



InfoSTEP 2025

[Teil 1: Revision des Gewässerschutzgesetzes 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 Gewässerschutzgesetzes 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,
gestützt auf Artikel 78 Absätze 2 und 3 der Bundesverfassung¹,
nach Einsicht in eine Botschaft des Bundesrates vom 29. April 1987²,
beschliesst:*

1. Titel: Allgemeine Bestimmungen

Art. 1 Zweck

Dieses Gesetz bezweckt, die Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen. Es dient insbesondere:

- der Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen;
- der Sicherstellung und hauswirtschaftlichen Nutzung des Trink- und Brauchwassers;
- der Erhaltung natürlicher Lebensräume für die einheimische Tier- und Pflanzenwelt;
- der Erhaltung von Fischgewässern;
- der Erhaltung der Gewässer als Landschaftselemente;
- der landschaftlichen Bewässerung;
- der Bestimmung zur Erholung;
- 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 anzuwenden, um nachteilige Einwirkungen auf die Gewässer zu vermeiden.

AS 1992 I 160

¹ SR 101

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

(AS 2010 I 111; BBl 2009 1415)

³ BBl 1987 II 1061

1 / 34



Auftrag zur Stärkung des Gewässerschutzes aus dem Parlament

Motion 20.4261 - Reduktion
Stickstoffeinträge aus ARA

Motion 20.4262 - Reduktion
Mikroverunreinigungen aus ARA



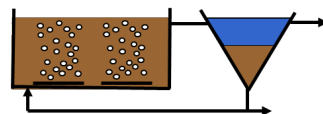
Was können ARA bezüglich Stickstoff?

Gesetzlichen Anforderungen

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

Technisch möglich

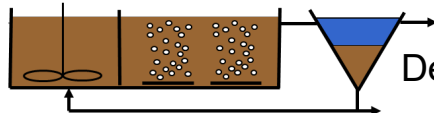
1980



Nitrifikation

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

1990



Denitrifikation

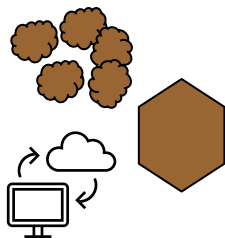
N-Elimination ~80%
(siehe Deutschland und Österreich)

2000

2010

2020

Neue Entwicklungen



- Granulierter Schlamm
- Faulwasserbehandlung
- Betriebsoptimierung / online-Messungen



Stickstoffeinträge - Wo stehen wir heute?

Vollzugsdefizit

Einleitung Ammonium:

~80 ARA halten die gesetzl.

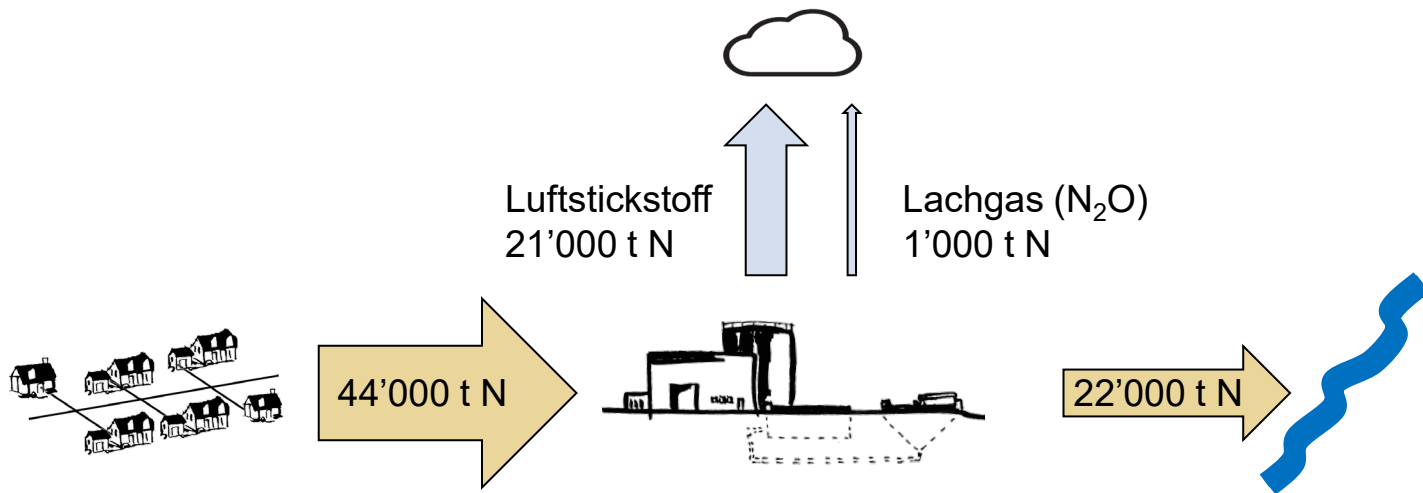
Anforderungen nicht ein

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: $265 \times \text{CO}_2$
 - Emissionen ARA: $\sim 1\%$ 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

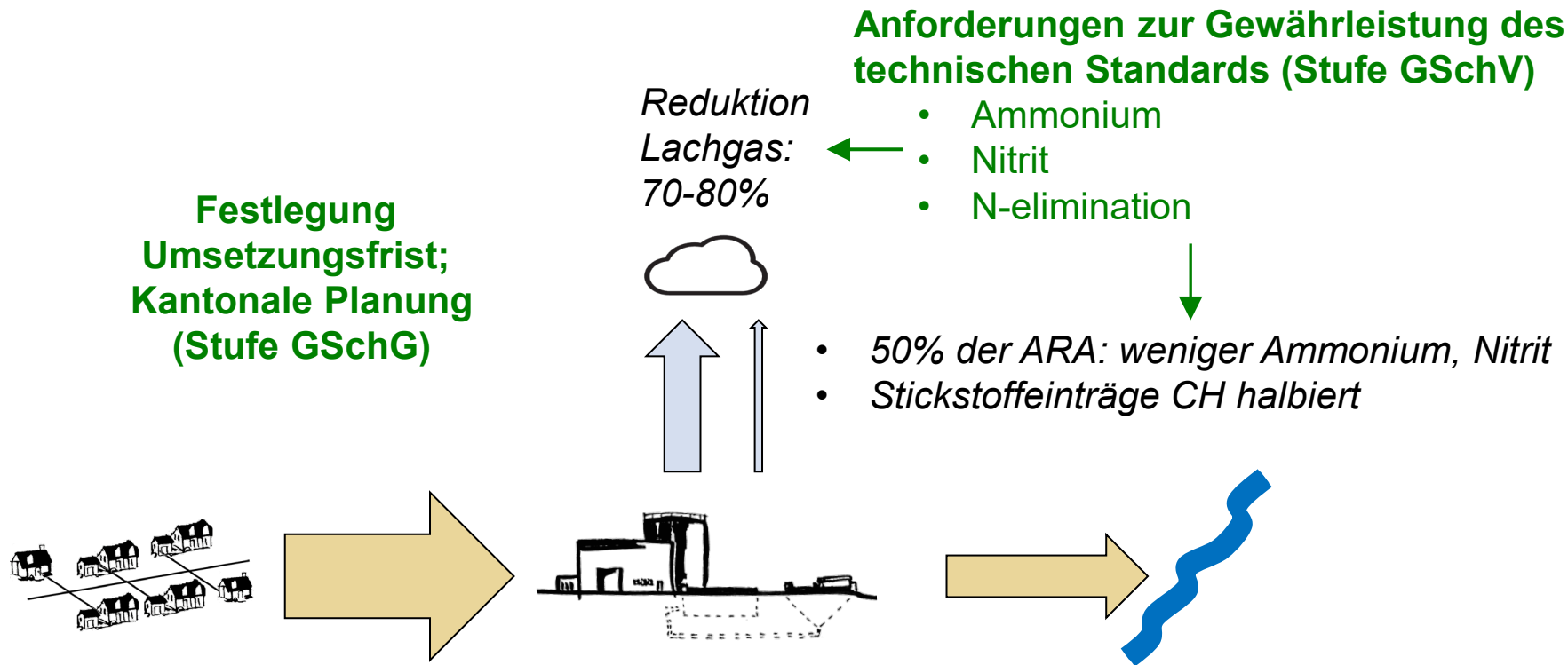
Motion 20.4261 - Reduktion **Stickstoffeinträge** aus ARA

«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

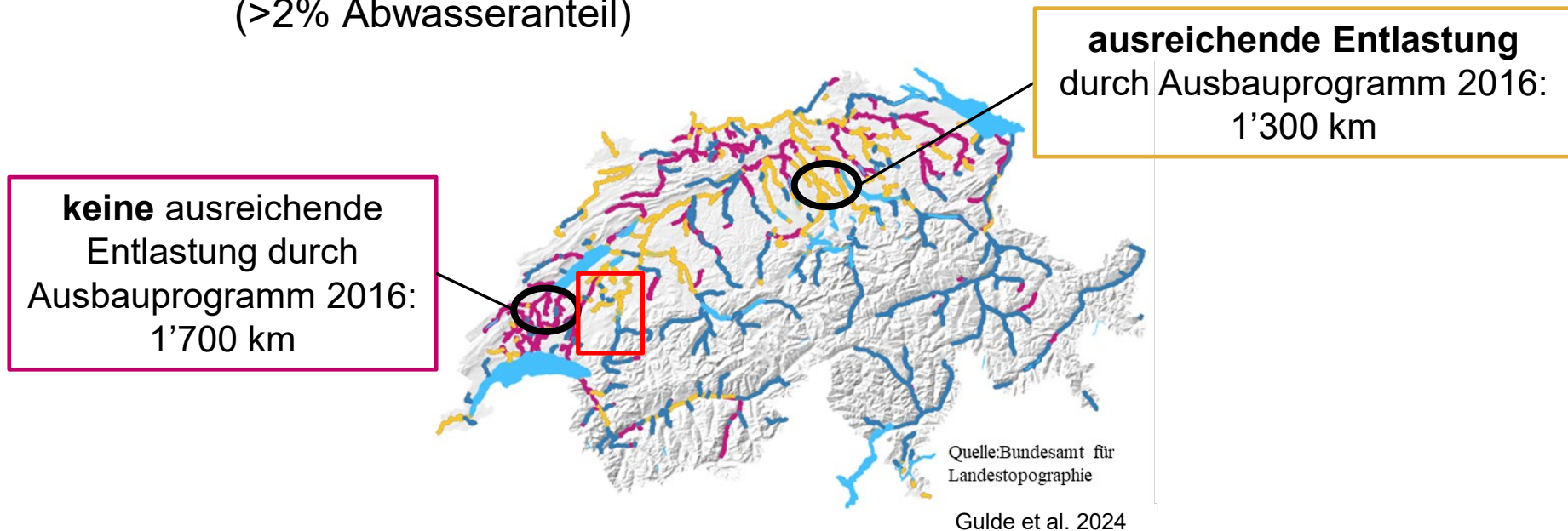
- Bis 2040 ergreifen ca. 135 ARA Massnahmen (120 ausgebaut, 15 zusammengeschlossen)
- Bereits 37 ARA haben Massnahmen umgesetzt

** 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)





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

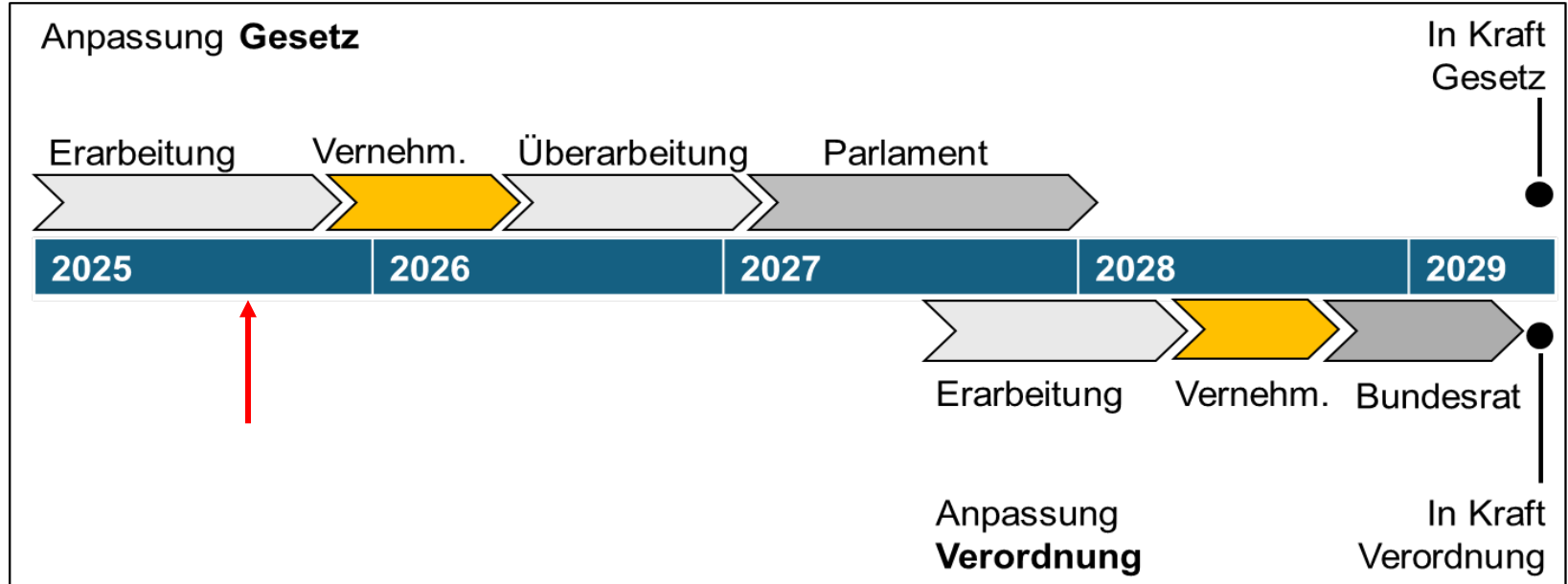
- Finanzierung
- Fristen
- kantonale Planungs- und
Berichterstattungspflicht

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!



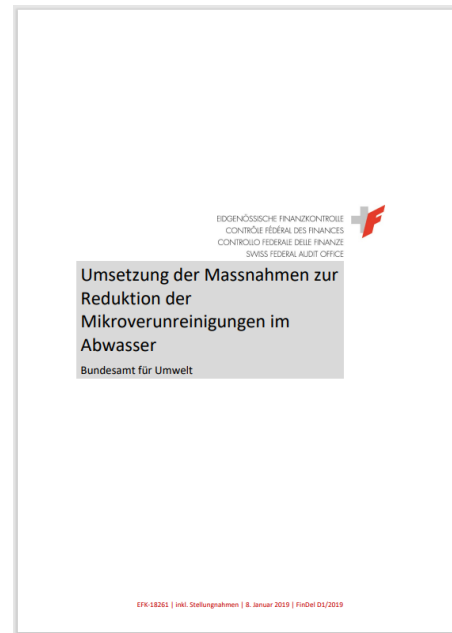
**Messkampagne zur Breitbandwirkung der
zusätzlichen Reinigungsstufe zur Elimination
von Mikroverunreinigungen auf ARA (2025-2027)**
BAFU, Eawag, VSA



Fast 10 Jahre nach Einführung des ARA Ausbauprogramms: Erfolgskontrolle

Prüfbericht Eidgenössische
Finanzverwaltung:

Empfehlung zur Prüfung der Wirkung des
Ausbauprogramms im Gewässer



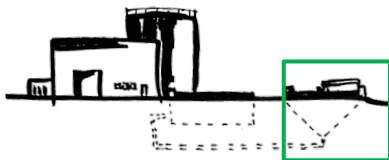


Konzept Erfolgskontrolle ARA Ausbau

Erfolgskontrolle

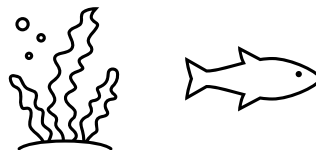
Umsetzungskontrolle

- ARA Ausbau korrekt umgesetzt



Wirkungskontrolle

- Positive Auswirkung des ARA Ausbaus auf die Gewässer



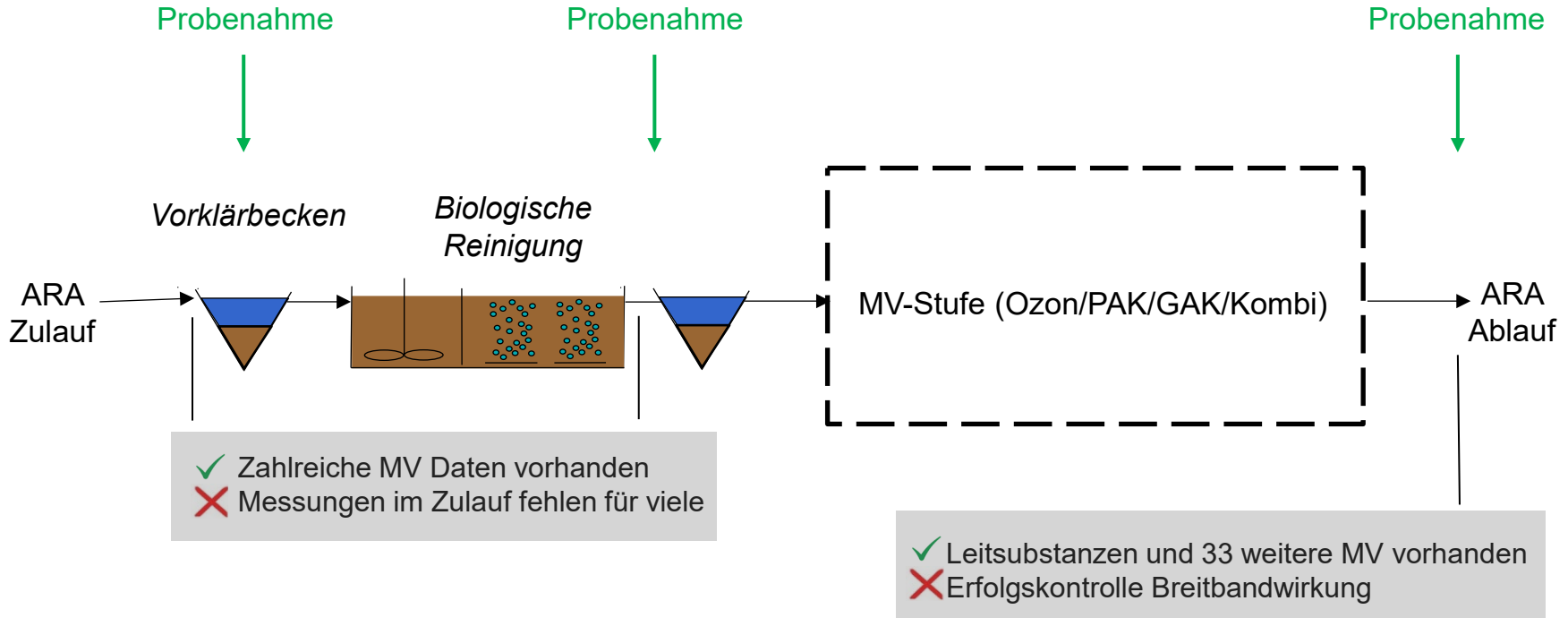


Ziele der Messkampagne

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 IKS-R-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	
			Grundprogramm	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	Uhdingen (D)	X	X
Anzahl Kläranlagen			10	6
Probenahmepunkte pro Kläranlage			3	3
Probenahmezeitpunkte 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



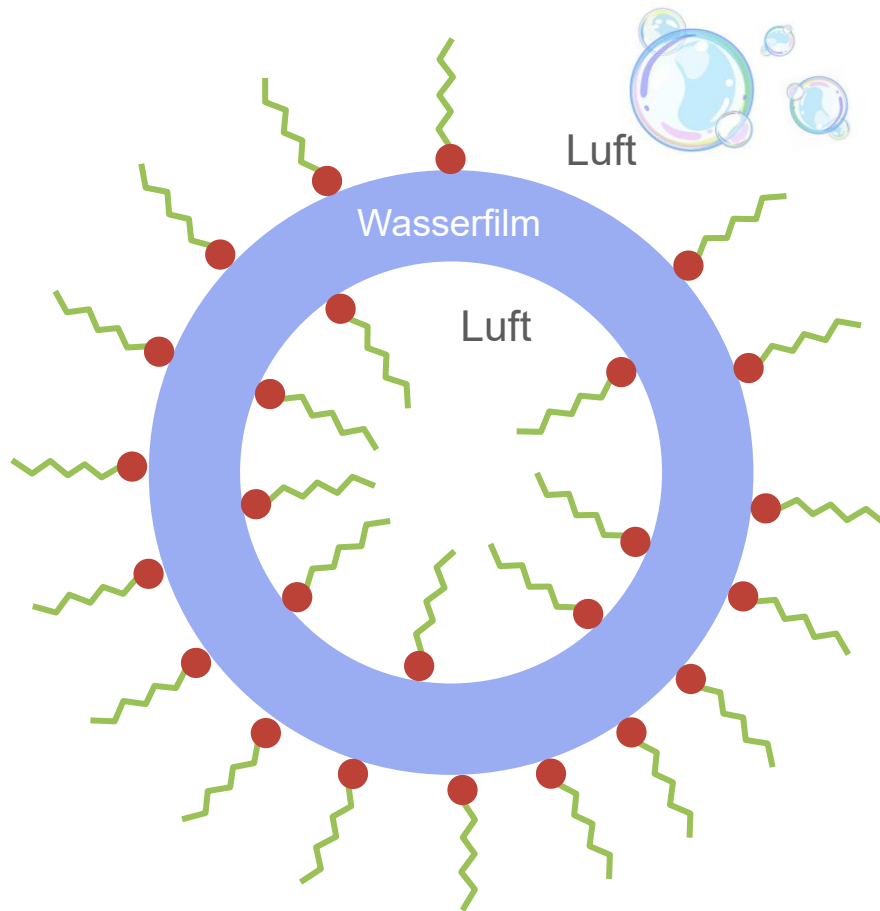
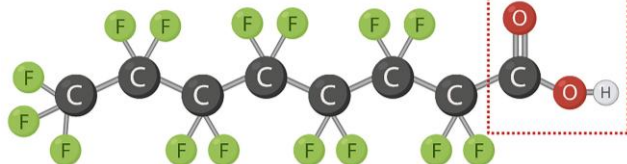


Sehr interessante grenzflächenaktive Eigenschaften

Per- and PolyFluoroAlkyles Substances (PFAS)

Perfluorooctanoic acid (PFOA)

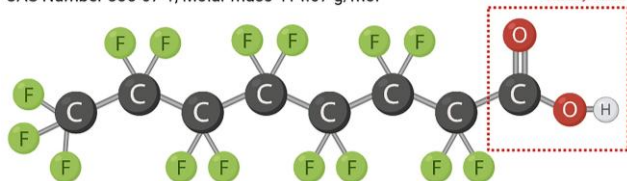
CAS Number 335-67-1, Molar mass 414.07 g/mol





Hohe Hitzebeständigkeit

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





Vielfältige Anwendungen



Aktionsplan PFAS des Kantons Freiburg



The screenshot shows the official website of the Canton of Freiburg (www.fr.ch). The header includes the logo of the 'ETAT DE FRIBOURG / STAAT FREIBURG' and the domain 'fr.ch'. Navigation links for 'Leichte Sprache', 'Kontakt', 'Alle Leistungen', and 'Sprache Deutsch' are visible. The breadcrumb trail indicates the article is located under 'Home > Direktion für Raumentwicklung, Infrastruktur, Mobilität und Umwelt > Amt für Umwelt > News'. The article title is 'Ein Aktionsplan für weniger PFAS in der Umwelt', categorized as a 'Medienmitteilung' (Media Release). The text states that the Office for the Environment has launched a campaign to measure PFAS concentrations in groundwater at contaminated sites, with the results confirming the need for an action plan to limit their spread. The article was published on September 15, 2023, at 11h11.

ETAT DE FRIBOURG
STAAT FREIBURG

fr.ch

Leichte Sprache Kontakt Alle Leistungen Sprache Deutsch

Themen und Leistungen Themen und Leistungen Staatliche Aktivitäten Staatliche Aktivitäten

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

Ein Aktionsplan für weniger PFAS in der Umwelt

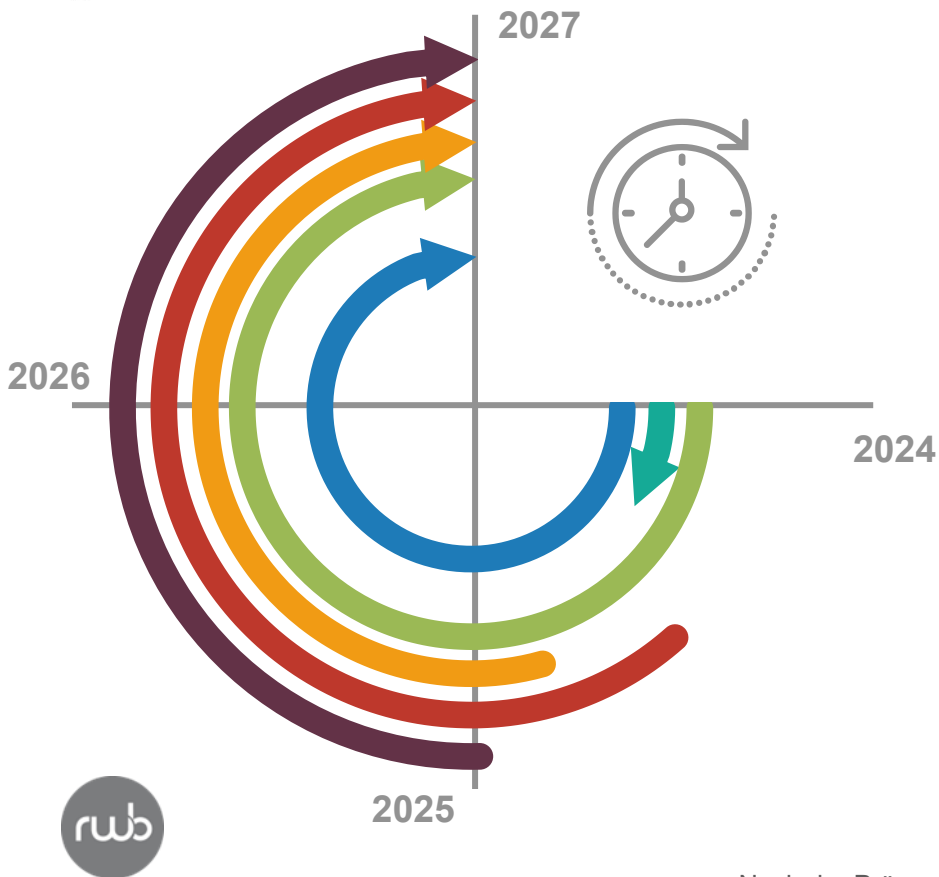
Medienmitteilung

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

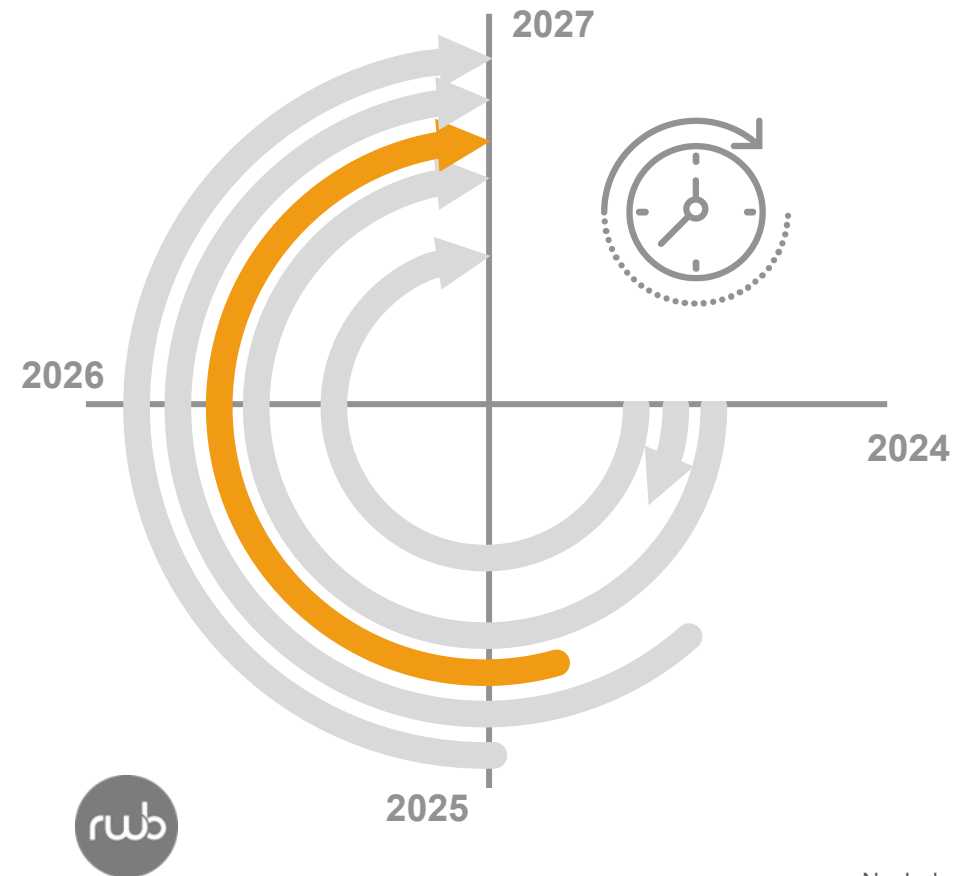


Aktionsplan PFAS des Kantons Freiburg



- 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 ÜBUNGSPLÄTZE FEUERWEHR
- 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

LISTE DER ZU
BERÜCKSICHTIGENDEN
PFAS

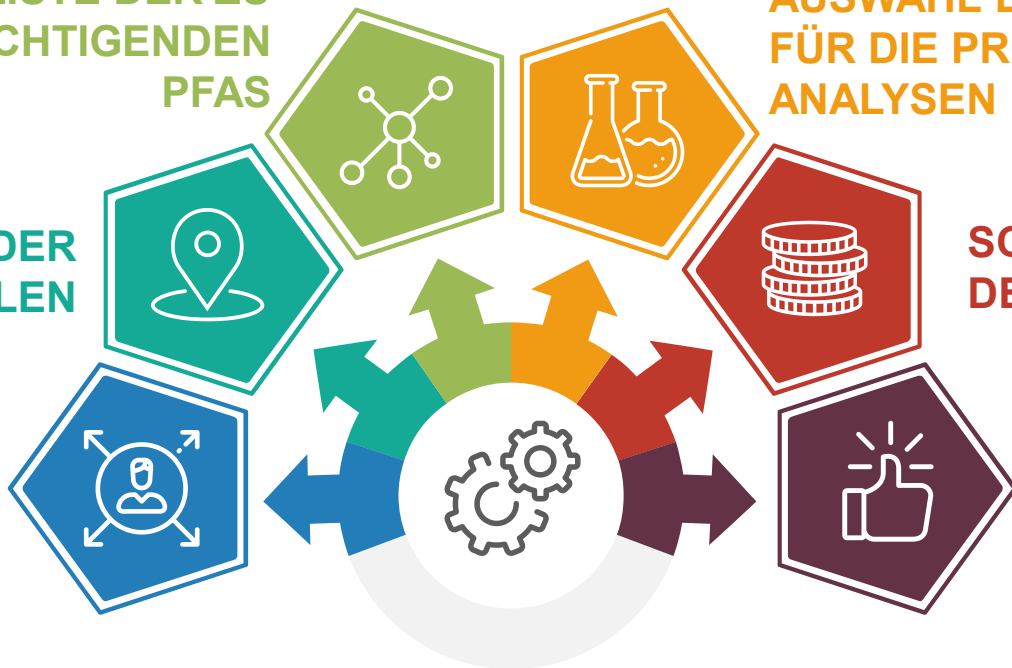
AUSWAHL DER PROTOKOLLE
FÜR DIE PROBENAHMEN UND
ANALYSEN

WAHL DER
PROBENAHMESTELLEN

SCHÄTZUNG
DER KOSTEN

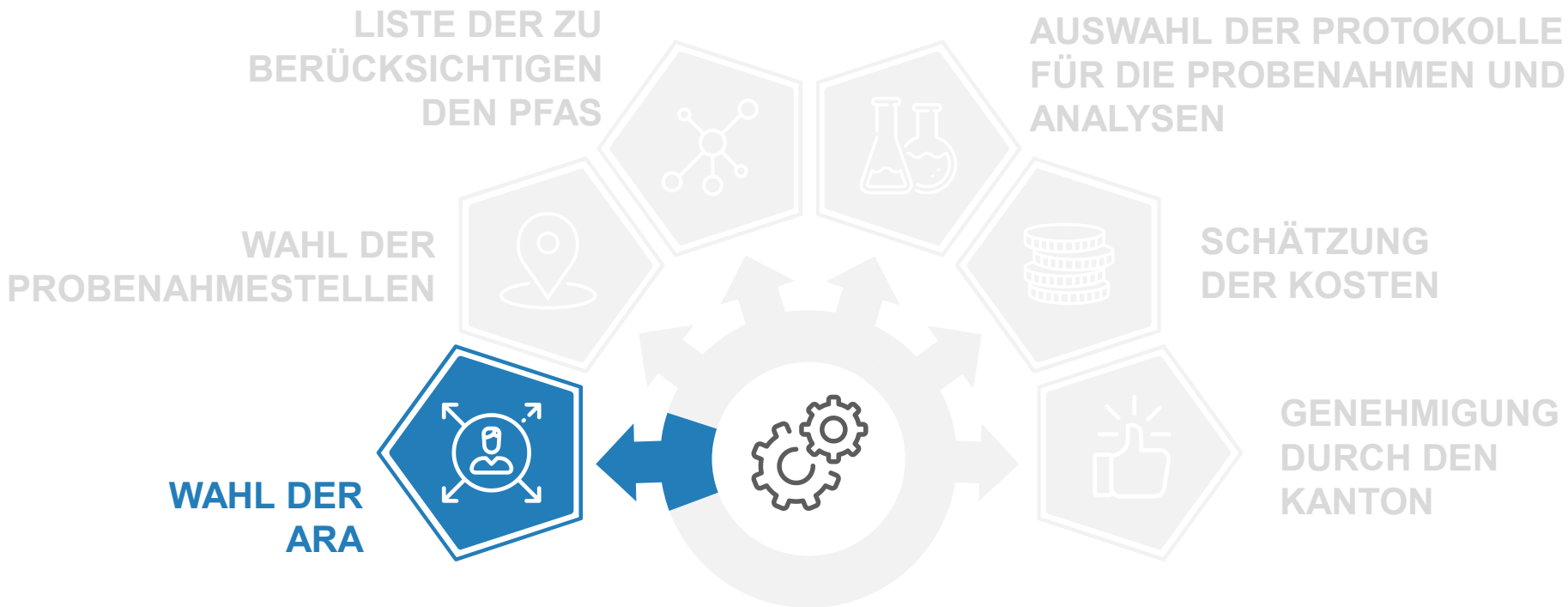
WAHL DER
ARA

GENEHMIGUNG
DURCH DEN
KANTON





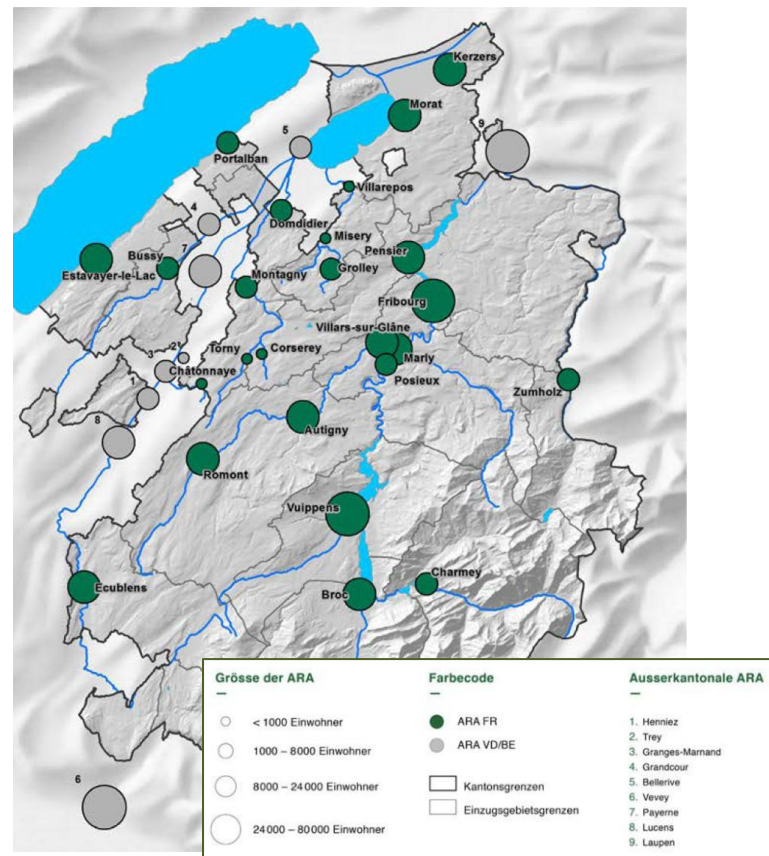
Ablauf des 1. Schritts





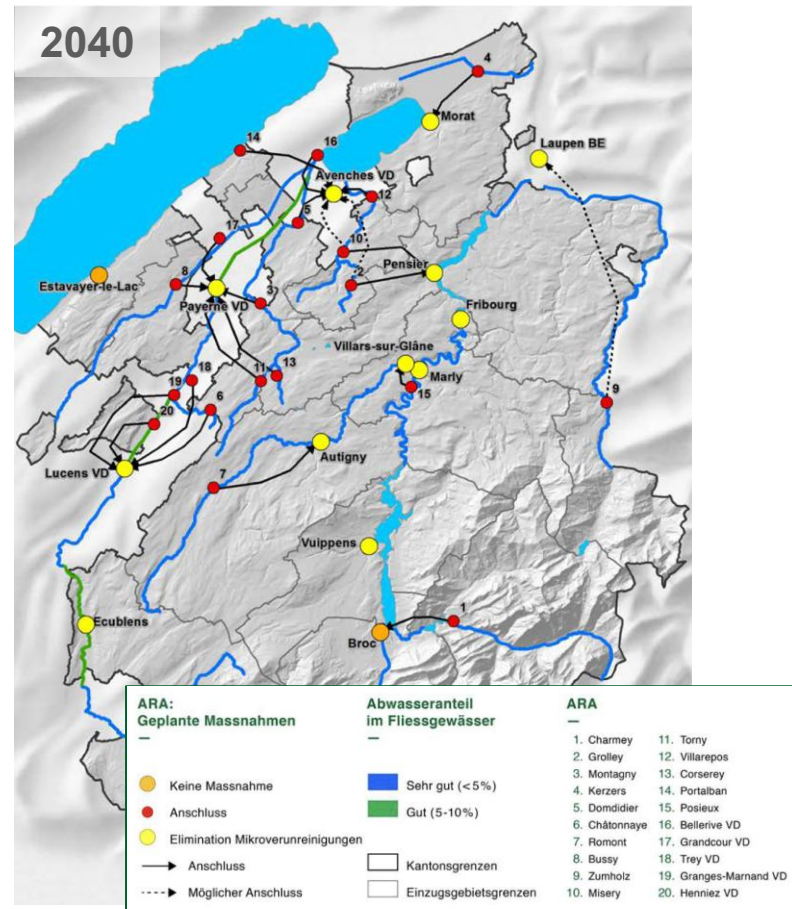
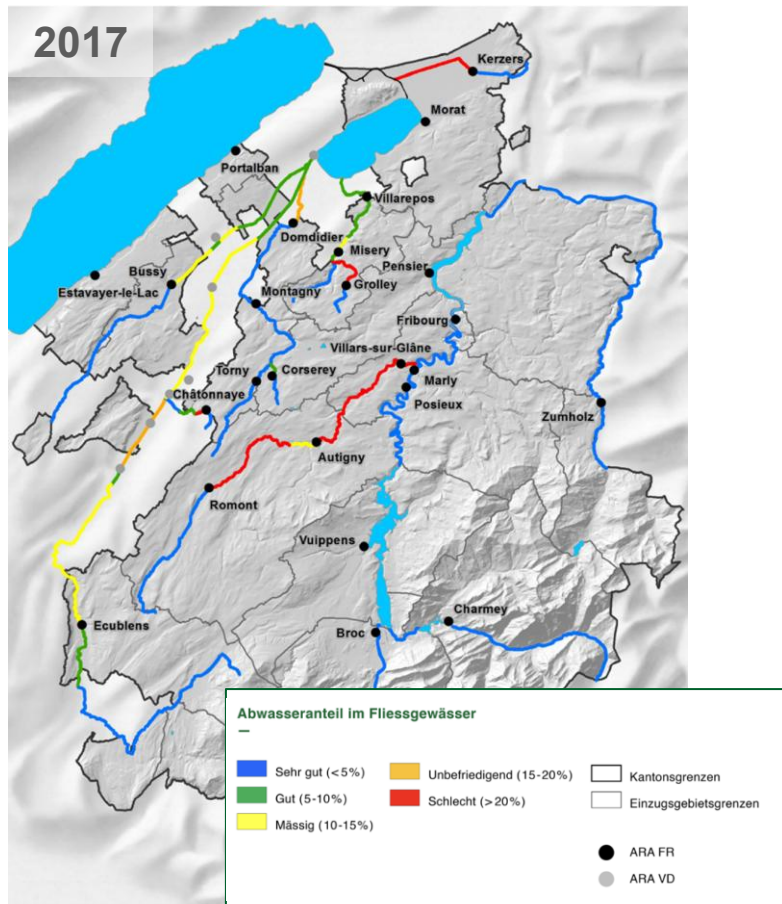
Die ARA des Kantons Freiburg

25 Abwasserreinigungsanlagen
im Kanton Freiburg





Situation Freiburger ARA





Wahl der ARA

Analysen Ein-/Auslauf ARA – 12 ARA

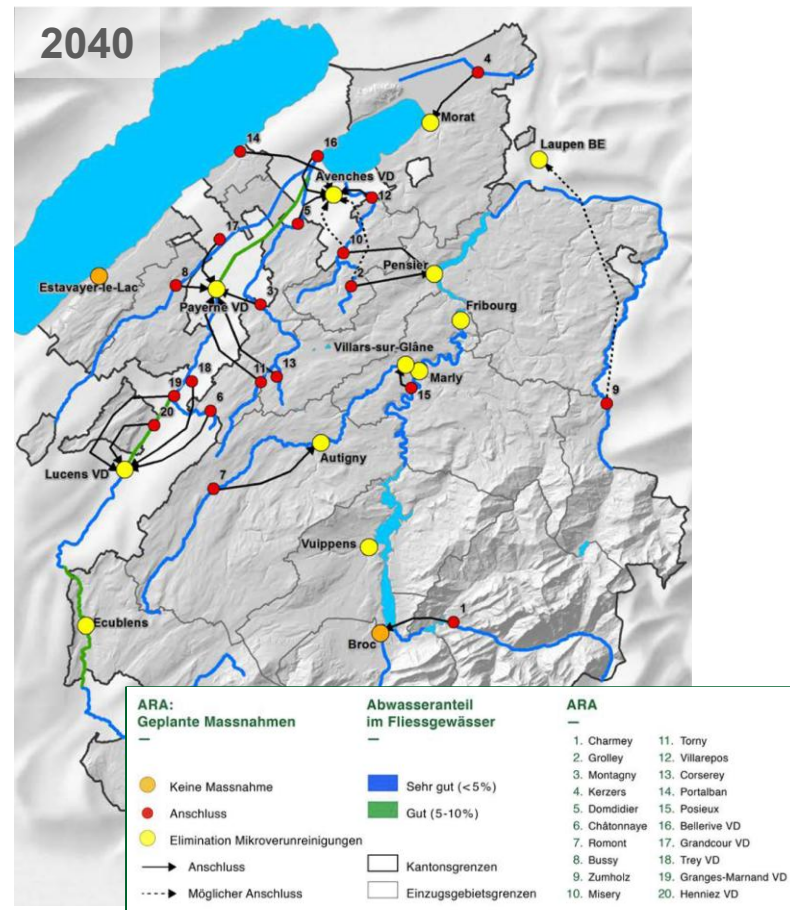
- 11 ARA übrig nach Regionalisierungsprojekten
- ARA Bussy, da Verdacht auf Feuerwehrrübungen in der Nähe

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

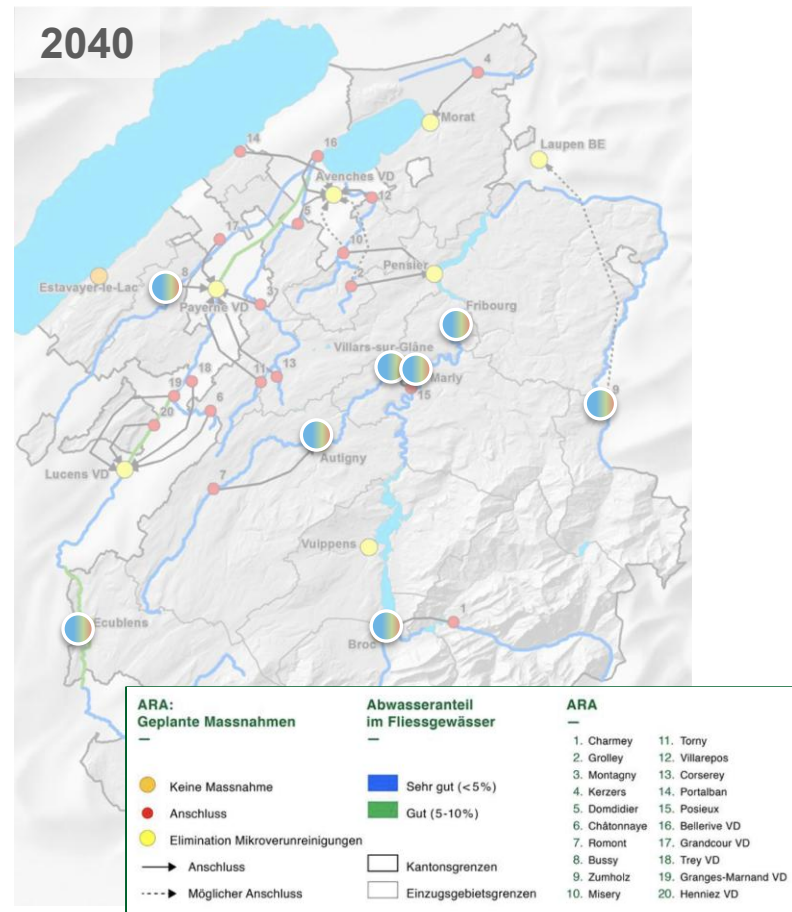
- 11 ARA übrig nach Regionalisierungsprojekten
- ARA Bussy, da Verdacht auf Feuerwehrrübungen in der Nähe

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 Feuerwehrrübungen in der Nähe

Analysen der Gewässer ober-/unterhalb ARA – 8 ARA

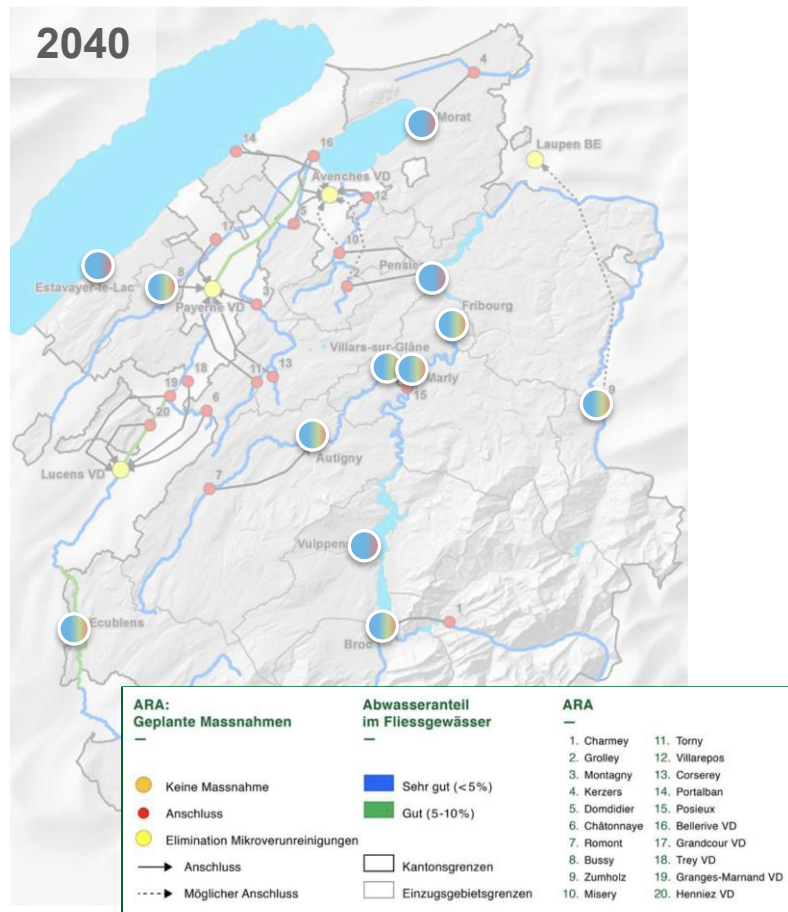
- ARA die kein Abwasser in einen See einleiten

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 Feuerwehrrübungen in der Nähe

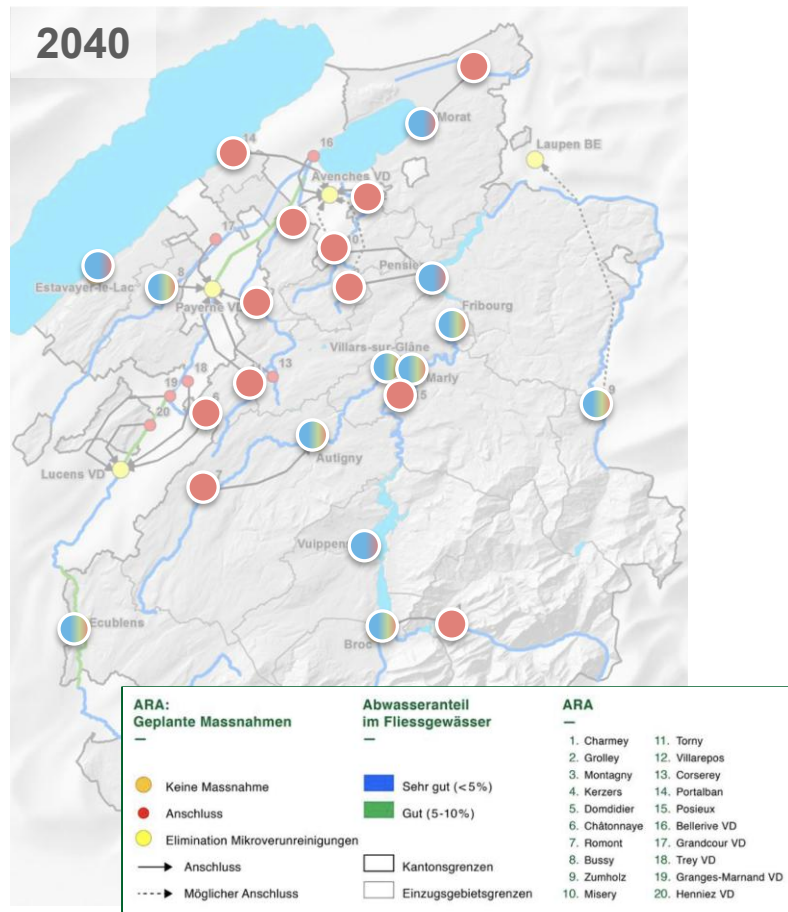
Analysen der Gewässer ober-/unterhalb ARA – 8 ARA

- 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 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

LISTE DER ZU
BERÜCKSICHTIGENDEN
PFAS

AUSWAHL DER PROTOKOLLE
FÜR DIE PROBENAHMEN UND
ANALYSEN

WAHL DER
PROBENAHMESTELLEN

SCHÄTZUNG
DER KOSTEN

WAHL DER
ARA

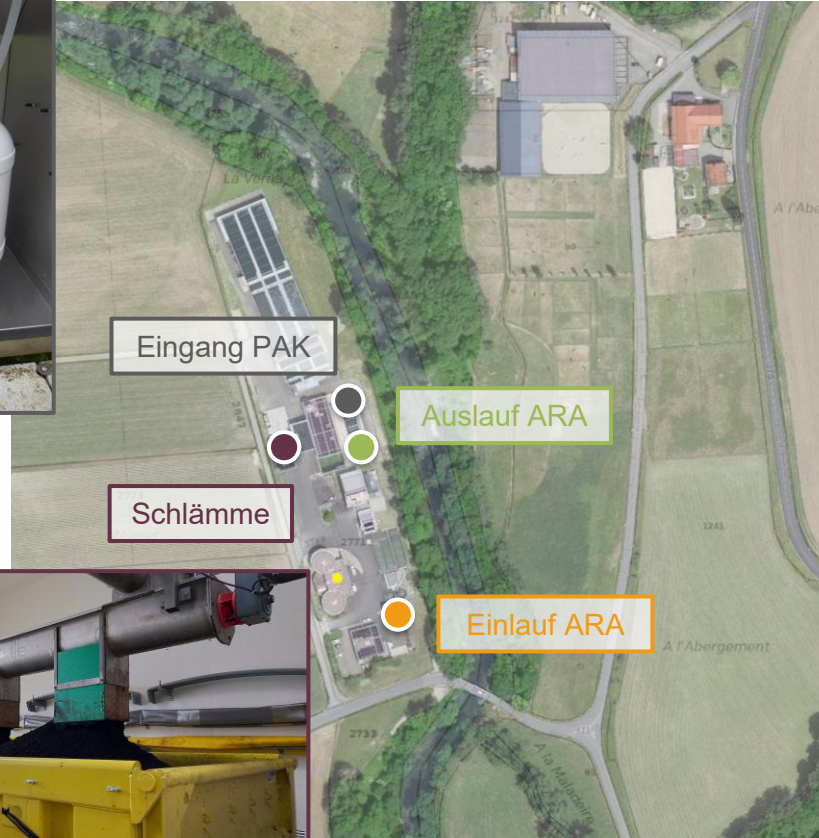
GENEHMIGUNG
DURCH DEN
KANTON



„ 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

LISTE DER ZU
BERÜCKSICHTIGENDEN
PFAS



AUSWAHL DER PROTOKOLLE
FÜR DIE PROBENAHMEN UND
ANALYSEN



WAHL DER
PROBENAHMESTELLEN



SCHÄTZUNG
DER KOSTEN



WAHL DER
ARA



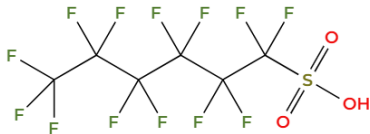
GENEHMIGUNG
DURCH DEN
KANTON





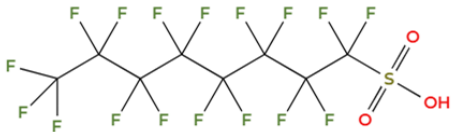
«ursprüngliche» PFAS

PFHxS
[C6]



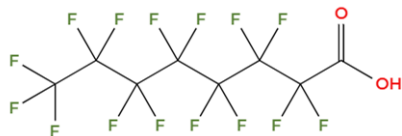
In der Schweiz seit 2022 verboten

PFOS
[C8]



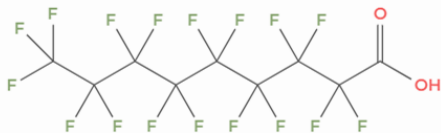
In der Schweiz seit 2011 verboten

PFOA
[C8]



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

PFNA
[C9]

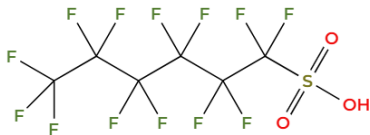


In der Schweiz seit 2022 verboten

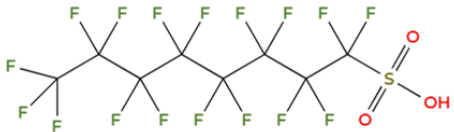


«ursprüngliche» PFAS, aber nicht nur...

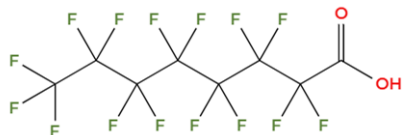
PFHxS
[C6]



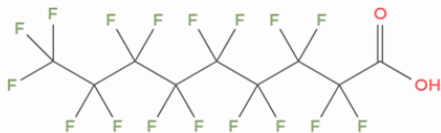
PFOS
[C8]



PFOA
[C8]



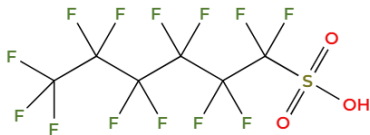
PFNA
[C9]



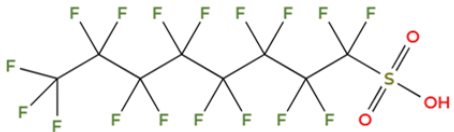
Je nach Literatur 4700, 10'000, 12'000...
verschiedene Substanzen identifiziert

Der grosse Austausch der 2000er-Jahre

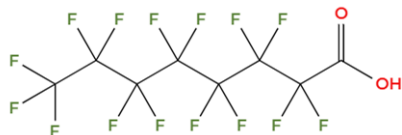
PFHxS
[C6]



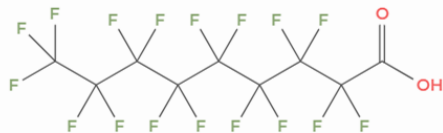
PFOS
[C8]



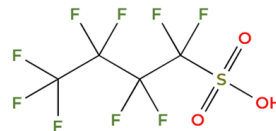
PFOA
[C8]



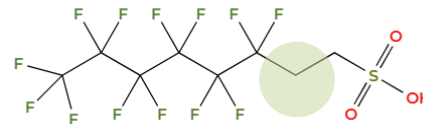
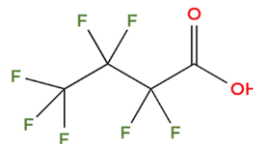
PFNA
[C9]



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

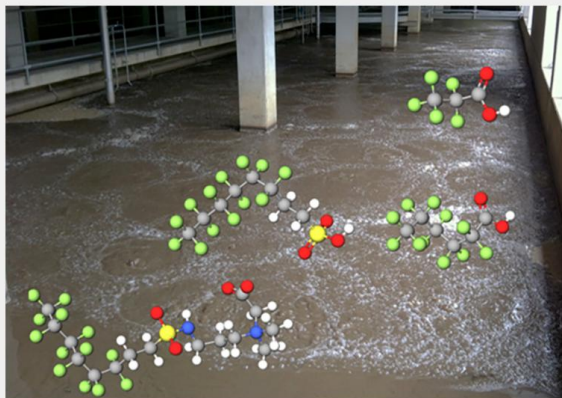




Liste der analysierten PFAS



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

Familie	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
PFSA	PFDoA	Perfluorododecanoic acid
	PFTreA	Perfluorotetradecanoic acid
	PFBS	Perfluorobutanesulfonic acid
	PFPeS	Perfluoropentanesulfonic acid
FASA	PFHxS	Perfluorohexanesulfonic acid
	PFOS	Perfluorooctanesulfonic acid
FSA	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

LISTE DER ZU
BERÜCKSICHTIGENDEN
PFAS

AUSWAHL DER PROTOKOLLE
FÜR DIE PROBENAHMEN UND
ANALYSEN

WAHL DER
PROBENAHMESTELLEN

SCHÄTZUNG
DER KOSTEN

WAHL DER
ARA

GENEHMIGUNG
DURCH DEN
KANTON



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



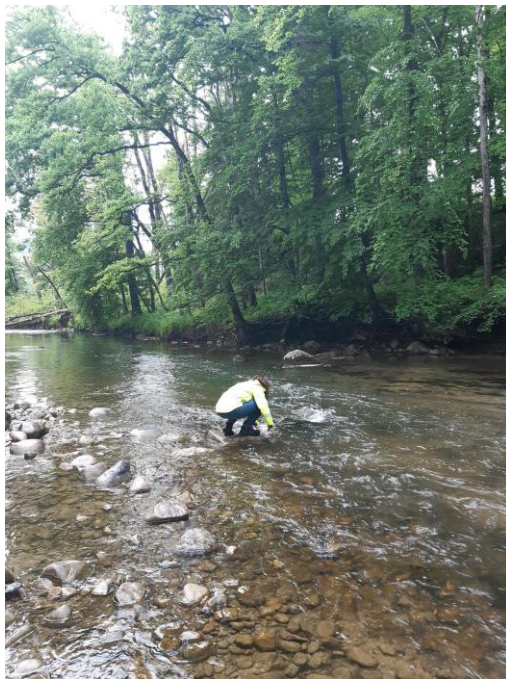
Wahl eines Labors, das ähnliche
Analysen wie die eawag durchführt

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

LISTE DER ZU
BERÜCKSICHTIGENDEN
PFAS

AUSWAHL DER PROTOKOLLE
FÜR DIE PROBENAHMEN UND
ANALYSEN

WAHL DER
PROBENAHMESTELLEN

**SCHÄTZUNG
DER KOSTEN**

WAHL DER
ARA

GENEHMIGUNG
DURCH DEN
KANTON





Ablauf des 1. Schritts

LISTE DER ZU
BERÜCKSICHTIGENDEN
PFAS

AUSWAHL DER PROTOKOLLE
FÜR DIE PROBENAHMEN UND
ANALYSEN

WAHL DER
PROBENAHMESTELLEN

SCHÄTZUNG
DER KOSTEN

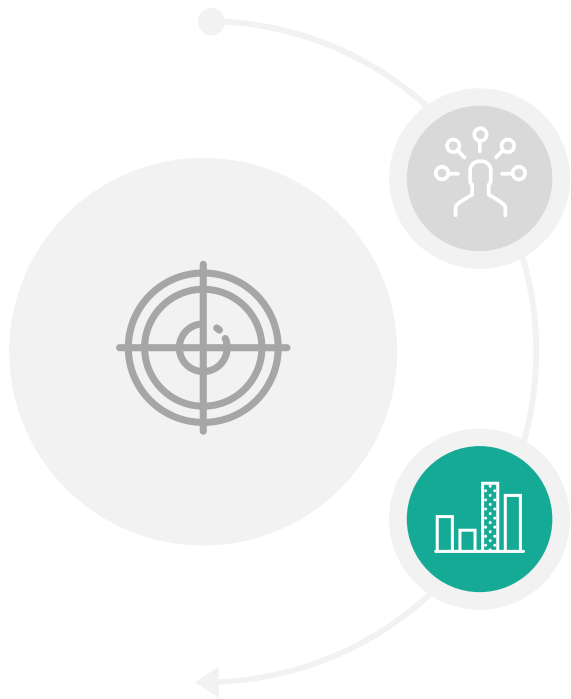
WAHL DER
ARA

**GENEHMIGUNG
DURCH DEN
KANTON**





Eine Studie in zwei Schritten



DIAGNOSTIK UND PLANUNG

NOVEMBER 2024 – JUNI 2025

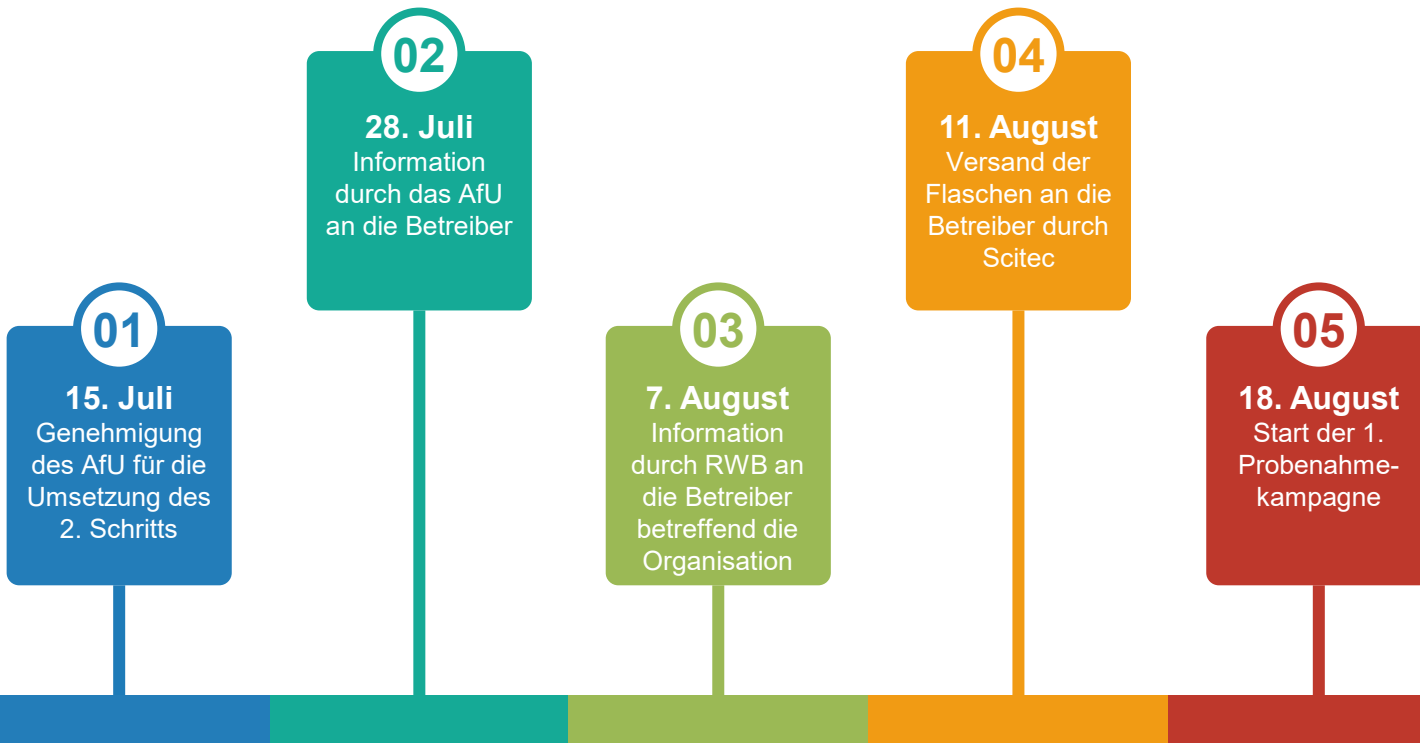
PROBENAHMEN, ANALYSEN UND ERGEBNISSE

JULI 2025 – DEZEMBER 2025



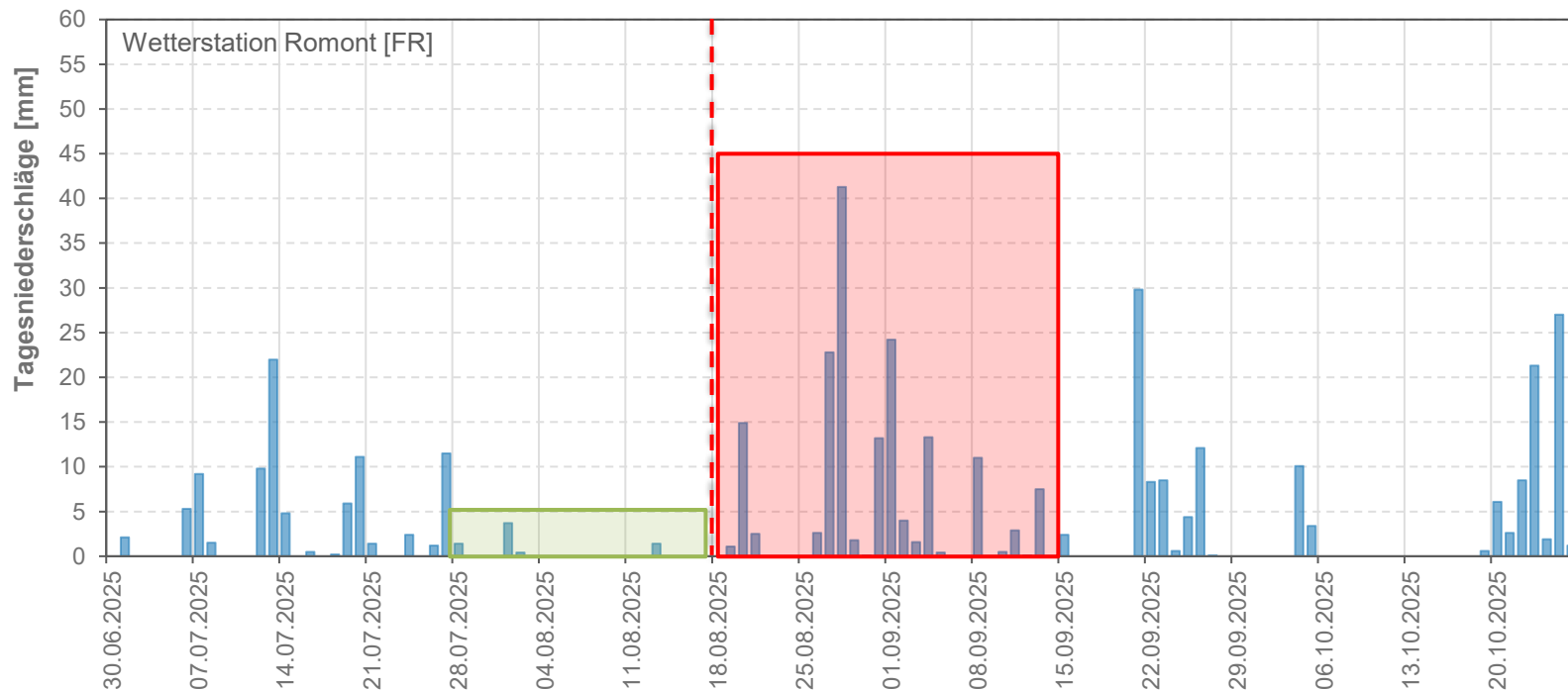


Umsetzung des 2. Schritts





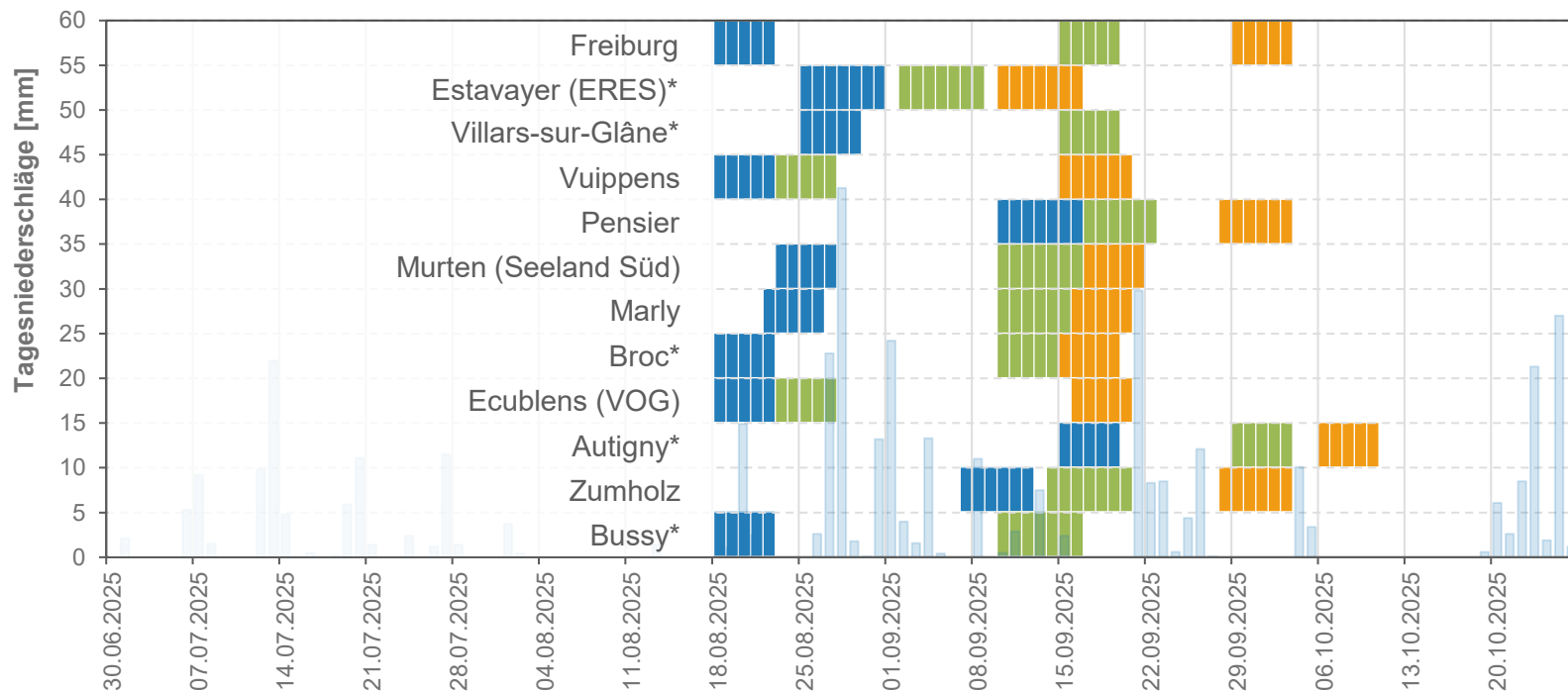
Niederschlag Juli-Oktober 2025 in Romont [FR]





Probenahmekampagne

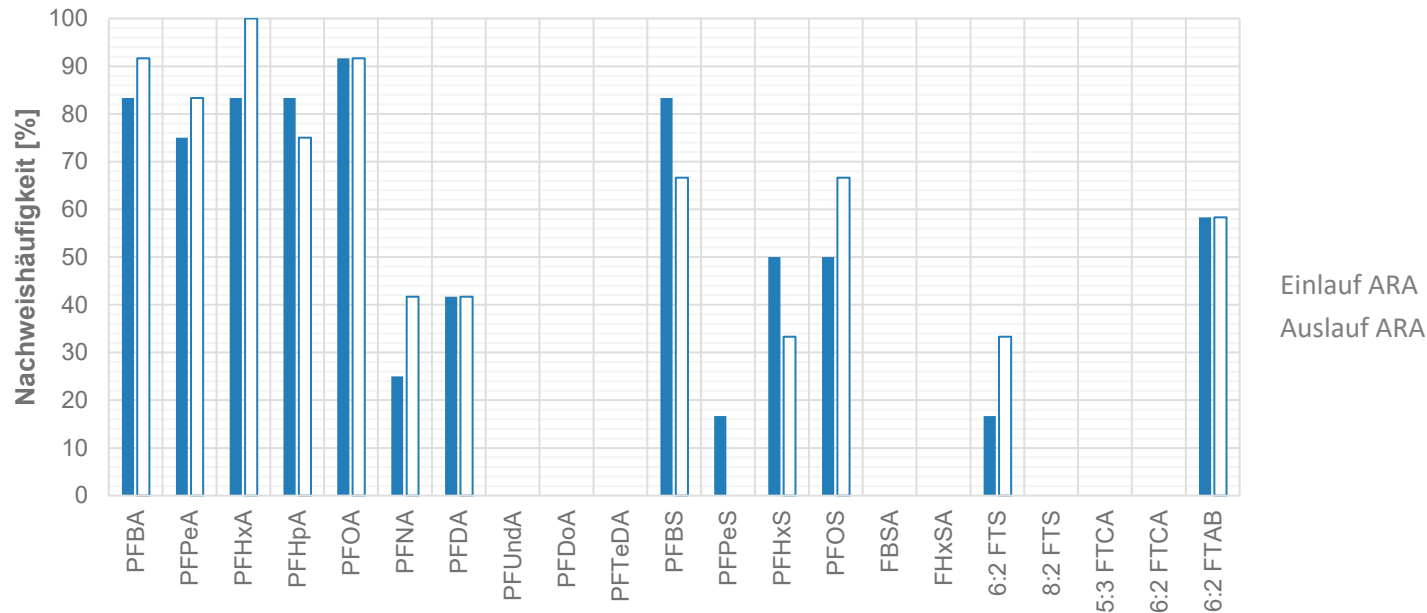
- Kampagne #1
- Kampagne #2
- Kampagne #3



* genaue Daten sind noch zu bestätigen

Nachweishäufigkeit für die Kampagne #1

Vergleich Ein-/Auslauf der ARA





Fortsetzung dieser Studie

NOVEMBER 2025

Erfassung der neuesten Analysen
bei Scitec



NOVEMBER 2025

Zusammenstellung der
Daten zu Zu- und Abflüssen,
Schlamm und Wasserläufen



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 · Bienne · Prêles · Neuchâtel · Marly ·
Broc · Payerne · Yverdon-les-Bains · Aclens · Lavey-les-Bains · Martigny · Sierre



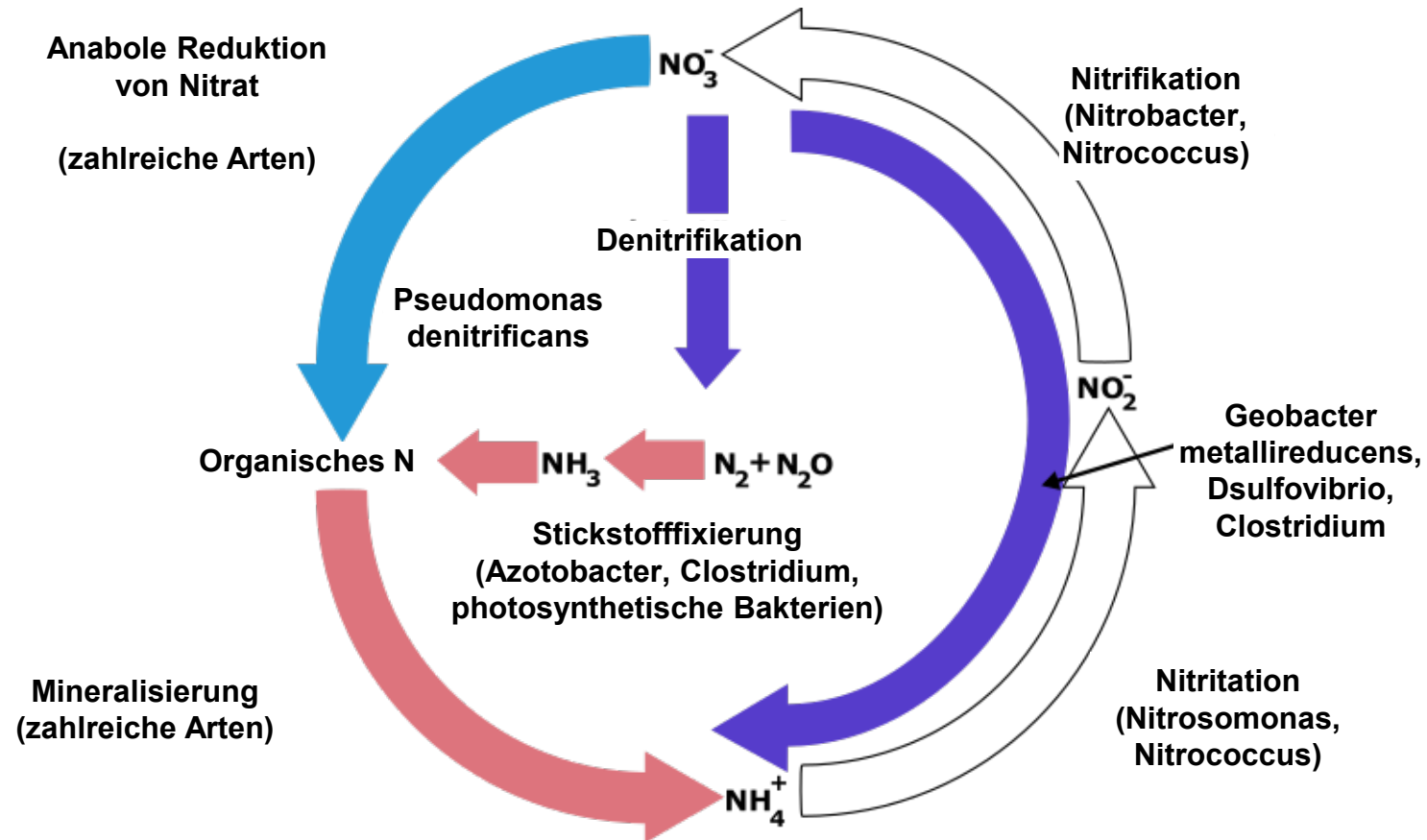
RWB Vaud SA
Route de Lausanne 17
1400 Yverdon-les-Bains



Stickstoff in den ARA: Weshalb eine Verbesserung notwendig ist

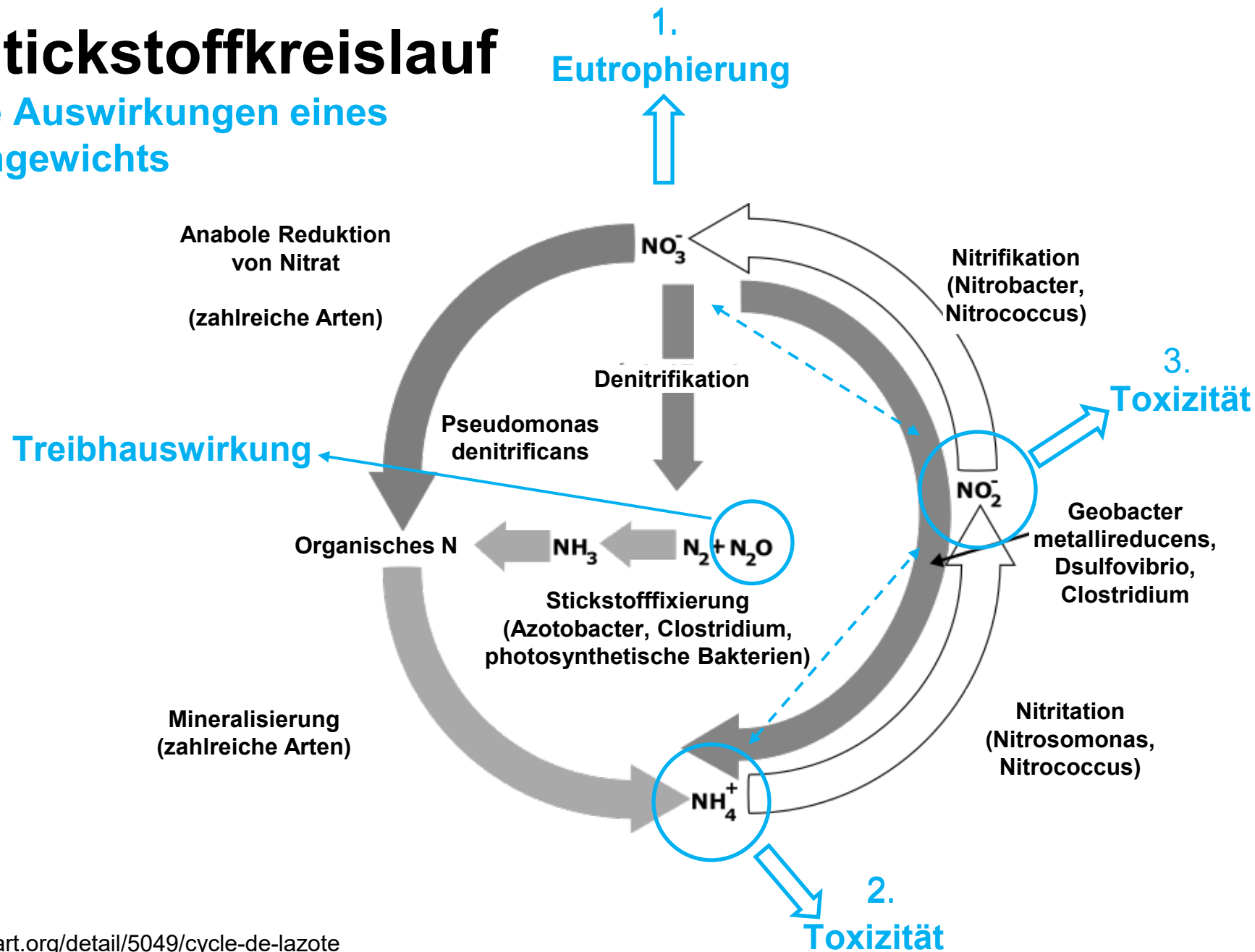
Alexandra Kroll

Der Stickstoffkreislauf



Der Stickstoffkreislauf

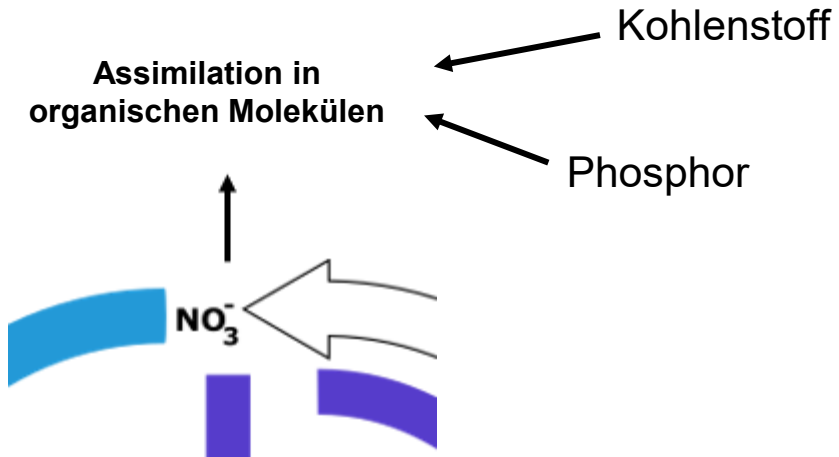
Negative Auswirkungen eines Ungleichgewichts





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, $\text{N:P} < 10$
Süßwasser:	Phosphor ist limitierend, $\text{N:P} > 20$


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

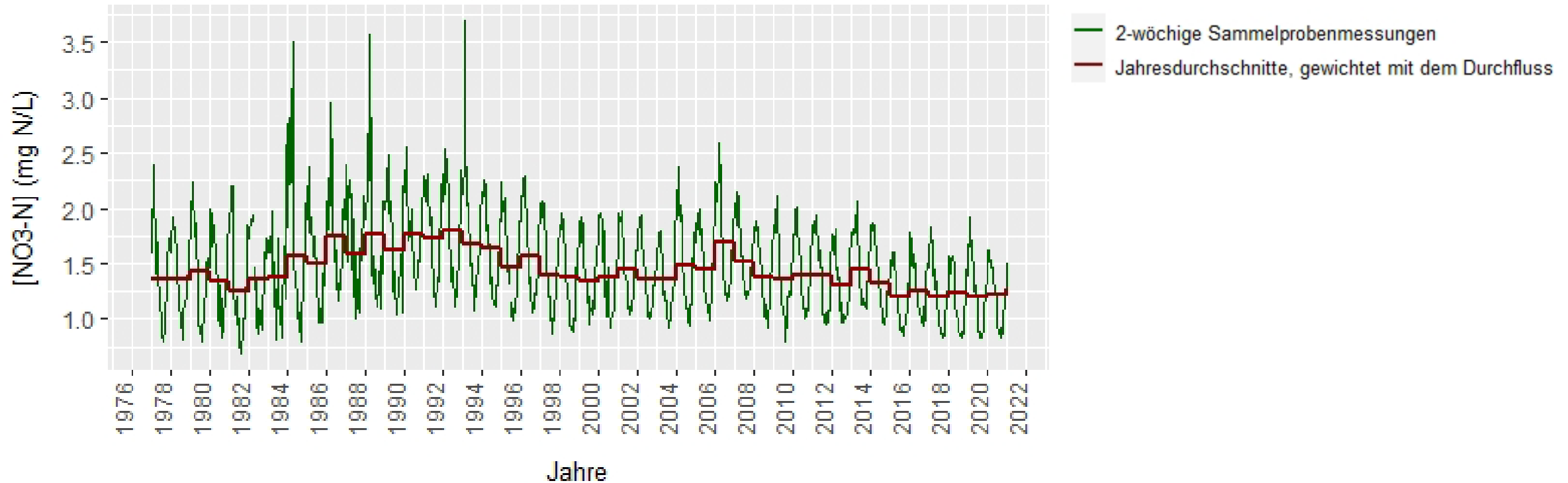
Stickstoffeinträge in die Nordsee

- 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

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

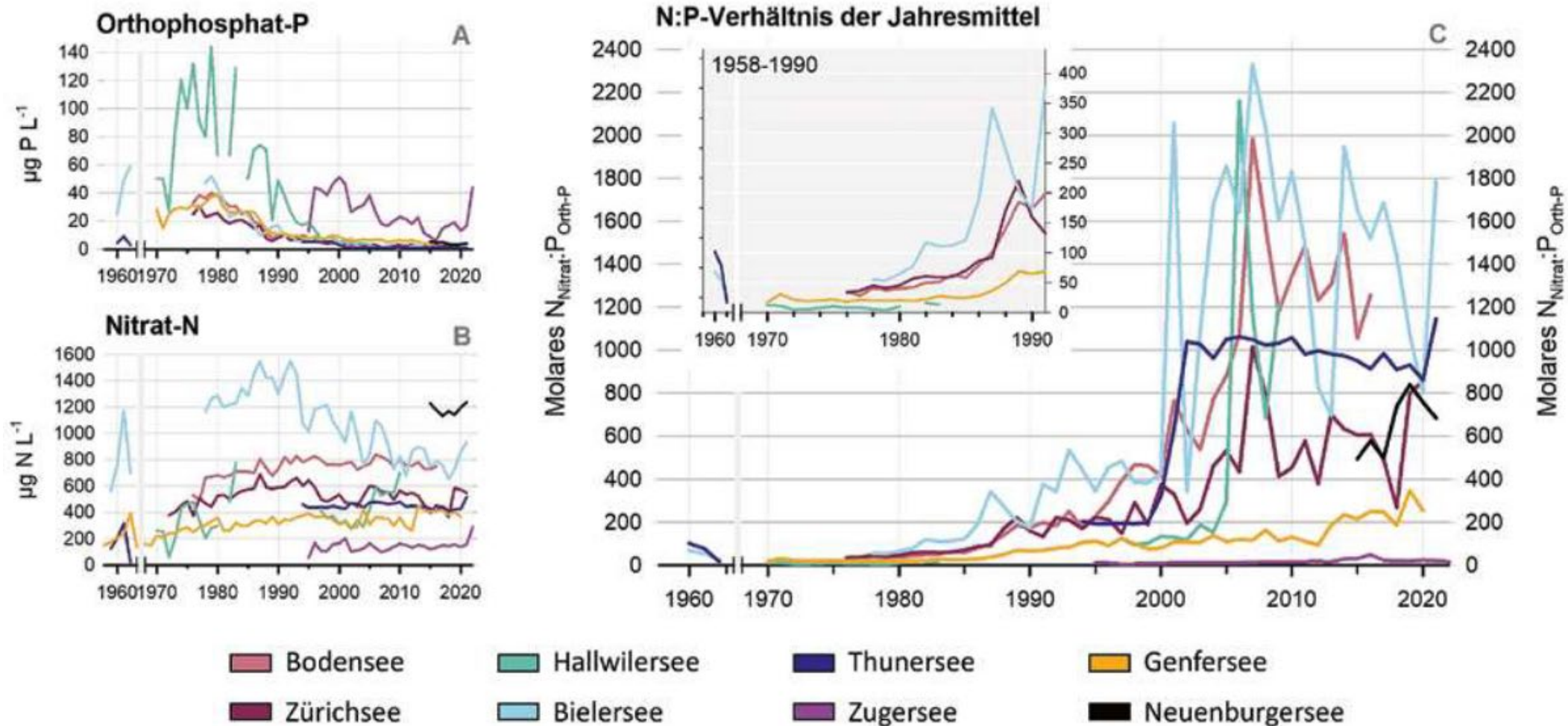
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/nordsee/flusseintraege-direkte-eintraege-in-die-nordsee#weniger-nahrstoffe-gelangen-in-die-nordsee>

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 ≥ 1995: Weil).

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



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/lebensmittel-gebrauchsgegenstaende/gebrauchsgegenstaende/bade-duschwasser/blaualgae.html>

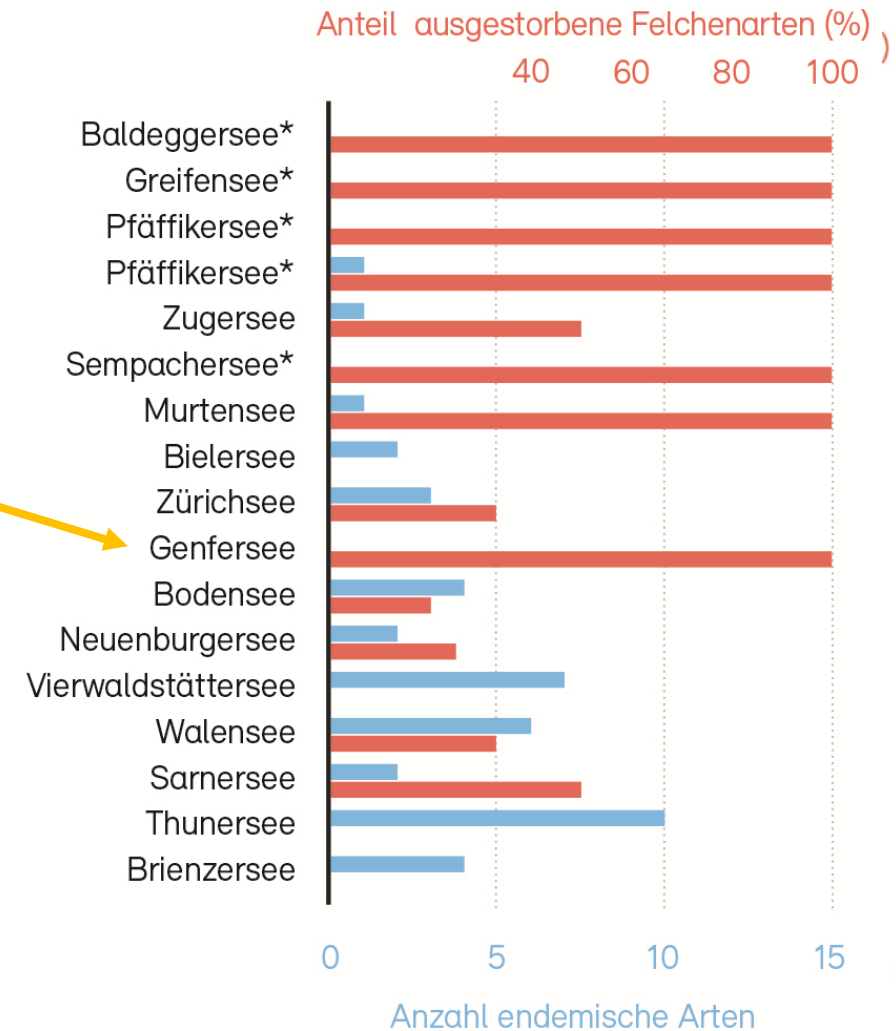
Berichte des BAFU

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 führte 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 bildet sich.
- Ammoniumkonzentrationen nahe den Werten der ökotoxikologischen Studien bereits zum Tod von Invertebraten und Fischen geführt.

Die Symptome

Gleichgewichtsstörungen, Übererregbarkeit, erhöhte Atmung, Herz-Koma und Tod

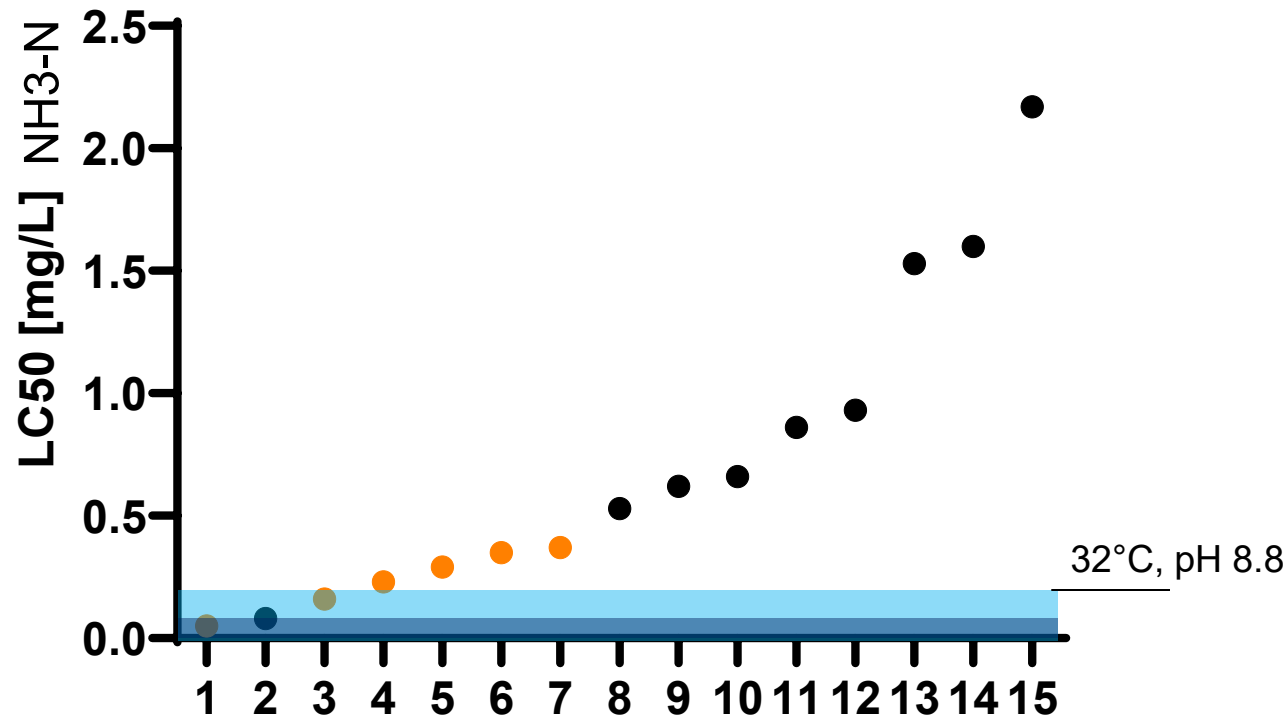
Der Hauptmechanismus

Stört das Gleichgewicht der antioxidativen Kapazität, verursacht oxidativen Stress, verursacht Neurotoxizität, schädigt das Kiemenepithel und führt zu Ersticken

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	2.9	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*

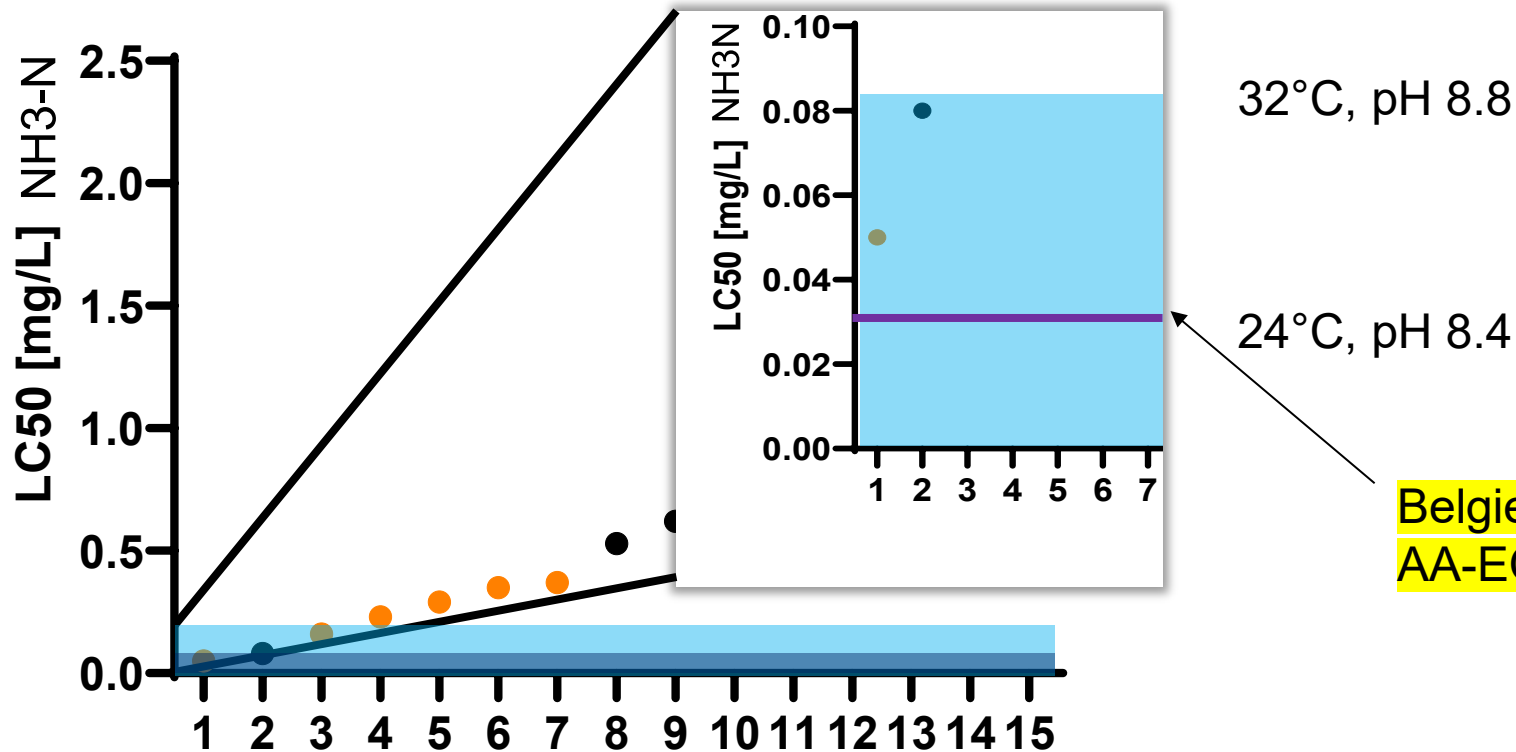
Ammonium/GSchV

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.

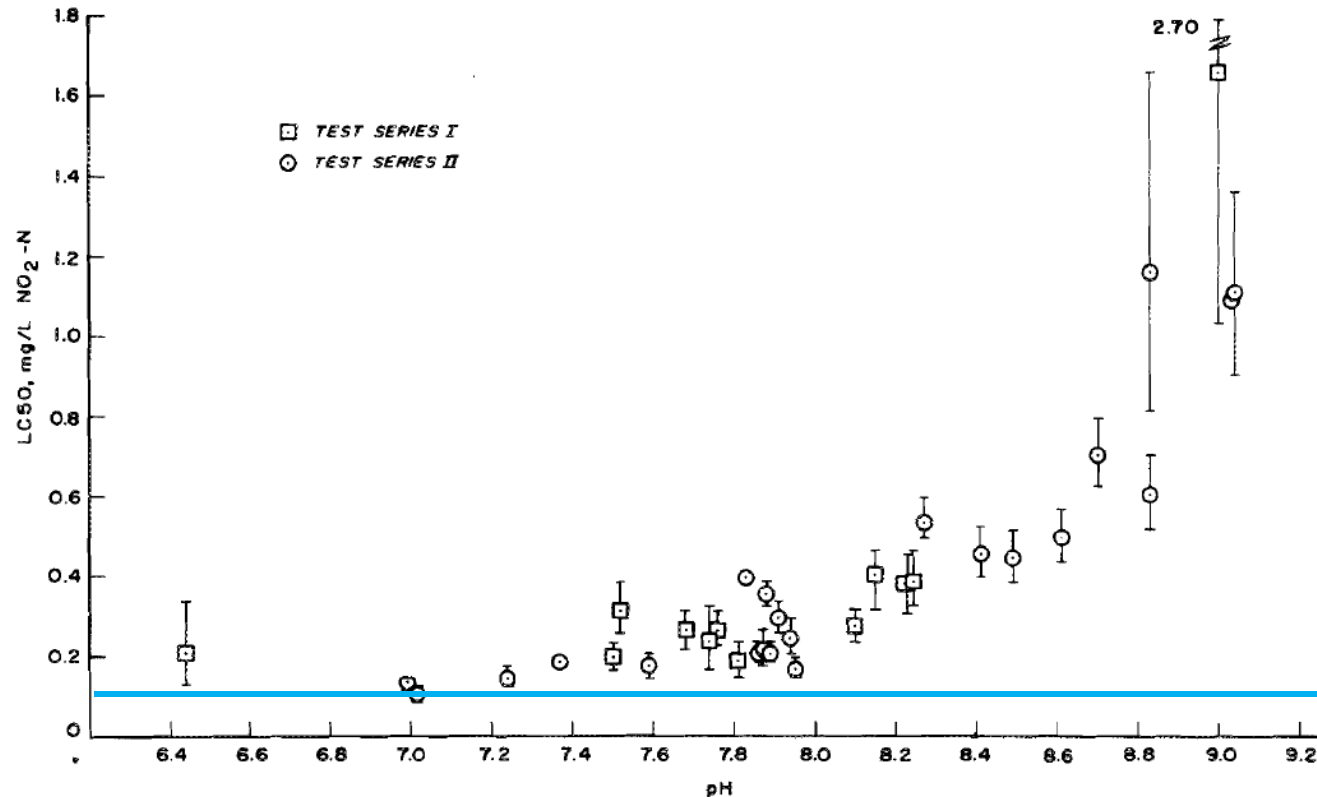
Der Hauptmechanismus

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

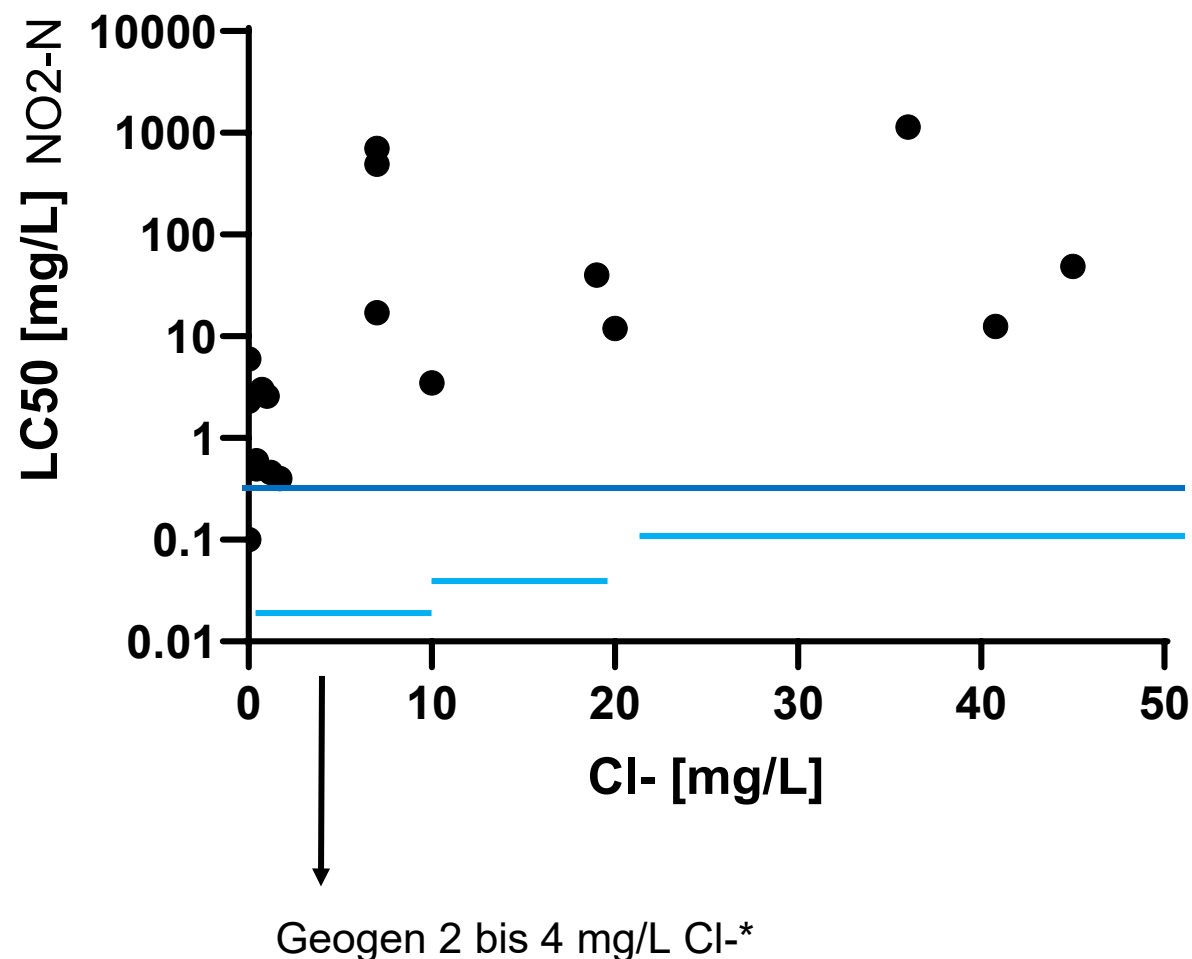


0.1 mg N/L: Zielwert für Gewässer
gemäss MSK (abhängig von der
Konzentration von Cl⁻)

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⁻

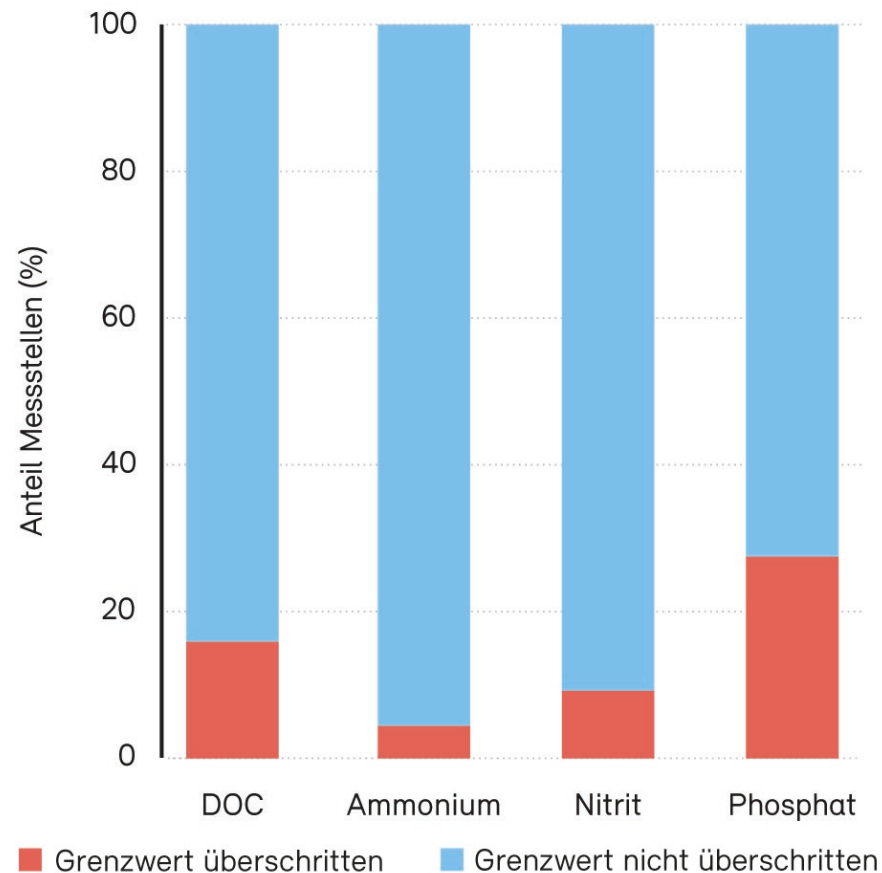
0,05 bis < 0,075 mg/L N, 10 à 20 mg/L Cl⁻

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

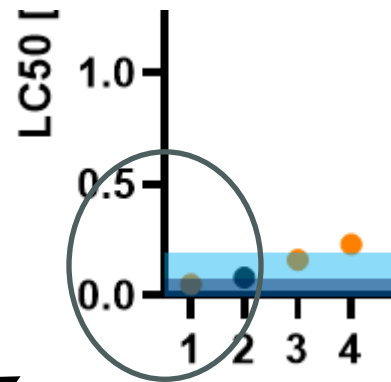
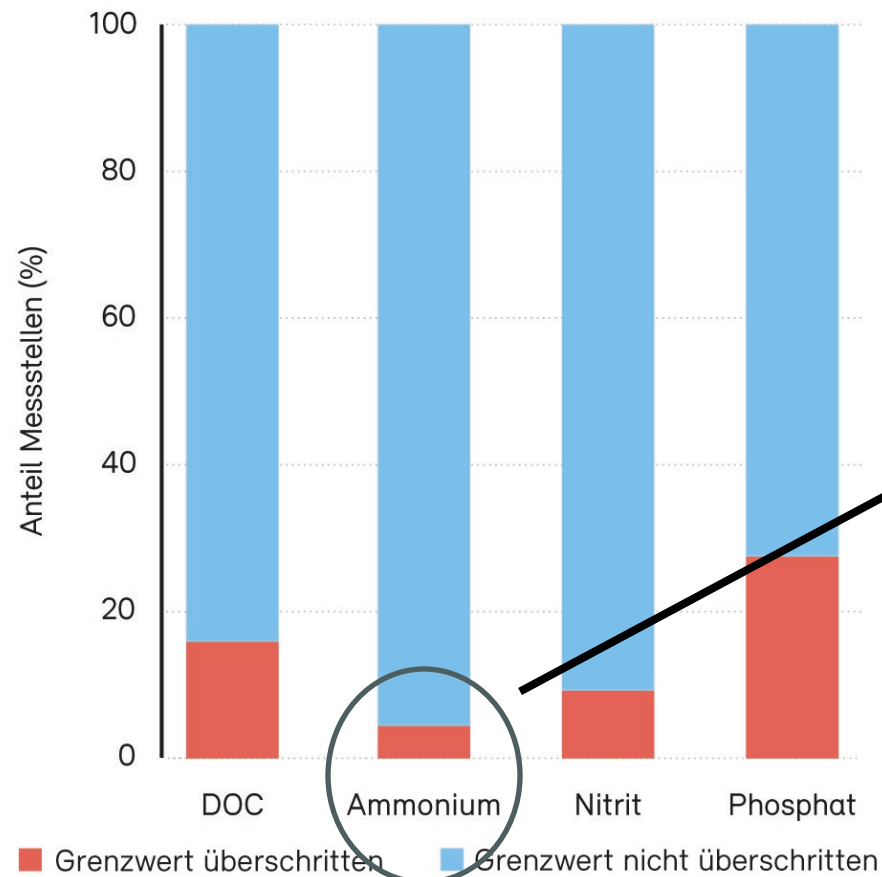
Über die Messperioden 2011–2020 gemittelte Nährstoffbewertung. Anzahl Messstellen: DOC 95, Ammonium und Nitrit 105, Phosphat 31 an Seezuflüssen)

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fluesse-und-baeche/wasserqualitaet-der-fluessgewaesser/naehrstoffe-in-fluessgewaessern.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

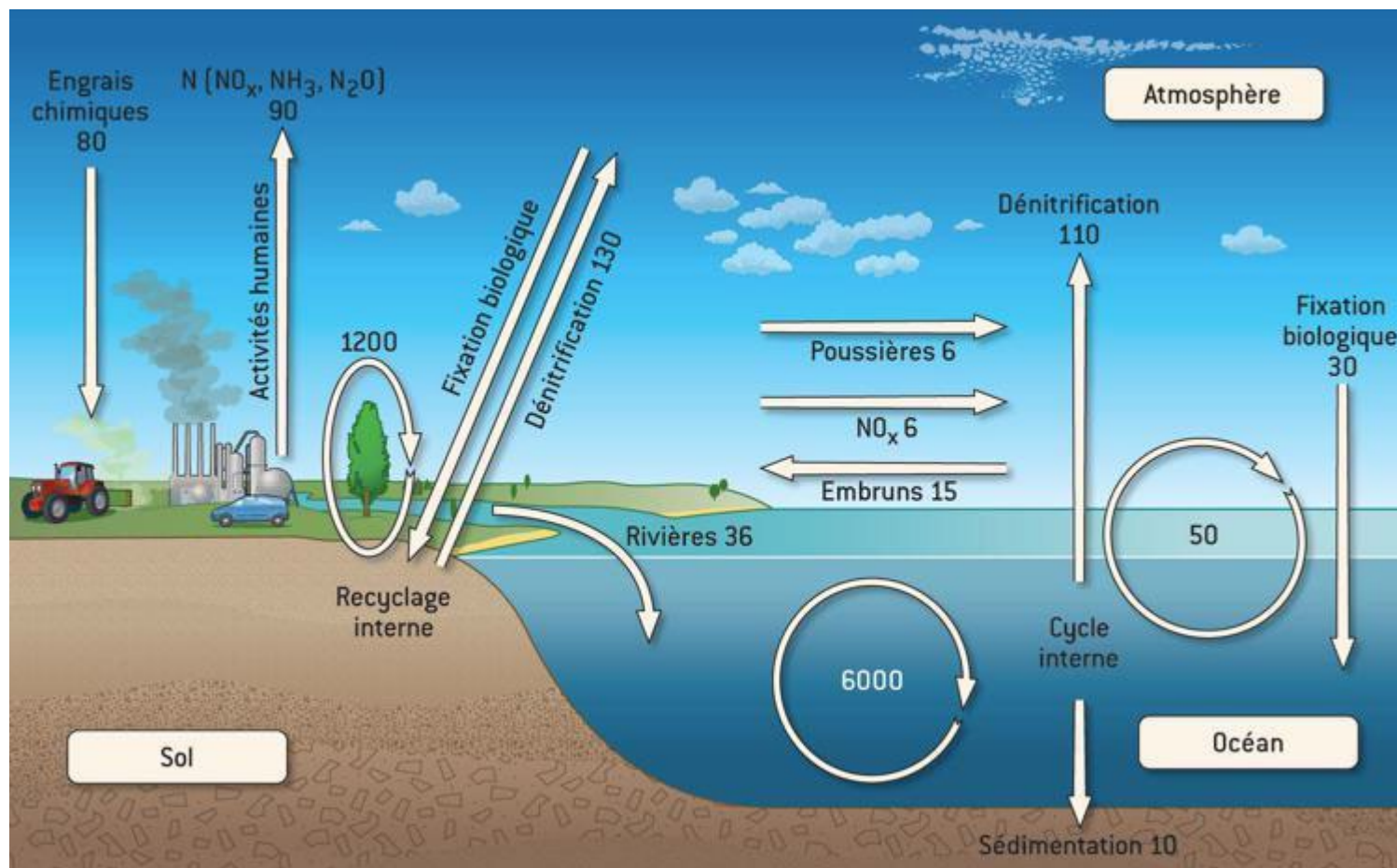
Die wichtigsten Probleme im Zusammenhang mit Stickstoff in Oberflächengewässern:

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

Non-exhaustive list of ammonia toxicity to freshwater fish

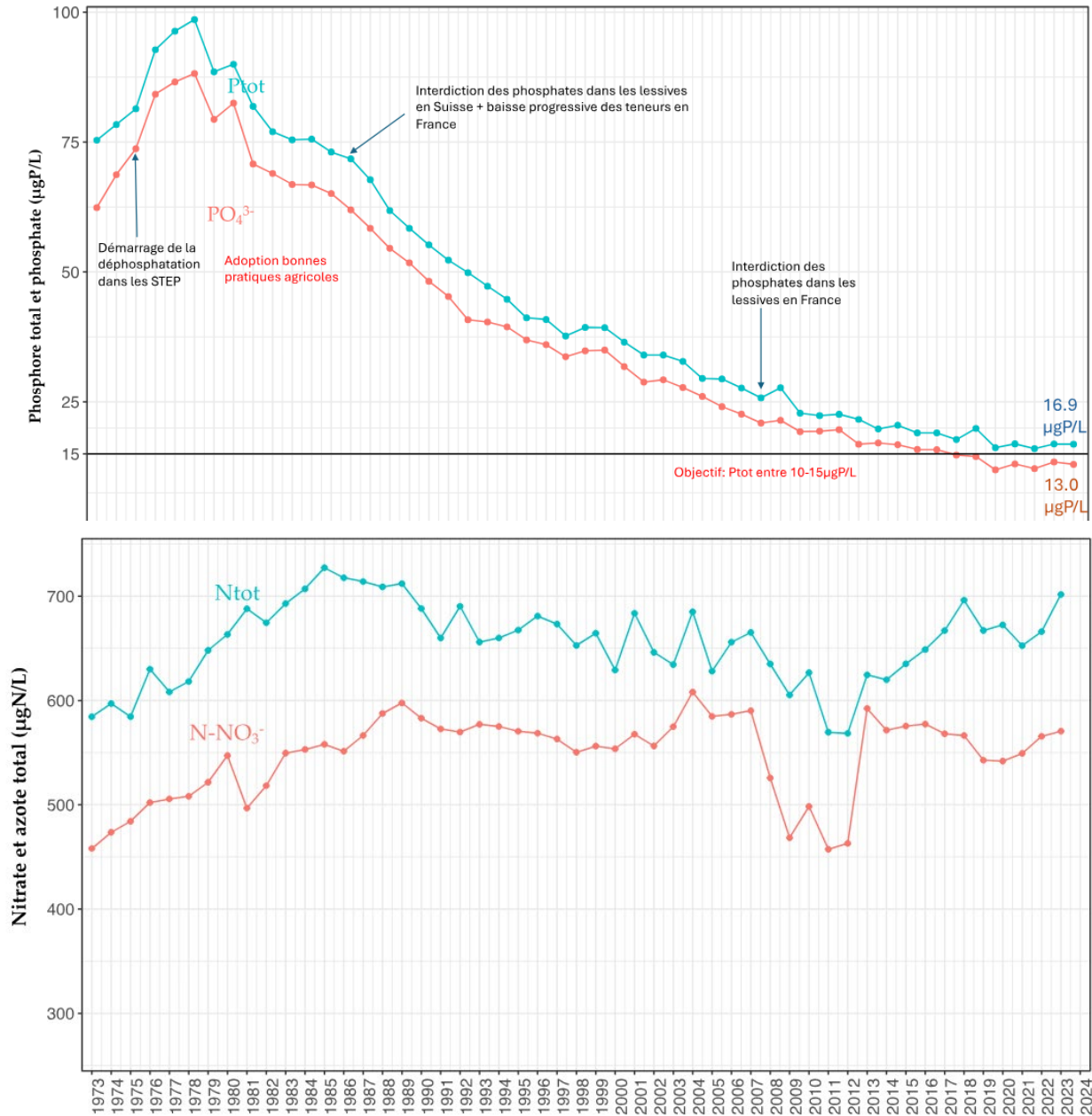
Toxicité du nitrite



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

Non-exhaustive list of nitrite toxicity to freshwater fish

Example: Lac Léman



InfoSTEP 2025

13. November 2025

Nathalie Hubaux, Geschäftsführerin

Agenda

Erfolgreiche Innovationen auf unserer ARA:

1) Zyklon

- Bessere Schlammabsetzung
- Erhöhte Eliminationsleistung

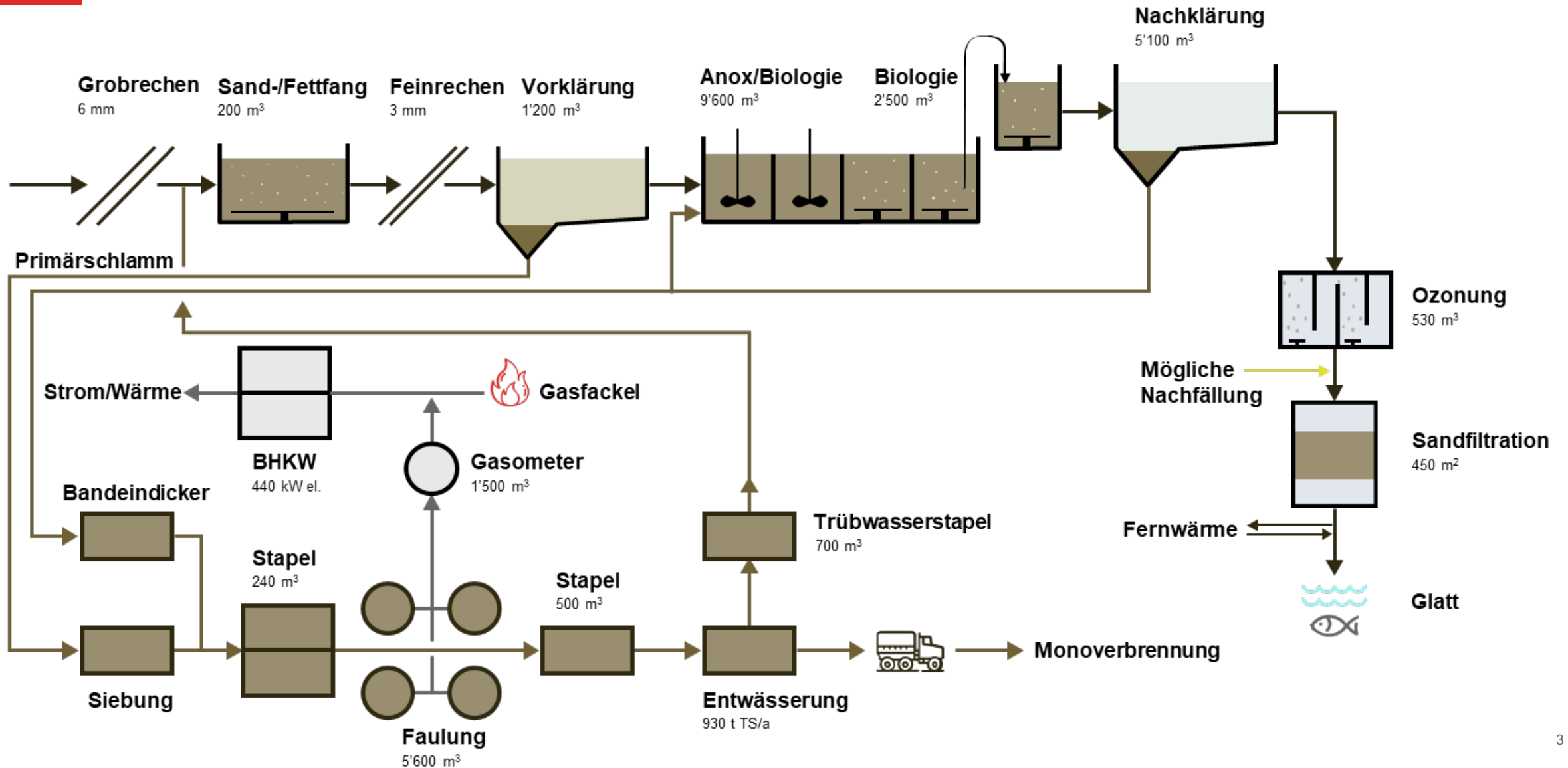
2) Faltbare PV oberhalb Becken

- 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

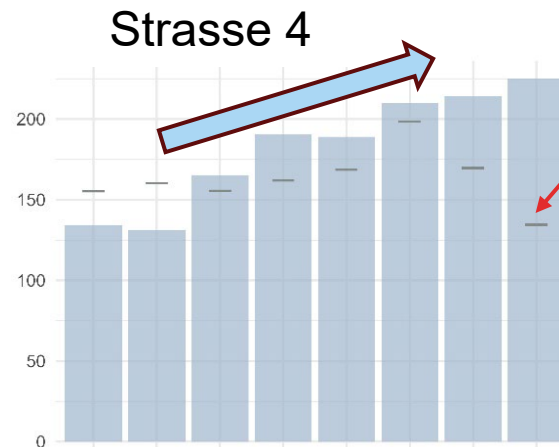
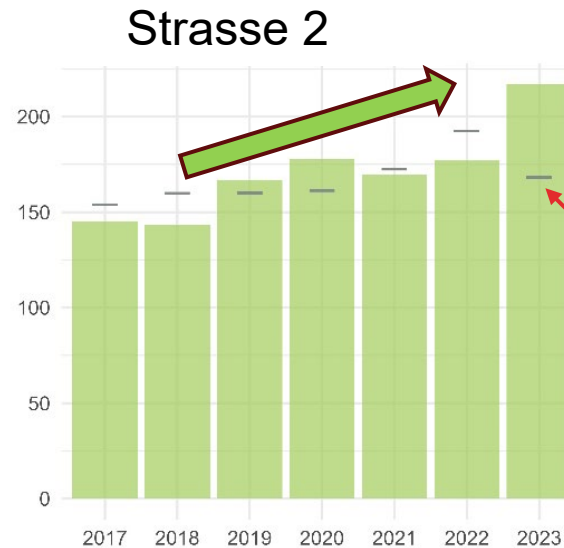
- Biogas BHKW: bis 54%
- Solarenergie: im Mittel: 17%
- 3 GWh / Jahr
- Davon ca. 70% selber erzeugt

1) Zyklon – boues densifiées



1) Zyklon – warum

Absetzung – SVI
(ml/g)



Polymer Biologie

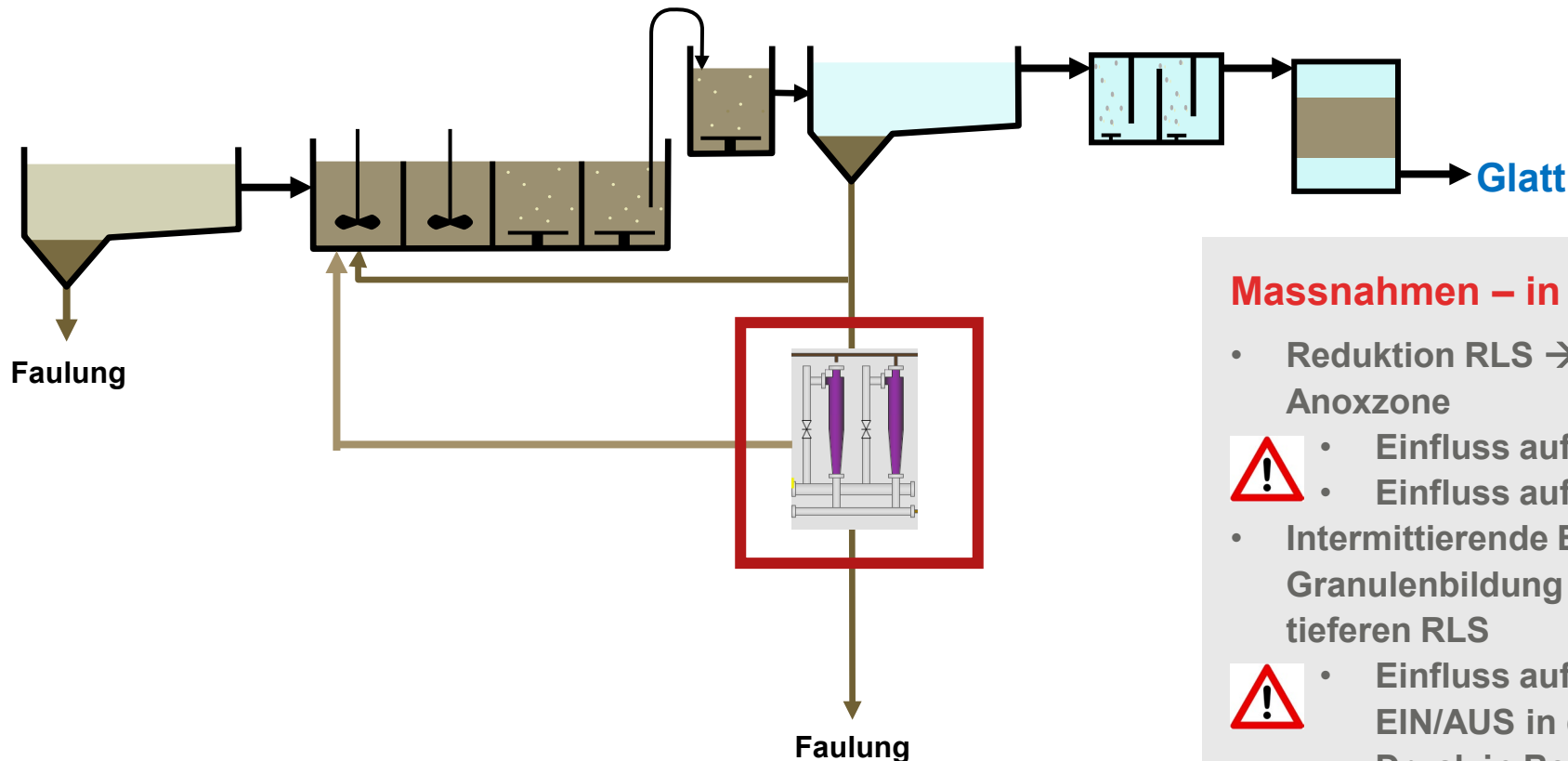
Entscheidung Zyklon

- 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 O_2 hilft Granulenbildung und kompensiert NO_3 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

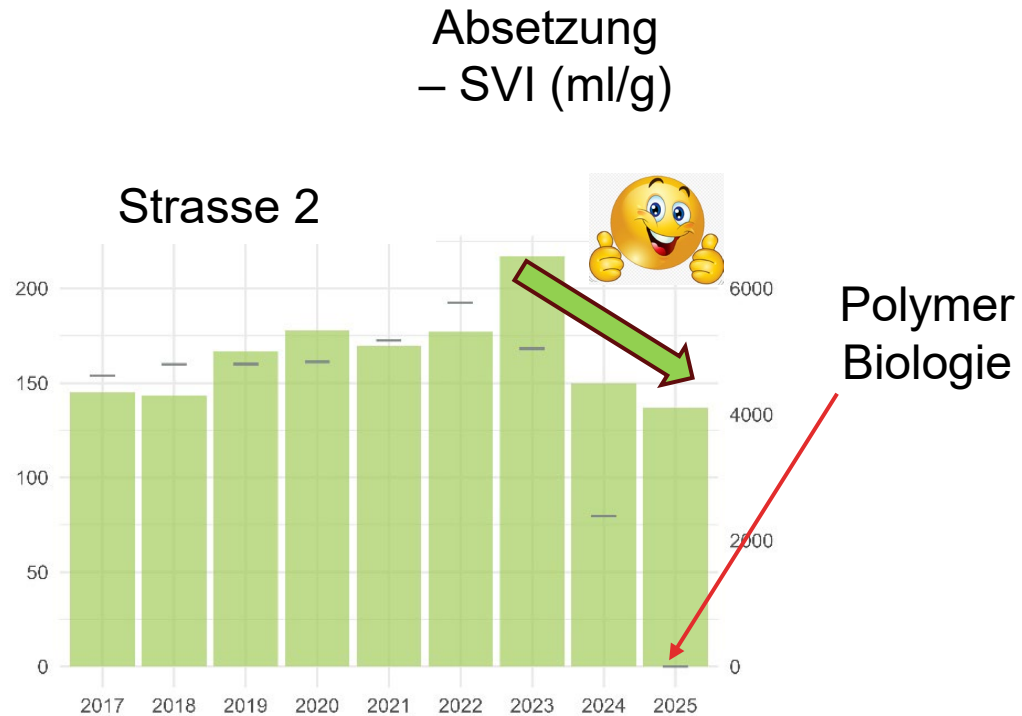
Pumpe →
2bars

Zulauf
Zyklon =
ÜSS

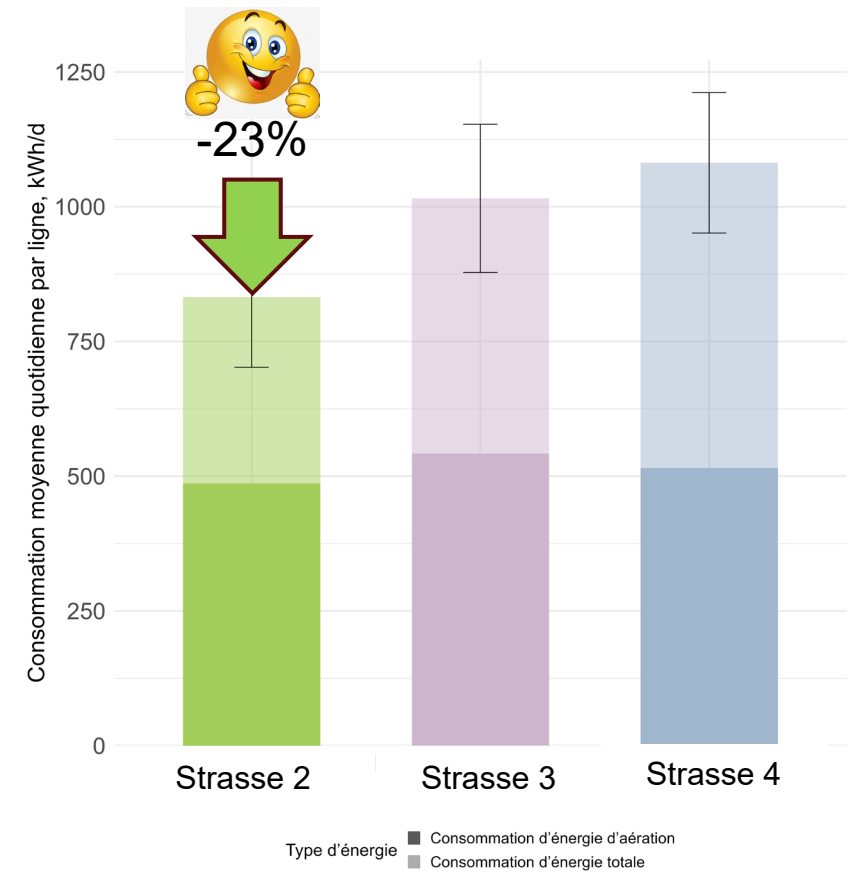
MID + P

Unterlauf → Biologie

1) Zyklon - Ergebnisse



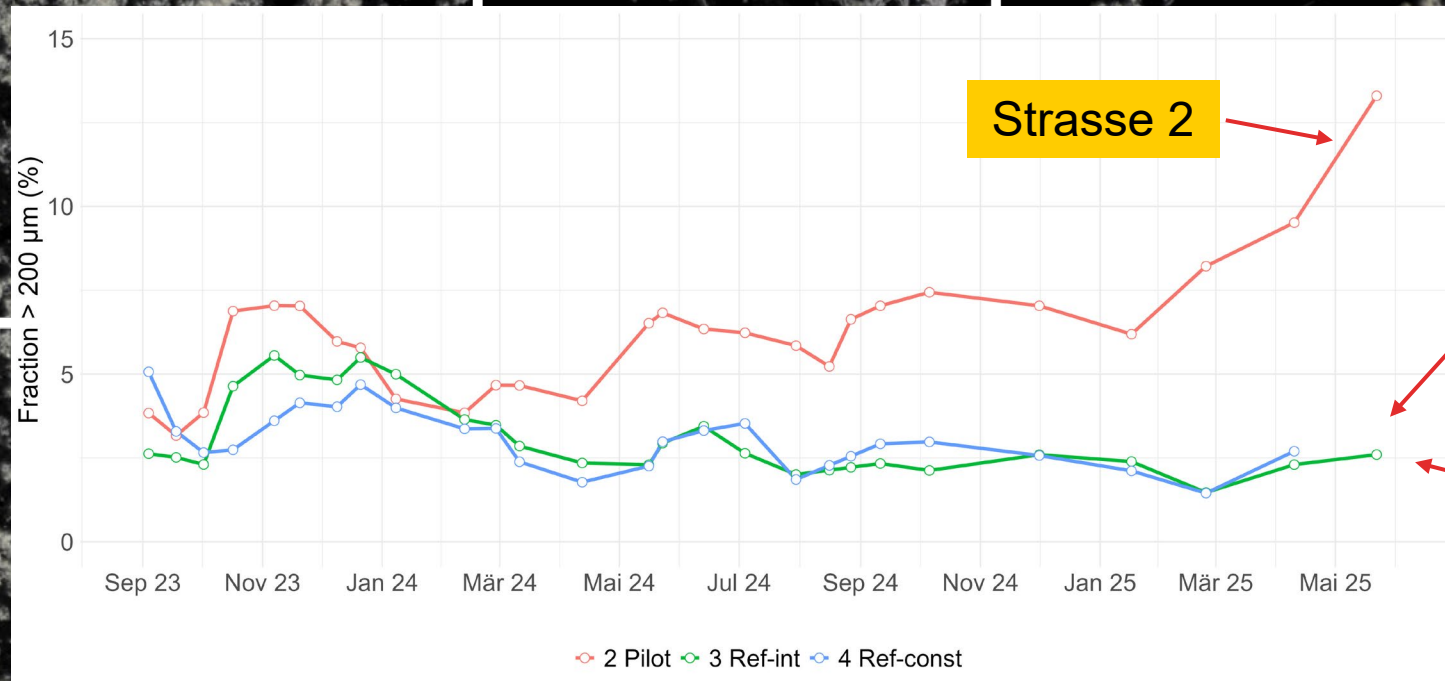
Stromverbrauch pro Strasse (kWh/d)



Boues totales

Fraction 200–500 µm

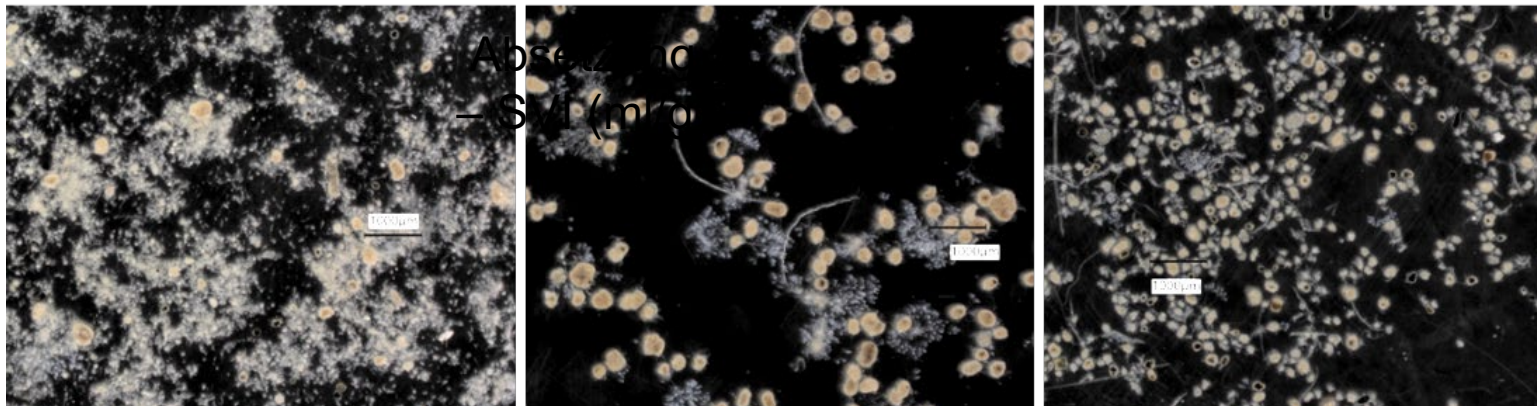
Fraction 100–200 µm



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

A photograph of a large building with a solar panel roof. The roof is covered in a grid of solar panels and has a wavy, undulating design. In the foreground, there is a small, light-colored utility building with several circular windows. The building is surrounded by green trees and grass. The sky is clear and blue.

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

Investitionskosten: 1 Mio. CHF (2023)

Betriebskosten: ca. 3'000 CHF/Jahr

Ca. 11 Rp/kWh (ohne Inflation/Zinsen)

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

2) Faltbare PV – im täglichen Leben

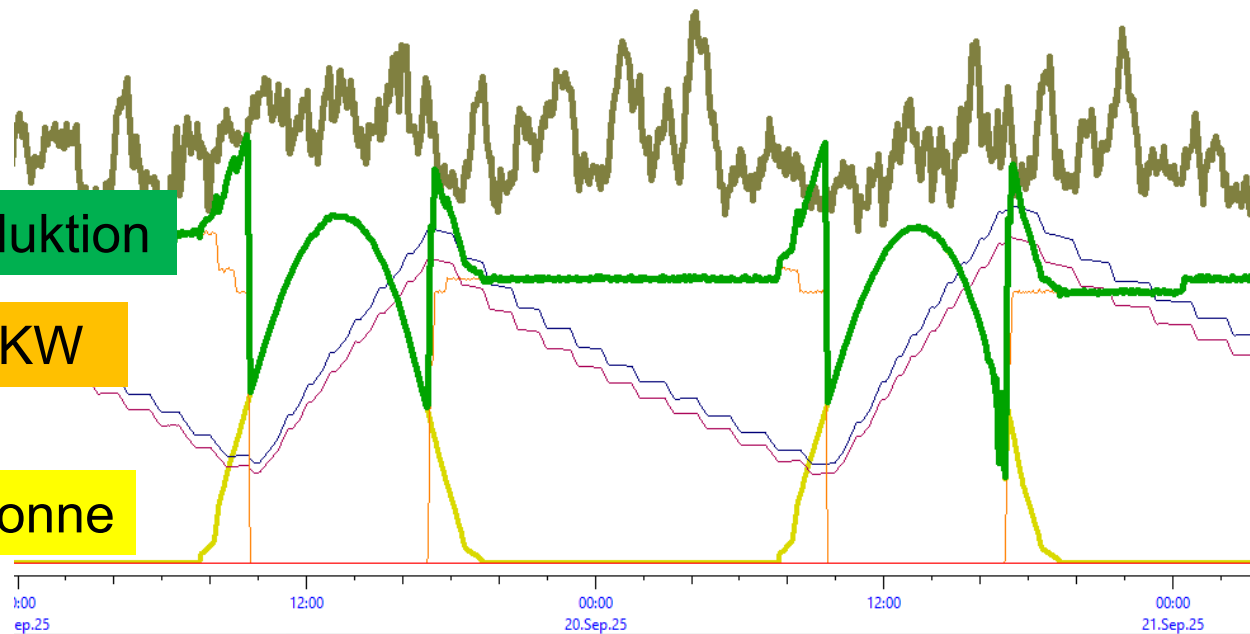
Q_{ARA}

Strom Verbrauch

Strom Produktion

Strom BHKW

Strom Sonne



FLOCMIX®

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?

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...

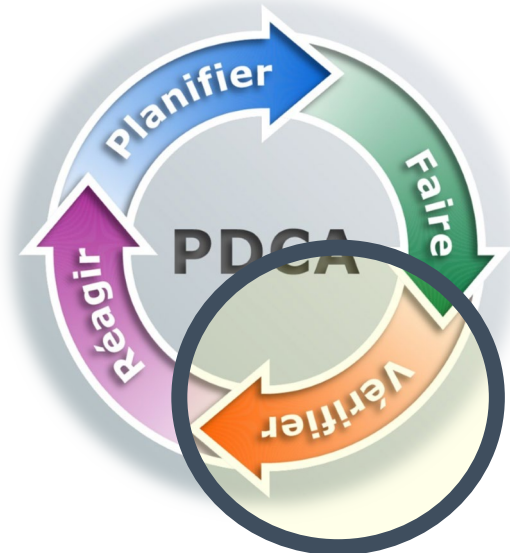
Fortlaufende Verbesserung

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 (points to x)

Mittelwert aller Teilnehmer (points to μ)

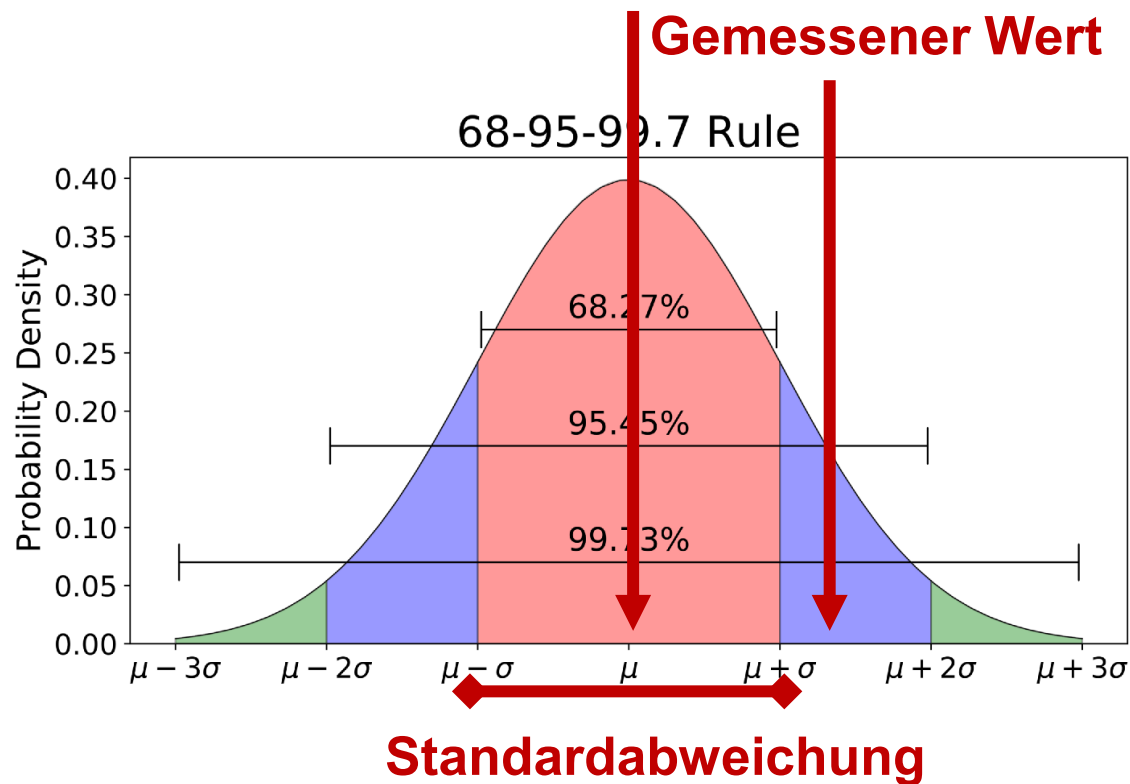
Standardabweichung (points to σ)

Laborvergleichstest

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

Beispiel

Mittelwert aller Teilnehmer



Laborvergleichstest

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

Beispiel

Gemessener Wert



Standardabweichung

Mittelwert aller Teilnehmer

Laborvergleichstest

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

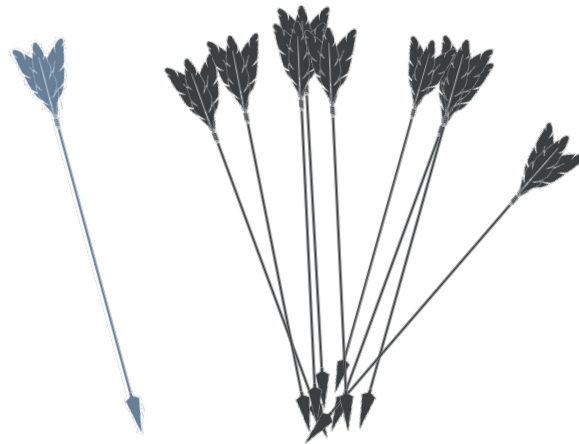
Beispiel



Laborvergleichstest

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

— Beispiel



Laborvergleichstest

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

Beispiel



InterSTEP 2025

Ergebnisse

	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score	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	2
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	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score	Z-Score	>2	>3
NH4-N Ablauf	0.28	0.93	0.5	-0.14	0.4	-0.5	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	-4.9	-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	2	
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	1	2	
Ntot Ablauf				0.24	-0.26	4.0		4	0.41		-0.25	-0.12	-1.1	2	2	
Ntot VKB				-0.41	0.11			1.4	-1.4		9.2	0.87	-1.1	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	-1.3	0.078	-0.98	3	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		1.3	1.1	-0.62	0.62	2.7	-0.37	0.38	2	2	
CSBgelöst Ablauf	2.2	0.085	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	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	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	1.3	2	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	1	
GUS Ablauf	3.8	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	-1.5	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	-9.2	-0.21	-0.21	0.6	-0.97	-1.2	1.6	0.55	0.45	-0.55	2	2	
>2	2			1		1		3	1	2		1				
>3	3	3		3	1	6	1	1	3	1	5	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





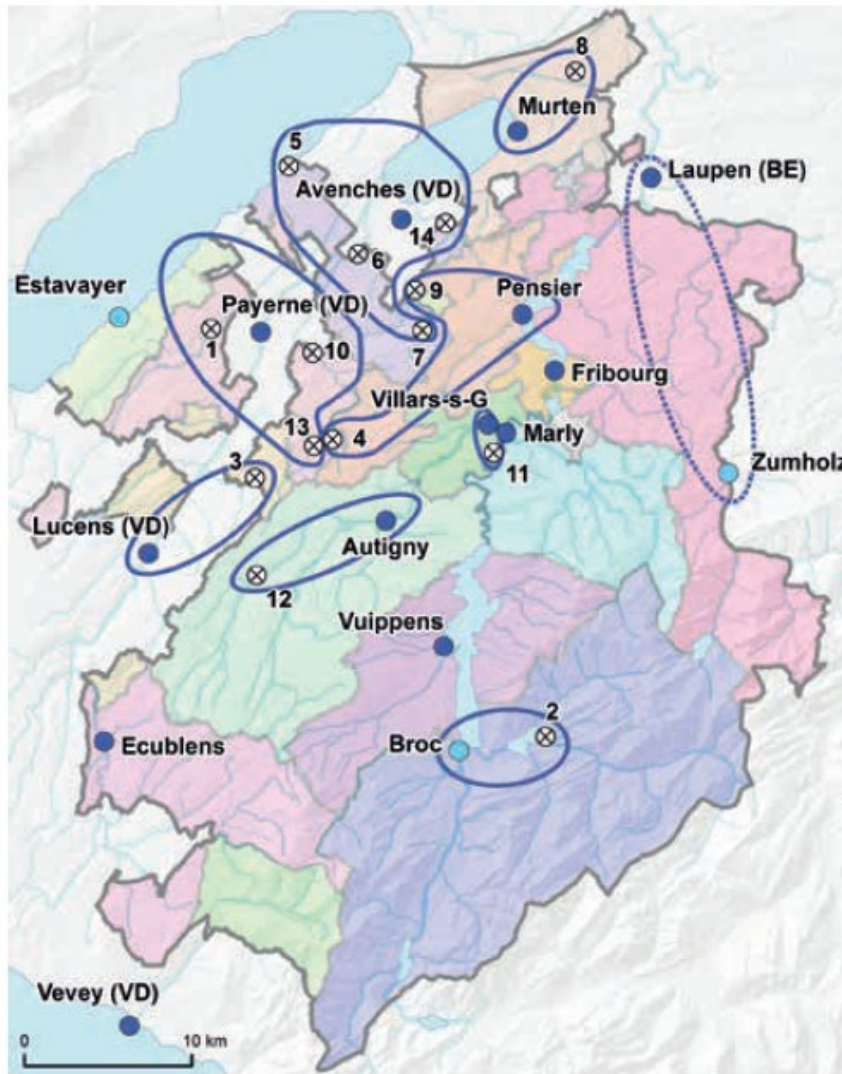
Aktualitäten Gewässerschutz 2025

Aktualitäten Gewässerschutz

> News Kantonale Planung:

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

Aktualitäten Gewässerschutz



● Zentrale ARA von kantonaler Bedeutung mit Beseitigung der Mikroverunreinigungen

● Zentrale ARA von kantonaler Bedeutung ohne Beseitigung der Mikroverunreinigungen

⊗ Anzuschliessende ARA

- | | |
|---------------|----------------|
| 1. Bussy | 8. Kerzers |
| 2. Charmey | 9. Misery |
| 3. Châtonnaye | 10. Montagny |
| 4. Corserey | 11. Posieux |
| 5. Delley | 12. Romont |
| 6. Domdidier | 13. Tomy |
| 7. Grolley | 14. Villarepos |

— Zusammenschluss

- - - Allfälliger langfristiger Zusammenschluss

Reinigungsperimeter der ARA

Aktualitäten Gewässerschutz

Region Saane

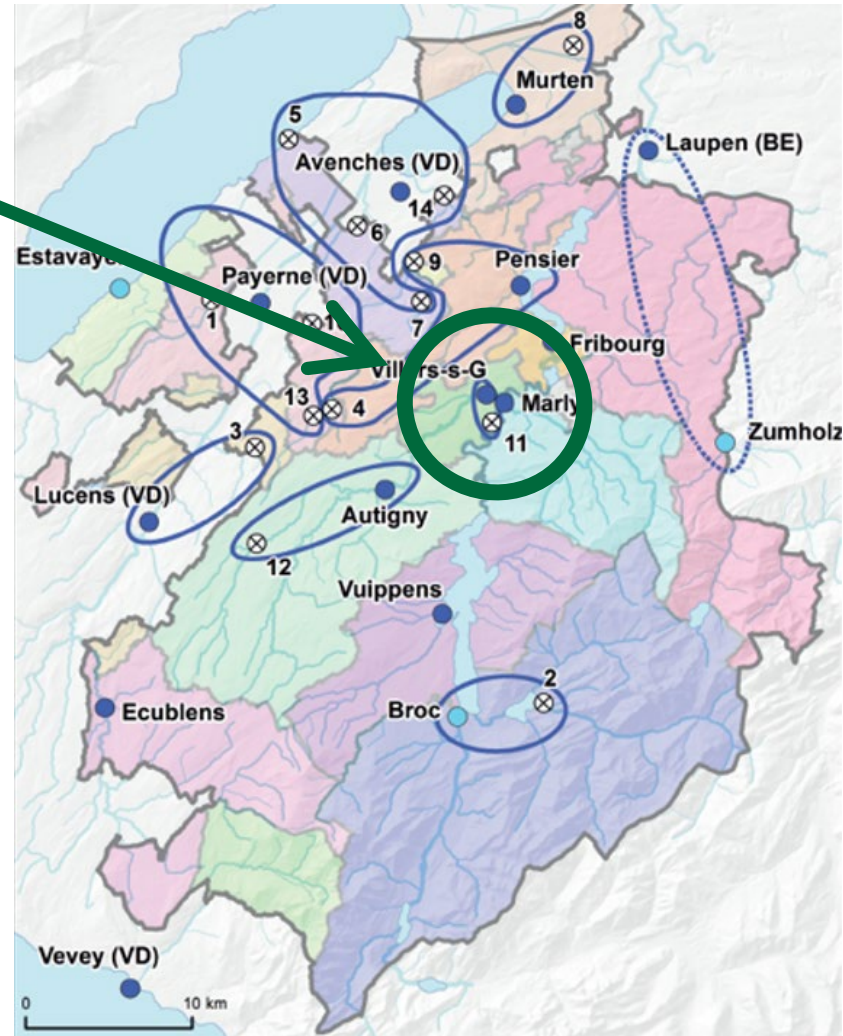
ARA Freiburg, Marly,
Posieux, Villars-s-Glâne

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)

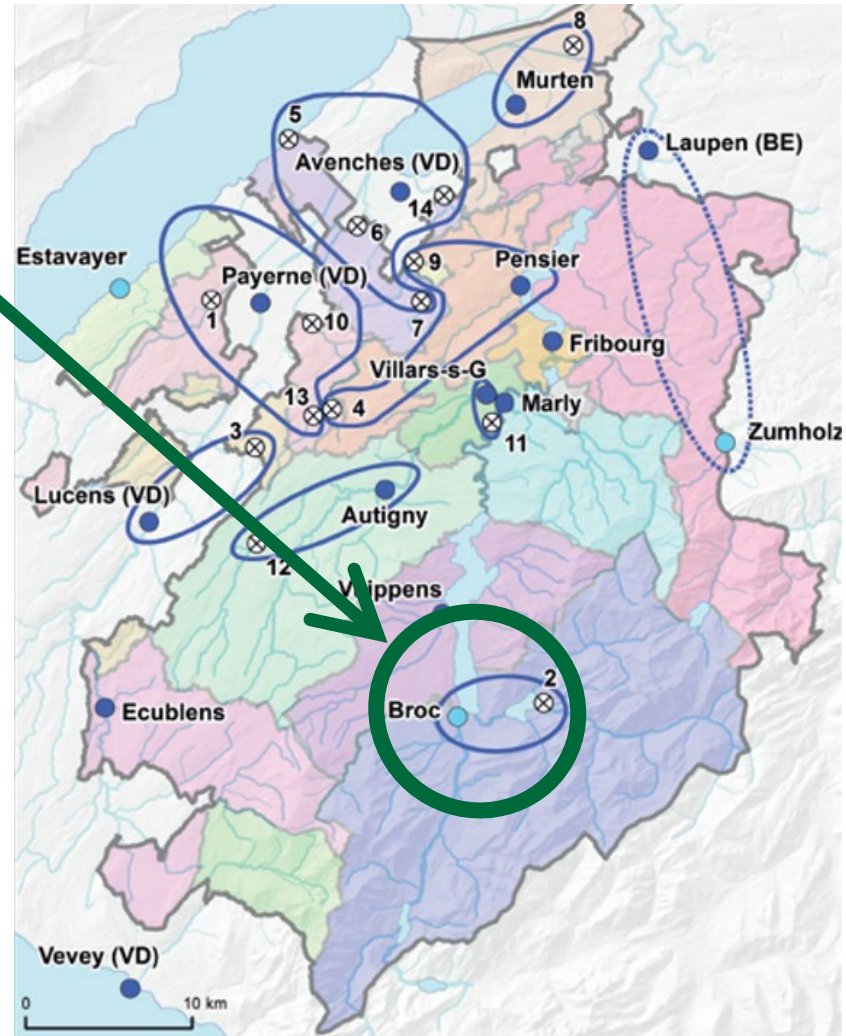


Aktualitäten Gewässerschutz

Region Ober-Greyerz ARA Broc, Charmey

Verband ABVH:

- Vorprojekt in Prüfung
- Anschlussprojekt öffentlich aufgelegt



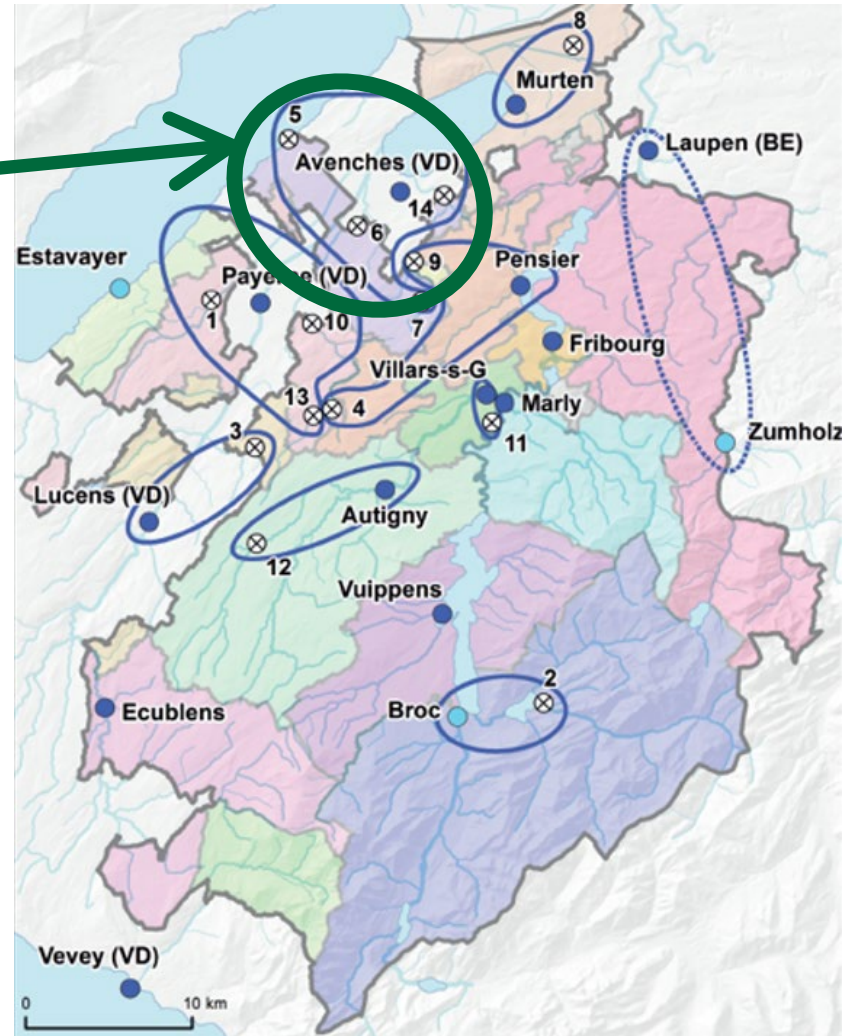
Aktualitäten Gewässerschutz

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

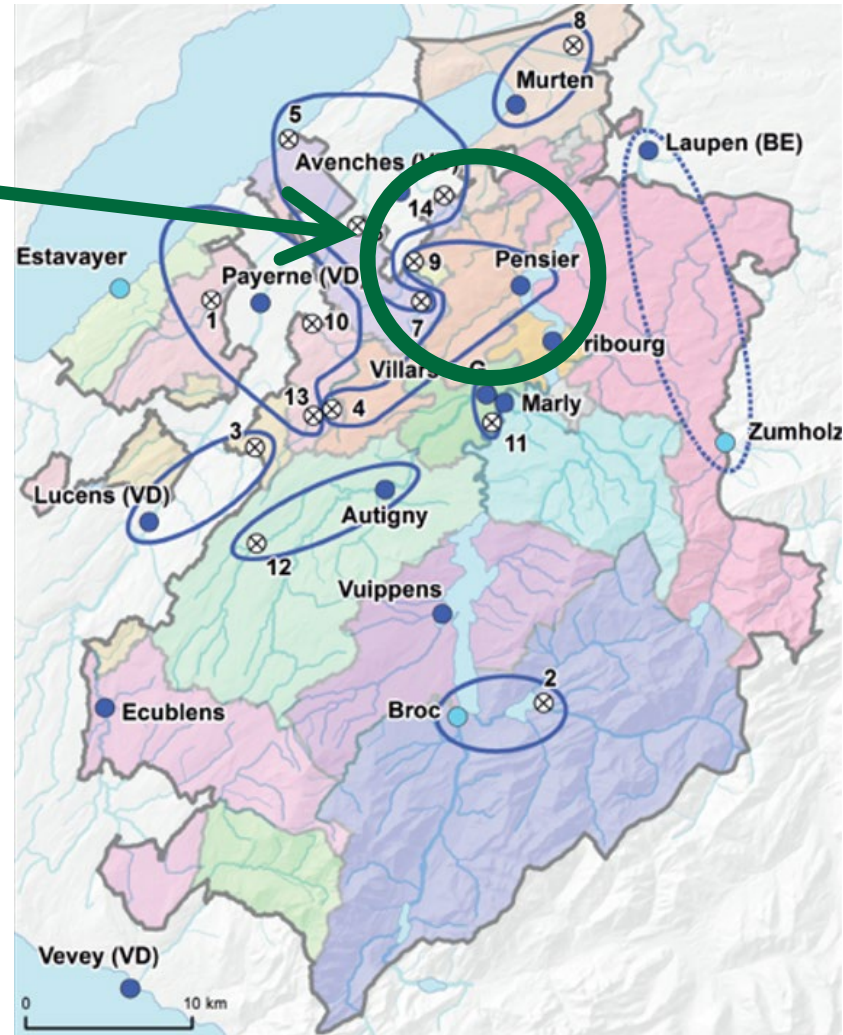


Aktualitäten Gewässerschutz

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

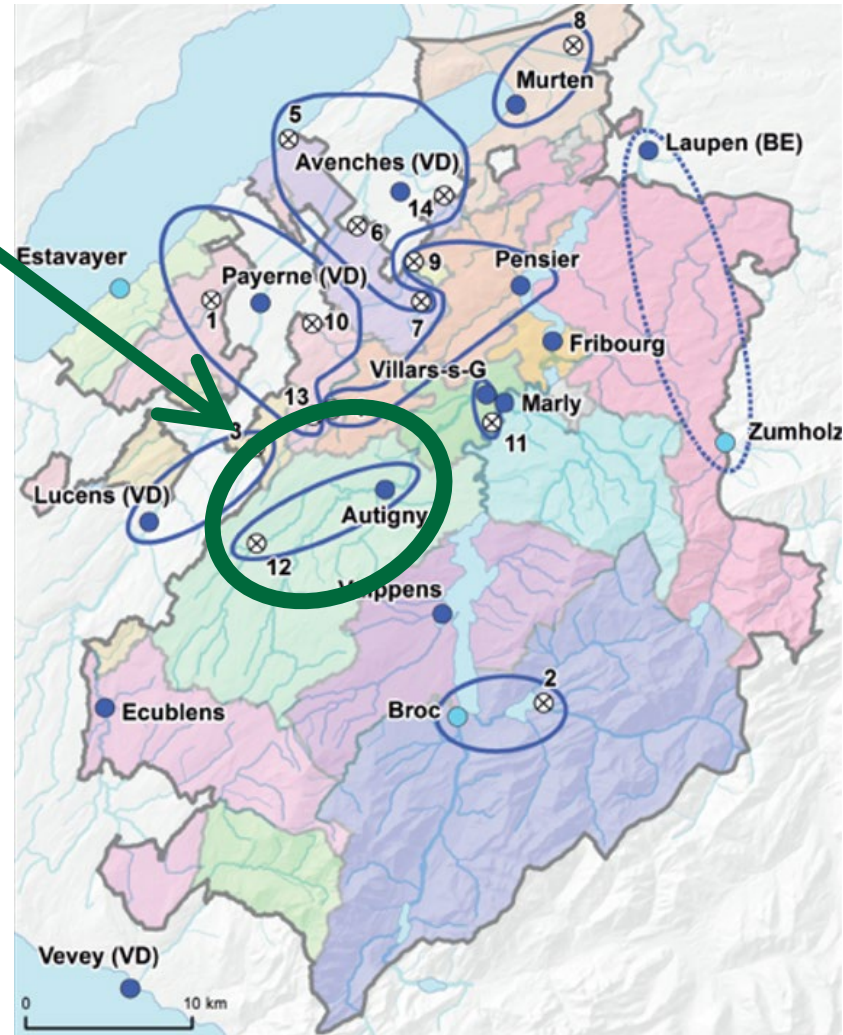
Region Glâne-Neirigue ARA Autigny, Romont

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)

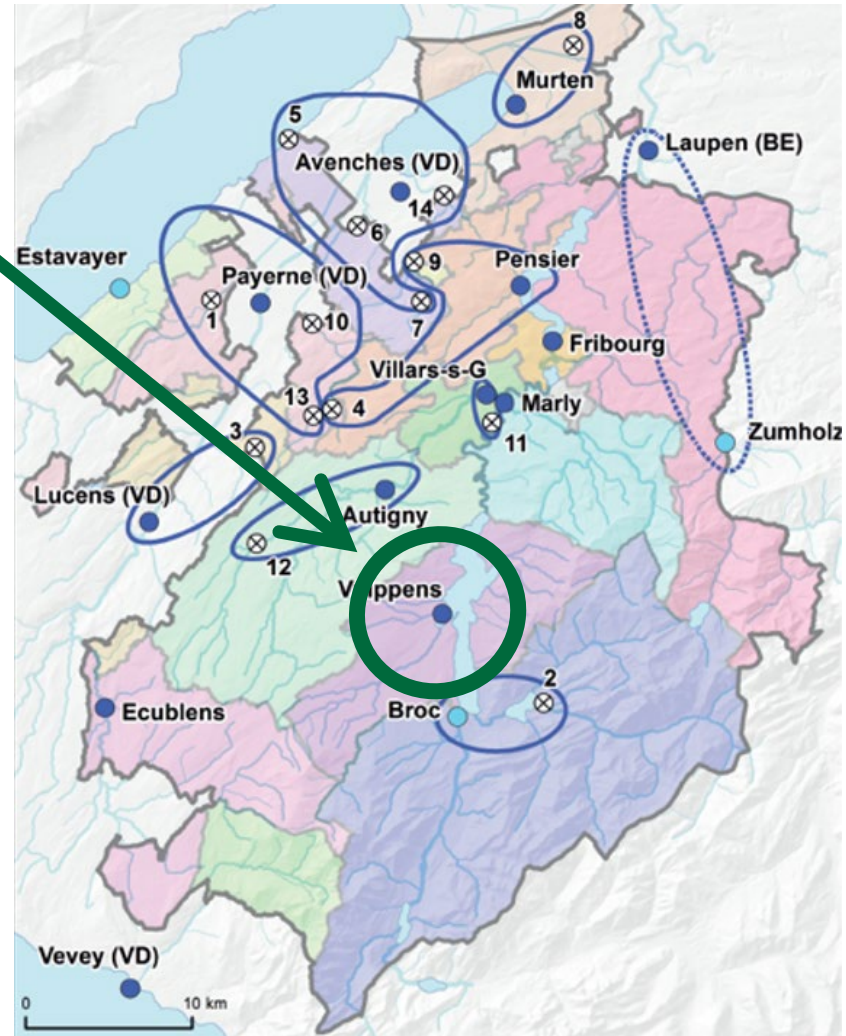


Aktualitäten Gewässerschutz

Region Greyerzersee 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**

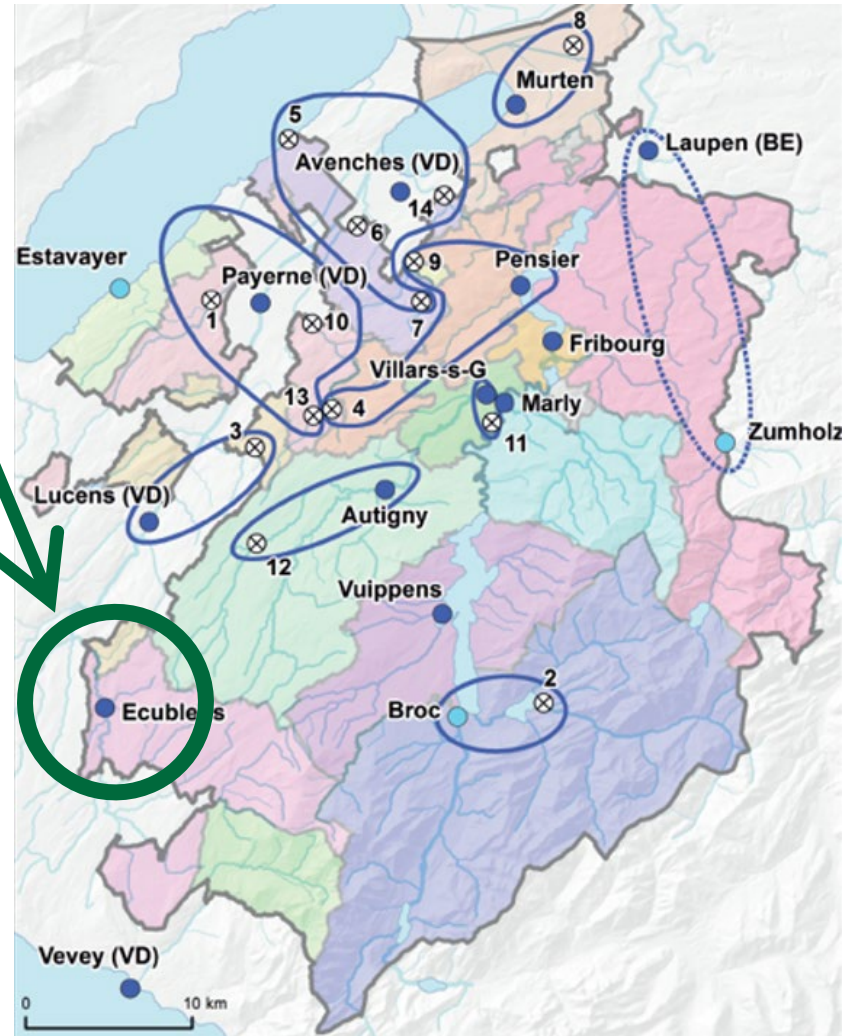


Aktualitäten Gewässerschutz

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?

