuerung findet bislang oftmals nur manuell und häufig nach „subjektiver“ Entscheidung statt
- Prognosen und Warnungen erfolgen bisher häufig ohne Verknüpfung zu einer konkreten, in städtischen Routineabläufen verankerten Maßnahmenplanung



Quelle: Scherbinator/Shutterstock.com



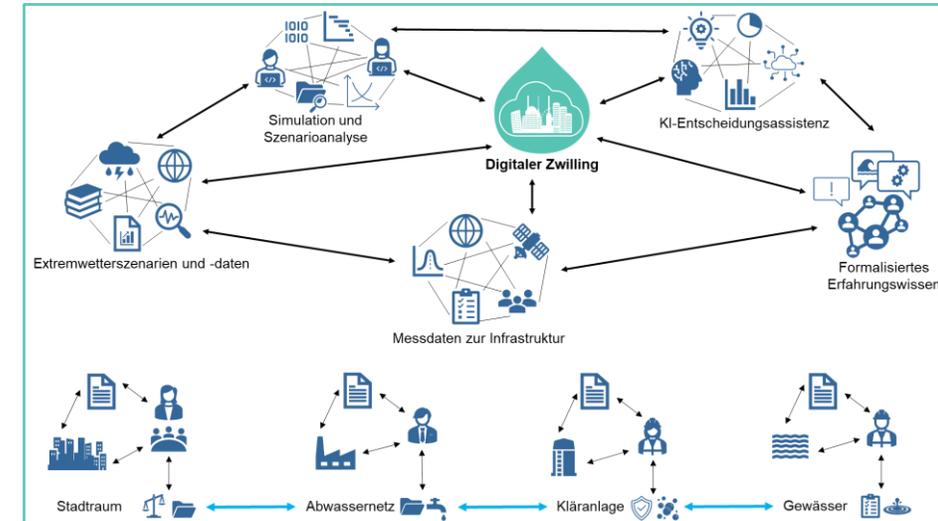
Akteursräume im Wassersektor

Zielsetzung von ZwiLE



Entwicklung eines

- **Digitalen Zwilling (DZ)** als virtuelles Abbild der städtischen Entwässerungsinfrastruktur am Beispiel der Stadt Hannover
- mit **integrierter Betrachtung** von Einzugsgebieten, Kanalnetz, Klärwerksverbund, oberirdischen Einleitungsgewässern,
- welcher auf Basis von **Echtzeitmessdaten** den **aktuellen Ist-Zustand** des abgebildeten Entwässerungssystems darstellt
- und durch **Einbindung von hochauflösenden Niederschlagsvorhersagen und Klimaprojektionen** die Durchführung von **vorausschauenden Szenarioanalysen** mit kurz- und langfristiger zeitlicher Orientierung ermöglicht,
- auf deren Basis dem **technischen Fachpersonal** der Stadtentwässerung unter **Nutzung von formalisiertem Erfahrungswissen nachvollziehbare Maßnahmenvorschläge** für die proaktive Bewältigung von hydrologischen Krisensituationen unterbreitet werden



ZwiLE Anwendungsfälle

#1 Ist

Wie ist der aktuelle Zustand der Entwässerungsinfrastruktur?



#2 Akute Maßnahmen

Wie reagieren wir im Extremfall?
Präzise Vorhersagen



#3 Planung und Anpassung

Wie müssen wir unser Entwässerungssystem langfristig anpassen?



3



(1) Abbildung des Ist-Zustands

Virtuelle Darstellung des jeweils aktuellen Ist-Zustands des Entwässerungssystems (online) inklusive des aus den Niederschlägen resultierenden Oberflächenabflusses und der stofflichen Gewässerbeschaffenheit

(2) Vorschlag von Gegenmaßnahmen bei Wasser-Extremereignissen

Vorausschauende, kurzfristige Szenarioanalysen (online) mittels modelltechnischer Prognosen der wichtigsten Einflussfaktoren und Ableitung schwachstellenbezogener, auf Erfahrungswissen basierender Handlungsvorschläge mittels KI-basiertem Entscheidungsassistenten (z.B. Abflusssteuerung und andere betriebliche Eingriffe, Straßensperrungen etc.)

(3) Planung von Infrastrukturanpassungen an Wasser-Extremereignisse

Langfristige Überplanung des Entwässerungssystems mittels modelltechnischer Prognosen inklusive Langzeitkontinuumssimulationen (grundlegende strategische Ausrichtung, Aus- / Umbau Kanalisation, KLV etc.)



Zwille Anwendungsfälle

#1 Ist
Wie ist der aktuelle Zustand der Entwässerungsinfrastruktur?

#2 Akute Maßnahmen
Wie reagieren wir im Extremfall?
Präzise Vorhersagen

#3 Planung und Anpassung
Wie müssen wir unser Entwässerungssystem langfristig anpassen?

3

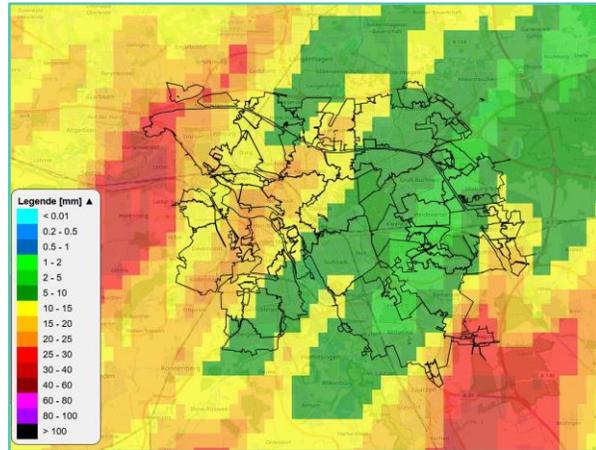


„Fach“-Komponenten

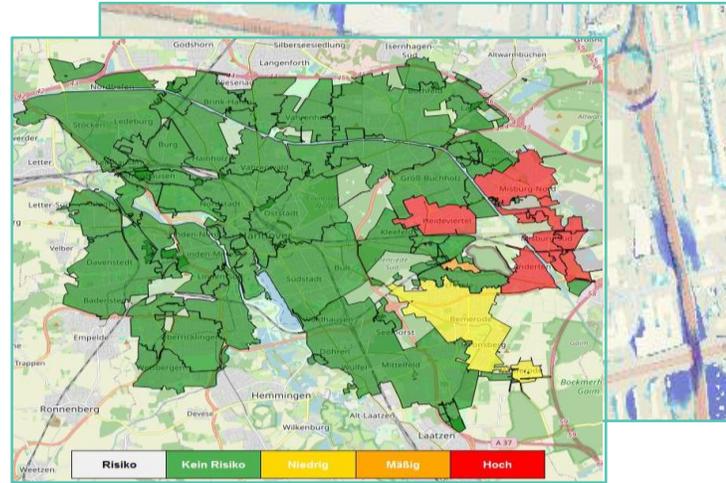
- Sensorik zur Erfassung von Echtzeitmessdaten (Hydraulik, Wasserbeschaffenheit und Aktorik in Kanalisation, Kläranlagen und Gewässer; Niederschlag)
- Niederschlagsprognosen mit Radar-Nowcasts als Ensemblevorhersagen; Niederschlagssummen für hydrologische Simulation (s.u.) als Flächenmittel für 139 Teileinzugsgebiete (83 für Kanalnetz, 56 für die Gewässer)
- Integriertes, im Wesentlichen hydrologisches Simulationsmodell mit hydrodynamischen Anteilen zur virtuellen Abbildung von Kanalnetz, Kläranlagen und Gewässern (Simba#)
- Detaillierte 2D-Oberflächenabflusssimulationen (Hystem-Extran, offline) zur Vorhersage des Überflutungsrisikos mittels Übertragungsfunktionen
- Nachvollziehbare KI-basierte Entscheidungsassistenz (Case Based Reasoning- sowie regelbasierter Ansätze) für Handlungsempfehlungen
- Formalisiertes Erfahrungswissen (aus Interviews des Betriebspersonals, Betriebsdokumentationen, Hochwassereinsatzplan etc.)

Zwille Demonstrator

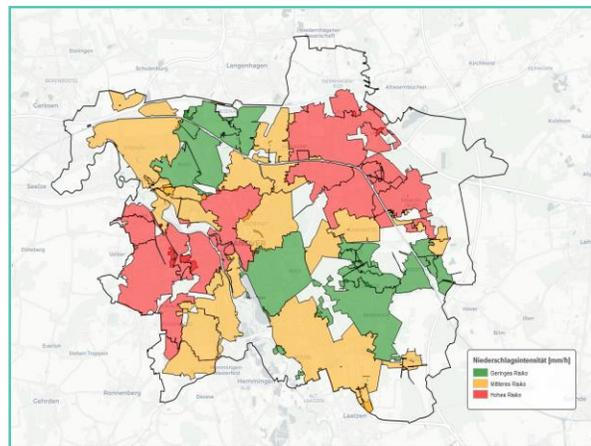
Vorhandene Funktionalitäten und dargestellte Informationen



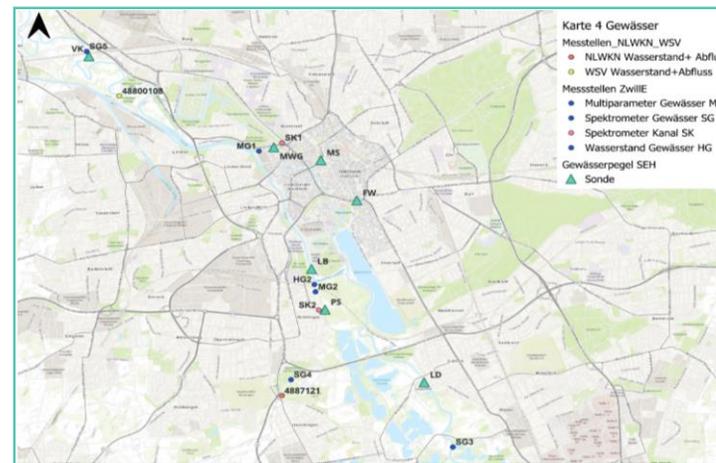
Karte 1: Niederschlagsituation (aktuell)



Karte 2: Überflutungssituation auf der Oberfläche (aktuell und Forecast) sowie Maßnahmevorschläge



Karte 3: Belastungssituation der Kanalisation / Sammler (aktuell und Forecast) sowie Maßnahmevorschläge



Karte 4: Situation im Gewässer – Menge (mit Hochwasser) und Güte (aktuell und Forecast) sowie Maßnahmevorschläge

Startseite des Demonstrators

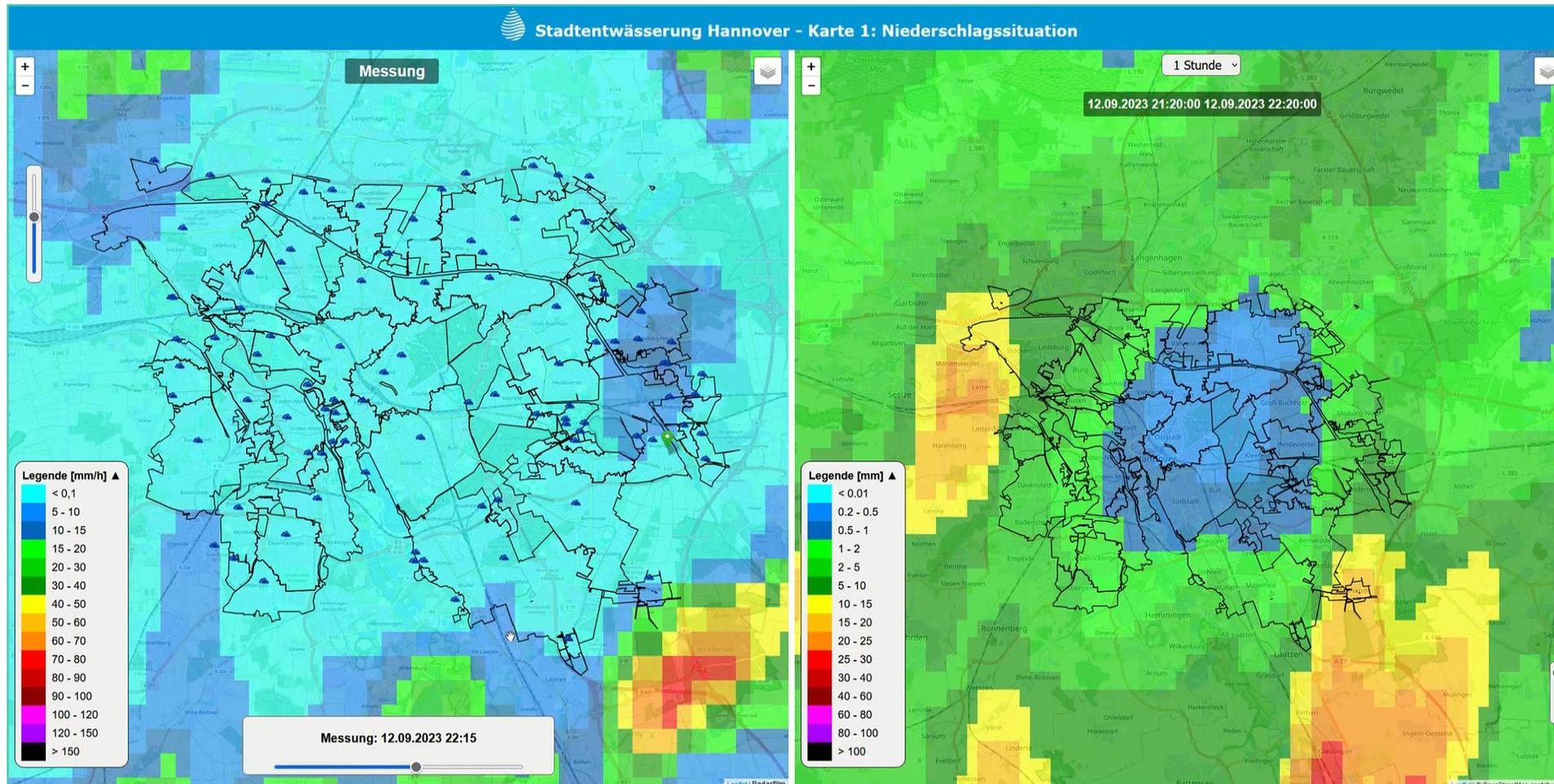
- Adressatenkreis: Betriebsmitarbeitende der Stadtentwässerung Hannover (Leitwarte Kanal sowie Leitwarte Klärwerk), d.h. Fachpersonal und nicht allgemeine Bevölkerung
- 4 Übersichtskarten mit detaillierteren Unteransichten
- Darstellung der Ist- sowie der To-be-Situation des integrierten Entwässerungssystems (s. Anwendungsfälle 1 und 2)

Zwille Demonstrator

Vorhandene Funktionalitäten und dargestellte Informationen



Kurzvideo zur Darstellung der Niederschlagsituation

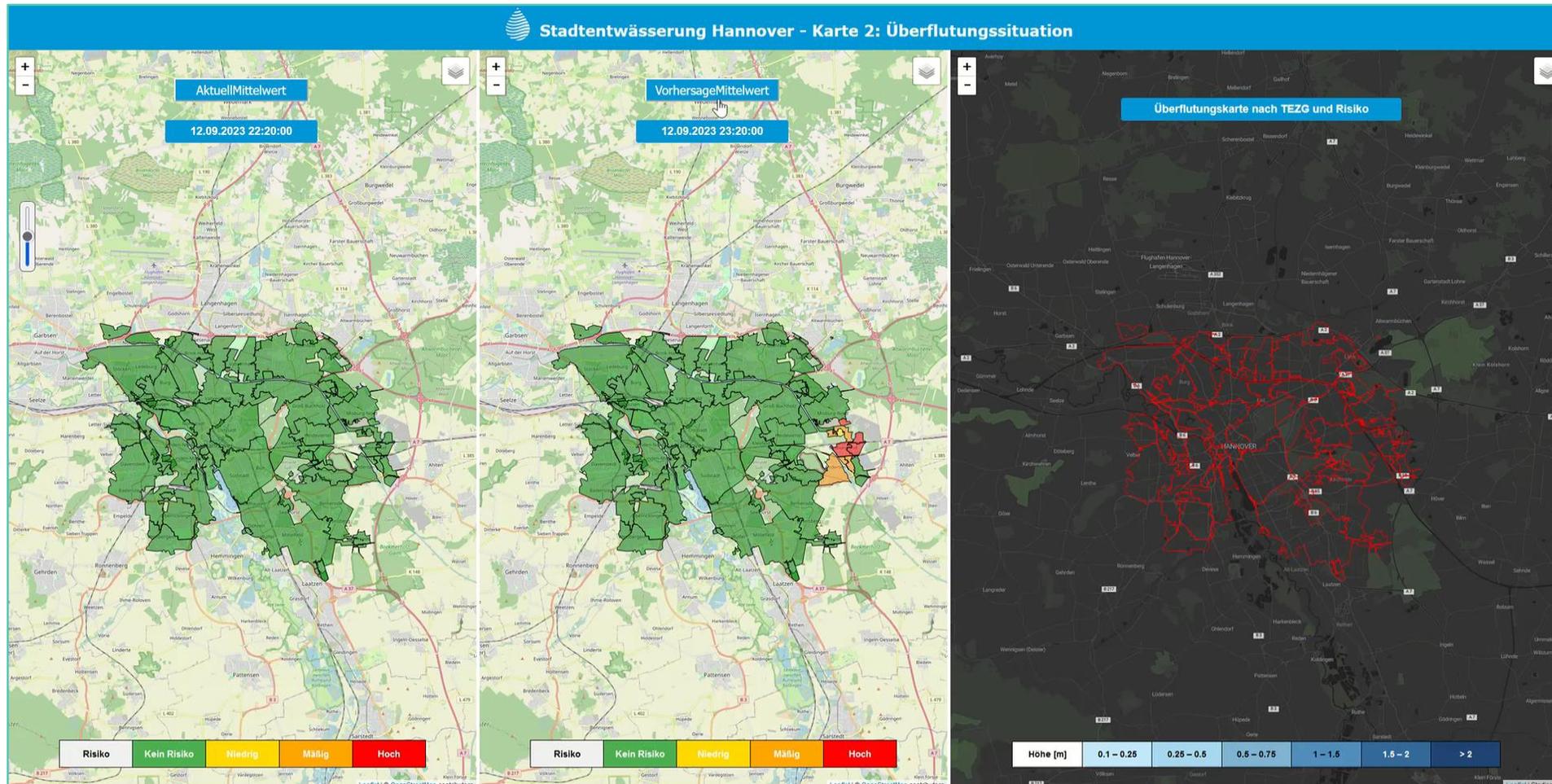


Zwille Demonstrator

Vorhandene Funktionalitäten und dargestellte Informationen



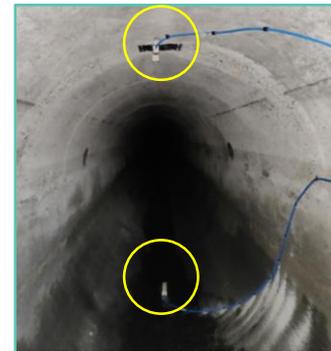
Kurzvideo zur Darstellung der Überflutungssituation auf der Oberfläche



Ausgewählte Einzelkomponenten des DZ

Echtzeitmessdaten

- Sensorik zur Erfassung von Echtzeitmessdaten (Hydraulik und (Ab-)Wasserbeschaffenheit in Kanalisation, Kläranlagen und Gewässer; Stellgrößen der Aktorik in Abwasseranlagen; Niederschlag (Radar und terrestrische Stationen))
- Vorhandene Messungen unterschiedlicher Betreiber (Stadtentwässerung & Region Hannover; Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz; Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes)
- Temporäres Messprogramm mit neu errichteten, kontinuierlichen Messstellen
 - Messstellen repräsentativ und exemplarisch in einem Regenwasserkanal und einer Mischwasserentlastung sowie ober- und unterhalb der zugehörigen Einleitstellen in den Gewässern
 - „Güte“messung mit UV/VIS-Spektrometern und Multi-Parameter-Sonden für Abwasser- und Gewässerbeschaffenheit; Ziel auch: kritische Eignungsprüfung der sehr aufwändigen Online-Sensorik
 - Durchflüsse in Kanalisation; Wasserstände in Gewässern



Ausgewählte Einzelkomponenten des DZ

Echtzeitmessdaten

Messkonzept

- Erfassung der Emissionen und Immissionen

Abkürzungen:

S = Spektrometer-/UV-VIS-Sonde

M = Multiparameter-Sonde

Q = Durchflussmessung

H = Wasserstandmessung

G = Gewässer

K = Kanalisation

1 - 5 = Messstellennummer

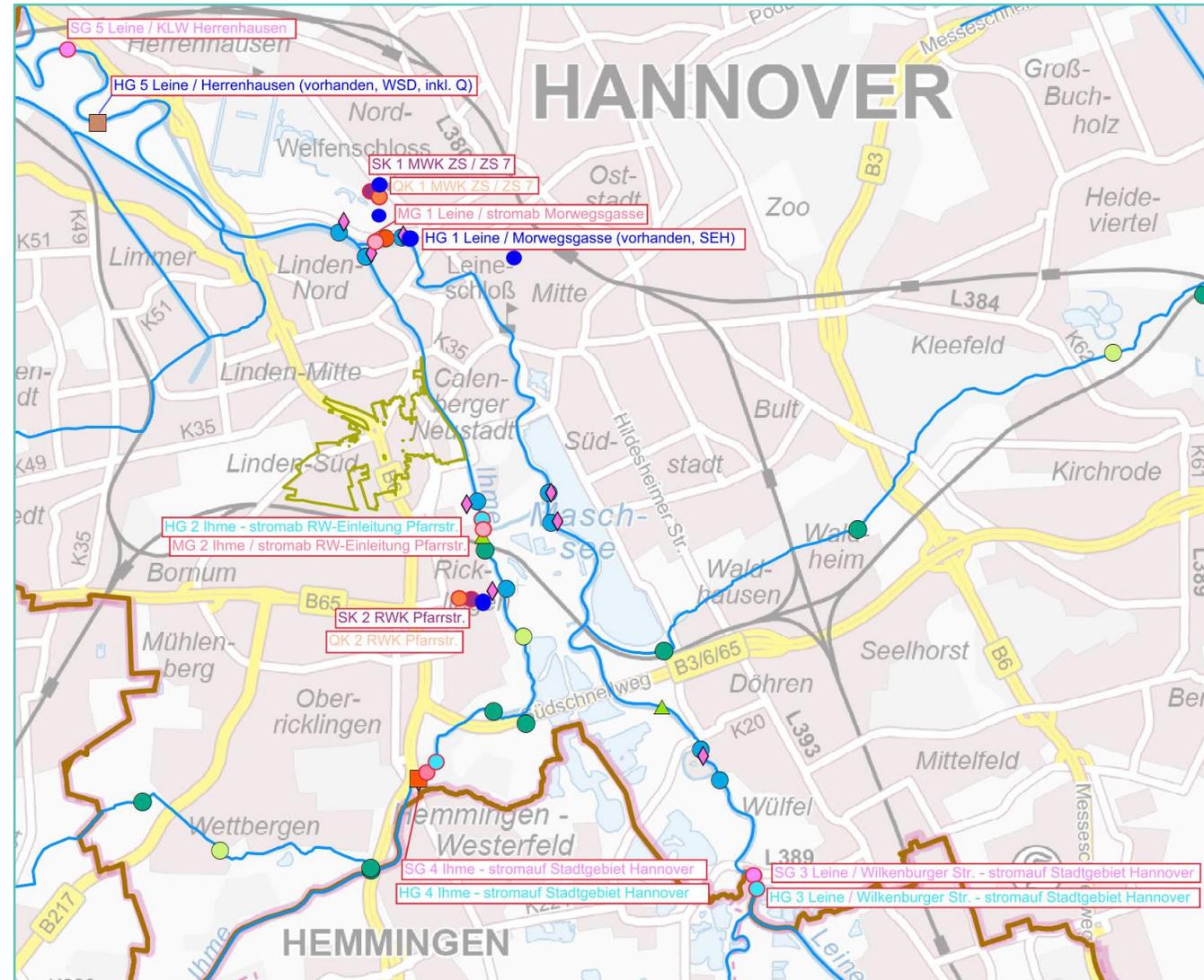
Messstellen externer Betreiber:

■ NLWKN (W, Q)

● NLWKN (pH, O₂, Temp., Leitf.)

▲ Region Hannover (pH, O₂, Temp., Leitf.)

■ WSD (W, Q)



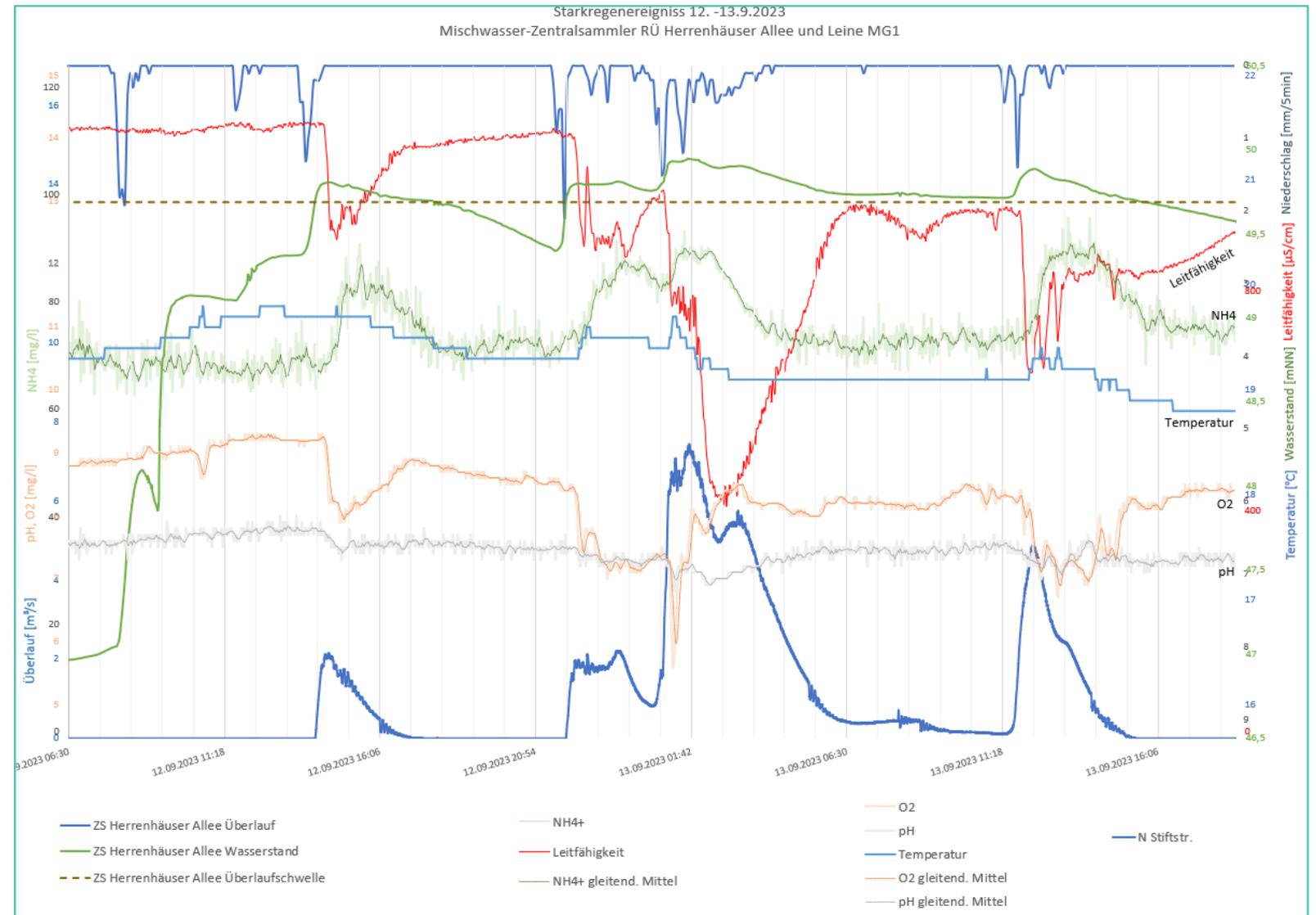
Ausgewählte Einzelkomponenten des DZ

Echtzeitmessdaten



Mischwasserentlastung

- Größter RÜ in Hannover; Länge der Schwelle rd. 40 m
- Mehrteiliges Entlastungsereignis
- Q_{\max} rd. 8 m³/s
- Integration der Echtzeitmessdaten in den Digitalen Zwilling (Entscheidungsassistenz etc.)



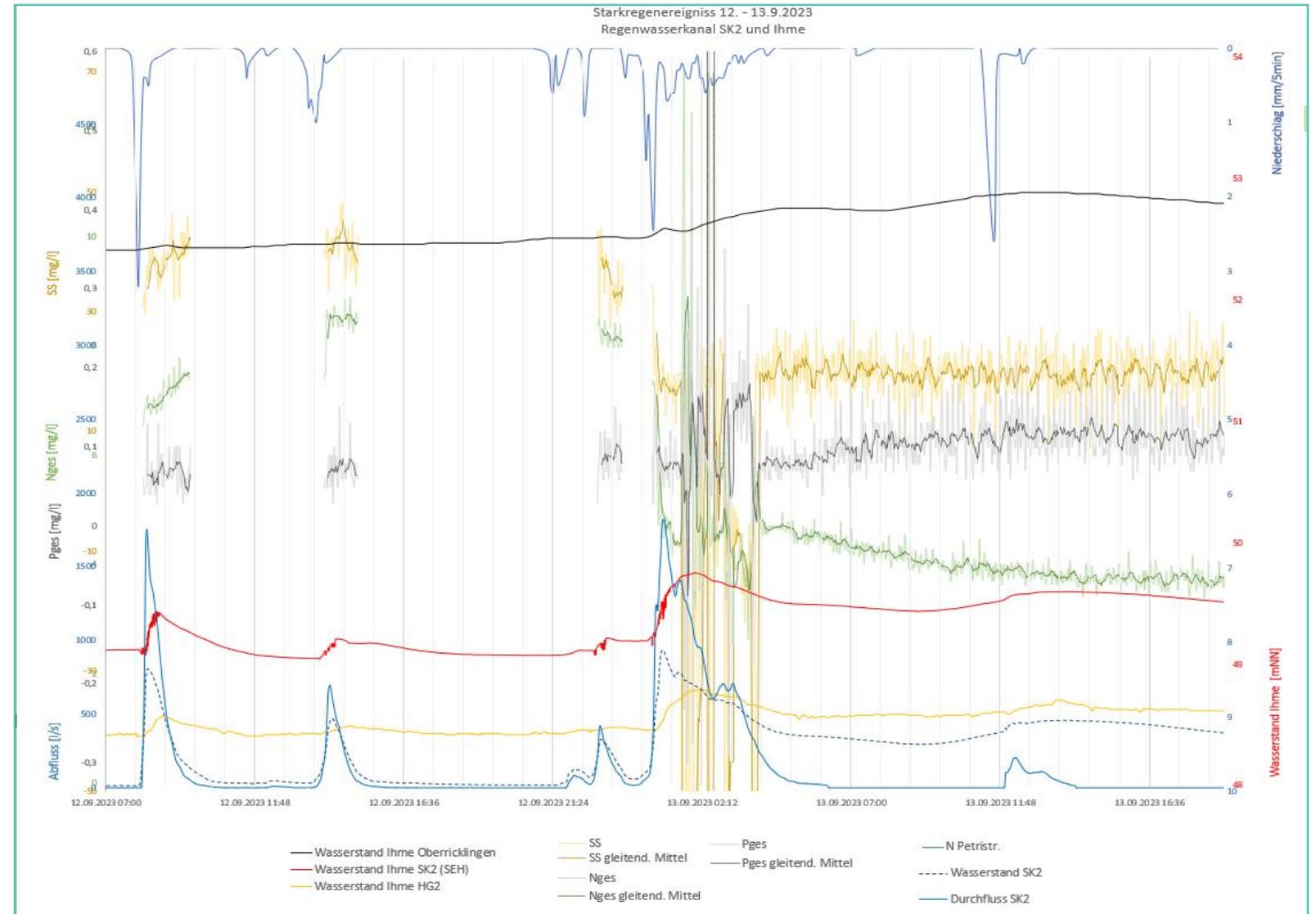
Ausgewählte Einzelkomponenten des DZ

Echtzeitmessdaten



Regenwassereinleitung

- Ergebnisse der UV/VIS-Spektrometer noch nicht hinreichend belastbar
- Ziel auch: Beurteilung der Auswirkungen von Einleitungen auf die Gewässer (u.a. Parameter nach DWA-A 102)



- Umfangreiches und ambitioniertes Vorhaben (3 a + ½ a Verlängerung), aber für manche Abstimmungsprozesse (Kommune - extern) noch zu kurz
- Bereits durchgeführte Arbeiten
 - Aufbereitung Niederschlagsdaten und Überflutungsanalyse läuft
 - Modellaufbau Kanalnetz, Kläranlagen und Gewässer weitestgehend abgeschlossen
 - Temporäres Messprogramm läuft, stationäre Messstellen ohnehin
 - Aufbau Erfahrungswissensbasis abgeschlossen, Entscheidungsassistenz in Erprobung
 - Daten- und Kommunikationsinfrastruktur für alle Datenquellen erprobt
- Nächste Arbeitsschritte
 - Vollendung der vorgenannten Arbeiten
 - Fertigstellung des Demonstrators bis Frühjahr 2025
 - Auswertung und Bewertung Emissionen und Immissionen

Vielen Dank

Kontakt: Dr.-Ing. Michael Pabst (michael.pabst@hannover-stadt.de)

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Stadtentwässerung
Hannover
Wir klären das.



hydro & meteo



Institut für Angewandte
Bauforschung Weimar

