

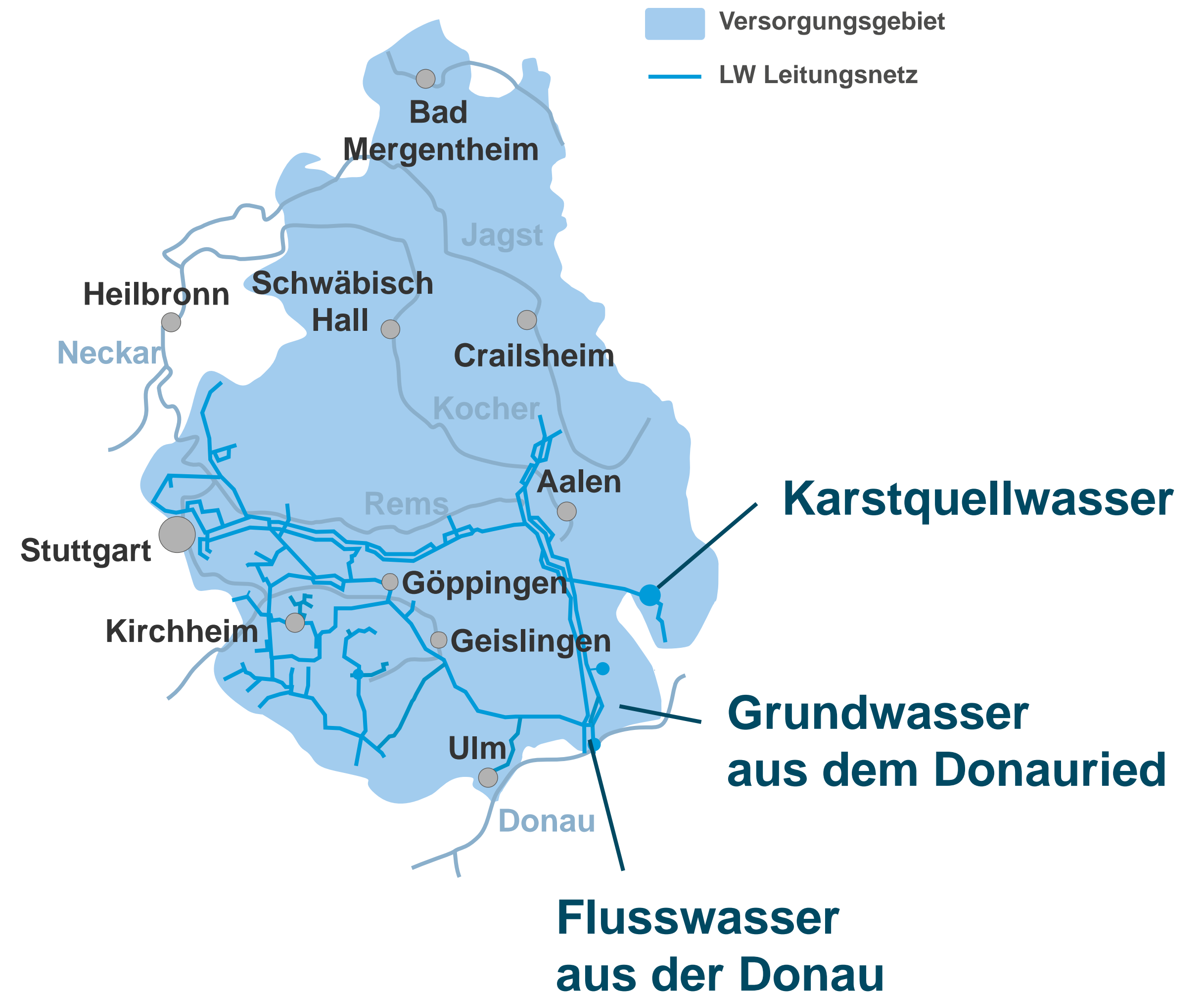
Spurenstoffen auf der Spur

„3. Dialogforum Wasser“
10. Oktober 2024

Dr. Wolfram Seitz
Landeswasserversorgung

Das Versorgungsgebiet der Landeswasserversorgung

- Versorgungsgebiet:
Zentral- und Nordost-
Württemberg
(Ulm - Stuttgart - Bad
Mergentheim - Aalen)
- ca. 3 Mio. Einwohner
- Fernwasseranteil: ca. 50 %
- 2 Wasserwerke, 38 Behälter,
775 km Versorgungsleitungen

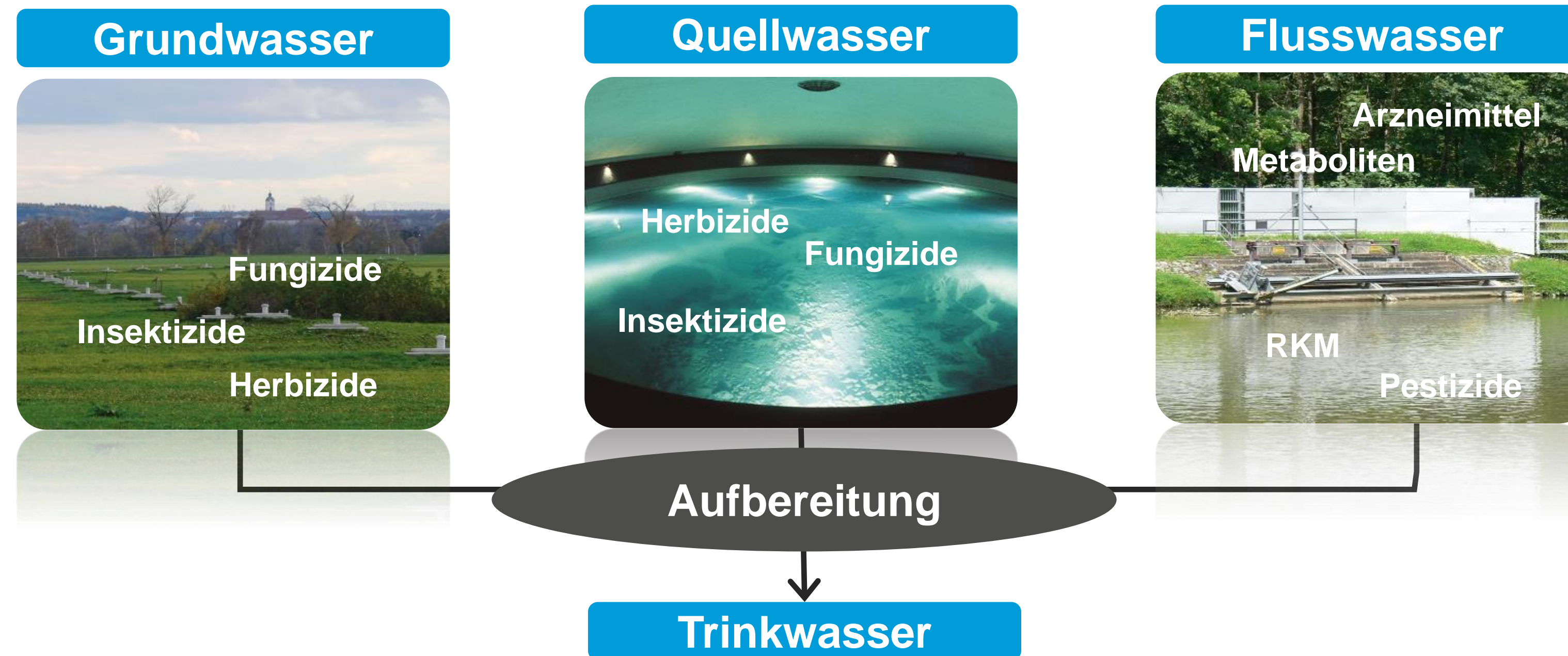


Wasserwerk Langenau am Rand des württembergischen Donaurieds



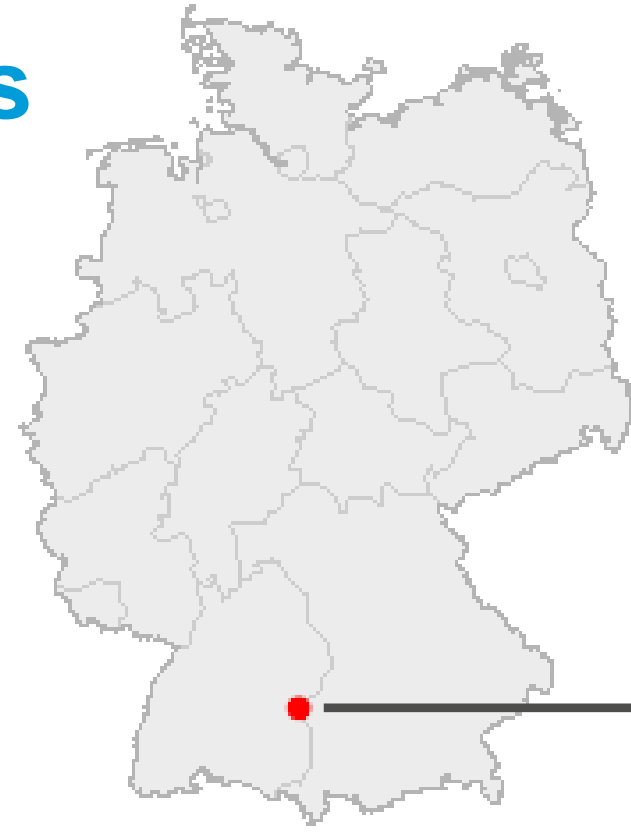
Seit 1973 in Betrieb, heute eines der größten Wasserwerke Europas

Motivation: Überwachung des Roh- und Trinkwassers

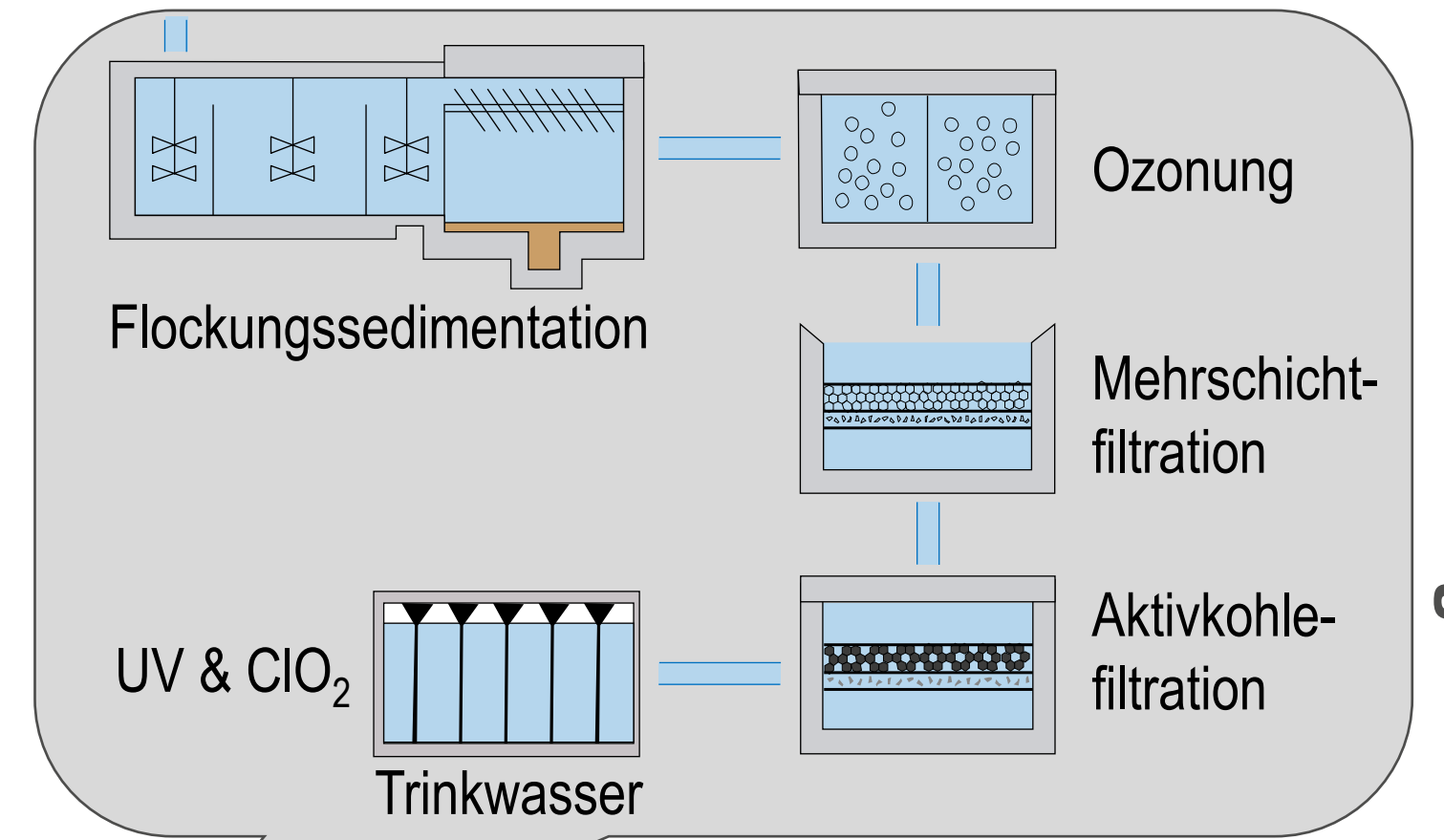


Herausforderung: Erfassung von (unbekannten) organischen Spurenstoffen

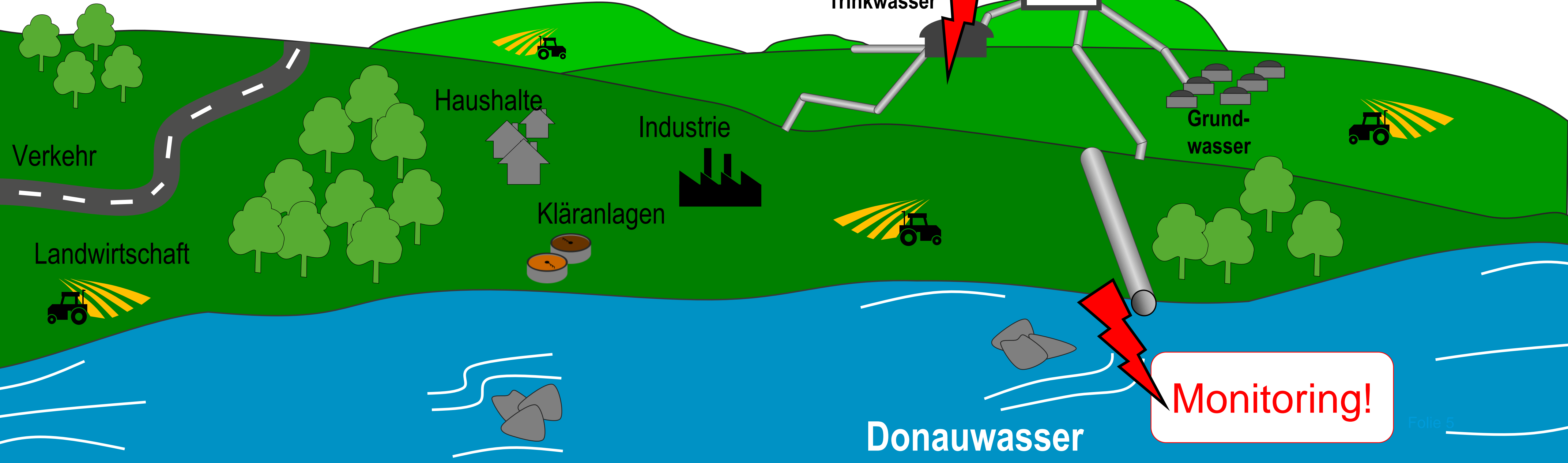
Überwachung des Flusswassers



Wasserwerk
Langenau



Aufbereitung



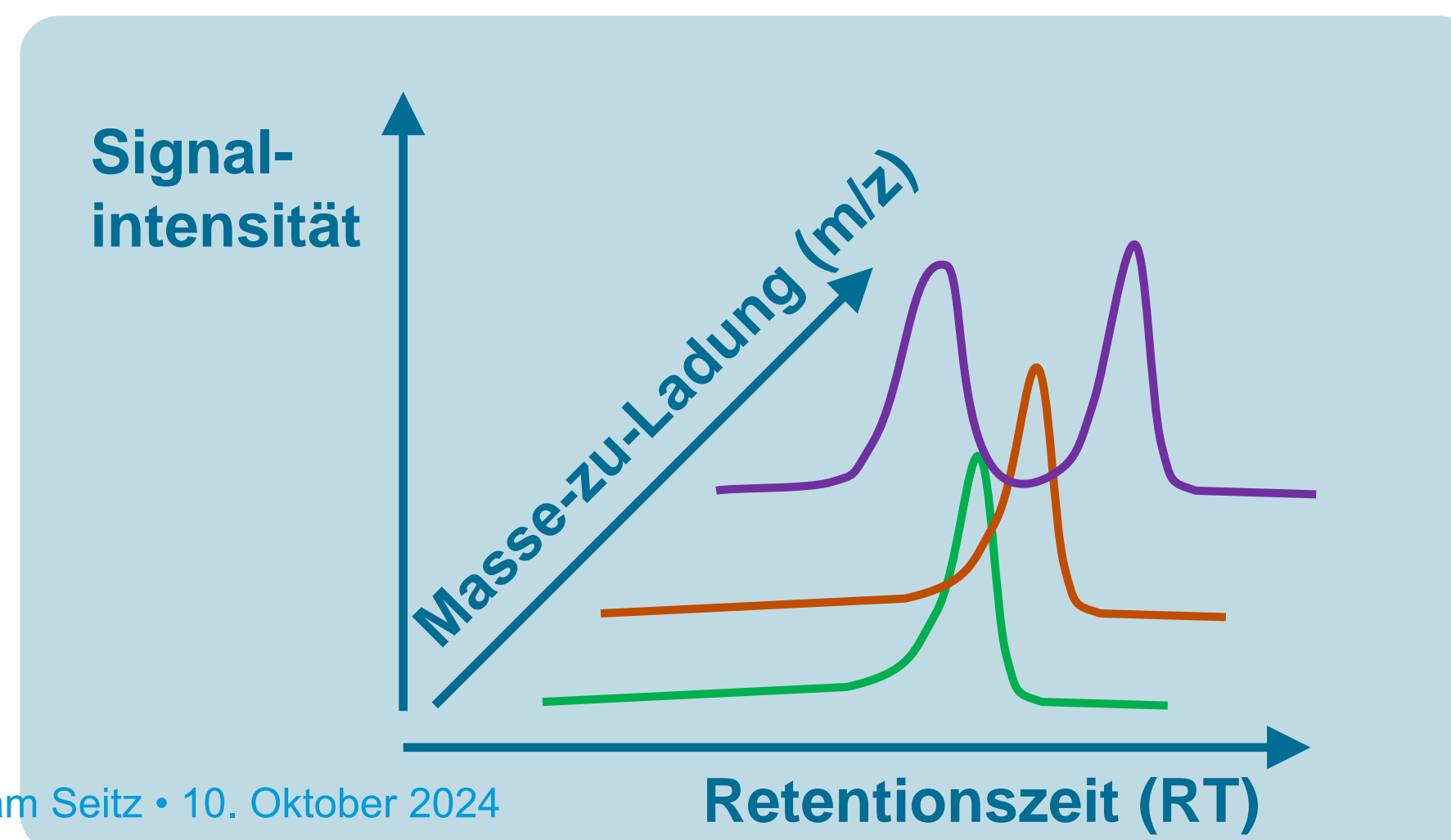
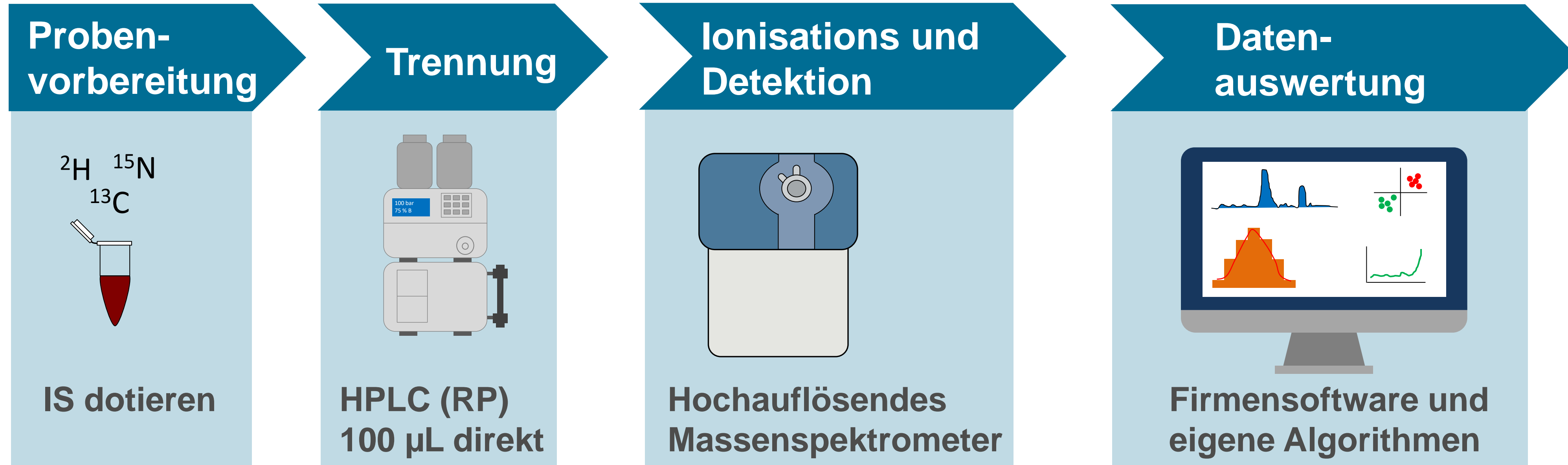
Monitoring!

Monitoring!

- Möglichst breites Bild → Erkenntnisgewinn!
 - > 200 Mio. Stoffe in CAS Registry
 - > 26 000 Stoffe „REACH“
 - + weitere Transformation (Umwelt, Wasseraufbereitung)
- Vielzahl verschiedener Verfahren, z.B.
 - DOC/TOC
 - Target-Analytik HPLC-MS und GC-MS
 - **Screening-Methoden**
 - Wirkungsbezogene Analytik
 - **Non-Target-Screening**

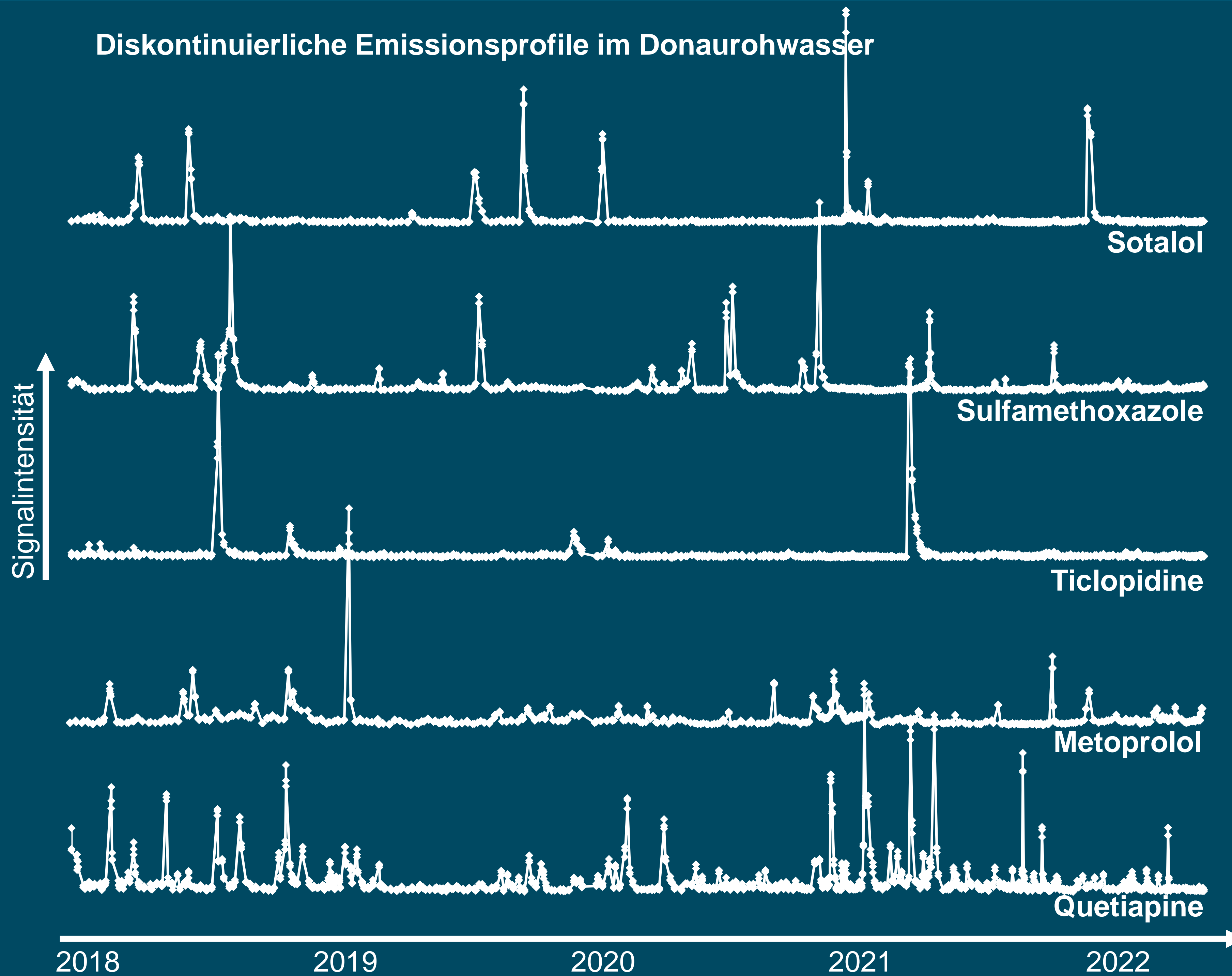


Screening nach organischen Spurenstoffen mittels Non-Target-Screening



- Tägliche Probenahme von Roh- und Trinkwasser
- Analyse von 2 bis 7 Proben / Woche (je nach Geräteauslastung)
- Erstellung von Ganglinien
- Priorisierung ansteigender Trends

Diskontinuierliche Emissionsprofile im Donaurohwasser



Verdachtsmoment

Arzneimittel
hergestellt von
Firma X

Umwelterklärung Firma X

- ...kann durch Präventivmaßnahmen auf großtechnische Anlage verzichtet werden
- ... erfolgt Aufbereitung in Pufferbecken, bevor Abwasser der kommunalen Kläranlage X zugeleitet wird

Monitoring-
Konzept

Spurensuche am Tatort

- Probenahme vor und nach KA X
 - Stündlich über Tag
 - Täglich über Woche
 - Wöchentlich über 4 Monate
- Weitere Kläranlage im Einzugsgebiet



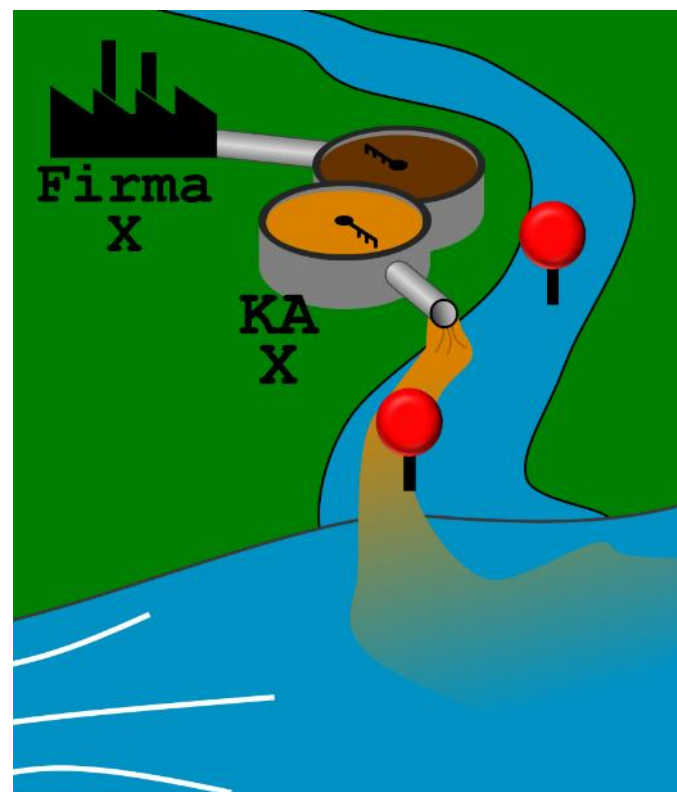
Einordnung der Befundlage

Pharmaceutical pollution of the world's rivers

John L. Wilkinson^{a,1}, Alistair B. A. Boxall^a, Dana W. Kolpin^b, Kenneth M. Y. Leung^c, Radiffe W. S. Lai^c, Cristóbal Galbán-Malagón^d, Aiko D. Adell^e, Julie Mondon^f, Marc Metian^g, Robert A. Marchant^a, Alejandra Bouzas-Monroy^g, Aida Cuni-Sanchez^a, Anja Coors^h, Pedro Carriquiribordeⁱ, Macarena Rojo^l, Chris Gordon^j, Magdalena Cara^k, Monique Moermond^l, Thais Luarte^m, Vahagn Petrosyanⁿ, Yekaterina Perikhanyanⁿ, Clare S. Mahon^o, Christopher J. McGurk^o, Thilo Hofmann^p, Tapos Kormoker^q, Volga Iniguez^r, Jessica Guzman-Otazo^s, Jean L. Tavares^t, Francisco Gildasio De Figueiredo^l, Maria T. P. Razzolini^u, Victorien Dougnon^v, Gildas Gbaguidi^w, Omar Traoré^x, Jules M. Blais^y, Linda E. Kimpe^z, Michelle Wong^z, Donald Wong^z, Romaric Ntchantcho^{aa}, Jaime Pizarro^{bb}, Guang-Guo Ying^{cc}, Chang-Er Chen^{cc}, Martha Pérez^{dd}, Jina Martínez-Lara^{dd}, Jean-Paul Otamonga^{ee}, John Poté^{ff}, Suspense A. Ifo^{gg}, Penelope Wilson^{hh}, Silvia Echeverría-Sáenzⁱⁱ, Nikolina Udikovic-Kolic^{jj}, Milena Milakovic^{jj}, Despo Fatta-Kassinou^{kk}, Lida Ioannou-Ttofa^{kk}, Vladimira Belušová^{ll}, Jan Vymazal^{ll}, María Cárdenas-Bustamante^{aa}, Bayable A. Kassa^{mm}, Jeanne Garricⁿⁿ, Arnaud Chaumotⁿⁿ, Peter Gibba^{oo}, Ilia Kunchulia^{pp}, Sven Seidensticker^{qq}, Gerasimos Lyberatos^{rr}, Halldór P. Halldórsson^{ss}, Molly Melling^{ss}, Thatikonda Shashidhar^{tt}, Manisha Lamba^{uu}, Anindrya Nastiti^{vv}, Adee Supriatin^{vv}, Nima Pourang^{ww}, Ali Abedini^{ww}, Omar Abdullah^a, Salem S. Gharbia^{xx}, Francesco Pilla^{yy}, Benny Chahine^{zz}, Tereza C. Torres^{zz}, Mustafa Akbulut^{aa}, Bektas Uzun^{bb}, Sreenivasulu Reddy^{cc}, Jemimah K. M. Jemimah^{gg}, Ahmad Zaharin Aris^{gg}, Ley Juen Looi^{gg}, Mahamoudane Niang^{hh}, Seydou T. Traore^{hh}, Rik Oldenkampⁱⁱ, Olatayo Ogunbanwo^{kk}, Jorge Manuel Morales^{kk}, Fabio Carvalho^{ppp}, Alhaji Brima Gogra^{qqq}, Bashiru M. Koroma^{qqq}, Vesna Cerkvjenik Flajs^{rrr}, Mitja Gombač^{rrr}, Melusi Thwala^{sss}, Kyungho Choi^{ttt}, Habyeong Kim^{ttt}, Priyane Amerasinghe^{vvv}, Anna Sobek^{xxx}, Gisela Horvitz^{xxx}, Armin K. Zenker^{yyy}, Alex C. King^{yyy}, Jheng-Jie Jiang^{zzz}, Rebecca Kariuki^{aaa}, Madaka Tumbo^{aaa}, Ulas Tezel^{bbb}, Turgut T. Onay^{bbb}, Julius B. Lejju^{ccc}, Yuliya Vystavna^{ddd}, Yuriy Vergeles^{eee}, Horacio Heinzen^{fff}, Andrés Pérez-Parada^{ggg}, Douglas B. Sims^{hhh}, Maritza Figy^g, David Goodⁱⁱⁱ, and Charles Teta^{jii}

> 60 APIs
> 250 Rivers
> 1000 Samples
> 100 Countries

“The most polluted sampling site was located in the Rio Seke (La Paz, Bolivia) and had a cumulative [61 compounds] API concentration of 297 µg/L” ²⁾



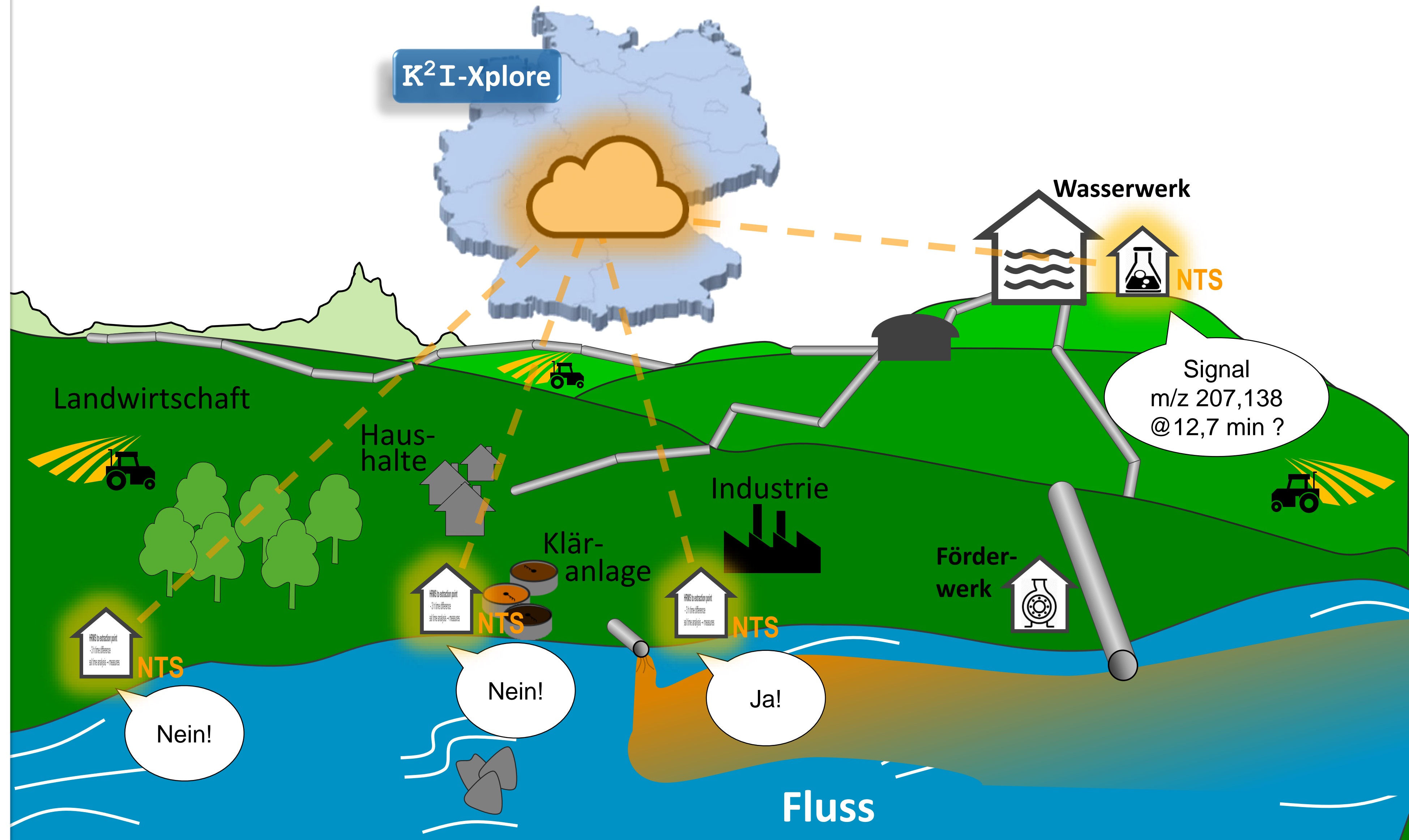
TOP 2 Befunde in Nebenfluss nach KA X

Sulfamethoxazol:	190 µg/L
Ibuprofen:	<u>160 µg/L</u>
	350 µg/L

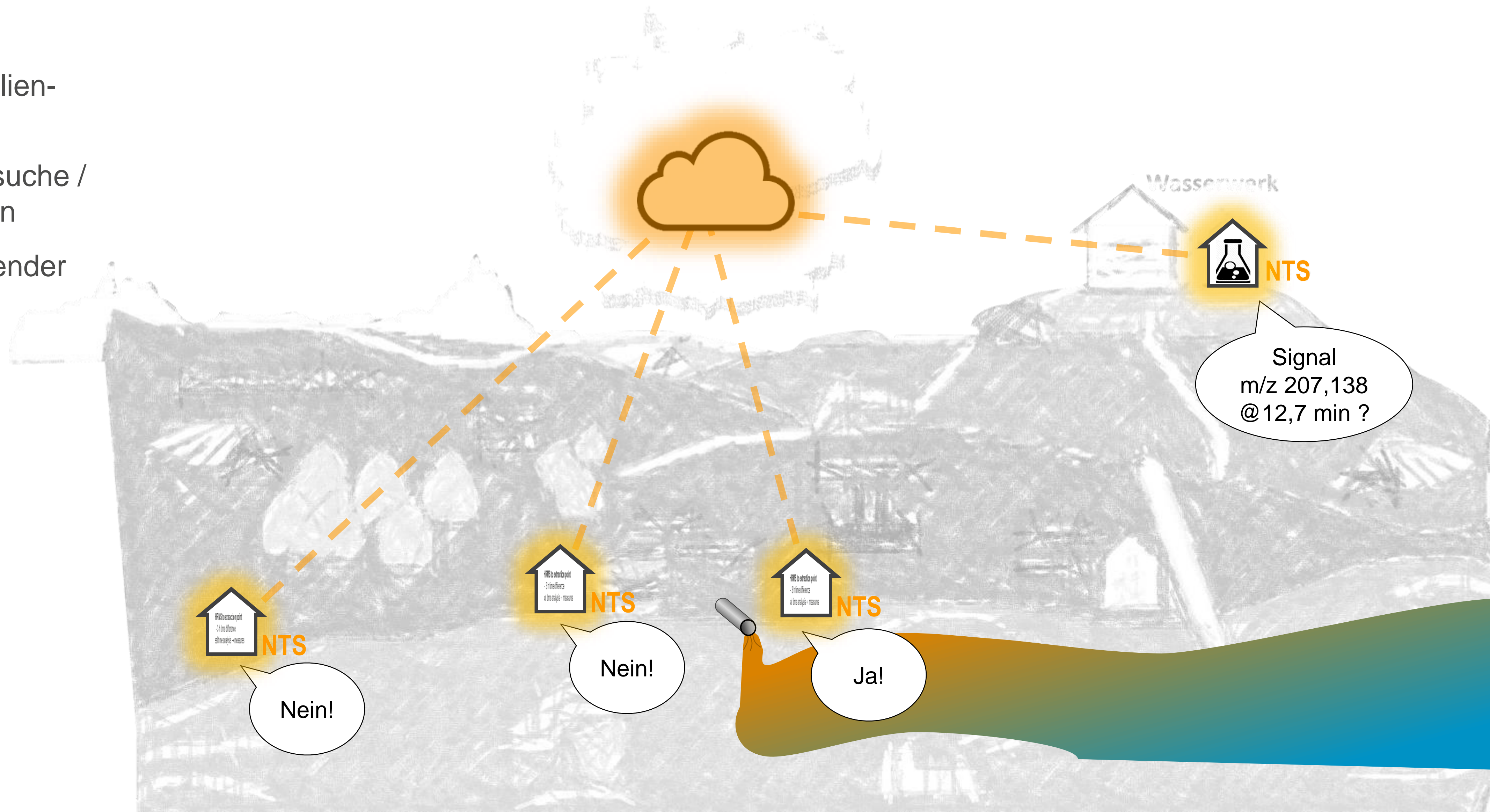
- ▶ **Firma X emittiert wirklich viel!**
- ▶ **Behörden informiert**
- ▶ **Gute Zusammenarbeit mit Emittent**
- ▶ **Situation bereits verbessert**
- ▶ **Behandlung des Abwassers geplant**
- ▶ **Keine Arzneimittelstoffe im Trinkwasser**

Forschung: Vernetzte KI-gestützte Datenauswertung der Non-Target-Screening-Daten

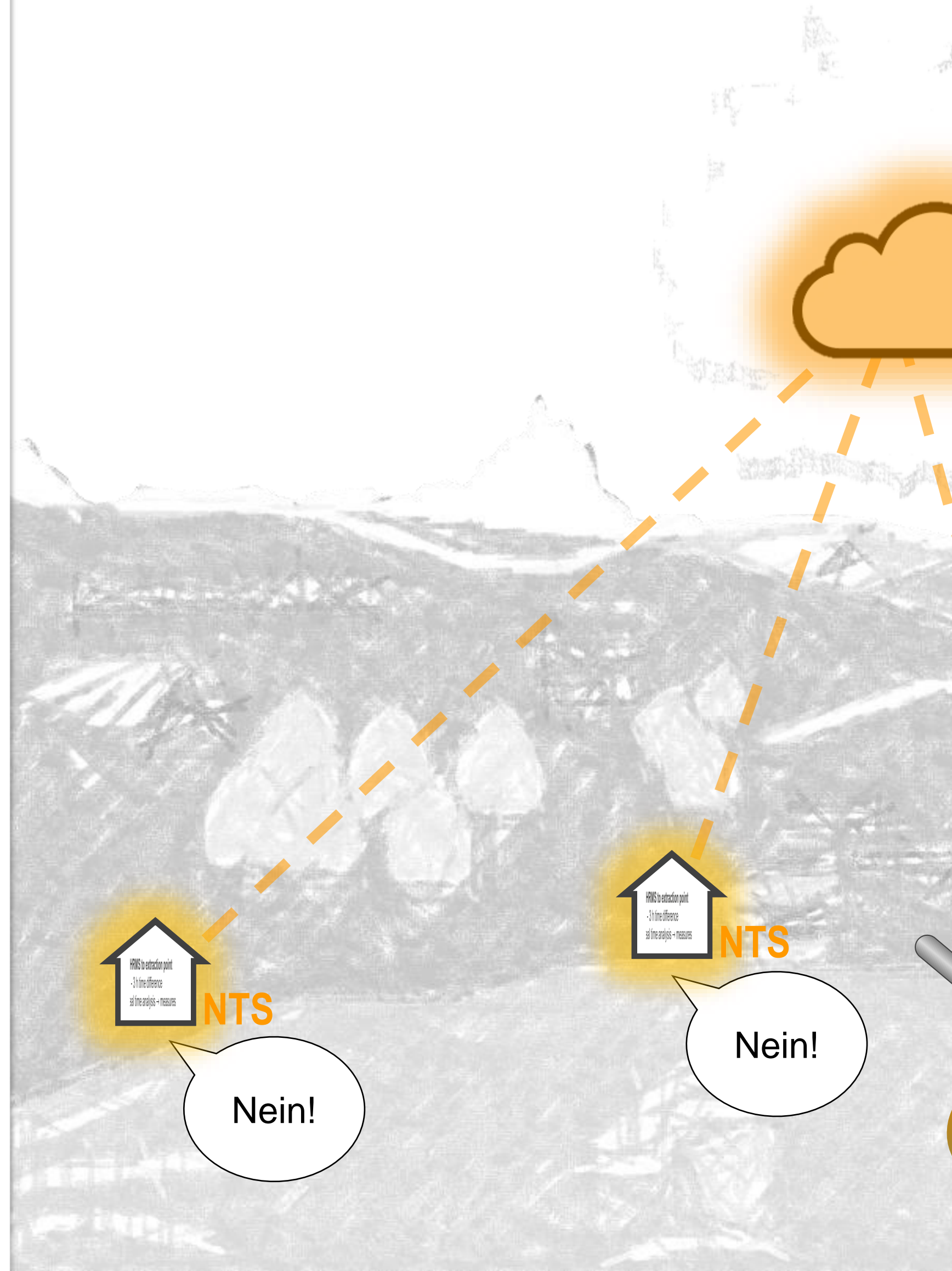
- schnelle Anomalien-Detektion
- rasche Quellensuche / Stoffidentifikation
- länderübergreifender Datenpool



- schnelle Anomalien-Detektion
- rasche Quellensuche / Stoffidentifikation
- länderübergreifender Datenpool



- schnelle Anomalien-Detektion
- rasche Quellensuche / Stoffidentifikation
- länderübergreifender Datenpool

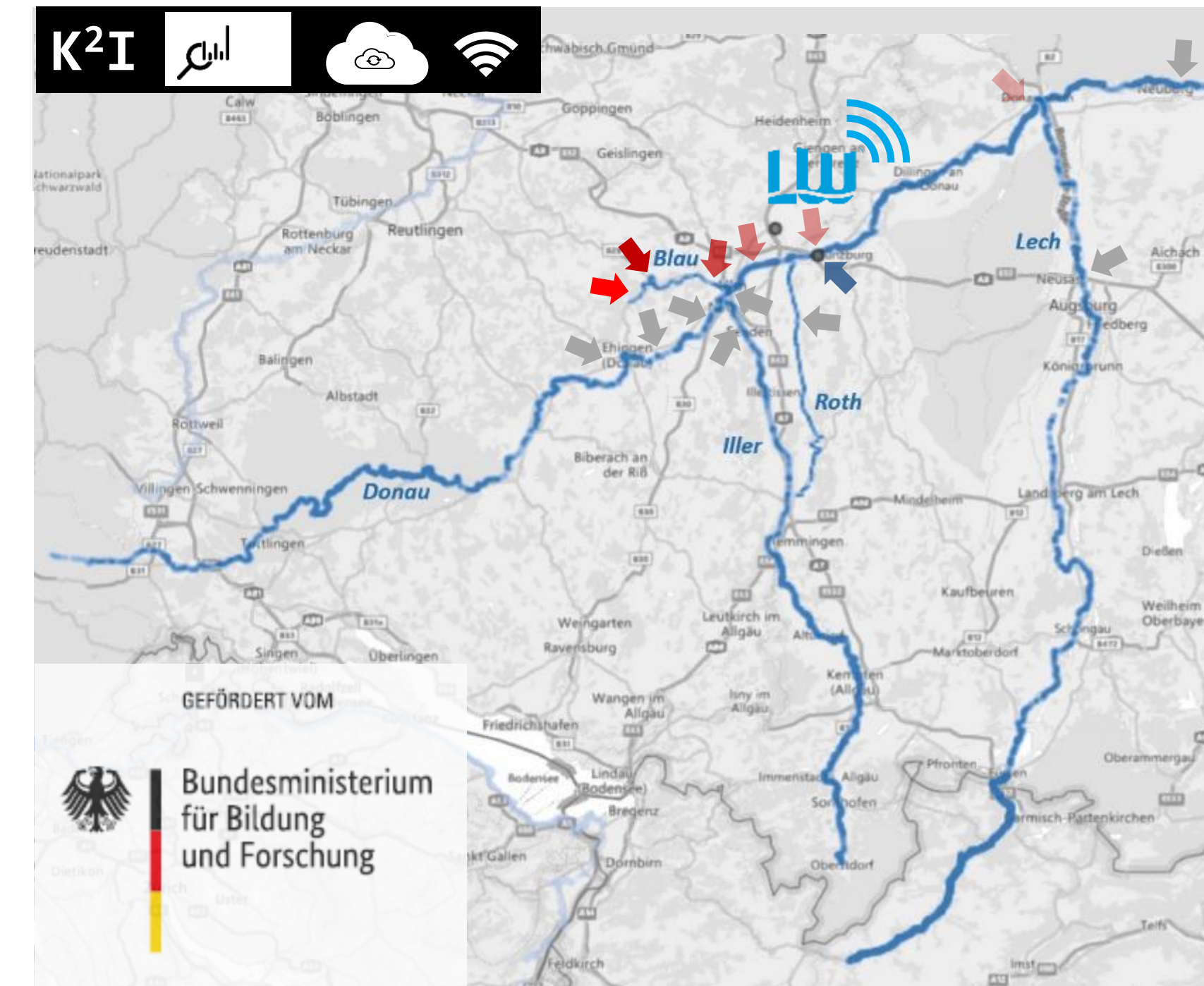


Das Projekt K²I

(1.4.2021 - 30.9.2023)

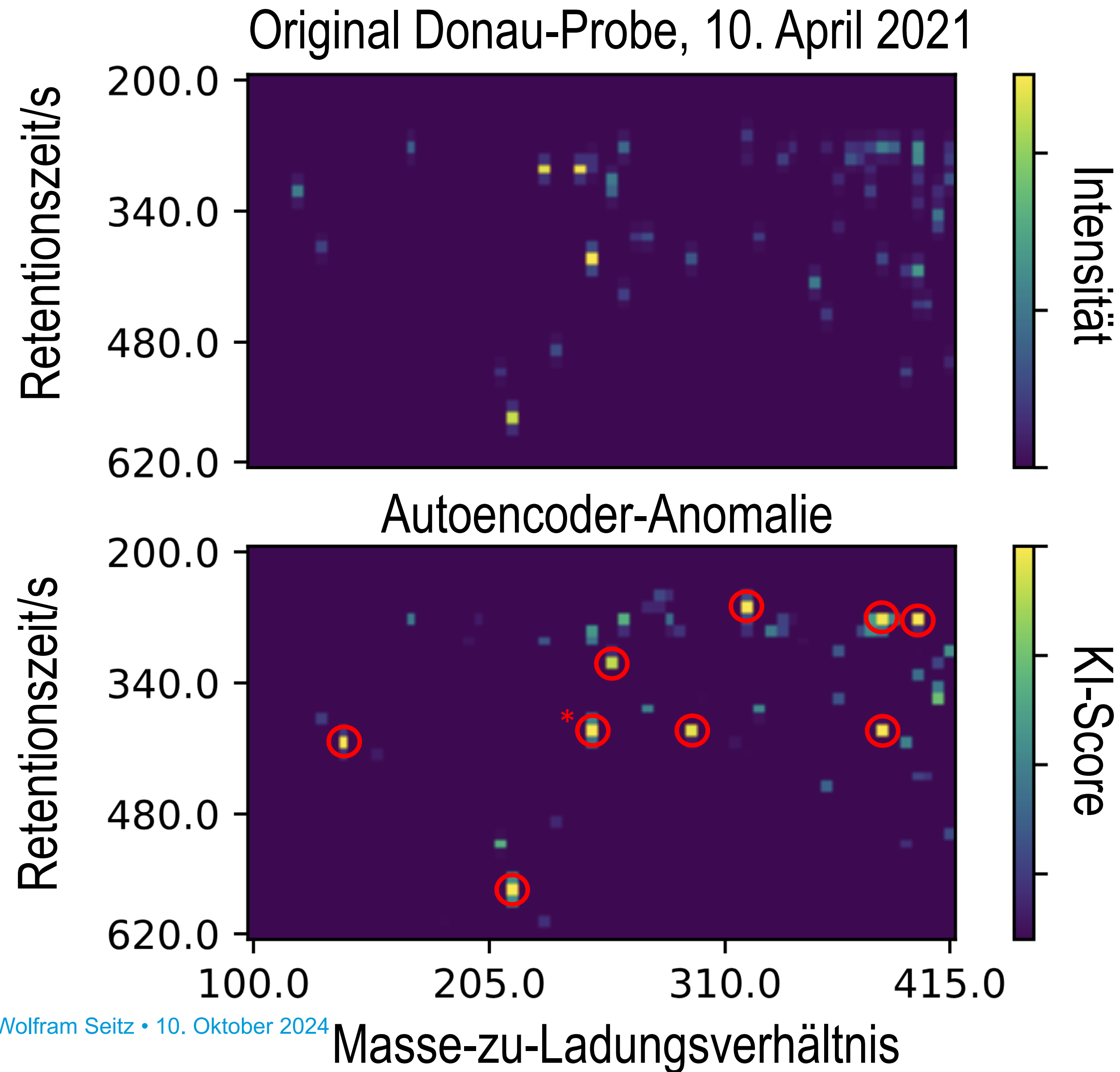


Künstliche und kollektive Intelligenz zum Spurenstoff-Tracking in Oberflächenwasser für eine nachhaltige Trinkwassergewinnung



Trinkwasserressource *Donau* – Modellregion für die Entwicklung einer **cloud**basierter Softwarelösung zur KI-gestützten **Mustererkennung**

Einbindung von KI: Autoencoder zur Erkennung von Anomalien



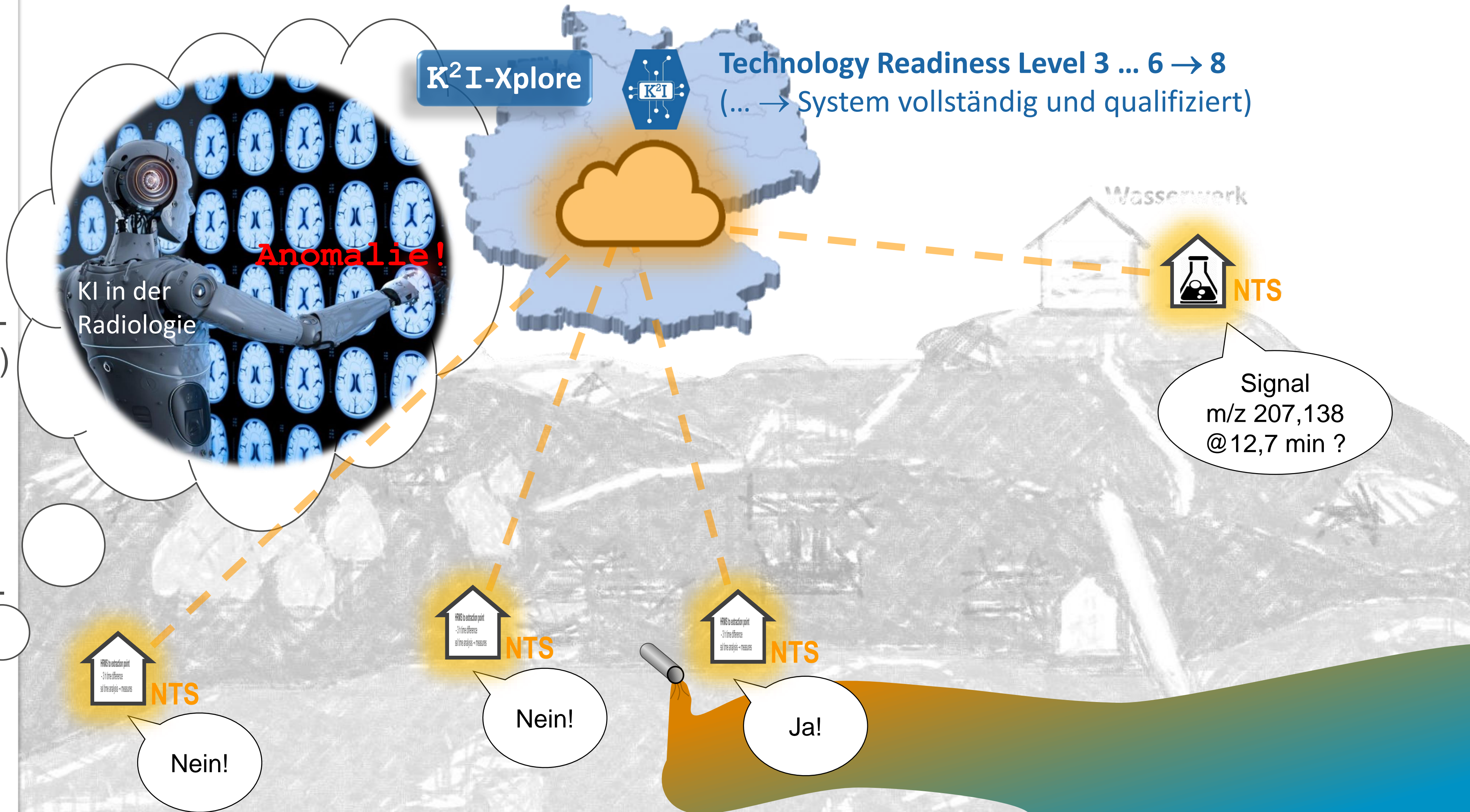
Herausforderung:

Geringe Probenanzahl
und hohe Anzahl von Substanzen

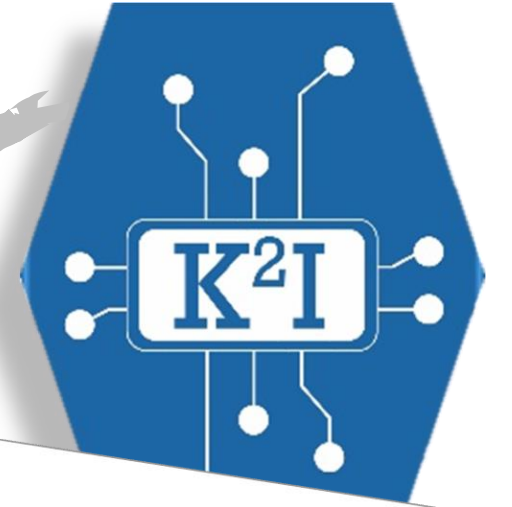
- sollte umgekehrt sein
- hier: Probenreihe über mehrere Jahre verwendet

Das Anschlussprojekt K²I-Xplore

- „K²I-SOP“ erarbeiten
- K²I-Struktur weiterentwickeln
(Demonstrator migrieren, IT-Pipeline optimieren → automatische Auswertung, Datensicherheit)
- K²I explorativ weiterentwickeln
(Datenpool erweitern → Anomalie-gelabelte Proben, Target- & weitere Metadaten, ...)
- KI ausbauen



sacher weiter-
dlung)



Wasserversorger nutzen Künstliche Intelligenz

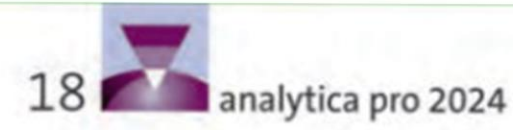
KI spürt Schadstoffe im Trinkwasser auf

Die Verunreinigung des Flüsschens Blau bei Ulm war der Auslöser dafür, Künstliche Intelligenz zu entwickeln, die Schadstoffe findet und analysiert. Bundesweit testen Wasserversorger die KI in der Praxis.



Eine Mitarbeiterin der Landeswasserversorgung Stuttgart entnimmt an der Blau eine Gewässersprobe.
© Foto: Landeswasserversorgung Stuttgart

Für viele Menschen ist es eine Selbstverständlichkeit, dass aus dem Hahn sauberes Wasser in Trinkwasserqualität fließt. Doch hinter die Kulissen verbirgt sich ein erheblicher Aufwand. Um die erwarteten Schadstoffe, wie Arzneimittelrückstände, Industriechemikalien, Pestizide und Spritzmitteln, zu entfernen, müssen Kläranlagen einen erheblichen Aufwand betreiben. Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) könnte hier einen entscheidenden Beitrag leisten.



Gewässeranalytik

Spurenstoff-Tracking mit KI

Kollektive und Künstliche Intelligenz hilft beim Aufspüren von Antibiotika und anderen Spurenstoffen in Gewässern. Das hat das Verbundprojekt K²I am Beispiel von Proben aus der Donau und ihren Zuflüssen in der Region Ulm gezeigt.



Stuttgarter Zeitung, 04.03.2024

Mit KI gegen Schadstoffe in den Flüssen

Arzneimittel und Chemikalien in den Flüssen schaden den Tieren und womöglich auch den Menschen. Mit Künstlicher Intelligenz kann man nun Einleitungen schneller auf die Spur kommen. Ein Pilotprojekt läuft derzeit in Blaubeuren.

Arzneimittel, Chemikalien oder Pestizide können in den meisten Flüssen nachgewiesen werden, auch in der Donau (Bild).

Thomas Faltin

...lutdrucksener, Reifenabrieb, Glyphosat oder Chemikalien aus Kleb-
stoffen: Sie alle werden auch in ba-
...rttembergischen Flüssen nachge-
...ig über die toxischen Eigenschaften
...spurenstoffe weiß; für sehr viele gibt
...einmal Grenzwerte. Und viele der bis
...000 unterschiedlichen Stoffe sind
...nicht im Visier der Behörden. Das
...nisterium in Stuttgart räumt ein,
...es schwimmt bei diesem Thema:
...sler können sich eine Vielzahl von
...en Stoffen befinden, die nicht im
...bekannt sind. Es kann jedoch nur
...werden, was bekannt ist."

...st zweiten Spurenstoffbericht
...Land 90 Stoffe untersucht - die
...ufig bis regelmäßig" in den Ge-
...nden. Beim Schmerzmittel Diclo-
...bei bestimmten Röntgenkont-
...rden die Referenzwerte geris-
...swasserversorgung, die auch
...ntnimmt, hat 17 Sa-
...Einzel-
...Zudem grenzt das D-
...330 Ein-

20 000
Tabletten sind die umgerechnete Menge eines im Bach gefundenen Antibiotikums.

...nun nicht mehr in den Fluss geleitet, son-
...dern gesammelt und entsorgt. Zudem baut
...die Firma zwei Anlagen, um das Abwasser
...auf dem eigenen Gelände reinigen zu kön-
...nen. Es sei ein Glücksfall, sagt Bernhard
...Röhrl, dass Teva engagiert gehandelt habe.
...Er betont: „Das Unternehmen hat nichts
...falsch gemacht, es gibt keine Grenzwerte et-
...wa für Arzneimittel. Aber dass diese Menge
...einem Fluss nicht guttut, ist ja klar."
...Inwieweit bei anderen Firmen Verbesse-
...rungen erzielt werden könnten, ist völlig un-
...klar. Laut dem Umweltministerium klären 60
...Unternehmen im Land ihr Abwasser selbst
...und leiten es direkt in die Flüsse, dazu gehö-
...ren laut dem Umweltministerium Chemie-,
...Recycling-, Papier- und Metallunternehmen.
...Diese würden regelmäßig kontrolliert, aller-
...dings wegen der fehlenden Grenzwerte nicht
...auf Spurenstoffe, teilte Friederike Lanfer-
...mann vom Umweltministerium mit.

...oder ein Blutdruckmittel nimmt, scheidet
...immer Teile davon über seinen Urin ab.
...Für das Land ist der Königsweg, den Spu-
...renstoffen zu begegnen, eine vierte Reini-
...ngsstufe in die Kläranlagen einzubauen.
...Meist über Aktivkohle oder über die Behand-
...lung mit Ozon können große Teile vieler
...Spurenstoffe herausgefiltert werden. Mitte
...2023 waren 30 von rund 850 Kläranlagen im
...Südwesten mit der vierten Stufe ausgestat-
...tet. Da es sich vorwiegend um große Anlagen
...handelt, kann bereits rund ein Viertel des
...Abwassers entsprechend behandelt werden.

„Zur Umweltrelevanz dieser riskanten Stoffe kann man keine Aussagen machen.“

rofil

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Dr. Wolfram Seitz
seitz.w@lw-online.de



Betriebs- und Forschungslabor

