

Verband Schweizer
Abwasser- und
Gewässerschutz-
fachleute

Association suisse
des professionnels
de la protection
des eaux

Associazione svizzera
dei professionisti
della protezione
delle acque

Swiss Water
Association

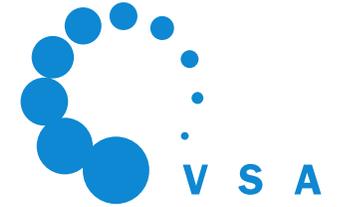


Foto: ARA Höfe

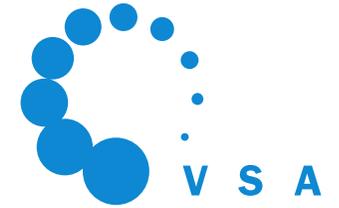
3. Erfahrungsaustausch Ozon

ARA Höfe, Freienbach

Simon Bitterwolf, Plattform Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen

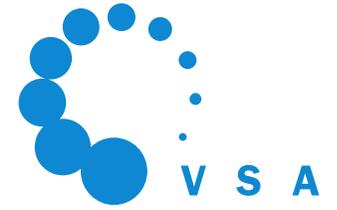


Programm



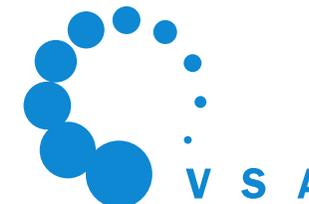
1. Begrüssung und Update Plattform - Stand Ausbau ARA, Entwicklungen Verfahren - Umsetzung Motion MV - Neue Erkenntnisse, laufende Projekte - Aktuelle Themen und Ausblick	Simon Bitterwolf (VSA)
2. Vorstellung Pilotversuch ARA Höfe	Marc Böhler (Eawag)
3. Aktueller Stand Ozon-Testverfahren	Simon Bitterwolf (VSA)
Pause	
4. Überarbeitung Dokumente • Faktenblatt aktueller Stand Ozonung	alle
5. Diverse Anliegen aus der Runde, Diskussion	alle
6. Besichtigung Pilotversuch	Karin Thum (ARA Höfe)

Ziel und Motivation Erfahrungsaustausch



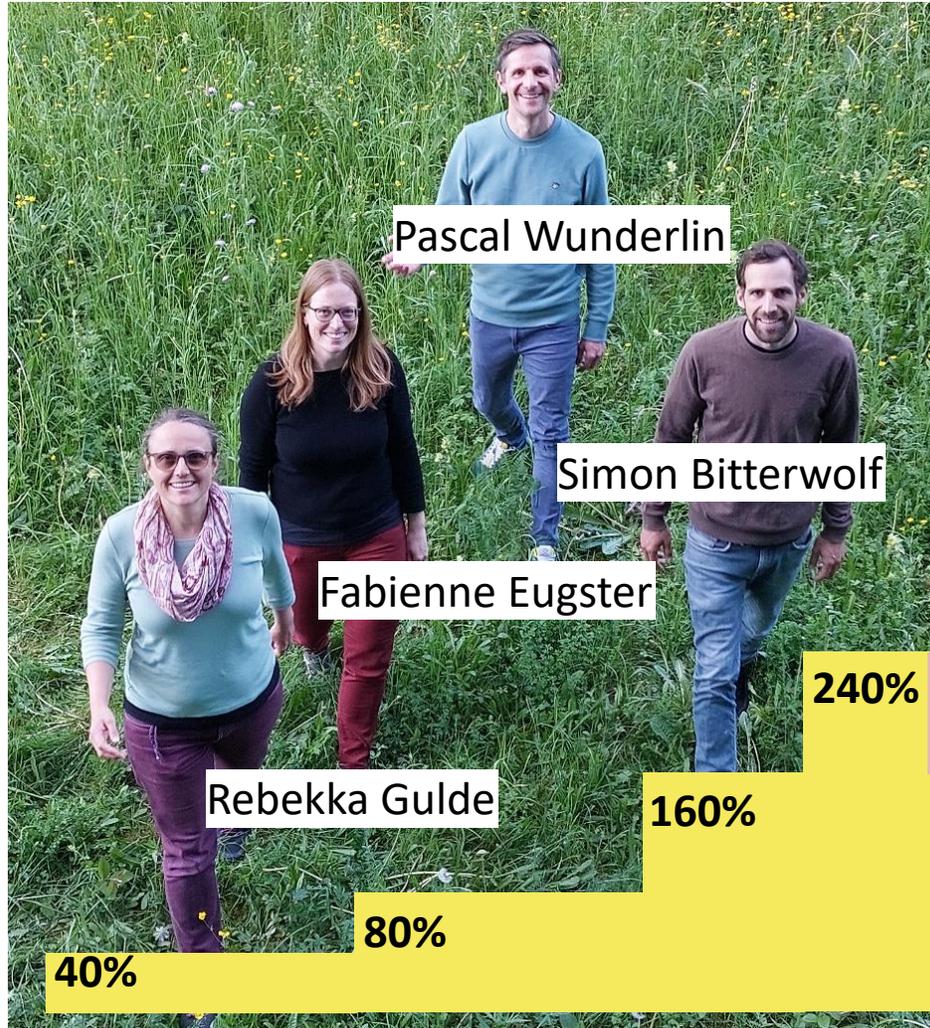
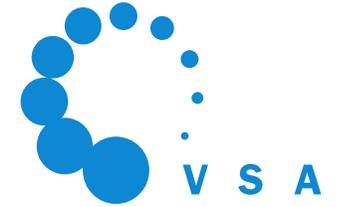
- Erfahrungsaustausch
- Information über laufende Projekte und Entwicklungen
- Erkennen von potenziellen Problemen
- Sammlung Themen und offene Fragestellungen
- Weiterentwicklung Empfehlungen

Teilnehmende ERFA Nr. 3



Nachname	Vorname	ARA/Institution	Verfahren	In Betrieb seit
Abegglen	Christian	ARA Werdhölzli	Ozon + Sandfilter	2018
Amstutz	Christoph	ARA Werdhölzli	Ozon + Sandfilter	2018
Baumann	Markus	ARA Worblental	Ozon + Sandfilter	Planung/Bau
Bitterwolf	Simon	VSA Plattform		
Böhler	Marc	Eawag		
Gassmann	Josef	ARA Surental	Ozon + Sandfilter	Planung/Bau
Graf	Hansruedi	ARA Altenrhein	Ozon + GAK	2019
Gresch	Markus	ARA Thurau	Ozon + GAK	Planung/Bau
McArdell	Christa	Eawag		
Oppliger	Nicolas	STEP Neuchatel	Ozon + Sandfilter	Planung/Bau
Ottinger	Bruno	ARA Furthof	Ozon + Sandfilter	2021
Pfendsack	Reto	ARA Reinach	Ozon + Sandfilter	2017
Shilyaeva	Elizabeth	ARA Neugut	Ozon + Sandfilter	2014
Thum	Karin	ARA Höfe	Pilotversuch Ozon	Planung/Bau
Vogt	Martin	ARA Birsig	Ozon + Sandfilter	2023

Vorstellung Plattform



Angegliedert
ans CC AR

Angegliedert
ans CC I&G

MV ARA

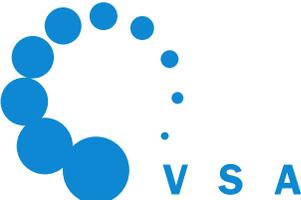
MV I&G

N-Elimination

MV I&G

MV ARA

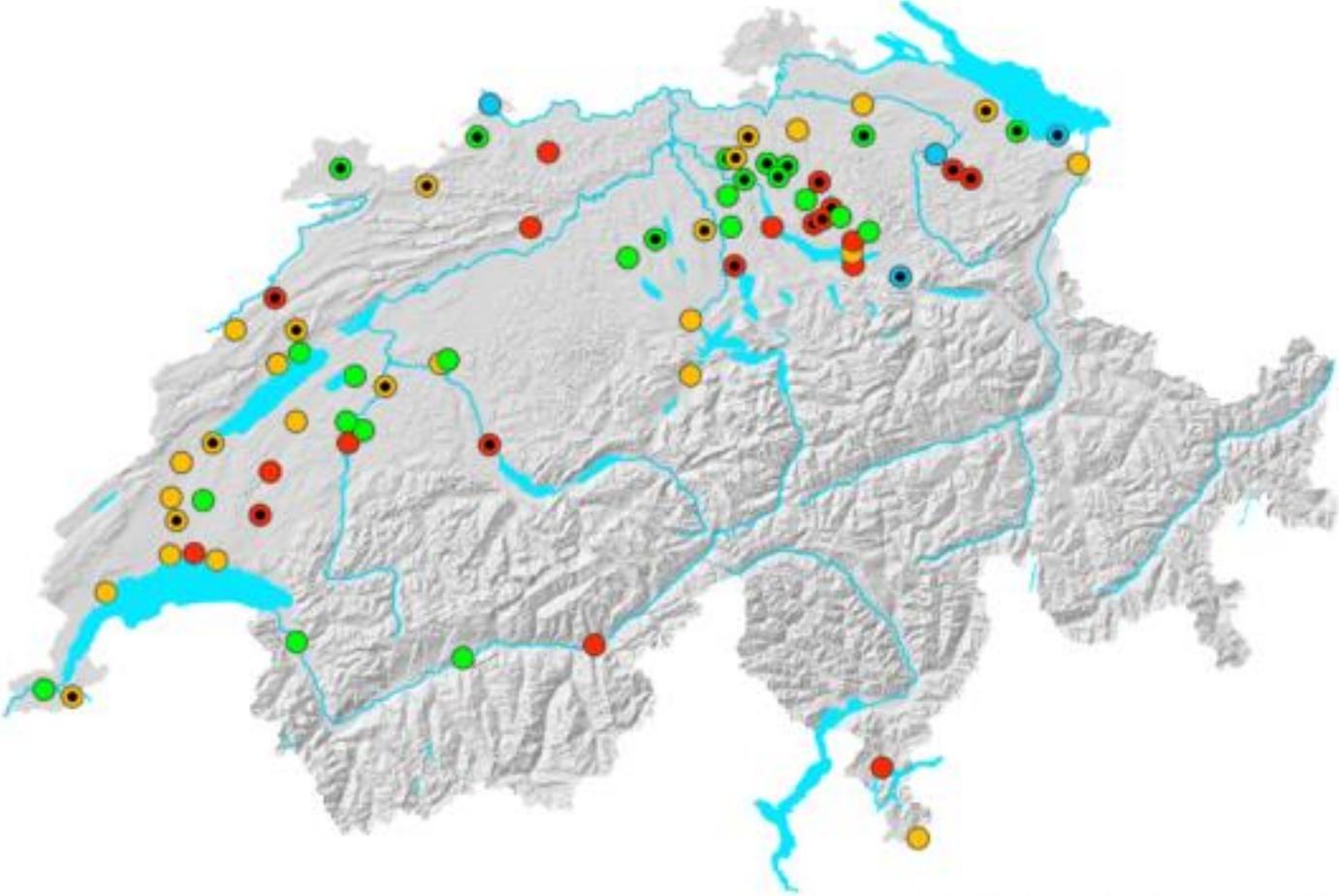
Stand des Ausbaus



Stand Dezember 2024

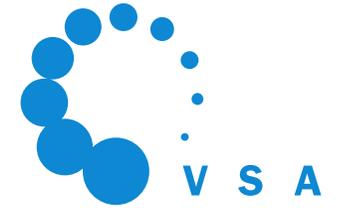
Verfahren, Status

- GAK in Betrieb
- GAK Planung/Bau
- Kombi in Betrieb
- Kombi Planung/Bau
- Ozon in Betrieb
- Ozon Planung/Bau
- PAK in Betrieb
- PAK Planung/Bau

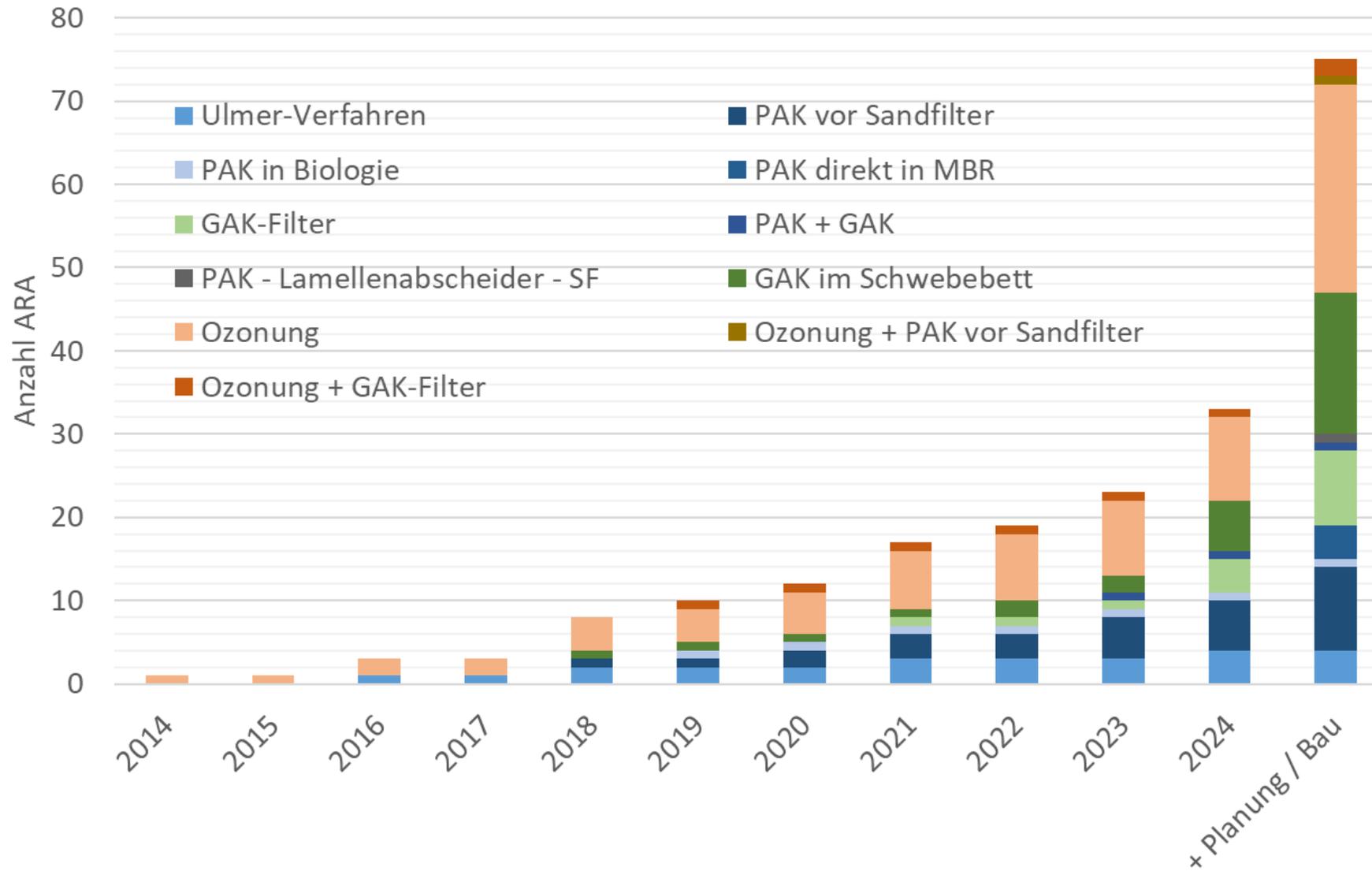


Quelle: Bundesamt für Landestopographie

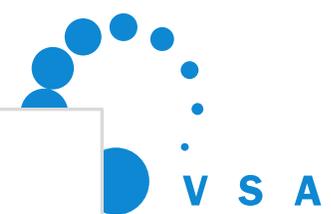
Stand des Ausbaus



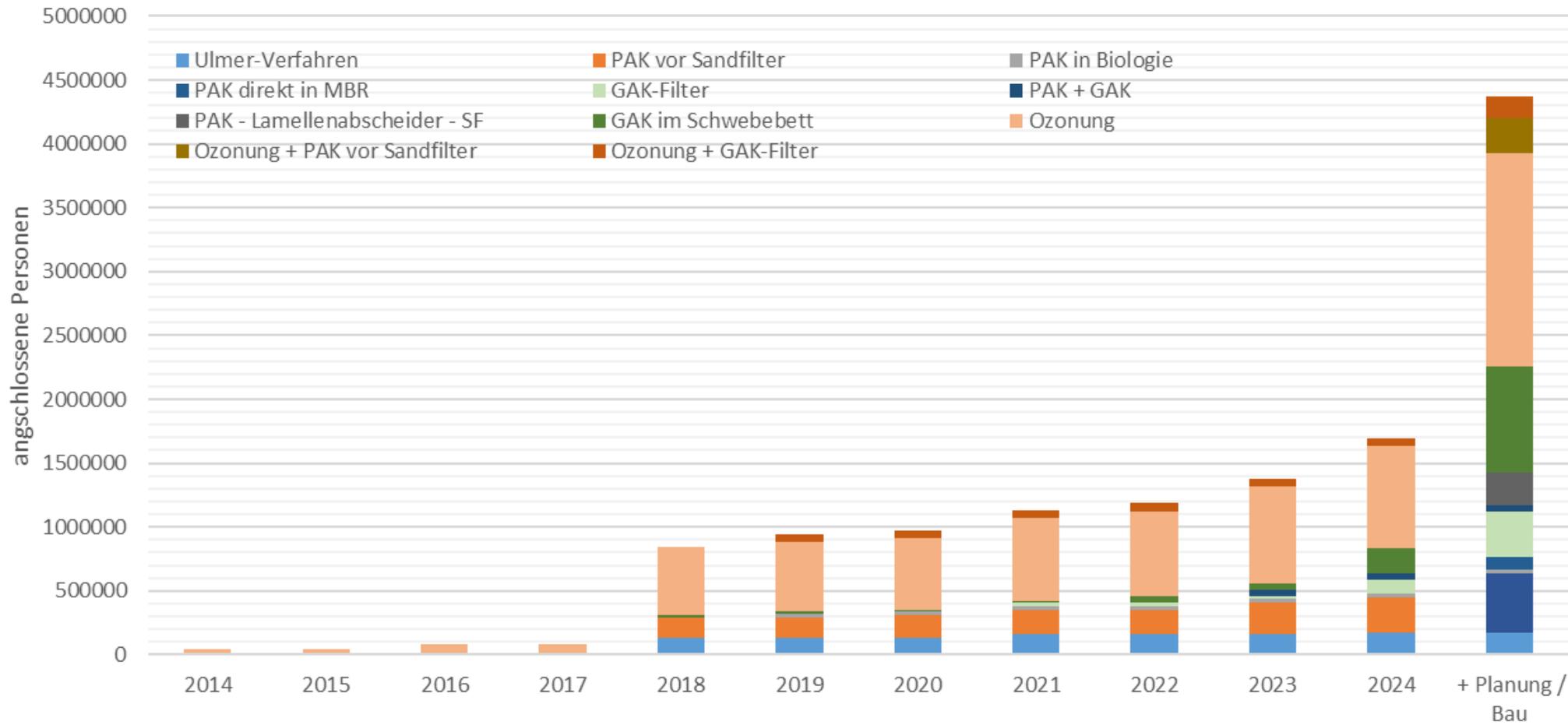
Anzahl ARA pro Verfahren



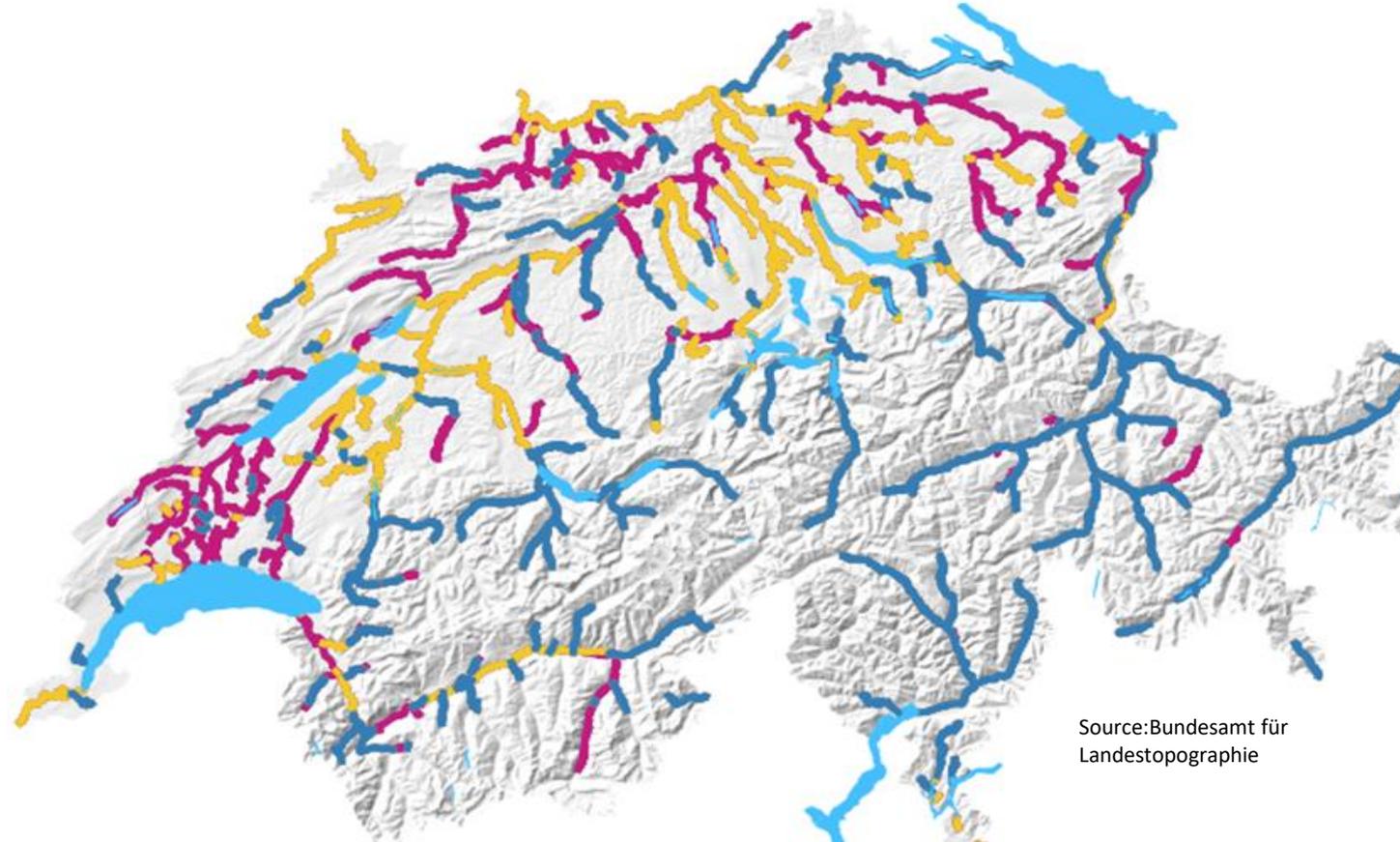
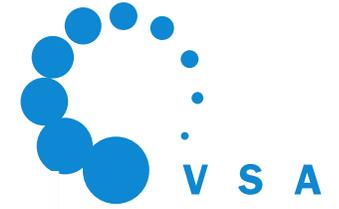
Stand des Ausbaus



Anzahl angeschlossene Personen pro Verfahren



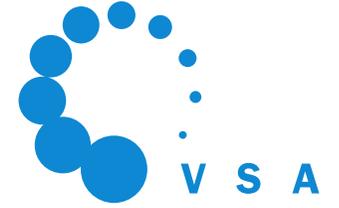
Wie viele Flüsse in der Schweiz sind belastet?



Source: Bundesamt für Landestopographie

- 5,000 km mit Anteil behandeltem Abwasser
- 3,000 km darunter mit Überschreitungen, wenn keine Massnahmen (>2% Abwasseranteil)
 - 1,300 km werden durch Ausbau 2016 entlastet
 - 1,700 km weiterhin mit Grenzwertüberschreitungen

Projekt Breitbandwirkung



Messkampagne zur
Breitbandwirkung der
zusätzlichen
Reinigungsstufen zur
Elimination von
Mikroverunreinigungen

(2025 – 2027)

BAFU, Eawag, VSA

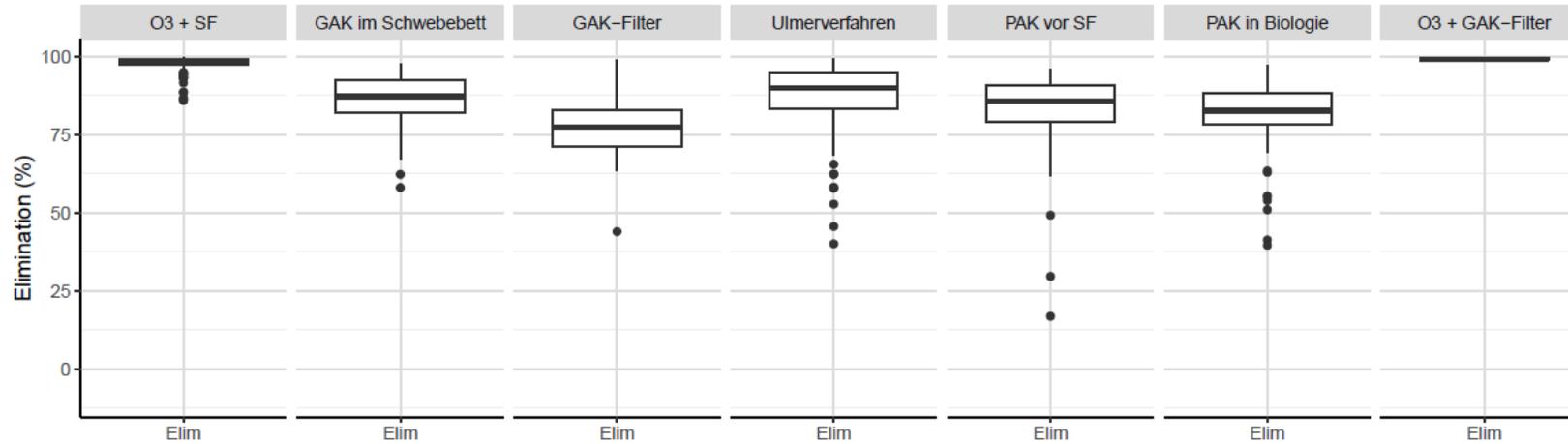
Ziele:

1. Breitbandwirkung der Schweizer MV-Stufen aufzeigen
2. Frachtreduktion im Gewässer durch MV-Stufen
3. Eliminationsleistung von (potenziell) ökotoxischen MV ermitteln

Diclofenac

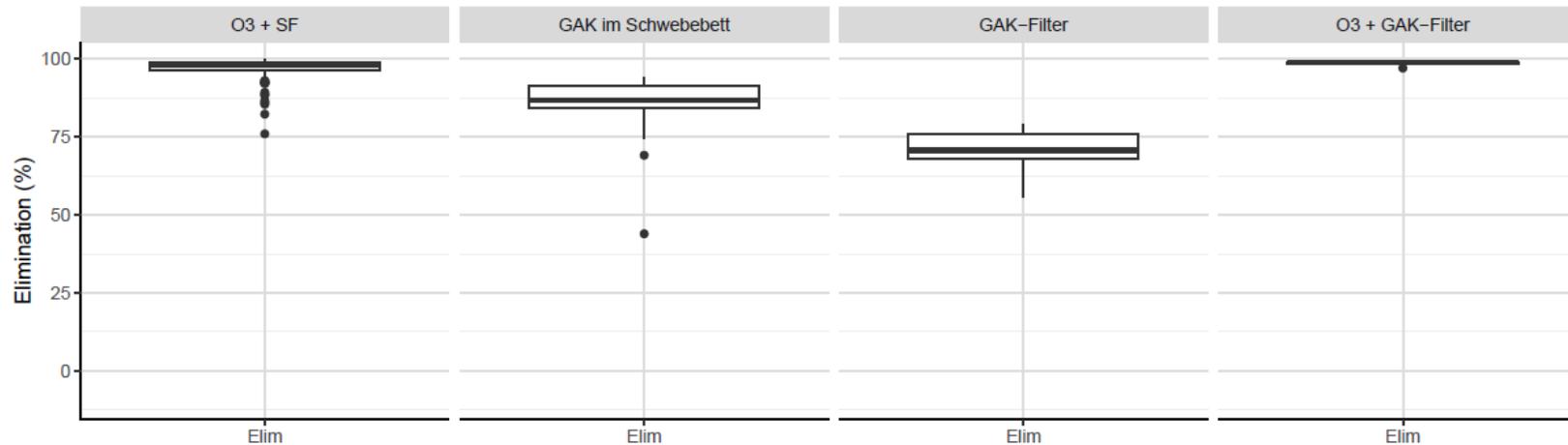
Elimination über die ARA mit MV-Stufe (Zulauf bis Ablauf MV)

Diclofenac (ID: 830)

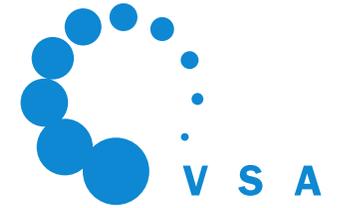


Elimination über die MV-Stufe (Ablauf Biologie bis Ablauf MV)

Diclofenac (ID: 830)

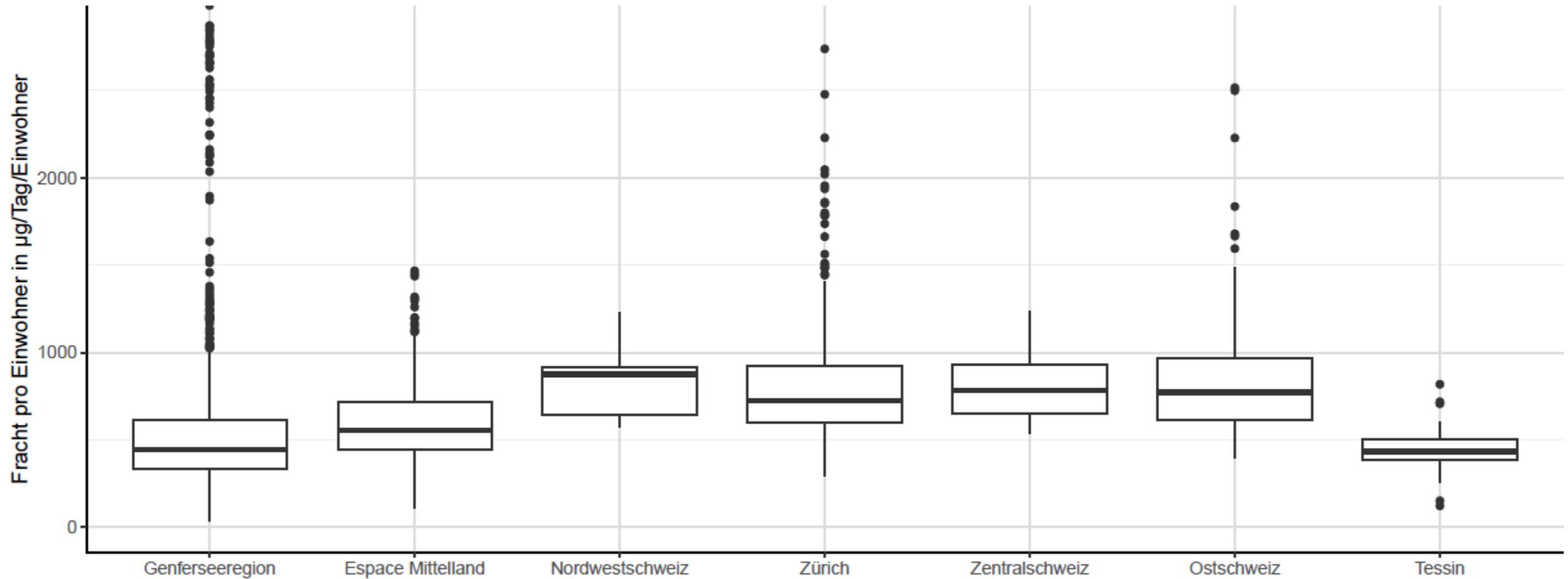


Datenbank Mikroverunreinigungen



Zulauf: Fracht pro Einwohner gegen Grossregion
Diclofenac (ID: 830)

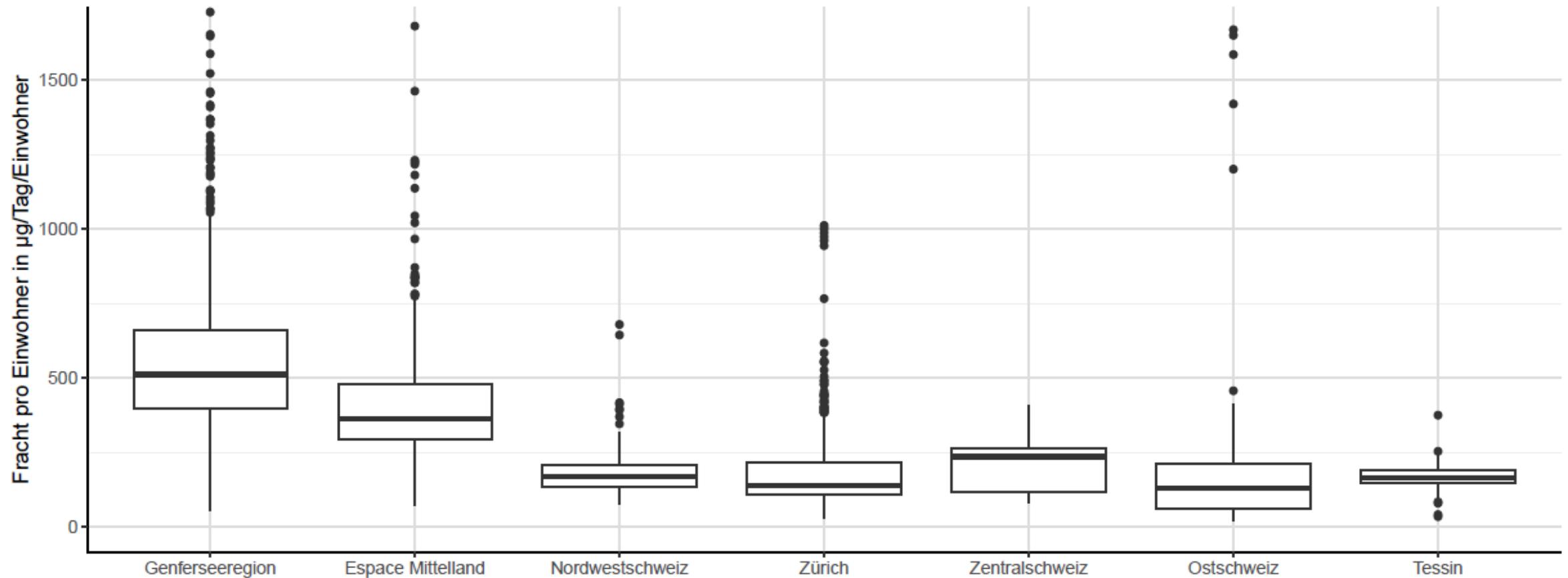
Diclofenac



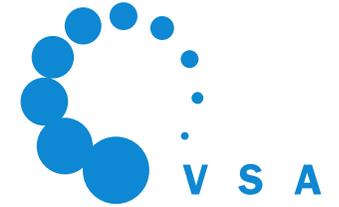
Irbesartan (Bluthochdruckmedikament)

Zulauf: Fracht pro Einwohner gegen Grossregion

Irbesartan (ID: 1015)



Verfahrenseignung Ozon

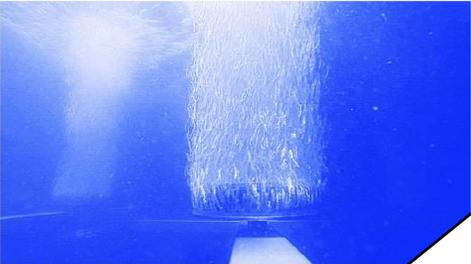


Verband Schweizer
Abwasser- und
Gewässerschutz-
fachleute
Association suisse
des professionnels
de la protection
des eaux
Associazione svizzera
della protezione
delle acque
Swiss Water
Association



ABKLÄRUNGEN VERFAHRENEIGNUNG OZONUNG

Empfehlung



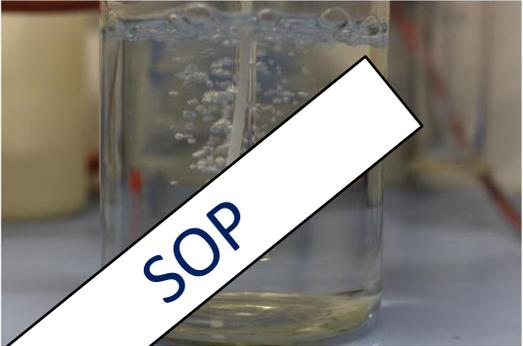
Abklärung

28. März 2017, Version 1 / 16. Juli 2021, Version 2

envilab
ANALYTIK AUS LEIDENSCHAFT

Abklärungen Verfahrenseignung Ozonung

Arbeitsanweisung zur Durchführung der Abklärungen



SOP

Zofingen, 16.12.2020

Im Auftrag des VSA
(Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute)



Verband Schweizer
Abwasser- und
Gewässerschutz-
fachleute
Association suisse
des professionnels
de la protection
des eaux
Associazione svizzera
della protezione
delle acque
Swiss Water
Association



BETRIEB VON OZONANLAGEN AUF ARA: ERKENNEN VON KRITISCHEN ENTWICKLUNGEN IM EINZUGSGEBIET

Empfehlung

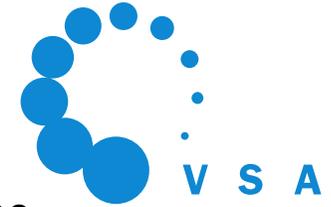


Überwachung

Stand: 10. August 2021

2021

Verfahrenseignung Ozon



Sind die Labor-Abklärungen repräsentativ für grosstechnische Ozonungen?

Wie repräsentativ ist das Abwasser nach der Labornitrifikation?

Haben wir eine mutagene Wirkung bei ARA mit Ozonanlagen (die mit den Labortests nicht gesehen wurde)?

ANALYTIK AUS LEIDENSCHAFT
ENVILAB AG
Mühlenthalstrasse 25, 4800 Zofingen
+41 (0)62 745 70 50, info@envilab.ch
www.envilab.ch
Akreditiert ISO 17025 

Schlussbericht

Studie im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU

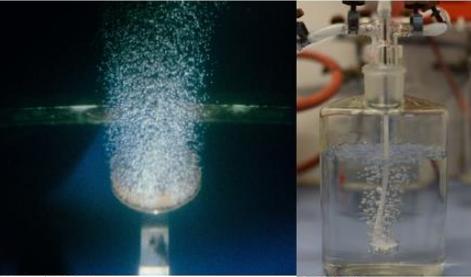


Foto: VSA, Milad Ahmadvand Foto: Envilab AG

Beurteilung Repräsentativität Abklärungen
Verfahrenseignung Ozonung

Alessandro Piazzoli; Envilab AG

Pascal Wunderlin und Julie Grelot (ehem.); VSA Plattform Verfahrenstechnik
Mikroverunreinigungen

Urs von Gunten, Eawag

Dübendorf und Zofingen, November 2022



ANALYTIK AUS LEIDENSCHAFT
ENVILAB AG
Mühlenthalstrasse 25, 4800 Zofingen
+41 (0)62 745 70 50, www.envilab.ch

**Beurteilung der Nitrifikation im Labor
bei den Abklärungen
Verfahrenseignung Ozonung**

Anhand von: Ozonabbau, Spurenstoffabbau,
Oxidationsnebenprodukte und Ames-Test



Zofingen, im April 2024

Im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU)



ANALYTIK AUS LEIDENSCHAFT
ENVILAB AG
Mühlenthalstrasse 25, 4800 Zofingen
+41 (0)62 745 70 50, www.envilab.ch

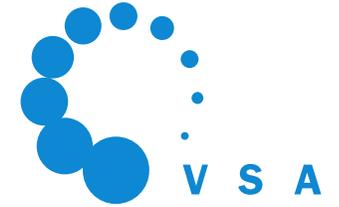
ARA mit Ozonung
Bestimmung der Mutagenität mittels
Ames-Test



Zofingen, im Januar 2024

Im Auftrag des VSA, Verband Schweizer Abwasser- und
Gewässerschutzfachleute 

Repräsentativität Ozontestverfahren vs. ARA



Frage:

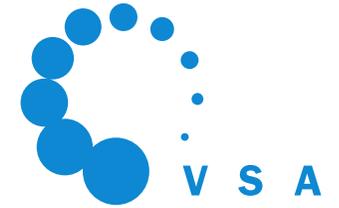
Sind die Labor-Abklärungen repräsentativ für grosstechnische Ozonungen?

Vorgehen:

- 3 ARA mit jeweils 3 Stichproben untersucht.
- Modul 3 im Labor durchgeführt und mit grosstechnischer Ozonung verglichen.



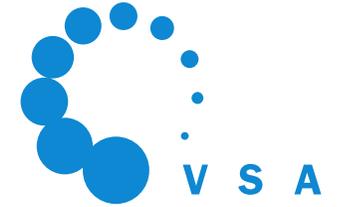
Repräsentativität Ozontestverfahren vs. ARA



Erkenntnisse:

- Bromat-Bildung im Labor tendenziell höher als grosstechnisch (ca. Faktor 2)
 - U.a. 250 µg/L Bromid führte zu weniger als 5 µg/L Bromat.
 - Abklärungen Verfahrenseignung Ozonung auf der «sicheren» Seite in Bezug auf Bromat.
- Keine Aussage über Nitrosamin-Bildung und –Abbau möglich, da die erhobenen Daten nicht interpretierbar (hohe Messunsicherheiten).
- MV-Entfernung: tendenziell besser bei den Laborversuchen

PROJEKT 3: Repräsentativität der Labor-Nitrifikation

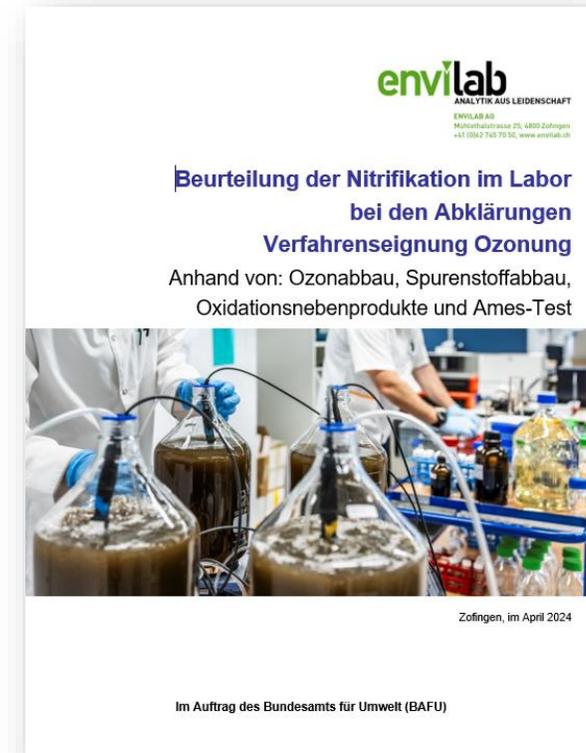


Hintergrund:

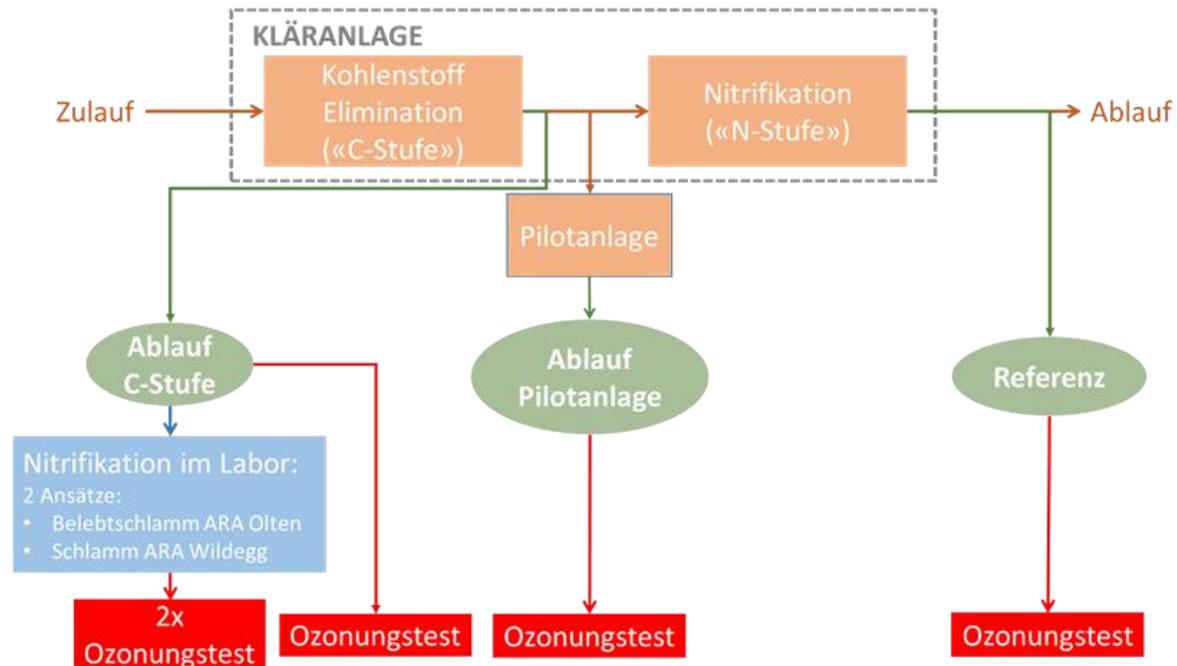
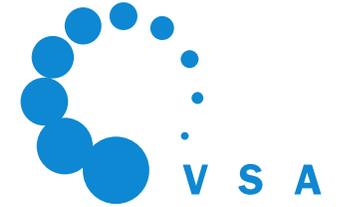
- Wie ARA heute einschätzen, die künftig ihre biologische Behandlung erweitern?
- In solchen Fällen existiert heute kein repräsentatives Abwasser, um dessen Eignung für eine Ozonbehandlung zu testen.

Frage:

Wie repräsentativ ist das Abwasser nach der Labornitrifikation?



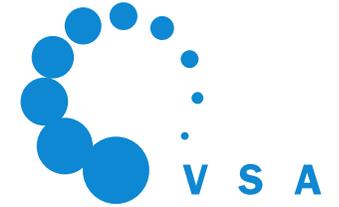
Repräsentativität der Labor-Nitrifikation



Vorgehen:

- Unterschiede in den Ergebnissen der «Abklärungen Verfahrenseignung Ozonung»...
 - ...mit nicht nitrifiziertem Abwasser (Ablauf C-Stufe)?
 - ...nitrifiziertem Abwasser (grosstechnisch sowie nach Nitrifikation im Labor mit zwei verschiedenen ARA-Schlämmen)?
 - ...dem gereinigten Abwasser einer Pilotanlage?

PROJEKT 2: Mutagenität auf ARA mit einer Ozonung



Frage:

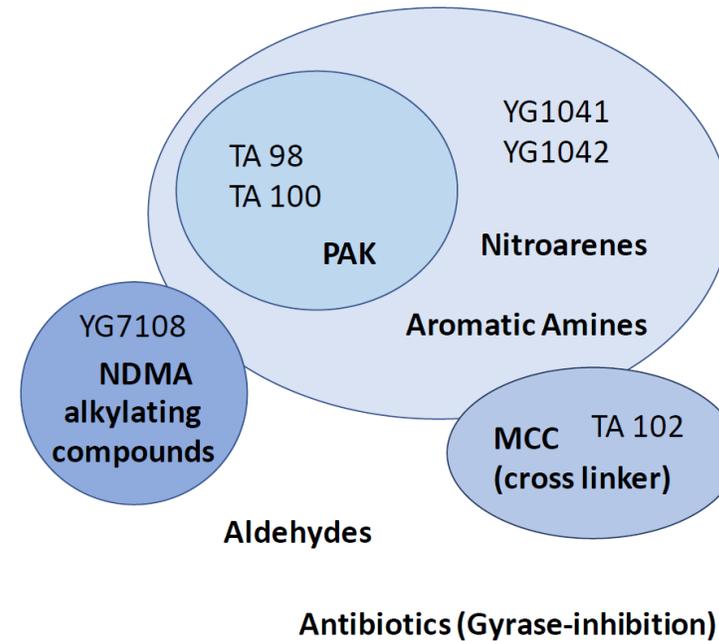
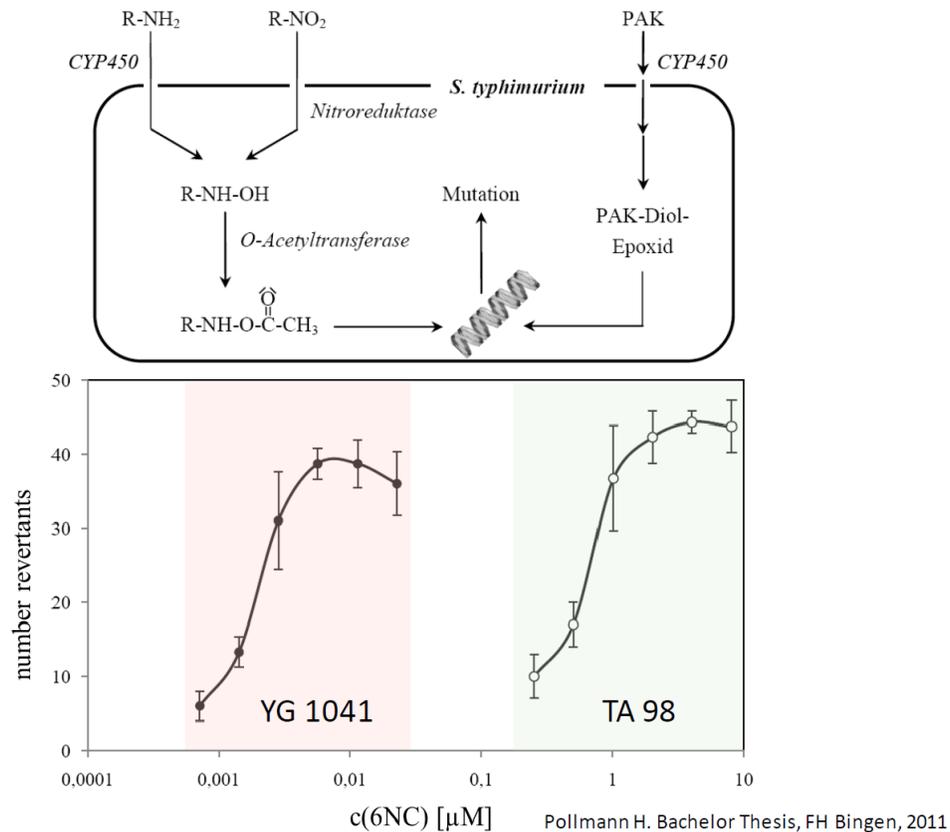
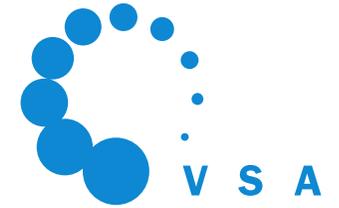
Haben wir eine mutagene Wirkung bei ARA mit Ozonanlagen (die mit den Labortests nicht gesehen wurde)?

Vorgehen:

- 9 ARA untersucht Zulauf Ozonung, Ablauf Ozonung, Ablauf ARA (nach Filter)
- Mutagenes Potential bestimmt mittels
 - TA98 und TA100 («alte» Stämme)
 - YG1041, YG1042 sowie YG7108 («neue» Stämme)

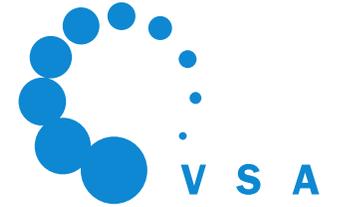


Zur Erinnerung: Ames-Stämme YG1041 und YG1042



Quelle: Präsentation von Sebastian Buchinger,
01.04.2022

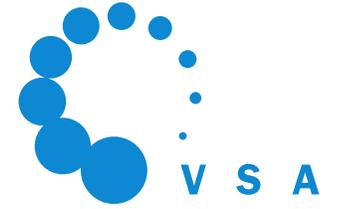
Mutagenität auf ARA mit einer Ozonung



Erkenntnisse:

- Die TA Stämme (gemäss VSA-Empfehlung) zeigen keine Mutagenität im ARA-Ablauf. Bestätigen, dass Ozonung die «Abwasserqualität» verbessert.
- Die Messungen auf grosstechnischen Anlagen bestätigen die Laborversuche.
- Höhere Sensitivität der «neuen» Stämme (YG).
 - Wenn TA98 eine Mutagenität anzeigte, gibt auch der Stamm YG1041 an. Die Stämme YG1041 und 1042 zeigten aber in zusätzlichen Proben eine mutagene Wirkung an.
- Mutagenität nach Ozonung wird durch Sandfilter abgebaut.
- Nitrit-Werte $>0.3\text{mgN/L}$ können einen Einfluss auf die Bildung von mutagenen Verbindungen haben. Die Datengrundlage ist allerdings noch zu gering.

Anpassungen der Dokumente? (Auswahl)



- Aqua & Gas-Artikel in Arbeit (voraussichtlich Februar 2026)
- Dokumente werden überarbeitet

Offene Fragen/Diskussion (Auswahl)



- Wie wird Ozondosierung geregelt?

→ 2 ARA mit UV-Absorbanz im Zulauf, 3 ARA mit UV-Absorbanz-Differenz, 1 ARA zulaufproportional

- Eignung Ozonungen für kleine ARA?

→ Ozonungen werden für kleine ARA als geeignet eingeschätzt

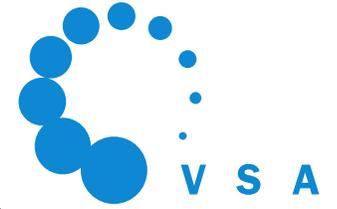
- ARA Patenschaften für Neubauprojekte?

→ Patenschaften zwischen planenden ARA und bereits betreibenden ARA zum direkten Austausch werden befürwortet

- Industrieinleiter

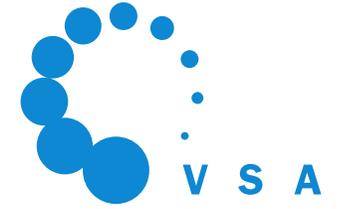
→ Es ist wichtig, über abwasserrelevante Prozesse und Industrien und etwaige Änderungen im Einzugsgebiet Bescheid zu wissen. Bei Baugesuchen sollten die ARA durch die Gemeinden informiert werden. Ein direkter Kontakt zu den relevanten Industriebetrieben und deren Sensibilisierung hilft ebenfalls.

Faktenblatt - Aktueller Stand Ozonung



Das Faktenblatt «Aktueller Stand Ozonung» wurde nach der letzten Besprechung ergänzt und diese Ergänzungen jetzt besprochen. Eine Aktualisierung des Faktenbalts ist in Arbeit.

Bei Fragen sind wir gern für euch da!



- Pascal Wunderlin: Leiter der Plattform
- Rebekka Gulde: Fokus Datenauswertung Bereich EMV auf ARA
- Simon Bitterwolf: Fokus Verfahrenstechnik EMV auf ARA
- Fabienne Eugster: Fokus Reduktion Stoffeinträge aus Industrie und Gewerbe