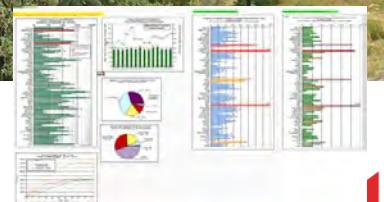
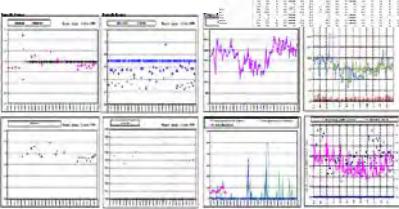
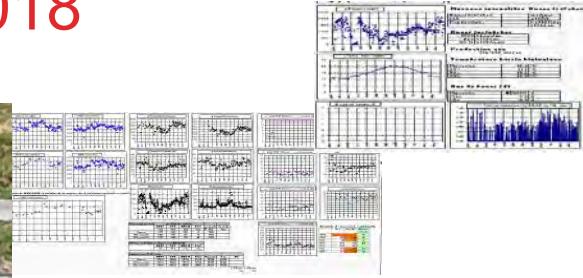


# Präsentation ARA-Bilanz 2018



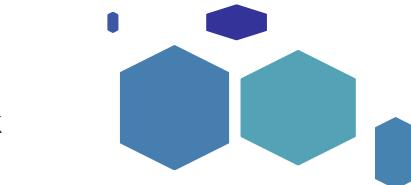
21. August 2019 in Guttet-Feschel  
Dienststelle für Umwelt, Kanton VS



CANTON DU VALAIS  
KANTON WALLIS

# Programm

Mikroplastik



1.  
Aktuelles

Antibiotikaresistenzen im Abwasser



2.  
DUW-  
Labor

Notfallkonzept

3.  
ARA-  
Bilanz

4.  
Besichtigung

Abwasser als Trinkwassereinspeisung

Mikroverunreinigungen

P-Rückgewinnung

ARA-Analytik

Abfälle im Abwasser

# **1. AKTUELLES**

# VSA-Rondellen: Der Schacht führt in einen Bach, See oder ins Grundwasser, und nicht in ARA!



► [www.vsa.ch/de/rondellen/](http://www.vsa.ch/de/rondellen/)



# Feuchttücher in der Kanalisation

- ▶ Vergleichstests  
Kassensturz, etc
- ▶ «Je reissfester, desto  
besser»
- ▶ Verwechslung mit sich  
auflösenden  
Feuchttüchern



# Kostenfalle Hygieneartikel + Speisereste

- ▶ «Was sollte nicht zu uns kommen?»
- ▶ Internetseite
- ▶ Zusammen mit Abfalljahresrechnung:
  - Abfallmerkblatt Gemeinde
  - Flyer
- ▶ Infotage



# VSA-Aufkleber: „Die Toilette ist kein Müllschlucker“



Feuchttücher sind  
Pumpenkiller!  
Die Toilette ist kein  
Müllschlucker.

Feuchttücher, Binden,  
Windeln, Kondome, Medika-  
mente, Kosmetik-Pads, Katzen-  
sand, Speisereste etc. gehören  
in den Kehricht und nicht in die  
Toilette!



Flyer Feuchttücher A5  
"Die Toilette ist kein Müllschlucker"



© www.vsa.ch, Design: Axel B. Bott

145 mm

KANTON WALLIS

# Viele weitere neue Merkblätter und Vollzugshilfen vorhanden!

[www.vs.ch/abwasser](http://www.vs.ch/abwasser)

[www.vs.ch/ara](http://www.vs.ch/ara)

[www.vsa.ch/fachbereiche-cc/industrie-gewerbe/stand-der-technik/](http://www.vsa.ch/fachbereiche-cc/industrie-gewerbe/stand-der-technik/)

→ unter «Empfehlungen/Merkblätter»

<https://vsa.abacuscity.ch/de/home>

→ unter «Gratis downloads»



Leitfaden "Energie in ARA"

Klärgas-Verstromung oder Aufbereitung und Einspeisung

Entscheidhilfe für Betreiber und Planer



CENTRE DE COM  
INDUSTRIE UND

MERKBLATT

Entsorgung von Abwasser aus  
mobilen Chemietoiletten



Problemstellung



CENTRE DE COMPÉTENCE (CC)  
INDUSTRIE UND GEWERBE

MERKBLATT

Fettabscheider

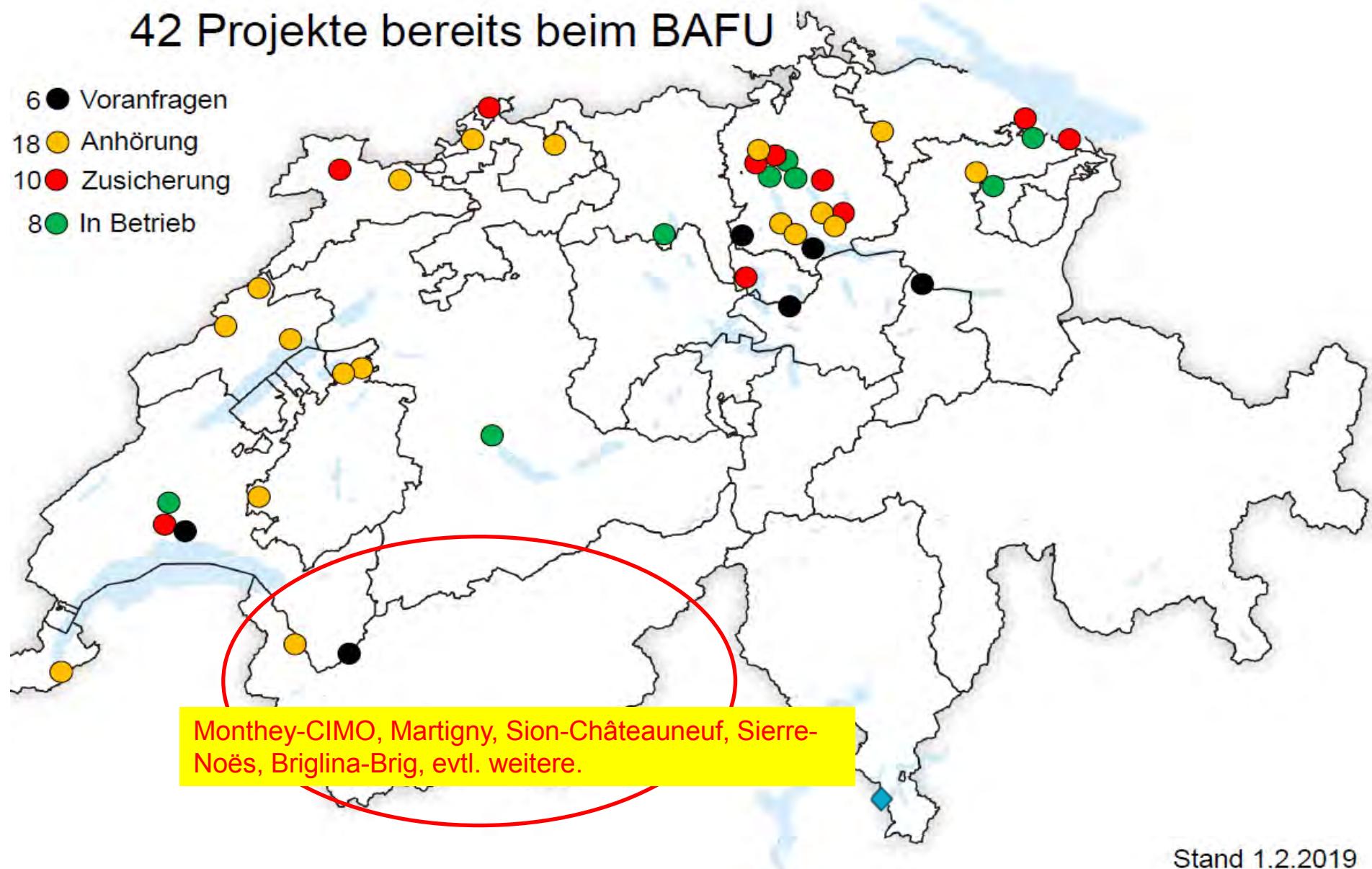


In einem Fettabscheider schwimmen Fette und Öle aufgrund ihrer geringeren Dichte gegenüber Wasser zur Oberfläche auf. Dabei verhindern Tauchwände, dass die aufschwimmenden Fette und Öle in die Kanalisation abgeleitet werden.

# Mikroverunreinigungen?

## 42 Projekte bereits beim BAFU

- 6 ● Voranfragen
- 18 ○ Anhörung
- 10 ● Zusicherung
- 8 ● In Betrieb



Stand 1.2.2019

# Mikroverunreinigungen?

- vorgesehene Ausgaben: 1.04 Mia CHF
- Finanzierung bis 2040 gesichert
- Abgabebefreiung bei freiwilligen Massnahmen oder bei ARA, wo die Kriterien erst nach 2035 erfüllt sind?
- keine Befreiung, aber:
  - wird in Zukunft erneut geprüft, sofern die Mittel vorhanden sind
  - Gesamtbilanz der Massnahmen nach Inkrafttretung der Gesetzgebung
- Bau einer Leitung kann wirtschaftlicher sein als Bau einer Stufe zur Spurenstoffelimination
  - Abgeltung nur in Höhe der wirtschaftlichsten Massnahme



# Mikroverunreinigungen?

- ▶ Stand 25.6.2019
- ▶ Kriterium «kleine ARA» (ab 1.1.2028)
  - ARA ab 1000 Einwohner
  - in ökologisch empfindlichen Gewässern oder wichtig für TW-Versorgung
  - mit 20% Abwasseranteil
- ▶ Beschluss Bundesrat 17.4.2019
- ▶ vom Kanton angeordnet (Planung)



# Kantonale Konzeptstudie Nitrifikation + EMV

- Ziele:
- Identifikation kritischer Verhältnisse ARA, Wasserführung, Belastung, ARA-Leistung
- Identifikation relevanter ARA
- Priorisierung nach Dringlichkeit, Aufwand, Nutzen



Departement für Mobilität, Raumentwicklung und Umwelt, Sektion Gewässerschutz  
Kanton Wallis

Optimierung Abwasserreinigung  
Konzeptstudie

Vorgehensvorschlag  
Bern, 27. Dezember 2018

# Ausserbetriebnahmen (AB)?

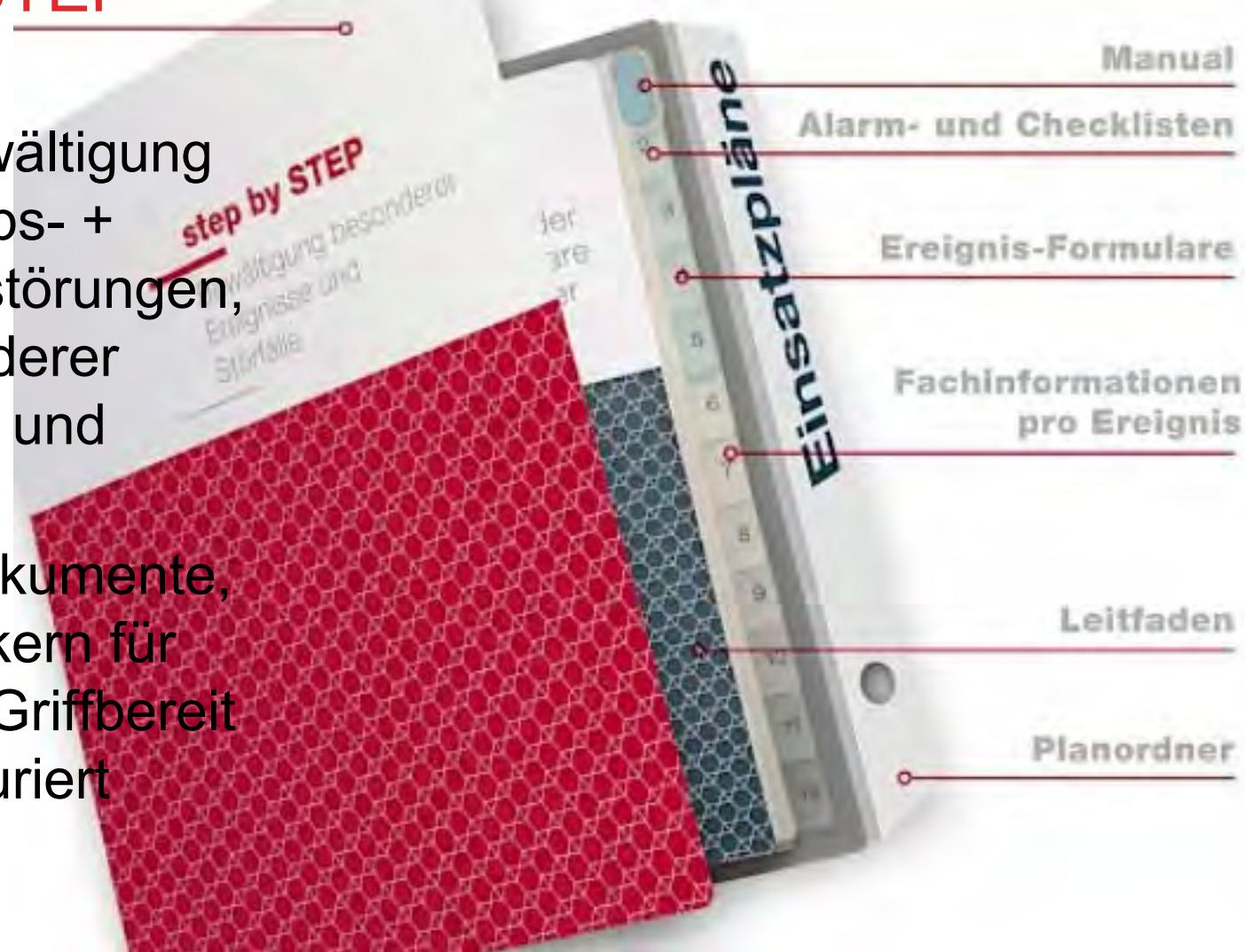
## ► Bald: neuer VSA-Leitfaden «Funktionssicherheit ARA»

- vorgesehenene AB mind. 75% Abwasser gemäss hydrl. ARA-Kap.
- nicht-vorgesehene AB: Einleitbedingungen bestmöglich einhalten
- für ARA > 50'000 EW Nennkap.:Vierstrassigkeit empfohlen (Belebungsbecken+Nachklärung).



# STEP BY STEP

- für die Bewältigung von Betriebs- + Funktionsstörungen, wie besonderer Ereignisse und Störfälle
- Ereignisdokumente, von Praktikern für Praktiker. Griffbereit und strukturiert



■ [www.step-ara.ch](http://www.step-ara.ch)

Zusätzlich: VSA-Seminar Anfangs 2020 geplant

# P-RÜCKGEWINNUNG?



Mine de phosphate, près du Flaming Gorge National Recreation Area, Utah, USA (Parker-Burlingham, 2008)

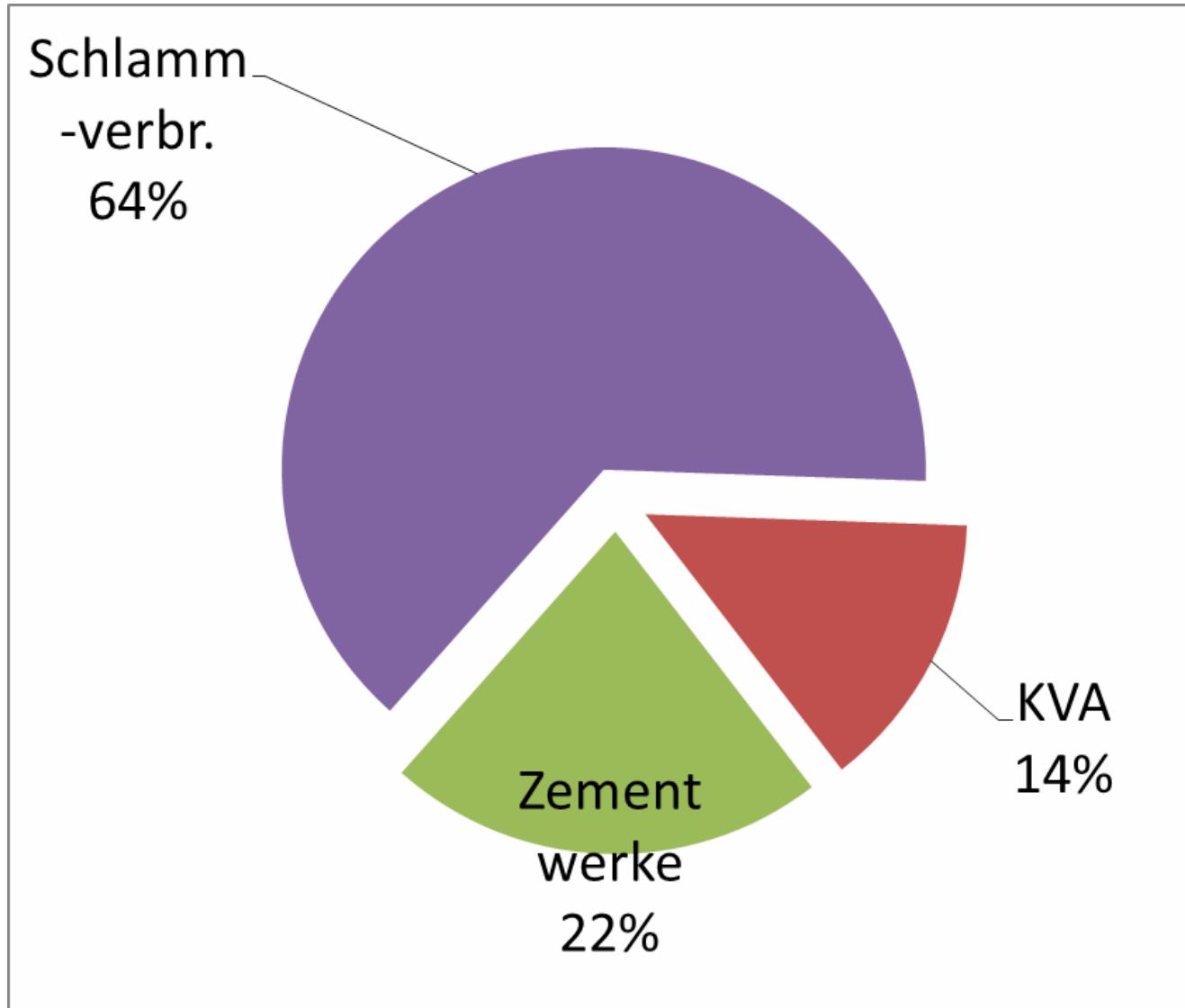
# Phosphor?

- ❖ Ende 17. Jahrhundert, Alchimist Henning Brandt
- ❖ Suche nach Stein der Weisen
- ❖ 50 Urinkessel distilliert
- ❖ im Dunkeln leuchtende Substanz «phôs»
- ❖ Behandlung Starrkrampf, Tuberkulose, psychische Erkrankungen, Typhus
- ❖ Zündhölzer
- ❖ 2000 Tonnen Bomben auf Hamburg 1943

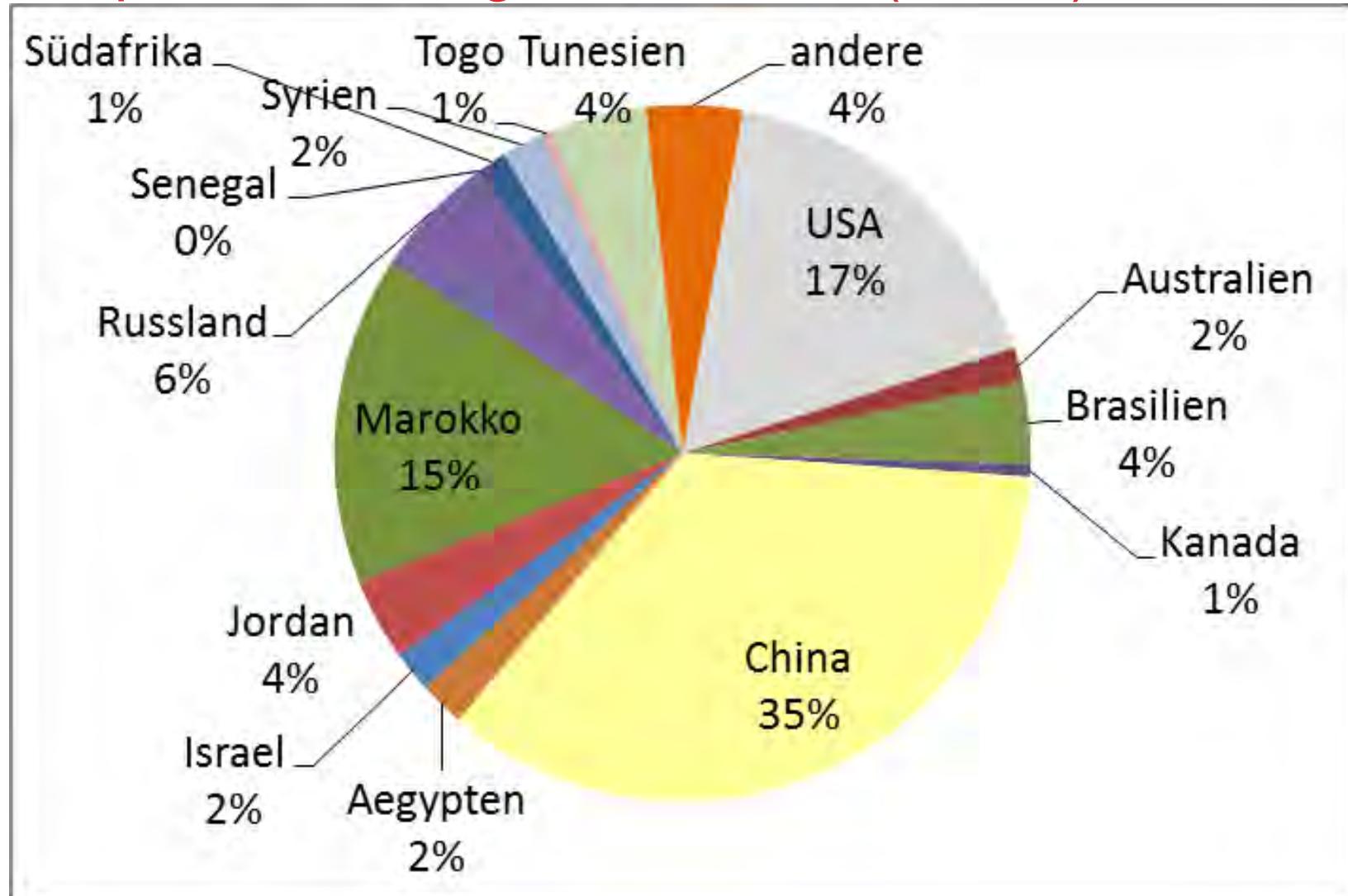


tableau de „Joseph Wright of Derby“.

# Phosphor: Schlammverbrennung CH-Daten 2016

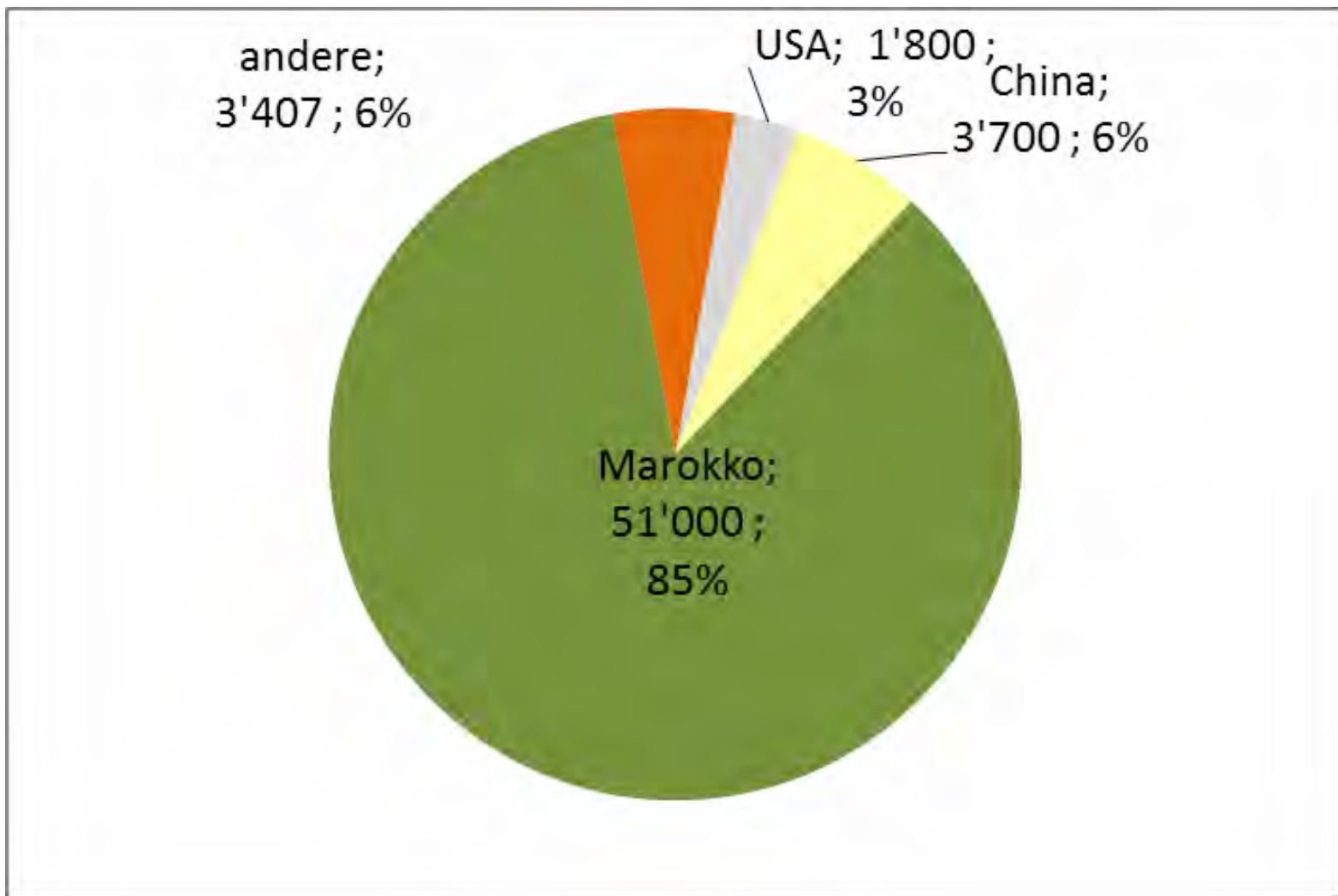


# Phosphor: Derzeitige Produktion (Minen)



International Fertilizer Development Center, 2009

# Phosphor: Reserven weltweit



International Fertilizer Development Center, 2010

# P-Zyklen

## "sekundäre" Zyklen



Aufnahme durch  
Tiere

Aufnahme durch  
Pflanzen

Biosphäre

Aufnahme durch  
Menschen

## "Primärer" globaler Zyklus



Abfluss in die  
Meere

Erosion  
Gesteine  
und Bildung  
Boden

Erhebung  
und Bildung  
Gebirge

Meeresgrund  
(Gestein)

Lithosphäre

Wasserlebewesen

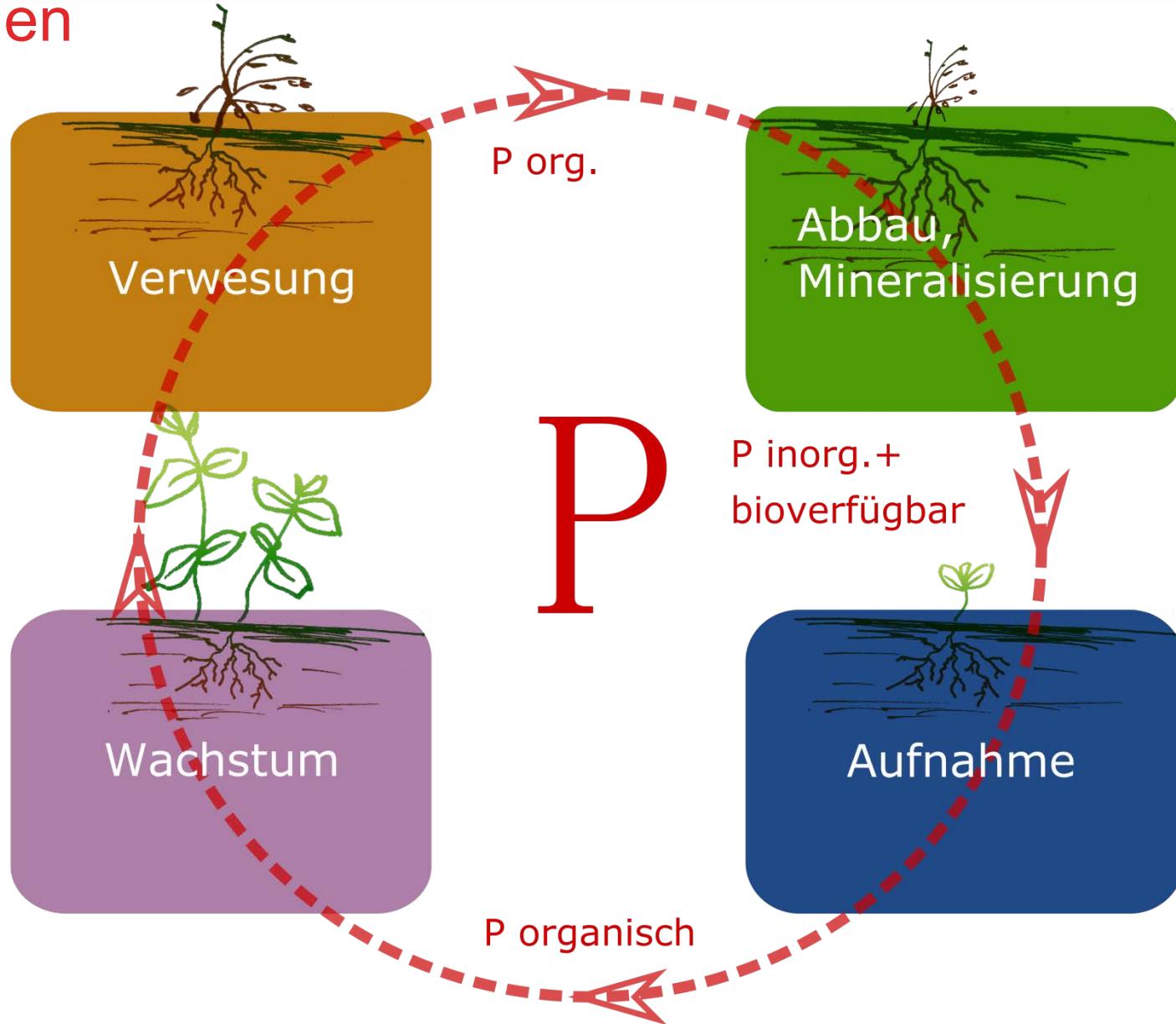
Mio Jahre

Meeresgrund

Mio Jahre

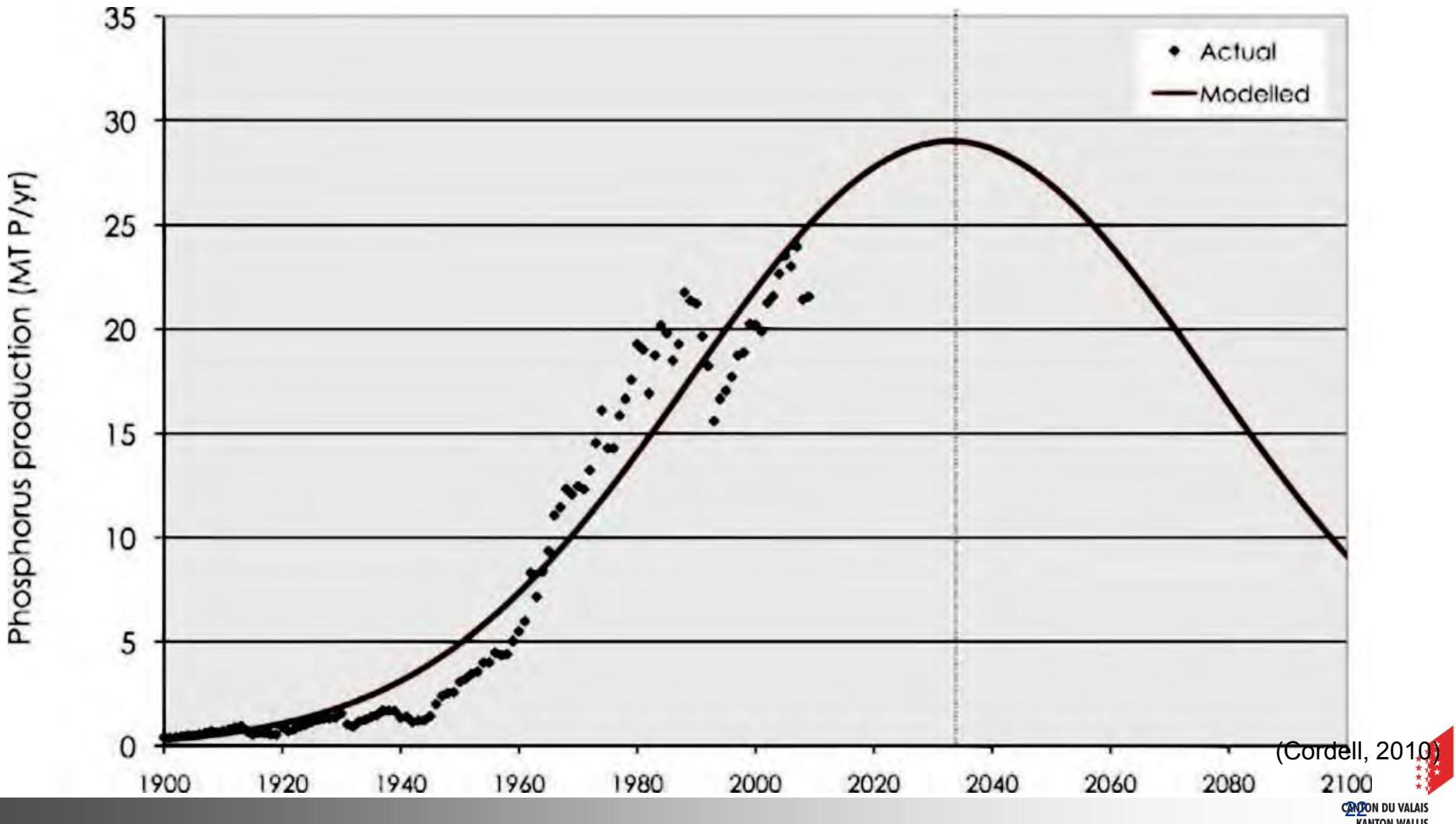
Hydrosphäre

# P-Zyklen

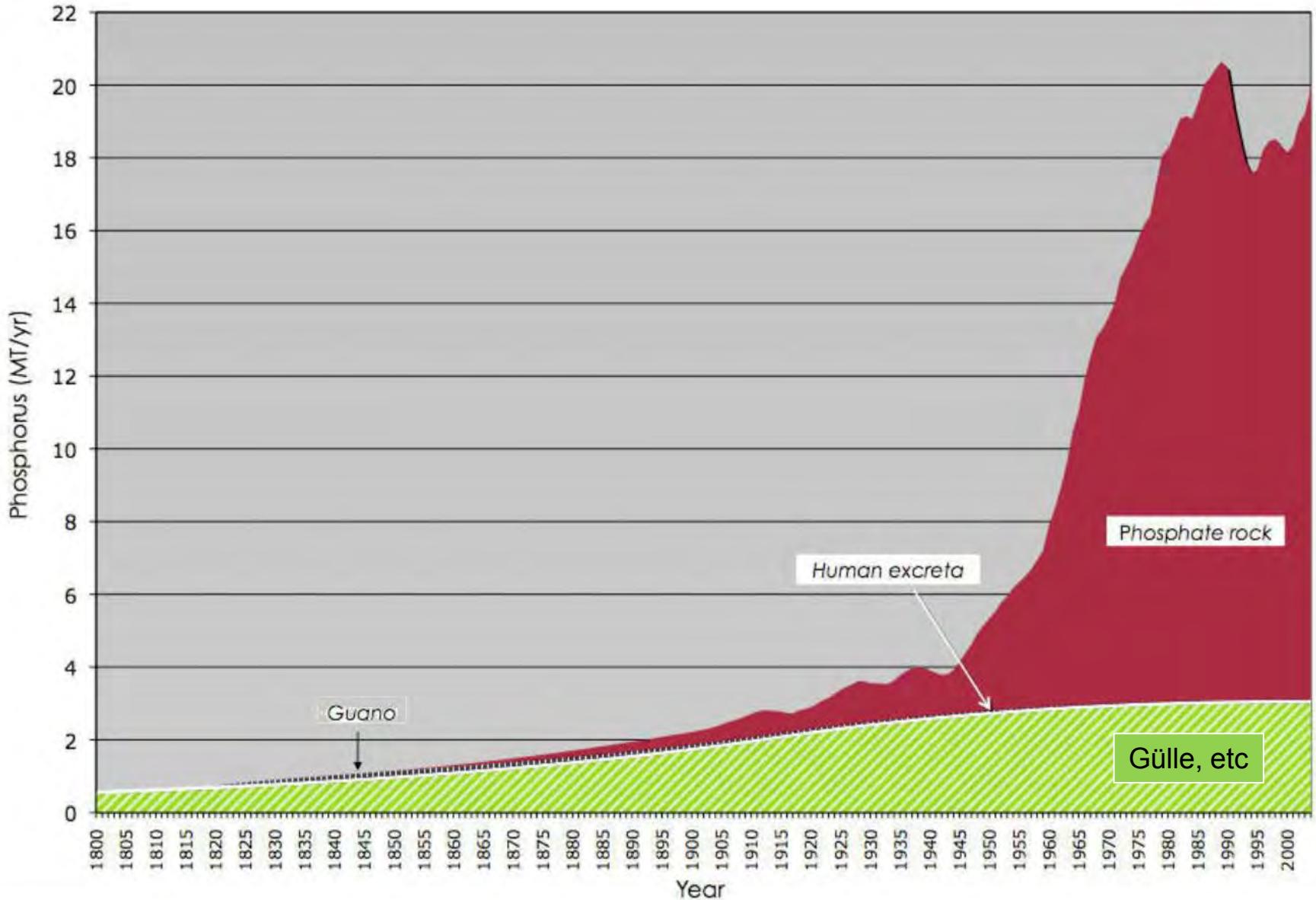


# Peak Phosphor?

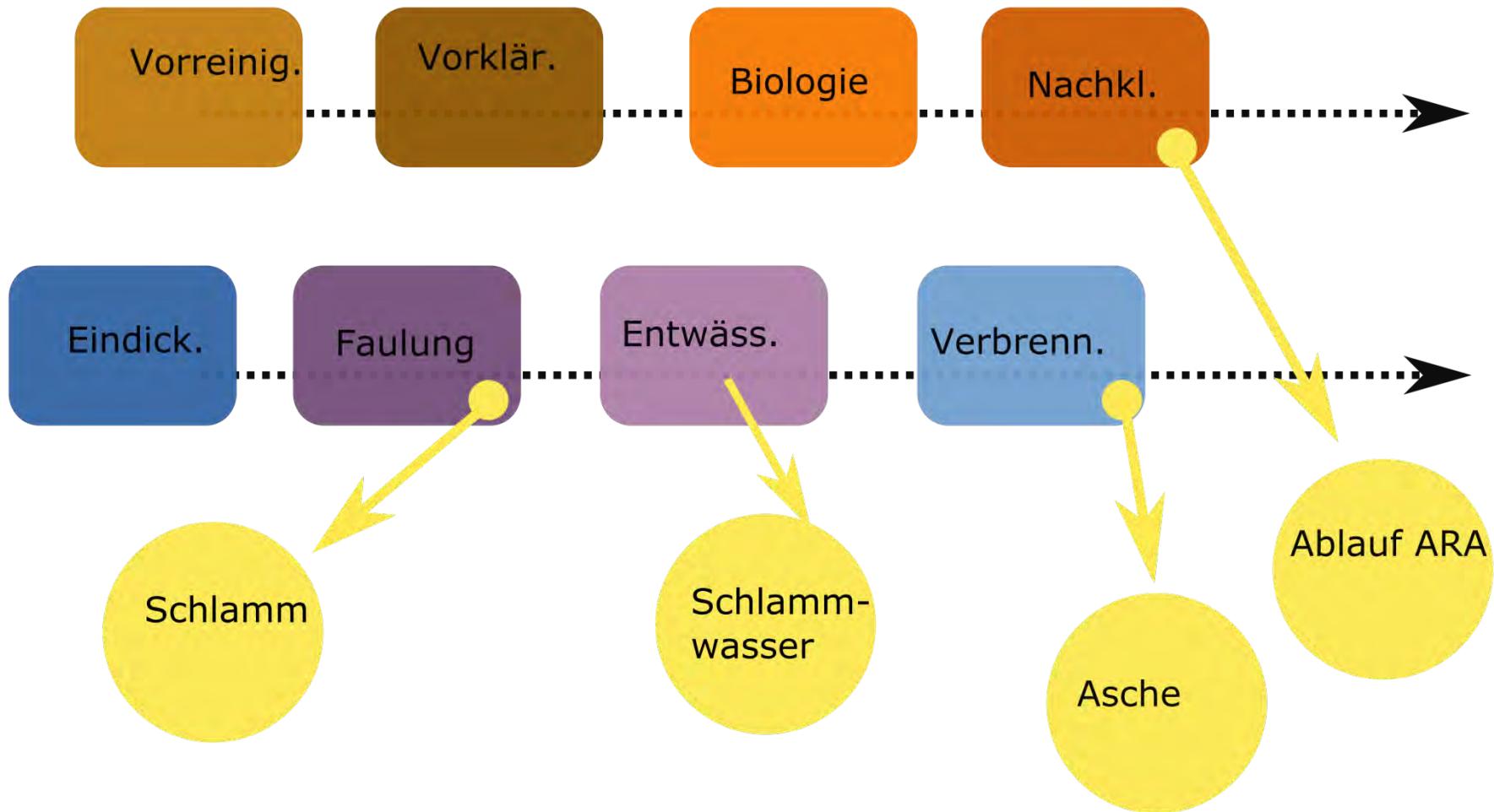
- ❖ Reserven (Abbau, Stand der Technik) = 60'000 Mio t, Ressourcen = 290'000-460'000 Mio t
- ❖ Punkt, wo Nachfrage >> Angebot, unabhängig vom Stand der Technik



# Peak Phosphor?



# P-Rückgewinnung



# P-Rückgewinnung ab 2026 = Pflicht

## Ziele:

- Zyklen schliessen
- weniger Abhängigkeit von Importen aus Ausland
- weniger Schadstoffe (Cd, Cr)
- Kein Auffüllen der Deponien

# Entwurf Vollzugshilfe « P-Rückgewinnung »

- In Konsultation
- Ziel CH: Rückgewinnung 75% tot. Gewichtsprozent von
  - Abfallströmen (Abwasser, Klärschlamm- + -asche)
  - Tier- und Knochenmehl
- Anforderungen für Rückgewinnung:
  - 45% (direkt aus Abwasser, flüssigem od. entw. Klärschlamm)
  - 80% aus Asche der therm. Behandlung von Klärschlamm

The image shows the cover of a Swiss government document titled "Phosphorreiche Abfälle". The cover features a photograph of a hand in a green glove holding white granules (phosphate) over a small green plant growing in soil. The text on the cover includes:

- Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra
- Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
- Bundesamt für Umwelt BAFU
- Abteilung Abfall und Rohstoffe
- Referenz/Aktienzeichen: S143-1683
- Phosphorreiche Abfälle
- Vollzugshilfemodul für die Rückgewinnung von  
Phosphor aus phosphorreichen Abfällen
- Entwurf zur Konsultation vom Juni 2019

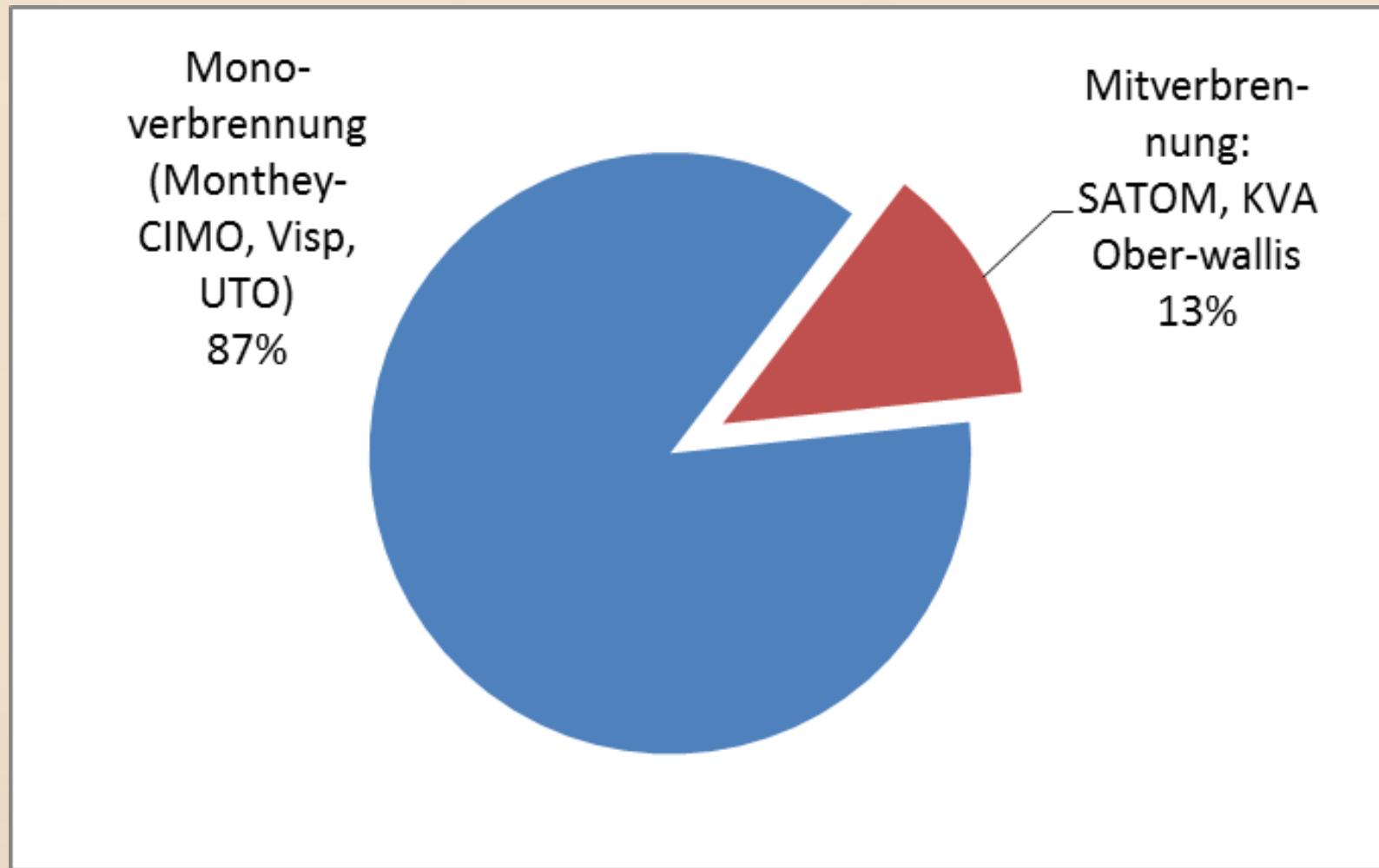
# Entwurf Vollzugshilfe « P-Rückgewinnung »

- ▶ Gültigkeit und Ausnahmen
  - nur ARA ab 200 EW
  - bei ARA industriellem Anteil:
  - Kanton kann mit Zustimmung BAFU eine Ausnahme bewilligen (mind. 80% industrieller CSB im ARA-Zulauf)
- ▶ Kapazitätsengpässe bei Oberwalliser ARA?
- ▶ Lagebericht und Plan in Bearbeitung
- ▶ Enger Kontakt mit Schlammabnehmern
- ▶ Aktualisierung des Abfallbewirtschaftungsplans 2020
- ▶ Koordination gewährleisten, strategische Entscheide
- ▶ Miteinbezug Akteure
- ▶ Sektion Altlasten



By Ludovic Bertron - Own work. CC BY-SA 3.0. <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=16095432>

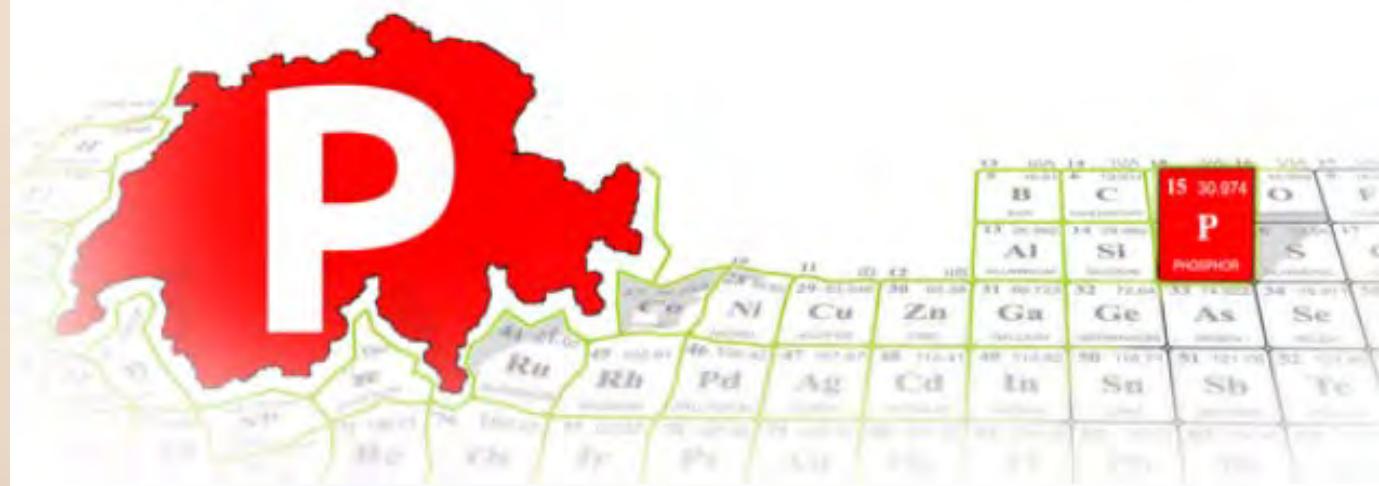
# P-Rückgewinnung: Schlammbrennung im Wallis



# Phosphorrecycling

**Ziel: Entscheidungsgrundlagen für Kantone und Akteure  
Bereit sein für 2026**

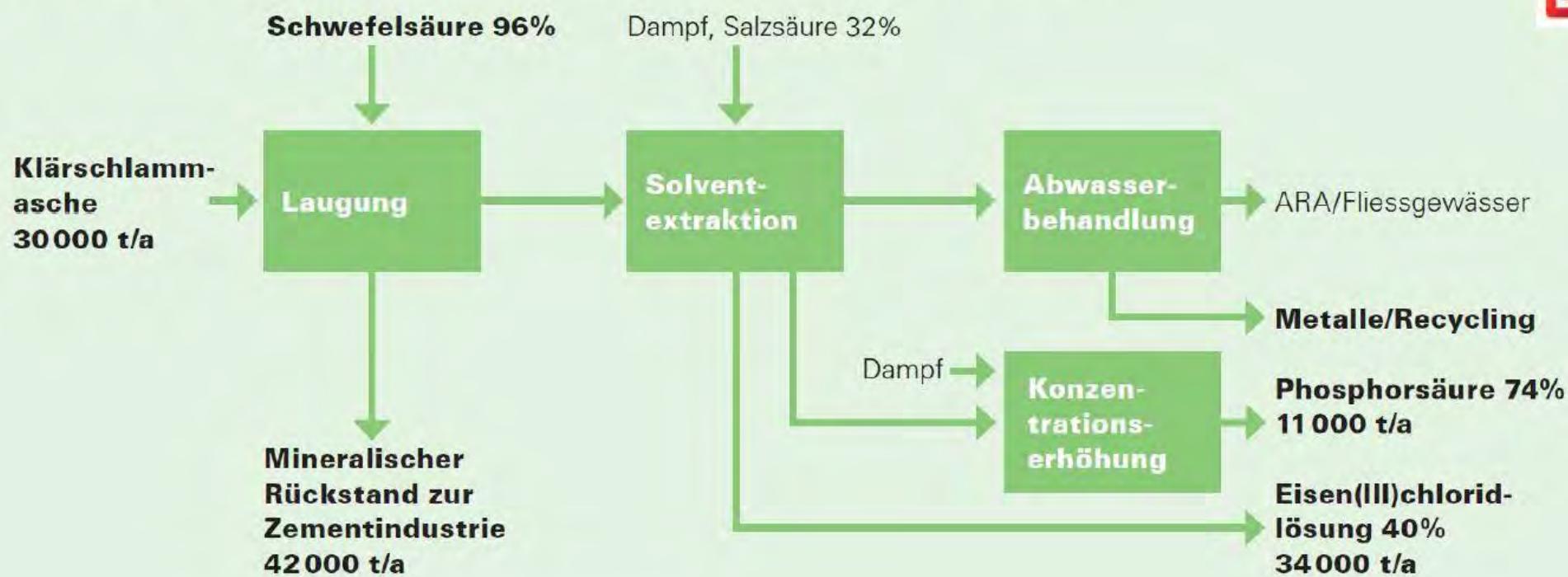
- Platform für Technologien und Trägerschaften
- Dünger und andere Recyclingprodukte im CH und EU-Kontext
- Nährstoffkreislauf schliessen, Versorgungssicherheit
- Viele vergangene und kommende Veranstaltungen
- [www.pxch.ch](http://www.pxch.ch)



# Grossprojekt Phosphorrecycling: Phos4Life

- Zweckverband Abwasserregion Solothurn-Emme+ KEBAG
- SwissZinc-Anlage (2023): jährliche Produktion von 2000 Tonnen hochreinem Zinkmetall
- Solventextraktion: Vorprojekt Phos4Life: P-Rückgewinnungsgrad von über 95%

## Vereinfachtes Prozessschema des Phos4Life-Verfahrens



# Neue VSA

## Empfehlung Grundstücksentwässerung

- Gemeinden müssen öffentliche+private Entwässerungsanlagen kontrollieren
- Neu- und Umbauten
- Tipps, Beispiele und Musterbriefe
- Schemas, Planung, Entscheidungshilfen
- umzusetzende Massnahmen



Verein Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute  
Association suisse des professionnels de la protection de l'eau  
Associazione svizzera dei professionisti della protezione delle acque  
Suisse Water Association



Kommunale Infrastrukturen  
Infrastructures communales  
Infrastructure comunali

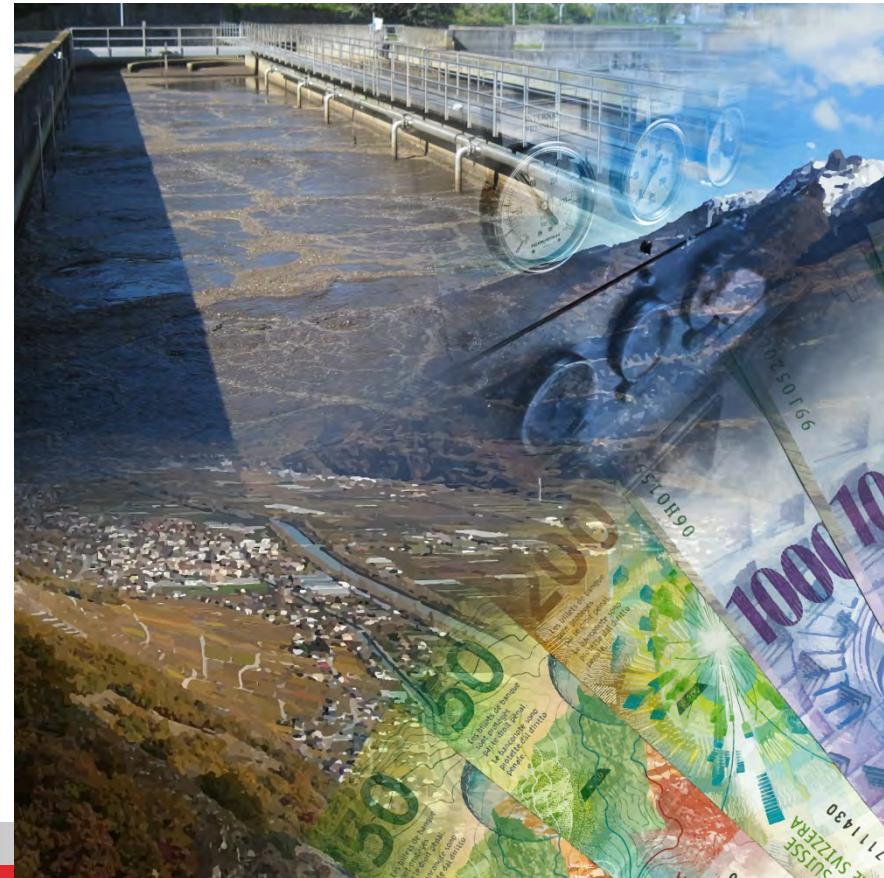
### Empfehlung Grundstücksentwässerung

Aufsicht der Gemeinde über die privaten Entwässerungsanlagen



# Finanzierung der Abwasserreinigung: Problematik

- Investitionen für die Erneuerungen der Abwasseranlagen sind durch die Gemeinden zu tragen
- Bundes- oder Kantonssubventionen nur noch in bestimmten Fällen
- Erneuerungsfond nicht vorhanden oder zu wenig
- Problem: Bei neuen Investitionen: plötzliche und massive Erhöhung der Abwasserabgaben



# Finanzierung der Abwasserreinigung: Problematik

## ► zuwenig Einnahmen Abwasserabgaben:

- Verschlechterung Abwasser- installationen
- hohes Risiko Sachschäden
- Verschlechterung Gewässer- qualität



# Abwassergebühren: Richtlinie für die Gemeinden

## ► Zustimmung

- Preisüberwacher vom 8. Mai 2019
- Grossrat +Depart. Sicherheit, Institutionen+Sport offen



## ► Ziel der Richtlinie

## ► Abwassergebühren festlegen, damit:

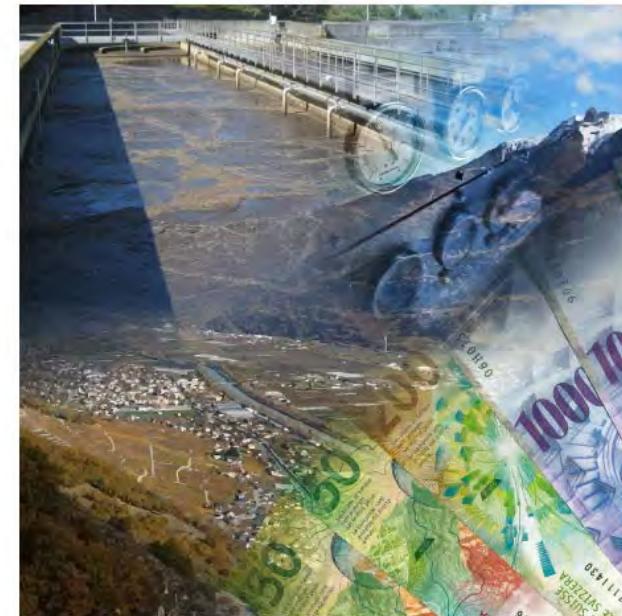
- Gesetzeskonformität
- Preisüberwacher
- Werterhalt und langfristiges Funktionieren der Abwasseranlagen

## ► Festlegen der Gebühren während dem 1. Jahr

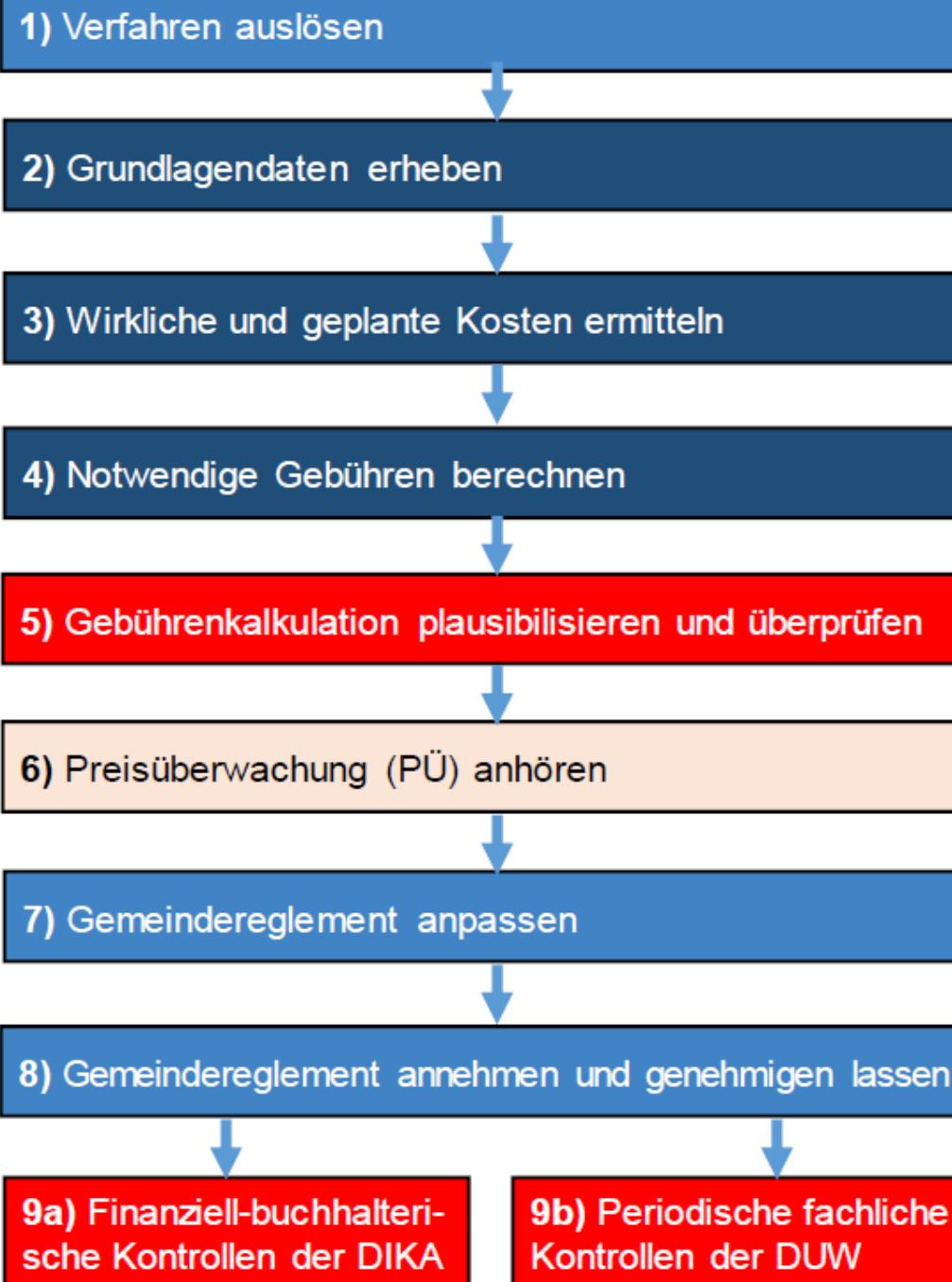
## ► Staffelung der Gebührenerhöhung

## ► Richtlinie erhältlich: Anfrage bei DUW

Richtlinie für die Gemeinden zur Festsetzung der Abwassergebühren



Endversion vom 17. Mai 2019



# Mikroplastik im Gewässer

- Schweiz: Nachweis in allen Wasser- und Sandproben
  - auch im Verdauungstrakt einiger Fische und Vögel
  - im Schnee
- Diverser Ursprung
  - Duschgel, Zahnpasta, Reifenabrieb, Abfall, Sportplätze, Zahnpasta, Kleiderwäsche, Abfall, etc
- Entfernungseffizienz in ARA
  - 80% (Biologie+Nachklärung)
  - 92% (+ Filtration)



# Mikroplastik im Gewässer: Aktuelle CH-Projekte

## ► EMPA

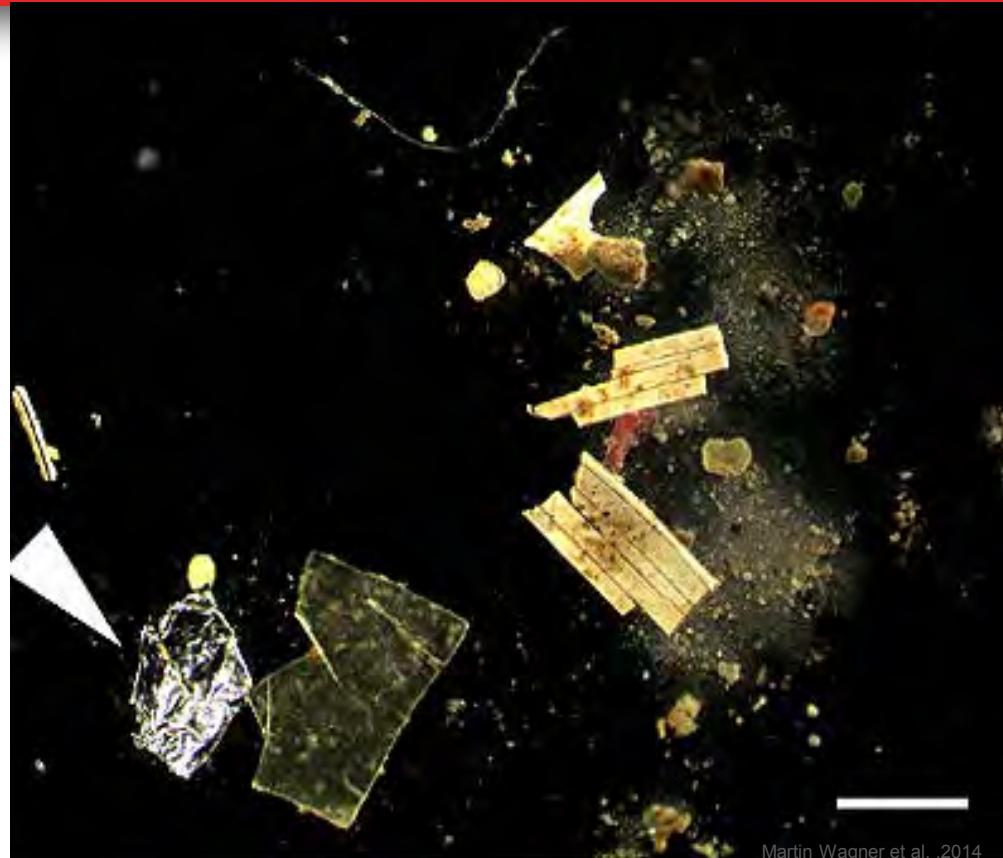
- Identifizierung,  
Quantifizierung von  
Quellen,  
Eintragswege

## ► wst21

- Abschätzung  
Reifenabrieb

## ► BAFU+VSA

- Positionspapier mit  
Handlungsfelder,  
Massnahmen



Martin Wagner et al., 2014

# Antibiotikaresistenzen

- Nationale Strategie:  
Schwerpunkt  
Gesundheitsmanagement  
+ Tierhaltung
- „ONE HEALTH“-Ansatz:
  - Gesundheit von Mensch und Tier sind eng verbunden
  - Verschiedene Bereiche müssen zusammenarbeiten, um die Gesundheit aller zu erhalten



# Antibiotikaresistenzen in ARA ??

- ▶ 90 bis 99% Entfernung in ARA
- ▶ Einträge aus Mischwasserentlastungen bei Regenwetter sind höher als Einträge aus ARA



# Weniger Einträge von Antibiotika via ARA in Gewässer

- ▶ Wichtig: Optimierung ARA und Kanalnetz
- ▶ Sorgfaltspflicht
- ▶ Vorsorgeprinzip
  - Einträge von Antibiotikaresistenzen reduzieren
- ▶ Ausbau ARA gegen Mikro-verunreinigungen: starke Elimination



# Fazit



- ARA sind effiziente Barrieren gegen Mikroplastik +Antibiotikaresistenzen!
  - Belastete Abwässer müssen möglichst auf ARA behandelt werden, um vom guten Reinigungseffekt der ARA zu profitieren
- Einträge aus Landwirtschaft (noch) unbekannt



AUSBLICK:

Zukunft des Abwassers?



CANTON DU VALAIS  
KANTON WALLIS



# Zukunft des Abwassers?

Gletscherrückgang auch im VS Realität geworden

Was, wenn unsere Bäche+Quellen zukünftig nicht mehr genug Wasser haben?

Zuwenig Niederschläge + zuwenig Grundwasser?





# Zukunft des Abwassers?

Gletscherrückgang auch im VS Realität geworden

Was, wenn unsere Bäche+Quellen zukünftig nicht mehr genug Wasser haben?

oder....zuviele Niederschläge und Grundwasseranstiege?

~~Zuwenig Niederschläge und zuwenig Grundwasser?~~





Rhonegletscher im 2007.....

.....und 2018?



Rhonegletscher im 2007.....



.....und 2018



# Zukunft des Abwassers?



Windhoek, Namibia:  
bis zu 35% direkte  
Einspeisung des  
Abwassers ins  
Trinkwassernetz

- Neues Denken, innovative Möglichkeiten !
- Nutzung des behandelten Abwassers
  - als Bewässerung
  - als Brauch- und Prozesswasser in der Industrie
  - als Einspeisung in das Grundwasser
- Einspeisung des behandelten Abwassers in das Trinkwassernetz ist anderso bereits Realität

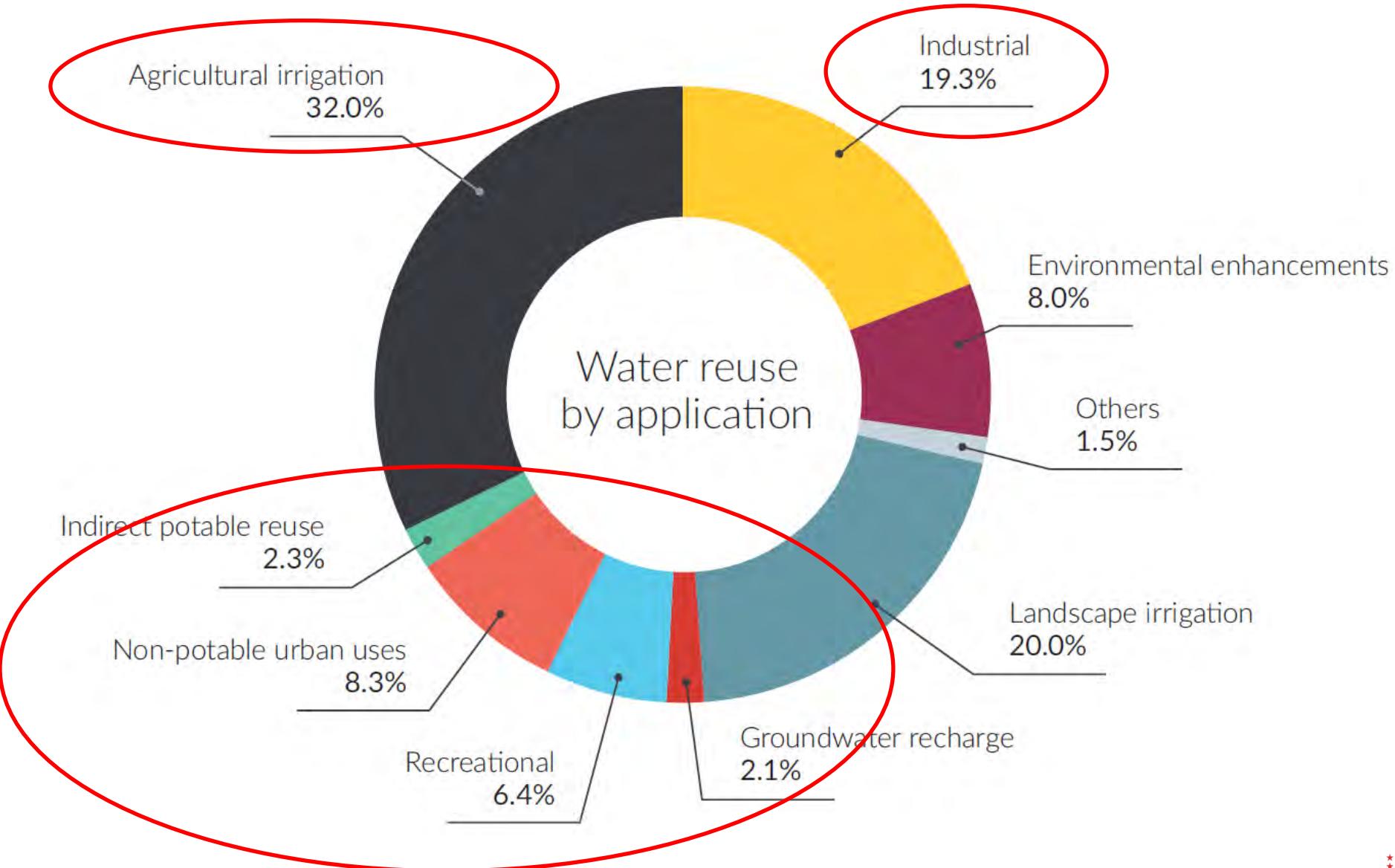


Projekt NEWater in Singapur: Teil-Einspeisung des behandelten Abwassers in das Trinkwassernetz



Mexiko City: 52 m<sup>3</sup>/s Abwasser als «Wiederauffüllung» des Grundwassers

# Zukunft des Abwassers? Weltweite Wiedernutzung des Abwassers



# Abwasser im und Trinkwasser vom Genfersee....

► Einleitung von total ca. 170 Mio m<sup>3</sup> Abwasser pro Jahr

► Volumen Genfersee = 90 Mia m<sup>3</sup>

► Trinkwassernutzung ca. 80 Mio m<sup>3</sup> pro Jahr, 800'000 Menschen

► In 5 Jahren:

1% des Genferseevol.=Abwasser aus tot.  
Einzugsgebiet

0.45% des Genferseevol. = Trinkwasserentnahme



Noch sind wir von einer direkten Nutzung des behandelten Abwassers weit entfernt....

► .... aber es macht Sinn, die gute Abwasserreinigung zu erhalten!

.... darum vielen Dank für die wertvolle Arbeit !

## **2. DUW-LABOR**



CANTON DU VALAIS  
KANTON WALLIS

# ÜBERWACHUNGSSYSTEM ARA + QUALITÄTS- SICHERUNG



# ARA und Qualitätssicherung

- ▶ Beurteilung der ARA-Betriebsleistung mit Eigenkontrolle.
- ▶ Ziel : Einhaltung der Anforderungen
- ▶ ARA-Inhaber ist für gute Datenqualität verantwortlich
  - Daten-Plausibilisierung  
→ vergleichen mit realistischen Messwertbereichen, Kennzahlen oder Erfahrungswerten
  - Prüfen der Messdaten mit Bilanzierungen (Phosphorbilanz, Schlammbilanz, Gasproduktion)
  - Kontrollmessungen, Ringversuche und Eichungen regelmässig zu überprüfen

# Zum Verständnis → Wichtigkeit Schlammbilanz

Aufgrund der unterschiedlichen Wasseranteile im Schlamm, bezieht sich die Berechnungen der jährlichen Bilanz auf die Trockenmenge an Schlamm! Diese Daten sind wichtig und müssen unbedingt geliefert werden.

- Schlammanalysen (Schwermetalle, Nährstoffe, ...) verlangt ab Anlagenkapazität  $\geq 2000$  EW
- Angabe der Schlammmengen für alle Anlagen obligatorisch
- Angaben Schlammmengen (feucht und trocken) in t
- Organisation der Analyse des Trockenanteil an Schlamm ist Sache der ARA



# ARA und Qualitätssicherung

## Gewährleistung Qualität der Eigenkontrolle

- Durchflussmessung
- Probenahme
- Analytik (Vergleichsanalysen und Ringversuch)
- Überprüfung mittels Massenausgleichs



# Durchflussmessungen

## ► Wichtig!

Berechnung von:

Schmutzfrachten, freien Kapazität, Fremdwasser

## ► Keine Prüfung durch DUW möglich ( $\neq$ Analysedaten)

## ► Wichtigkeit der Selbstkontrollen + jährliche Kalibrierung

Durchflussmessungen



# Probenahme

- ▶ Repräsentativen Probeentnahmen wichtig für ordnungsmässigen ARA-Betrieb
- ▶ Probeentnahmestart + -art mit grossem Einfluss auf Schmutzfrachtenberechnung :
  - Einfluss aus den Rückläufen der Schlammbehandlung
  - Zeitproportionales Probenahme → Berechnungsfehler von bis 50% bei TW
- ▶ Falls fehlend: so bald wie möglich auf mengenproportional umzurüsten!



ARA und Qualitätssicherung

# **ANALYTIK (VERGLEICHANALYSEN UND INTERLABO)**



# Analytik (Vergleichsanalysen und Ringversuch)

Rolle DUW-Labor (1 Lehrling / 1 MA 50% / 1 MA 100%)

- ▶ Überprüfung der Arbeiten in den ARA-Laboren
- ▶ Überwachung der ARA-Funktion
- ▶ Analytische Beratung für ARA mit Problemen bei der Messung eines oder mehreren Parameter
- ▶ Visité ARA-Labor und kleinere Anlagen: Priorität haben Labore mit wiederkehrenden Analysenproblemen. Visité gemäss Checkliste. Wird angekündigt.
- ▶ Via E-Mail oder Telefon erreichbar. Französisch & Deutsch

Gute und lösungsorientierte Zusammenarbeit



# Vergleichsanalysen 2018

- Ziel: Qualitätskontrolle der analytischen Leistung der ARA-Labore anhand von 4 Vergleichsmessungen mit Proben aus dem ARA Zu- und Ablauf
- DUW-Labor = Referenz
- Konformitätsrate = gut aber ist niedriger als in Vorjahren
- Von den 1.480 gesendeten Analysen (1.528 im Jahr 2017) werden 88,6 % (90,1% im Jahr 2017) der Toleranzwerte eingehalten

Année	2013	2014	2015	2016	2017	2018
% conforme	90.1	91.5	91	94.5	90.1	88.6



# Vergleichsanalysen 2018 – Oberwallis

Vergleichsanalysen / ARA - 2018

Labos STEPS	GUS			Nitrit			TOC / DOC			CSB / BSB5			Phosphor total			Stickstoff total			Ammonium			2018		Entwicklung zum Vorjahr		2017	
	Anz. Messungen	Messungen konförm	% konform	Anz. Messungen	Messungen konförm	% konform	Anz. Messungen	Messungen konförm	% konform	Anz. Messungen	Messungen konförm	% konform	Anz. Messungen	Messungen konförm	% konform	Anz. Messungen	Messungen konförm	% konform	Tot. % konform	Beurteilung	Tot. % konform	Beurteilung	Tot. % konform	Beurteilung			
Briglina	4	4	100	4	4	100	8	6	75	14	12	86	8	7	88	3	2	67	8	7	88	85.7			94.2		
Eisten	4	4	100	4	4	100	0	0	-	4	3	75	4	3	75	0	0	-	4	4	100	90.0			81.3		
Brunni-Fiesch	4	4	100	4	4	100	8	8	100	8	8	100	8	8	100	3	3	100	8	8	100	100.0			97.7		
Grächen	4	4	100	3	3	100	8	7	88	8	6	75	8	8	100	3	2	67	8	7	88	88.1			95.5		
Guttet	0	0	-	4	4	100	0	0	-	4	4	100	4	4	100	0	0	-	4	4	100	100.0			93.8		
Leukerbad	4	4	100	4	3	75	8	4	50	8	7	88	8	7	88	3	2	67	8	8	100	81.4			79.5		
Radet	4	4	100	4	4	100	8	8	100	12	10	83	8	8	100	3	2	67	8	8	100	93.6			100.0		
Randa	4	3	75	4	4	100	8	6	75	8	7	88	8	8	100	3	2	67	8	7	88	86.0			93.2		
Saastal	4	4	100	4	4	100	8	7	88	8	8	100	8	8	100	3	2	67	8	8	100	95.3			95.5		
Stalden	4	3	75	4	4	100	8	6	75	8	6	75	8	8	100	3	0	0	8	6	75	76.7			86.4		
St-Niklaus	2	2	100	2	2	100	4	4	100	6	6	100	4	4	100	1	1	100	4	4	100	100.0			94.2		
Regional-ARA Visp *	4	4	100	4	4	100	7	6	86	14	12	86	8	7	88	3	2	67	8	8	100	89.6			100.0		
Wiler	4	3	75	4	4	100	8	7	88	8	8	100	8	8	100	3	1	33	8	7	88	88.4			100.0		
Zermatt	4	4	100	4	4	100	8	8	100	8	8	100	8	8	100	3	2	67	8	8	100	97.7			100.0		
Total / Moyen	138	130	94.2	141	140	99.3	255	222	87.1	308	267	86.7	271	256	94.5	97	56	57.7	270	241	89.3	88.6			90.1		

# Vergleichsanalysen 2018

Die Analyse des Parameters wird beherrscht.					$\geq 75\%$	Bon - Gut
Die Analyse des Parameters ist zum Teil oder ganz fehlerhaft.					< 75%	Insuffisant - unzulänglich
Anzahl Labors	36				$\geq 90\%$	Excellent - Ausgezeichnet
Anzahl Vergleiche pro Jahr	4				75 - 90%	Bon - Gut
Anzahl verglichene Parameter	9				60 - 75%	Moyen - Mittel
Total durchgeführte Messungen	1480	→			< 60%	Mauvais - Schlecht
Total konforme Werte	1312	88.6 %				aucune donnée - keine Daten

## Die Ergebnisse für die einzelnen Messwerte:

- GUS
- **Nitrit**
- TOC / DOC
- DOC / BSB5
- Phosphor gesamt
- **Stickstoff gesamt**
- Ammonium

Entwicklung zum Vorjahr

94.2 %	
<b>99.3 %</b>	
87.1 %	
86.7 %	
94.5 %	
<b>57.7 %</b>	
89.3 %	

# Bemerkung zum Stickstoff gesamt

- ▶ Problematisch beim Zulauf
- ▶ Im Oktober während des durchgeführten Ringversuchs von praktisch allen ARA-Laboren beherrscht (nur 3 Anlagen an der Grenze des Warnschwellenwerts)
- ▶ Labor der DUW hat diesbezüglich einige Tests und Vergleiche durchgeführt, um herauszufinden, woher diese Probleme stammen könnten
- ▶ Nges wird jeweils mit einer Abwasserprobe aus dem ARA-Zulauf bestimmt, welche unter Umständen nicht wirklich homogen sein kann (lebende Organismen, ...)
- ▶ Darüber hinaus wurden bei einigen Anlagen nur drei Vergleiche betreffend Nges durchgeführt

# Bemerkung zum Stickstoff gesamt

► Folgende Punkte sind daher sehr wichtig und zu berücksichtigen:

- Homogene Verteilung der Proben (ARA und DUW)
- Lagerung der Probe in der ARA und beim Transports
- Geräte und Reagenzien müssen kontrolliert werden und den Anforderungen entsprechen
- Probenahmegeräte und Probengefäße müssen vor der Probenahme gespült und gereinigt werden
- Die Zeit zwischen der Probenahme und der Analyse sowie die Temperatur der Probe können einen Einfluss haben (ARA und DUW)



# ARA Ringversuch (Interlabos)

- Oktober 2018
- Organisation: Ringversuch auf 6 Parameter

## **TOC, CSB, NH<sub>4</sub>, Ntot, NO<sub>2</sub> und Ptot**

Die hergestellte Vergleichsprobe entsprach den typischen Konzentrationswerten, welche Regelmässig beim Zu- und Auslauf der Kläranlagen gemessen werden

### Ergebnisse :

<u>Parameter</u>	<u>Mittelwert</u>	<u>Relative Standardabweichung</u>	<u>Konform (%)</u>
TOC	91	28 %	88 %
CSB	233.1	5 %	97 %
NH4	20.1	15 %	89 %
Ntot	31.8	15 %	91 %
NO2	0.185	18 %	92 %
<b>Ptot</b>	1.015	<b>41 %</b>	89 %
<b>TOTAL</b>		91% (90% in 2017)	

Die Ergebnisse beim Ptot sind sehr zerstreut. Diese schlechte relative Standardabweichung ist hauptsächlich auf den Ausreisserwert einer einzelnen Kläranlage zurückzuführen. Wenn wir von diesem Wert aus der Statistik entfernen, sinkt die relative Standardabweichung auf 19%, was mit den anderen Parametern vergleichbar ist.



# ARA Ringversuch (Interlabos)

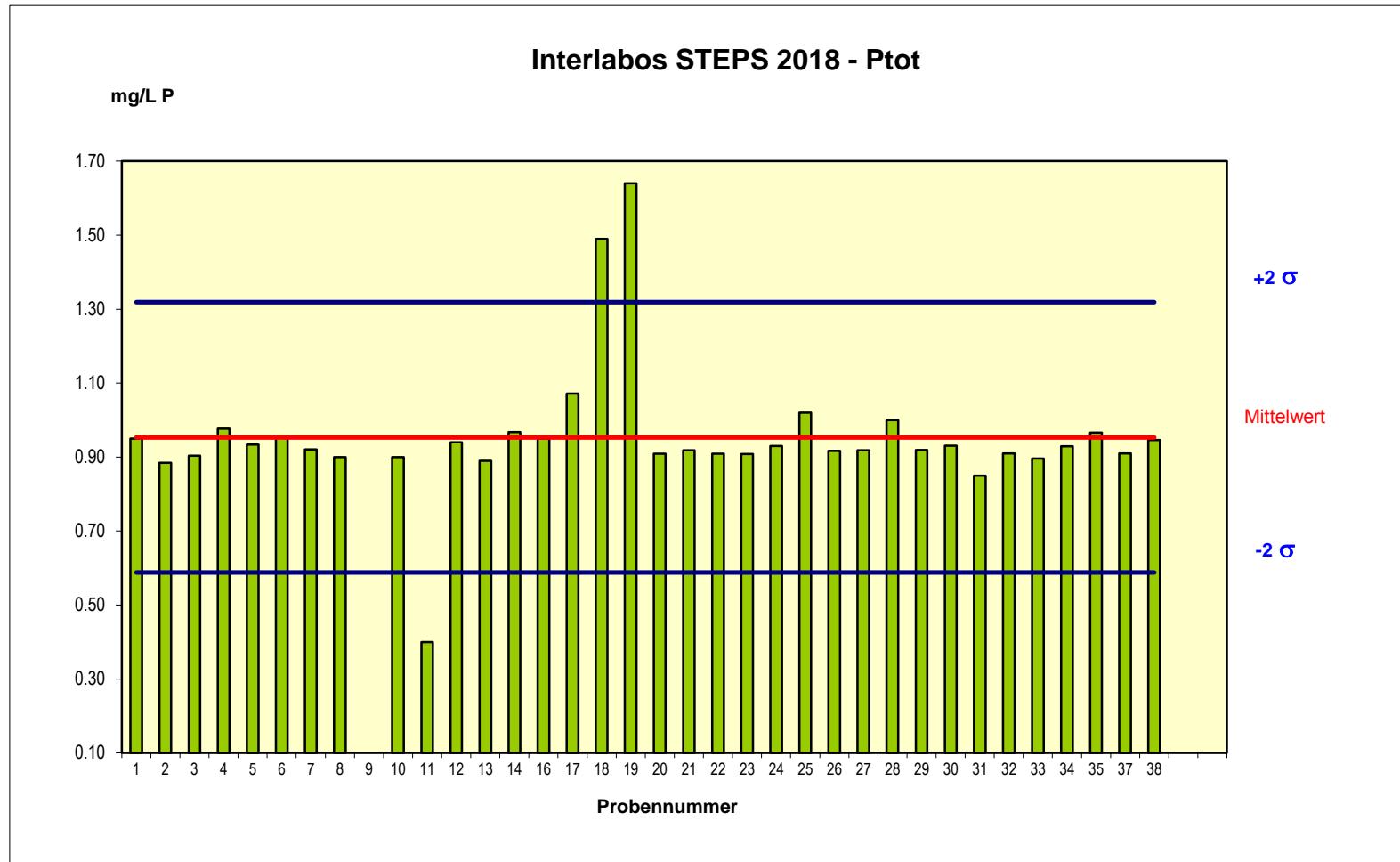
## Kontrolle der Ergebnisse

- Jedem Resultat wird eine Punktzahl zugeordnet (z-Score), welche die Differenz zum «realem» Wert charakterisiert.
- Der «reale» Wert ist der Durchschnitt aller erhaltenen Ergebnisse pro Parameter, nach Eliminierung der Ausreisser
- Die Ergebnisse, welche mit dem «realen» Wert übereinstimmen erhalten einen z-Score von 0
- Eine Analyse gilt als «unter Kontrolle» wenn der z-Score zwischen +2 und -2 liegt (Warnschwelle)
- «Ausser Kontrolle» sind die Werte oberhalb +3 oder -3

Ringversuch 2019: Kalenderwoche 49 / 1. Woche Dezember / genaues Datum und Ablauf wird noch bekannt gegeben



# Interlabos ARA 2018 - Ptot



# Grundsätzliches / Wichtiges

## Probennahme / Vorbereitung der Probe

- Bei Analysen von unfiltrierten Proben ist es sehr wichtig, die Probe direkt vor der Probenbearbeitung gut zu schütteln oder zu rühren.
- Probenahme während 24 h, und zwar wo möglich proportional zur Durchflussmenge!
- Probe gut homogenisieren (Labormixer) !!!

# Grundsätzliches / Wichtiges

## Organisation und Vorbereitungen im Labor

- Haltbarkeitsdaten der Reagenzmittel überprüfen, keine abgelaufenen Reagenzmittel verwenden
- Reagenzmittel richtig lagern, auf vorgeschriebene Lagertemperatur achten (z.B. Kühlschrank)
- Geräte regelmässig vom Hersteller überprüfen lassen
- Benötigtes Analysematerial bereitstellen, bevor man mit der Analyse beginnt
- Analyse in sauberer Umgebung durchführen, um Verunreinigungen resp. Verfälschungen der Proben zu vermeiden



# Grundsätzliches / Wichtiges

## Analysendurchführung

- Analysen immer doppelt durchführen, bei allzu grossen Differenzen zwischen den 2 Resultaten eine dritte Analyse durchführen.
- Bei zu grossen Differenzen können auch beide Resultate angegeben werden.
- Bei unfiltrierten Proben: Analyse innert 30s durchführen sonst Probe erneut schütteln.
- Geeignete Arbeitsbereiche auswählen.
- Die Arbeitsvorschriften befolgen.
- Natürlich eine Kostenfrage – dennoch:
  - wenigstens für die 4 Ringversuche doppelte Ausführung
  - und vor allem für die Probe aus dem ARA-Zulauf, weil diese ungefiltert und sehr heterogen ist.



# Grundsätzliches / Wichtiges

Sie sind für die Resultate verantwortlich!

- ▶ Überprüfen Sie ihre Resultate: sind sie plausibel, stimmt die Größenordnung (angesichts Einleitungsnormen und Verdünnungsfaktor), entsprechen sie dem üblichen Rahmen, ... ?
  
- ▶ Bewahren Sie die Probe und das Filtrat bis zum Eintreffen der Vergleichsanalyse der DUW im Kühlschrank auf, damit wenn nötig eine Wiederholung der Analyse möglich ist.

# Grundsätzliches / Wichtiges

Sie sind für die Resultate verantwortlich!

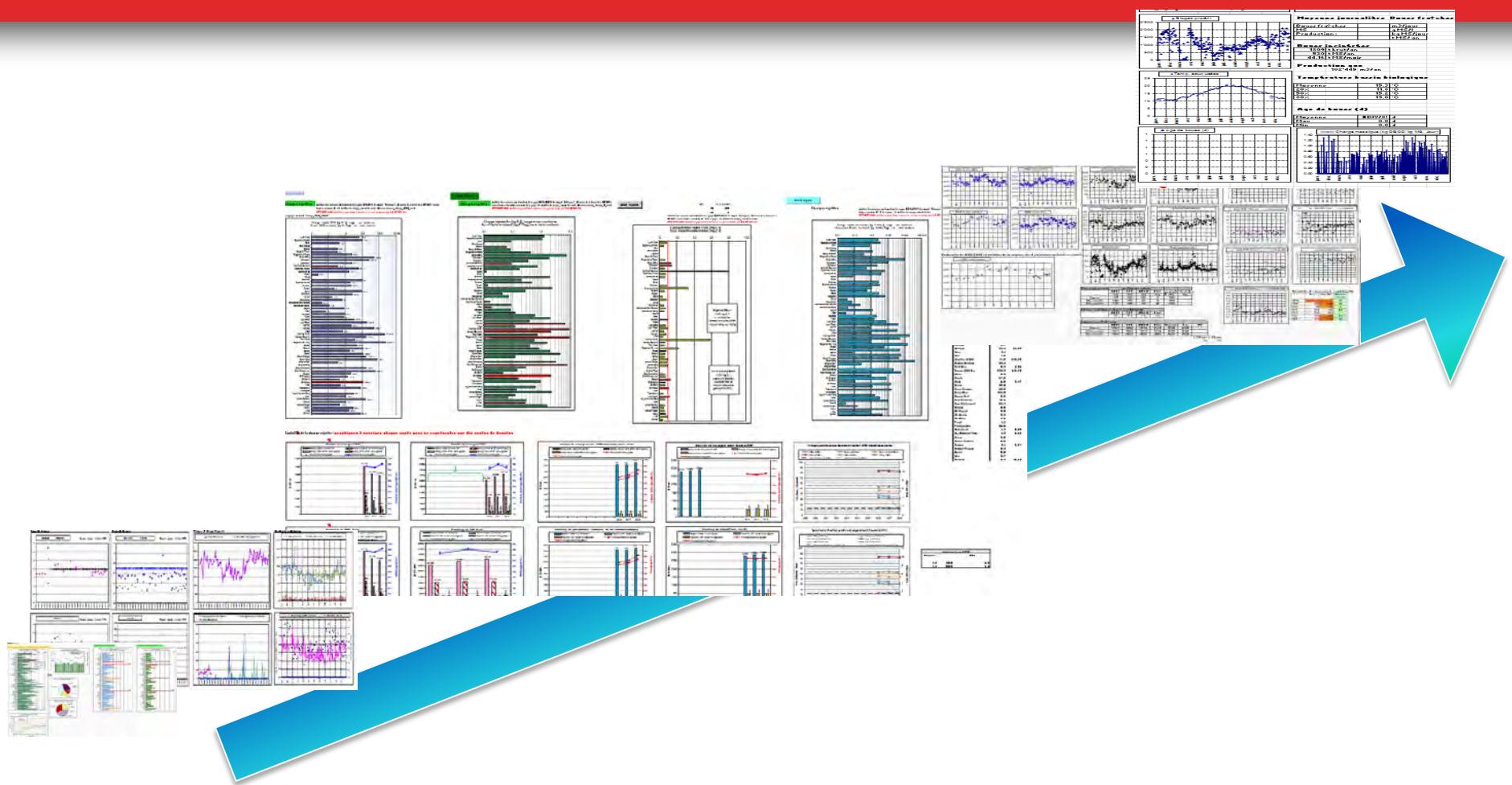
- Neustes Formular verwenden; jedes Mal neu herunterladen (wegen laufender Aktualisierungen!)
- Resultate in die Spalte «Resultate», nicht in die Spalten «Tests» eintragen
- Kennnummer des benützten Tests angeben (Bsp. LCK318)
- Feld «Anmerkungen»: geben Sie hier alles an, was bei der Interpretation der Resultate helfen kann (Temperatur im Biologiebecken, Probleme bei der Setzung, Verschmutzungen, etc.)
- Wenn immer möglich verschicken wir die Resultate der Vergleichsanalysen innert 2 Wochen, aber da wir immer mind. 12 ARA gleichzeitig behandeln, kann es hier zu Verzögerungen kommen.

# Fazit

- ▶ Vielen Dank für die gute Zusammenarbeit
- ▶ Schnelle direkte Kommunikation ist unerlässlich
- ▶ Offen für Feedback – so können wir aus Fehlern lernen und uns verbessern

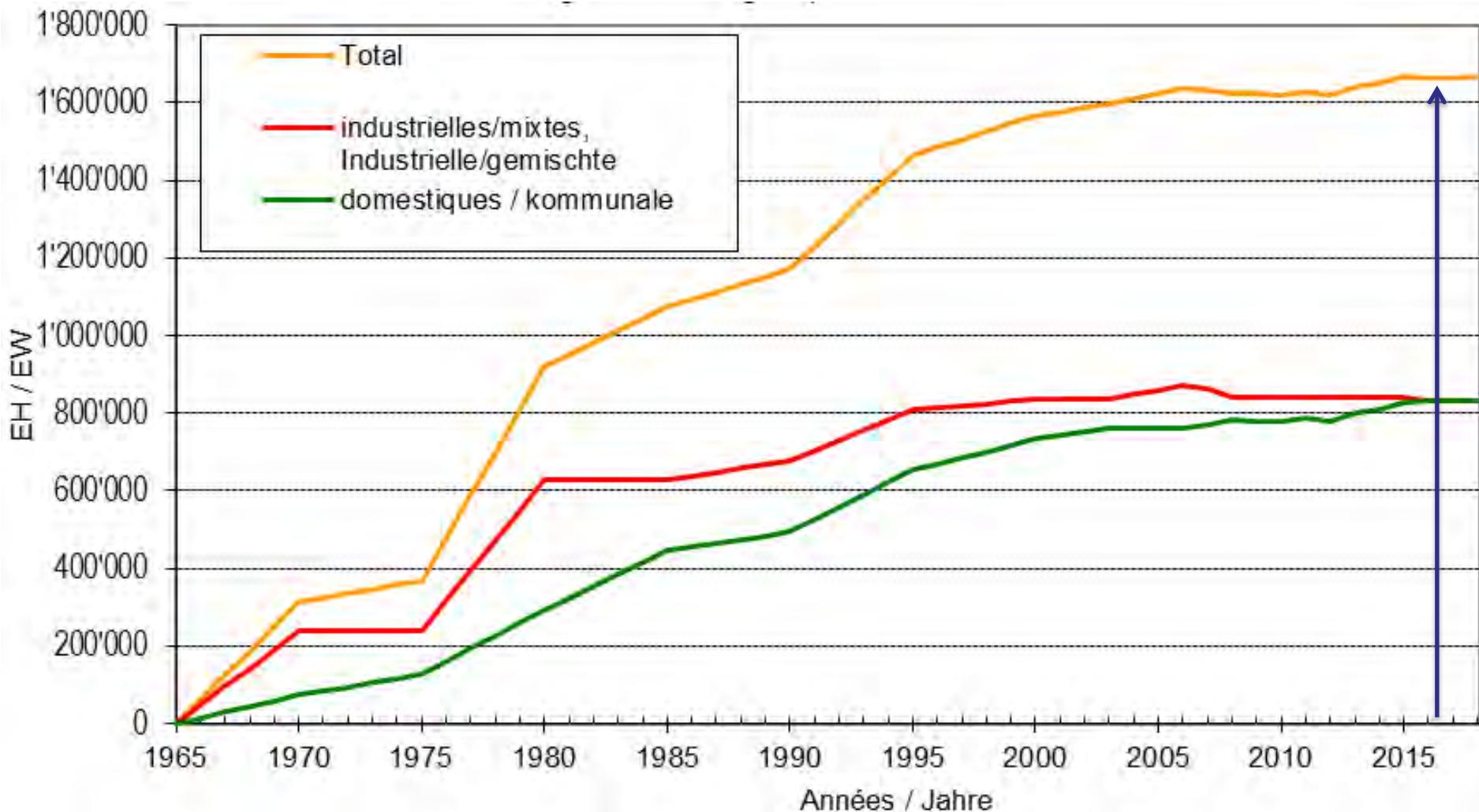


Zwischenfragen?



### 3. ARA BILANZ

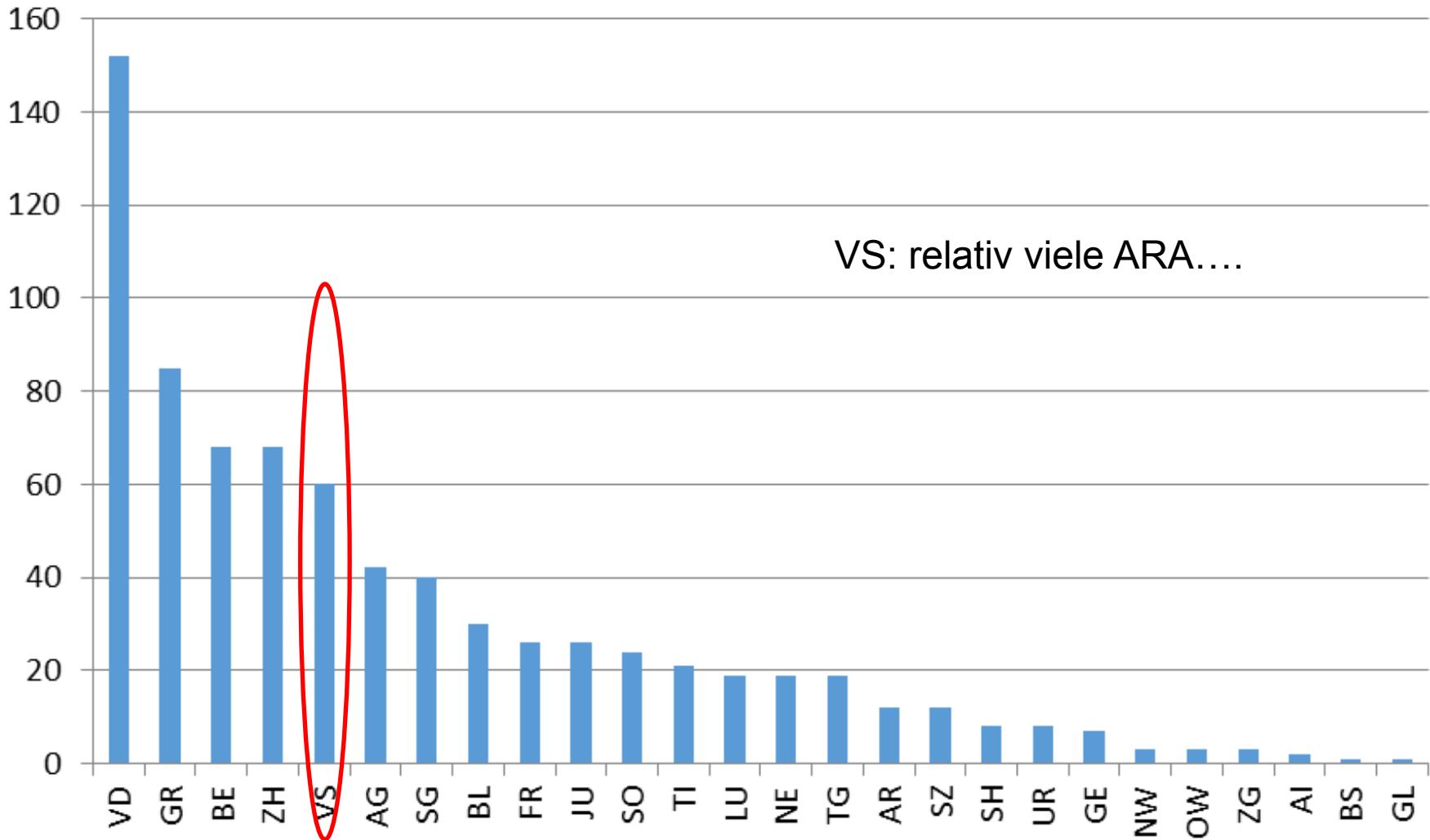
# Entwicklung der Behandlungskapazität ARA ab 200 EW



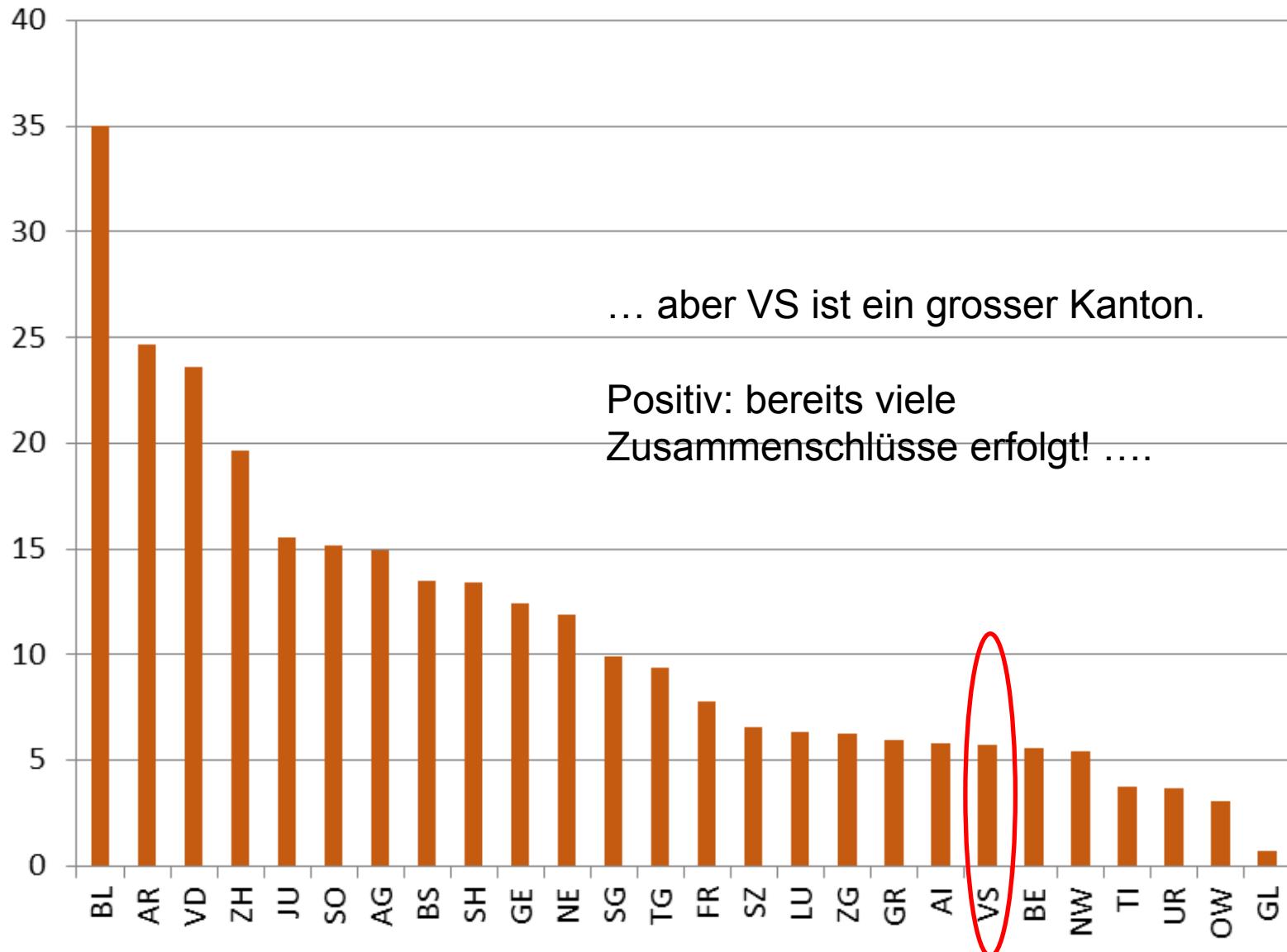
- Keine wesentlichen Änderungen im Vergleich zum Vorjahr
- +/- gleicher Anteil kommunales+industriell Abwasser



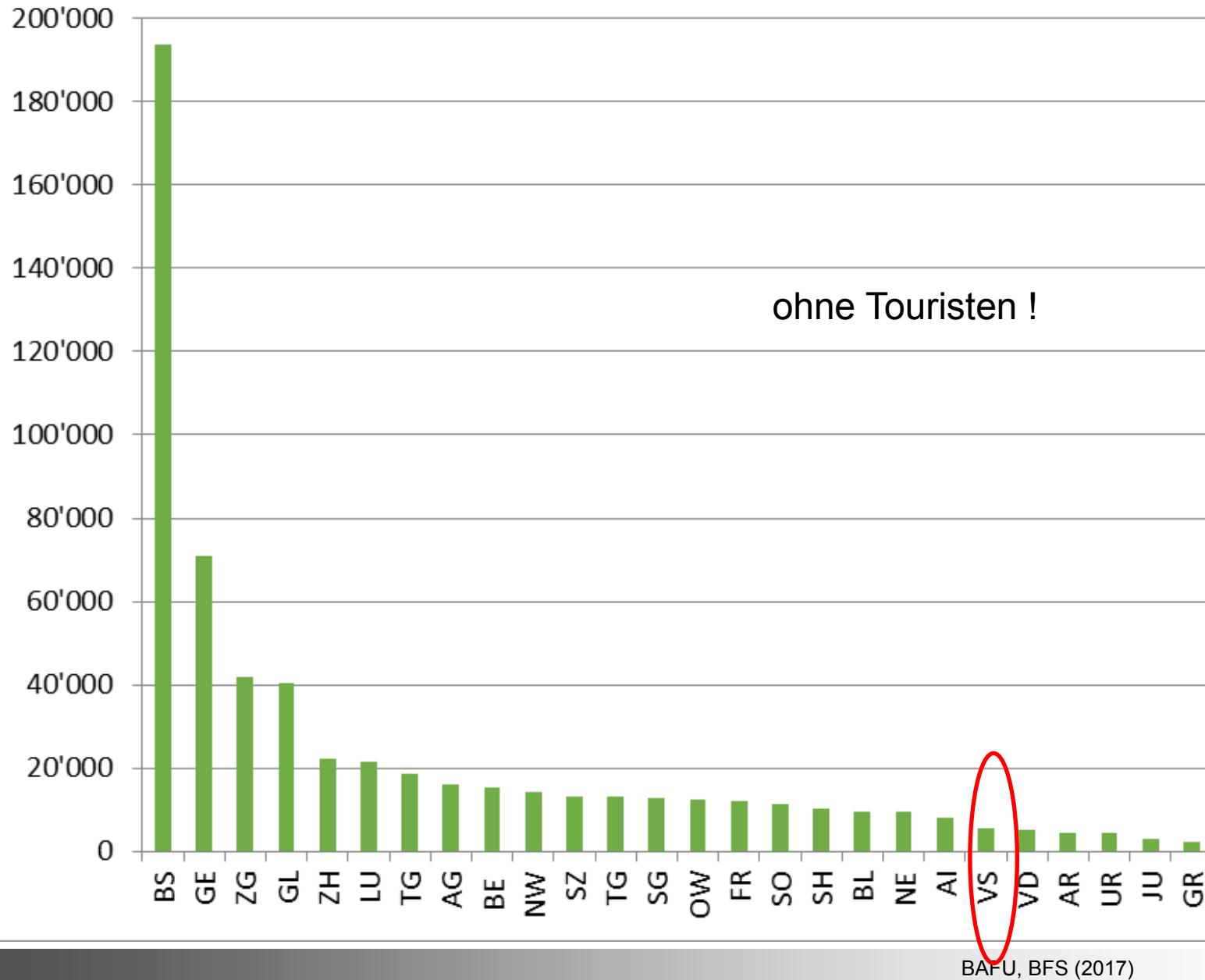
## Anzahl ARA pro Kanton



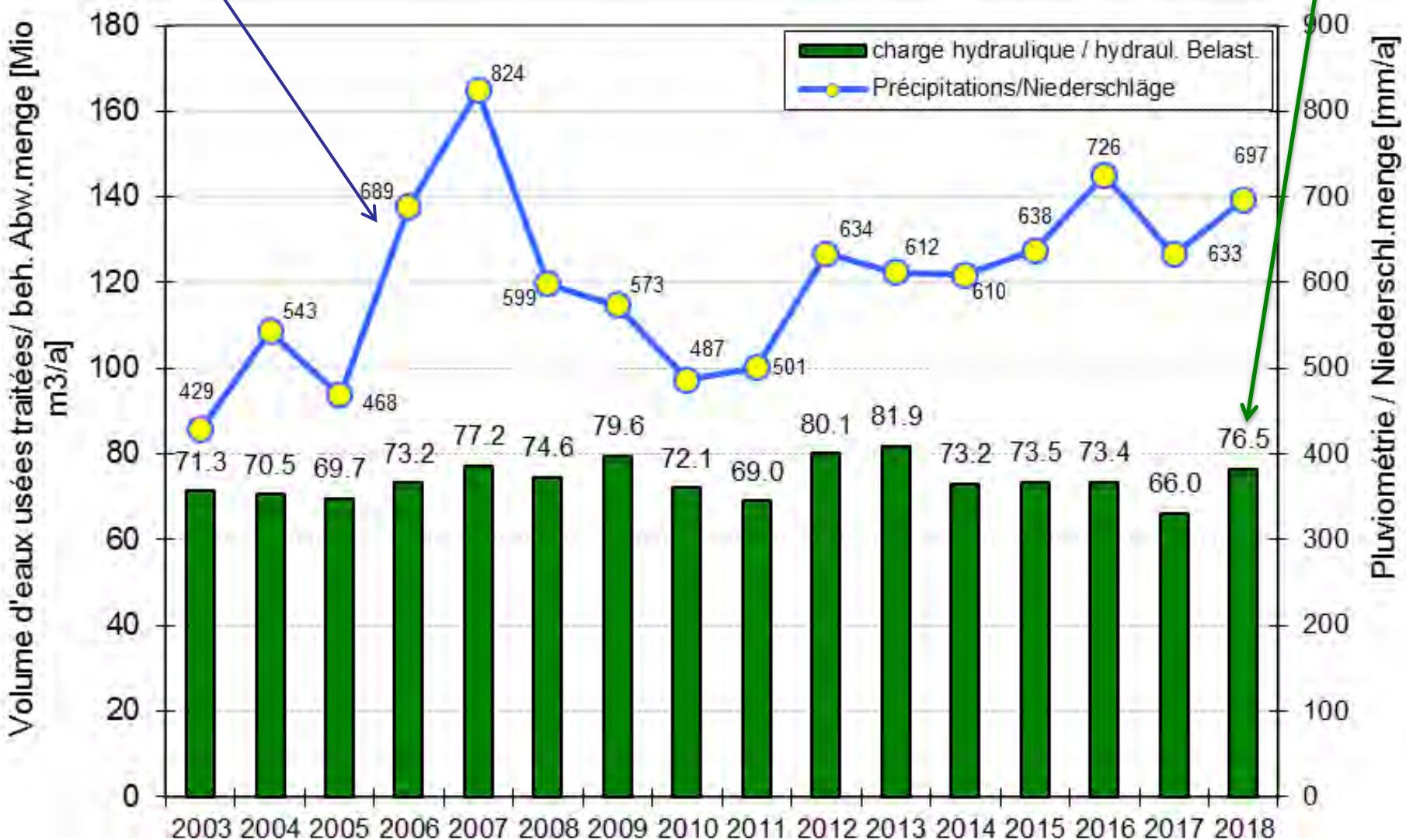
## ARA-Dichte (Anzahl ARA pro 500 km<sup>2</sup>)



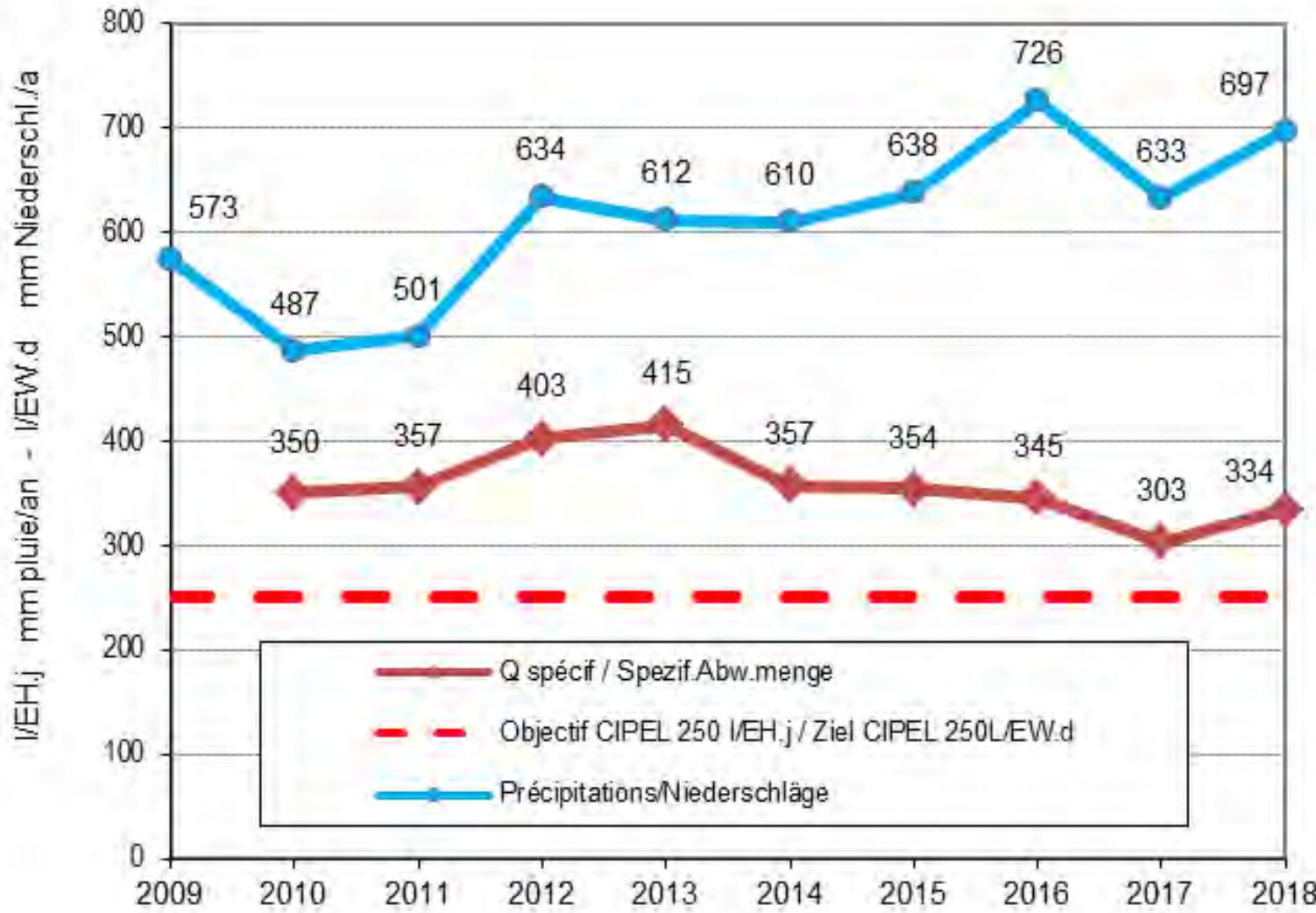
## Anzahl ständ. Wohnbevölk. pro ARA und pro Kanton



# Hydraulische Belastung (Mio m<sup>3</sup>/a) & Niederschläge (mm/a)



## Ständig anfallendes Fremdwasser bei TW (I/EW/d)

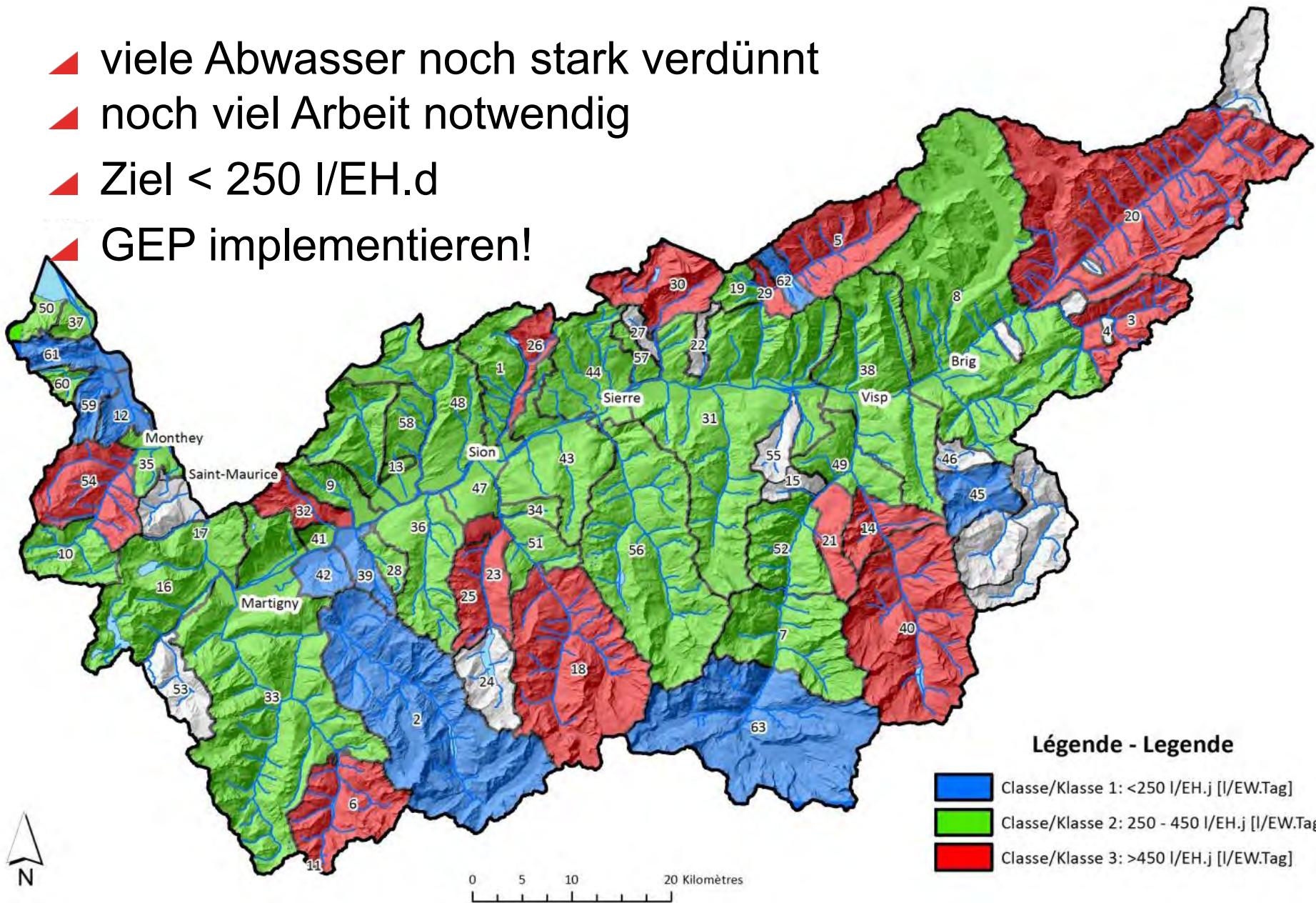


- leichte Verbesserung, trotz Einfluss bei Regen
- CIPEL-Ziel noch nicht erreicht

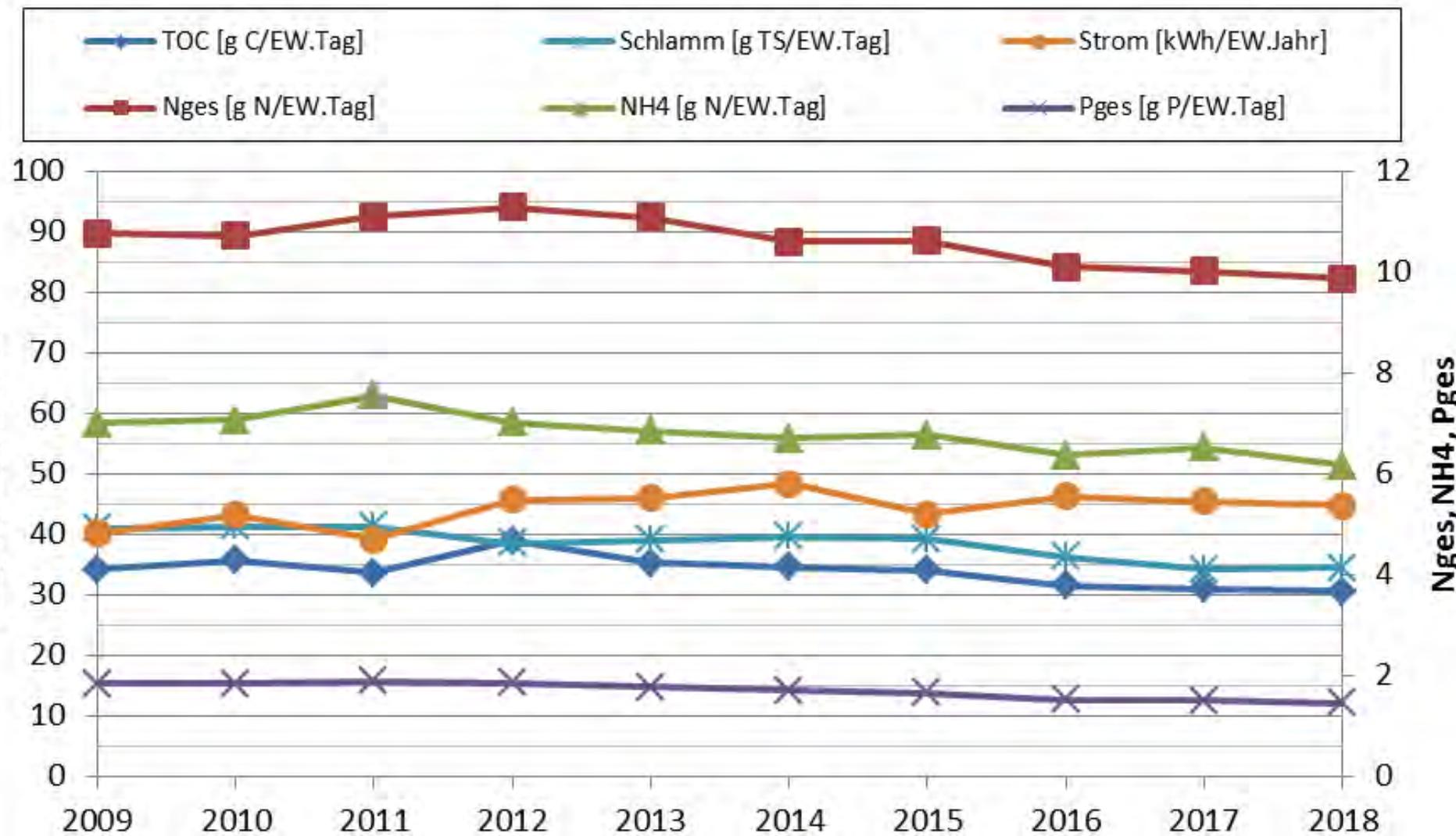


# Qualität Entwässeungsnetz /Abw.menge bei TW)

- viele Abwasser noch stark verdünnt
- noch viel Arbeit notwendig
- Ziel < 250 l/EH.d
- GEP implementieren!



## Entwicklung spezifischen Frachten pro EW (nur kommunale ARA)

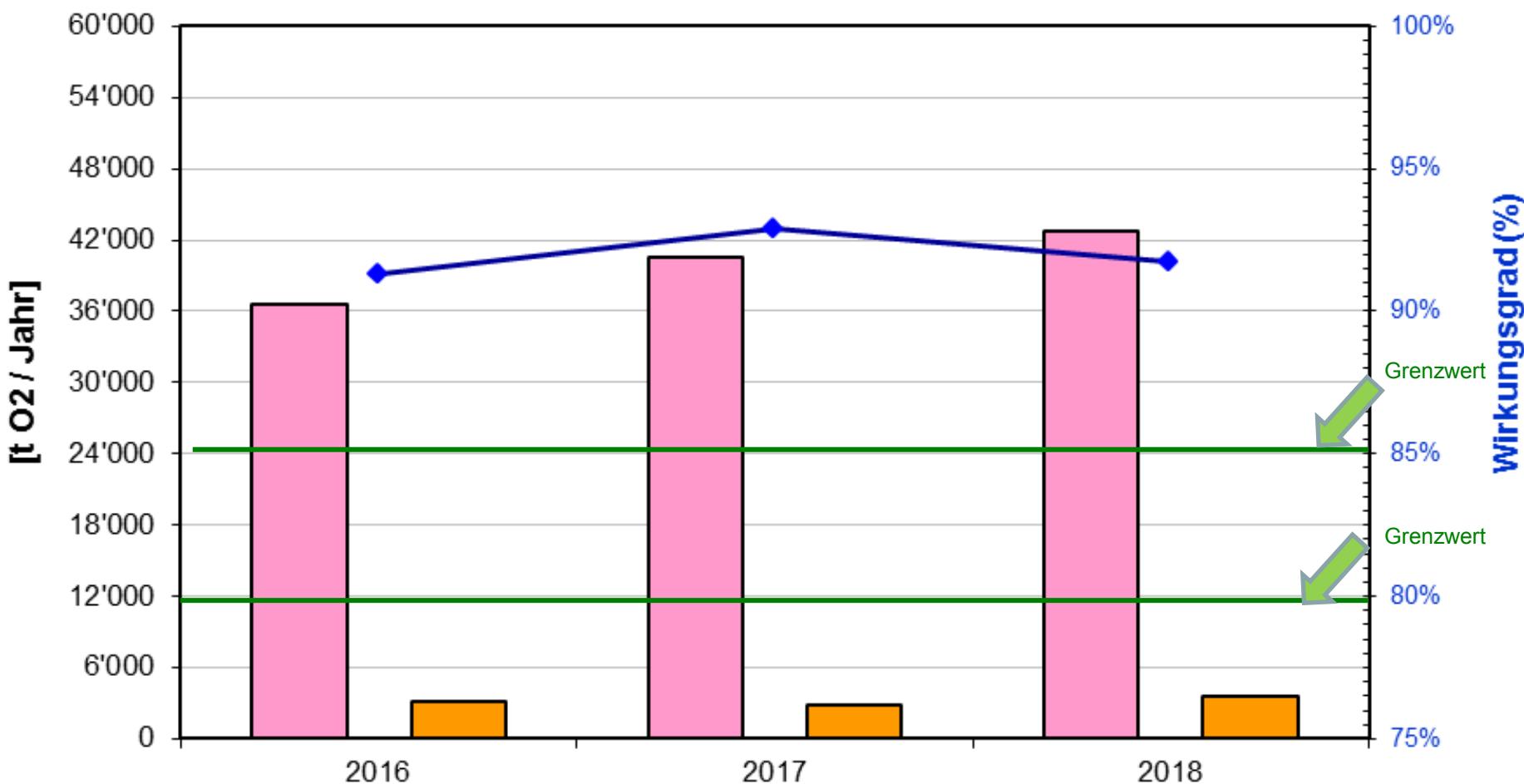


## Entwicklung der CSB–Fracht

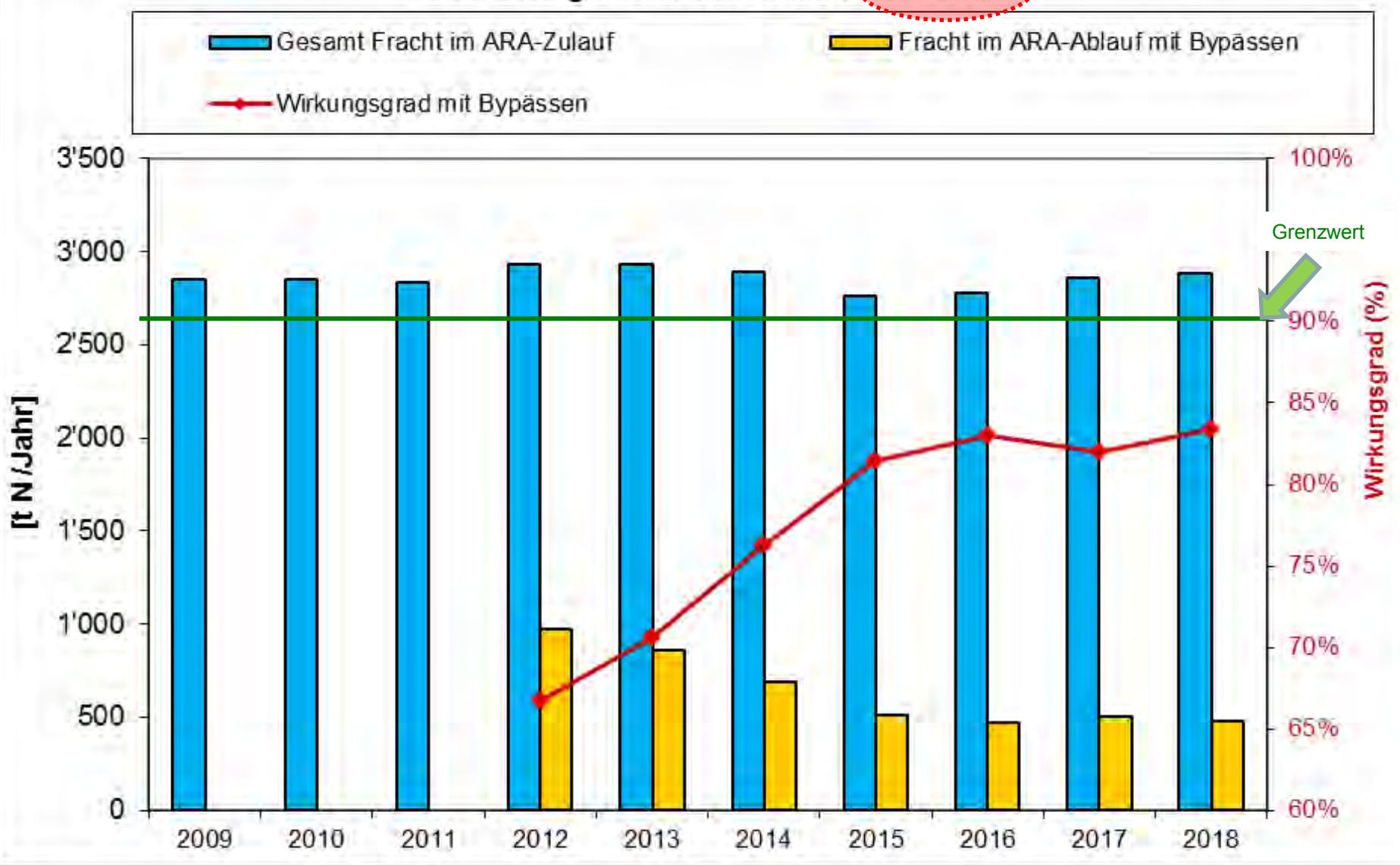
Gesamt Fracht im ARA-Zulauf

Fracht im ARA-Ablauf mit Bypässen

Wirkungsgrad mit Bypässen



## Entwicklung der Stickstoff-Fracht - alle ARA



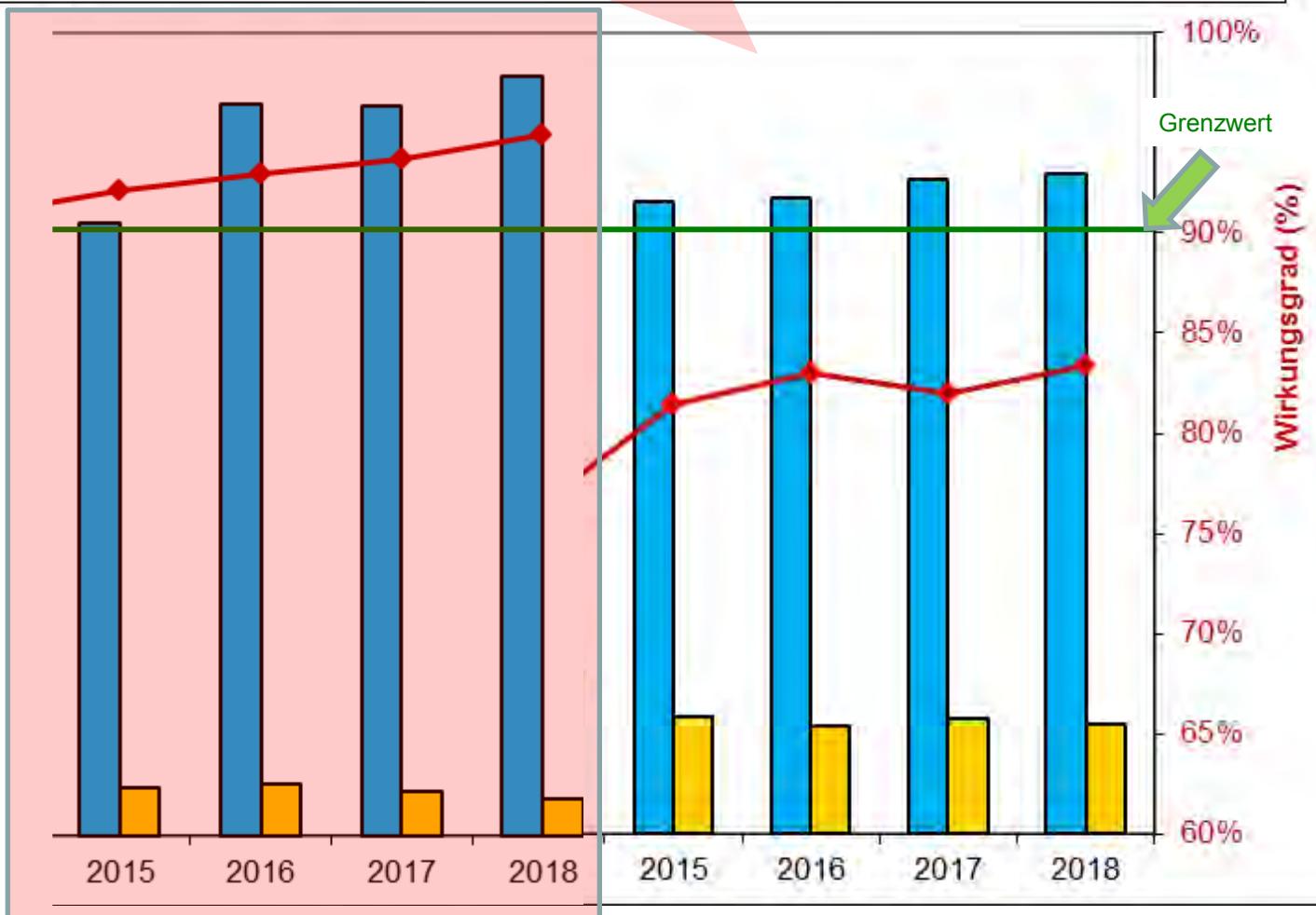
## Entwicklung der Stickstoff-Fracht - ~~alle ARA~~

.... und für ARA mit  
Nitrif. Anf.

Gesamt Fracht im ARA-Zulauf

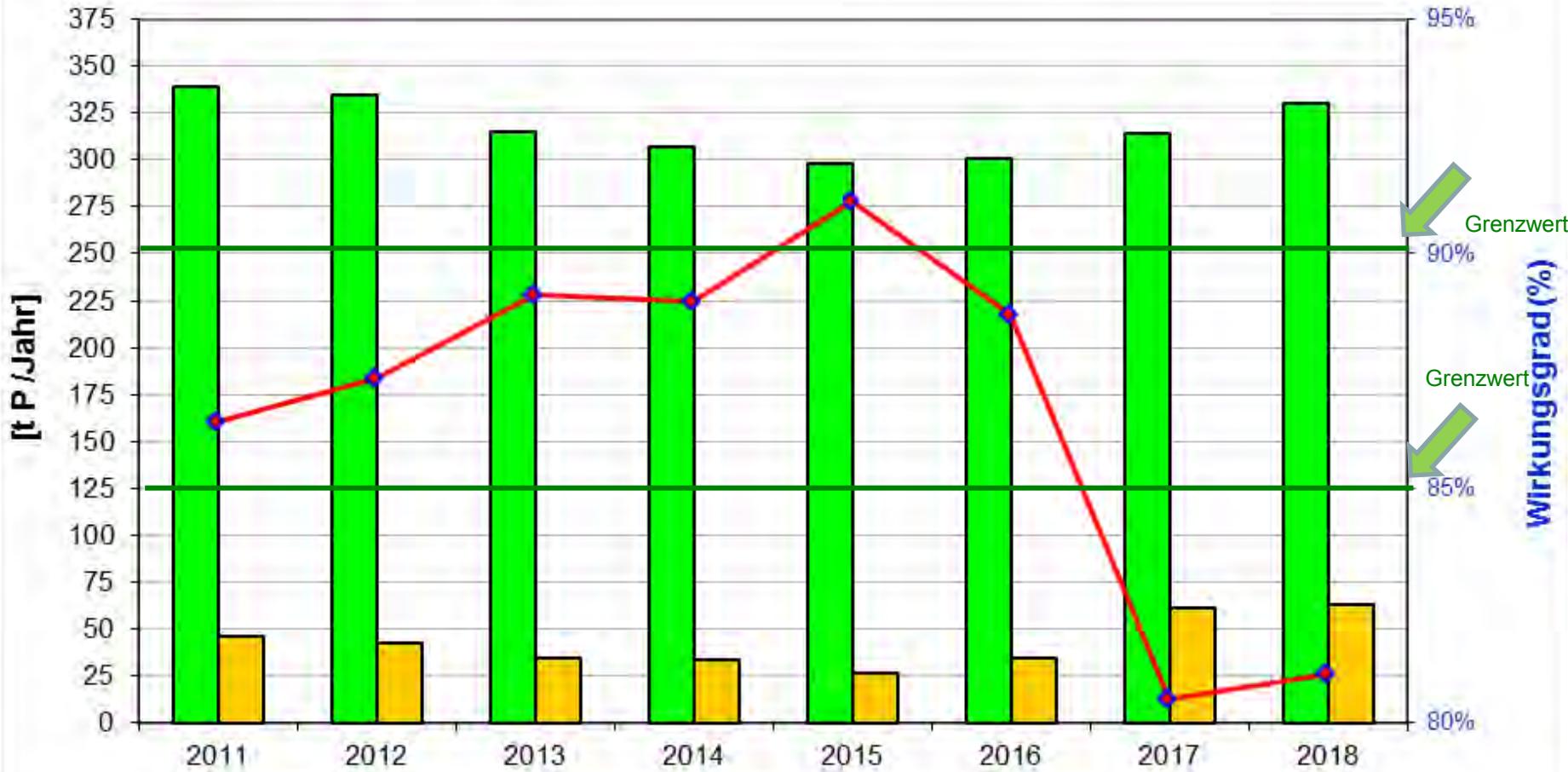
Fracht im ARA-Ablauf mit Bypässen

Wirkungsgrad mit Bypässen



## Entwicklung der Phosphor-Fracht

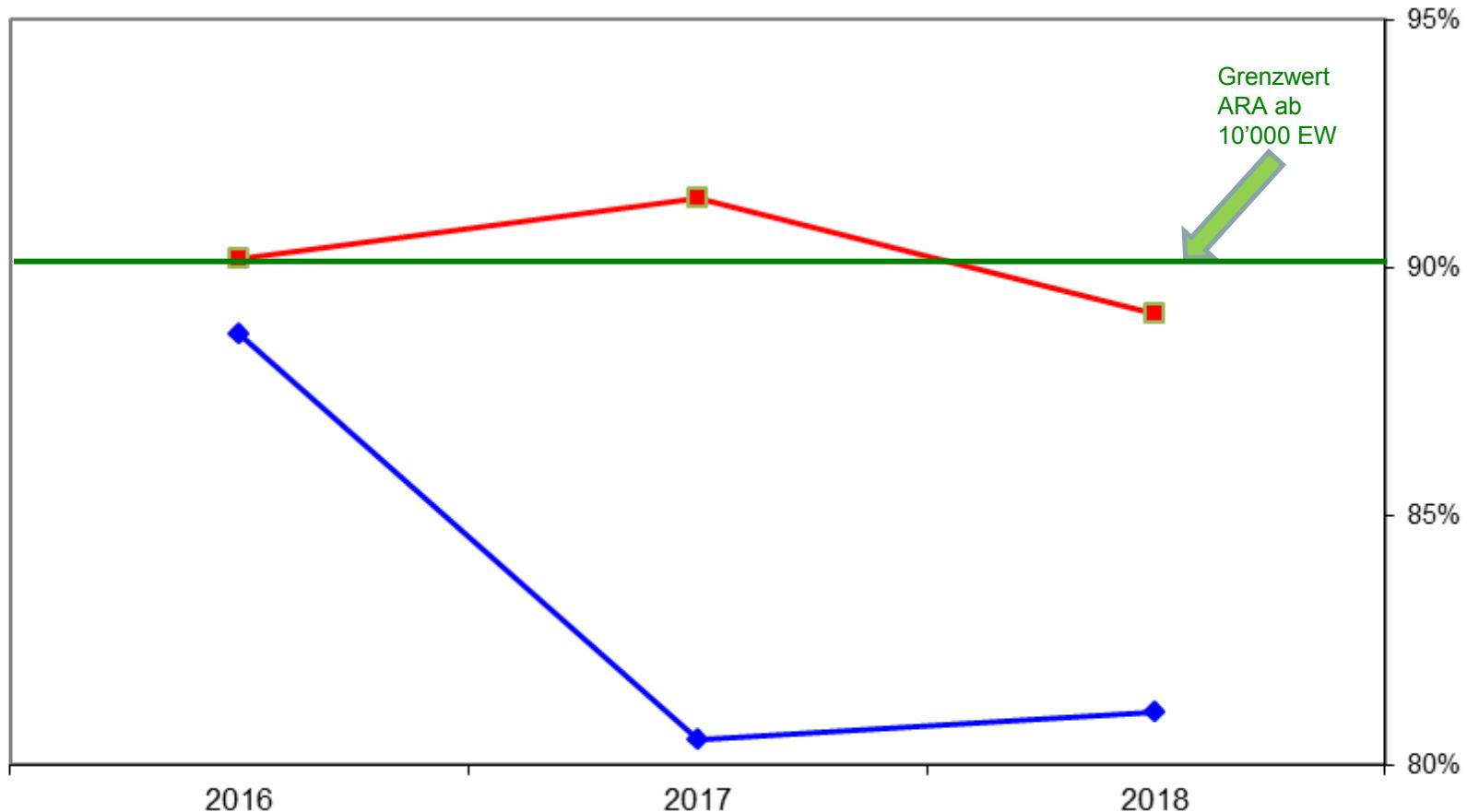
█ Gesamt Fracht im ARA-Zulauf      █ Fracht im ARA-Ablauf mit Bypässen  
—●— Wirkungsgrad mit Bypässen



## P-Wirkungsgrad

—■— ohne ARA Visp

—◆— alle ARA

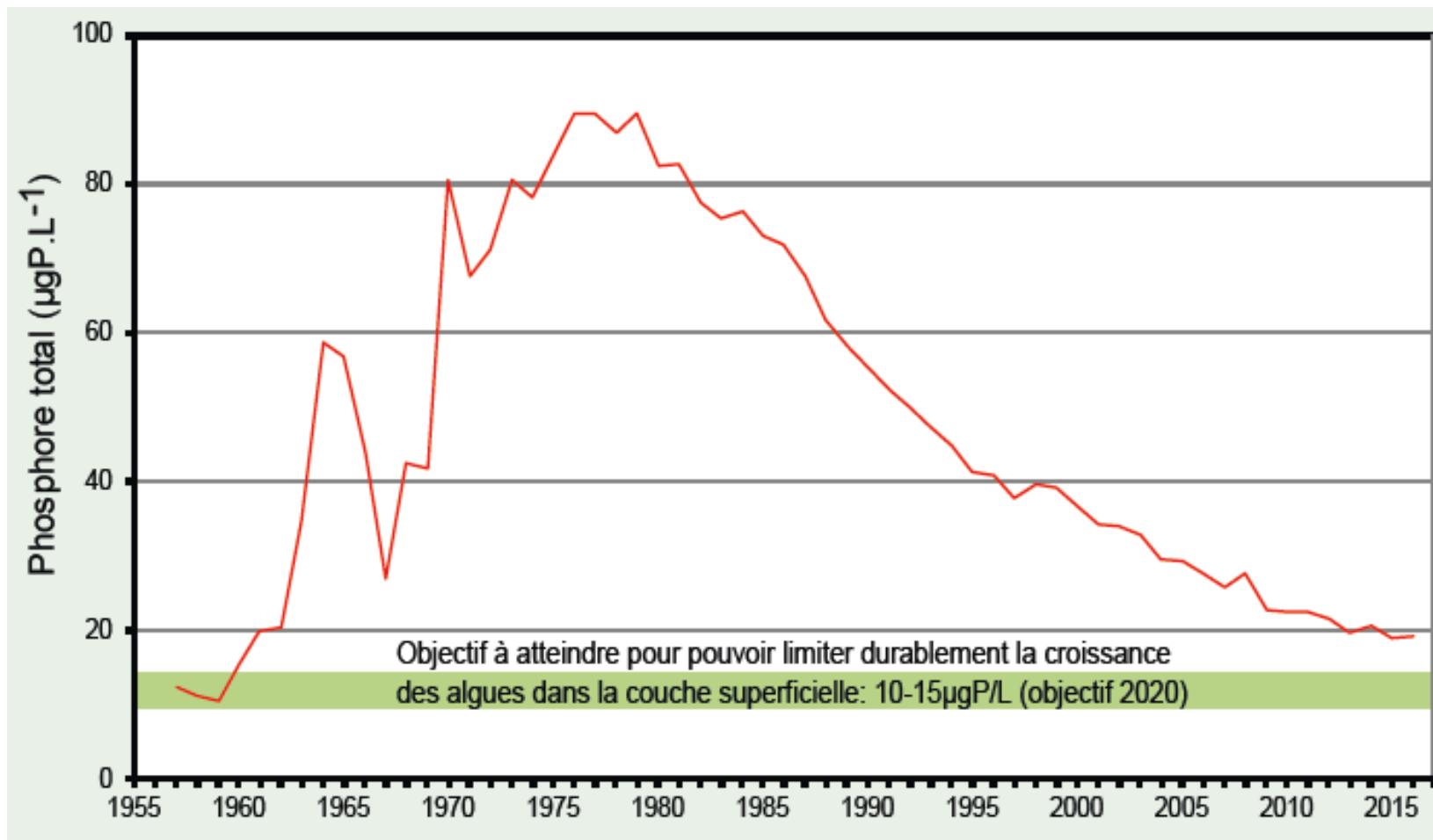


ARA  $\geq$  200 bis 2'000 EW  
ARA  $\geq$  2'000 bis 10'000 EW  
ARA  $\geq$  10'000 EW

0.8 mg/l P und 80 % Wirkungsgrad (GSchV)  
0.8 mg/l P und 85 % Wirkungsgrad (Vorgabe CIPEL<sup>22</sup>)  
0.8 mg/l P und 90 % Wirkungsgrad (Vorgabe CIPEL<sup>22</sup>)

# CIPEL – P-Zielwert im Genfersee

- P-Wert rückläufig (18 µg P/L im 2017)
- Wert noch höher als das erreichende Ziel, um das Algenwachstum nachhaltig zu begrenzen (10-15 µg P/L)

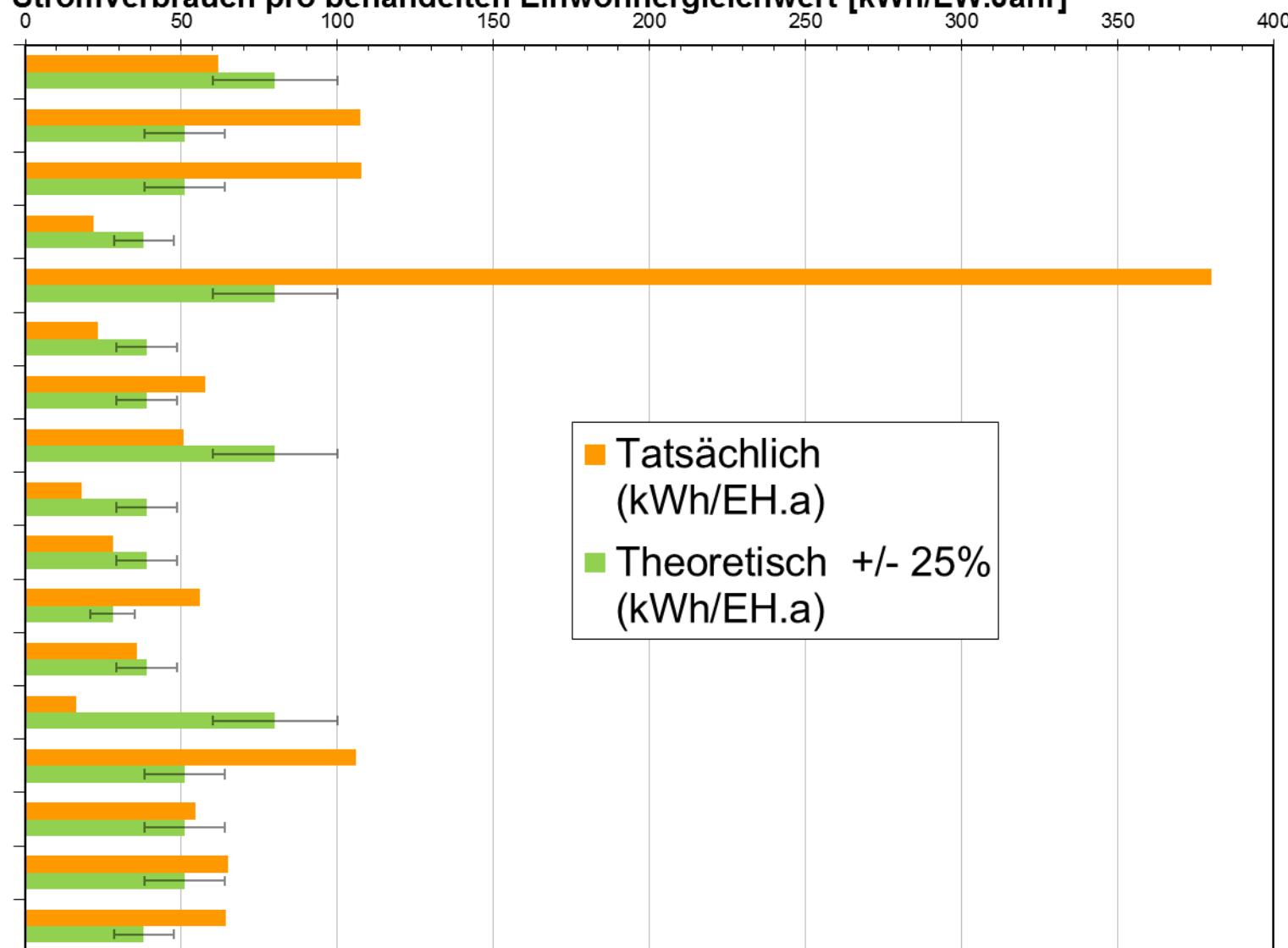


# Belastung ARA-Schlamm (mg/kg MS TS)

2018	Cadmium	Cobalt	Chrom	Kupfer	Quecksilber	Molybdän	Nickel	Blei	Zink	AOX
Grenzwert (mg/kg MS TS)	5	60	500	600	5	20	80	500	2000	500
ARA	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Zn	AOX(Cl)
Binn										
Binn-Giesse										
Blatten										
Briggematte-Randa	18%	13%	9%	46%	7%	26%	104%	4%	45%	40%
Briglina-Brig	22%	9%	18%	74%	25%	33%	32%	6%	45%	26%
Eisten										
Embd										
Ferden										
Goms	20%	6%	12%	61%	6%	74%	29%	5%	35%	20%
Graechen	24%	6%	3%	40%	4%	46%	22%	4%	43%	17%
Guttet										
Inden										
Kippel	14%	3%	4%	30%	3%	28%	15%	3%	21%	17%
Leukerbad	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Leuk-Radet	30%	11%	6%	39%	9%	57%	40%	6%	33%	30%
Regional-ARA Visp	2%	2%	5%	5%	12%	13%	12%	2%	8%	240%
Saastal	22%	8%	37%	147%	5%	38%	99%	4%	26%	20%
Simplon-Dorf										
Simplon-Pass										
Stalden	16%	11%	4%	39%	3%	26%	28%	4%	22%	24%
St-Niklaus	30%	21%	5%	74%	8%	33%	40%	7%	36%	2%
Unterbaech	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Varen										
Wiler	14%	3%	4%	33%	4%	23%	13%	2%	36%	20%
Zermatt	10%	4%	3%	21%	3%	16%	28%	1%	19%	28%

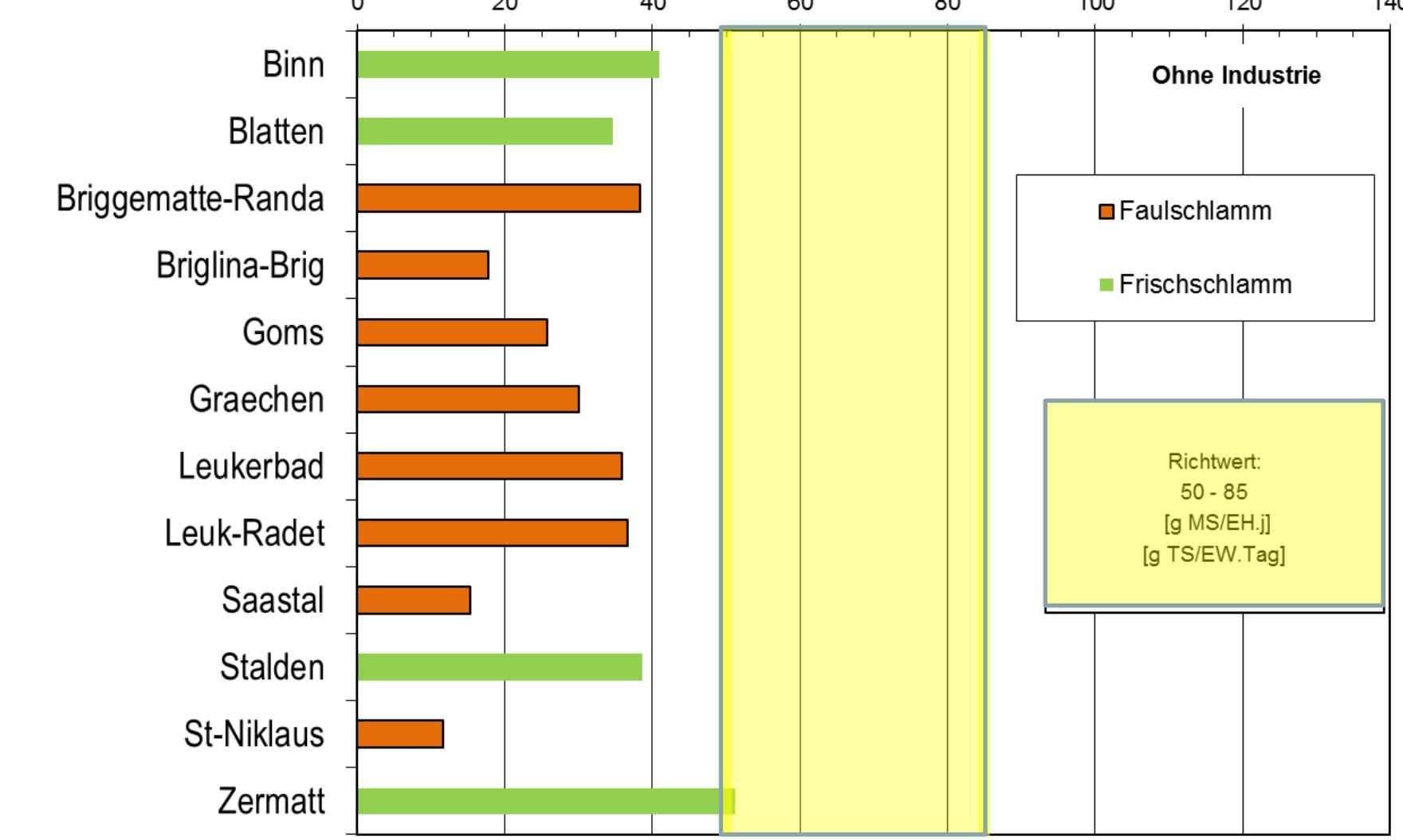
## Stromverbrauch pro behandelten Einwohnergleichwert [kWh/EW.Jahr]

Binn  
Blatten  
Briggematte-Randa  
Briglina-Brig  
Ferden  
Goms  
Graechen  
Kippel  
Leukerbad  
Leuk-Radet  
Regional-ARA Visp  
Saastal  
Simplon-Dorf  
Stalden  
Varen  
Wiler  
Zermatt



- Tatsächlich (kWh/EH.a)
- Theoretisch +/- 25% (kWh/EH.a)

## Spezifische Klärschlammproduktion pro Einwohnergleichwert [g TS/EW.Tag]

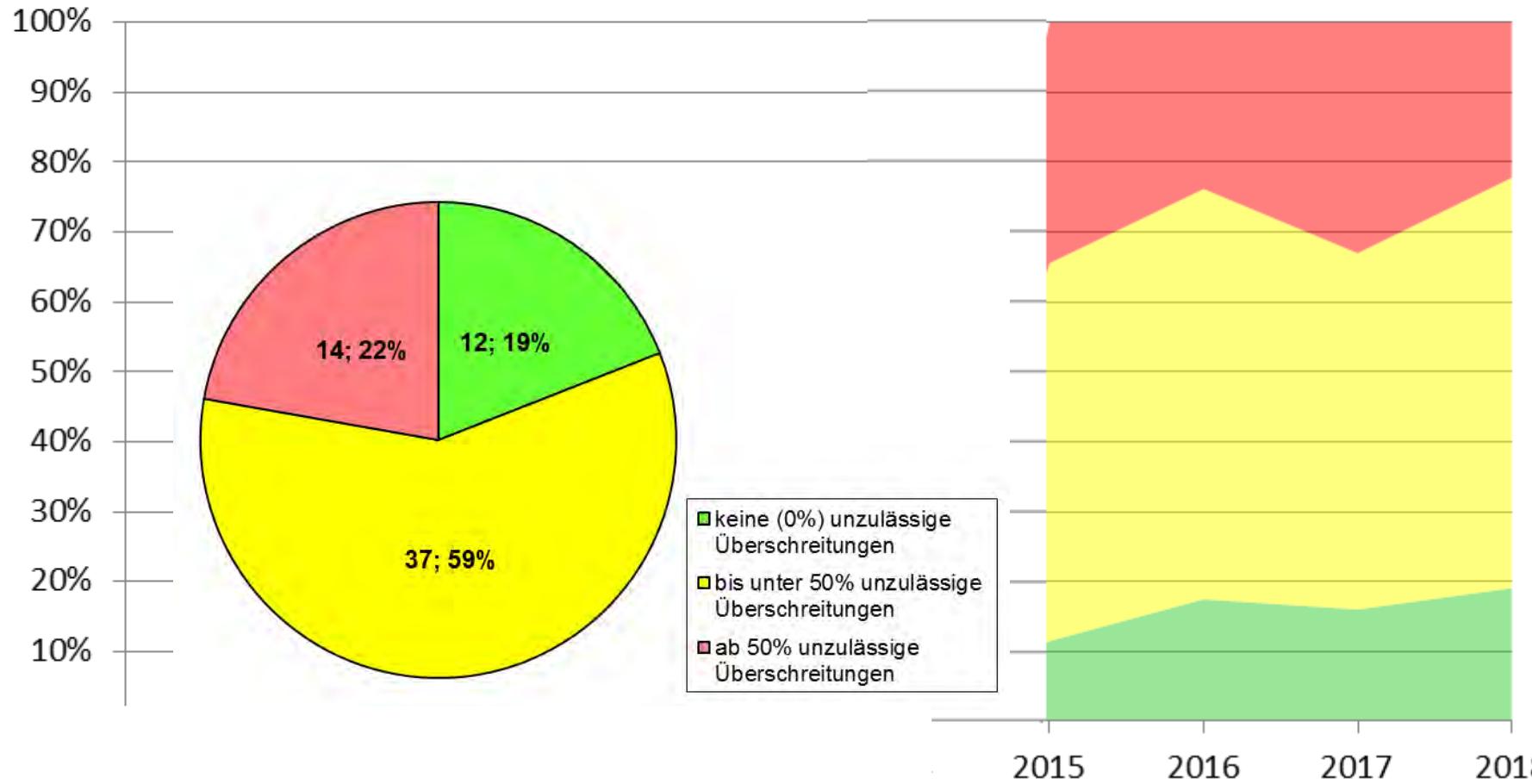


## Anteil unzulässigen Überschreitungen (%)

■ ab 50% unzulässige Überschreitungen

■ bis unter 50% unzulässige Überschreitungen

■ keine (0%) unzulässige Überschreitungen



Anforderungen gelten an **jedem Tag** (kein Jahresmittelwert)

Abweichungen ↔ Anzahl Probennahmen

1 Probe als Ganzes = nicht konform, wenn mindestens ein Grenzwert nicht eingehalten

# Überschreitungen

- Beispiel für 52 jährliche Probenahmen :

$$\left( \begin{array}{l} \text{Gesamtanzahl} \\ \text{Proben mit} \\ \text{Überschreitungen} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{l} \text{Höchstzahl der Proben,} \\ \text{bei denen Abweichungen} \\ \text{zulässig sind} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{l} \text{Anzahl unzulässiger} \\ \text{Überschreitungen} \end{array} \right)$$

$$8 \qquad \qquad \qquad 5 \text{ (GSchV Anh. 3.1 Ziffer 42)} \qquad \qquad 3$$

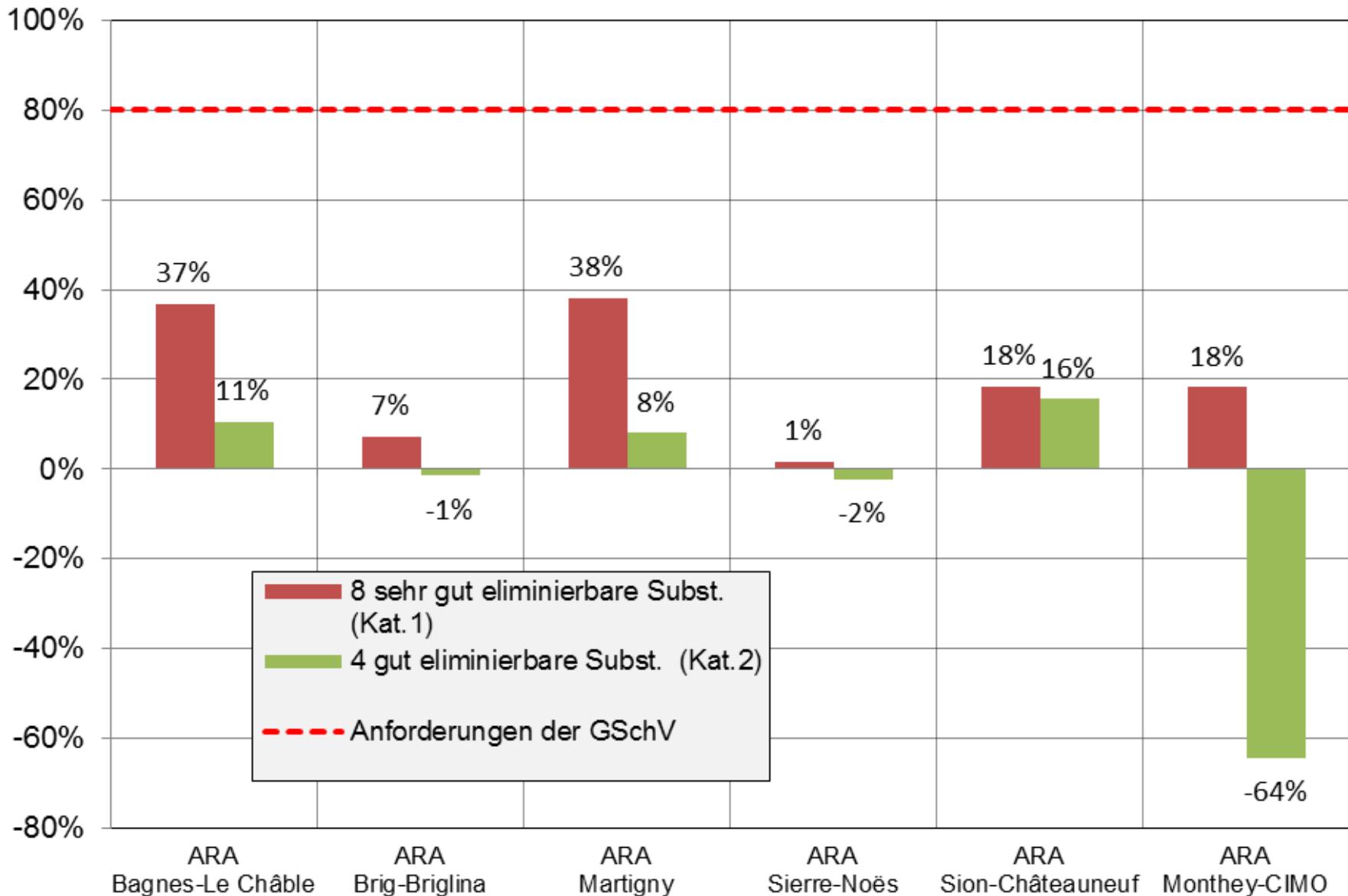
$$\left( \begin{array}{l} \text{Anzahl unzulässiger} \\ \text{Überschreitungen} \end{array} \right) / \left( \begin{array}{l} \text{Gesamtanzahl} \\ \text{Proben} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{l} \text{Anteil unzulässigen} \\ \text{Überschreitungen (\%)} \end{array} \right)$$

$$3 \qquad \qquad \qquad 52 \qquad \qquad \qquad 6\%$$

- Im Normalbetrieb darf eine ARA **keine unzulässigen Überschreitungen** aufweisen
- Überschreitungen > 0% =Betriebsprobleme

## Reinigungseffekt der organischen Spurenstoffe (16-18.07.2018)

(nur Stoffe in ausreichender Konzentration)



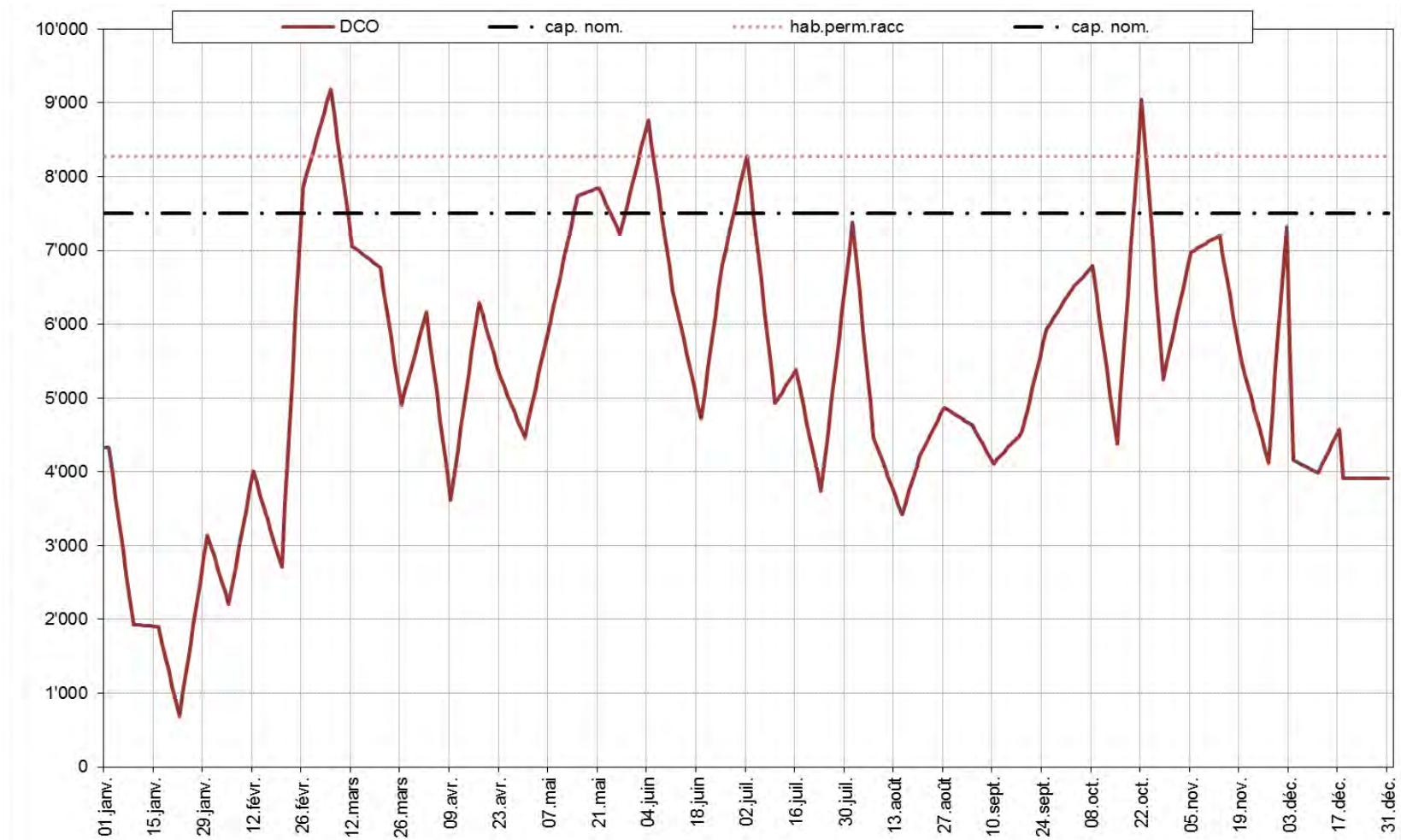
# **PLAUSIBILISEREN DER ARA-FRACHTEN**



CANTON DU VALAIS  
KANTON WALLIS

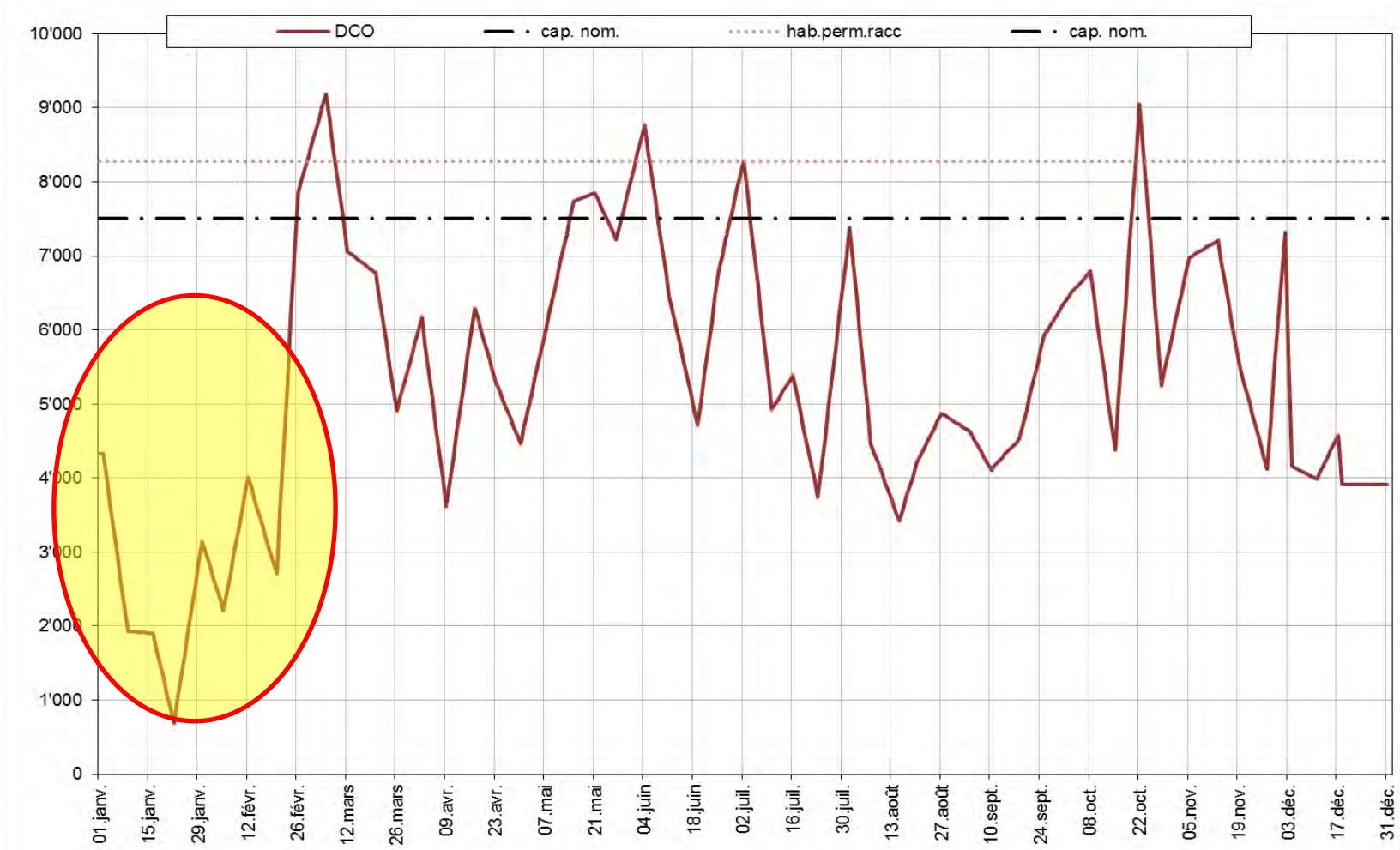
# Vergleich ARA-Zulauffracht mit angeschl. Bev.

Was stimmt hier nicht?



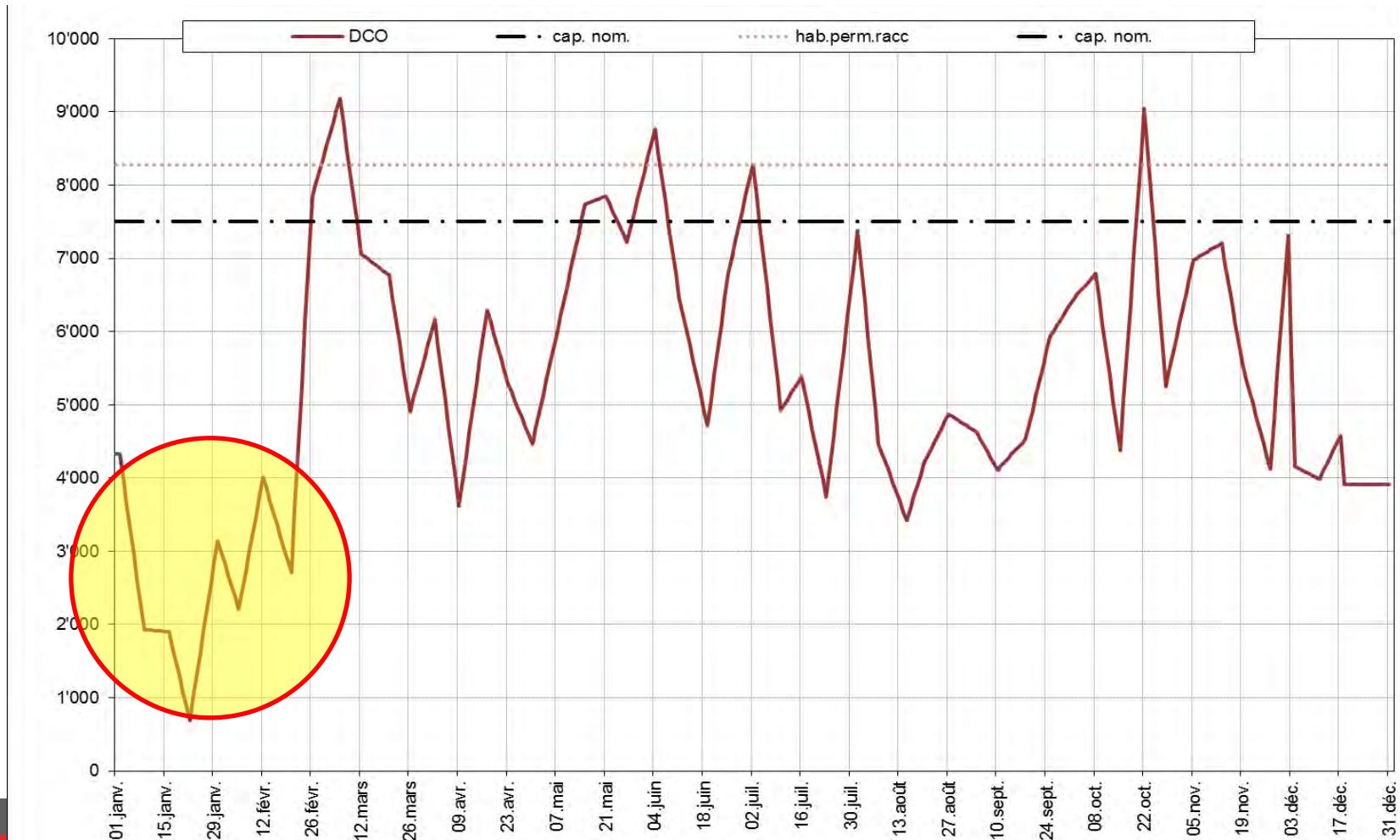
# Vergleich ARA-Zulauffracht mit angeschl. Bev.

?



# Vergleich ARA-Zulauffracht mit angeschl. Bev.

- 2018: mittl Belastung ARA-Zulauf = 5'333 EW
- aber: angeschloss. ständige Wohnbevölkerung = 8'419
- ... und Anfangs 2018: nur 1000 bis 3000 EW, es fehlen ca. 5500 bis 7500 EW !



# Überprüfung mit Massenausgleich

- ▶ Suche von Messfehlern mit Massenbilanzen
- ▶ 3 Möglichkeiten:
  - Wasserbilanz über ganze ARA
    - einfach, aber nicht immer möglich (2 Durchflussmessungen!)
  - Phosphorbilanz (ganze ARA oder nur über Biologie)
  - CSB-Bilanz (via Faulung)

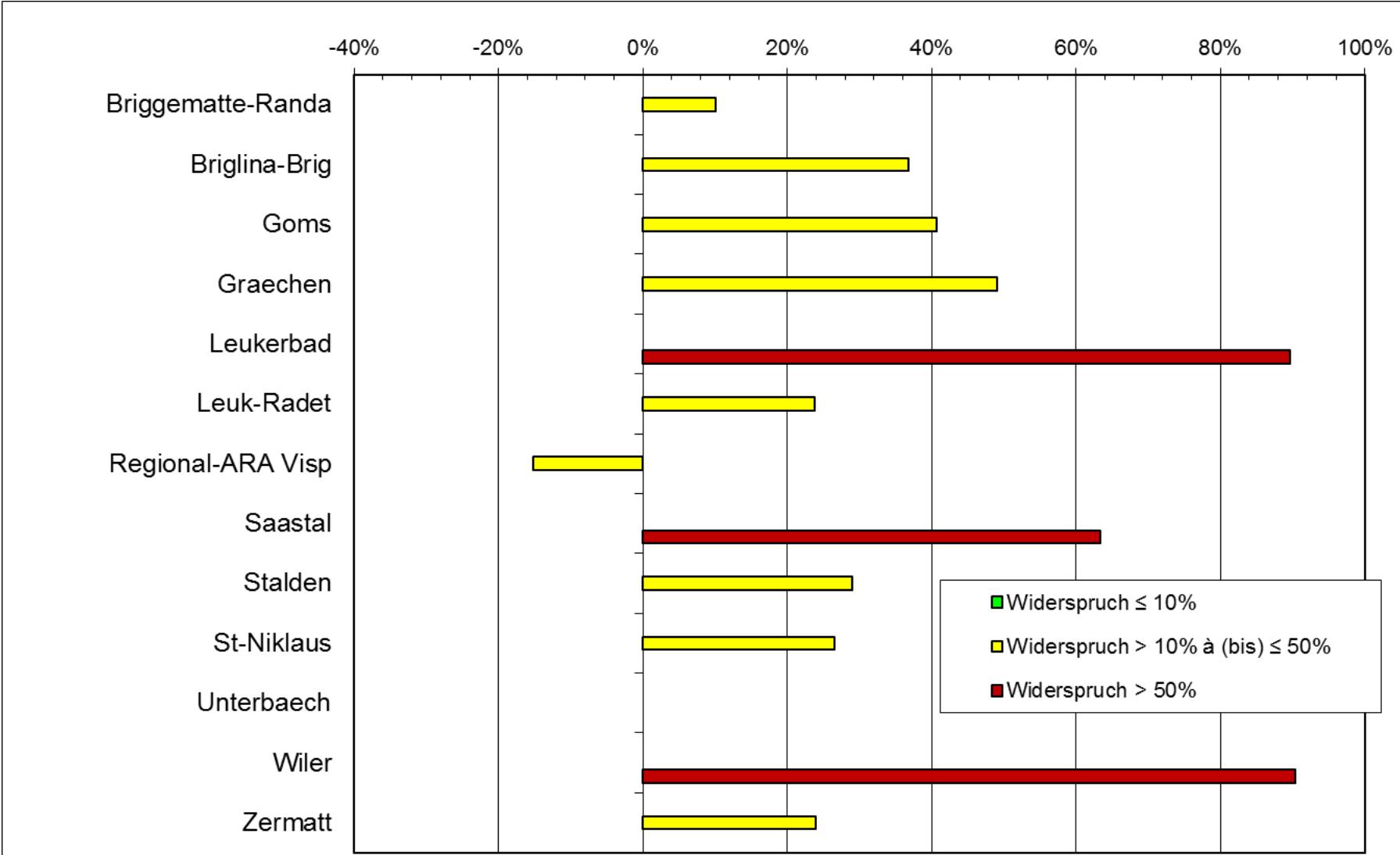
# Überprüfung mit Massenausgleich: P-Bilanz

notwendige P-Frachten:

- ▶ Zulauf Sandfang
- ▶ Ablauf ARA
- ▶ Fremdschlamm
- ▶ Abgabeschlamm

$$\text{Widerspruch} = \text{Fracht}_{P, \text{ Rohwasser}} + \text{Fracht}_{P, \text{ Fremdschlamm}} - \text{Fracht}_{P, \text{ Ablauf ARA}} \\ - \text{Fracht}_{P, \text{ Abgabeschlamm}}$$

# Überprüfung mit Massenausgleich: P-Bilanz



- zusätzliche Datenkontrolle
- Viele ARA nur 1 Klärschlammanalyse pro Jahr, Qualität+Repräsentativität der Analysen



# Anforderungen an ARA zwischen 200 und 2000 EH

Ab dem 1. Januar 2018: GUS-Analyse im Ablauf verlangt

## ► Probenahme im Zulauf und Ablauf

- 4 jährliche Probenahmen bei Trockenwetter im ARA Zulauf (Rohabwasser) :
  - ab 1. Januar 2019: CSB, N-gesamt, Pgesamt
- Zu und Ablauf Probenahmen müssen zeitgleich entnommen werden
- Organisation tragbare Probenahmegeräte: Unter ARA zu vermieten?



# Prozent durchgeföhrter Analysen

2018	Pourcentage de mesures effectuées par rapport à l'exigence minimale													Taux global d'analyses effectuées	Evolution vs. année précédente	
	≥ 95% des analyses exigées				80% - 95% des analyses				< 80% des analyses							
STEP	Entrée							Sortie								
	débit	temp.	DCO	COT	NH4	Ntot	Ptot	débit	DCO	COD	NH4	NO2	Ptot	MES		
Binn	100%	0%						100%	100%		100%	100%	100%	0%	75%	⬇️
Binn-Giesse	0%	25%						0%	25%					0%	10%	➡️
Blatten	100%	0%						100%	100%		100%	100%	100%	100%	88%	⬇️
Briggematte-Randa	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	➡️
Briglina-Brig	100%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	➡️
Eisten	100%	0%						100%	100%		100%	100%	100%	33%	79%	⬇️
Embd	0%	0%						0%	92%		92%	92%	92%	92%	57%	⬇️
Ferden	96%	92%						96%	100%		100%	100%	100%	100%	98%	➡️
Goms	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	➡️
Graechen	100%	100%	100%	100%	92%	100%	92%	100%	100%	100%	92%	100%	94%	100%	98%	➡️
Guttet	100%	100%						100%	100%		100%	100%	100%	0%	88%	⬇️
Inden	100%	0%						100%	100%		100%	100%	100%	0%	75%	➡️
Kippel	100%	100%						100%	100%		100%	100%	100%	100%	100%	➡️
Leukerbad	100%	100%	94%	100%	92%	92%	88%	100%	96%	100%	92%	100%	88%	88%	95%	➡️
Leuk-Radet	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	➡️
Regional-ARA Visp	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	➡️
Saastal	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	98%	100%	➡️
Simplon-Dorf	100%	0%						100%	100%		100%	100%	100%	100%	88%	⬇️
Simplon-Pass	0%	0%						0%	58%		58%	58%	58%	58%	36%	➡️
Stalden	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	88%	➡️
St-Niklaus	100%	0%	38%	33%	38%	17%	38%	100%	38%	33%	38%	33%	38%	38%	37%	⬇️
Unterbaech	0%	0%	50%	100%	50%	50%	50%	0%	50%	100%	50%	100%	50%	50%	50%	⬇️
Varen	100%	0%						100%	100%		100%	100%	100%	0%	75%	⬇️
Wiler	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	➡️
Zermatt	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	➡️





# STÖRUNGEN UND AUSSERORDENTLICHE EREIGNISSE



# Anforderungen im Falle eines gestörten Betriebs der Anlage. Was steht im Gesetz?

- ▶ Verschmutztes Abwasser muss behandelt werden
- ▶ ARA-Inhaber → Anlage in funktionstüchtigem Zustand
- ▶ Zur Verminderung des Risikos der Gewässerverunreinigung durch ausserordentliche Ereignisse
- ▶ → geeignete+wirtschaftlich tragbare Massnahmen



## «Betrieb und Kontrolle von Abwasserreinigungsanlagen » ?

- Qualität gereinigtes Abwassers auch bei Sanierungs- und Wartungsarbeiten einzuhalten;
- notwendige bau- und regeltechnischen Massnahmen umsetzen
  - (z.B. Stapel- und Rückhaltevolumen, Redundanzen, Mehrstrassigkeit, Notstromgruppe);
- ungeplante Ausfälle
  - (z.B. Stromausfall, Aggregatdefekte, etc.): verhältnismässige Massnahmen, Reinigungsleistung möglichst hoch halten
- ARA-Inhaber muss ein Notfallkonzept erstellen
- Externe Datensicherung von ARA-Daten !



# Ausserordentliche Ereignisse

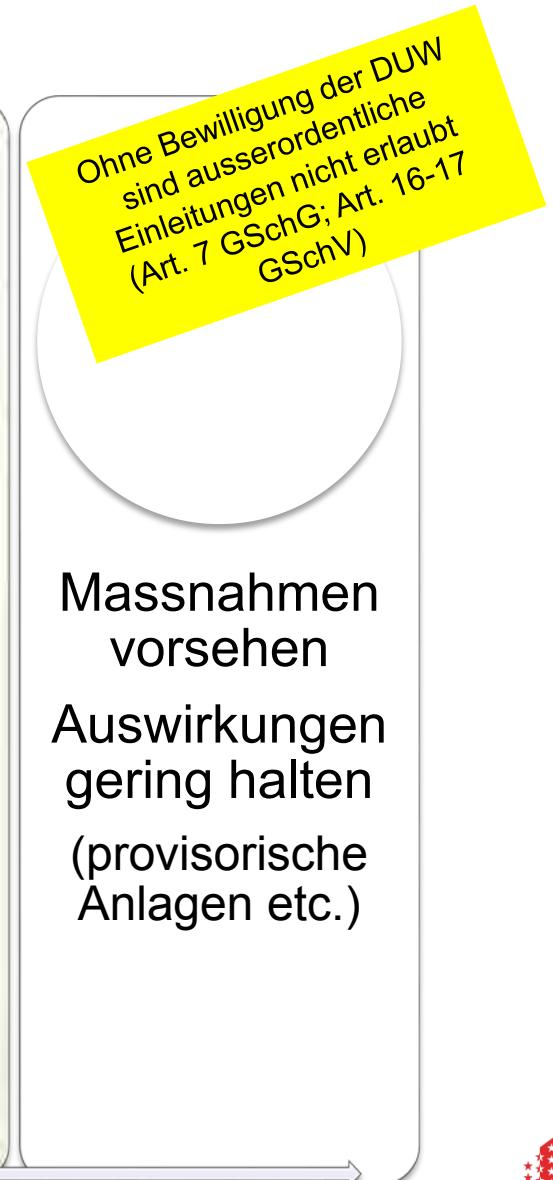
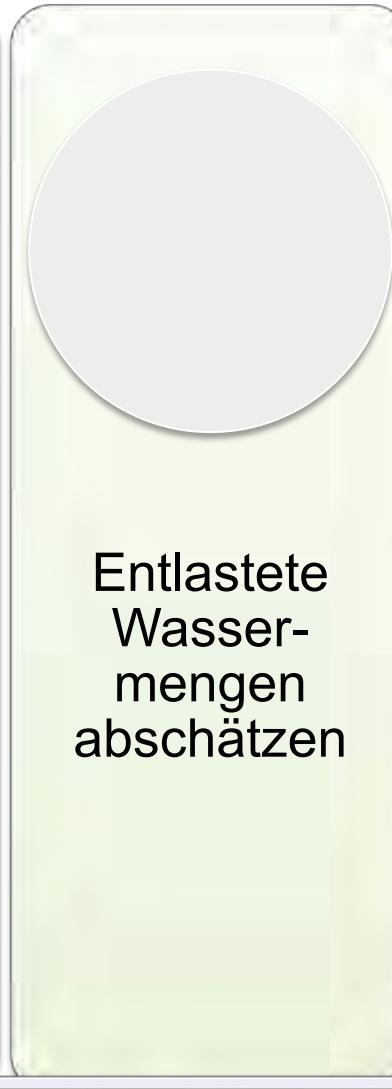
- gilt für ARA und ARA-Netz
- Jede Teil-Ausserbetriebnahme muss der DUW schriftlich angekündigt werden
- [www.vs.ch/ara](http://www.vs.ch/ara)



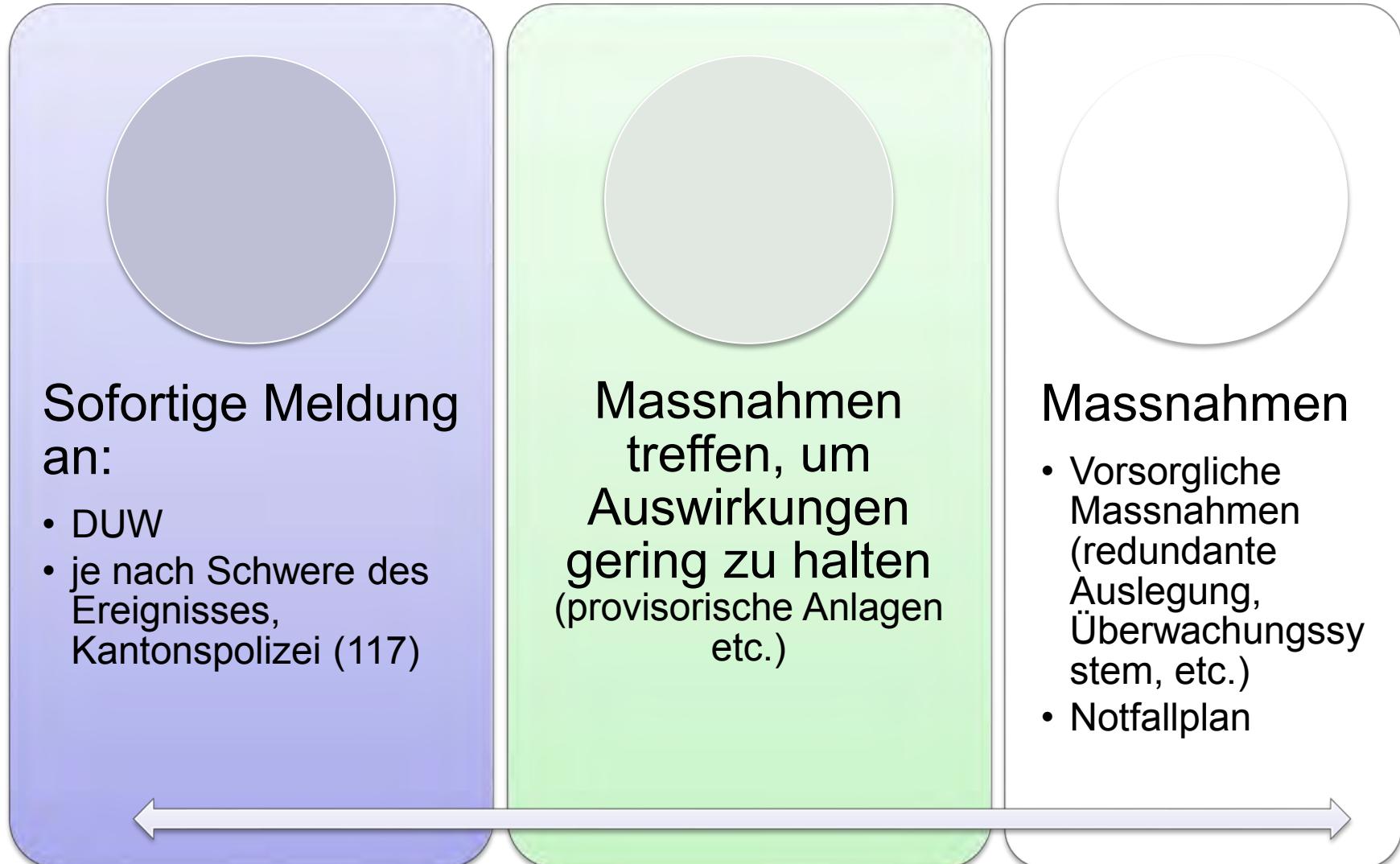
- 2 mögliche Fälle
  - Fall 1: vorhersehbares Ereignis: Frühzeitige Planung!
  - Fall 2: Unvorhersehbarer Ausfall: sofortige Meldung!



# Fall 1: vorhersehbares Ereignis (Unterhalts-, Sanierungs-, Bauarbeiten etc.)



## Fall 2: Unvorhersehbarer Ausfall (Panne, Störung etc.) mit Auswirkung auf Oberflächengewässer



# Fazit

- Positive ARA-Bilanz
- Mehrere ARA-Projekte am Laufen, Verbesserung Gewässerqualität
- Viel Arbeit noch beim ARA-Einzugsgebiet der Gemeinden
- Von allen Massnahmen im GEP, zuerst die wichtigsten durchführen
- Anpassung Abwassergebühren
- Langfristig denken und handeln, nach Prioritäten



Vielen Dank!

# PV-Anlage ARA Guttet-Feschel



CANTON DU VALAIS  
KANTON WALLIS

# PV-Anlage Kläranlage

## ► Investitionskosten

37'094.-

## ► Rückerstattung Einmalvergütung

-9'483.-

## ► Nettokosten

27'611.-

## ► Installierte Leistung

16.1

kWp

## ► Inbetriebnahme

3. Feb. 2017



# PV-Anlage Kläranlage

- **Verbrauch konstant ca.** 4.2  
kW
- **Jahresproduktion PV** 17'600 kWh
- **Eigenverbrauch von PV** 12'500 kWh
- **Anteil Eigenverbrauch/PV** 71 %
- **Überschuss wird in's Netz zurückgeliefert**
- **Ertrag Eigenverb. + Rücklief. = 2'800 CHF/J**
- **Amortisierung bereits nach 10 Jahren**



## Photovoltaik Uebersicht - Erfolgsrechnung

## EIV - Einmalvergütung

Objekt: Gemeindeverwaltung Guttet-Feschel

PV-Anlage 16.165 kWp

ohne Speichersystem

Fläche	Anzahl Module
m <sup>2</sup>	n
101	61

Installierte Leistung	Azimut	Zenital
kWp	°	°
16.17	86 / 12	5 / 30

Globalstrahlung	Spez.Energieertrag	Produz. Energie
kWh/m <sup>2</sup> /a	kWh/kWp/a	kWh/a
1'205	1'087	17'580

Investition	Beitrag EIV*
CHF	CHF
37'094	9'483

Eigenverbrauch	Tarif	Ersparnis
kWh/a	CHF/kWh	CHF/a
12'374	0.222	2'746.95

Verkauf	Tarif	Vergütung
kWh/a	CHF/kWh	CHF/a
5'206	0.050	260

Unterhaltskosten	Ausgaben Unterhalt
CHF/kwh	CHF/a
0.01	176

Einkommen	Unterhaltskosten	Amortisation
CHF/a	CHF/a	Jahre
3'007	176	9.8

Restdauer	Einnahmen	Kapitalrendite
Jahre	CHF	%
15.2	43'175	6.25

Werte nach 25 Jahren ohne Berücksichtigung  
Steuervergünstigung und Stromanstieg.

CHF

