



InfoSTEP 2025

Teil 1: Revision des Gewässerschutzgesetztes und Messkampagne Breitbandwirkung auf ARA

Teil 2: Aktionsplan PFAS im Kanton Freiburg

Teil 3: Stickstoff in den ARA

Teil 4: ARA Neugut

Teil 5: Labor des AfU

Teil 6: Aktualitäten Gewässerschutz 2025



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,
Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung Wasser

Revision des Gewässerschutzgesetztes und Messkampagne Breitbandwirkung auf ARA

Sébastien Lehmann
Givisiez, 13.11.2025

Tagung InfoSTEP 2025 – Kanton Freiburg



Revision des Gewässerschutzgesetzes

Stand und Ausblick

Bundesgesetz
über den Schutz der Gewässer
(Gewässerschutzgesetz, GSchG)

814.20

vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. August 2025)

*Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft
gesetzte auf Artikel 76 Absätze 2 und 3 der Bundesverfassung^{1,2},
nach Einsicht in eine Befehl des Bundesrates vom 29. April 1987,
beschliesst:*

1. Titel: Allgemeine Bestimmungen

Art. 1 Zweck

Dieses Gesetz bewirkt, die Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen. Es dieser insbesondere:

- a. der Gewässer von Menschen, Tieren und Pflanzen;
- b. der Sicherstellung und kontinuierlichen Nutzung des Trink- und Brauchwassers;
- c. der Erhaltung natürlicher Lebensräume für die einheimische Tier- und Pflanzenwelt;
- d. der Erhaltung von Fischgewässern;
- e. der Erhaltung der Gewässer als Landschaftselemente;
- f. der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung;
- g. der Bebauung zur Erholung;
- h. der Sicherung der natürlichen Funktion des Wasserkreislaufs.

Art. 2 Geltungsbereich

Dieses Gesetz gilt für alle ober- und unterirdischen Gewässer.

Art. 3 Sorgfaltspflicht

Jedermann ist verpflichtet, alle nach den Umständen gebotene Sorgfalt einzuwenden, um nachteilige Einwirkungen auf die Gewässer zu vermeiden.

A5 1991 1860

¹ SR 1990

² Fassung gemäss Ziff. II 2 des BG vom 19. März 2010, in Kraft seit 1. Aug. 2010

³ BB 1997 II 166

1 / 34



Auftrag zur Stärkung des Gewässerschutzes aus dem Parlament

Motion 20.4261 - Reduktion
Stickstoffeinträge aus ARA

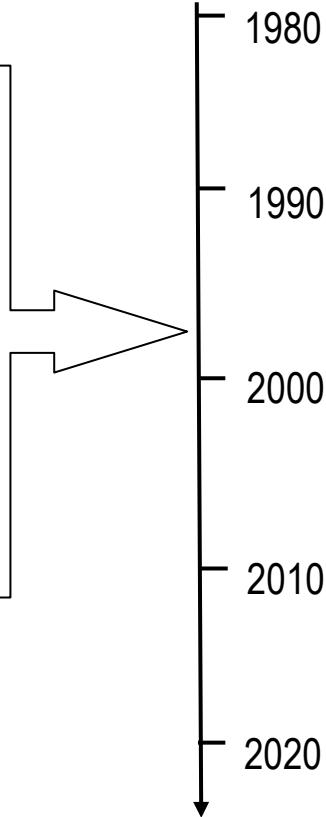
Motion 20.4262 - Reduktion
Mikroverunreinigungen aus ARA



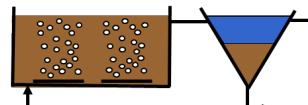
Was können ARA bezüglich Stickstoff?

Gesetzlichen Anforderungen

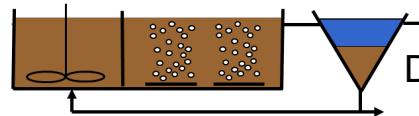
- $\text{NH}_4\text{-N} < 2 \text{ mg/l}$
(bei nachteiligen Auswirkungen auf Gewässer)
- $\text{NO}_2\text{-N} < 0.3 \text{ mg/l}$
(Richtwert)
- **N-Elimination**
keine quantifizierten Anforderungen



Technisch möglich



Nitrifikation

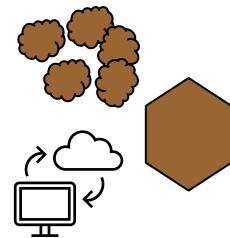


Denitrifikation

$\text{NH}_4\text{-N} < 2 \text{ mg/l}$
 $\text{NO}_2\text{-N} < 0.3 \text{ mg/l}$

N-Elimination ~80%
(siehe Deutschland und Österreich)

Neue Entwicklungen



- Granulierter Schlamm
- Faulwasserbehandlung
- Betriebsoptimierung / online-Messungen



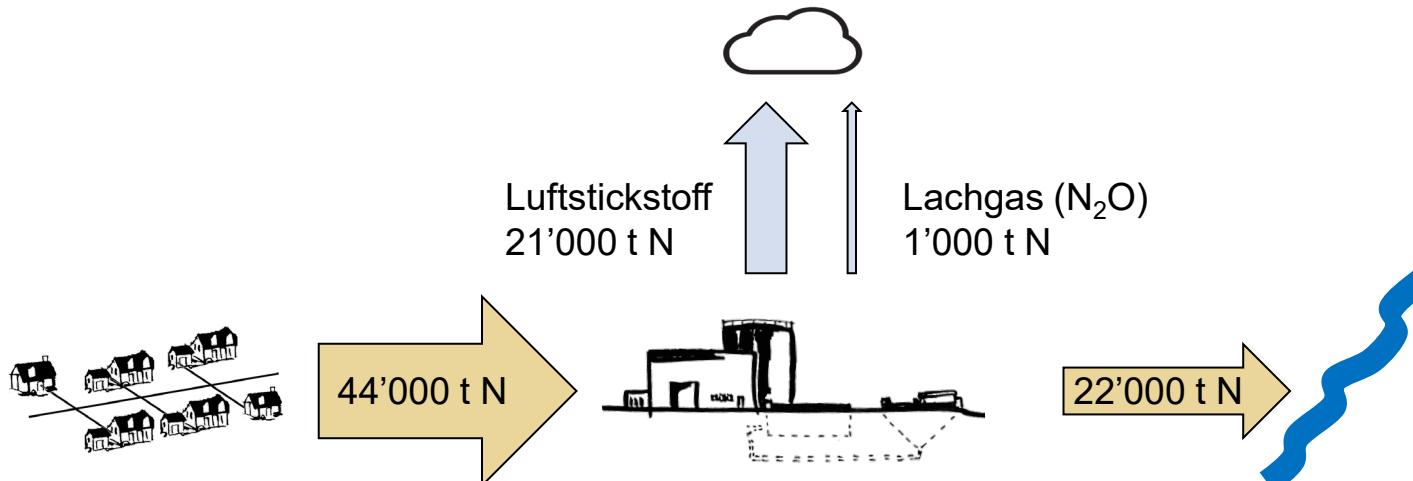
Stickstoffeinträge - Wo stehen wir heute?

Vollzugsdefizit

Einleitung Ammonium:
~80 ARA halten die gesetzl.
Anforderungen nicht ein

Technisch Mögliche nicht umgesetzt

40% ARA ohne Nitrifikation
Nitrit → > 50% ARA überschreiten Richtwert
Nitrat → ~ 50% Elimination





Was sind die Konsequenzen?

Unzureichende Nitrifikation

- Belastung der Gewässerlebewesen durch Ammonium und Nitrit (fischtoxisch)
- Führt zu Lachgasemissionen:
 - Treibhausgas: 265 x CO₂
 - Emissionen ARA: ~1 % der Treibhausgasemissionen der CH

Unzureichende Denitrifikation

- Überdüngung der Küstengewässer
- Einfluss auf das «Stickstoff / Phosphor» Verhältnis (N/P) in Seen:
 - neg. Einfluss aquatische Ökosystem
 - Blaualgenblüten (erhöhte Toxizität)



Auftrag zur Stärkung des Gewässerschutzes aus dem Parlament

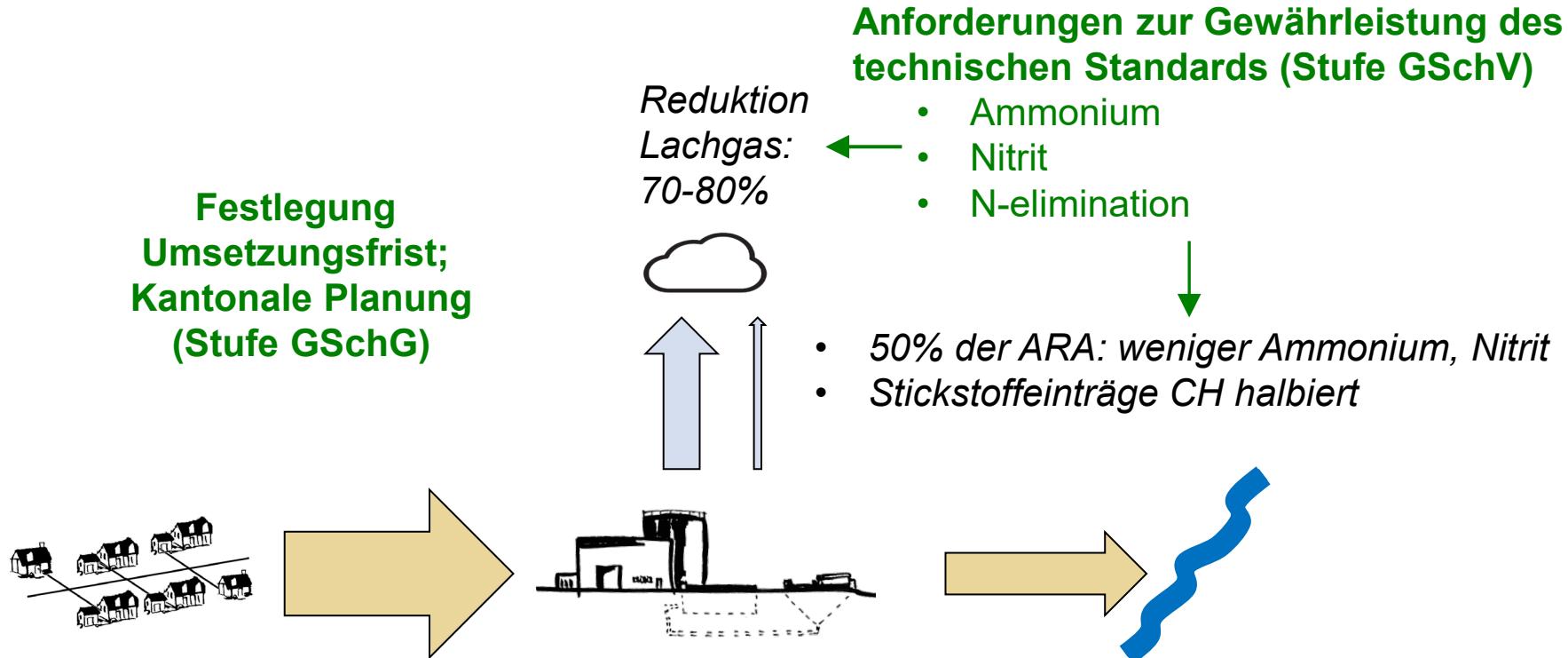
Motion 20.4261 - Reduktion **Stickstoffeinträge** aus ARA

«Der Bundesrat wird beauftragt, die Problematik der **Stickstoffeinträge** aus den Abwasserreinigungsanlagen (ARA) in die Gewässer **rasch anzugehen und Massnahmen zu deren Reduktion** zu treffen»

Motion 20.4262 - Reduktion **Mikroverunreinigungen** aus ARA



Stickstoffeinträge - Was wird neu?





Reduktion MV – Wo stehen wir heute?

Seit 2016 Ausbauprogramm* MV Elimination

- Bis 2040 ergreifen ca. 135 ARA Massnahmen (120 ausgebaut, 15 zusammengeschlossen)
- Bereits 37 ARA haben Massnahmen umgesetzt

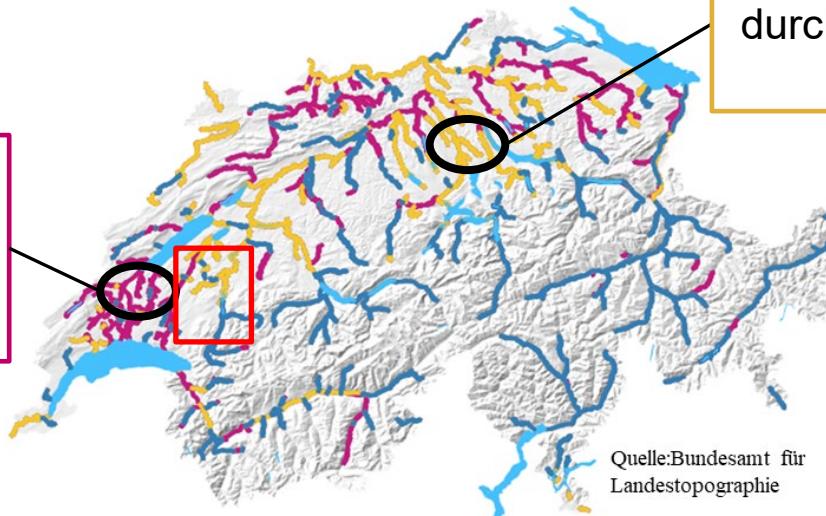
* Ausbau ausgewählte ARA bis 2040: Grosse ARA ($>80'000$ ang. Pers.), mittlere ARA ($>24'000$ ang. Pers.) im Einzugsgebiet von Seen und ARA ($>8'000$ ang. Pers.) an Gewässern mit einem hohen Anteil an gereinigtem Abwasser)



Grenzwerte teils weiterhin überschritten

- 5'000 km Fliessgewässer mit gereinigtem Abwasser
- 3'000 km Fliessgewässer mit Grenzwertüberschreitungen (>2% Abwasseranteil)

keine ausreichende Entlastung durch Ausbauprogramm 2016: 1'700 km



ausreichende Entlastung
durch Ausbauprogramm 2016:
1'300 km

Gulde et al. 2024



Auftrag zur Stärkung des Gewässerschutzes aus dem Parlament

Motion 20.4261 - Reduktion Stickstoffeinträge aus ARA

«Der Bundesrat wird beauftragt, die Problematik der **Stickstoffeinträge** aus den Abwasserreinigungsanlagen (ARA) in die Gewässer **rasch anzugehen** und **Massnahmen zu deren Reduktion** zu treffen»

Motion 20.4262 - Reduktion Mikroverunreinigungen aus ARA

«Der Bundesrat wird beauftragt, die Vorschriften über die Einleitung von Abwasser in die Gewässer der Gewässerschutzverordnung ... so anzupassen, dass **alle ARA**, deren Ausleitungen **Grenzwertüberschreitungen** zur Folge haben, **Massnahmen zur Elimination** von Mikroverunreinigungen umsetzen müssen.»

«Zur **Finanzierung dieser zusätzlichen Massnahmen** ... höchstmögliche **Abgabesatz** der Abwasserabgabe des Bundes soweit wie nötig **erhöht** und die Frist ... verlängert.»



Reduktion MV – Was wird neu?

Keine Grenzwertüberschreitungen mehr in Gewässern

- Anpassung Ausbaukriterien und –fristen
- Anpassung Abwasserabgabe
- Einführung kantonaler Planung



GSchG und GSchV – Wo wird was geregelt?

Gesetz

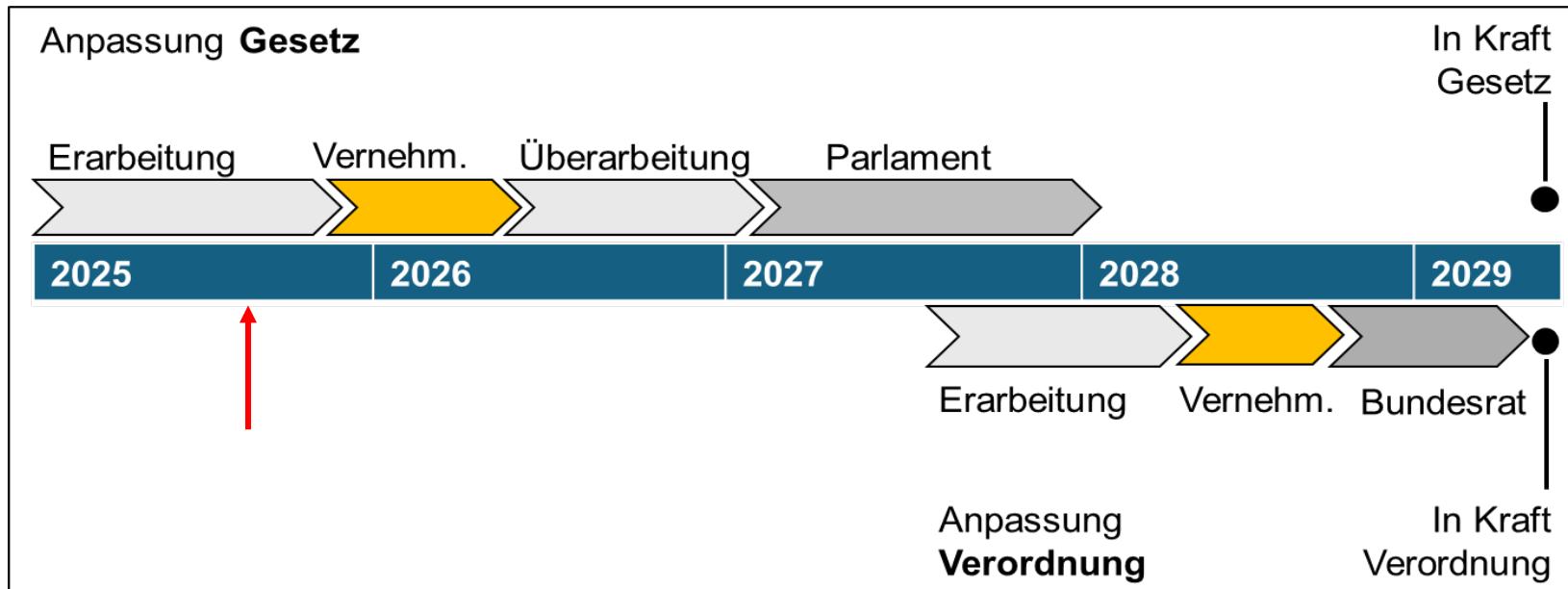
- Finanzierung
- Fristen
- kantonale Planungs- und Berichterstattungspflicht

Verordnung

- Technische Anforderungen (Grenzwerte)



Zeitplan





Fazit

- **Wichtiger Schritt für den Gewässerschutz**
- Grosse Herausforderungen, aber auch eine Chance an der **Gestaltung** und **Umsetzung** der zukünftigen Abwasserentsorgung mitzuwirken.
- **Mithilfe aller ist nötig**, um dieses Generationenprojekt zu realisieren!



Messkampagne zur Breitbandwirkung der zusätzlichen Reinigungsstufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen auf ARA (2025-2027)

BAFU, Eawag, VSA



Fast 10 Jahre nach Einführung des ARA Ausbauprogramms: Erfolgskontrolle

Prüfbericht Eidgenössische
Finanzverwaltung:

Empfehlung zur Prüfung der Wirkung des
Ausbauprogramms im Gewässer

EIDGENÖSSISCHE FINANZCONTROLE
CONTRÔLE FÉDÉRAL DES FINANCES
CONTROLLO FEDERALE DELLE FINANZE
SWISS FEDERAL AUDIT OFFICE



Umsetzung der Massnahmen zur
Reduktion der
Mikroverunreinigungen im
Abwasser

Bundesamt für Umwelt

EFK-18/261 | inkl. Stellungnahmen | 8. Januar 2019 | FinDel D1/2019

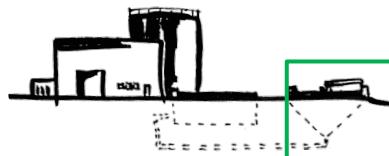


Konzept Erfolgskontrolle ARA Ausbau

Erfolgskontrolle

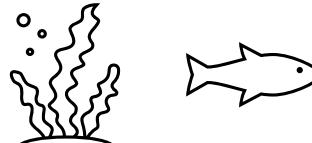
Umsetzungskontrolle

- ARA Ausbau korrekt umgesetzt



Wirkungskontrolle

- Positive Auswirkung des ARA Ausbaus auf die Gewässer



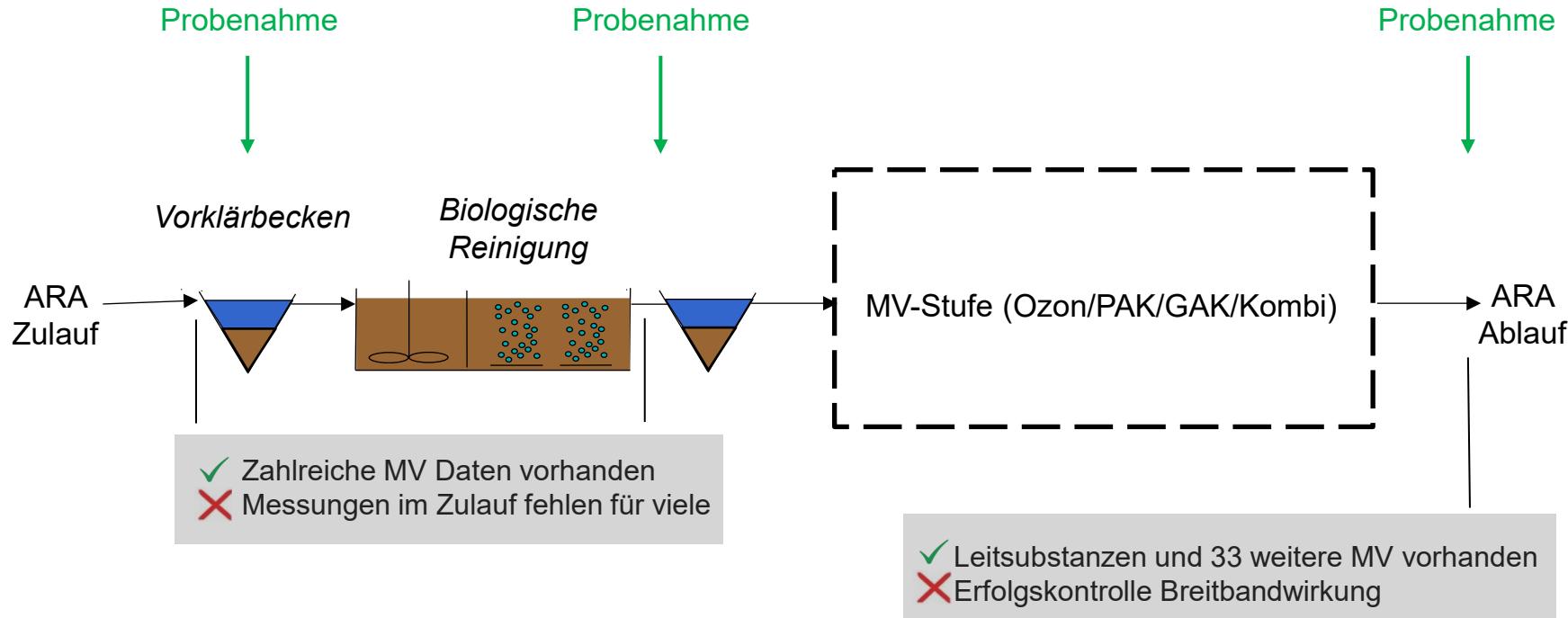


Ziele der Messkampagne

- 1. Breitbandwirkung der Schweizer MV-Stufen aufzeigen**
 - Messung der Elimination einer breiten Palette von MV im Vollmassstab
 - Vergleich der Reinigungsverfahren
- 2. Frachtreduktion im Gewässer durch MV-Stufen**
 - Erreicht der ARA-Ausbau das IKSР-Reduktionsziel von 30% für die MV im häuslichen Abwasser?
 - Gibt es MV, die zusätzliche Reduktionsmassnahmen erfordern?
- 3. Eliminationsleistung von (potenziell) ökotoxischen MV ermitteln**
 - Wie stark reduzieren MV-Stufen das ökotoxikologische Risiko im Gewässer?



Vorhandene Daten und Lücken





Konzept Messkampagne

Verfahrenstechnik		Kläranlage	Beprobungsschema	
			Grund- programm	PFAS Option
Ozonung	Ozonung	Werdhölzli	X	
	Ozonung	Bassersdorf	X	
	Ozonung	Birsig	X	X
PAK	Dosierung vor Sandfilter	Schönau	X	
	Ulmer Verfahren	Thunersee	X	
	Dosierung in Biologie	Wetzikon	X	X
GAK	Filter	Moos	X	X
	Schwebebett	Delémont	X	X
Kombiverfahren	Ozonung und GAK	Altenrhein	X	X
	Ozonung und GAK	Uhldingen (D)	X	X
Anzahl Kläranlagen			10	6
Probenahmepunkte pro Kläranlage			3	3
Probenamezeitpunkte pro Kläranlage			2	2
Probenanzahl total			60	36

→ über 500 MV messtechnisch erfassbar



Fazit

- Ein Konzept zur Prüfung der Erfolgskontrolle des ARA-Ausbaus wurde erarbeitet
- Die Erfolgskontrolle setzt sich aus Umsetzungskontrolle und Wirkungskontrolle zusammen
- In den folgenden zwei Jahren werden ein Grossteil der Daten analysiert
- Die Resultate werden voraussichtlich Mitte 2027 im *Aqua & Gas* publiziert
- Wo die Kantone betroffen sind, ist der Teil in die kantonale Planung integriert, der Rest ist bei den VSA Plattformen und dem BAFU angesiedelt



Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Aktionsplan PFAS im Kanton Freiburg: Welcher Beitrag vonseiten der ARA?

Tony Merle und Aline Verlhac

Tagung InfoSTEP

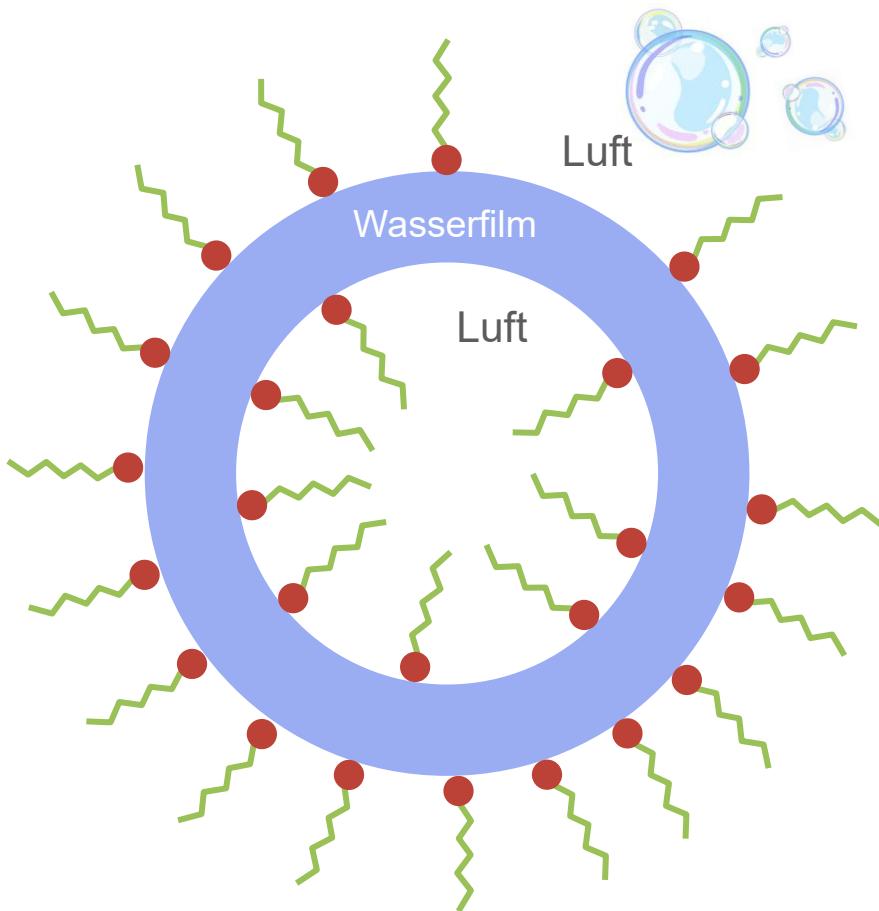
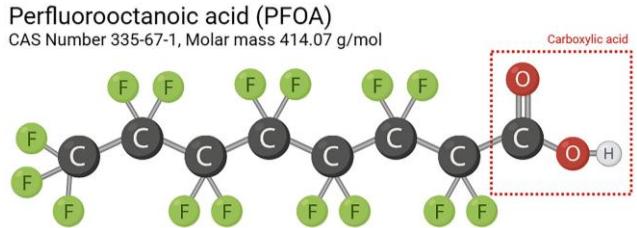
13.11.2025



,

Sehr interessante grenzflächenaktive Eigenschaften

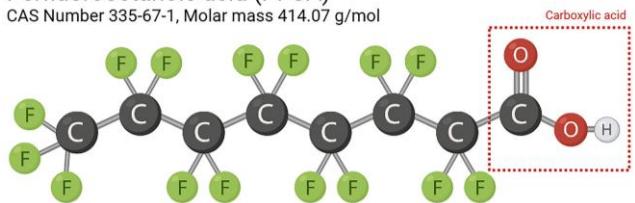
Per- and PolyFluoroAlkyles Substances (PFAS)



,

Hohe Hitzebeständigkeit

Perfluorooctanoic acid (PFOA)
CAS Number 335-67-1, Molar mass 414.07 g/mol



,

Vielfältige Anwendungen





Aktionsplan PFAS des Kantons Freiburg

ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Leichte Sprache

Kontakt

Alle Leistungen

Sprache
 Deutsch

fr.ch

Themen und Leistungen ▾

Staatliche Aktivitäten ▾

Home > Direktion für Raumentwicklung, Infrastruktur, Mobilität und Umwelt > Amt für Umwelt > News

Ein Aktionsplan für weniger PFAS in der Umwelt

Medienmitteilung

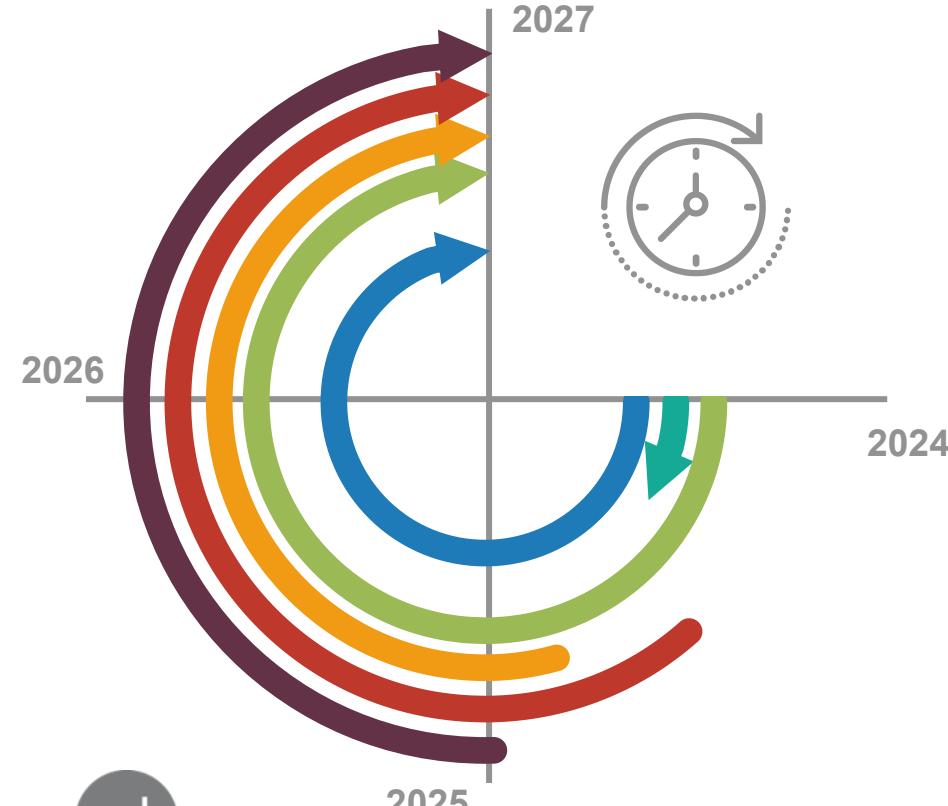
Das Amt für Umwelt hat eine erste Kampagne zur Messung der PFAS-Konzentrationen im Grundwasser in Verbindung mit belasteten Standorten durchgeführt. Die Ergebnisse bestätigen die Notwendigkeit eines Aktionsplans, um ihre Verbreitung in der Umwelt zu begrenzen.

Veröffentlicht am 15. September 2023 - 11h11



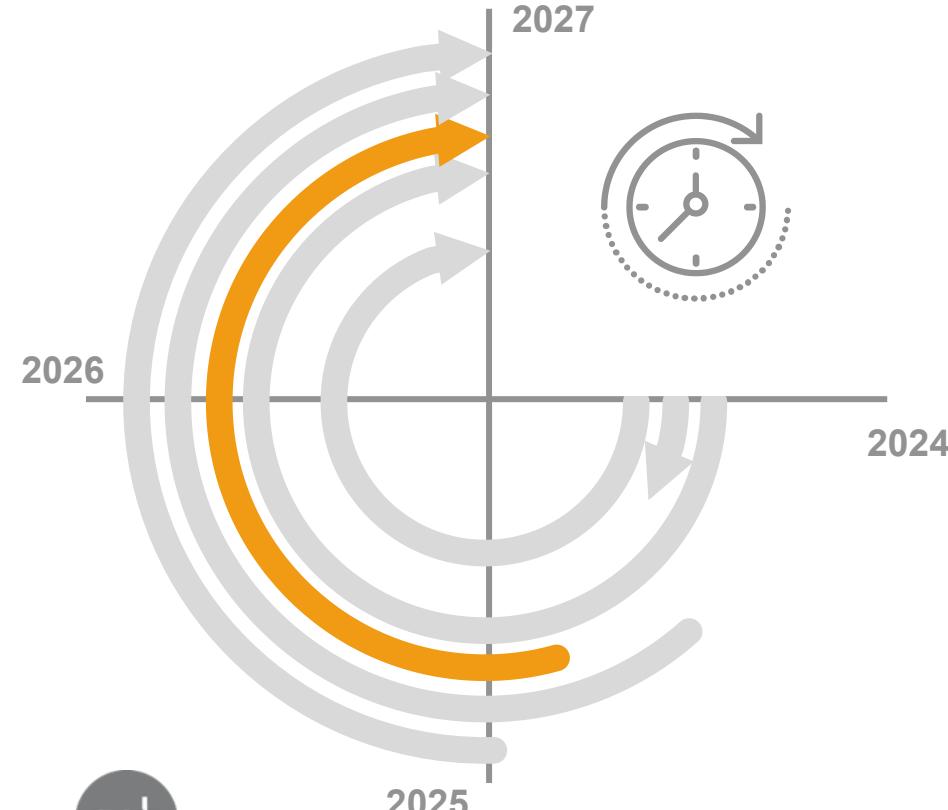
<https://www.fr.ch/de/rimu/afu/news/ein-aktionsplan-fuer-weniger-pfas-in-der-umwelt>

Aktionsplan PFAS des Kantons Freiburg



- 1 ÖFFENTLICHE FASSUNGEN,
GEWÄSSERSCHUTZBEREICH Au UND
ÖFFENTLICHE GRUNDWASSERLEITER**
- 2 KEHRICHTVERBRENNUNGSANLAGEN**
- 3 10 WICHTIGSTE FASSUNGEN DES KANTONS**
- 4 ARA UND VORFLUTER**
- 5 INVENTAR DER ÜBUNGSPLÄTZE FEUERWEHR**
- 6 INVENTAR ANDERER MASSGEBENDEN
AKTIVITÄTEN UND NEUER STANDORTE**

Aktionsplan PFAS des Kantons Freiburg



- 1 ÖFFENTLICHE FASSUNGEN,
GEWÄSSERSCHUTZBEREICH Au UND
ÖFFENTLICHE GRUNDWASSERLEITER
- 2 KEHRICHTVERBRENNUNGSANLAGEN
- 3 10 WICHTIGSTE FASSUNGEN DES KANTONS
- 4 ARA UND VORFLUTER**
- 5 INVENTAR DER ÜBUNGSPLATZFEUERWEHR
- 6 INVENTAR ANDERER MASSGEBENDEN
AKTIVITÄTEN UND NEUER STANDORTE

,

Eine Studie in zwei Schritten



DIAGNOSTIK UND PLANUNG
NOVEMBER 2024 – JUNI 2025

PROBENAHMEN, ANALYSEN UND ERGEBNISSE
JULI 2025 – DEZEMBER 2025



,

Eine Studie in zwei Schritten



DIAGNOSTIK UND PLANUNG

NOVEMBER 2024 – JUNI 2025

PROBENAHMEN, ANALYSEN UND ERGEBNISSE

JULI 2025 – DEZEMBER 2025



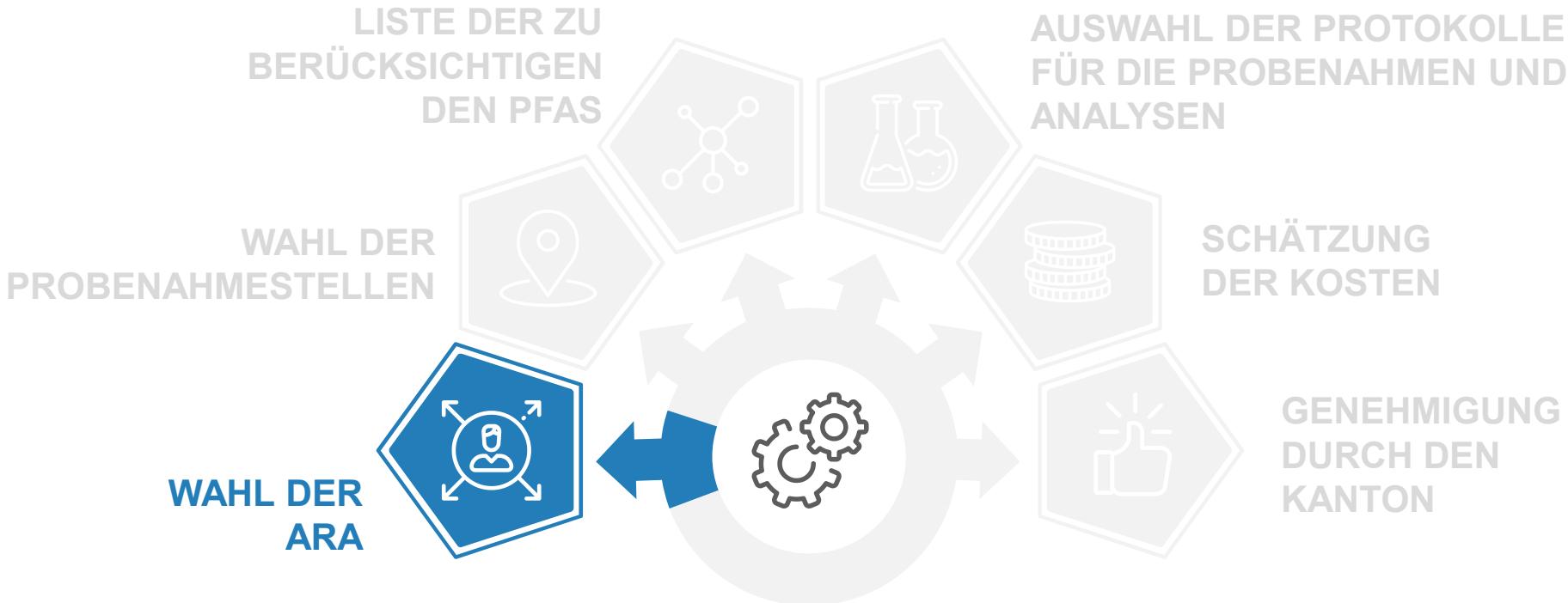
,

Ablauf des 1. Schritts



,

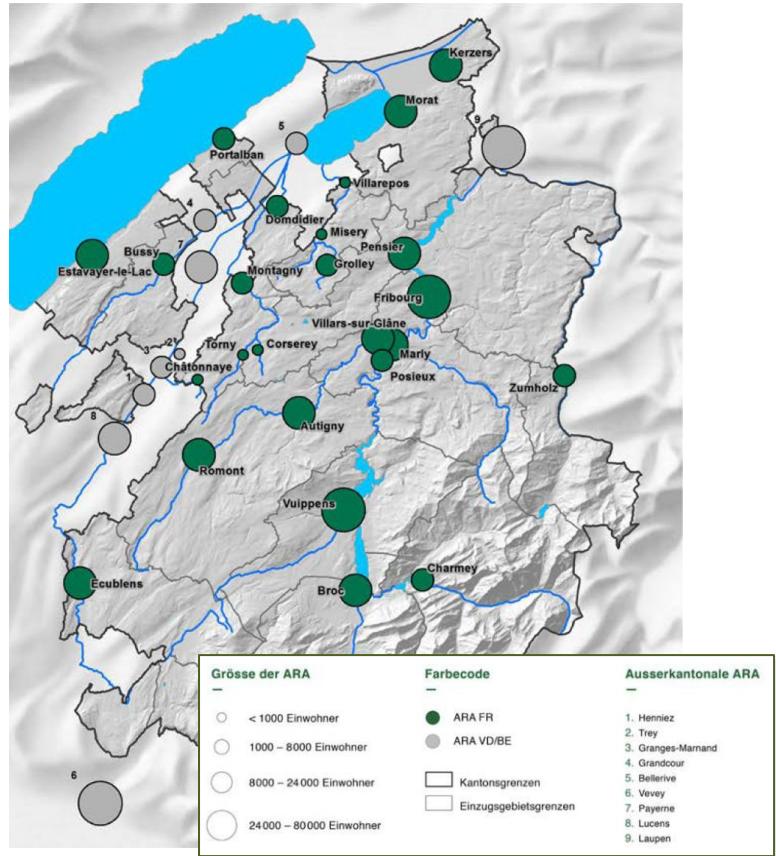
Ablauf des 1. Schritts





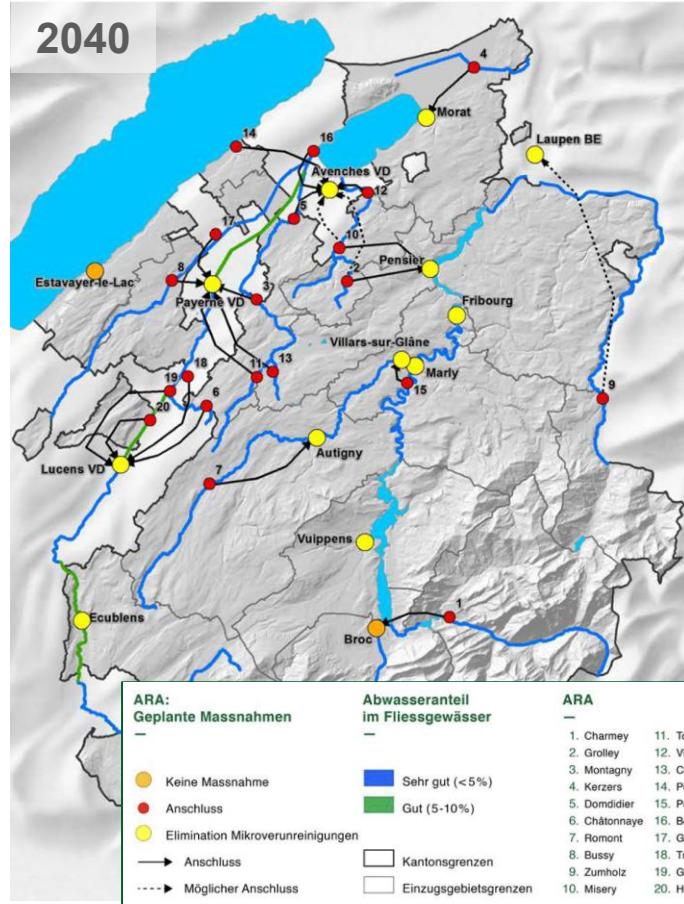
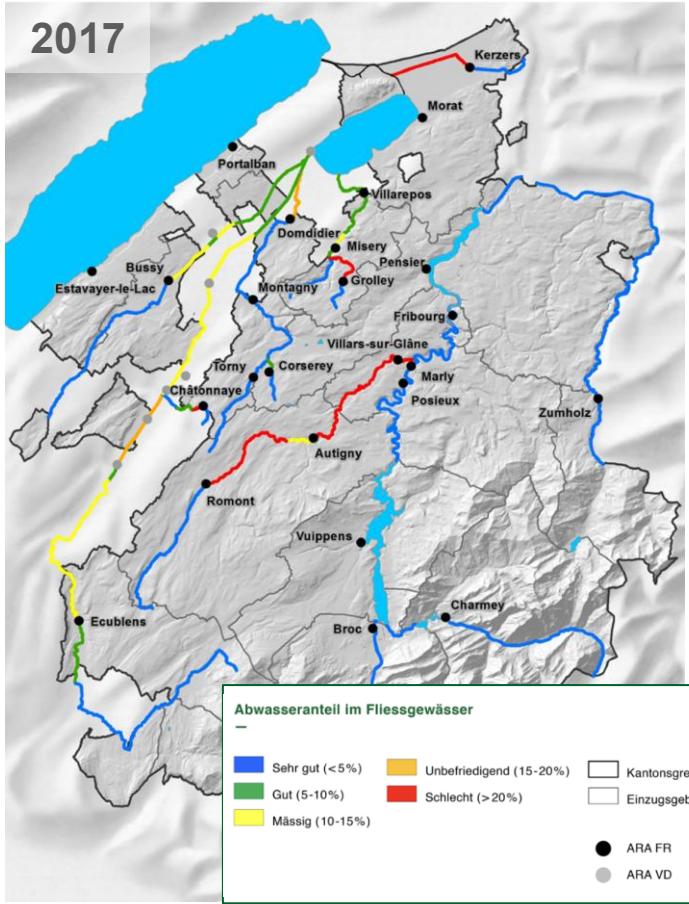
Die ARA des Kantons Freiburg

25 Abwasserreinigungsanlagen
im Kanton Freiburg



,

Situation Freiburger ARA





Wahl der ARA

Analysen Ein-/Auslauf ARA – 12 ARA

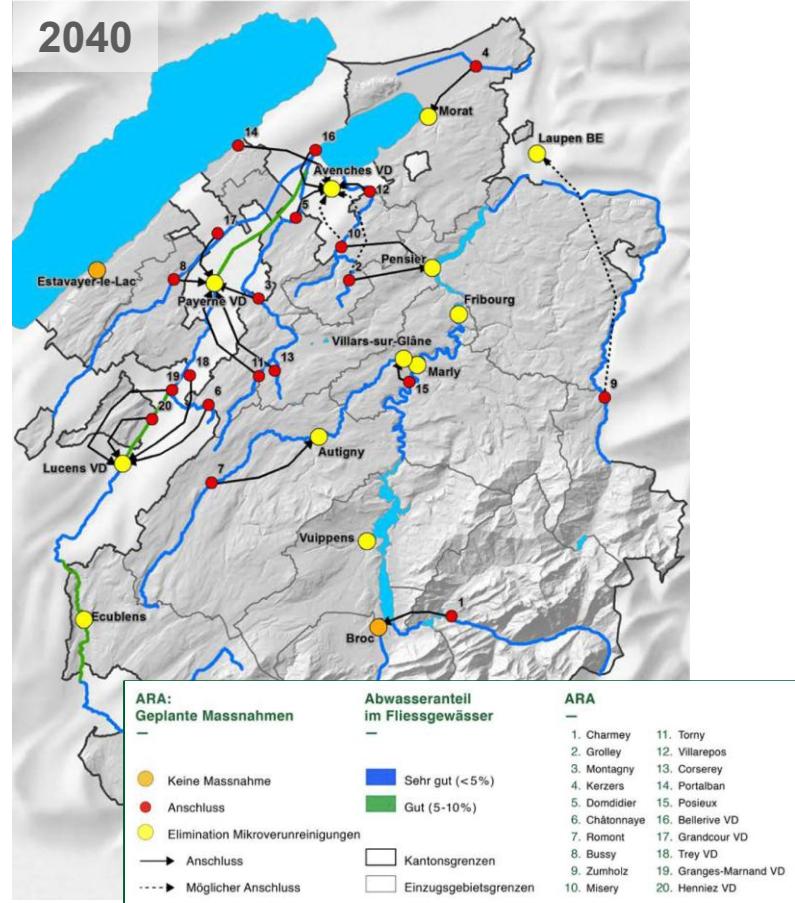
- 11 ARA übrig nach Regionalisierungsprojekten
- ARA Bussy, da Verdacht auf Feuerwehrübungen in der Nähe

Analysen der Gewässer ober-/unterhalb ARA – 8 ARA

- ARA die kein Abwasser in einen See einleiten

Analysen der Schlämme – 24 ARA

- Alle ARA ausser ARA Corserey





Wahl der ARA

Analysen Ein-/Auslauf ARA – 12 ARA

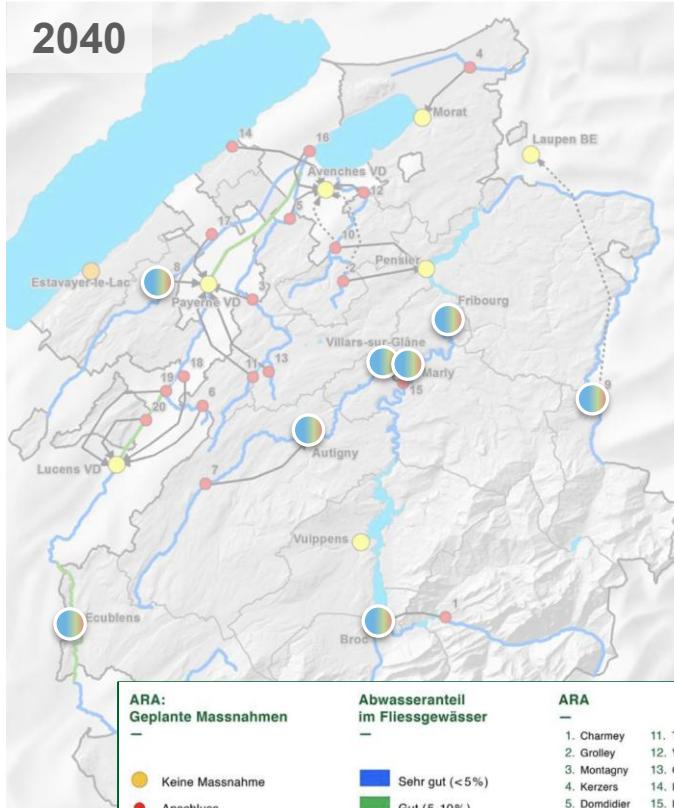
- 11 ARA übrig nach Regionalisierungsprojekten
- ARA Bussy, da Verdacht auf Feuerwehrübungen in der Nähe

Analysen der Gewässer ober-/unterhalb ARA – 8 ARA

- ARA die kein Abwasser in einen See einleiten

Analysen der Schlämme – 24 ARA

- Alle ARA ausser ARA Corserey





Wahl der ARA

Analysen Ein-/Auslauf ARA – 12 ARA

- 11 ARA übrig nach Regionalisierungsprojekten
- ARA Bussy, da Verdacht auf Feuerwehrübungen in der Nähe

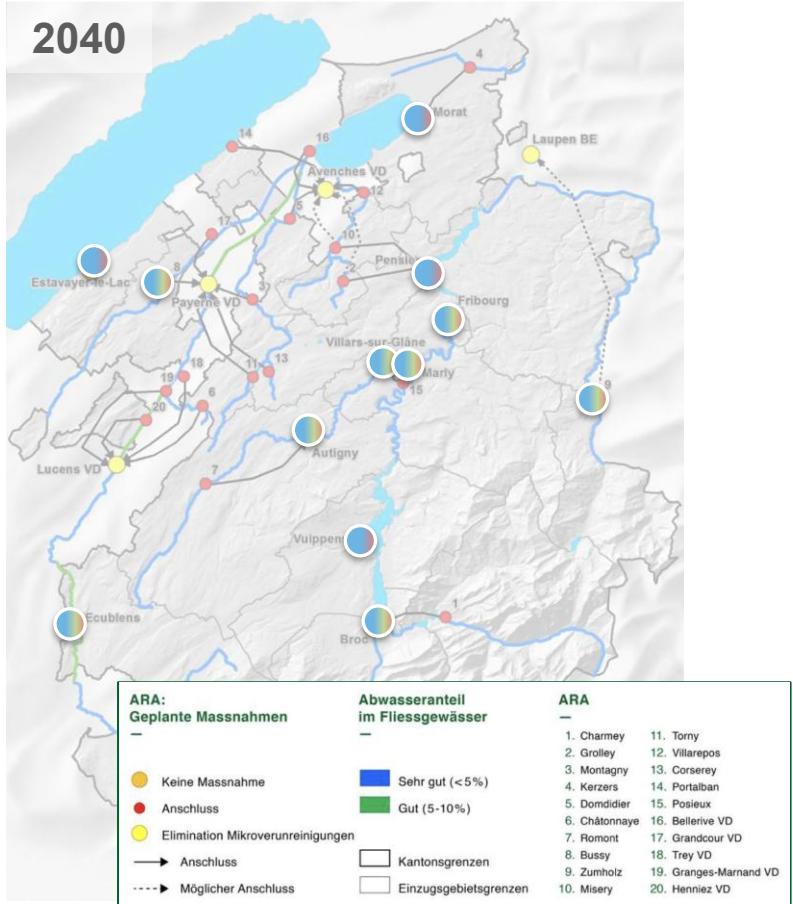
Analysen der Gewässer ober-/unterhalb ARA – 8 ARA

- ARA die kein Abwasser in einen See einleiten

Analysen der Schlämme – 24 ARA

- Alle ARA ausser ARA Corserey

- Analysen Abwasser ARA + Fliessgewässer + Schlämme
- Analysen Abwasser ARA + Schlämme





Wahl der ARA

Analysen Ein-/Auslauf ARA – 12 ARA

- 11 ARA übrig nach Regionalisierungsprojekten
- ARA Bussy, da Verdacht auf Feuerwehrübungen in der Nähe

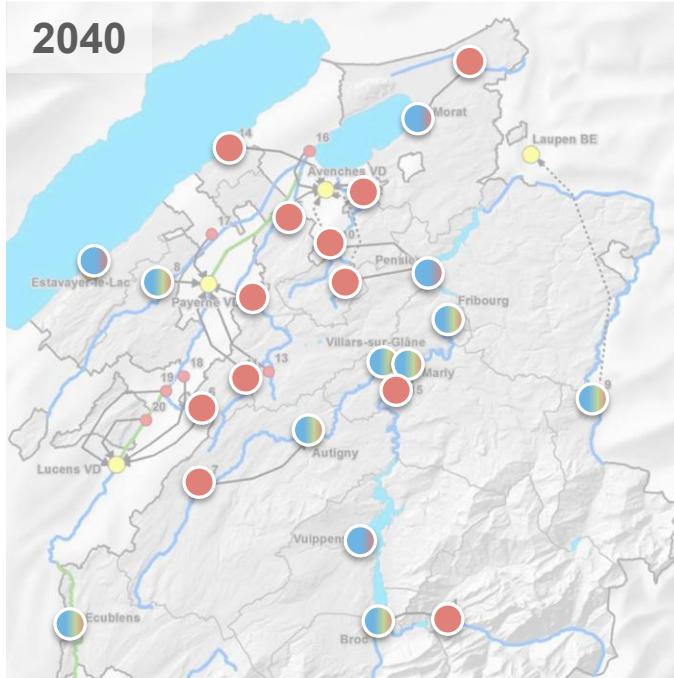
Analysen der Gewässer ober-/unterhalb ARA – 8 ARA

- ARA die kein Abwasser in einen See einleiten

Analysen der Schlämme – 24 ARA

- Alle ARA ausser ARA Corserey

- Analysen Abwasser ARA + Fliessgewässer + Schlämme
- Analysen Abwasser ARA + Schlämme
- Analysen Schlämme



ARA: Geplante Massnahmen	Abwasseranteil im Fliessgewässer	ARA
Keine Massnahme	Sehr gut (<5%)	1. Charmey 11. Torny
Anschluss	Gut (5-10%)	2. Grolley 12. Villarepos
Elimination Mikroverunreinigungen		3. Montagny 4. Kerzers 13. Corserey 14. Portalban 5. Domdidier 15. Posieux 6. Châtonnaye 16. Bellerive VD 7. Romont 17. Grandcour VD 8. Bussy 18. Trey VD 9. Zumholz 19. Granges-Marnand VD 10. Misery 20. Henniez VD
→ Anschluss	Kantongrenzen	
----> Möglicher Anschluss	Einzugsgebietsgrenzen	



,

ARA nach Einzugsgebiet

#	ARA	Anzahl EW	Einzugsgebiet
1	Freiburg	187'500	Saane
2	Estavayer (ERES)	88'750	Neuenburgersee
3	Villars-sur-Glâne	47'500	Saane
4	Vuippens	80'000	Greyerzersee
5	Pensier	37'500	Sonnaz-Crausaz
6	Murten (Seeland Süd)	33'500	Murtensee
7	Marly	34'000	Ärgera
8	Broc	27'500	Obere Saane
9	Ecublens (VOG)	42'500	Obere Broye
10	Autigny	13'000	Glâne-Neirigue
11	Zumholz	13'750	Obere Sense
12	Bussy	4'700	Broye



,

Ablauf des 1. Schritts





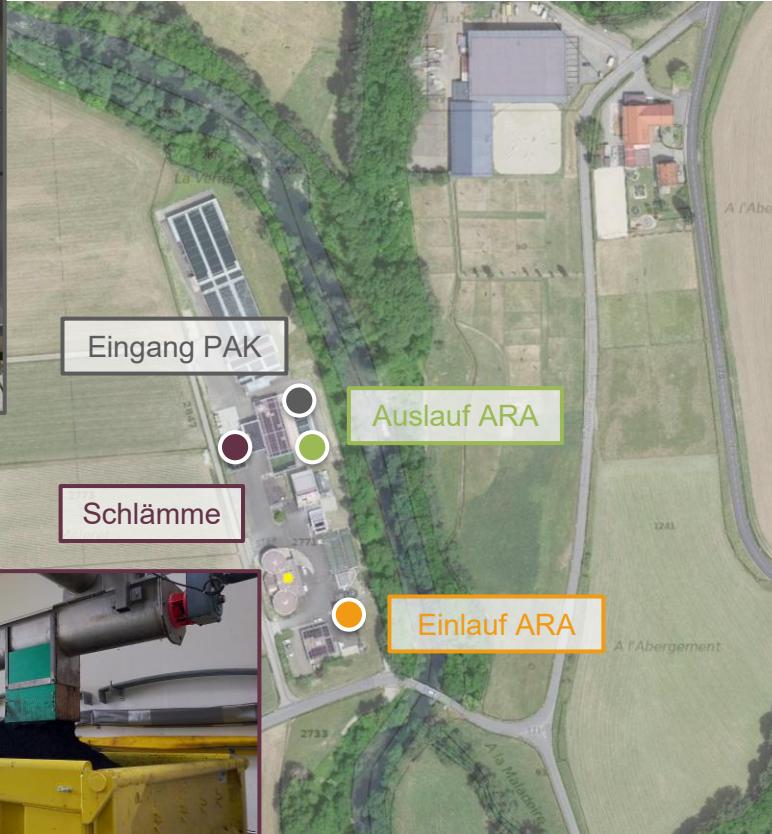
Besuch der ARA | Kontakte und Ablauf

#	ARA	Datum des Besuchs
1	Freiburg	09.12.2024
2	Estavayer (ERES)	13.12.2024
3	Villars-sur-Glâne	02.12.2024
4	Vuippens	02.12.2024
5	Pensier	05.12.2024
6	Murten (Seeland Süd)	16.12.2024
7	Marly	05.12.2024
8	Broc	12.12.2024
9	Ecublens (VOG)	29.11.2024 (Beginn)
10	Autigny	03.12.2024
11	Zumholz	16.12.2024
12	Bussy	19.12.2024 (Ende)



,

Beispiel des VOG | Probenahmen ARA



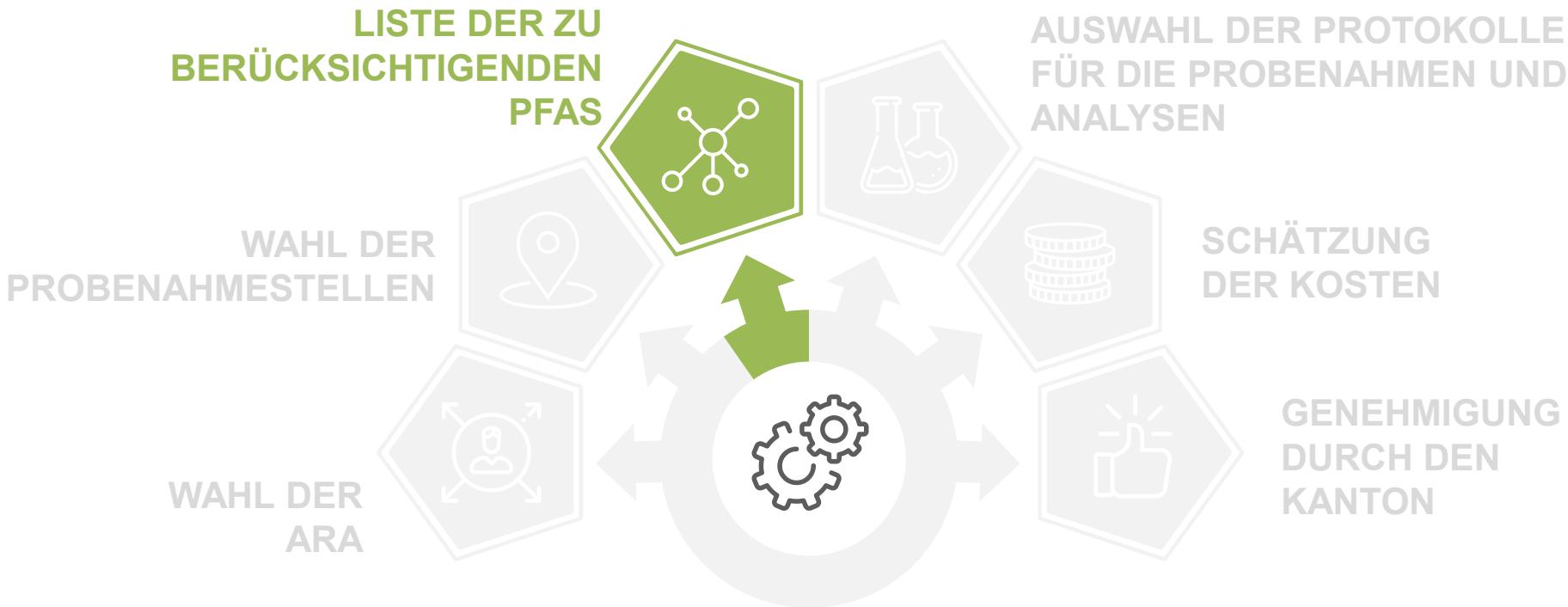
,

Beispiel des VOG | Probenahmen Fliessgewässer



,

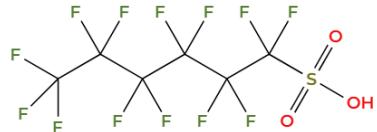
Ablauf des 1. Schritts



,

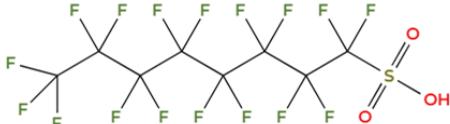
«ursprüngliche» PFAS

PFHxS
[C6]



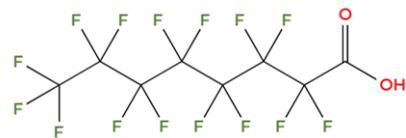
In der Schweiz seit 2022 verboten

PFOS
[C8]



In der Schweiz seit 2011 verboten

PFOA
[C8]



In der Schweiz seit 2021 verboten
(auch wenn Ausnahme seit 2022)

PFNA
[C9]



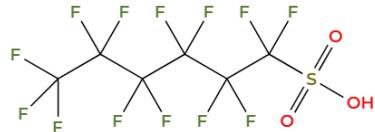
In der Schweiz seit 2022 verboten



,

«ursprüngliche» PFAS, aber nicht nur...

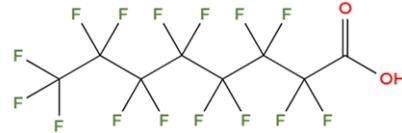
PFHxS
[C6]



PFOS
[C8]



PFOA
[C8]



PFNA
[C9]



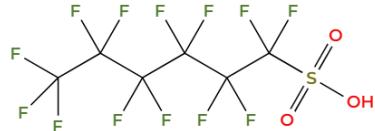
Je nach Literatur **4700, 10'000, 12'000...**
verschiedene Substanzen identifiziert



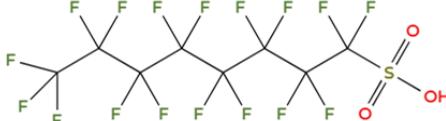
,

Der grosse Austausch der 2000er-Jahre

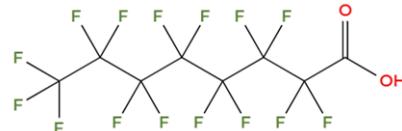
PFHxS
[C6]



PFOS
[C8]



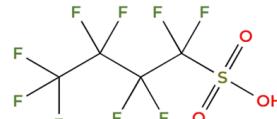
PFOA
[C8]



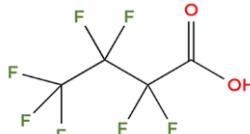
PFNA
[C9]



PFBS
[C4]



PFBA
[C4]



6:2 FTS
[C8]

Neue PFAS, die in der Umwelt und im menschlichen Körper mobiler sind und daher potenziell weniger toxisch sind

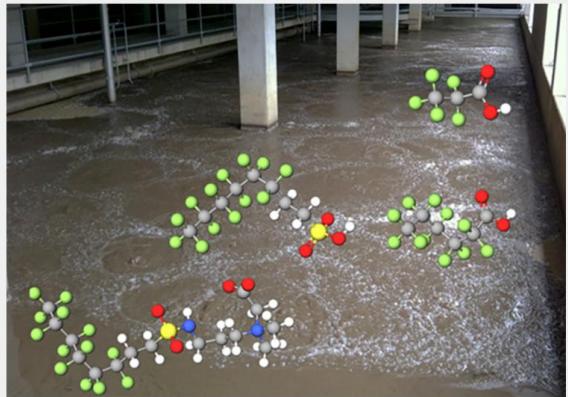


,

Liste der analysierten PFAS



Occurrence of PFASs in Swiss Wastewater Treatment Plants



Project team



Dr. Steven Chow
Scientist
Tel. +41 58 765 5665
[✉ Send Mail](#)



Prof. Dr. Juliane Hollender
Senior scientist / Group leader
Tel. +41 58 765 5493
[✉ Send Mail](#)



Dr. Christa McArdell
Senior scientist / group leader
Tel. +41 58 765 5483
[✉ Send Mail](#)

Auswahl von **21 PFAS** aus den 44 PFAS, die in der Eawag-Studie analysiert wurden

Famille	PFAS	
PFCA	PFBA	Perfluorobutanoic acid
	PFPeA	Perfluoropentanoic acid
	PFHxA	Perfluorohexanoic acid
	PFHpA	Perfluoroheptanoic acid
	PFOA	Perfluorooctanoic acid
	PFNA	Perfluorononanoic acid
	PFDA	Perfluorodecanoic acid
	PFUdA	Perfluoroundecanoic acid
	PFDoA	Perfluorododecanoic acid
	PFTreA	Perfluorotetradecanoic acid
PFSA	PFBS	Perfluorobutanesulfonic acid
	PPPeS	Perfluoropentanesulfonic acid
	PFHxS	Perfluorohexanesulfonic acid
	PFOS	Perfluorooctanesulfonic acid
FASA	FBSA	Perfluorobutanesulfonamide
	FHxSA	Perfluorohexanesulfonamide
FTS	6:2 FTS	6:2 Fluorotelomersulfonic acid
	8:2 FTS	8:2 Fluorotelomer sulfonic acid
FTCA	5:3 FTCA	5:3 Fluorotelomer carboxylic acid
	6:2 FTCA	6:2 Fluorotelomer carboxylic acid
FTAB	6:2 FTAB	6:2 Fluorotelomer sulfonamide betaine (Capstone B)



,

Ablauf des 1. Schritts



„Validierung der Probenahmeweisungen“



Automatische
Probennehmer ohne
Modifikation



Probenflaschen ausschliesslich
aus Kunststoff
(PFAS-Adsorption auf Glas)



Probenahme an 7
aufeinanderfolgenden Tagen bei
trockenem Wetter
(mindestens 5 Tage)

,

Wahl des Labors



Wahl eines Labors, das ähnliche Analysen wie die eawag durchführt

Entwicklung von spezifischen Analysemethoden für unsere Studie



,

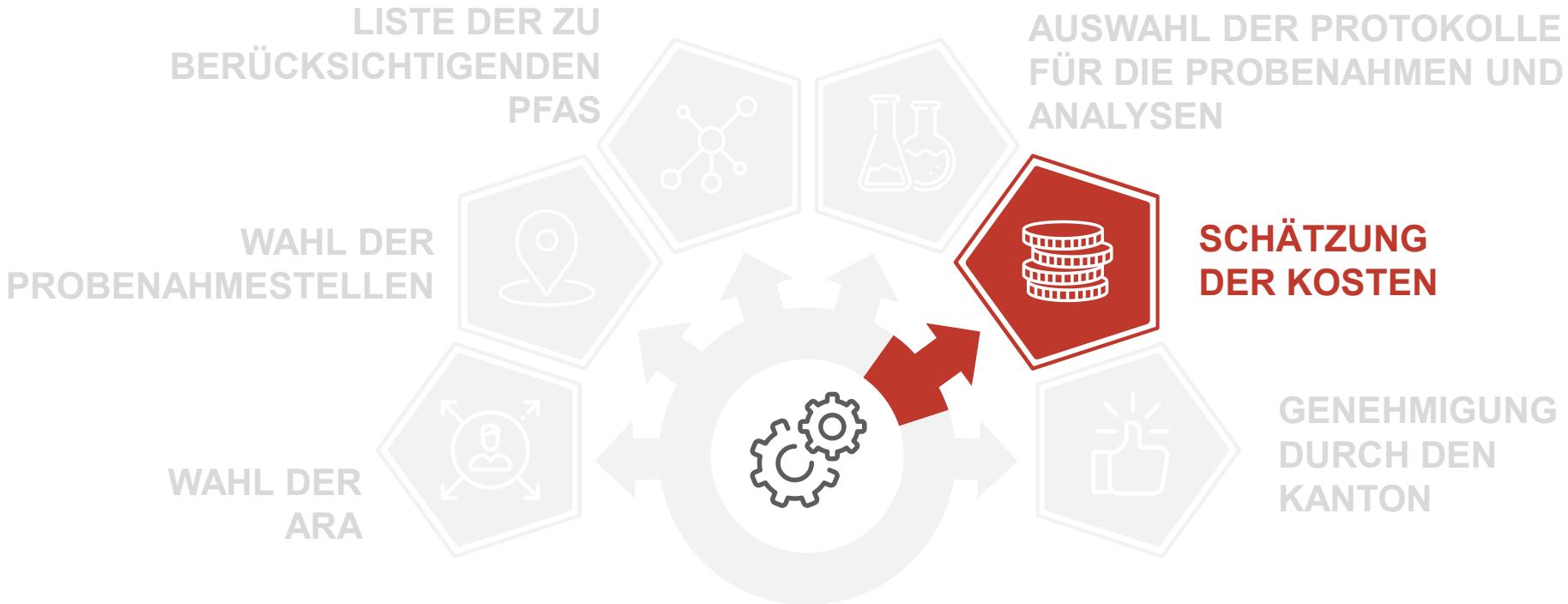
Testkampagne an der ARA des VOG



Durchführung einer Testkampagne zur Validierung der Organisation zwischen den ARA, dem Labor und RWB sowie zur Prüfung der Genauigkeit der Analysen

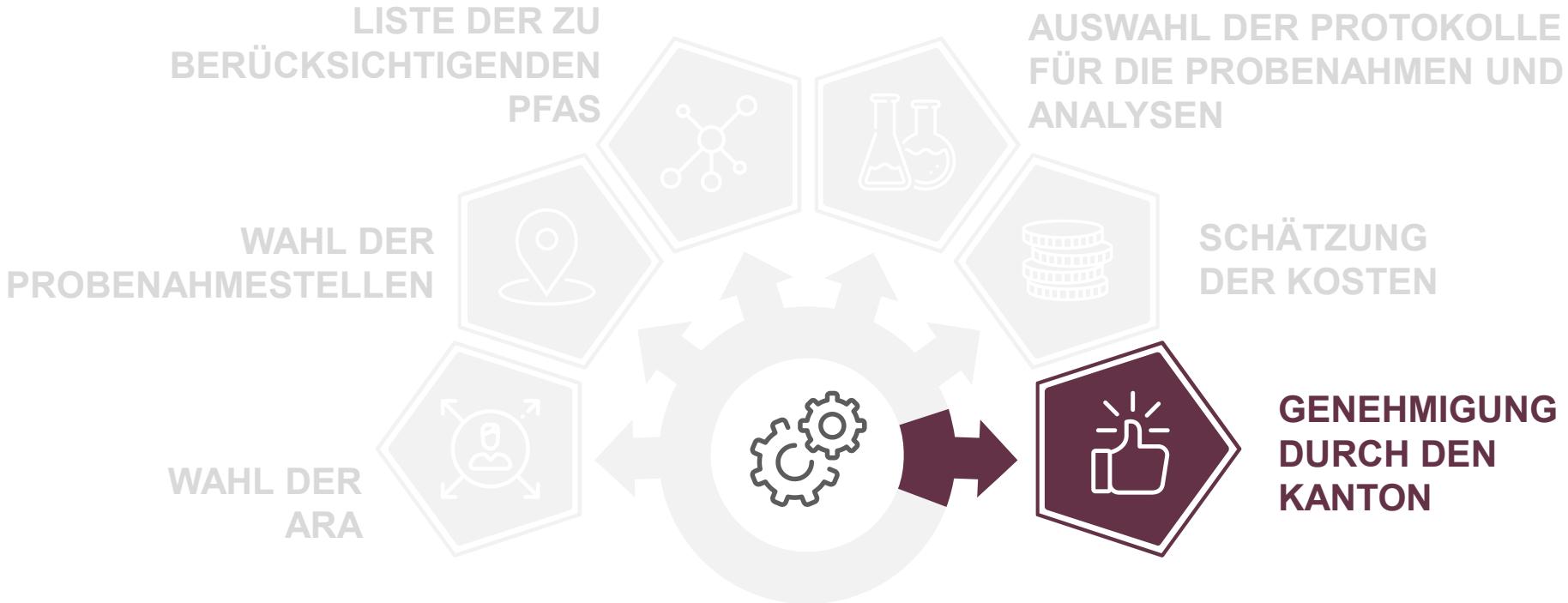
,

Ablauf des 1. Schritts



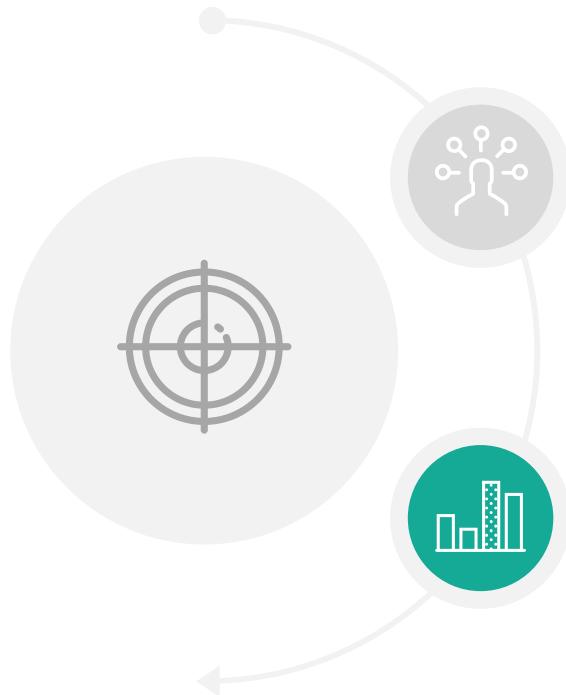
,

Ablauf des 1. Schritts



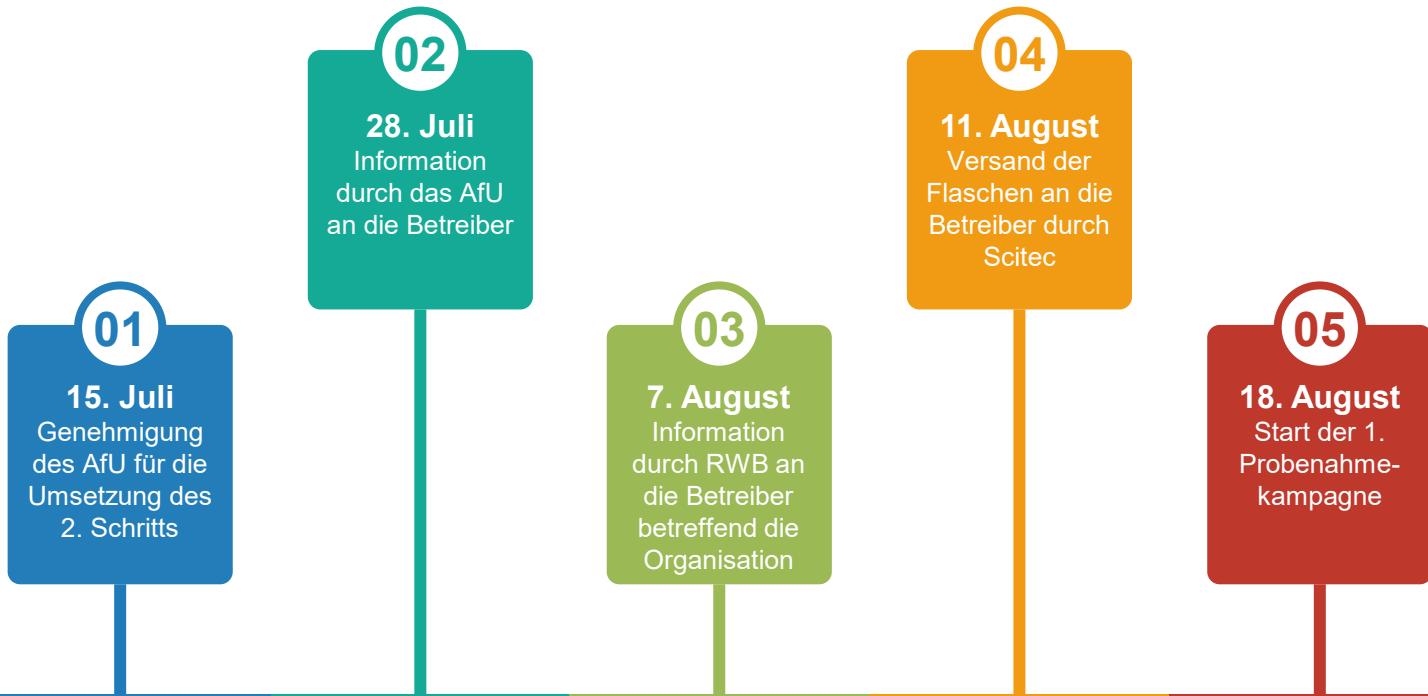
,

Eine Studie in zwei Schritten



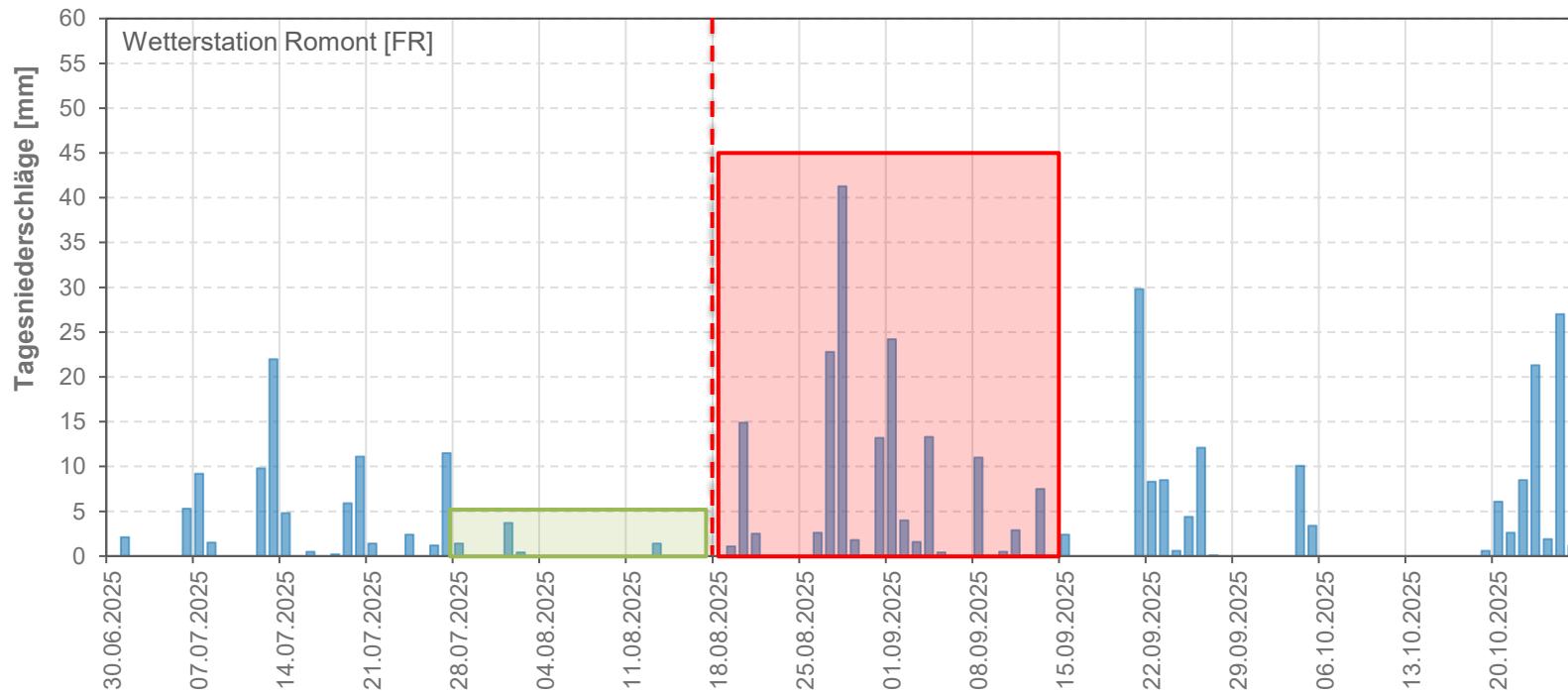


Umsetzung des 2. Schritts



,

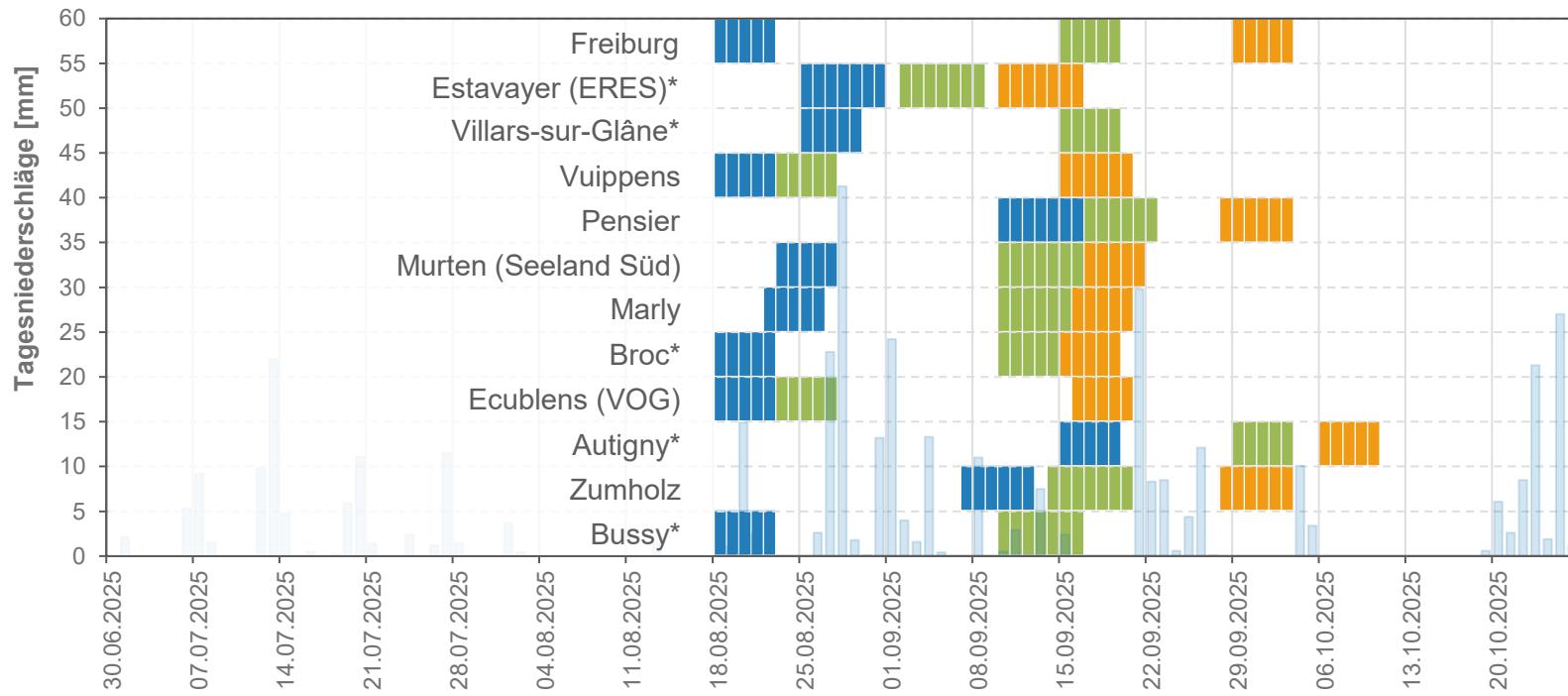
Niederschlag Juli-Oktober 2025 in Romont [FR]





Probenahmekampagne

Kampagne #1
Kampagne #2
Kampagne #3

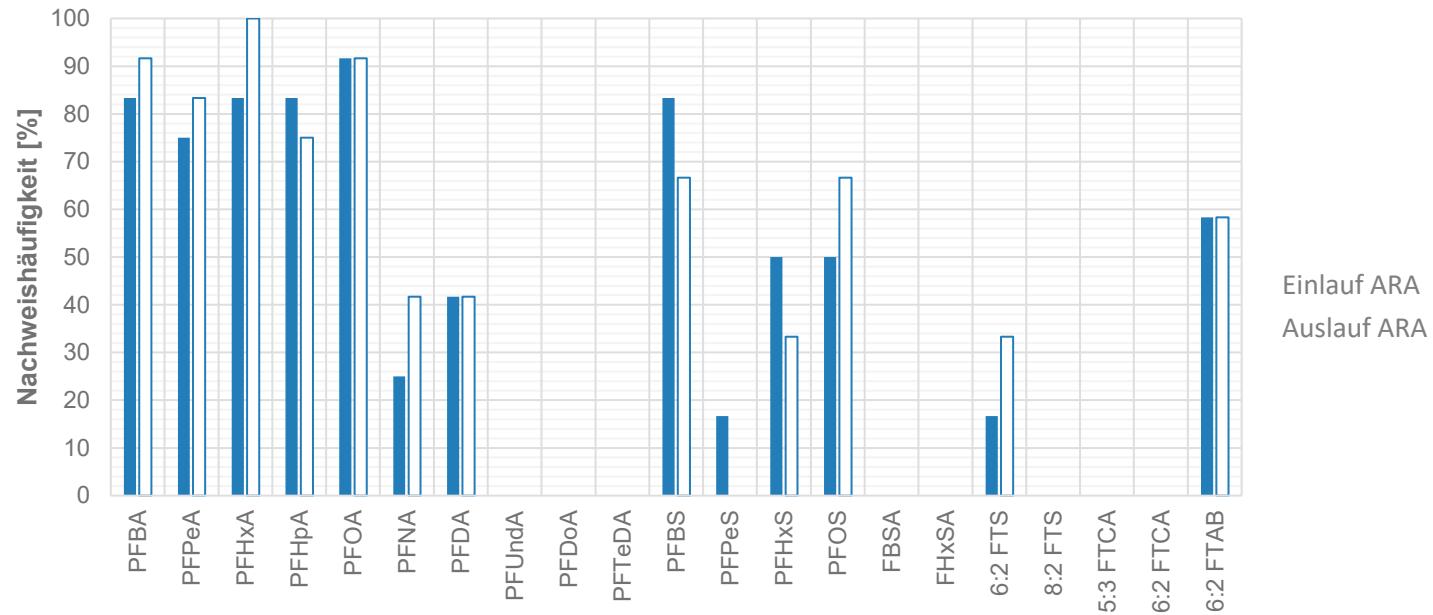


* genaue Daten sind noch zu bestätigen



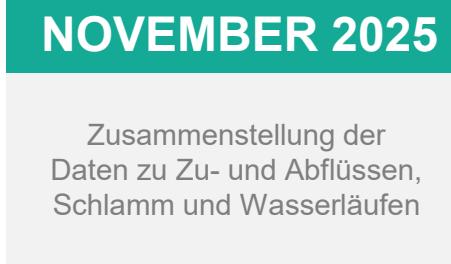
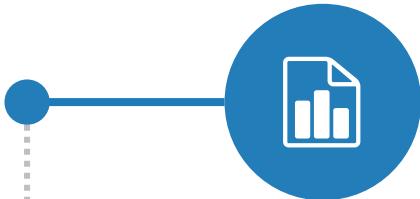
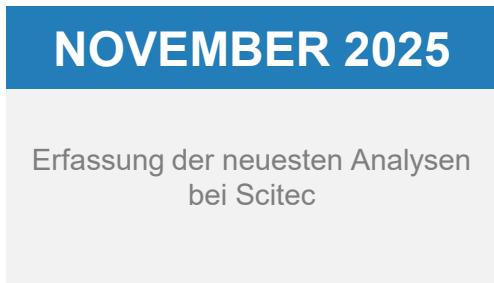
Nachweishäufigkeit für die Kampagne #1

Vergleich Ein-/Auslauf der ARA





Fortsetzung dieser Studie



,

DEZEMBER 2026

Sitzung zwischen RWB und SEn
zur Rückmeldung der Ergebnisse



JANUAR 2026

Abgabe des Schlussberichts an
den SEn



2026

Verbreitung der allgemeinen
Schlussfolgerungen



,



Porrentruy · Delémont · La Chaux-de-Fonds · Biel/Bienne · Prêles · Neuchâtel · Marly ·
Broc · Payerne · Yverdon-les-Bains · Aclens · Lavey-les-Bains · Martigny · Sierre



RWB Vaud SA
Route de Lausanne 17
1400 Yverdon-les-Bains

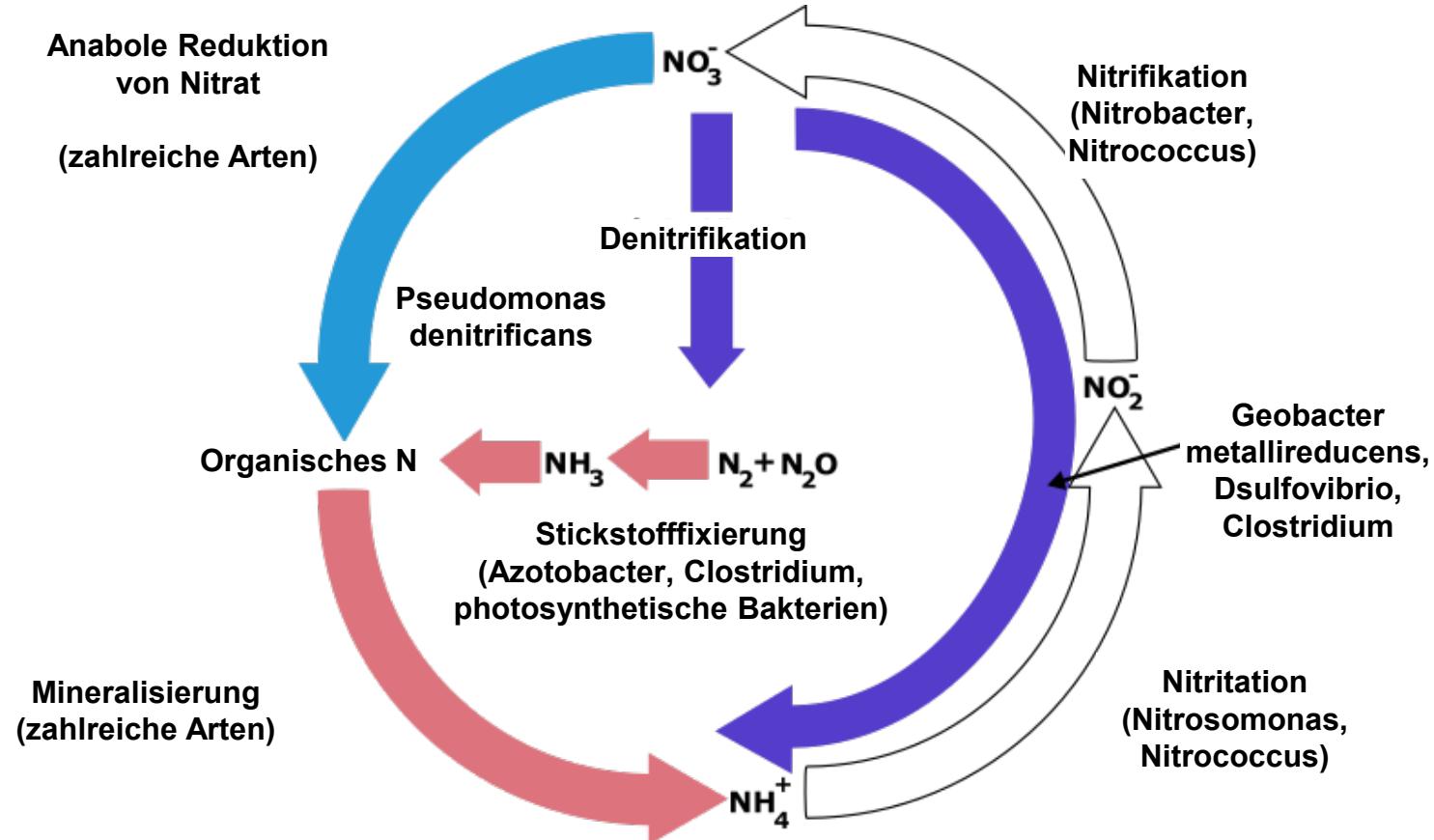


Stickstoff in den ARA: Weshalb eine Verbesserung notwendig ist

Alexandra Kroll



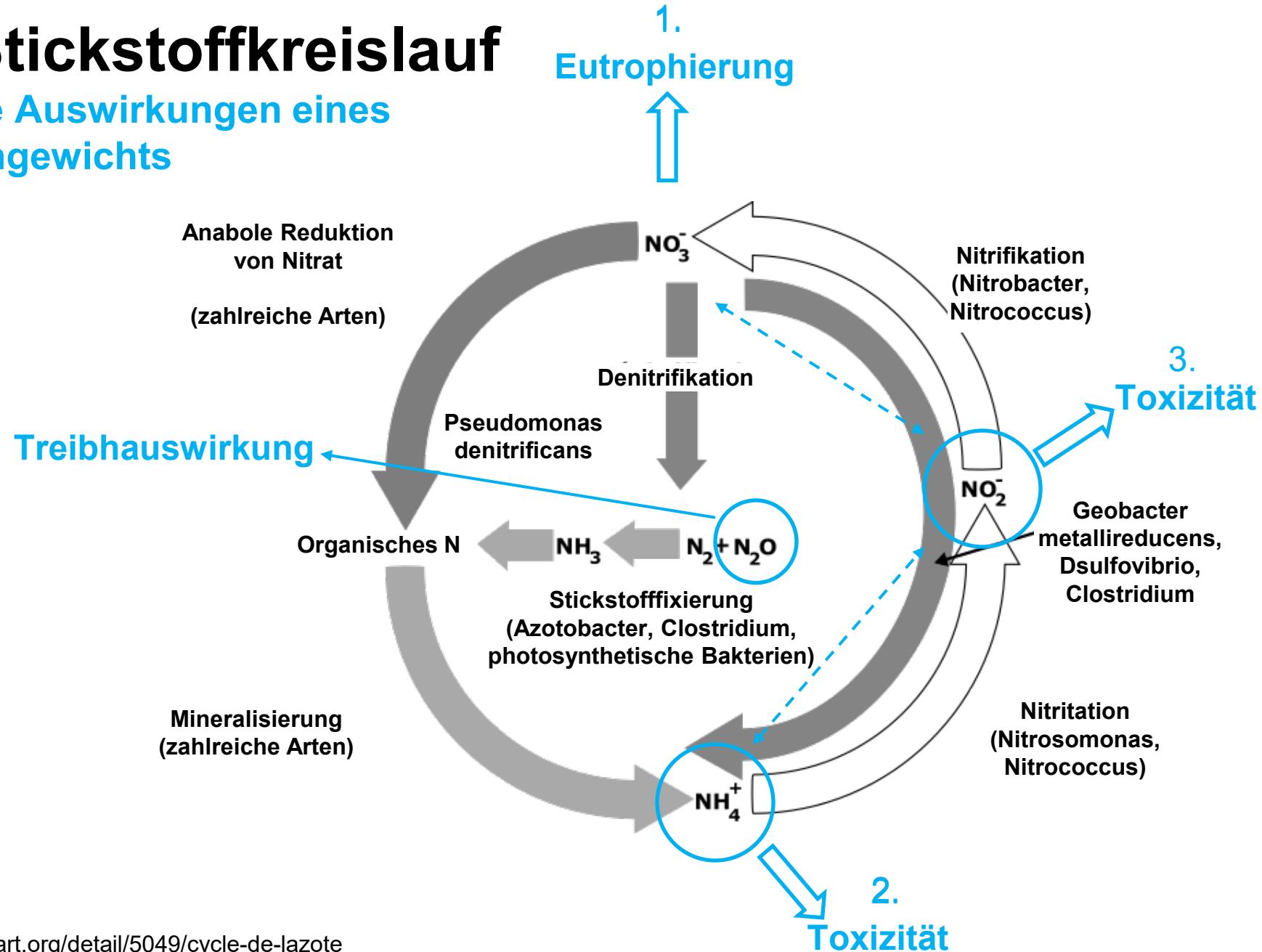
Der Stickstoffkreislauf





Der Stickstoffkreislauf

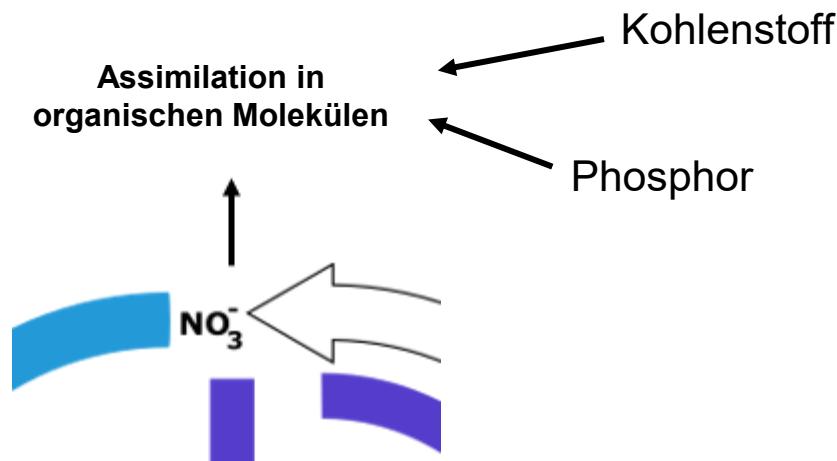
Negative Auswirkungen eines
Ungleichgewichts





1. Eutrophierung, N:P-Verhältnis

Die Rolle von Nitrat als Nährstoff



Störung des Stickstoff- und Phosphorkreislaufs: Mangel oder Eutrophierung



Hohe Nitrat- oder Phosphorkonzentrationen können einen sich selbst verstärkenden Vorgang auslösen:

- Algenblüte
- Sauerstoff-, Licht- und Nährstoffmangel
- aerobe und anaerobe Zersetzung abgestorbener Algen

- Erstickung der Fische
- Versäuerung

Liebig'sches Gesetz

Salzwasser:	Stickstoff ist limitierend, N:P<10
Süßwasser:	Phosphor ist limitierend, N:P>20



Eutrophierung der Oberflächengewässer in der CH

- In Schweizer Seen und Fliessgewässern ist **Phosphor** der limitierende Nährstoff
- Stickstoffeinträge führen daher nicht zu Eutrophierungsproblemen

Bericht des BAFU, Referenz BAFU-447.42-274710

Stickstoffeinträge in die Nordsee

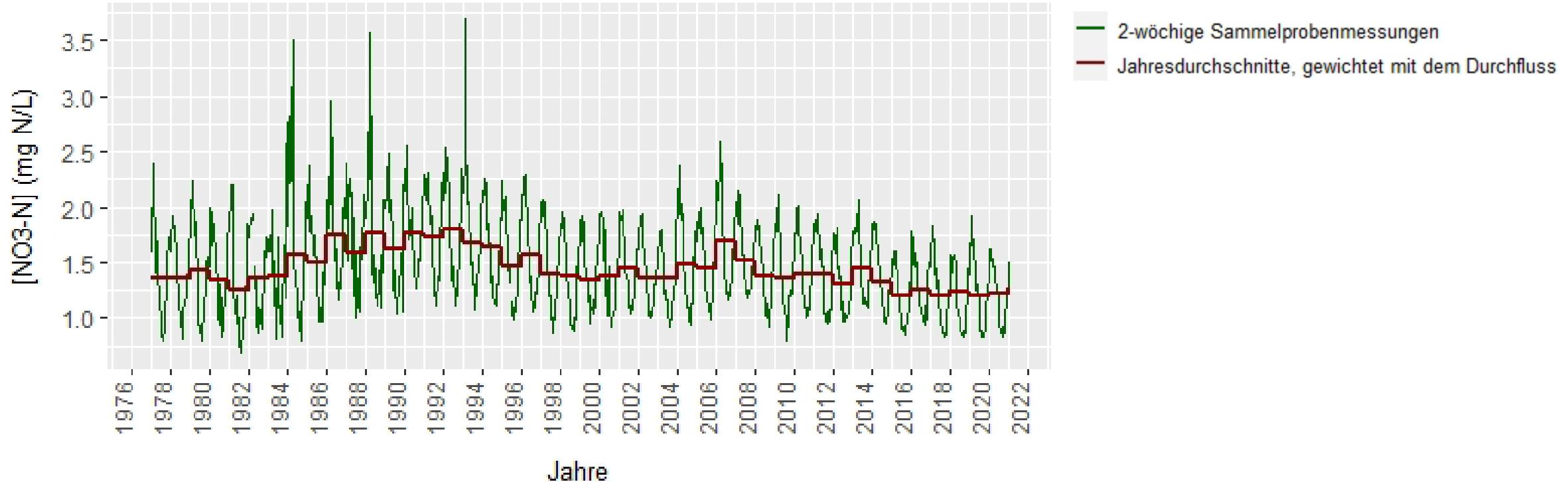
- Die Stickstoffeinträge in die Nordsee **sind nach wie vor zu hoch**.
- Das Ziel der OSPAR-Kommission, die Stickstoffeinträge gegenüber 1985 zu halbieren, wurde nicht erreicht.
- CH 2020: 47'126 – 51'588 t/Jahr (Rhein) entspricht **5.3-5.8 kg/Jahr/P**
- D 2021: 130'000 t/Jahr (alle in die Nordsee mündenden Fliessgewässer) entspricht **1.5 kg/Jahr/P**

19% ARA

<https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/52904>

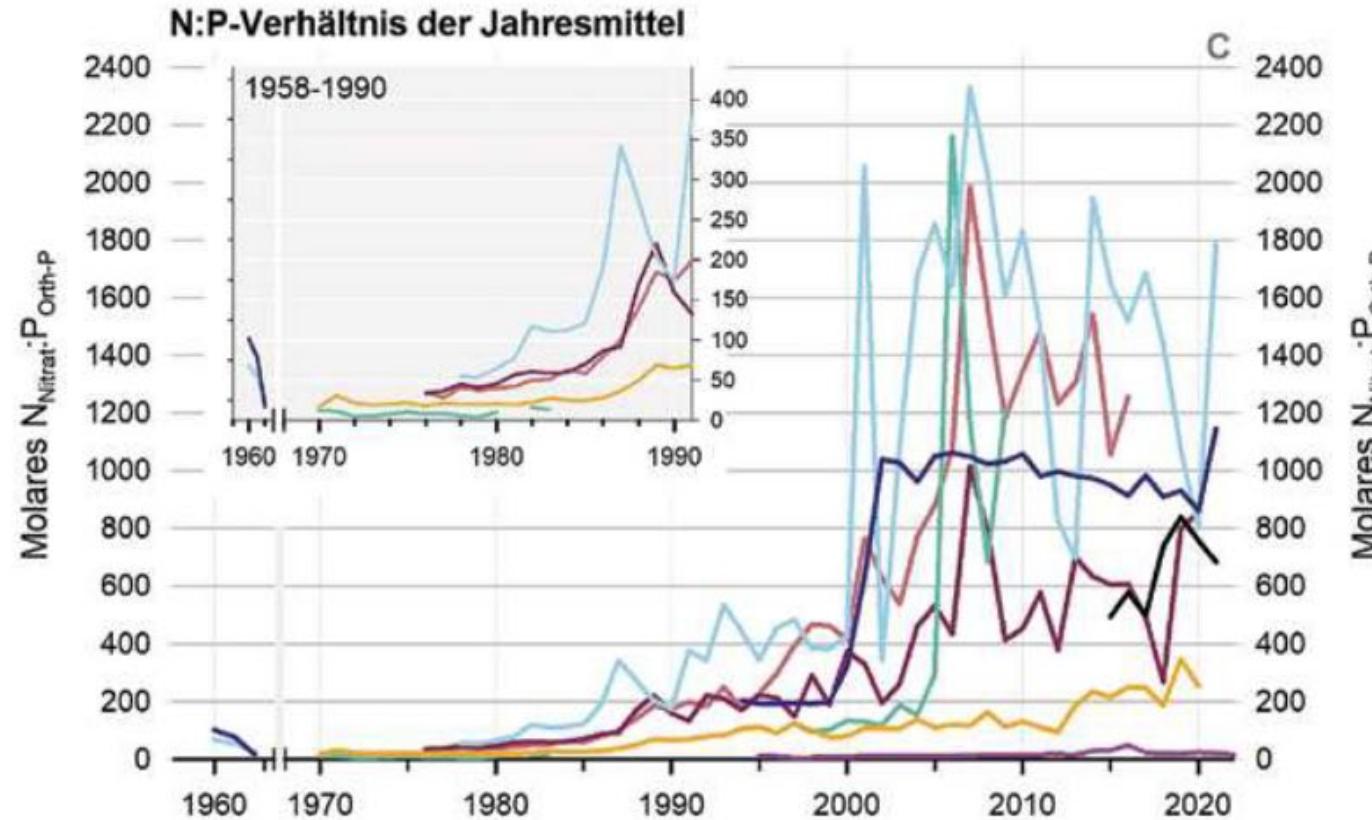
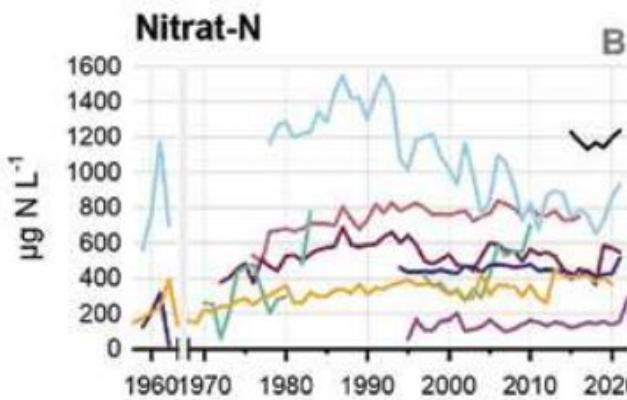
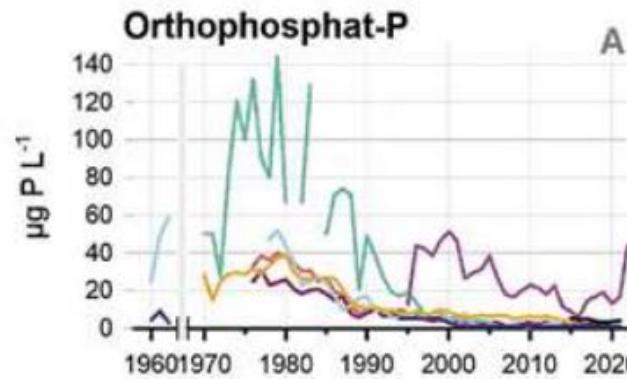
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/nordsee/flusseintraege-direkte-eintraege-in-die-nordsee#weniger-nahrstoffe-gelangen-in-die-nordsee>

Zeitliche Entwicklung des Nitratgehalts im Rhein bei Basel: kaum Verbesserung seit den 1970er-Jahren



Zeitliche Entwicklung der Nitratkonzentrationen im Rhein in Basel. Die Nitratkonzentrationen haben in den 90er-Jahren dank dem Ausbau von Kläranlagen, dem Rückgang der verkehrsbedingten Stickoxidemissionen (>1990) und einem neuen Agrargesetz (1993) abgenommen; die gesamte Nitratfracht ist aber immer noch zu hoch. Daten: NADUF; der genaue Probenahmeort änderte sich 1995 (<1995: Village Neuf und \geq 1995: Weil).

Nicht natürliches N:P-Verhältnis in Schweizer Seen: Zeitliche Entwicklung



Bodensee

Hallwilersee

Thunersee

Genfersee

Zürichsee

Bielersee

Zugersee

Neuenburgersee

Nicht natürliches N:P-Verhältnis in Schweizer Seen



- Auswirkungen des in den 70er- und 80er-Jahren verzeichneten hohen Nährstoffgehalts
- Ungewöhnlich hohes N:P-Verhältnis in Schweizer Seen (weltweites Phänomen in menschlich beeinflussten Seen)
- Nur in einem Drittel der grossen Seen ist die Quantität der Algen wieder auf ein naturnahes Niveau zurückgegangen
- Die langfristigen ökologischen Folgen sind Gegenstand aktueller Forschungen



<https://www.zh.ch/de/gesundheit/lebensmittelgebrauchsgegenstaende/gebrauchsgegenstaende/bade-duschwasser/blaualgen.html>

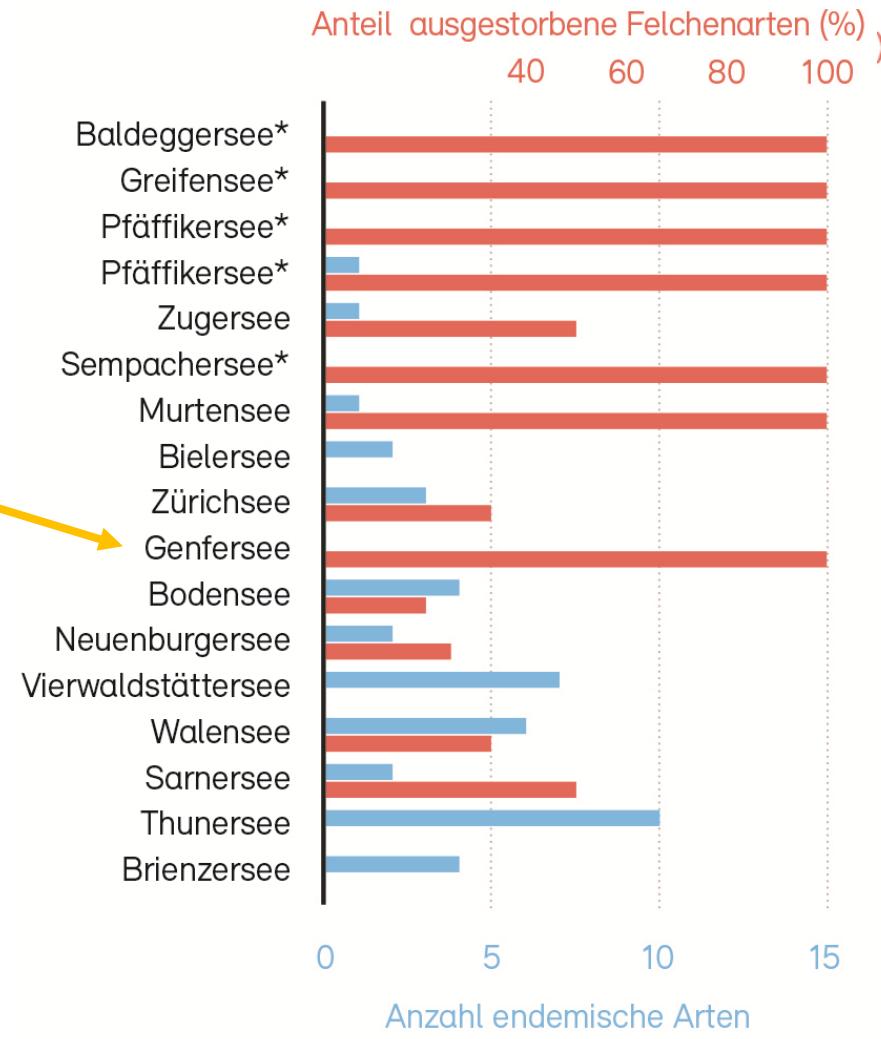
Berichte des BAFU

BAFU-447.42-2747 und https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/wasser/externe-studien-berichte/veraenderung-der-stickstoff-zu-phosphor-verhaeltnisse-in-seen.pdf.download.pdf/NP_in_CH_Seen_Abschlussbericht.pdf

Nicht natürliches N:P-Verhältnis in Schweizer Seen: Auswirkungen auf aquatische Lebensgemeinschaften



- Beeinflusst die Zusammensetzung der Algenarten und ihr N:P-Verhältnis wirkt sich auf die gesamte Nahrungskette im See aus, z. B. durch eine Veränderung der Nahrungsqualität
- Der Mangel an Sauerstoff am Seegrund führt häufig zum Aussterben von Fischarten, insbesondere verschiedener Felchenarten
- Cyanobakterien zeigten eine Tendenz zur Vermehrung, insbesondere bei höheren Temperaturen
- Studien zeigen, dass Cyanobakterien bei höheren Nitratwerten mehr Toxine produzieren



<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/seen/wasserqualitaet-der-seen.html>

Cyanobakterien, N:P-Verhältnis, Temperatur, Toxizität:

Paerl, H. W., et al. (2016). Environmental Science & Technology, 50(20), 10805–10813.

Müller B., et al. (2019). Scientific Reports, 9:18054.

Monchamp, M. E. et al. (2018). Nature Ecology and Evolution, 2(2), 317–324.

Hellweger, F. L., et al. (2022). Science, 1005(May), 1001–1005.

* keine Angaben zu endemischen Arten



2. Toxizität von Ammonium



Toxizität von Ammonium über Ammoniak

- Ammoniak (NH_3) ist für Fische direkt toxisch.
- NH_3 bildet sich aus Ammonium (NH_4).
- **Je höher die Temperatur und der pH-Wert, desto mehr NH_3 bildet sich.**
- Ammoniumkonzentrationen nahe den Werten der GSchV haben in verschiedenen ökotoxikologischen Studien bereits zum Tod von Individuen mehrerer einheimischer Fischarten geführt.

Die Symptome

Gleichgewichtsstörungen, Übererregbarkeit, erhöhte Atmung, Herzfrequenz und Sauerstoffaufnahme und letztendlich Krämpfe, Koma und Tod

Der Hauptmechanismus

Stört das Gleichgewicht der antioxidativen Kapazität, verursacht oxidative Schäden, beeinträchtigt die Immunantwort und verursacht Neurotoxizität, schädigt das Kiemenepithel und führt zu Erstickung



Toxizität von Ammonium über Ammoniak

- Ammoniak (NH_3) ist für Fische direkt toxisch.
- NH_3 bildet sich aus Ammonium (NH_4^+).
- Je höher die Temperatur und der pH-Wert, desto mehr Ammoniak wird freigesetzt.
- Ammoniumkonzentrationen nahe den Werten der ökotoxikologischen Studien bereits zum Tod von Individuen verschiedener Fischarten geführt.

Die Symptome

Gleichgewichtsstörungen, Übererregbarkeit, erhöhte Atmung, Herabsetzung des Sauerstoffangebots, Koma und Tod

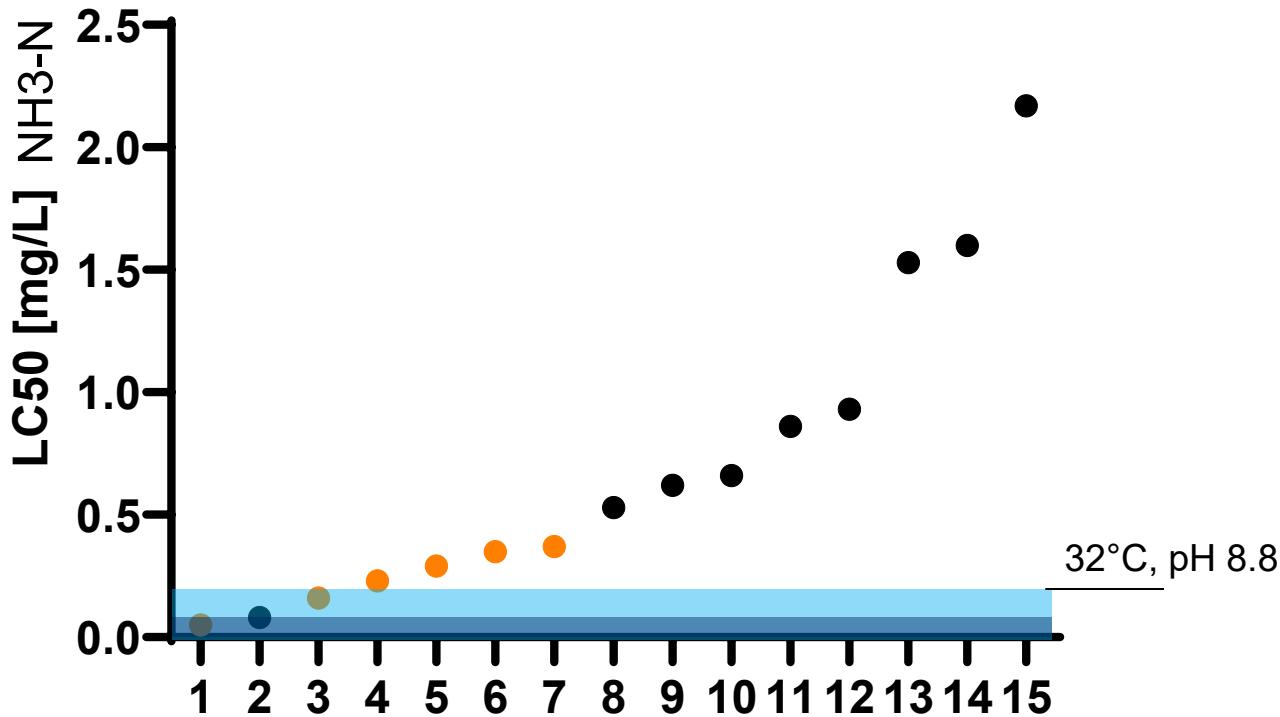
Der Hauptmechanismus

Stört das Gleichgewicht der antioxidativen Kapazität, verursacht oxidative Schädigung, verursacht Neurotoxizität, schädigt das Kiemenepithel und führt zu Zelltod.

Table 1: Percentage of TAN in the toxic unionised form NH_3 at different temperature and pH levels. Boyd (1982) "Water quality management for pond fish culture".

PH	Temperature °C						
	8	12	16	20	24	28	32
7.0	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	1.0
8.0	1.6	2.1	29.1	3.8	5.0	6.6	8.8
8.2	2.5	3.3	4.5	5.9	7.7	10.0	13.2
8.4	3.9	5.2	6.9	9.1	11.6	15.0	19.5
8.6	6.0	7.9	10.6	13.7	17.3	21.8	27.7
8.8	9.2	12.0	15.8	20.1	24.9	30.7	37.8
9.0	13.8	17.8	22.9	28.5	34.4	41.2	49.0
9.2	20.4	25.8	32	38.7	45.4	52.6	60.4
9.4	30.0	35.5	42.7	50.0	56.9	63.8	70.7
9.6	39.2	46.5	54.1	61.3	67.6	73.6	79.3
9.8	50.5	58.1	65.2	71.5	76.8	81.6	85.8
10.0	61.7	68.5	74.8	79.9	84.0	87.5	90.6
10.2	71.9	77.5	82.4	86.3	89.3	91.8	93.8

Toxizität von Ammonium – tödliche Konzentrationen/Fische



1. **Oncorhynchus mykiss (salmonid; sac fry/alevins)**
2. Oncorhynchus gorbuscha (salmonid; fry)
3. **Oncorhynchus mykiss (salmonid; sac fry/alevins)**
4. Salmo salar (salmonid; fry)
5. Perca fluviatilis (percoid; fry)
6. Rutilus rutilus (cyprinid; fry)
7. **Oncorhynchus mykiss (salmonid; sac fry/alevins)**
8. Salmo gairdneri stonei (salmonid; fry)
9. Curimbatá Prochilodus lineatus
10. Stizostedion vitreum
11. Ictalurus punctatus
12. Salmo gairdneri (salmonid)
13. Catastomus commersoni
14. Galaxias maculatus
15. Pimephales promelas

Ammonium/GSchV

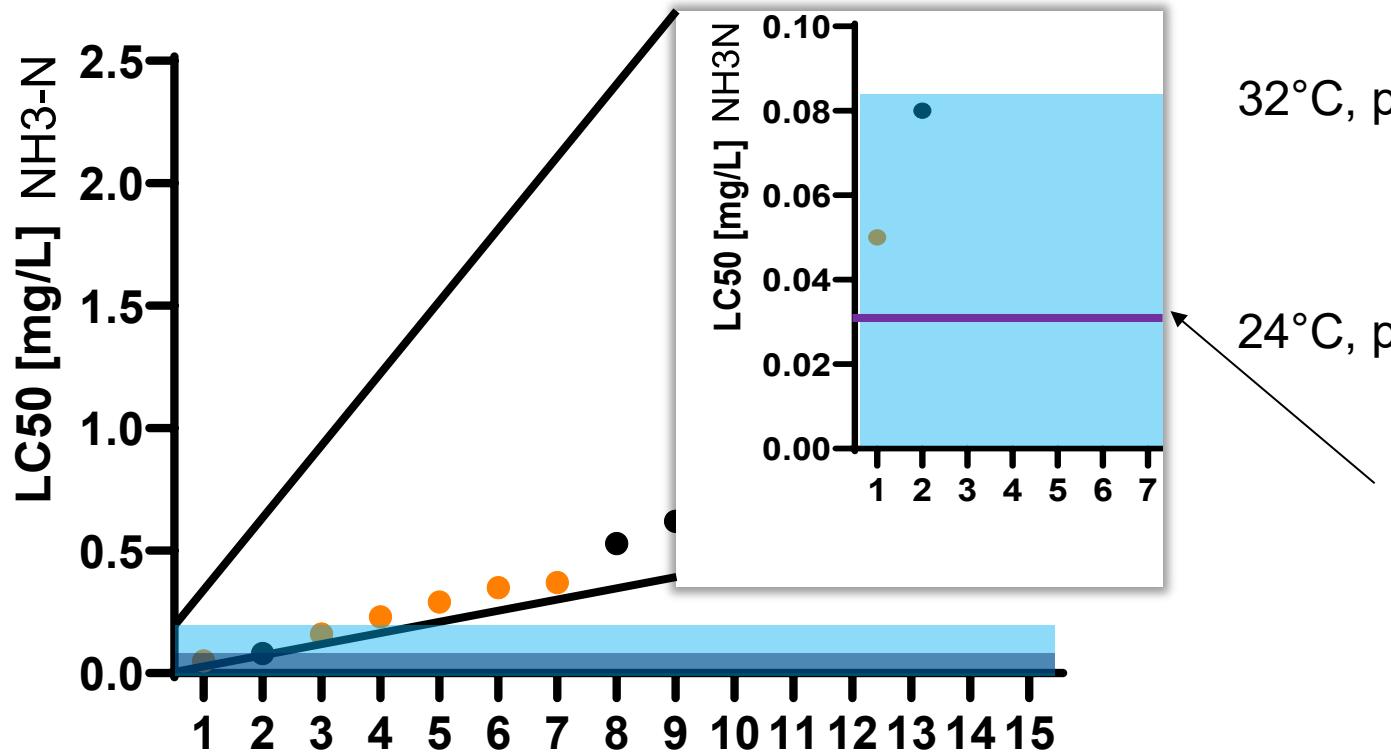
0.2 mg N/L (> 10°C); [0.2-40 % NH₃ (pH 7-8.8)]*

0.4 mg N/L (< 10°C); [0.2-10 % NH₃ (pH 7-8.8)]*

*nach Boyd 1982



Toxizität von Ammonium – tödliche Konzentrationen/Fische



Ammonium/GSchV
0.2 mg N/L (> 10°C); [0.2-40 % NH3 (pH 7-8.8)]*
0.4 mg N/L (< 10°C); [0.2-10 % NH3 (pH 7-8.8)]*

*nach Boyd 1982



3. Toxizität von Nitrit



Toxizität von Nitrit

- Nitrit ist für Fische direkt toxisch.
- Die Toxizität von Nitrit hängt vom pH-Wert und der Konzentration von Cl- ab.
- **Je höher der pH-Wert und die Konzentration von Cl- sind, desto weniger toxisch ist Nitrit.**
- Werden die Zielwerte des MSK-Moduls eingehalten, ist eine Toxizität unwahrscheinlich.

Der Hauptmechanismus

Umwandlung von sauerstofftragenden Molekülen in Formen, die keinen Sauerstoff transportieren können -> Hypoxie, Tod

Weitere Auswirkungen

- Erschöpfung der extrazellulären und intrazellulären Cl- Spiegel, was zu einem schweren Elektrolyt-Ungleichgewicht führt.
- Erschöpfung des intrazellulären K+ und Anstieg der extrazellulären K+ Spiegel mit Auswirkungen auf die Membranpotenziale, die Neurotransmission, die Skelettmuskelkontraktionen und die Herzfunktion.
- Bildung mutagener und krebserregender N-Nitrosoverbindungen.
- Schädigung der Mitochondrien in den Leberzellen, was zu einem Mangel an O₂ im Gewebe führt.
- Beeinträchtigung des Immunsystems, wodurch die Toleranz gegenüber bakteriellen und parasitären Erkrankungen abnimmt.



Toxizität von Nitrit - Regenbogenforelle, pH-abhängig

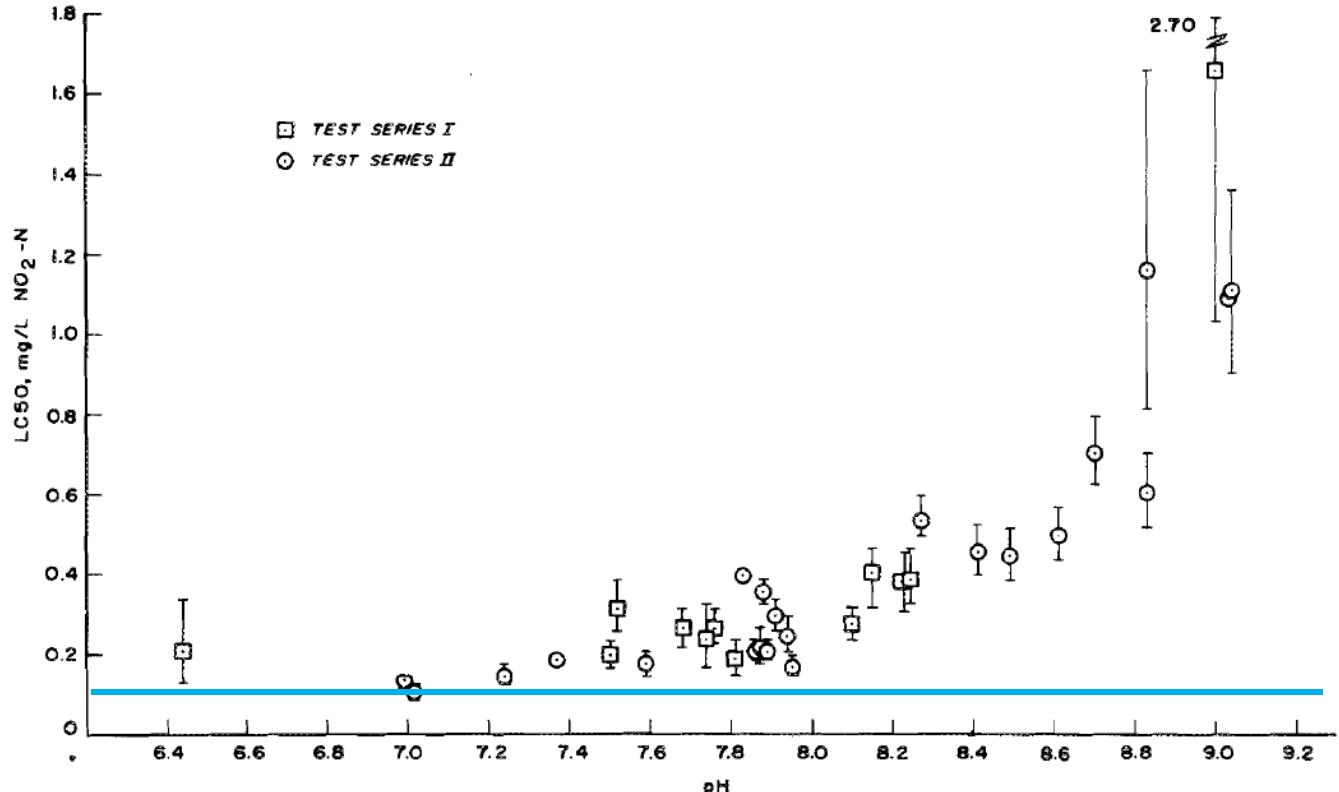
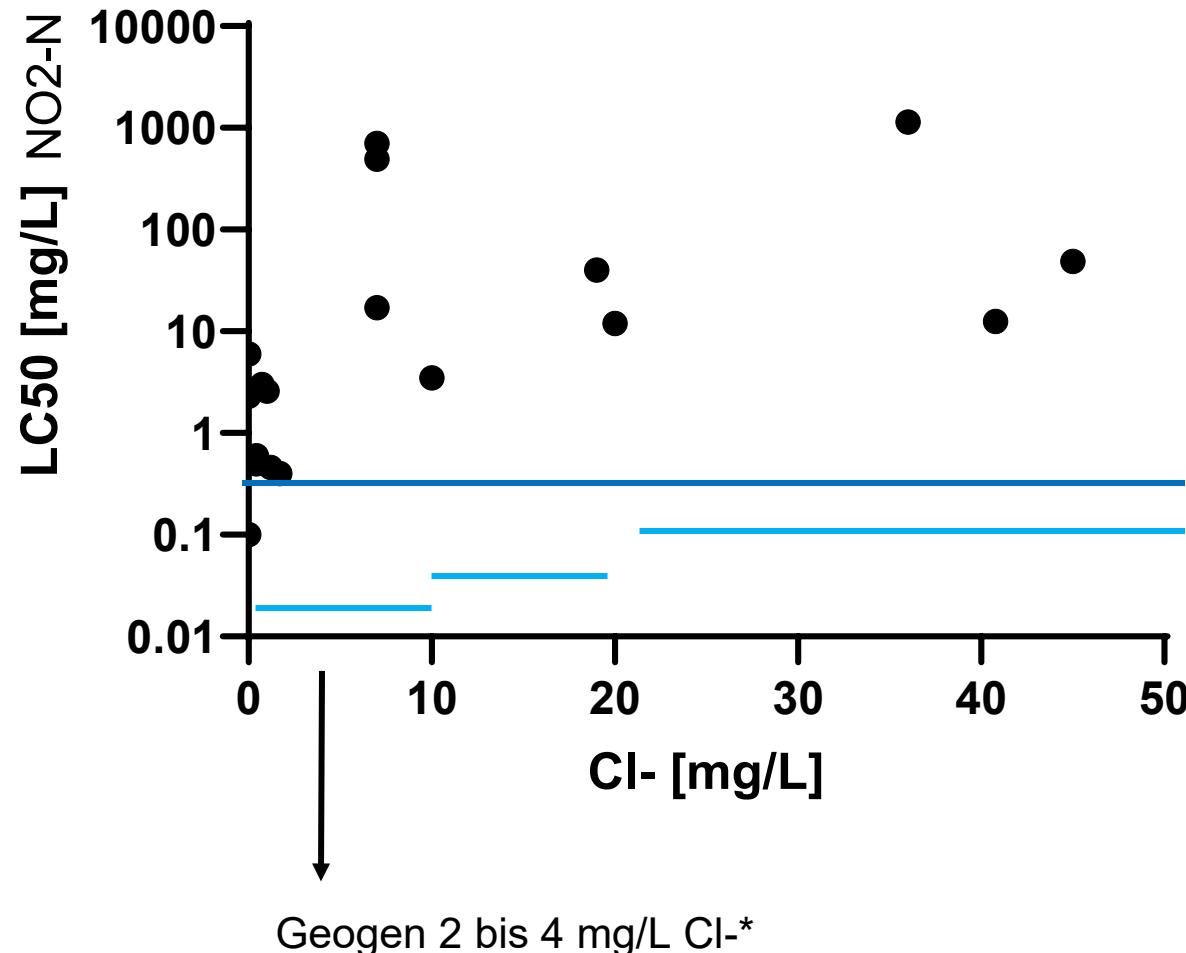


FIG. 1. Acute toxicity to rainbow trout of nitrite over the pH range 6.4–9.0, LC50 as NO₂-N vs. pH.
(Error bars are 95% confidence intervals.)

Abbildung aus Russo et al. (1981).



Toxizität von Nitrit – tödliche Konzentrationen/Fische



Wert gemäss GSchV, Einleitung von kommunalen Abwässern in die Gewässer

0.3 mg/L

Zielwerte des MSK-Moduls (Modul-Stufen-Konzept), Beurteilung:

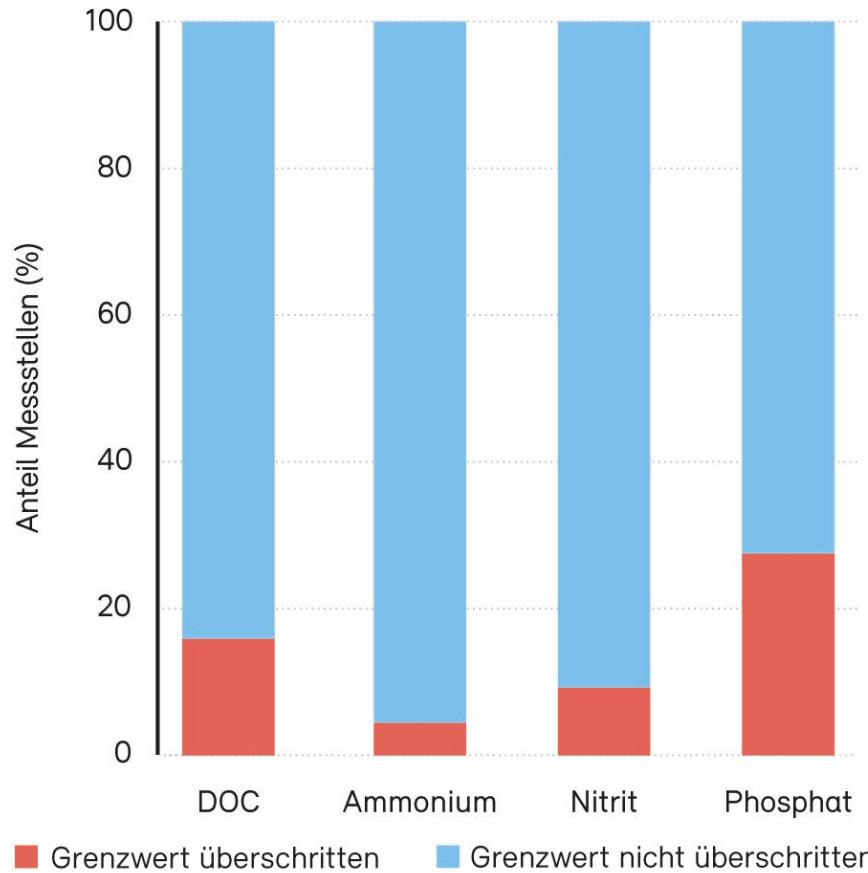
«mässig»:

0,02 bis < 0,03 mg/L N, <10 mg/L Cl⁻
0,05 bis < 0,075 mg/L N, 10 à 20 mg/L Cl⁻
0,10 bis < 0,15 mg/L N, >20 mg/L Cl⁻



Überschreitungen der Grenzwerte: 2011-2020

Nährstoffe überschreiten immer noch an rund 5-30 % der NAWA-Messstellen ihre Grenzwerte.



Daten: NAWA

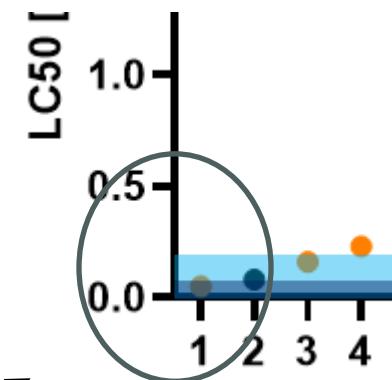
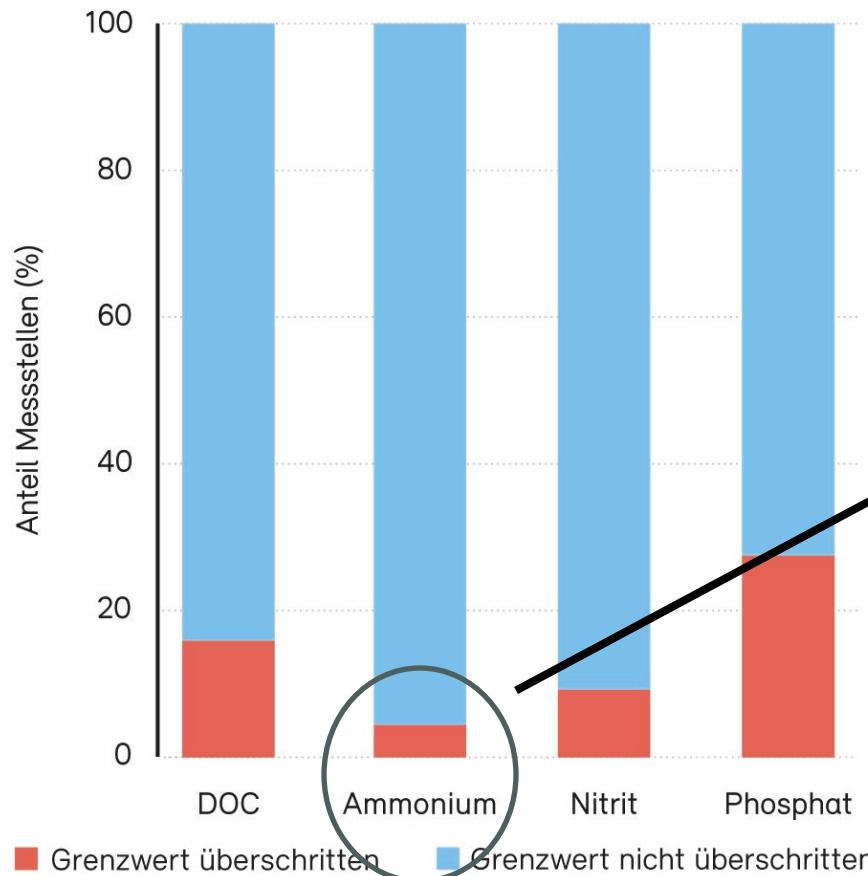
Über die Messperioden 2011–2020 gemittelte Nährstoffbewertung. Anzahl
Messstellen: DOC 95, Ammonium und Nitrit 105, Phosphat 31 an Seezuflüssen)

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fluesse-und-baeche/wasserqualitaet-der-fliessgewaesser/nahrstoffe-in-fliessgewaessern.html>



Überschreitungen der Grenzwerte: 2011-2020

Nährstoffe überschreiten immer noch an rund 5-30 % der NAWA-Messstellen ihre Grenzwerte.



Die Grenzwerte
beinhalten keinen
Sicherheitsfaktor!

Anhand der NAWA-Probenahmen werden die für die akute Toxizität relevanten Spitzenwerte nicht erfasst.



Herkunft des Stickstoffs in Oberflächengewässern

Total ~70'000 t/Jahr im Jahr 2020, entspricht einem Rückgang von ~7,7 % gegenüber 2010 (weniger Landwirtschaft und Deposition)

Hauptquellen	t/Jahr	Anteil
ARA & Mischwasserentlastungen	22'189 + 630	32%
Landwirtschaft	32'433	46%

Andere diffuse Quellen:

Indirekte Einträge durch Urbanisierung und Verkehr, natürliche Quellen



Schlussfolgerungen

Die wichtigsten Probleme im Zusammenhang mit Stickstoff in Oberflächengewässern:

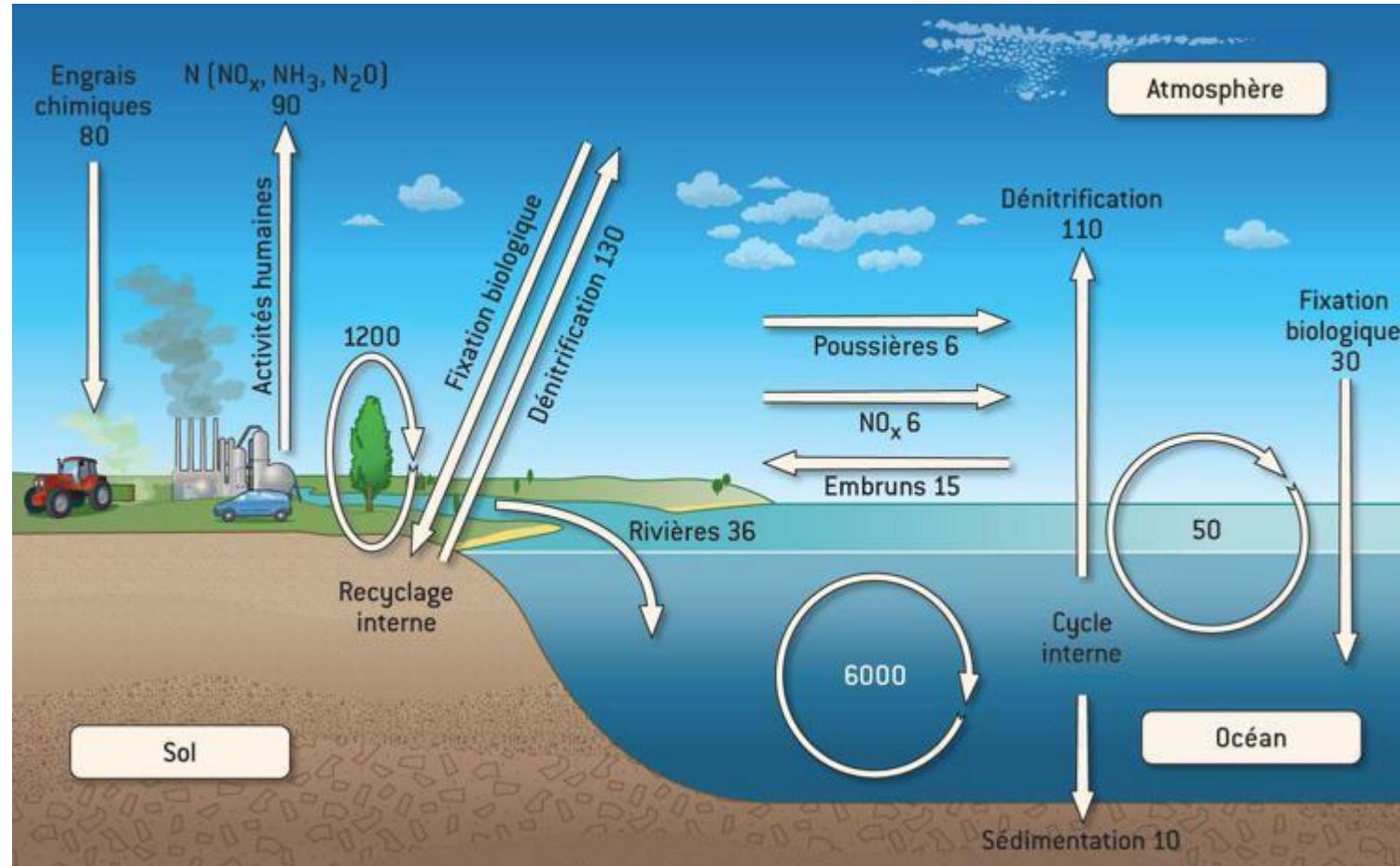
- Stickstoffexport in die Meere – die Schweiz exportiert überproportional viel
- N:P-Verhältnis in den Seen – Auswirkungen auf das gesamte Ökosystem des Sees
- Problematische Nitrit- und Ammoniumkonzentrationen in Fließgewässern – Grenzwerte beinhalten keine Sicherheitsfaktoren, Auswirkungen von Mischungen sind nicht bekannt
- Die Probleme werden sich mit steigenden Wassertemperaturen verschärfen



Annexe



Le bilan de l'azote global



<https://omer7a.obs-mip.fr/malette/fiches/Cycle-de-l-azote.html>



Toxicité de l'ammonium

Species	CH	Effect concentrations [mg NH ₃ -N/L]	Reference
<i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (salmonid; fry)	no	0.08 (96 h LC50)	Rice and Bailey (1980)
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (salmonid; sac fry/alevins)	yes	0.16–0.37 (96 h LC50) 0.05 (72 d LC50)	Calamari et al. (1997)
<i>Salmo salar</i> (salmonid; fry)	yes	0.23 (24 h LC50)	Herbert and Shurben (1965)
<i>Perca fluviatilis</i> (percoid; fry)	yes	0.29 (96 h LC50)	Ball (1967)
<i>Rutilus rutilus</i> (cyprinid; fry)	yes	0.35 (96 h LC50)	Ball (1967)
<i>Salmo gairdneri stonei</i> (salmonid)	no	0.53 (96 h LC50, geom. mean)	Arthur et al. (1987)
<i>Curimbatá Prochilodus lineatus</i>	no	0.62 (96 h LC50)	Zuffo et al. (2021)
<i>Stizostedion vitreum</i>	no	0.66 (96 h LC50, geom. mean)	Arthur et al. (1987)
<i>Ictalurus punctatus</i>	no	0.86 (96 h LC50, geom. mean)	Arthur et al. (1987)
<i>Salmo gairdneri</i> (salmonid)	no	0.93	EPA (1985)
<i>Catastomus commersoni</i>	no	1.53 (96 h LC50, geom. mean)	Arthur et al. (1987)
<i>Galaxias maculatus</i>	no	1.6 (96 h LC50)	Richardson (1991)
<i>Pimephales promelas</i>	no	2.17 (96 h LC50, geom. mean)	Arthur et al. (1987)

Non-exhaustive list of ammonia toxicity to freshwater fish

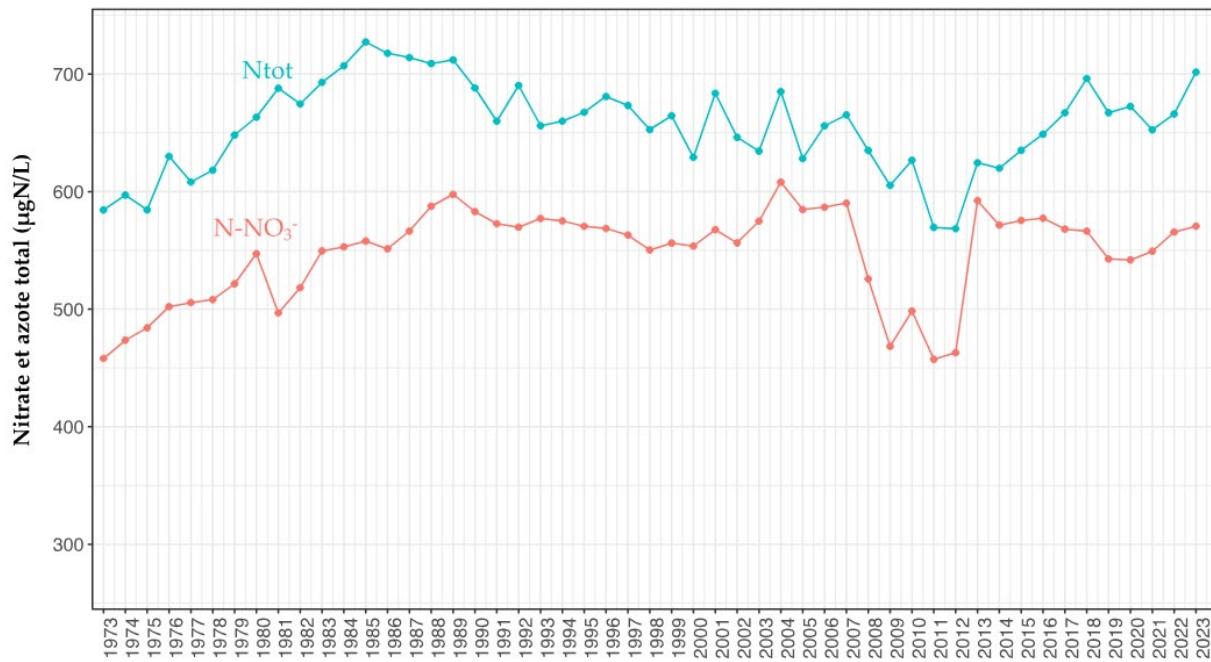
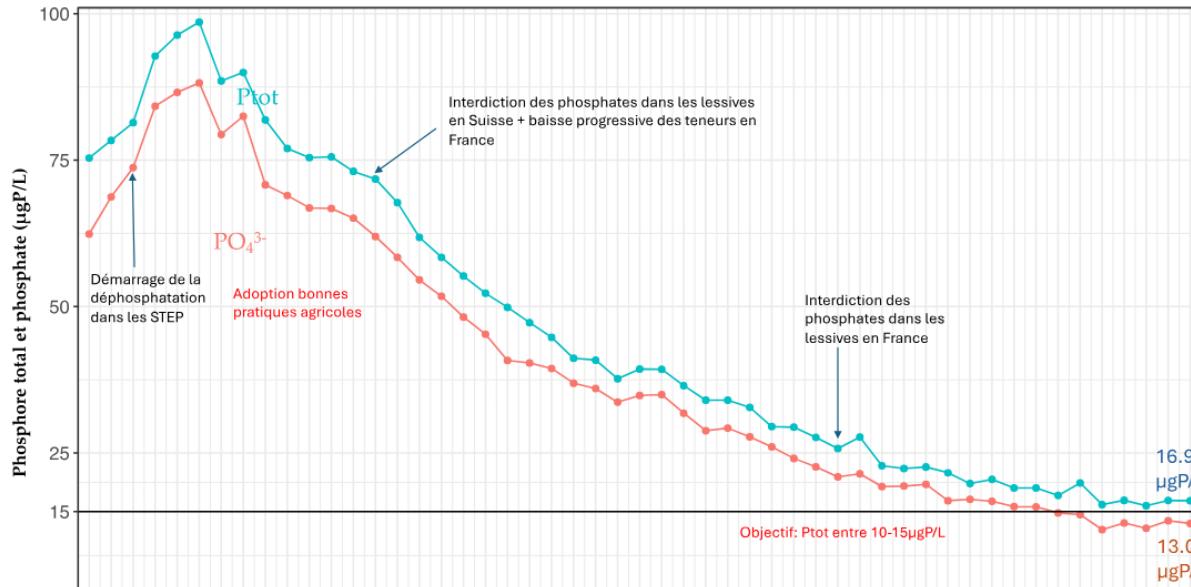


Toxicité du nitrite

Species (stage/size)	CH	Cl- [mg/L]	LC50 (96h) [mg NO ₂ -N/L]	Reference
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (salmonid, adult)	yes	0.00-1.71	0.1-0.4	Russo et al. (1981)
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (salmonid, adult)	yes	10	3.5 -5.3	Russo et al. (1981)
<i>Salmo clarki</i> (salmonid; fry)	no	0.44	0.5-0.6	Thurston et al. (1978)
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i> (salmonid; fry)	no	n.r.	0.9	Westin (1974)
<i>Pimephales promelas</i> (cyprinid; fry)	no	0-0.74	2.3-3.0	Russo and Thurston (1977)
<i>Salmo gairdneri</i>	no	1.2-40.8	0.46-12.5	Russo and Thurston (1977)
<i>Anguilla anguilla</i> (59-138 g)	yes	0-36	6-1140	Saroglia et al. (1981)
<i>Rutilus rutilus</i> (6.9 cm)	Yes	20	12	Solbe et al. (1985)
<i>Perca fluviatilis</i> (20-40 g)	Yes	7	17	Williams and Eddy (1986)
<i>Cyprinus carpio</i> (0.22-0.29 cm)	yes	1-45	2.6-48.7	Hasan and Macintosh (1986b)
<i>Cyprinus carpio</i> (5.6 cm)	yes	19	40	Solbe et al. (1985)
<i>Cyprinus carpio</i> (2-78 g)	yes	7	490	Williams and Eddy (1986)
<i>Cyprinus carpio</i> (40.51 ± 5.8 g)	yes	n.r. (described as higher)	513	Molayemraftar et al. (2022)
<i>Tinca tinca</i> (113-168 g)	yes	7	700	Williams and Eddy (1986)

Non-exhaustive list of nitrite toxicity to freshwater fish

Example: Lac Léman



<https://www.cipel.org/wp-content/uploads/2025/03/rs-2024-chap1-evolution-physico-chimique-des-eaux-du-leman-et-donnees-meteorologiques.pdf>

InfoSTEP 2025

13. November 2025

Nathalie Hubaux, Geschäftsführerin

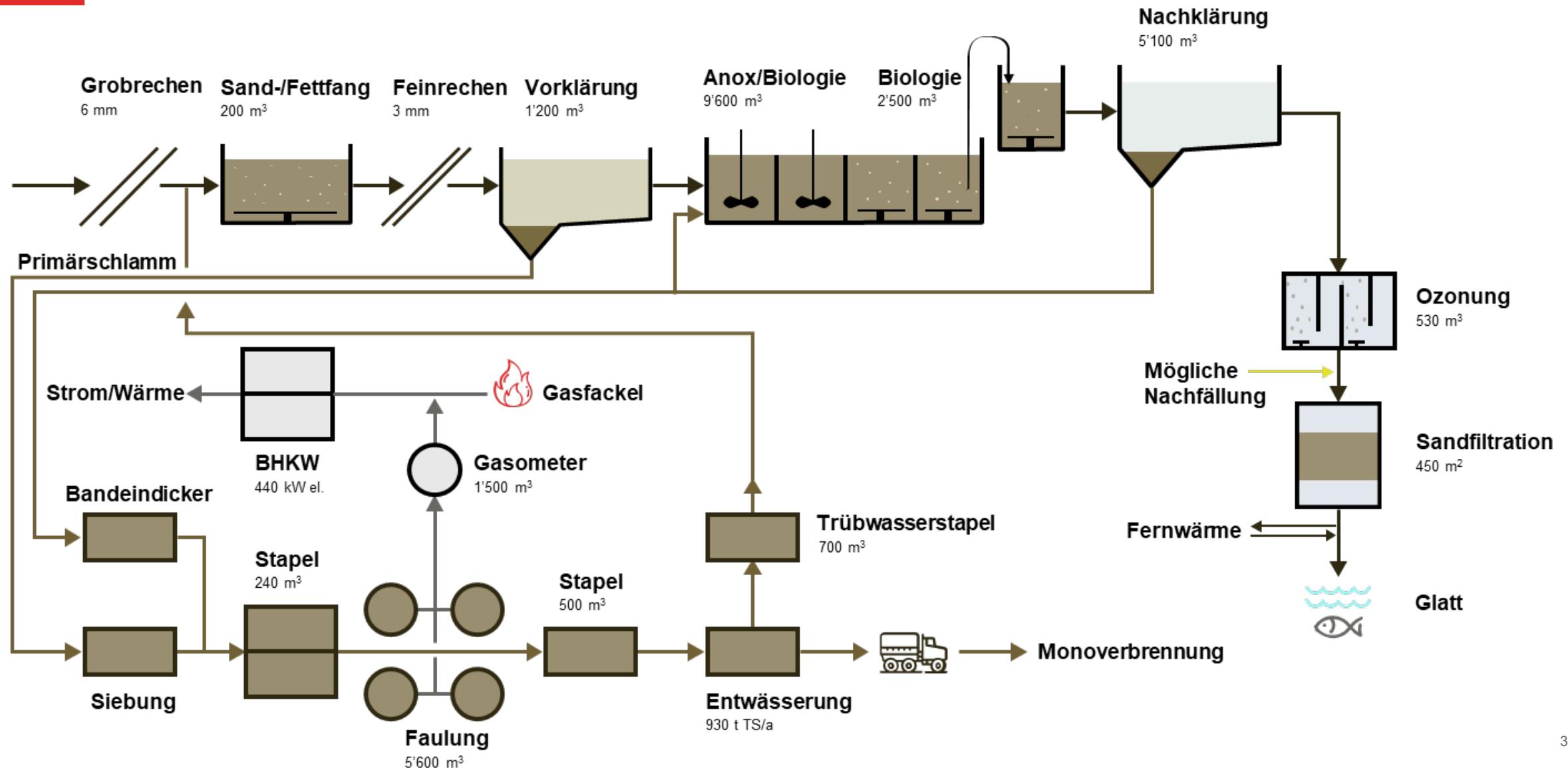


Agenda

Erfolgreiche Innovationen auf unserer ARA:

- 1) Zyklon
 - Bessere Schlammabsetzung
 - Erhöhte Eliminationsleistung
- 2) Faltbare PV oberhalb Becken
 - Energie Bilanz der ARA
 - Vorteil und Nachteile verglichen mit einer fixen PV-Installation
- 3) Flocmix
 - Kompakte Polymeraufbereitungsanlage
 - Keine Reifezeit mehr, weniger Platz, weniger Polymer

Übersicht der Anlage



Kennzahlen und Leistung

Kennzahlen

Wassermenge

- Mittel: ca. 200 l/s
- Max. (Regen): 660 l/s
- 7-9 Mio. m³ / Jahr

Belastung

- 100'000 EW
- 50% kommunal
- 50% Industrie (Lebensmittel)

Ressourcen

- 7 Mio. CHF/ Jahr
- 9 Mitarbeitende

Merkmale

- 2 stockige Biologie
- Ca. 70% Bio-P



Leistung

Sauberes Wasser

- Eliminationsleistung:
 - 95.2% CSB
 - 72 % Stickstoff
 - 94.3% Phosphor
 - 84% Mikroverunreinigungen

Abwärme Nutzung

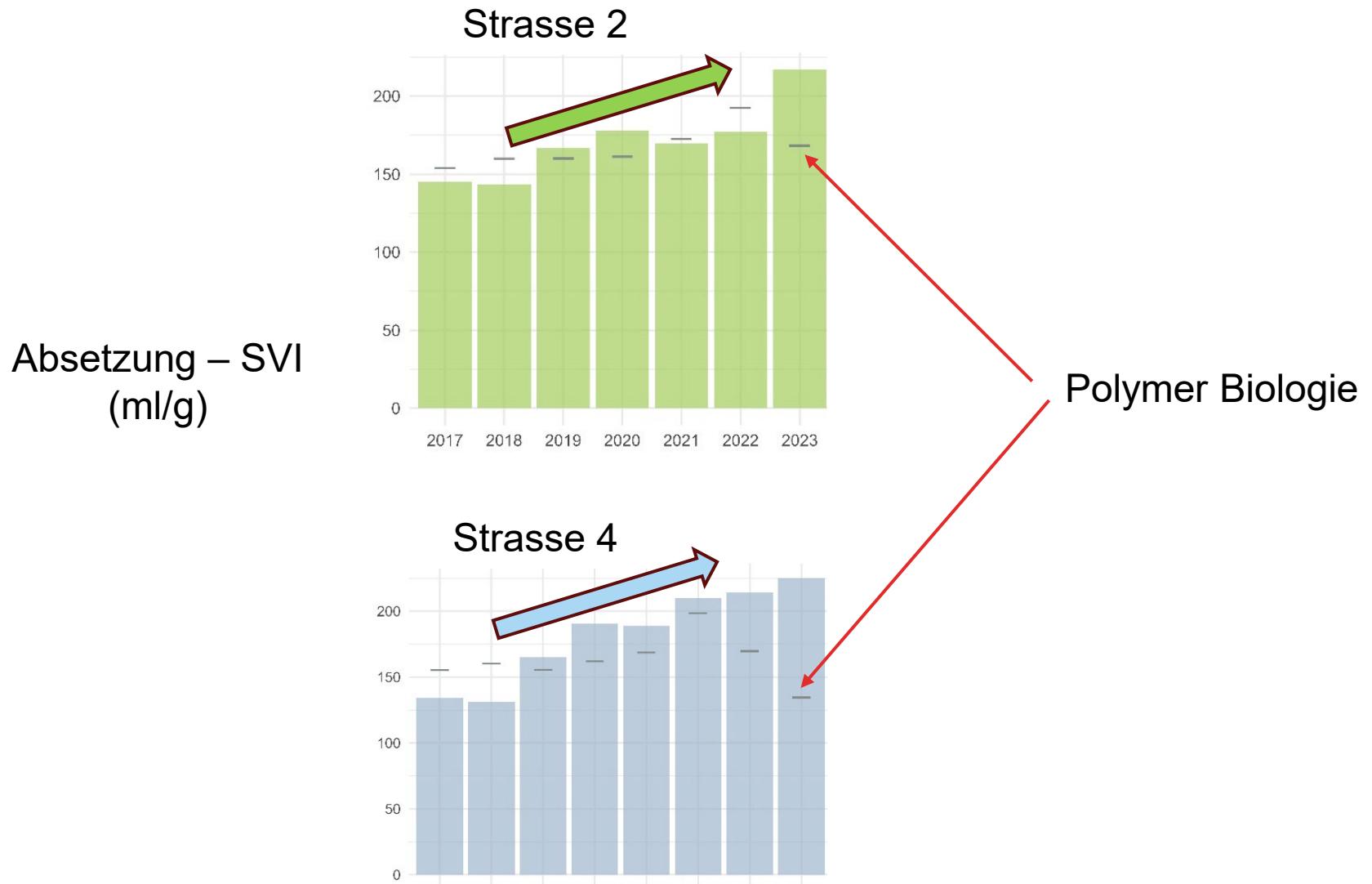
- Zwicky Areal mit Abwärme beheizt
- 1'000 Wohnung – (3.3 M)
- Bonus für die Glatt

Energie

- Biogas BHKW: bis 54%
- Solarenergie: im Mittel: 17%
- 3 GWh / Jahr
- Davon ca. 70% selber erzeugt

1) Zyklon – boues densifiées

1) Zyklon – warum



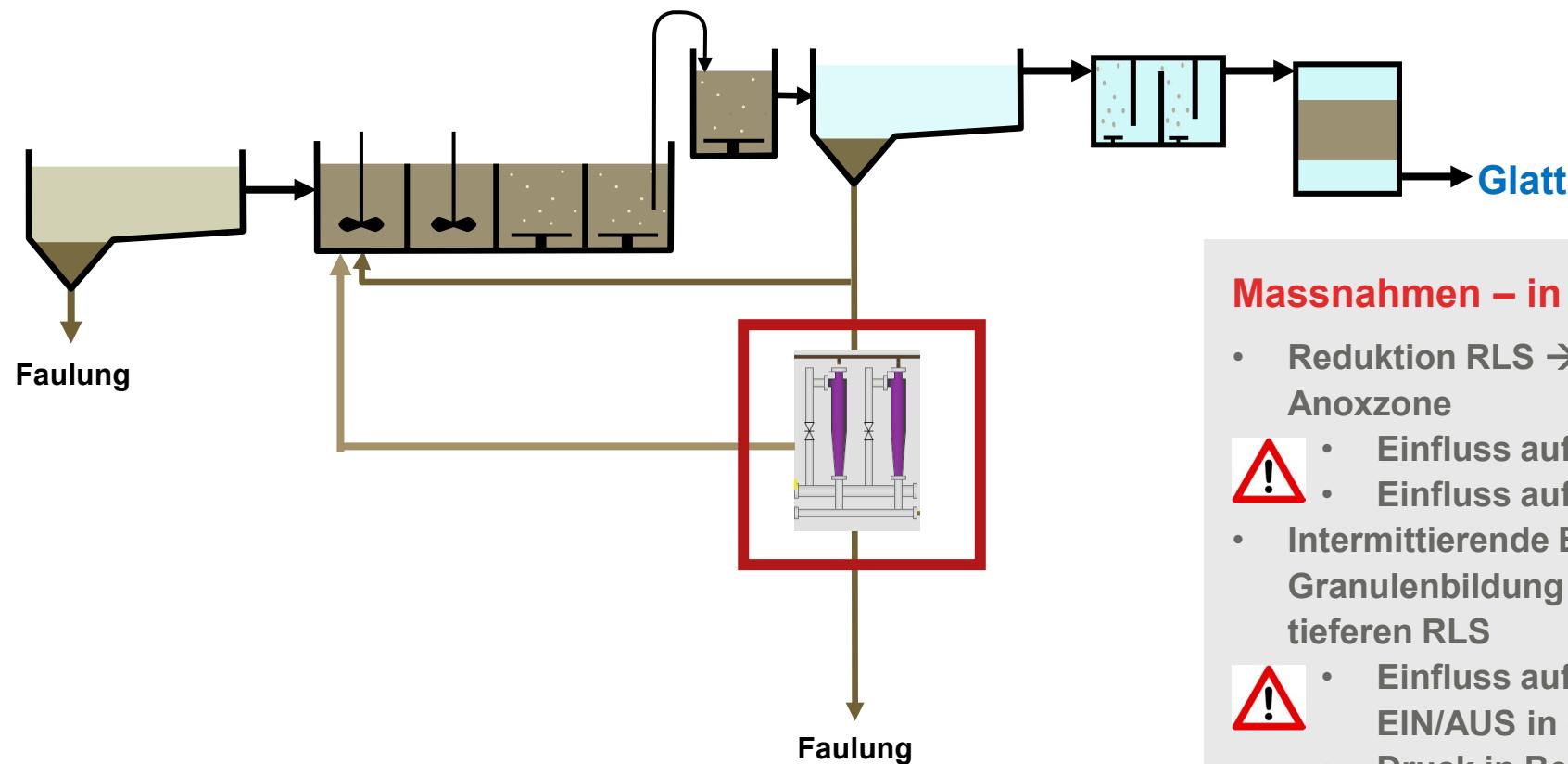
Entscheidung Zyklon

- schlechte Absetzung
- neue FHM scheint nicht zu helfen

Zyklon

- für eine Selektion des guten Schlamms – keine Chemie, rein mechanisch
- ARA Neugut = vielversprechend da:
 - Bio-P
 - Anox / anaerob Zone
 - Viel Zucker im Zulauf
 - 1 Strasse komplett getrennt = ideal für einen Pilot
 - Gute Zusammenarbeit mit Eawag

1) Zyklon – wie



Massnahmen – in Kürze

- Reduktion RLS → höhere CSB-Konzentration in der Anoxzone
 - ! • Einfluss auf Steuerung Zulauf Schieber
 - ! • Einfluss auf Pumpen in der Biologie
- Intermittierende Belüftung → Reduktion O₂ hilft Granulenbildung und kompensiert NO₃ Verlust durch tieferen RLS
 - ! • Einfluss auf Pumpen Biologie (Niveau wegen EIN/AUS in der Bio)
 - ! • Druck in Belüftungsleitungen
 - ! • Absetzung in der Biologie
- Int. Rührwerke in der Anoxzone
 - ! • Absetzung in den Becken

Oberlauf → Faulung

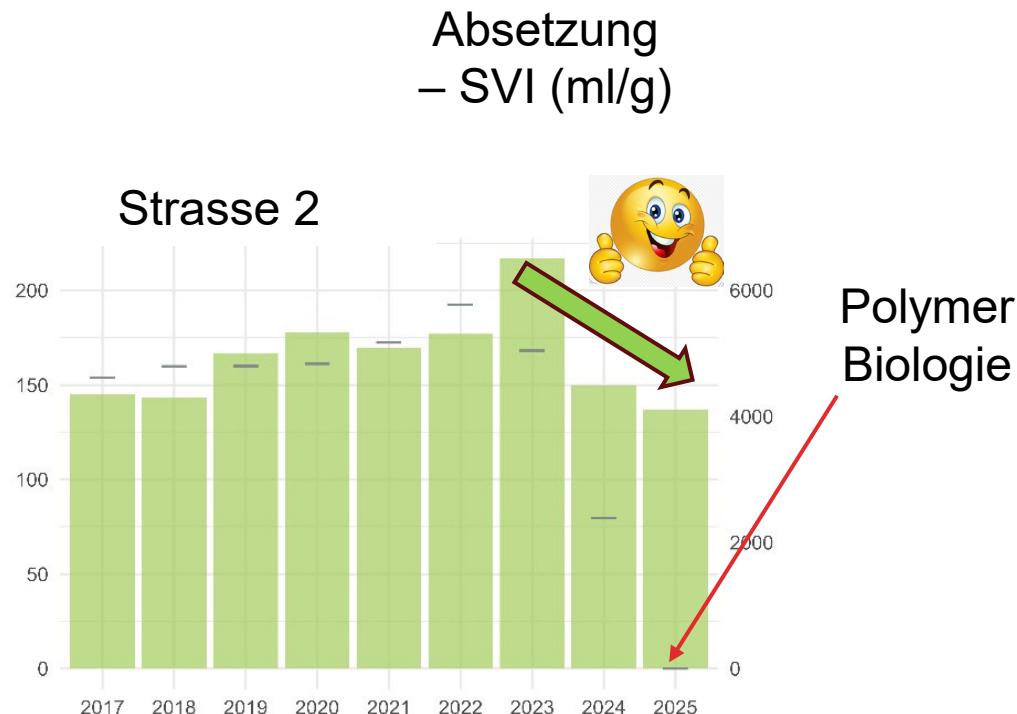
Zulauf
Zyklon =
ÜSS

Unterlauf → Biologie

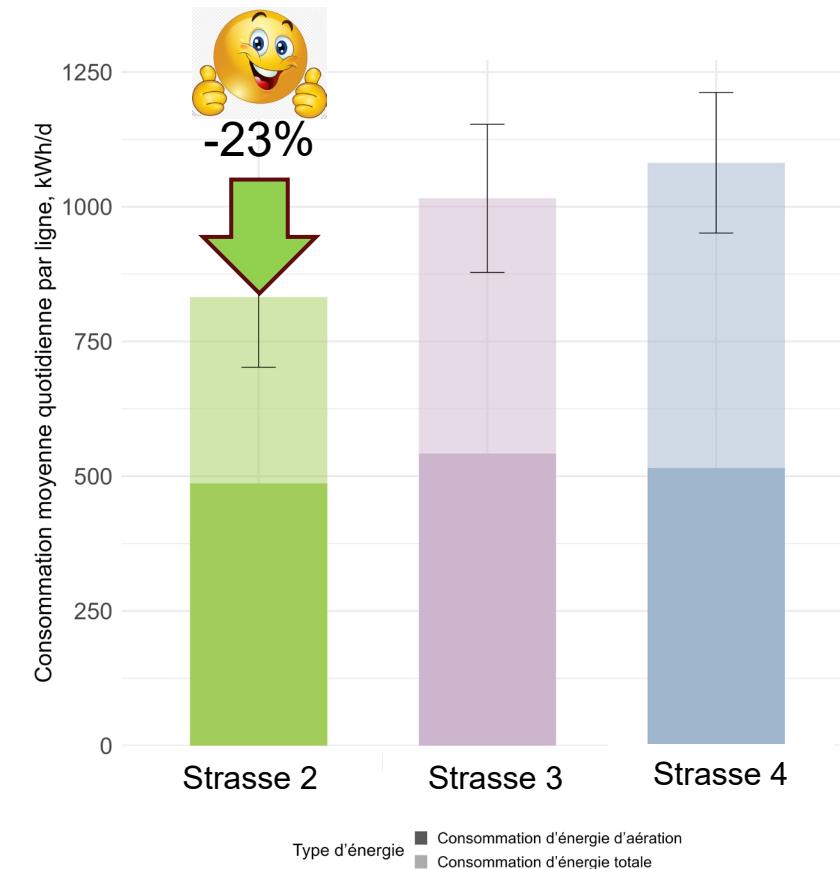
Pumpe →
2bars

MID + P

1) Zyklon - Ergebnisse



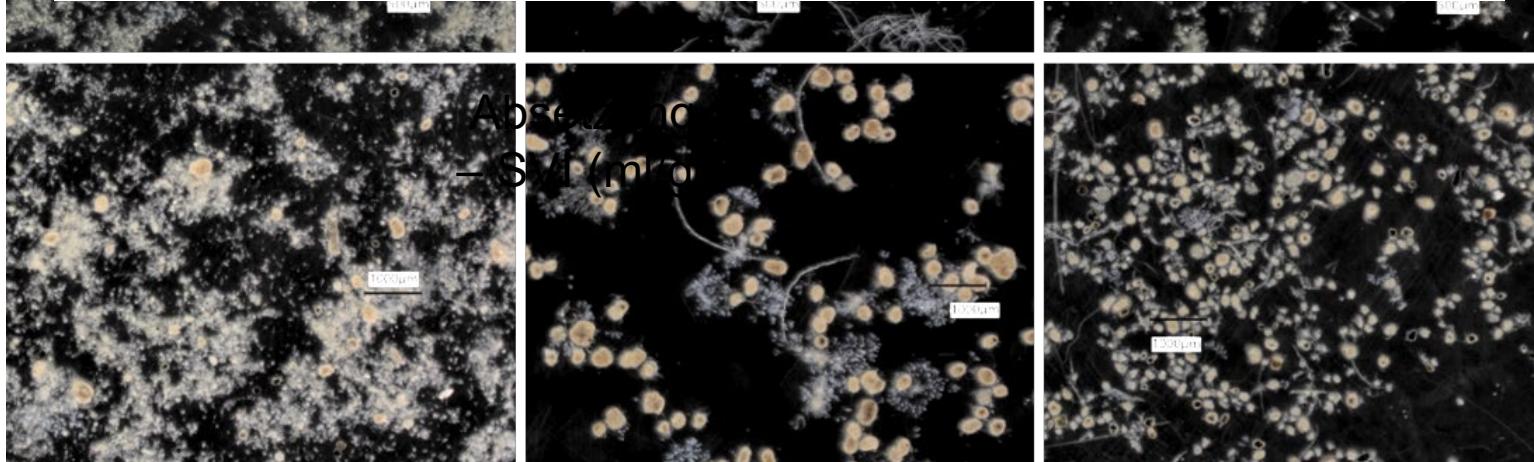
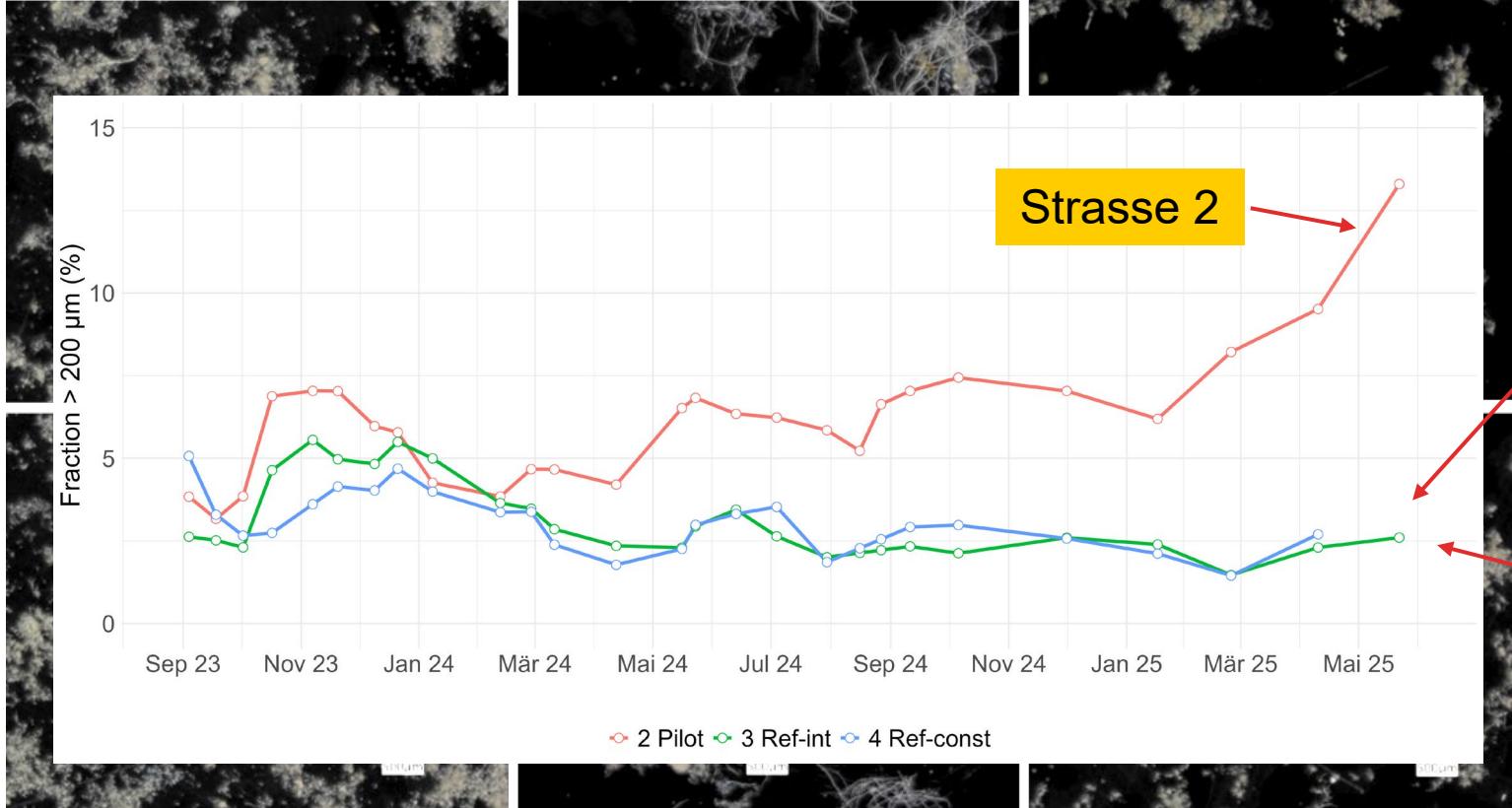
Stromverbrauch pro Strasse (kWh/d)



Boues totales

Fraction 200–500 µm

Fraction 100–200 µm



Strasse 4

Strasse 3

Strasse 2

1) Zyklon – Empfehlungen

Zyklon macht Sinn für ARAs...

- ... mit einer schlechten Absetzung
- ..., die ihre Leistung in der Biologie erhöhen wollen (z.B. höhere N Elimination)
- Bei ARAs mit guter Absetzung scheint die Granulierung einfacher zu sein
- Für ARAs mit sehr tiefer Absetzung bringt die Granulierung nicht so viel
- Die unbelüftete Zone ist sehr wichtig für die Granulierung
- Bei gewissen ARAs braucht es viel Geduld und viele Anpassungen

Mehr Information dazu in Aqua und Gas Feb. 2026

2) Faltbare PV-Anlage

2) Faltbare PV – warum

Vorteile faltbar

Leichte Stahlstruktur

- Becken Beton schonen
- Graue Energie halbieren
- Preis Stahl (2023)

Hagelschutz

Reaktivität Firma

- Offerte wurde geschickt (2023)

Betriebsflexibilität

- Durch das „Garagieren“
- Zugänglichkeit Kran

Effiziente Nutzung Fläche

- Kein Wartungsweg

Ästhetisch

- Sieht schön aus
- Kleine Reflektion (Flugverkehr)

Energieproduktion

- Ähnlich fixe Installation (2023)
- Bei Schneefall besser



Nachteile faltbar

Abhängigkeit

- Nur eine Firma – DHP
- Spezifischen PV-Modulen
 - Wie lang werden sie produziert?
 - Entwicklung Leistung?

Potenzielle Probleme

- Mobile Aggregate
- Ev. Problem bei plötzlichen und heftigen Windböen
- Durch Komplexität Steuerung

Jährliche Kosten

- Service Vertrag – DHP betreibt die PV-Anlage
- Wartung mobile Aggregate

Orientation

- Ist gegeben

Produktreife

- In Optimierung (2023-2024)

2) Faltbare PV – wieviel

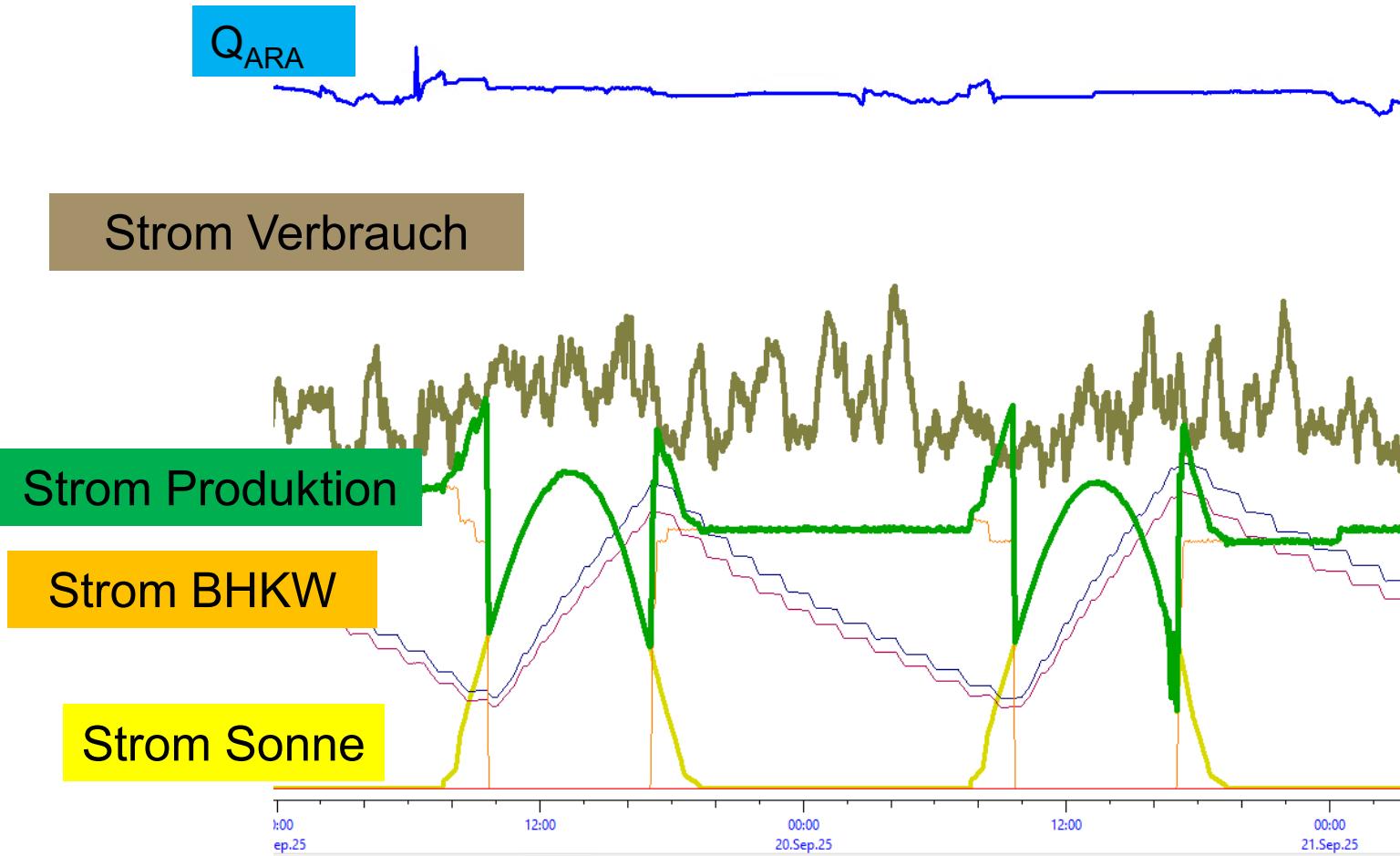
Solar Faltdach	„Soll“	„Ist“
Peak Leistung <i>kWp</i>	400	350
Jährliche Produktion <i>MWh/Jahr</i>	300	400
PV-Fläche <i>m²</i>	2'600	2'600
Peak Leistung <i>kWp/m²</i>	0.15	0.14
Jährliche Produktion <i>kWh/m²/a</i>	115	155

Energie Bilanz	Energie <i>GWh/Jahr</i>	Prozent %
Eigene Produktion	2.08	70%
Bezug EW	0.92	30%
Verbrauch gesamt	3.0	100%

Produktion/Verbrauch	Energie <i>GWh/Jahr</i>	Leistung <i>kW</i>
PV (fix + faltbar)	0.55	0 - 400
BHKW	1.53	0 - 280
Gesamt	3.0	280 - 650

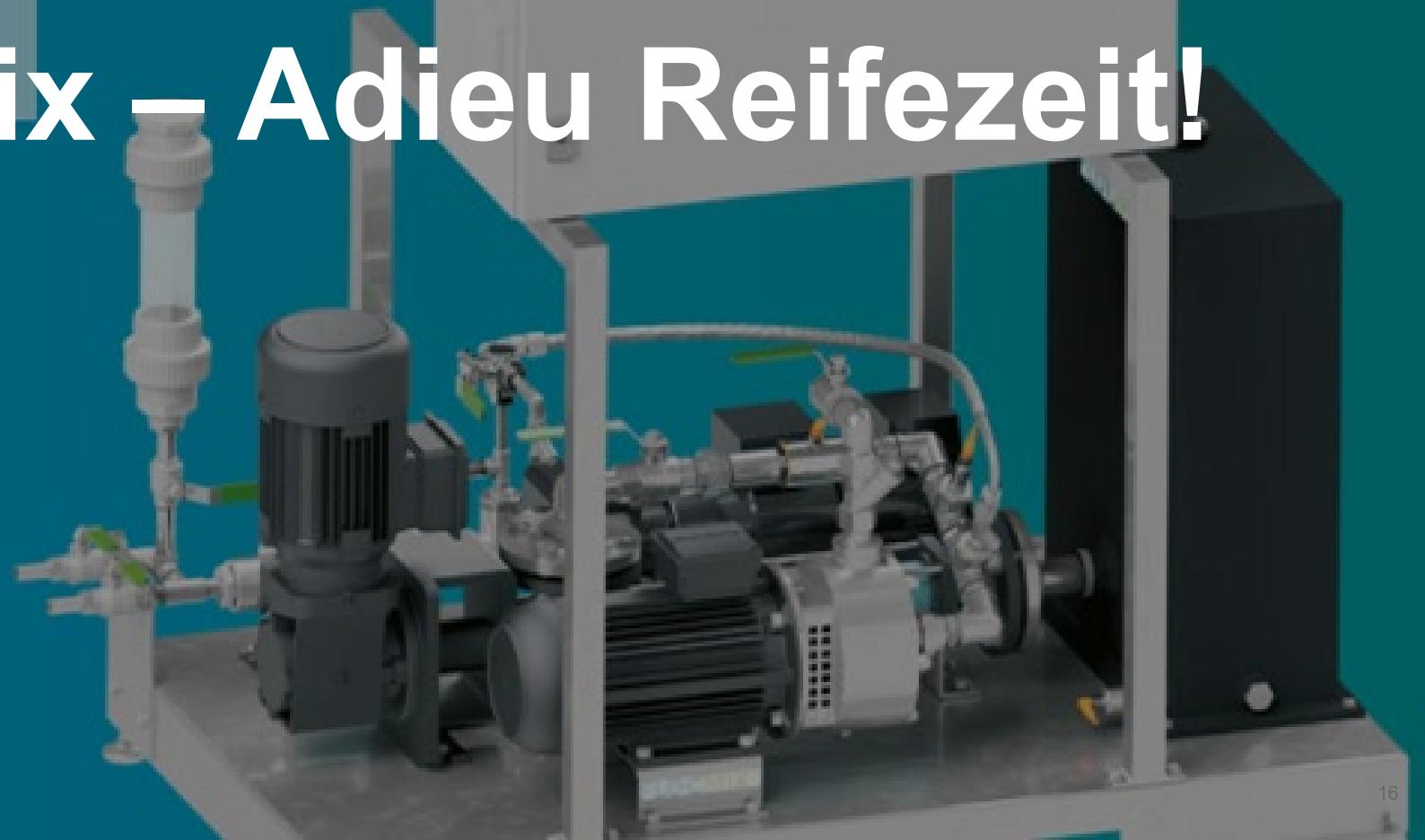
Investitionskosten: 1 Mio. CHF (2023)
 Betriebskosten: ca. 3'000 CHF/Jahr
 Ca. 11 Rp/kWh (ohne Inflation/Zinsen)

2) Faltbare PV – im täglichen Leben



FLOC MIX®

3) Flocmix – Adieu Reifezeit!



3) Flocmix



Vorteile Flocmix

- Kompakt
- Betriebsflexibilität (keine Kammer, keine Reifezeit)
- Weniger FHM Verbrauch
- „normale Aggregate“ – nur der Mischer ist „neu“
- Vor allem für Dekanter attraktiv
- TS-gesteuert

Nachteil Flocmix

- Wird mit eigener Steuerung verkauft





Merci pour votre écoute!

Des questions?



ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

Service de l'environnement SEn
Amt für Umwelt AfU

Sektion Labor und Stoffe

InfoSTEP 2025

Givisiez, 13. November 2025



Lasst uns über Qualitätssicherung sprechen



Lasst uns über Qualitätssicherung sprechen

Spass beiseite

Qualitätssicherung ist die Kunst, dank einer rigorosen Organisation, klarer Abläufe und einer ständigen Überwachung, auf Anhieb die Dinge richtig zu machen.

→ Fehler vorbeugen statt diese zu korrigieren

Vorteile:

- Stärkeres Vertrauen (Leistungsempfänger, Hierarchie, Ruf usw.)
- Reduzierung von Fehlern und Kosten
- Fortlaufende Verbesserung
- Rückverfolgbarkeit
- Sicherheit für die Verantwortlichen und die Mitarbeitenden
- usw...

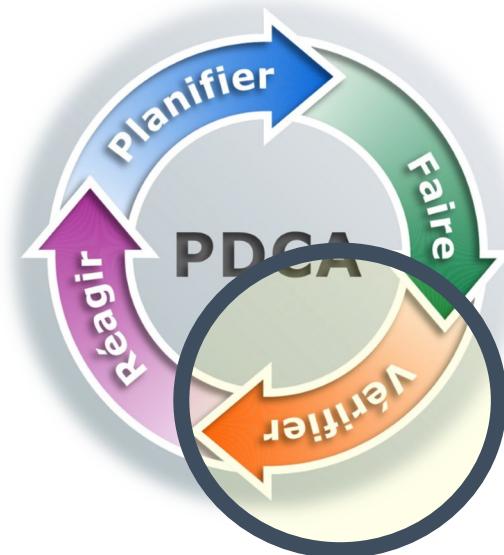
Fortlaufende Verbesserung

Immer besser werden

Planen und Handeln sind nicht immer ausreichend:

- an Effizienz gewinnen
- künftige Fehler reduzieren
- innovativ sein
- bessere Entscheidungen treffen

→ seine Stärken und Schwächen kennen



Laborvergleichstest

Das ultimative Werkzeug für fortlaufende Verbesserungen im Labor

Anhand dieser Tests lassen sich die Richtigkeit, Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der von jedem Labor durchgeführten Massnahmen bewerten.

Zur Vereinfachung der Auswertung der Ergebnisse: Z-Score!

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

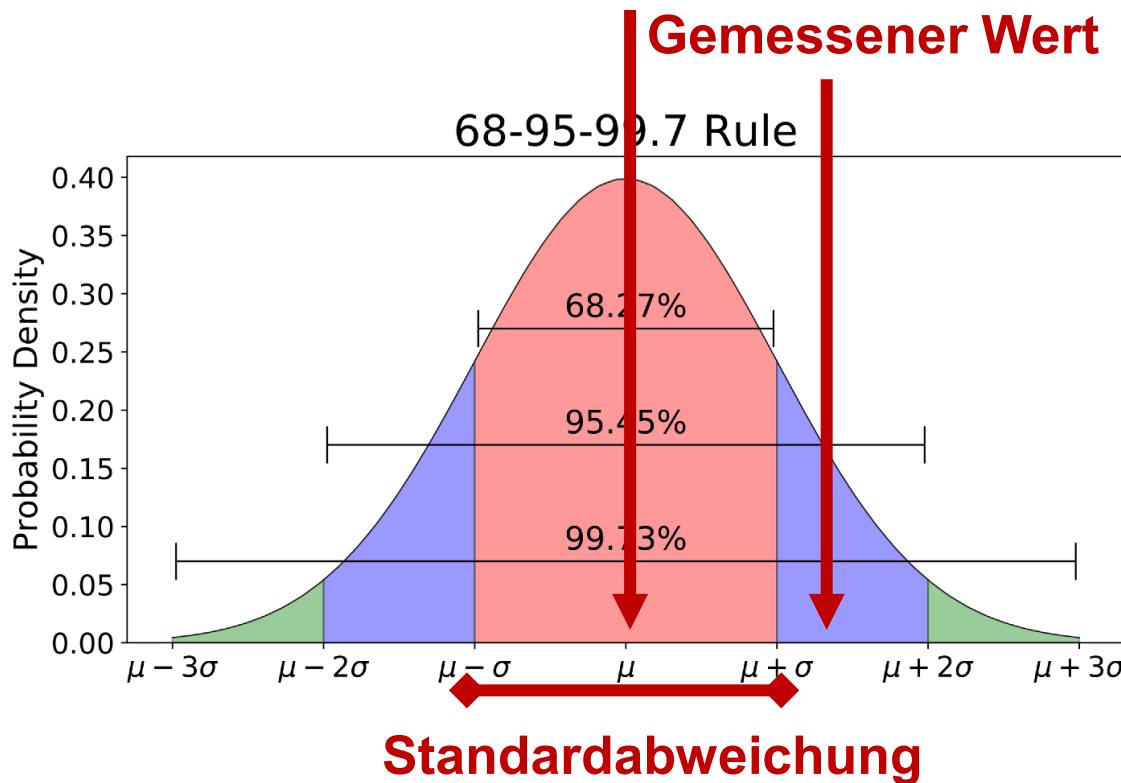
Gemessener Wert **Mittelwert aller Teilnehmer**
Standardabweichung

Laborvergleichstest

$$z = \frac{x-\mu}{\sigma}$$

Beispiel

Mittelwert aller Teilnehmer

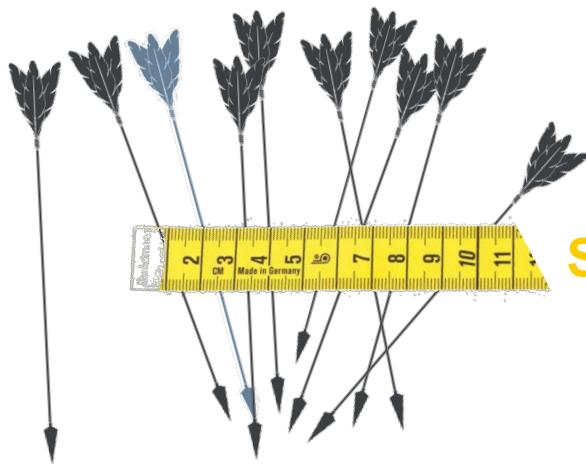


Laborvergleichstest

$$z = \frac{x-\mu}{\sigma}$$

Beispiel

Gemessener Wert



Standardabweichung

Mittelwert aller Teilnehmer

Laborvergleichstest

$$z = \frac{x-\mu}{\sigma}$$

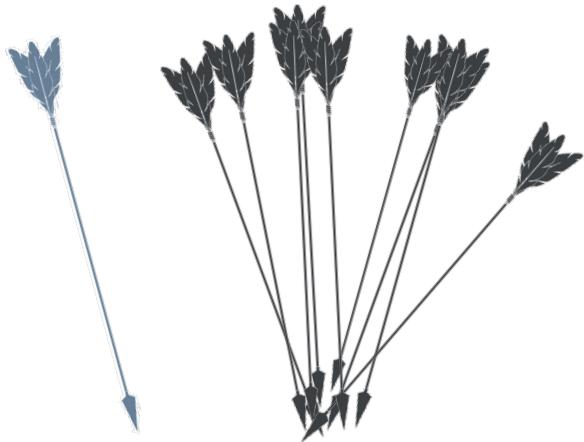
Beispiel



Laborvergleichstest

$$z = \frac{x-\mu}{\sigma}$$

Beispiel



Laborvergleichstest

$$z = \frac{x-\mu}{\sigma}$$

Beispiel



InterSTEP 2025

Ergebnisse

	Z-Score	>2	>3													
NH4-N Ablauf	0.28	0.93	0.5	-0.14	0.4	-6	0.87	-2.7	-1.7	0.95	0.52	-0.053	0.33	1	1	
NH4-N VKB	0.32	0.51	-0.01	-0.098	-3.6	-1.2	-0.31	2.1	-4.6	-1.1	-3.7	0.45	-0.58	1	3	
NO3-N Ablauf	-0.35	-0.42	1.6	0.99	0.04	0.82	0.52	-0.71	-1.6	2.3	-2.3	2.6	-0.81	3		
NO2-N Ablauf	0.4	-1.7	0.5	-0.064	-0.25	3.3	0.32	0.093	-3.4	0.45	0.97	-0.96	0.26		2	
Ntot Ablauf				0.24	-0.26	40		4	0.41		-0.25	-0.12	-1.1		2	
Ntot VKB				-0.41	0.11			1.4	-1.4		9.2	0.87	-1.1		1	
Ptot Ablauf	-0.26	0.39	-0.74	0.39	-0.24	-0.84	7.8	2.4	0.83	3.4	-1.7	-0.9	-0.13	1	2	
Ptot VKB	-4.4	1.1	-0.18	0.063	0.45	8.7	-0.21	0.17	-0.66	1.1	-13	0.078	-0.98		3	
CSBtot Ablauf	-0.047	-0.064	0.61	-1.5	-0.11	-0.26	-1.3	1	-1.4	-0.43	-0.012	-0.081	2			
CSBtot VKB	0.37	1.3	0.22	0.13	-0.8	2.4	1.3	1.1	-0.62	0.62	2.7	-0.37	0.38	2		
CSBgelöst Ablauf	2.2	0.055	0.32	-1.1	-0.072		0.38	1.5	-0.69	-0.15	-0.079	-0.73	0.65	1		
CSBgelöst VKB	1.4	1.1	-0.7	-1	-0.15		-0.54	1.7	0.43	0.068	6.1	-0.96	0.48		1	
DOC Ablauf	4.2	0.43	0.49	0.79	-0.74	0.7	0.2	0.026	0.12	0.84		-0.65	1.2		1	
DOC VKB	2.7	4.6	-0.22	0.78	-0.32	6.4	-0.32	0.46	4.5	0.005		4.5	0.056	1	4	
TOC Ablauf	0.31	0.96	-0.059	3.4	-0.84		0.065	-0.38	-0.32	0.26	0.21	-0.17	13		2	
TOC VKB	-0.42	0.6	-0.45	-1.1	0.04		0.088	0.6	2.2	-0.059	0.85	0.38	1.1	1		
GUS Ablauf	3.6	1.5	1.3	-2.2	-0.59		0.12	0.58	0.8	0.23	10	0.14	-0.19	1	2	
LF Ablauf	1	-4.8	0.13	-15	0.57	-3.1	0.56	-0.46	-0.87	2.1	0.6	0.39	-1.2	1	3	
LF VKB	0.82	-3.8	0.24	-12	-0.21	-0.21	0.6	-0.97	-1.2	1.6	0.55	0.45	-0.55		2	
>2	2			1		1		3	1	2	2	1				
>3	3	3		3	1	6	1	1	3	1	5	1	1			

- Organisation durch das Gewässer- und Bodenschutzlabor (Kanton Bern)
- 63 Teilnehmer, viele ARA
- Zukünftige Organisation wird noch überarbeitet

InterSTEP 2025

Ergebnisse

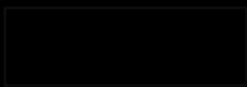
	Z-Score	>2	>3													
NH4-N Ablauf	0.28	0.93	0.5	-0.14	0.4	-6	0.87	-2.7	-1.7	0.95	0.52	-0.053	0.33	1	1	
NH4-N VKB	0.32	0.51	-0.01	-0.098	-3.6	-1.2	-0.31	2.1	-4.6	-1.1	-3.7	0.45	-0.58	1	3	
NO3-N Ablauf	-0.35	-0.42	1.6	0.99	0.04	0.82	0.52	-0.71	-1.6	2.3	-2.3	2.6	-0.81	3		
NO2-N Ablauf	0.4	-1.7	0.5	-0.064	-0.25	3.3	0.32	0.093	-3.4	0.45	0.97	-0.96	0.26	2		
Ntot Ablauf				0.24	-0.26	40		4	0.41		-0.25	-0.12	-1.1	2		
Ntot VKB				-0.41	0.11			1.4	-1.4		9.2	0.87	-1.1	1		
Ptot Ablauf	-0.26	0.39	-0.74	0.39	-0.24	-0.84	7.8	2.4	0.83	3.4	-1.7	-0.9	-0.13	1	2	
Ptot VKB	4.4	1.1	-0.18	0.063	0.45	17	-0.21	0.17	-0.66	1.1	-13	0.078	-0.98		3	
CSBtot Ablauf	-0.047	-0.064	0.61	-1.5	-0.11	-0.26	-1.3	1	-1.4	-0.43	-0.012	-0.081	2			
CSBtot VKB	0.37	1.3	0.22	0.13	-0.8	2.4	1.3	1.1	-0.62	0.62	2.7	-0.37	0.38	2		
CSBgelöst Ablauf	2.2	0.055	0.32	-1.1	-0.072		0.38	1.5	-0.69	-0.15	-0.079	-0.73	0.65	1		
CSBgelöst VKB	1.4	1.1	-0.7	-1	-0.15		-0.54	1.7	0.43	0.068	8.1	-0.96	0.48	1		
DOC Ablauf	4.2	0.43	0.49	0.79	-0.74	0.7	0.2	0.026	0.12	0.84		-0.65	1.2		1	
DOC VKB	2.7	4.6	-0.22	0.78	-0.32	34	-0.32	0.46	4.5	0.005		4.5	0.056	1	4	
TOC Ablauf	0.31	0.96	-0.059	3.4	-0.84		0.065	-0.38	-0.32	0.26	0.21	-0.17	0.3		2	
TOC VKB	-0.42	0.6	-0.45	-1.1	0.04		0.088	0.6	2.2	-0.059	0.85	0.38	1.1	1		
GUS Ablauf	3.6	1.5	1.3	2.2	-0.59		0.12	0.58	0.8	0.23	16	0.14	-0.19	1	2	
LF Ablauf	1	-4.8	0.13	-15	0.57	3.1	0.56	-0.46	-0.87	2.1	0.6	0.39	1.2	1	3	
LF VKB	0.82	3.8	0.24	12	-0.21	-0.21	0.6	-0.97	-1.2	1.6	0.55	0.45	-0.55		2	
>2	1	2		1		1		3	1	2	2	1				
>3		3	3		3	1	6	1	1	3	1	5	1	1	1	

- Die Teilnahme an interSTEP bietet die Möglichkeit, die eigenen Analysemethoden zu beurteilen.
- Ziel ist dabei nicht der Vergleich mit anderen ARA, sondern eine Beurteilung für sich selbst vorzunehmen.
- Die Teilnahmekosten werden vom AfU übernommen.
- Ein hoher Z-Score ist nicht als Misserfolg zu verstehen, sondern als Warnsignal, als Hinweis auf Verbesserungsbedarf.

Das Labor-Team des AfU steht Ihnen bei Bedarf für die Interpretation der Ergebnisse oder für einen Besuch im Labor gerne zur Verfügung!

Laboratoire / Labor

Questions / Fragen





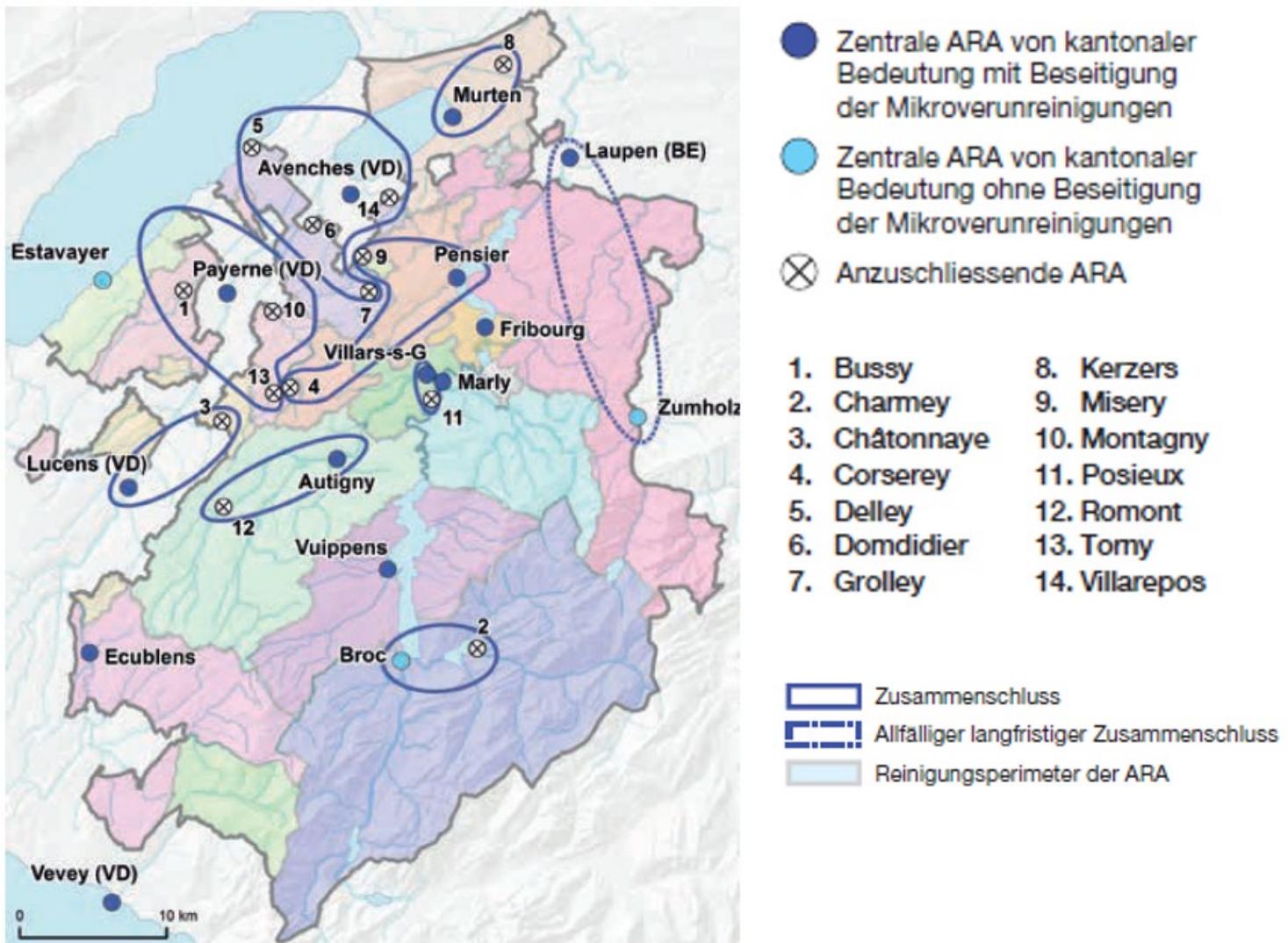
Aktualitäten Gewässerschutz 2025

Aktualitäten Gewässerschutz

> News Kantonale Planung:

- > Stand der **Zusammenschlüsse**
- > Stand der **laufenden Projekte**

Aktualitäten Gewässerschutz



Aktualitäten Gewässerschutz

Region Saane

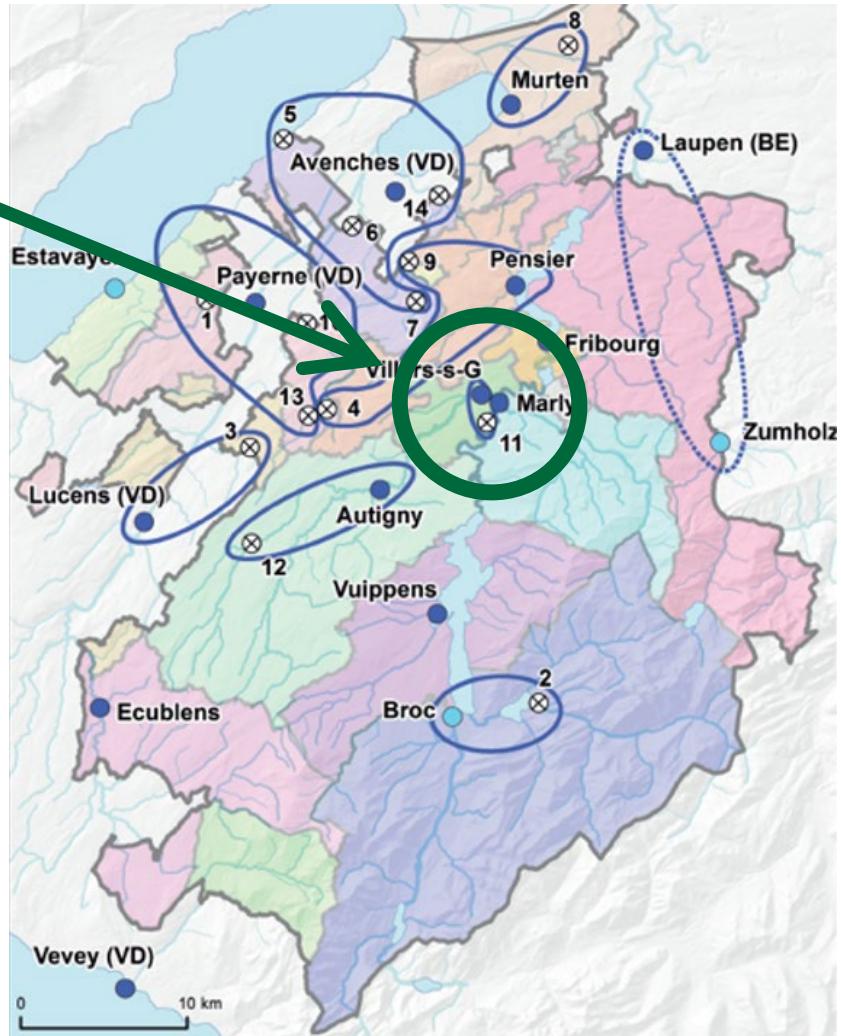
ARA Freiburg, Marly,
Posieux, Villars-s-Glâne

ARA Freiburg:

- MV-Behandlung mit Ozonung und Sandfiltration (zweischichtig) öffentlich aufgelegt
- Vorgesehene Inbetriebnahme: **2028-2029**

ARA Villars-sur-Glâne:

- Ausbauprojekt und Sanierung **50'000 EW** mit einer MV-Behandlung mittels **Pulveraktivkohle und Zweischicht-Sandfilter** öffentlich aufgelegt
- Vorgesehene Inbetriebnahme: **~2031** (Wasserstrasse)

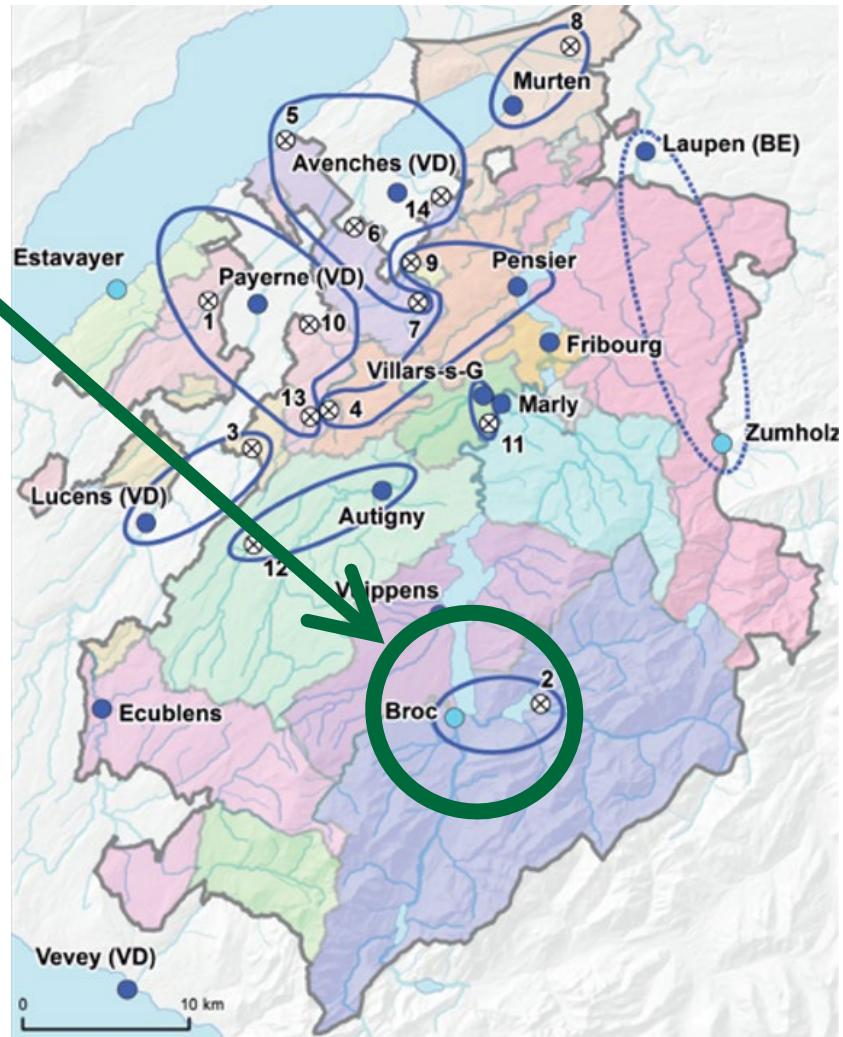


Aktualitäten Gewässerschutz

Region Ober-Greyerz
ARA Broc, Charmey

Verband ABVH:

- Vorprojekt in Prüfung
- Anschlussprojekt öffentlich aufgelegt



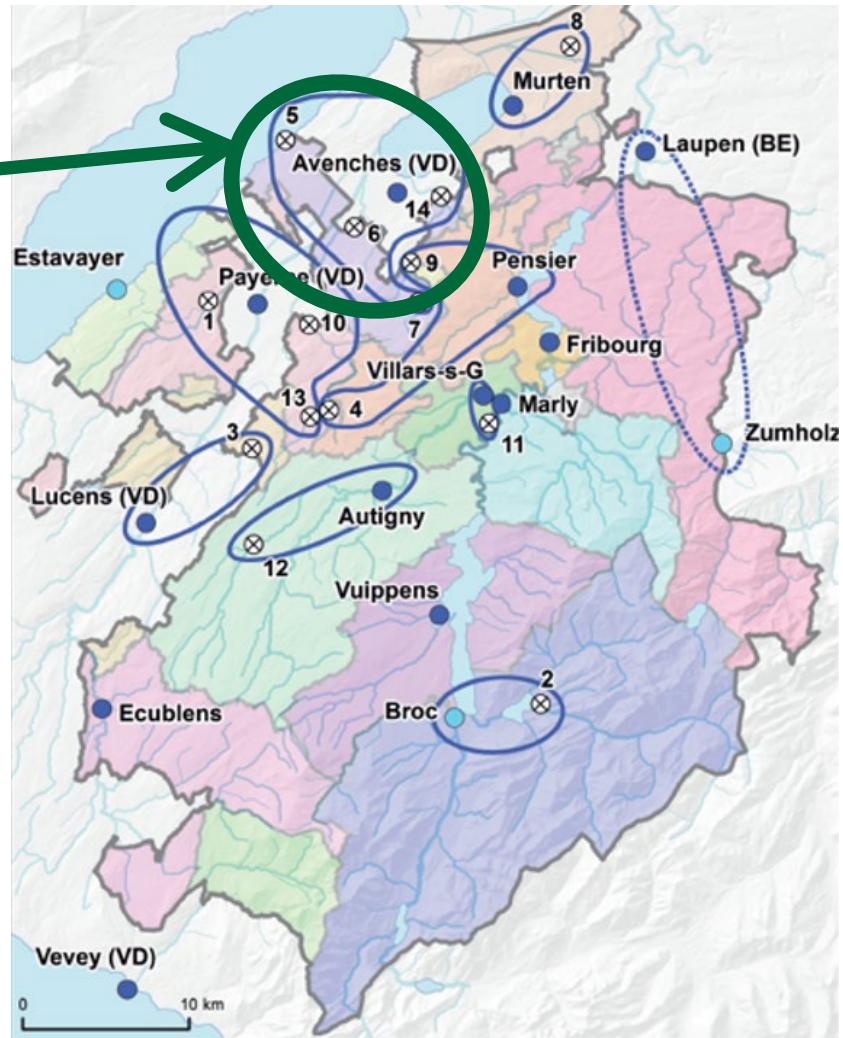
Aktualitäten Gewässerschutz

Region Avenches

ARA Domdidier, Grolley,
Delley-Portalban,
Gemeinden VD

ARA in **Saint-Aubin (EBBV)**:

- **71'300 EGW** (Zeithorizont 2050)
– öffentlich aufgelegt, **in Bearbeitung**
- Grünes Licht des BAFU für die Behandlung der Mikroverunreinigungen (**Etappe A MV**)
- Geplante Inbetriebnahme:
2029-2030



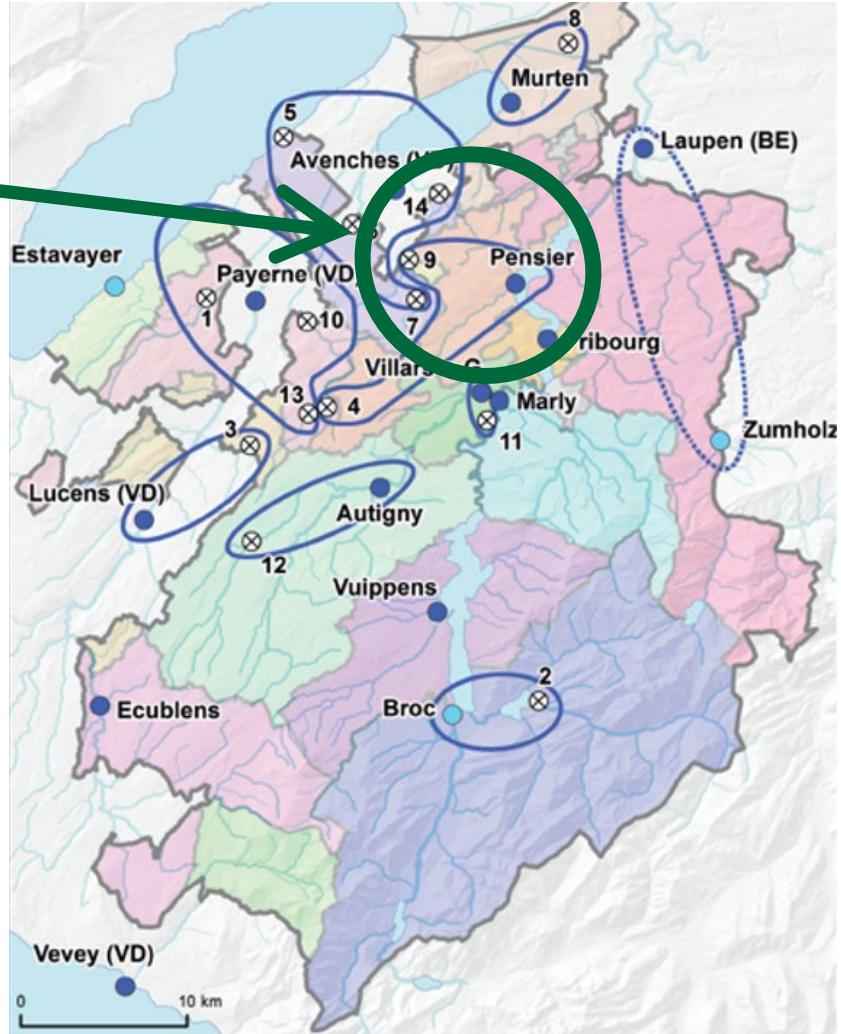
Aktualitäten Gewässerschutz

Region Sonnaz-Crausaz

ARA Pensier, Misery-Courtion, Villarepos, Corserey

ARA Pensier:

- Projekt Ausbau ARA (50'000 EGW) **am Laufen** (Vorzeitige Baubewilligung erteilt)
- **Zusicherung** für Bundesabgeltungen zur Elimination von Mikroverunreinigungen **erhalten**
- Vorgesehene Inbetriebnahme: **2028-2029** (Wasserstrasse)
- Anschluss **ARA Corserey** seit Juli 2025 **effektiv**
- **Anschluss** der **ARA Misery-Courtion** (Vorgesuch)



Aktualitäten Gewässerschutz

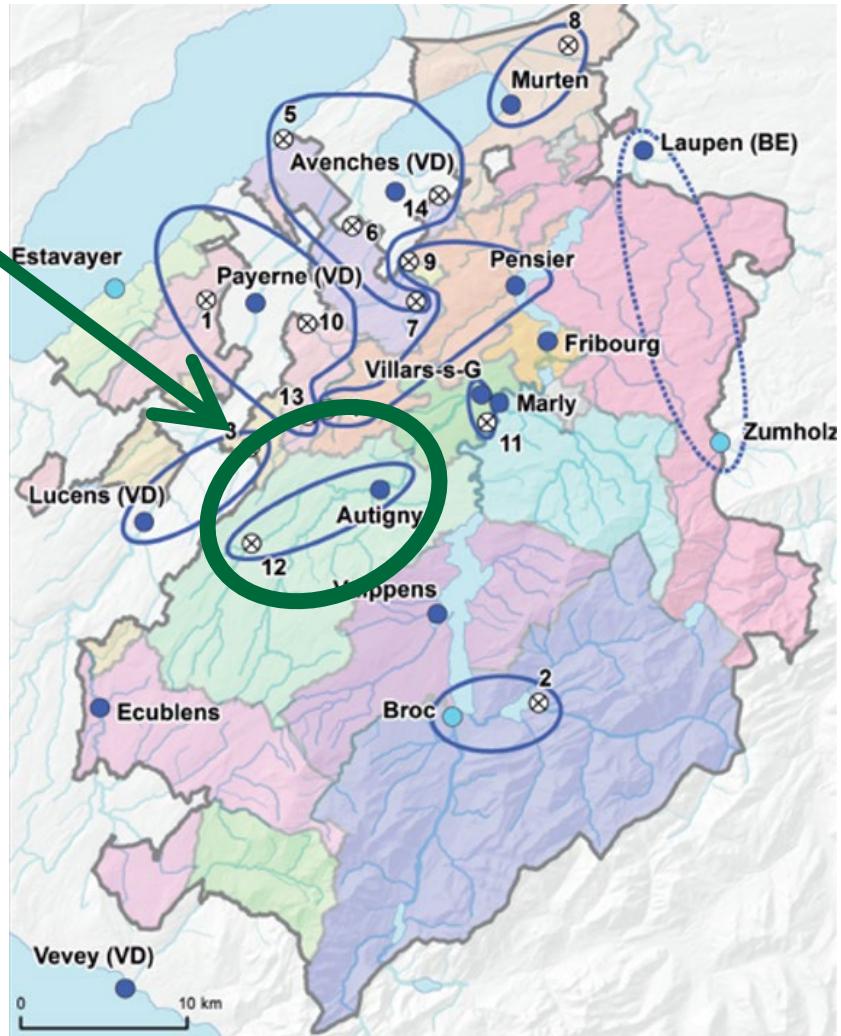
Region Glâne-Neirigue ARA Autigny, Romont

Verband ABVGN:

- Statuten «3 in 1» von der Legislativen des Verbands **genehmigt**
- Die Statuten müssen noch von den Mitgliedergemeinden genehmigt werden

ARA Autigny:

- Änderung des OP (Vorprüfung am Laufen)
- Anschluss der ARA **Romont** (Vorprüfung durchgeführt)

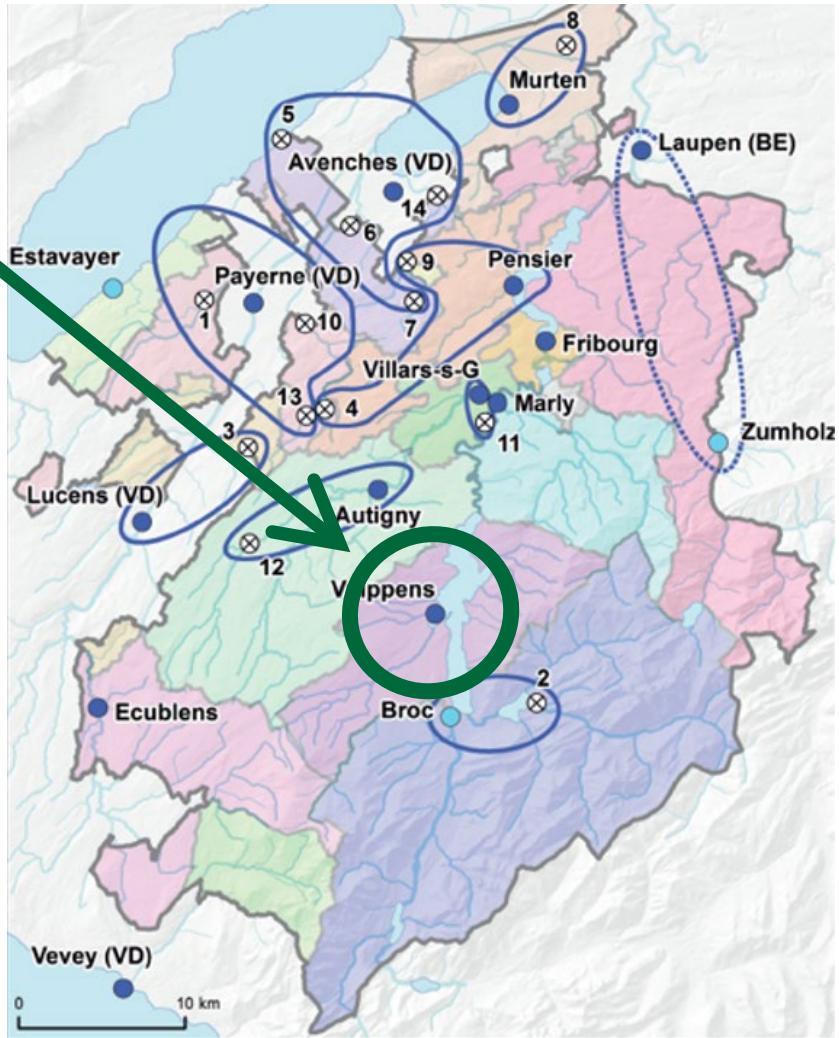


Aktualitäten Gewässerschutz

Region Gruyèresee ARA Vuippens

ARA Vuippens:

- Anhörung für Stufe MV (Phase A) beim Bund eingereicht
- Kombinierte MV-Behandlung mit **Ozonung und Pulveraktivkohle vor Zweischicht-Sandfilter**
- Öffentliche Auflage **demnächst** geplant
- Geplante Inbetriebnahme: **~2028**

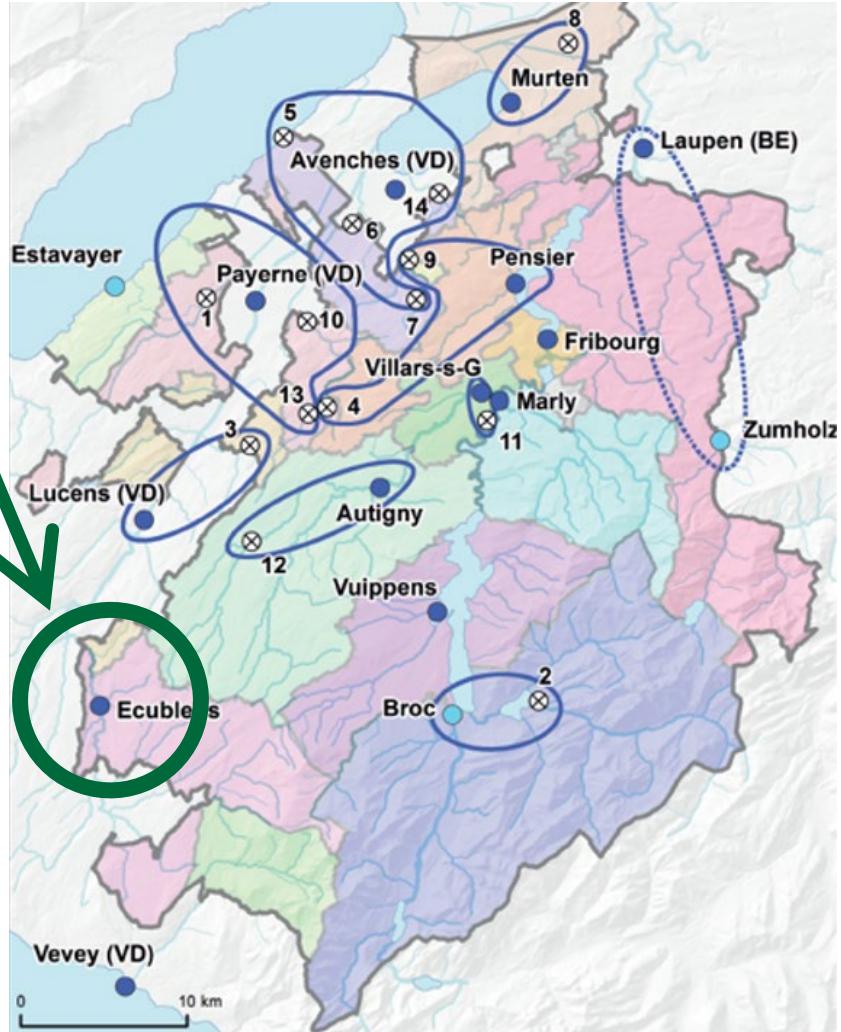


Aktualitäten Gewässerschutz

Region Haute-Broye ARA Ecublens

ARA Ecublens:

- Vergrösserung ARA (48'750 EW) und Ausbau Mikroverunreinigungen abgeschlossen
- Ausgezeichnete biologische Reinigung und Elimination der Mikroverunreinigungen
- Einweihung der modernisierten ARA «La Verna» in Ecublens (FR), der ersten ARA im Kanton Freiburg, die Mikroverunreinigungen behandelt



Fragen?

