

KI-basierte innovative Indirekteinleiterüberwachung und -beratung im Kanalnetz von Rheine

Online-
Infoveranstaltung
am 15.10.2024



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



TBR Technische Betriebe Rheine
Entsorgung • Entwässerung • Grün • Straßen



Begrüßung

*Tim Fuhrmann,
Jochen Vennekötter*



Was erwartet Sie als Teilnehmer?

Begrüßung durch die TBR

Jochen Vennekötter

Was ist das „LiveSewer“-Projekt?

Tim Fuhrmann

Warum beschäftigen sich TBR mit der Indirekteinleiterüberwachung?

Udo Eggert

Warum sind Abwasser-Monitorings so wichtig?

Das in Rheine schon eingesetzte „SMINDI“-Konzept

Olaf Kunkemöller

Welche Hardware- und Softwareanforderungen brauchen wir heute – und morgen?

Jörg Bödecker

Wie funktioniert die automatisierte Indirekteinleiterüberwachung?

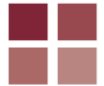
Philipp Lau, Siddharth Baburaj

Was gibt es schon an Erkenntnissen?

Philipp Lau, Siddharth Baburaj

Was kann man mit dem KI-basierenden System noch machen?

Tim Fuhrmann



Begrüßung durch die TBR



Entsorgung

Entwässerung

Grün

Straße & Bau

Dr. Jochen Vennekötter

Was ist das „LiveSewer“-Projekt?

Tim Fuhrmann


ABWASSER-MONITORING

GEFÖRDERT VOM



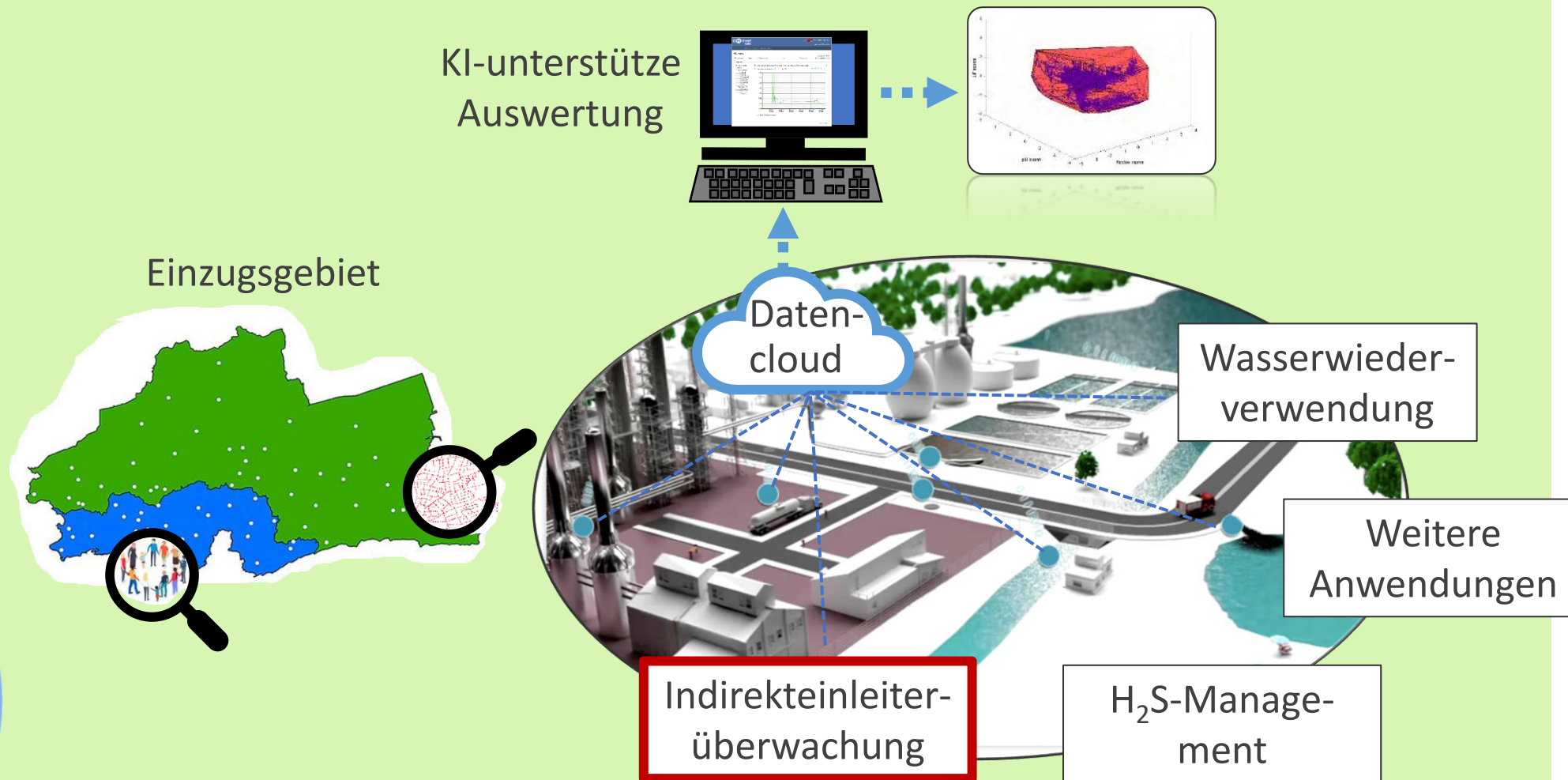
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



TBR Technische Betriebe Rheine
Entsorgung • Entwässerung • Grün • Straßen

Digital 
GreenTech

„LiveSewer“ = KI-basiertes Abwassermonitoring



Warum beschäftigen sich TBR mit der Indirekteinleiter- überwachung?

Udo Eggert



Zu meiner Person

Udo Eggert
Technische Betriebe Rheine
(eigenbetriebsähnliche Einrichtung)



- Dipl.-Bauingenieur Siedlungswasserwirtschaft
- Anfänge: Ingenieurbüro als Planungsingenieur Siedlungswasserwirtschaft
- Seit ca. 30 Jahren:
Stadt Rheine, bzw. Technische Betriebe Rheine als Fachbereichsleiter Entwässerung



Die Stadt Rheine

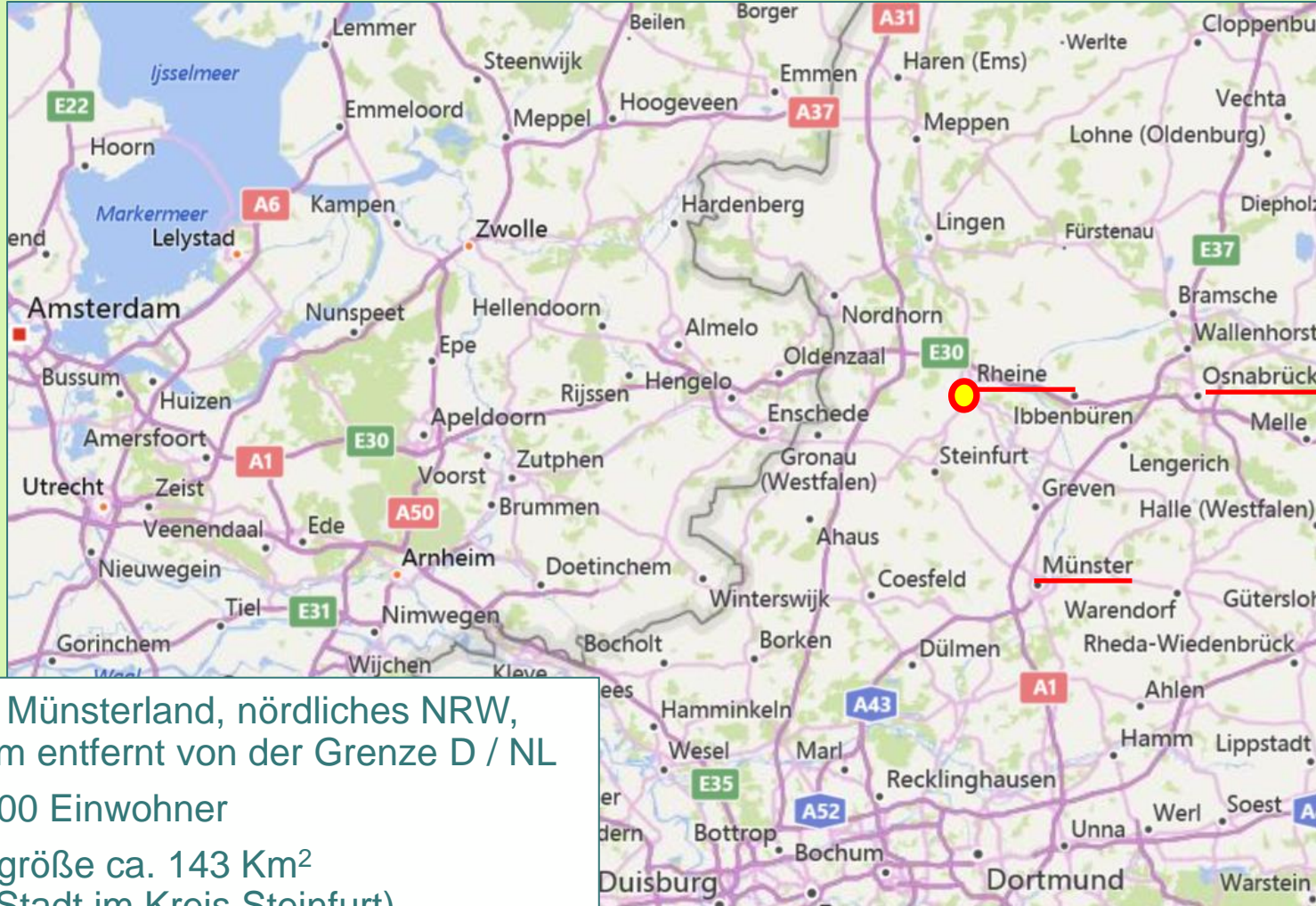
GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



TBR Technische Betriebe Rheine
Entsorgung • Entwässerung • Grün • Straßen



- Lage im Münsterland, nördliches NRW, ca. 30 km entfernt von der Grenze D / NL
- ca. 80.000 Einwohner
- Flächengröße ca. 143 Km² (größte Stadt im Kreis Steinfurt)

Die Entwässerung in Rheine

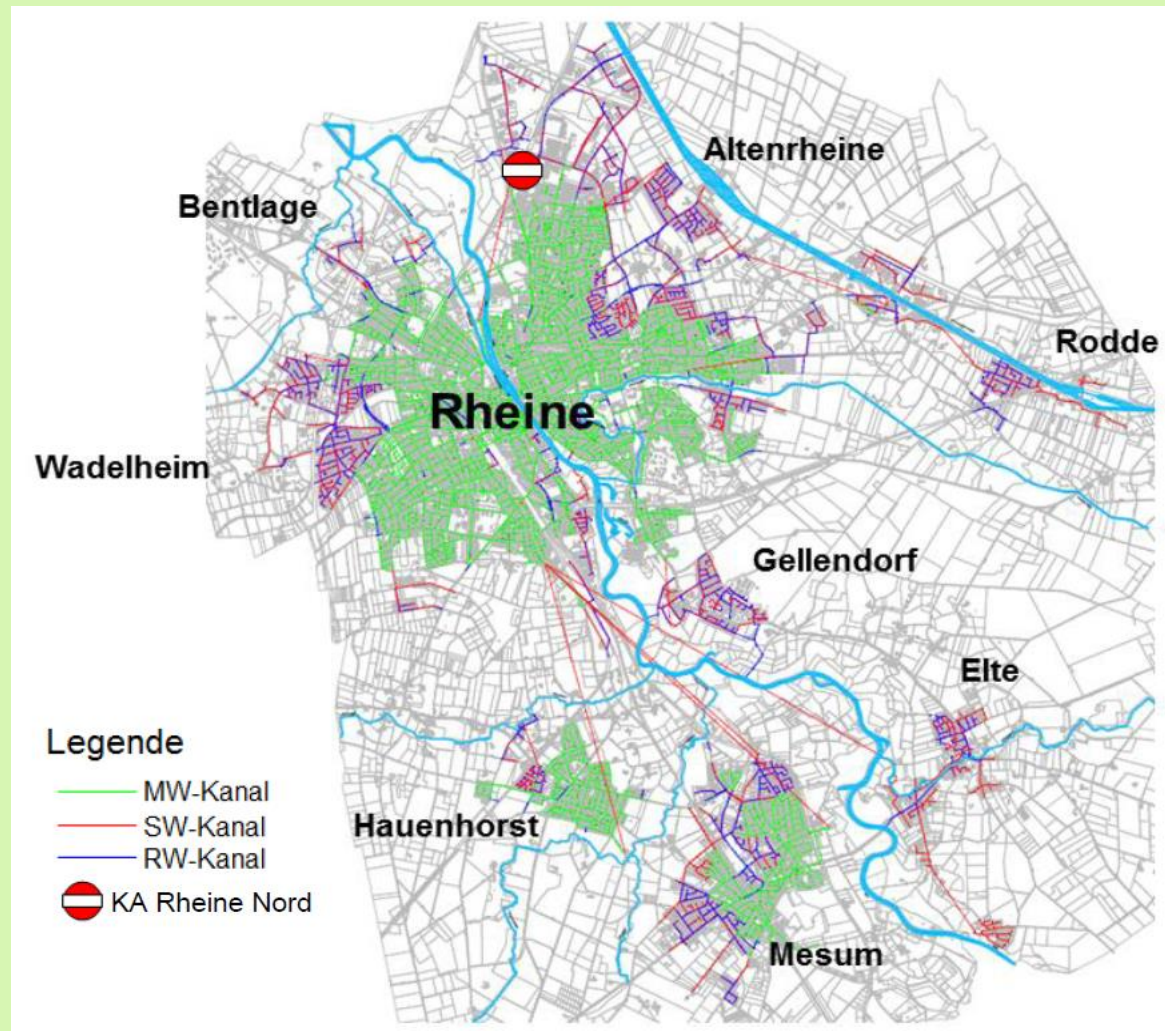
Informationen zur Entwässerung

- 1 Kläranlage (253.000 EW, 2/3 Industrieabwasser)
- Regenwasserkanalisation ca. 136 km
- Schmutzwasserkanalisation ca. 130 km
- Mischwasserkanalisation ca. 244 km
- Im Netz...
 - Durchmesser DN 100 – Rechteckprofil 2200/3000
 - 41 SW-/RW- und MW-Pumpwerke (Förderleistung 7 bis 222 l/s)
 - 18 Speichieranlagen im Mischsystem (52.000 m³)
 - 13 Regenwasserbehandlungsanlagen im Trennsystem (53.000 m³)
 - 13 Regenüberlaufbauwerke



Die Entwässerung in Rheine

- **2/3 Mischwasserkanalisation**
...im Kernstadtbereich und im Kerngebiet alter Ortslagen
- **1/3 Trennkanalisation**
...in neueren Ortslagen



...der Auslöser...



Ende 2017 = Einleitungserlaubnis der Kläranlage in die Ems läuft aus!



TBR befasste sich früh mit den Themen ´4. Reinigungsstufe´ für die Kläranlage und ´Mikroschadstoffe´

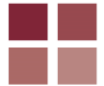
...dazu:

2014 = Beauftragung von **Ems-Wasseranalysen** zu Schadstoffeinträge durch ARA
Ziel: Gute Datengrundlage für künftige Gespräche z. B. mit der Aufsichts-
behörde Bez.-Reg. MS

2015 = Anfertigung einer durch das Land NRW geförderte **Machbarkeitsstudie**
zum Bau einer 4. Reinigungsstufe zur Mikroschadstoffelimination auf der
Kläranlage
Ziel: Erkenntnisse zur Machbarkeit und Bauumfang

2016 = Auftrag einer **Studie zu Alternativbetrachtungen** zum Bau einer 4. Reinigungs-
stufe in Rheine
Ziel: Erkenntnisse zu Invest.-/Betriebskosten und der Gebührenausswirkung

2016 = Teilnahme am **INTERREG-Forschungsprojekt** ´Energie neutrale Mikroschadstoff-
elimination durch Abwassersystembewirtschaftung´
Ziel: Erkenntnisse zu Verursachern und Einflussmöglichkeiten im Abwasser-
netz (**nicht die ´End-of-Pipe-Lösung´**...)



...der Auslöser...

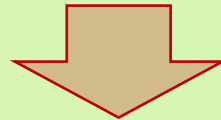
Bez.-Reg MS beabsichtigte eine Verschärfung der Kläranlagenüberwachungswerte

- Basis ist Wasserrahmenrichtlinie („Verschlechterungsverbot“)



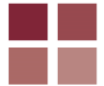
Jedoch:

TBR konnte nachweisen, die Verschärfung z. B. des Parameter CSB von 65 mg/l auf 56 mg/l kann mit den herkömmlichen Reinigungsstufen **nicht** eingehalten werden!



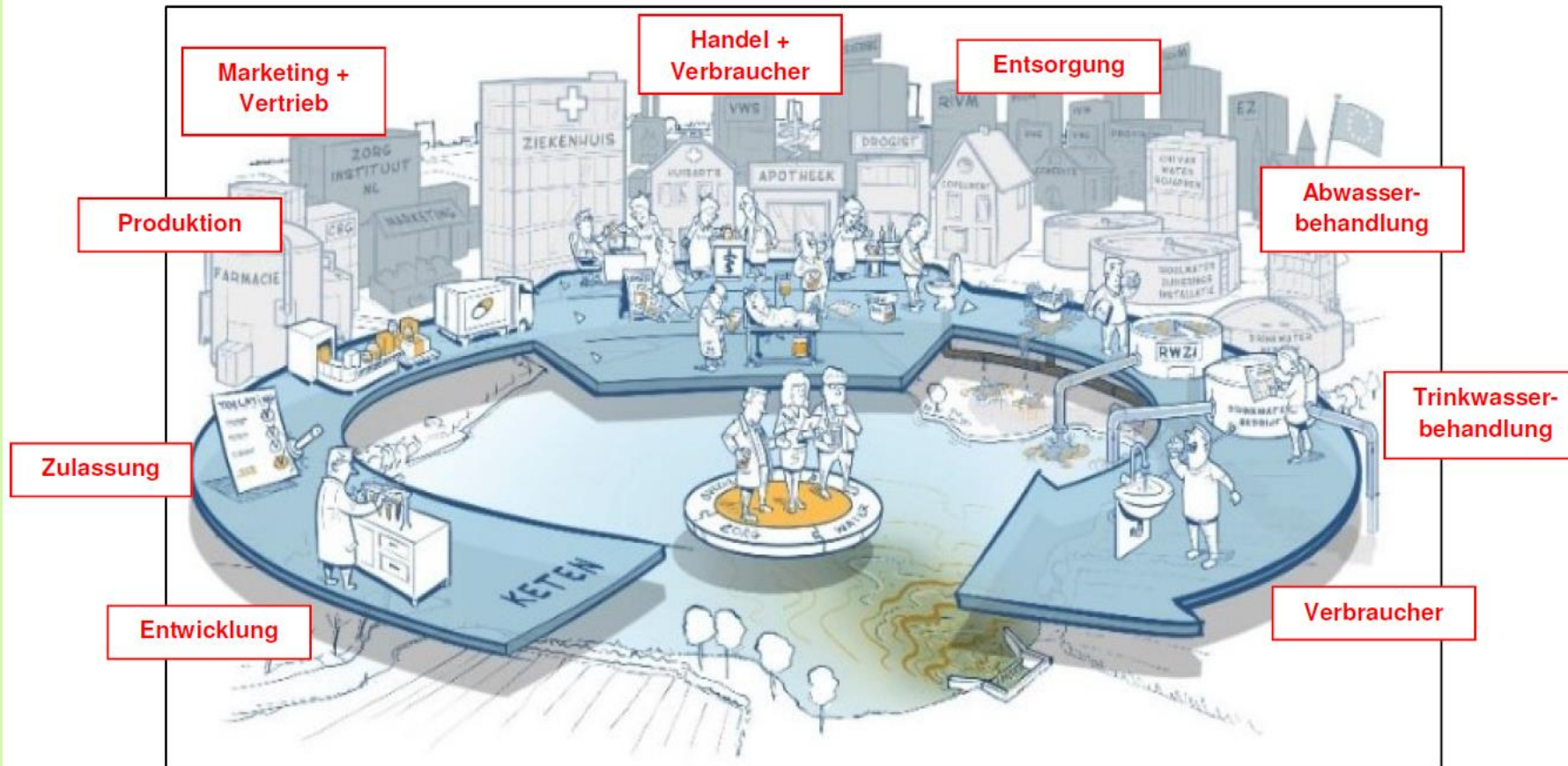
Rheine „drohte“ der Bau einer 4. Reinigungsstufe auf der Kläranlage

- Investition: 8,8 Mio. €
- Aufwand: Jahreskosten zusätzlich 1,4 – 1,9 Mio. €, je nach Baubeginn und Förderung
- Gebührenauswirkung: Plus 32 - 43 Cent pro m³ SW, je nach Förderquote ´null´ bis...



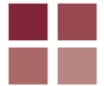
(analog Abfallrecht...)

Medikamente: Von der Entwicklung zum Verbraucher...



...nun hatten wir einen Plan...

- 👉 **Von TBR beauftragte Langzeitanalysen in der Ems zeigen:**
KEINE Verschlechterung der Wasserqualität durch die Kläranlageneinleitung Rheine
(Ems ist ein großer Vorfluter, in dem eingeleitet wird...)
- 👉 Viele ausgiebige **Gespräche** mit der **Bez.-Reg. MS (Dez. 54 – Wasserwirtschaft-)** auf Basis auch eigener historischer Daten zur Ems-Qualität und der **Abbauleistungsfähigkeit unserer ARA**
- 👉 Umfassende **Gespräche** mit **ansässigen Firmen** und der **Bez.-Reg. MS (Dez. 53 - Immissionsschutz -)** zu den Problemen in Rheine
(**Akzeptanz für unser Handeln, Werbung zur Mitwirkung!**)





...unser Plan nahm Formen an...

Aufbau eines „smarten“ Indirekteinleiterüberwachungs- /beratungskonzept **SMINDI**

- **Personalausstattung** schaffen
- **Entwässerungssatzung** anpassen (z. B. Parameterliste erweitern)
- Definition und Errichtung von **Probenahmestellen** im Zugriff der TBR
- **Datenabgleich mit Gewerbeinträgen und Betriebsgenehmigungen** der Oberen und Unteren Wasserbehörde (Bez.-Reg. MS, bzw. Kreis Steinfurt)
- Mögliche **Verschmutzungspotentiale (Indirekteinleiter)** im Stadtgebiet ermitteln
- **Indirekteinleiter beraten**, auch zu geeigneten firmeneigenen Überwachungsprozessen
- **Indirekteinleiter überwachen** durch wiederkehrende unangemeldete Probenahmen
- **Ursachen- und ggf. Verursacherermittlung** bei Betriebsmittelwert-Überschreitungen
- **Beratung** der Verursacher
- Ggf. **Sanktionierung**

...überwachen - beraten - sanktionieren - überwachen...



...das Ergebnis...

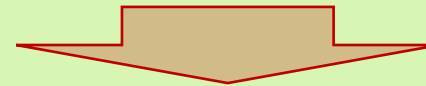
👉 **Ende 2022: Erlaubnisverlängerung über 10 Jahre bis Ende 2033!**

ALLE Überwachungswerte bleiben bis Ende 2027 unverändert!

- **P_{ges}** = 1 mg/l
👉 Die neue Erlaubnis beinhaltet **AUCH einen Betriebsmittelwert** ≤ 0,5 mg/l
- **CSB** = 60 mg/l
👉 Die neue Erlaubnis beinhaltet **AUCH einen Betriebsmittelwert** ≤ 40 mg/l
- **BSB** = 10 mg/l
👉 Die neue Erlaubnis beinhaltet **AUCH einen Betriebsmittelwert** ≤ 40 mg/l

👉 **...ab 2028 bis 2033!**

- **CSB = Senkung** auf 56 mg/l gilt:
👉 **Betriebsmittelwert SENKUNG** auf ≤ 35 mg/l
- Alle andere Werte bleiben!



- **Durch die Betriebsmittelwertüberwachung werden Tendenzen in ARA-Ablaufqualität erkannt**
- **Für Abwasserabgabe gelten Überwachungswerte**
- **Betriebsmittelwerte besitzen keine strafrechtliche Relevanz**
- **Berichtspflicht bei Überschreitungen des Betriebsmittelwertes an Bez.-Reg. MS**
- **Jährlicher Sachstandsbericht an die Bez.-Reg. mit Ursachenforschung + Fortschritt zu 'SMINDI'**

Zusammenfassung:

Bis heute bestehen seitens des Gesetzgebers
keine rechtverbindlichen Parameter zu Mikroschadstoffen...

ABER:

Es bestehen Regulierungsmöglichkeiten der Aufsichtsbehörden auf Basis der Oberflächen-gewässerverordnung OGewV und der EU-Wasserrahmenrichtlinie

↪ Für Rheine wurde der Bau einer 4. Reinigungsstufe für die kommenden 10 Jahre ausgeschlossen

(→ Kostenvermeidung bis zu 1,9 Mio. € pro Jahr!!)

↪ Die Vorgehensweise in der Entwässerung Rheine ist **SEHR zukunftsgerichtet...!!**



...**weil**...: jetzt kommt KARL...

Einigung EU-Parlament am 29.01.2024...



KARL = EU **K**ommunal**A**bwasser**R**icht**L**inie

1. 4. Reinigungsstufe bei Kläranlagen ab einer gewissen Ausbaugröße
2. Verschärfung verschiedener Parameter
3. Gesteigerte Anforderungen an Misch- und Niederschlagswasserbehandlung
4. Einführung von Abwassermanagementplänen (z. B. Wasserwiederverwendung)
5. Verursacherprinzip + Herstellerverantwortung: Finanzierung von Maßnahmen zur Abwasserbehandlung („**grüner-Punkt-Prinzip**“)

zu 4:

Verpflichtung zur Überwachung der Gesundheitsparameter im Abwasser,
z. B. CoV-2-Virus, Polio- und Grippeviren

zu 5:

Umfang des individuellen Herstellerbeitrags abhängig von Menge und Toxizität der Herstellerprodukte (Focus derzeit: Arzneimittel + Körperpflege)

➤ Anreiz für die Industrie: Umweltverträglichere Produktentwicklung!

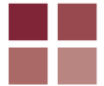


Resümee...

SMINDI + **LiveSewer**

Für TBR und deren Kunden gilt...

- ➔ wir bekommen mit **SMINDI** + **LiveSewer** einen Erkenntnisgewinn zu Inhaltsstoffen im Abwasser
- ➔ wir sind damit gut für künftige Aufgaben und Herausforderungen aufgestellt („KARL“...)
- ➔ kleinere Auslegung der künftigen 4. Reinigungsstufe in Rheine durch Reduzierung der Schadfrachten im Kläranlagen-Zulauf (geringere Gebührenauswirkung...)



Vielen Dank.

Udo Eggert
Technische Betriebe Rheine
Tel.: 05971 9548-725
E-Mail: Udo.Eggert@TBRheine.de

Besuchen Sie uns im Internet: www.Technische-Betriebe-Rheine.de



Warum sind Abwasser-Monitorings so wichtig sind und das in Rheine schon eingesetzte SMINDI-Konzept

Olaf Kunkemöller

SMINDI = smartes
Indirekteinleiterüberwachungs-
und -beratungssystem

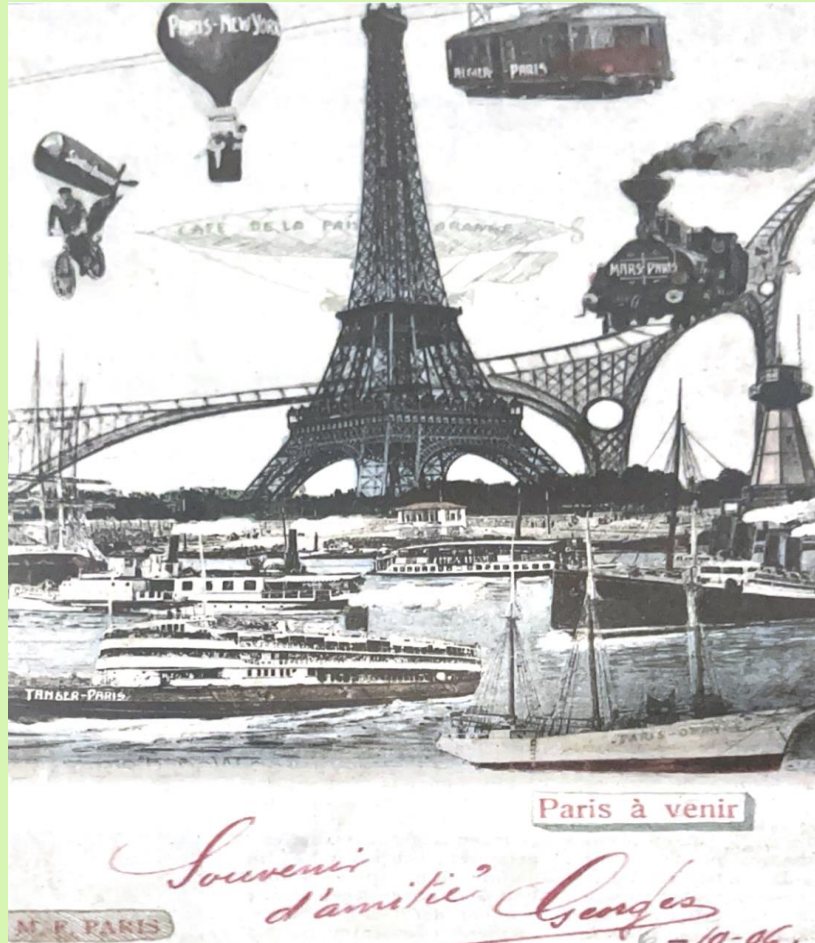
SMINDI: Warum Abwasser-Monitorings so wichtig sind



SMINDI: Warum Abwasser-Monitorings so wichtig sind



**Erfinder der
Dampfmaschine
James Watt (1769),
London
Quelle: Wikipedia**



**Paris um 1900,
Quelle: TAZ**

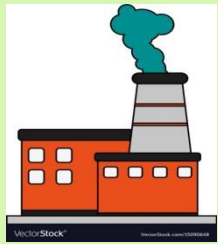


**William Henry Perkin,
London, erster künstlicher
Farbstoff (1856)
Quelle: Wikipedia**

SMINDI: Warum Abwasser-Monitorings so wichtig sind



Art. 20a GG, EU-Richtlinien und WHG § 1



**Direkteinleiter
WHG § 57**



**Abwasserver-
ordnung (AbwV)**

**WHG § 59
Industrielle
Kläranlage**



**Indirekteinleiter
WHG § 58**



**(EWS)
Satzung
WHG § 56**



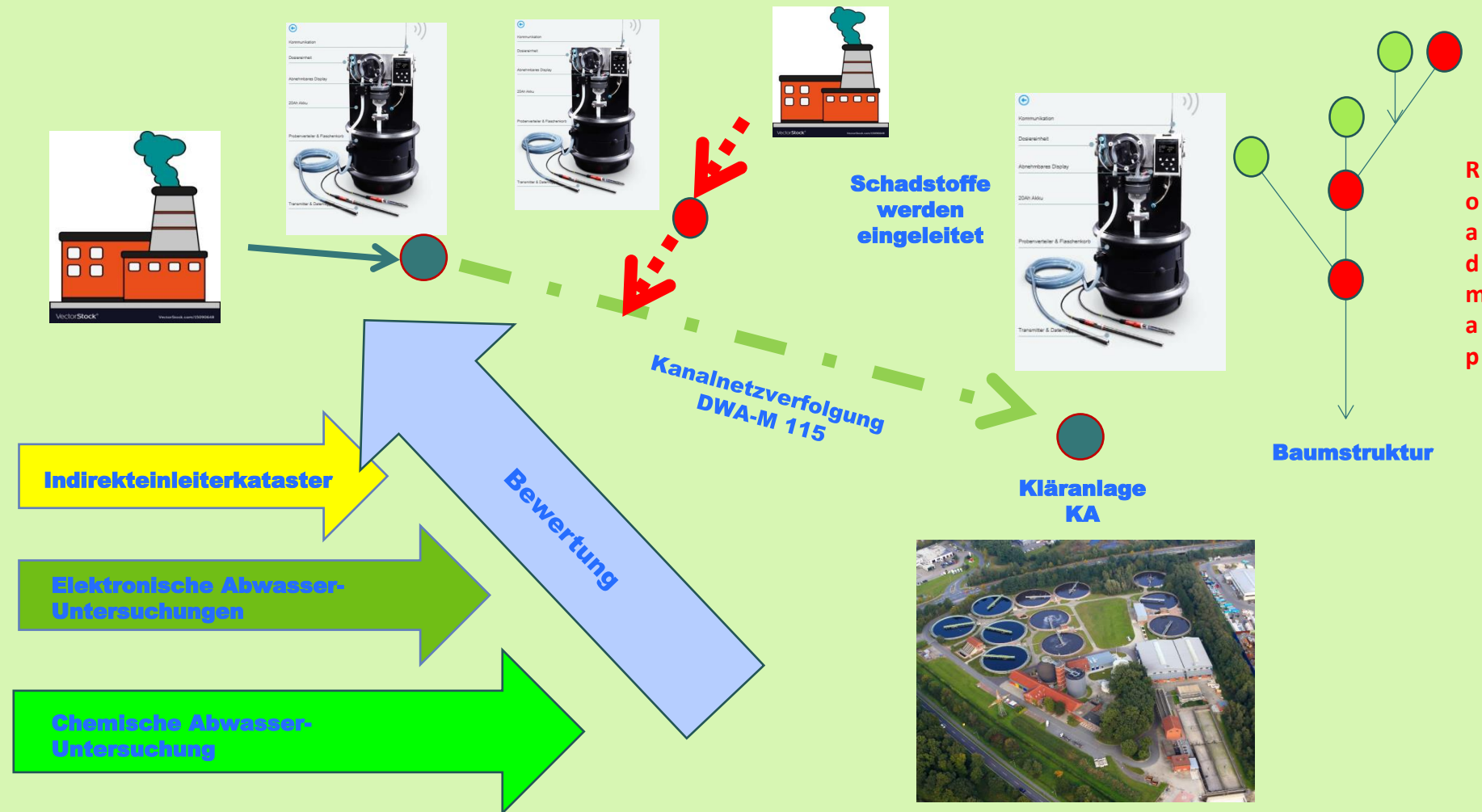
**Die Abwasser-
beseitigungs-
pflicht
nach WHG § 55**



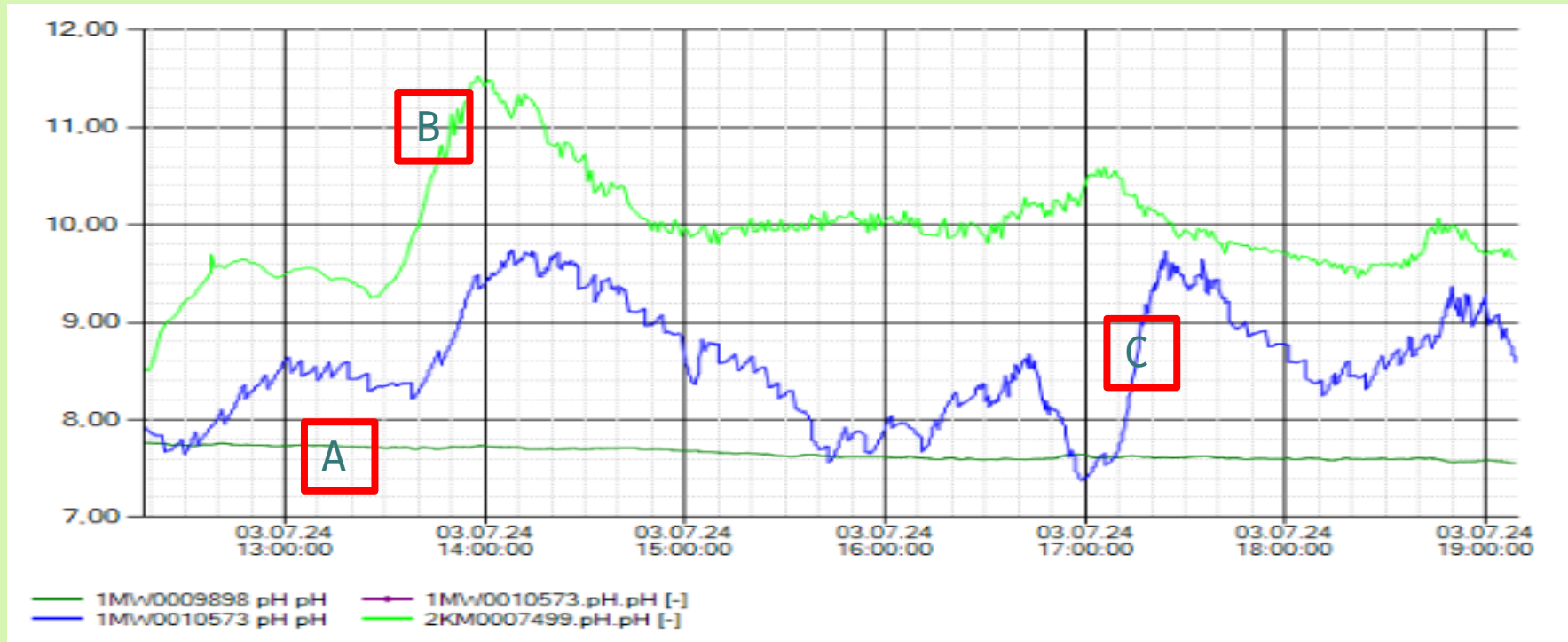
**WHG § 9
Benutzung
des Wassers**

**Direkteinleiter
WHG § 8 Abs. 1
WHG i.V.m.
§ 10 WHG**

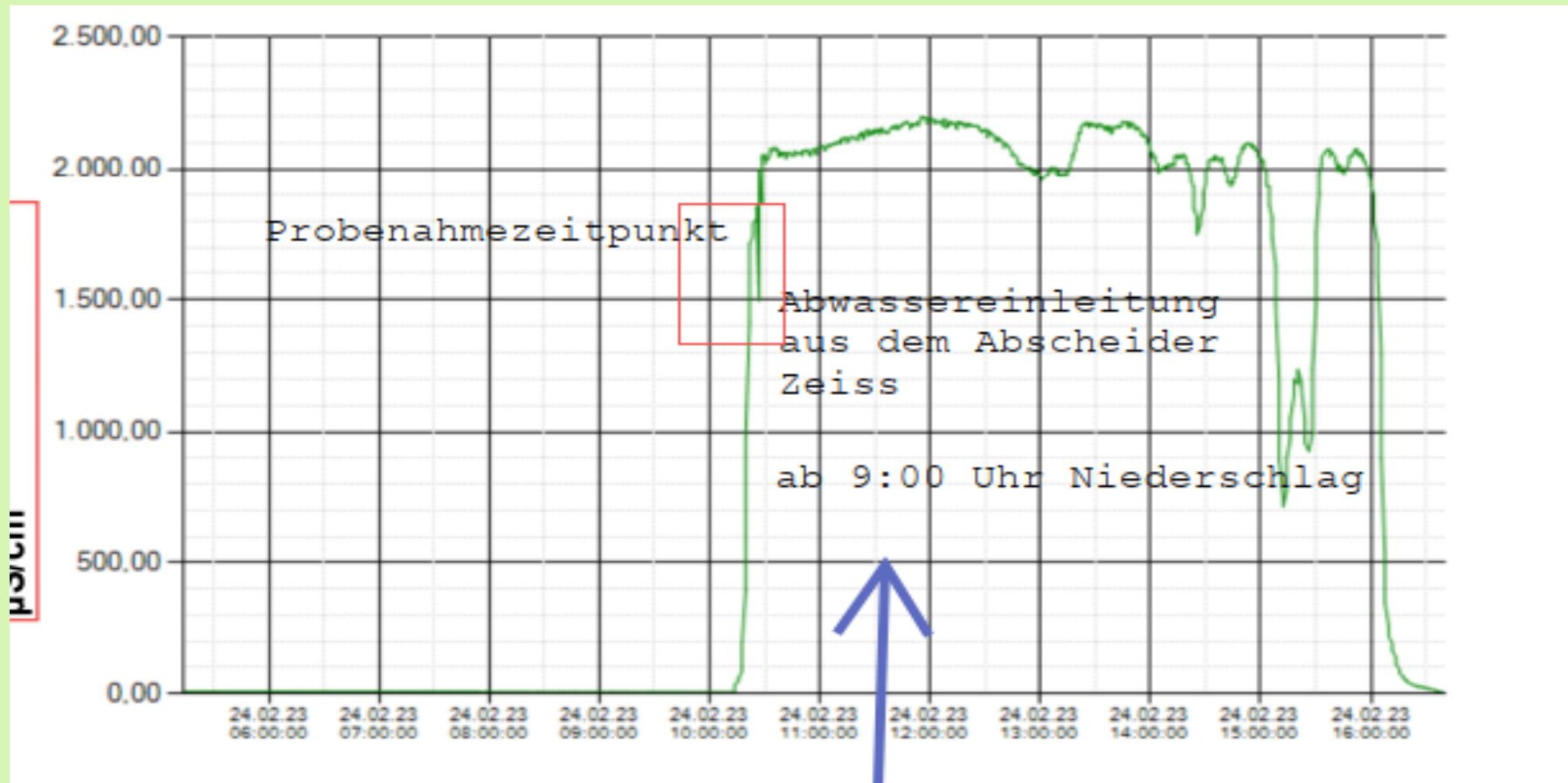
Das schon eingesetzte SMINDI-Konzept



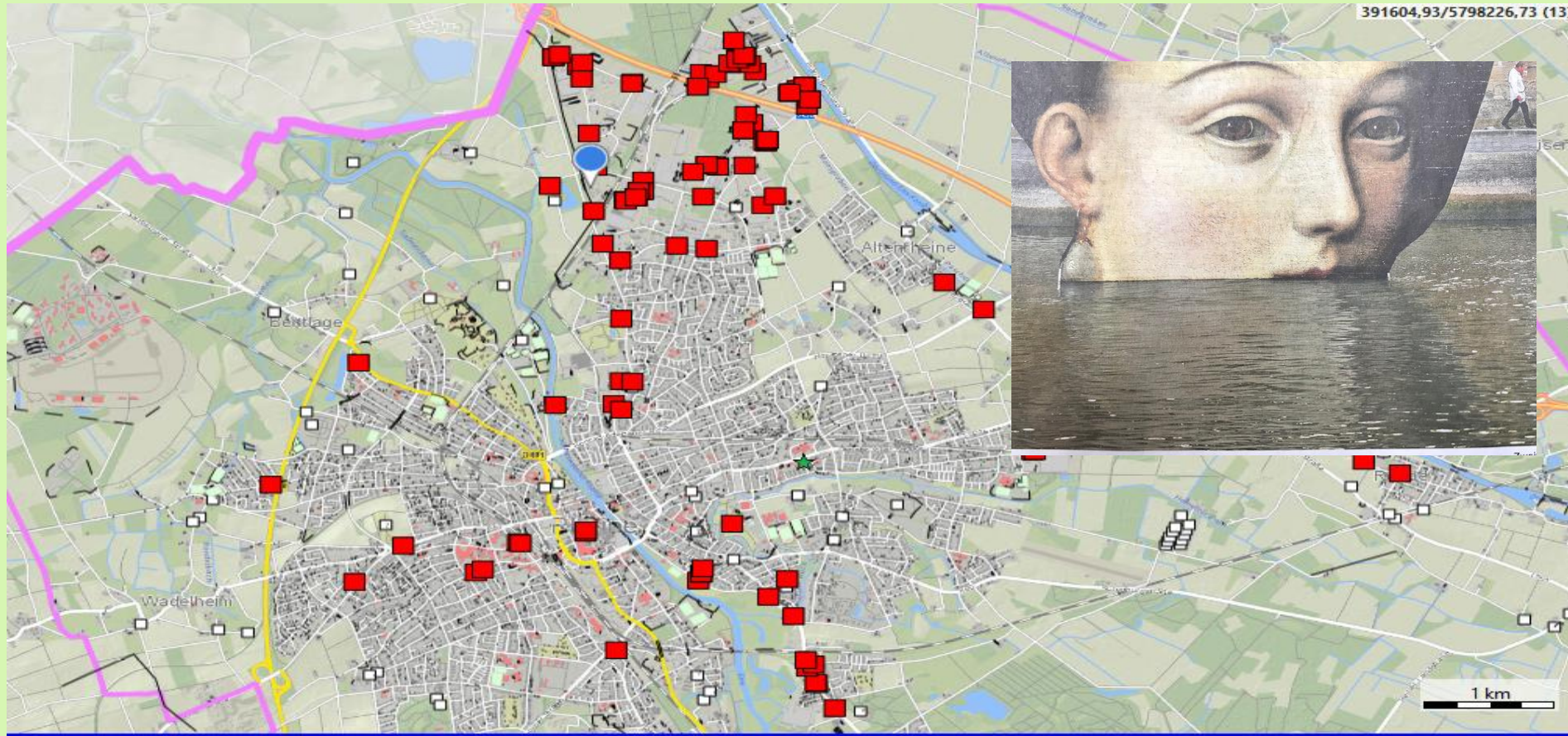
Das schon eingesetzte SMINDI-Konzept



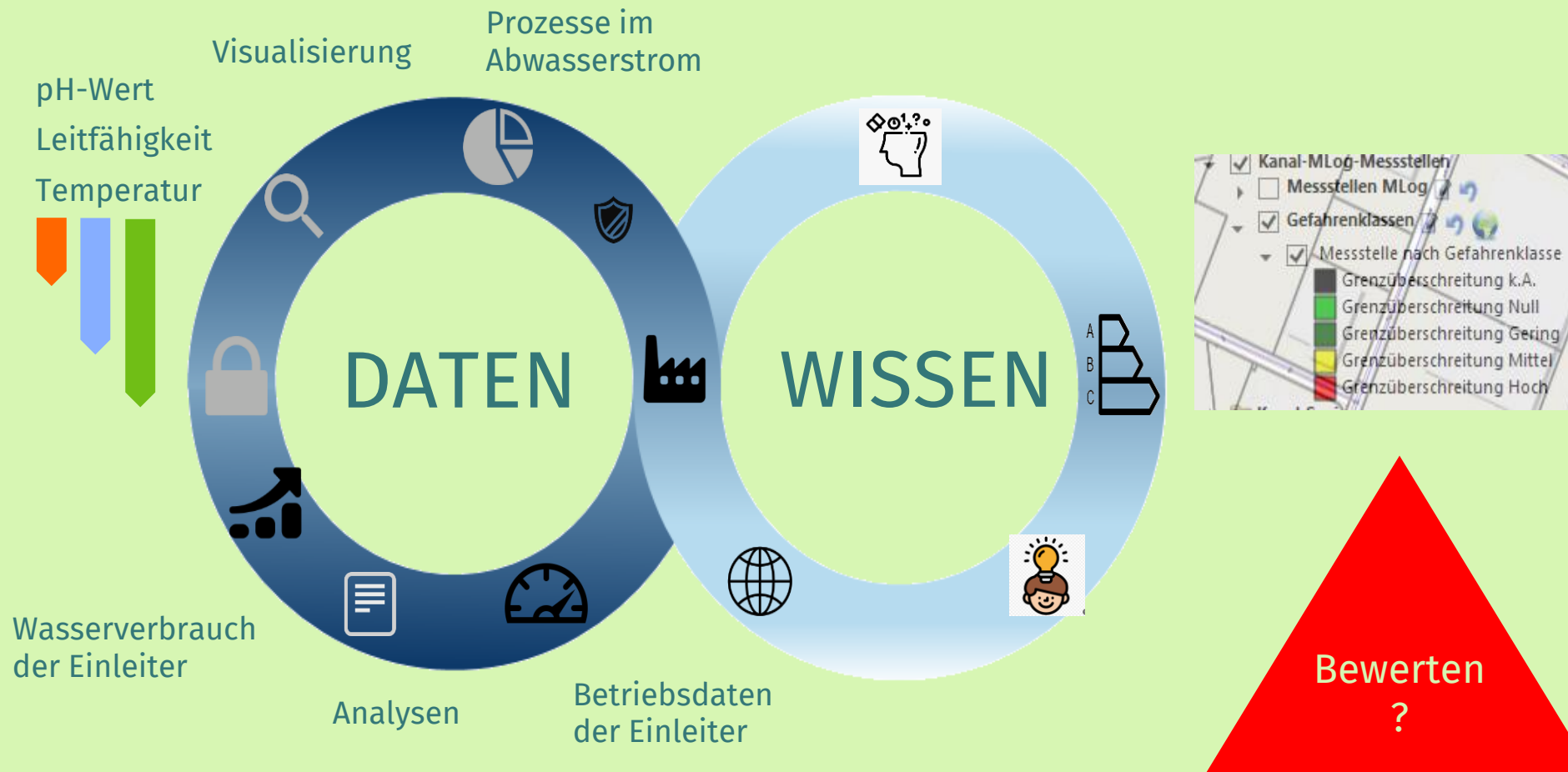
Das schon eingesetzte SMINDI-Konzept



Das schon eingesetzte SMINDI-Konzept



Das schon eingesetzte SMINDI-Konzept



Das schon eingesetzte SMINDI-Konzept



Was die TBR beschäftigt?

- Die neue EU-Kommunalabwasserrichtlinie (KARL) soll 2024 in Kraft treten
- Zulaufverbesserung der Kläranlage
- Kostenersparnis im Messwesen
- KI-gesteuerte Prozessverbesserung bei Indirekt-einleitern aufgrund der höheren Datendichte
- Vermeidung einer 4. Reinigungsstufe der Kläranlage, ggf. künftig **kleinere** Baugröße

Welche Hardware- und Softwareanforderungen brauchen wir heute – und morgen?

Jörg Bödecker



Typisch Mensch: Wenn das Kind in den Brunnen gefallen ist, fängt er an, Zäune um den Brunnen zu ziehen.

(Wolfgang J. Reus)

Warum nicht das Problem gleich an der Quelle beheben,
bevor es in der Senke kumuliert wird.

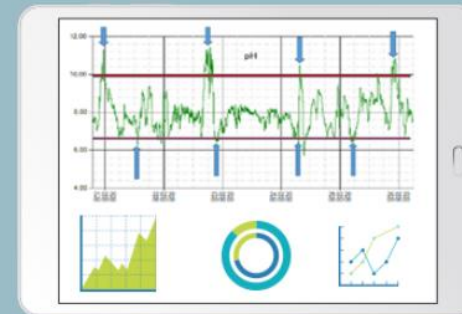
- Onlinemesstechnik gekoppelt mit ereignisgetriggelter Probenahme
- Weg von der nur Probenahme nach dem Zufallsprinzip (zeitlich getriggert)

ALL IN ONE SOLUTION

PROBENEHMER MIT
ONLINE TRANSMITTER



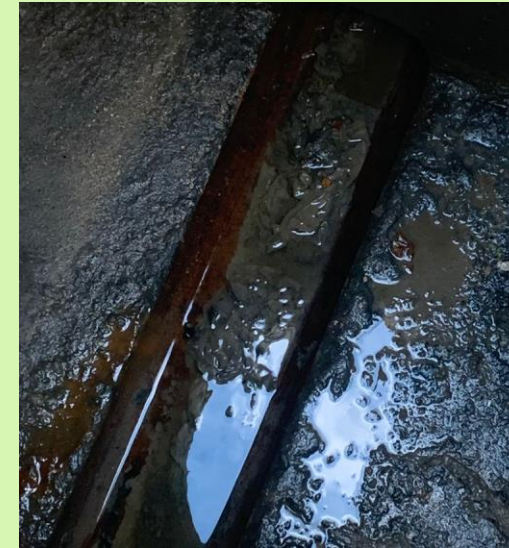
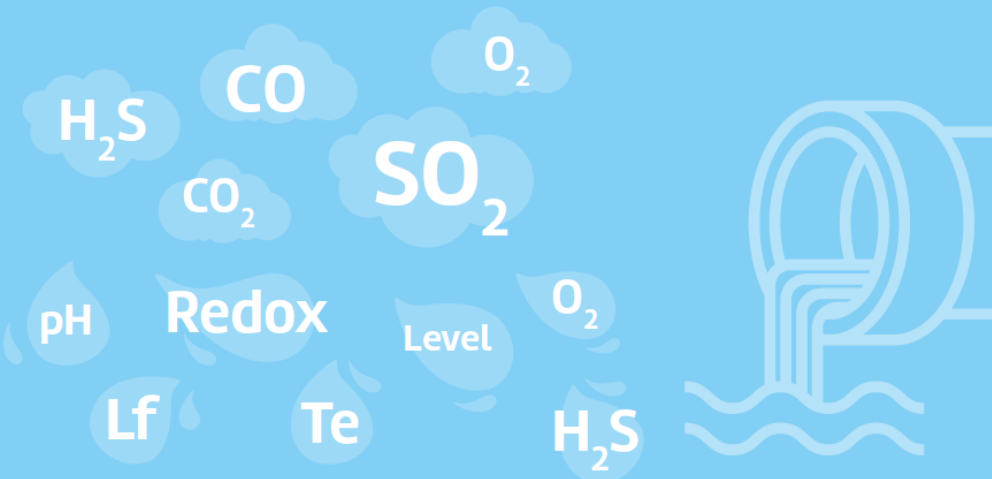
TRANSMITTER MIT
PROBENAHMEFUNKTION



Was können wir messen?
Weniger ist oftmals mehr...

nemo

Transmitter-/Loggingfunktion
mit bis zu 10 Sensoren gleichzeitig
messen im Abwasser und in der
der Gasphase



LiveSewer
ABWASSER-MONITORING

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



TBR Technische Betriebe Rheine
Entsorgung • Entwässerung • Grün • Straßen

Digital 
GreenTech

Installationen: mobil oder stationär



Was sind die Beweggründe eine KI gestützte Anomalie-/Störfallerkennung sowie einen Fingerprintvergleich zu entwickeln?

Hierzu haben wir uns folgende Fragen gestellt:

Können alle Störungen über Grenzwerte mit einem pH-Sensor detektiert werden?

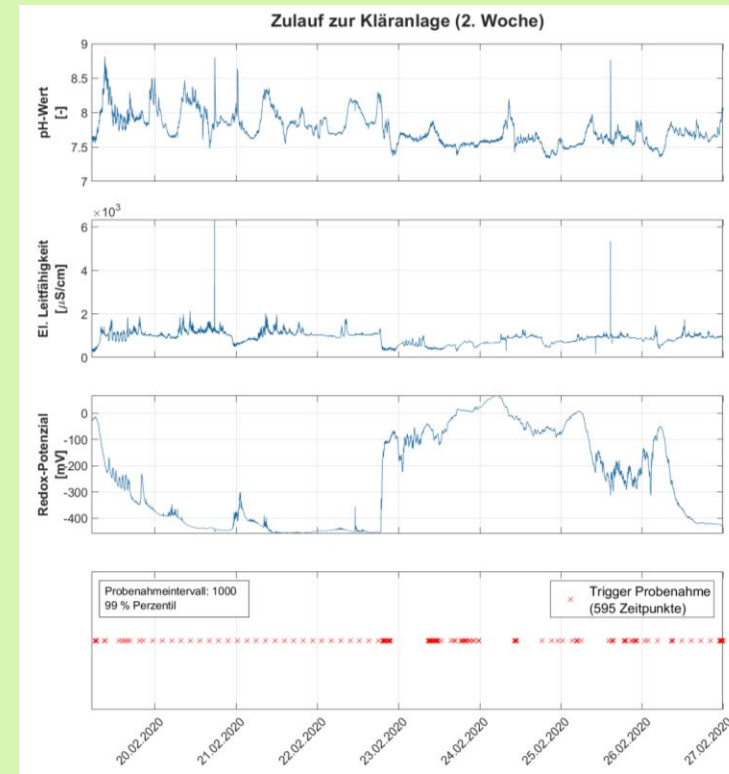
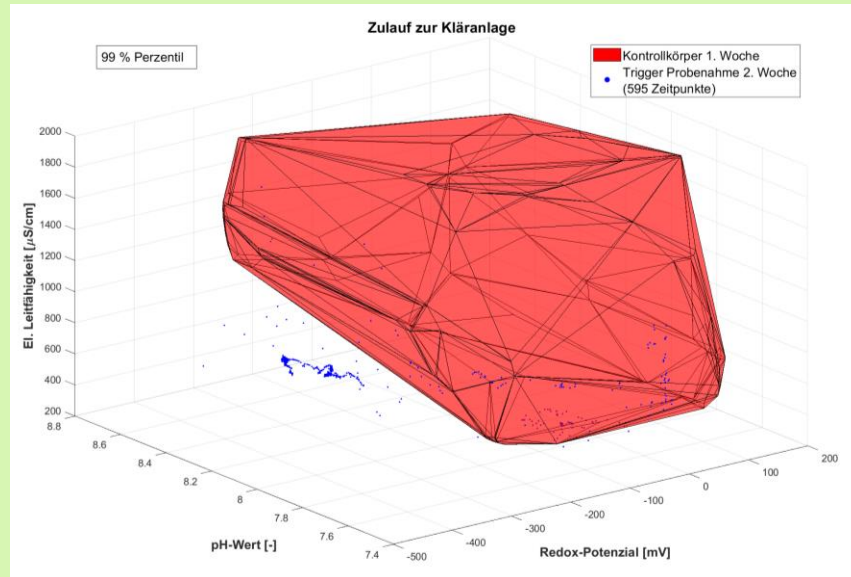
Können alle Störungen über Grenzwerte mit einem Lf-Sensor detektiert werden?

Wie kann man wirtschaftlich und effektiv ein Dauermonitoring betreiben?



AlertAI

KI-unterstützte Anomalieerkennung

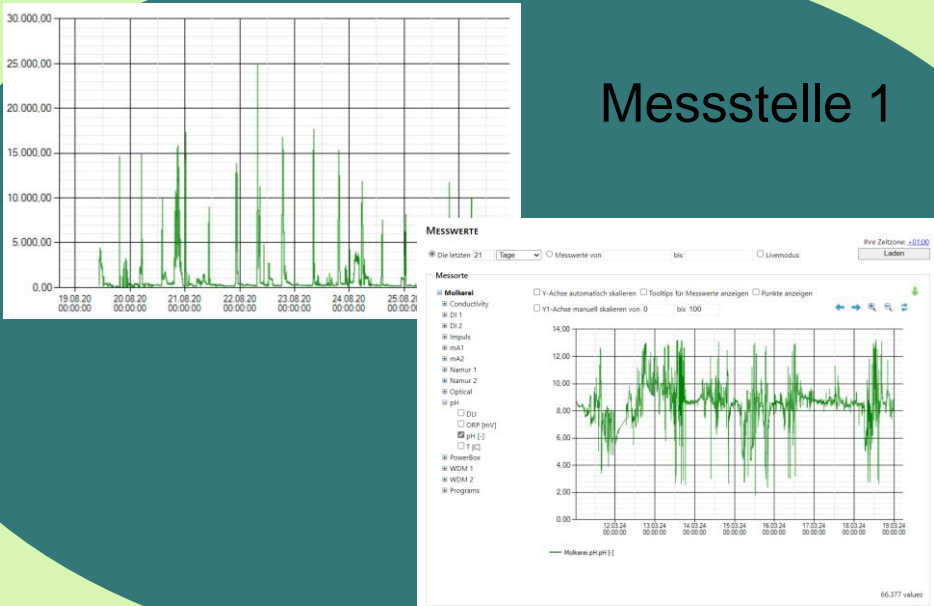


Stellen Sie sich das mal mit 6 Messwerten z.B. pH, Q, Redox, Leitfähigkeit, Temperatur, H₂S vor...

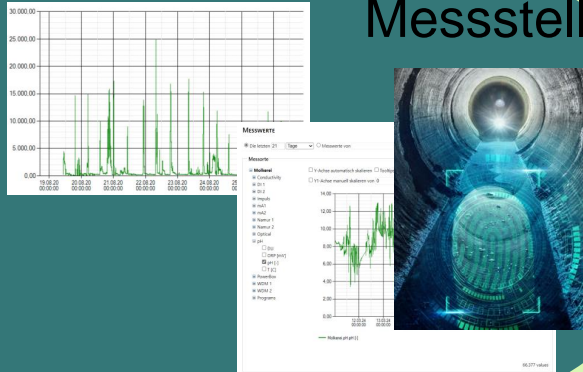
SentryAI

KI unterstützter
Fingerprintvergleich der
unterschiedlichen Einleiter

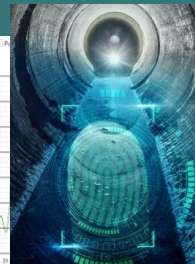
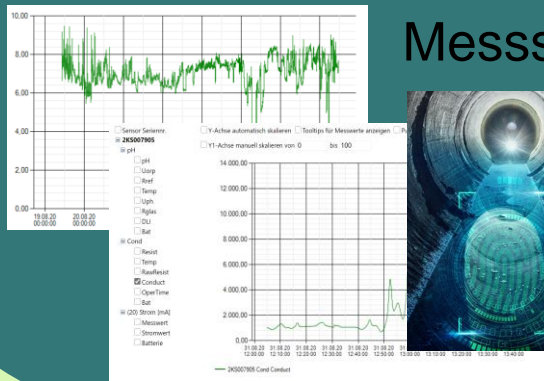
Messstelle 1



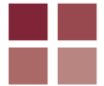
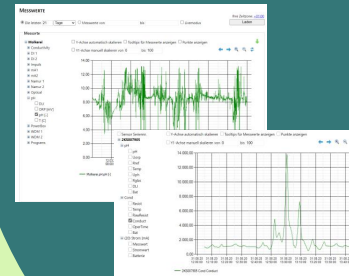
Messstelle 1



Messstelle 2



Messstelle 3



Vielen Dank.

Jörg Bödecker
ORI Abwassertechnik GmbH & Co.
Tel.: 05703 510121
E-Mail: j.b@origmbh.de

Besuchen Sie uns im Internet: www.origmbh.de

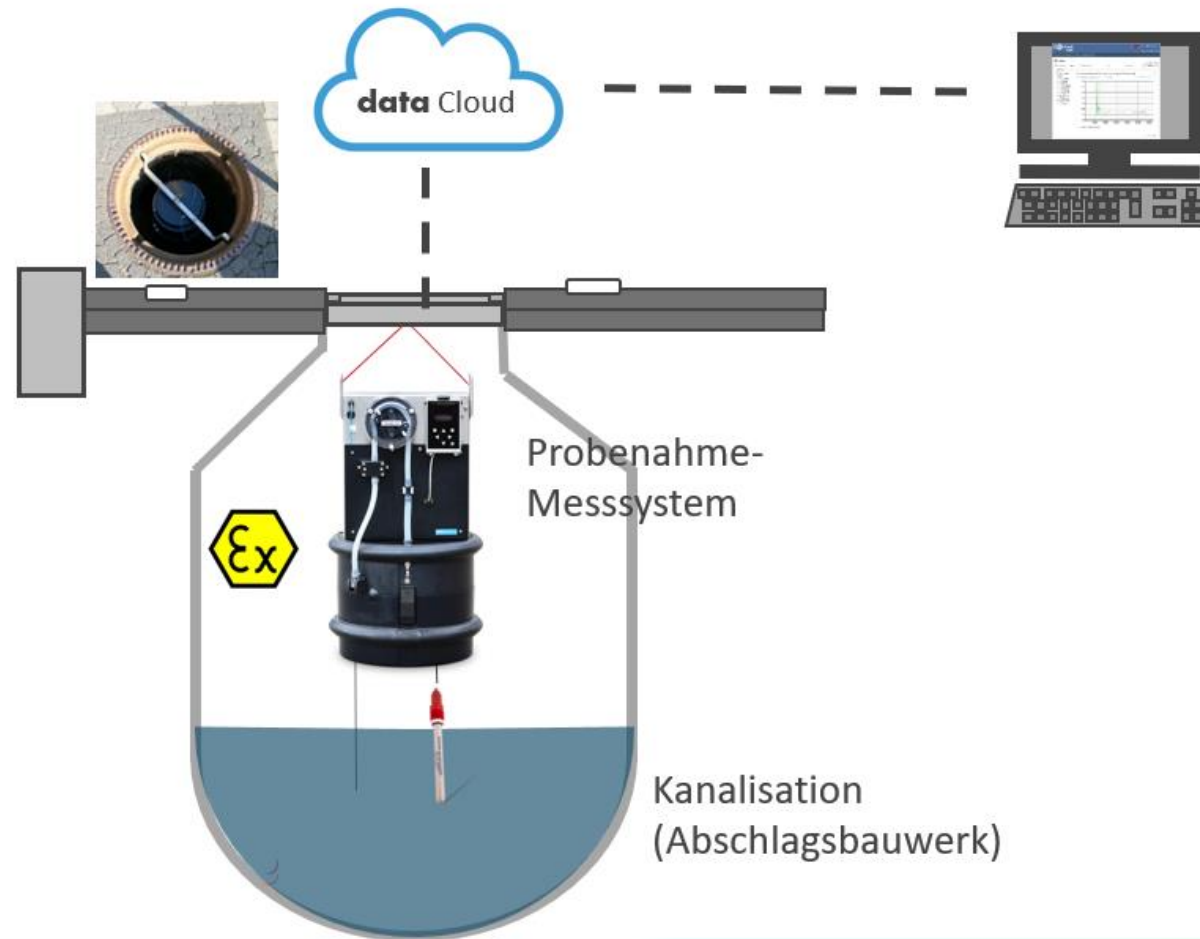


Wie funktioniert die automatisierte Einleitungsüberwachung?

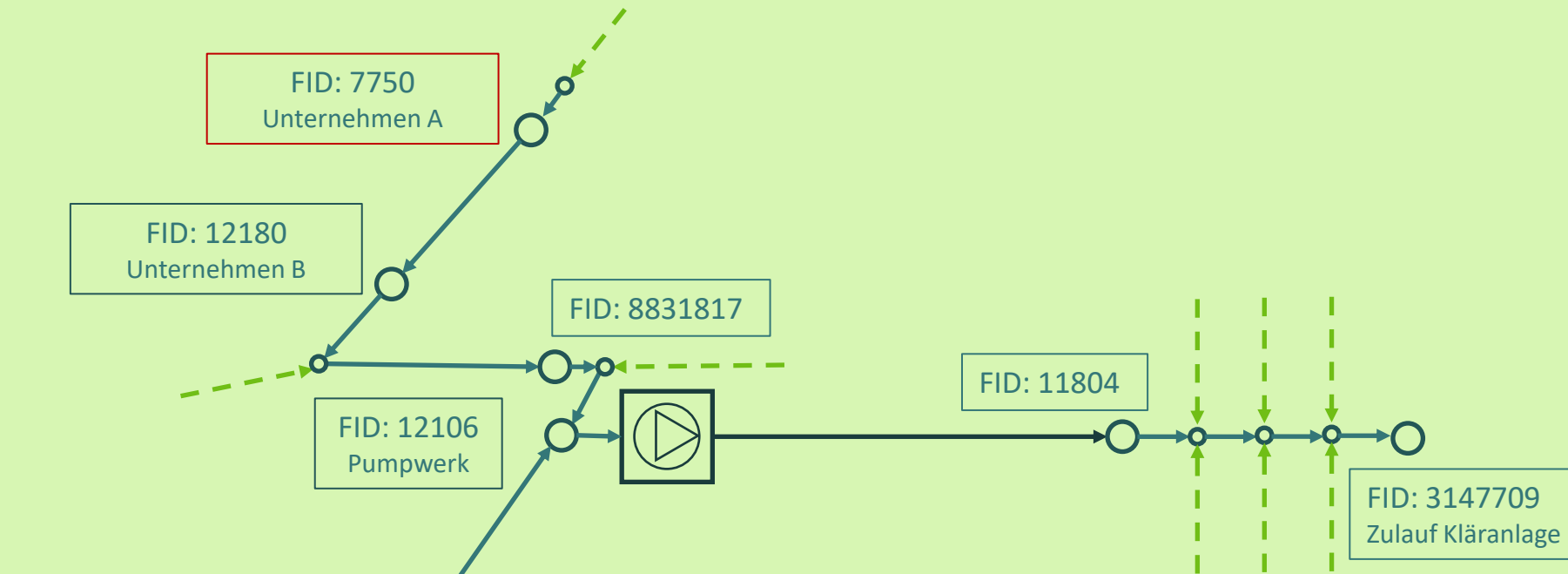
*Philipp Lau,
Siddharth Baburaj*



Mobile Mess- und Probenahmetechnik mit integrierter Datenübertragung



Indirekteinleiterüberwachung



Mobile Mess- & Probenahmeeinheit:



Datenauswertung

GEFÖRDET VOM

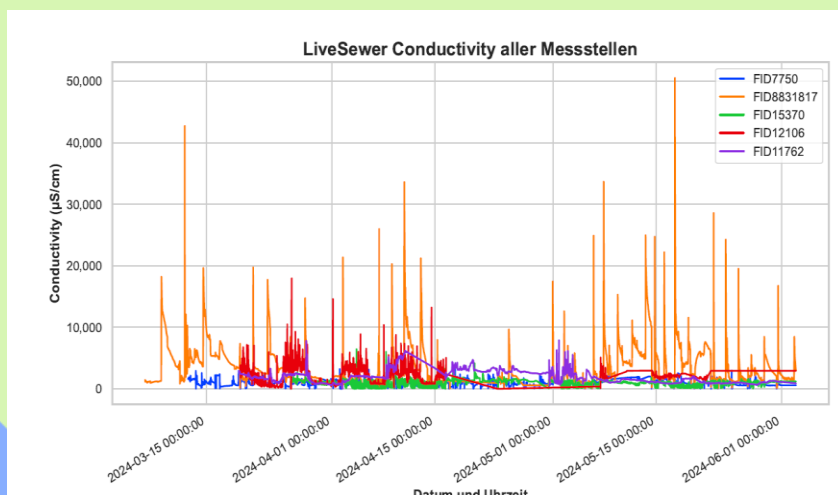


Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

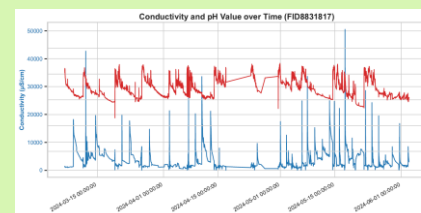
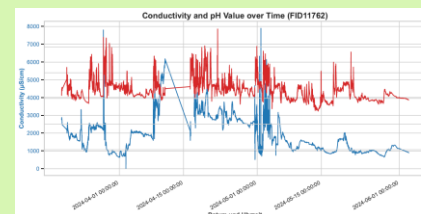
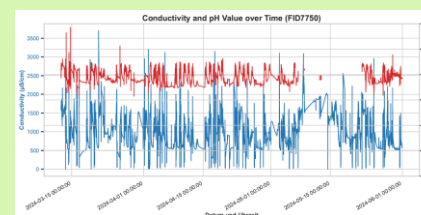


TBR Technische Betriebe Rheine
Entsorgung • Entwässerung • Grün • Straßen

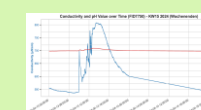
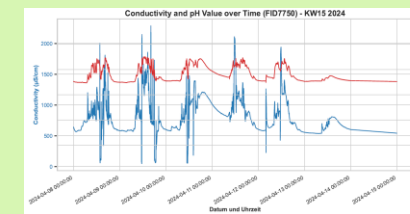
[Gesamtes Data-Set]



[... pro Messstelle]



[... pro Kalenderwoche]

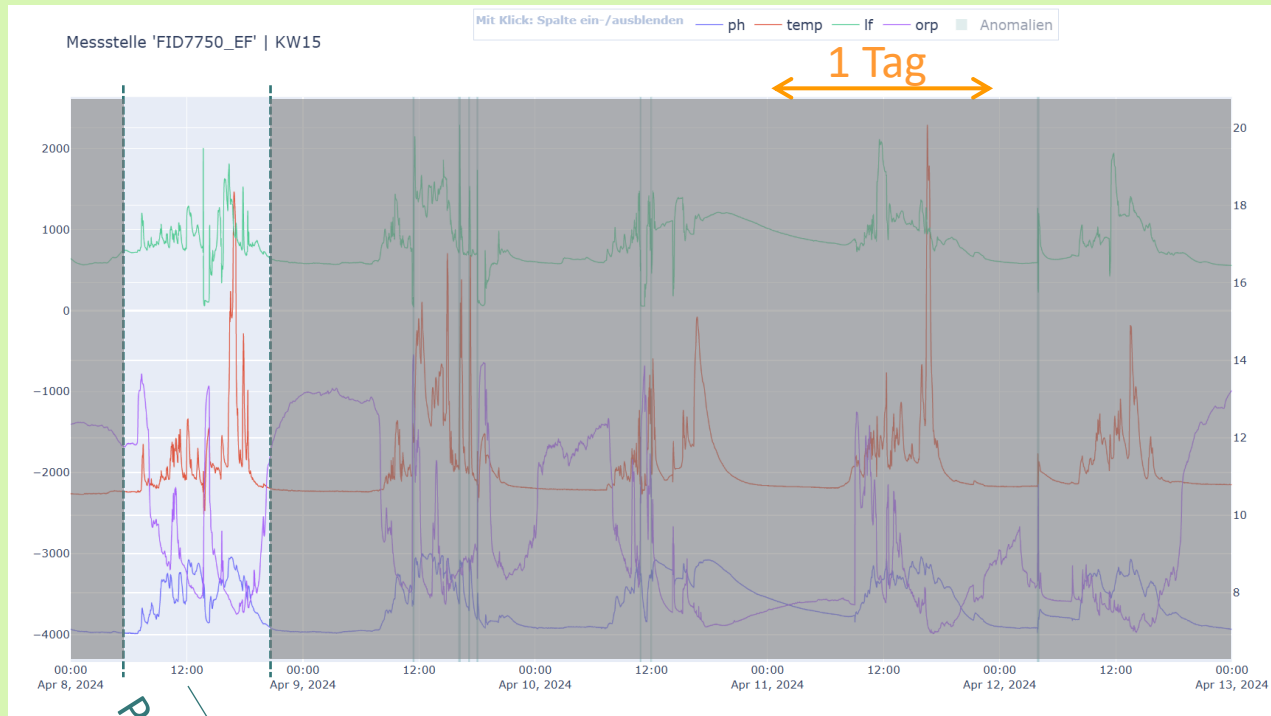


[... pro Wochentag] [... pro Wochenende]

[...]

[...]

Bestimmung Qualitätsparameter



- **Zeitproportionale Probenahmen**
(anhand Tagesganglinie)
- **Ereignisgesteuerte Probenahme**
(anhand Anomalieerkennung)

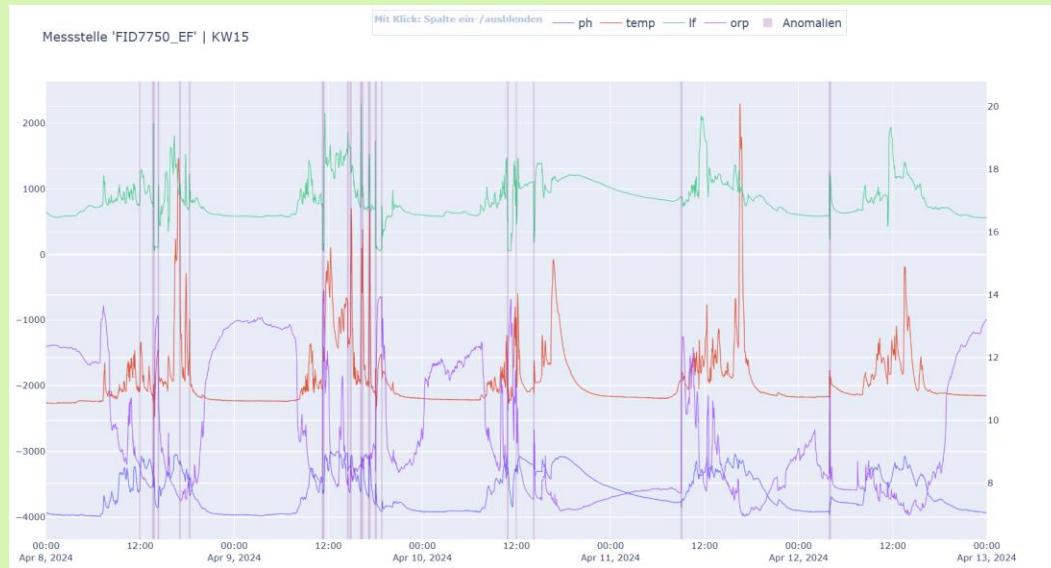
Probenahmestrategie



Benötigte Metadaten:

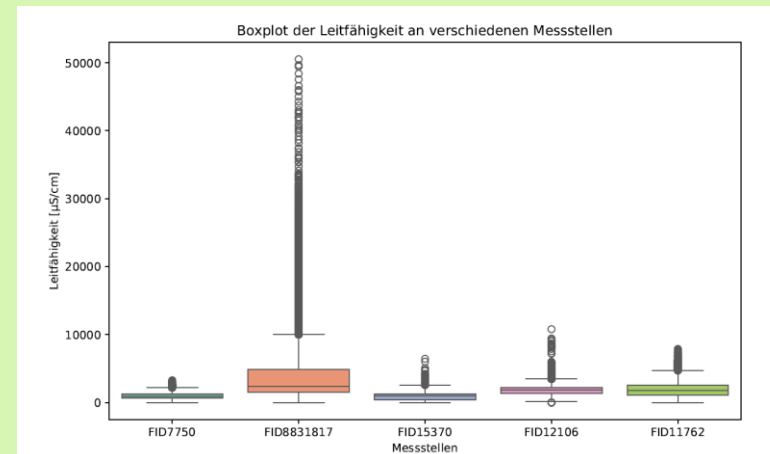
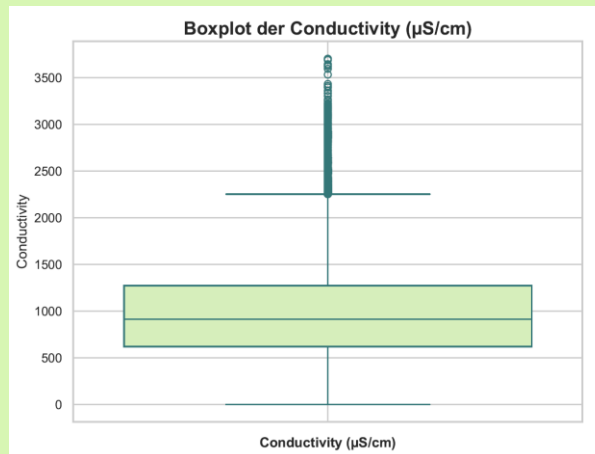
- Regendaten
- Pumpwerksdaten
- Durchfluss/ Volumenstrom
- Service-Wartungs-
Betriebsprotokoll

Triggerpunkte Ereignissteuerung



KI-Methoden zur Anomalieerkennung

- STL reduced
- STL multiparameter
- Autoencoder

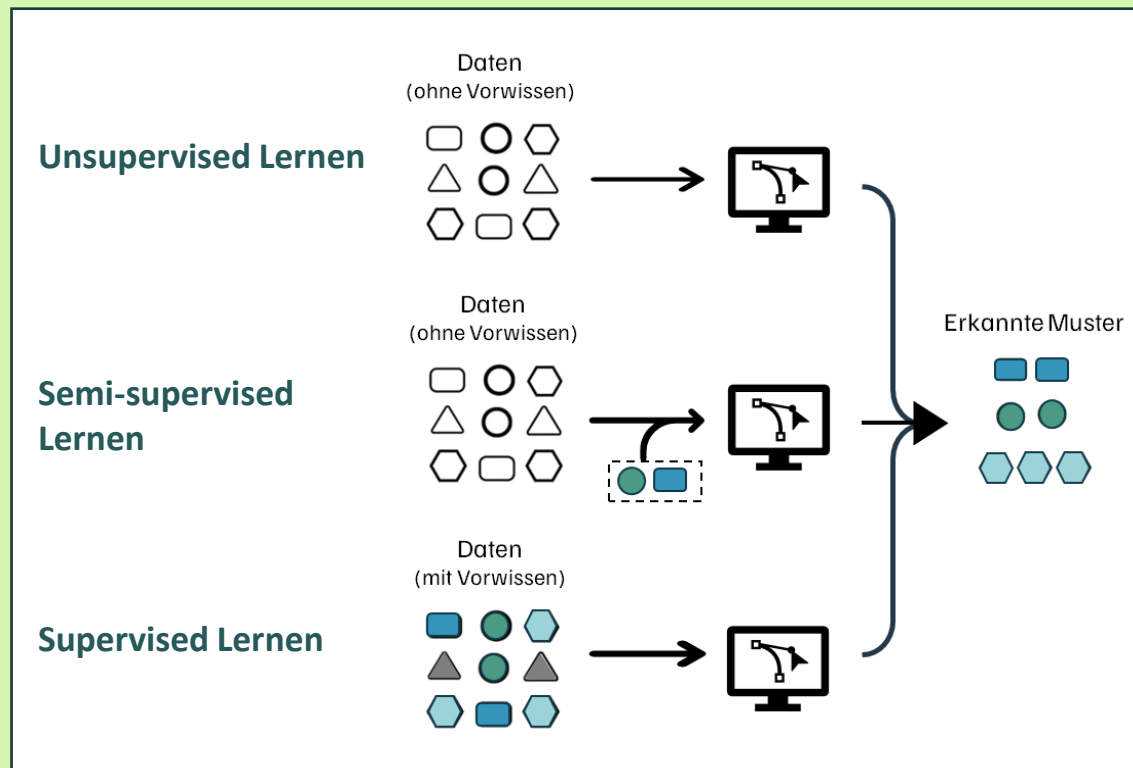


Statistische Auswertung

- Grenzwerte

KI-basierte Mustererkennung

• Grundlagen | Anforderungen



Deep-Learning | Neuronale Netze

Neuronen, die in einer bestimmten Weise angeordnet sind und durch Selbstkorrektur ihrer Parameter, Assoziationen zwischen Input und Ziel lernen

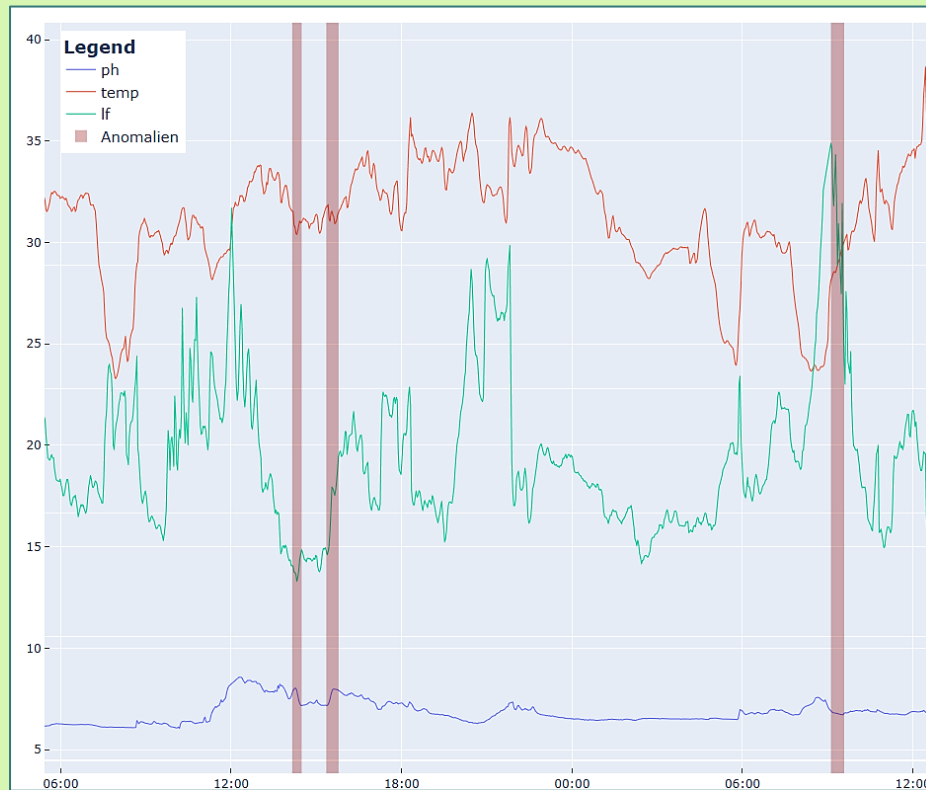


Datenqualität \propto Modellqualität



KI-basierte Mustererkennung

- Anomalieerkennung



Anforderung

Klare Einordnung notwendig –
was ist normal/auffällig? a.k.a
Domain Knowledge



„Supervision“ notwendig

d.h. relevante Bereiche müssen
idealerweise vor-annotiert werden, damit
ein passendes KI-Modell die im Zukunft die
richtige Bereiche *selber* annotiert

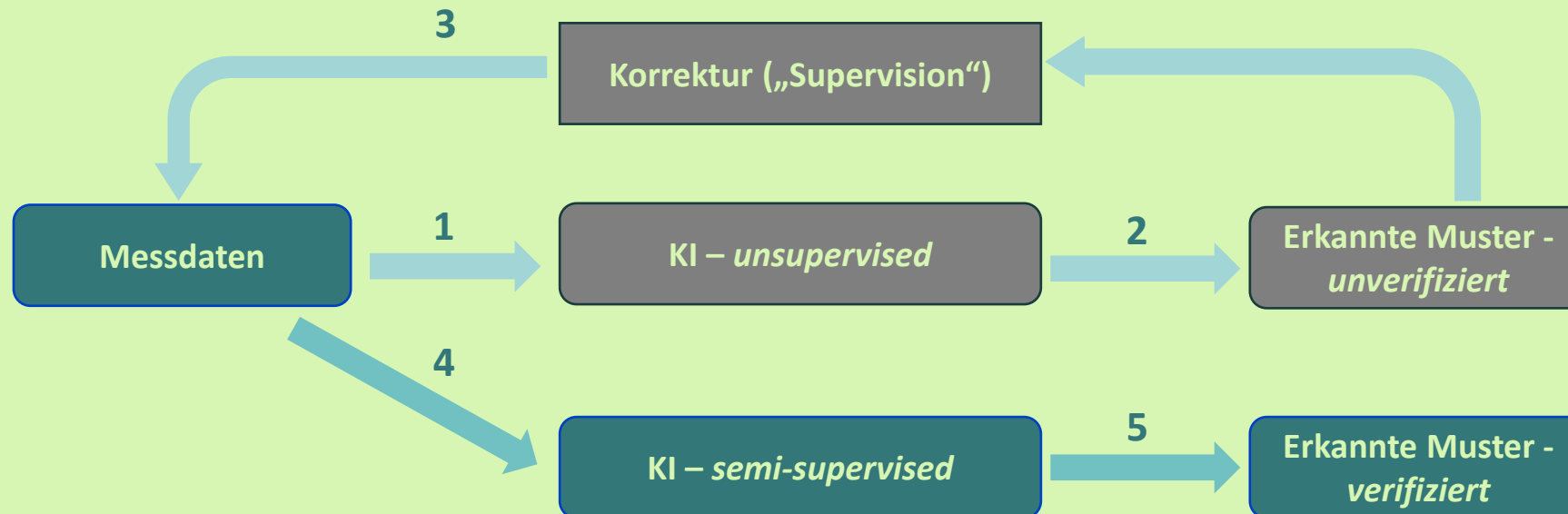


Experteneinblicke

Probenahme-
Auswertungen

KI-basierte Mustererkennung

- Ablaufschema



Was gibt es schon an Erkenntnissen?

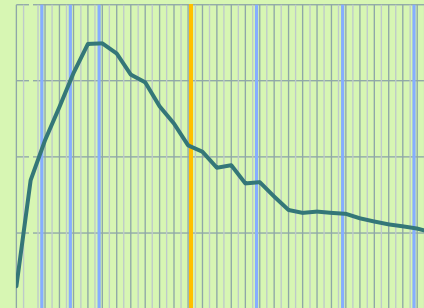
*Philipp Lau,
Siddharth Baburaj*



၆၁၆

[illegible][illegible]

Number of Children	Frequency
0	1.60
1	1.70
2	0.65
3	0.60
4	0.40
5	0.50
6	0.25
7	0.10
8	0.15
9	0.15
10	0.15
11	0.15
12	0.15
13	0.15
14	0.15
15	0.15
16	0.15
17	0.15
18	0.15
19	0.15
20	0.15
21	0.15
22	0.15
23	0.15
24	0.15
25	0.15
26	0.15
27	0.15
28	0.15
29	0.15
30	0.15
31	0.15
32	0.15
33	0.15
34	0.15
35	0.15
36	0.15
37	0.15
38	0.15
39	0.15
40	0.15
41	0.15
42	0.15
43	0.15
44	0.15
45	0.15
46	0.15
47	0.15
48	0.15
49	0.15
50	0.15
51	0.15
52	0.15
53	0.15
54	0.15
55	0.15
56	0.15
57	0.15
58	0.15
59	0.15
60	0.15
61	0.15
62	0.15
63	0.15
64	0.15
65	0.15
66	0.15
67	0.15
68	0.15
69	0.15
70	0.15
71	0.15
72	0.15
73	0.15
74	0.15
75	0.15
76	0.15
77	0.15
78	0.15
79	0.15
80	0.15
81	0.15
82	0.15
83	0.15
84	0.15
85	0.15
86	0.15
87	0.15
88	0.15
89	0.15
90	0.15
91	0.15
92	0.15
93	0.15
94	0.15
95	0.15
96	0.15
97	0.15
98	0.15
99	0.15
100	0.15



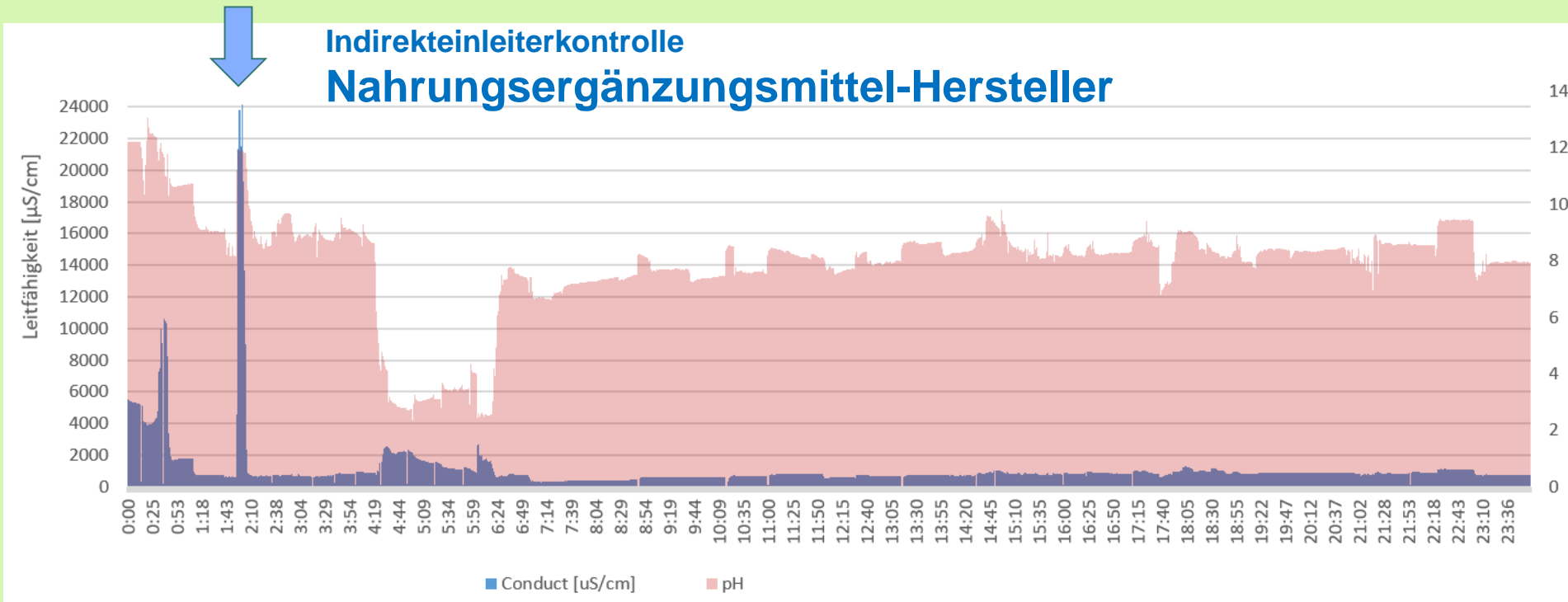
Digital GreenTech

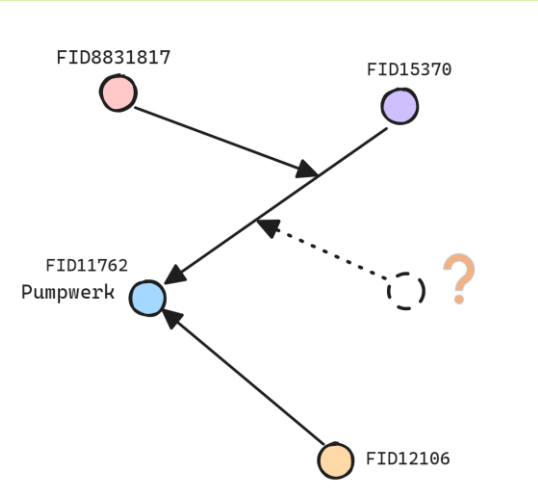
Zeitraum des Regenabflusses

Zeitraum der Probenahme

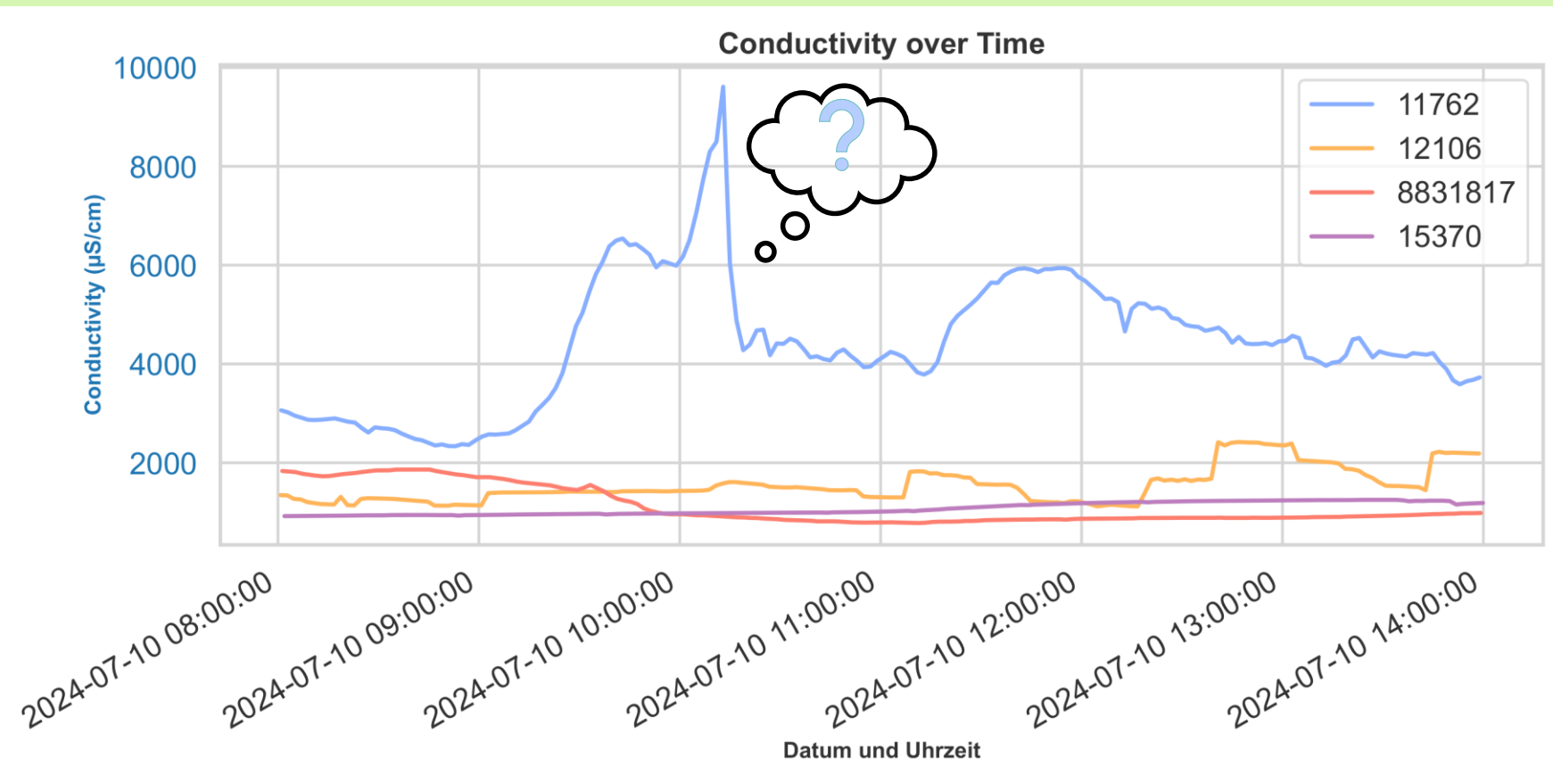
Beispiele aus der Praxis

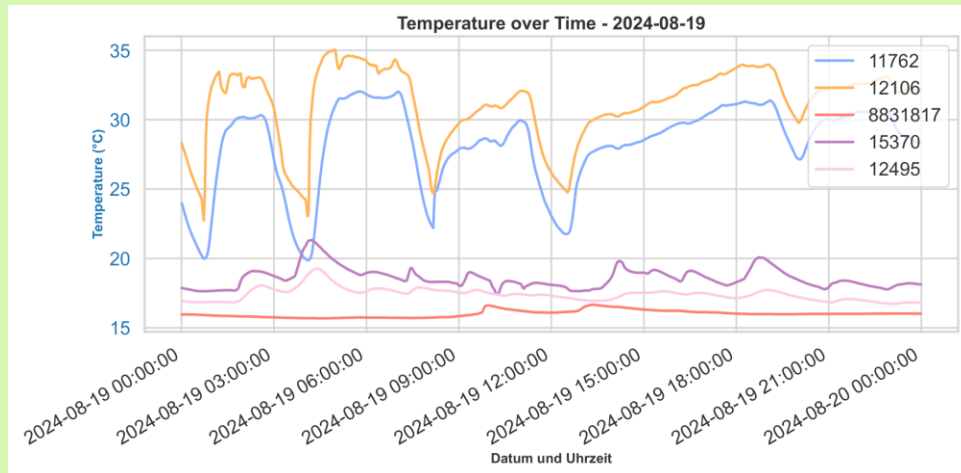
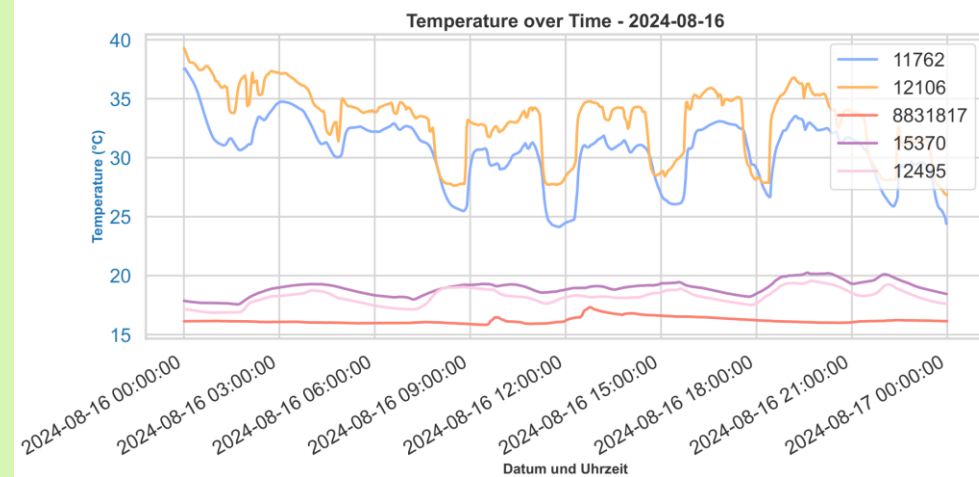
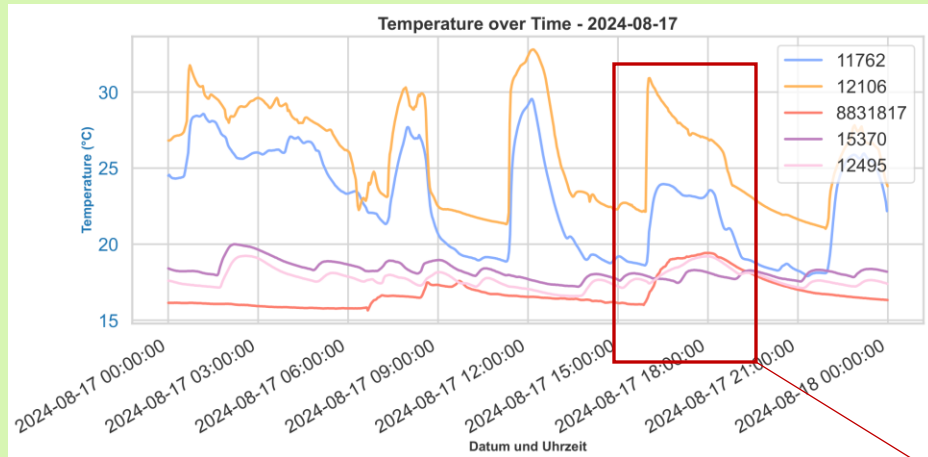
- Langzeitmessungen ergeben kohärentes Bild der Abwasserzusammensetzung
- Einleitungen sind 24/7 detektier- und erfassbar



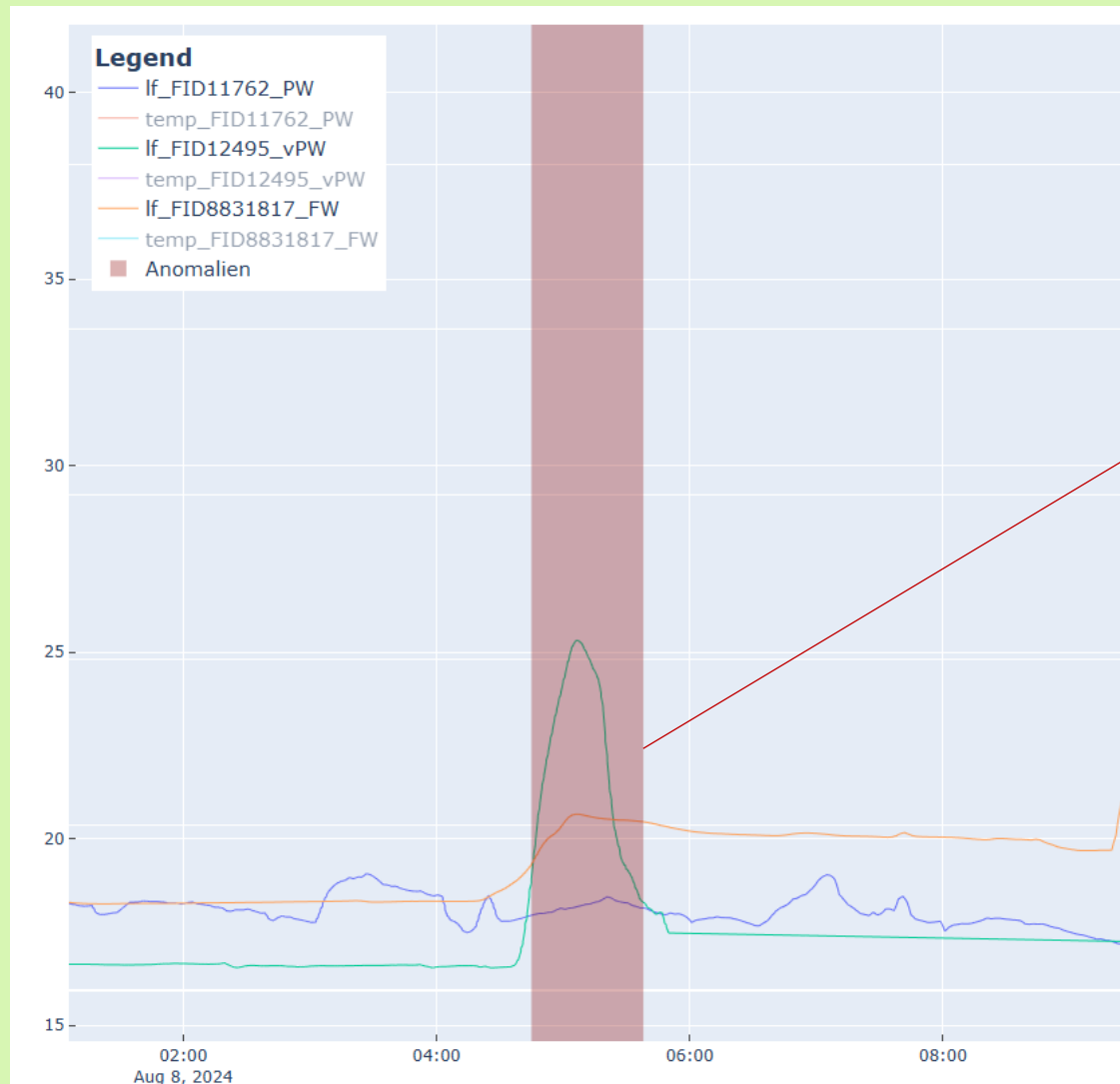


Identifizierung einer unbekannten Einleitung





- Temperaturmessung FID 12495 ab 16.08.
- Ganglinie aus Temperaturmessung in zeigt direkten Zusammenhang zwischen FID 15370 und FID 12495
- Im dargestellten Zeitraum steht FID Pumpwerk hpsl. unter dem Einfluss von FID 12106 – Ausschläge lassen sich nachverfolgen (8831817 -> 12495 -> 11762)



- Unsupervised-KI trainiert auf LF und Temperaturverläufe - Strang (8831817 -> 12495 -> 11762)
- LF-Unregelmäßigkeit entdeckt



Was kann man mit dem KI-basierenden System noch machen?

Tim Fuhrmann



Weitere Anwendungspotenziale

- Verringerung von Schwefelwasserstoff-Emissionen (H_2S) in der Kanalisation
- Einzugsgebiets-Monitoring für die Wasserwiederverwendung
- Überwachung von Einleitungen in Gewässer (Gewässerschutz)
- ...



Weitere Informationen

Tim Fuhrmann



Weitere Informationen

- LiveSewer-Projekt
(<https://ewlw.eu/livesewer>,
Tim Fuhrmann, fuhrmann@ewlw.de)
- Vortrag DWI-Impuls zu H₂S-Prognose
am 04.11. um 10 – 11 Uhr
(Zugangslink: <https://us02web.zoom.us/j/82237632299>)
- Digital GreenTech Konferenz 2024
am 12.-13.11.2024 in Berlin
(<https://digitalgreentech.de>)
- Anwenderworkshop
im Sommer 2025
- ...





Weitere Informationen

Ansprechpartner bei den Projektpartnern

- Technische Betriebe Rheine
Udo Eggert, udo.eggert@tbrheine.de
Olaf Kunkemöller, olaf.kunkemoeller@tbrheine.de
- Emscher Wassertechnik GmbH, Essen
Tim Fuhrmann, fuhrmann@ewlw.de
- ORI Abwassertechnik GmbH & Co., Hille
Jörg Bödecker, j.b@origmbh.de
- Technische Universität Berlin
Philipp Lau, philipp.lau@tu-berlin.de
- Pluvion GmbH (bis Sep. 2024: Grimm Water Solutions UG)
Siddharth Baburaj, siddharth.baburaj@pluvion.de
- Emschergenossenschaft / Lippeverband, Essen
Christian Ixmann, ixmann.christian@eglv.de

Fragen und Diskussion

Tim Fuhrmann



Was haben Abwassereinleiter von dem neuen System?

- 1) Beratung von Einleitern durch TBR bei bestimmten Einleitsituationen
- 2) Ressourcen einsparen und Effizienzen heben (Bsp.: Wärme gewinnen, Einsatzstoffe einsparen)
- 3) Berichtspflichten: Nachweis von Verbesserungen der Einleitsituation
- 4) Überwachung bzgl. Kostenverteilungen u. a. im Hinblick auf zukünftige Kommunalabwasserrichtlinie (KARL)





Fragen und Diskussion

Begrüßung durch die TBR

Jochen Vennekötter

Was ist das „LiveSewer“-Projekt?

Tim Fuhrmann

Warum beschäftigen sich TBR mit der Indirekteinleiterüberwachung?

Udo Eggert

Warum sind Abwasser-Monitorings so wichtig?

Das schon eingesetzte „SMINDI“-Konzept

Olaf Kunkemöller

Welche Hardware- und Softwareanforderungen brauchen wir heute – und morgen?

Jörg Bödecker

Wie funktioniert die automatisierte Indirekteinleiterüberwachung?

Philipp Lau, Siddharth Baburaj

Was gibt es schon an Erkenntnissen?

Philipp Lau, Siddharth Baburaj

Was kann man mit dem KI-basierenden System noch machen?

Tim Fuhrmann

KI-basierte innovative Indirekteinleiterüberwachung und -beratung im Kanalnetz von Rheine

Online-
Infoveranstaltung
am 15.10.2024

