

inf , step

**Tagung vom 24. Mai 2018**



# Begrüßung und Einleitung

# Internet-Seite

Hilfe zur Barrierefreiheit | Zum Inhalt | Zum Menü | A A A

Wählen Sie eine Oberfläche: [ENGLISH]

Deutsch  
Français

Organisation  
Themen A-Z

Google Benutzerdefinierte Suche Suche >>

Kontakt

Thema Wasser

Homepage Wasser

News

Gesamtheitliche Gewässerbewirtschaftung

Grundwasser

Trinkwasser

Gewässer

Entwässerung und Abwasserreinigung

Tankanlagen

Landwirtschaft

Dokumentation

Rechnische Grundlagen

Adressverzeichnis

Verlauf: Homepage

Thema Wasser  
Kanton Freiburg

Die Webseite [www.fr.ch/wasser](http://www.fr.ch/wasser) umfasst alle Informationen und Dokumente bezüglich des Gewässerschutzes und der Gewässerbewirtschaftung im Kanton Freiburg.

03.05.2017 / 10:00

Identitätskarte

Thema Wasser

Amt für Umwelt AfU  
Impasse de la Colline 4  
1762 Glisviez  
> Lageplan

T +41 26 305 37 60  
F +41 26 305 10 02  
> Kontakt

Kontakt

Kontaktpersonen der Gemeinde nach Einzugsgebiet

Link Extern

> Bundesamt für Umwelt

## Dokumentation

- > Gesamtheitliche Gewässerbewirtschaftung
- > Grundwasser
- > Gewässer
- > Entwässerung
- > Abwasserreinigung
- > Industrie und Gewerbe
- > Automobilbranche
- > Tankanlagen
- > Landwirtschaft

> Die Webseite [www.fr.ch/wasser](http://www.fr.ch/wasser)

- > umfasst alle **Informationen** und **Dokumente** bezüglich des **Gewässerschutzes** und der **Gewässerbewirtschaftung** im Kanton Freiburg

# Internet-Seite

## infoSTEP

### infoSTEP 2017, Tagung vom 20. Juni 2017

Aktuelles Mikroverunreinigungen  
PDF (1665 kb)

Plattform VSA Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen  
PDF (2226 kb)

Verfahren zur Gewährung von Bundesabgeltungen, BAFU  
PDF (2697 kb)

Pilotversuch auf ARA Freiburg, Triform (auf Französisch)  
PDF (1967 kb)

Kontrolle des ARA-Betriebs  
PDF (1064 kb)

### infoSTEP 2016, Tagung vom 9. Juni 2016

Planung der Abwasserreinigung  
PDF (2448 kb)

Einfluss der ARA auf die Oberflächengewässer  
PDF (2405 kb)

Projekt VOG (von Jean-Marc Conus, auf Französisch)  
PDF (1765 kb)

Kontrolle des Funktionierens der ARA und Änderungen der LRV  
PDF (1104 kb)

### infoSTEP 2011, 2012, 2013, 2015

Archiv



# Einleitung: Vorstellung der Referenten

---

<b>Eric Mennel</b>	Sektionschef Gewässerschutz
<b>Pascal Mulatieri</b>	Biol'Eau GmbH, Spezialist für Umweltfragen
<b>Elise Folly</b>	Sektorchefin Sektor Oberflächengewässer und Grundwasser
<b>Catherine Folly</b>	Mitarbeiterin Sektor Oberflächengewässer und Grundwasser
<b>Sabrina Strähl</b>	Mitarbeiterin Sektor Entwässerung und Abwasserreinigung
<b>Tabea Schutter</b>	Mitarbeiterin Sektor Entwässerung und Abwasserreinigung
<b>Olivier Pompini</b>	Mitarbeiter Sektor Entwässerung und Abwasserreinigung
<b>Charles Bailat</b>	Mitarbeiter Sektor Entwässerung und Abwasserreinigung
<b>Dominique Folly</b>	Sektionschef Labor und Stoffe

# Tractanda

---

09h00	<b>Teilnehmerempfang</b>	
09h10	<b>Begrüssung und Einleitung</b>	<i>Tabea Schutter, Eric Mennel</i>
09h15	<b>Einleitungsbedingungen in Oberflächengewässer</b>	<i>Eric Mennel</i>
09h30	<b>Auswirkung der Abwässer auf die Fließgewässer</b>	<i>Pascal Mulatieri</i>
10h30	<b>Pause – Kaffee</b>	
10h50	<b>Suche nach der Ursachen der Verschmutzung auf Kantonebene</b>	<i>Catherine Folly</i>

# Tractanda

---

11h10	<b>Neuigkeiten Gewässerschutz</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kantonale Planung</li><li>• Überwachung der Mikroverunreinigungen (ARA)</li><li>• Ozonung oder Aktivkohle?</li><li>• Anhörung BAFU Phase «A»</li><li>• Kantonale Subventionen</li></ul>	<i>Sabrina Strähl, Olivier Pompini, Charles Bailat</i>  <i>Eric Mennel</i>
11h50	<b>Austausch Labor AfU</b>	<i>Dominique Folly</i>
12h20	<b>Fragen, Diskussion</b>	
12h40	<b>Aperitif, Mittagessen</b>	
14h30	<b>Praktische Veranschaulichung im Feld Stadt Freiburg</b>	<i>Pascal Mulatieri Elise Folly Catherine Folly</i>



# Einleitungsbedingungen in Oberflächengewässer

# Einleitungen in Oberflächengewässer



## Siedlungs- und ländlichen Raum

- > **ARA, KIARA**
- > Spezialbauwerke (**RB, RÜ, PW**)
- > **Kanalisation**

## Landwirtschaft

- > **Abschwemmung von Stoffen**

## Deponien, belastete Standorte

- > **Einleitungen mit / ohne Reinigung**
- > **Versickerung**

## Industrie und Gewerbe, Verkehrswegen

- > **Einleitungen mit / ohne Reinigung**



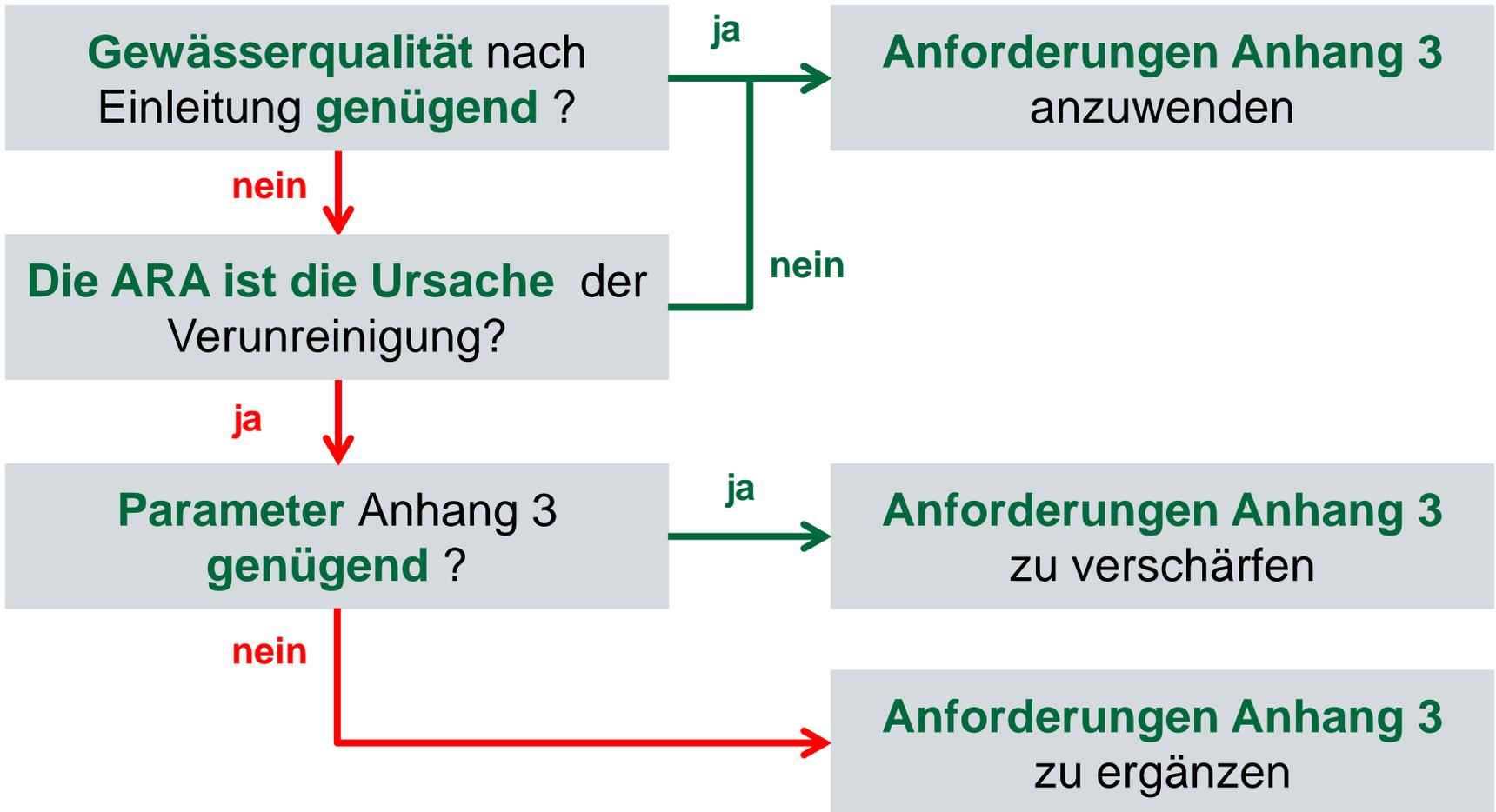
# Einleitungsbedingungen in Oberflächengewässer

---

## Art. 6 Einleitung in Gewässer (GSchV)

- 1 Die Behörde **bewilligt** die Einleitung von verschmutztem Abwasser in oberirdische Gewässer, Drainagen sowie unterirdische Flüsse und Bäche, wenn die **Anforderungen** an die Einleitung in Gewässer nach **Anhang 3 eingehalten sind**.
- 2 Sie **verschärft oder ergänzt** die Anforderungen, wenn :
  - a) die betroffenen Gewässer durch die Einleitung des Abwassers die **Anforderungen an die Wasserqualität nach Anhang 2** nicht erfüllen...
  - b) auf Grund von Abklärungen (Art. 47) feststeht, dass die ungenügende Wasserqualität **zu einem wesentlichen Teil auf die Einleitung des Abwassers zurückzuführen ist ...**

# Einleitungsbedingungen in Oberflächengewässer



# Einleitungsanforderungen gemäß Anhang 3

---

## Anhang 3.1, Ziffer 2 und 3 : Anforderungen ARA (GSchV)

- 1 Gesamte **ungelöste Stoffe**
- 2 Chemischer Sauerstoffbedarf (**CSB**)
- 3 Gelöster organischer Kohlenstoff (**DOC**)
- 4 **Durchsichtigkeit**
- 5 **Ammonium**
- 6 **Nitrit**
- 7 Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (**AOX**)
- 8 Organische Spurenstoffe (**Mikroverunreinigungen**)
- 9 Biochemischer Sauerstoffbedarf (**BSB<sub>5</sub>**)
- 10 Gesamt**phosphor**
- 11 Gesamt**stickstoff**

# Ermittlung der Ursachen der Verunreinigung

---

## Staat Freiburg

- > **Überwachung** der Wasserqualität und der Ausläufe
- > **Untersuchung** nach Verschmutzungen

Suche nach der Ursache der Verschmutzung auf Kantonsebene



## (Inter-)kommunale Spezialisten

- > **ARA**
- > (Inter-)kommunale **Bauwerke und Sammelleitungen**

## Andere Beteiligte

- > **Wildhüter**
- > **Andere**

# Numerische Anforderungen für die Oberflächengewässer

---

## Anhang 2, Ziffer 11 : Allgemeine Anforderungen (GSchV)

- 3 Die nachfolgenden numerischen **Anforderungen** gelten **bei jeder Wasserführung** nach weitgehender Durchmischung des eingeleiteten Abwassers im Gewässer; besondere natürliche Verhältnisse wie Wasserzufluss aus Moorgebieten, seltene Hochwasserspitzen oder **seltene Niederwasserereignisse bleiben vorbehalten.**

# Numerische Anforderungen für die Oberflächengewässer

Nr.	Parameter	Anforderungen
1	Nitrat ( $NO_3^- - N$ )	Für Gewässer, die der Trinkwassernutzung dienen: 5,6 mg/l N (entspricht 25 mg/l Nitrat)
2	Blei ( <i>Pb</i> )	0,01 mg/l Pb (gesamt) <sup>1</sup> 0,001 mg/l Pb (gelöst)
3	Cadmium ( <i>Cd</i> )	0,2 µg/l Cd (gesamt) <sup>1</sup> 0,05 µg/l Cd (gelöst)
4	Chrom ( <i>Cr</i> )	0,005 mg/l Cr (gesamt) <sup>1</sup> 0,002 mg/l Cr (III und VI)
5	Kupfer ( <i>Cu</i> )	0,005 mg/l Cu (gesamt) <sup>1</sup> 0,002 mg/l Cu (gelöst)
6	Nickel ( <i>Ni</i> )	0,01 mg/l Ni (gesamt) <sup>1</sup> 0,005 mg/l Ni (gelöst)
7	Quecksilber ( <i>Hg</i> )	0,03 µg/l Hg (gesamt) <sup>1</sup> 0,01 µg/l Hg (gelöst)
8	Zink ( <i>Zn</i> )	0,02 mg/l Zn (gesamt) <sup>1</sup> 0,005 mg/l Zn (gelöst)
9	Organische Pestizide (Biozidprodukte und Pflanzenschutzmittel)	0,1 µg/l je Einzelstoff, soweit nachstehend nicht abweichend geregelt.

# Numerische Anforderungen für die Fließgewässer

---

Nr.	Parameter	Anforderungen
1	Biochemischer Sauerstoffbedarf ( <i>BSB<sub>5</sub></i> )	2 bis 4 mg/l O <sub>2</sub> Bei natürlicherweise wenig belasteten Gewässern gilt der untere Wert.
2	Gelöster organischer Kohlenstoff ( <i>DOC</i> )	1 bis 4 mg/l C Bei natürlicherweise wenig belasteten Gewässern gilt der untere Wert.
3	Ammonium (Summe von NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> - N und NH <sub>3</sub> - N)	Bei Temperaturen: – über 10 °C: 0,2 mg/l N – unter 10 °C: 0,4 mg/l N

---

# Nicht quantifizierte Anforderungen für die Oberflächengewässer

---

## Anhang 2, Ziffer 11 : Allgemeine Anforderungen (GSchV)

- 1 Die Wasserqualität muss so beschaffen sein, dass:
  - a) sich im Gewässer keine mit **bloßem Auge** sichtbaren **Kolonien von Bakterien**, Pilzen oder Protozoen und **keine unnatürlichen Wucherungen von Algen** oder höheren Wasserpflanzen bilden;
- 2 Durch Abwassereinleitungen darf sich im Gewässer nach weitgehender Durchmischung:
  - a) kein **Schlamm** bilden;
  - b) keine **Trübung**, keine **Verfärbung** und kein **Schaum** bilden, ausgenommen bei starken Regenfällen;
  - c) der **Geruch** des Wassers gegenüber dem natürlichen Zustand nicht störend;

# Nicht quantifizierte Anforderungen für die Fließgewässer

---

## Anhang 2, Ziffer 12 : Zusätzliche Anforderungen (GSchV)

- 1 Die Wasserqualität muss so beschaffen sein, dass:
  - a) sich in der Gewässersohle keine von blossen Auge sichtbaren **Eisensulfidflecken** bilden; besondere natürliche Verhältnisse bleiben vorbehalten;
- 2 Der Sauerstoffgehalt in der Gewässersohle darf nicht nachteilig verändert werden durch:
  - b) eine **verminderte Durchlässigkeit** der Sohle infolge unnatürlich **hoher Sedimentation** feiner Partikel (Kolmation) oder **künstlicher Abdichtung**.

# Zielvorgaben für die Fließgewässer



Die vorliegende Publikation macht zudem Vorschläge für die **numerische Konkretisierung** von **Anforderungen**, im Folgenden auch **Zielvorgaben** genannt, die nur **verbal** festgelegt sind.

# Zielvorgaben für die Fließgewässer

Beurteilung	Ortho-P [mg/L P]	Gesamt-P unfiltriert <sup>6</sup> [mg/L P]	Gesamt-P filt. [mg/L P]	Ziel
sehr gut	bis < 0,02	Bis < 0,04	bis < 0,025	eingehalten
gut	0,02 bis < 0,04	0,04 bis < 0,07	0,025 bis < 0,05	
mässig	0,04 bis < 0,06	0,07 bis < 0,10	0,05 bis < 0,075	überschritten
unbefriedigend	0,06 bis < 0,08	0,10 bis < 0,14	0,075 bis < 0,10	
schlecht	0,08 und mehr	0,14 und mehr	0,10 und mehr	

Nitrit [mg/L N] <sup>7</sup> ( < 10 mg/L Cl <sup>-</sup> )	Nitrit [mg/L N] ( 10 bis 20 mg/L Cl <sup>-</sup> )	Nitrit [mg/L N] ( > 20 mg/L Cl <sup>-</sup> )
---	---	--

Ammonium <sup>8</sup> [mg/L N] (> 10 °C oder pH > 9)	Ammonium [mg/L N] (< 10 °C)	Nitrat <sup>9</sup> [mg/L N]
---	--------------------------------	---------------------------------

Gesamt-N [mg/L N]	BSB <sub>5</sub> <sup>10</sup> [mg/L O <sub>2</sub> ]	DOC <sup>11</sup> [mg/L C]	TOC <sup>15</sup> [mg/L C]
----------------------	--	-------------------------------	-------------------------------

# Nicht quantifizierte Anforderungen für die Fließgewässer

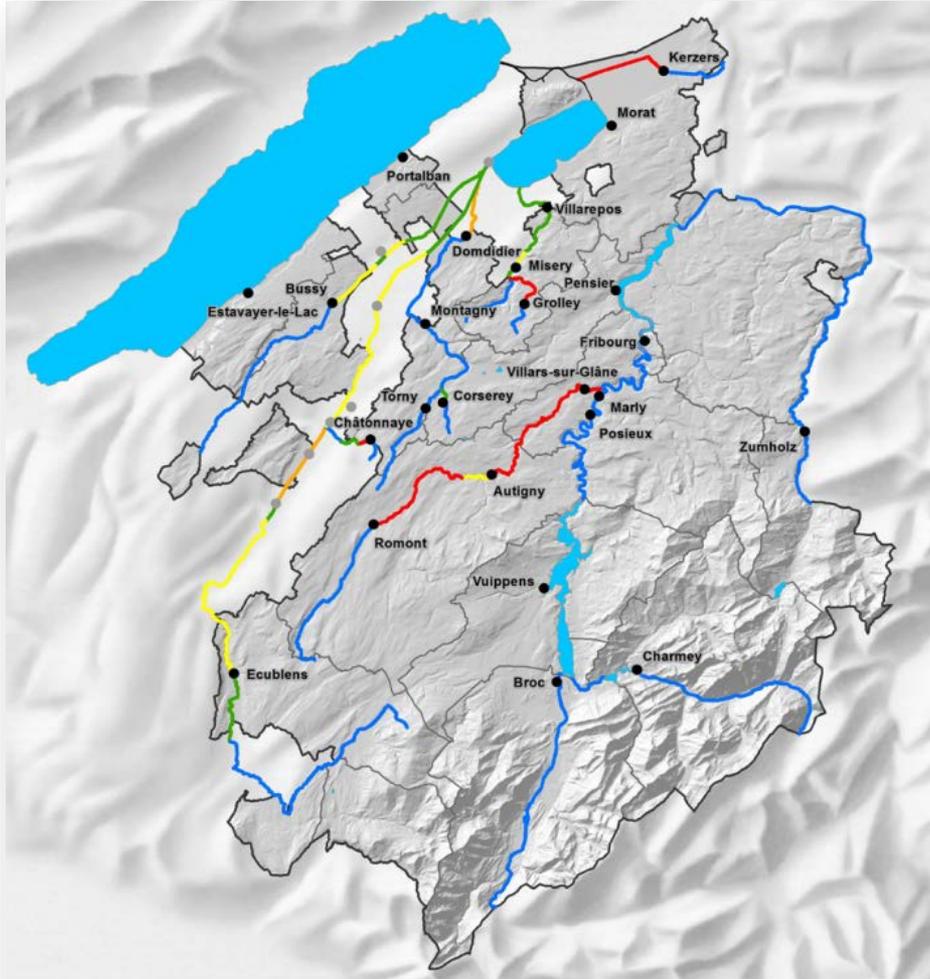


...der Äußere Aspekt kann mit Hilfe dieser Anleitung und nach einer entsprechenden Einführung auch **ohne fundierte gewässerökologische Kenntnis und Erfahrung** erhoben werden...

...Aufnahmen des Äußeren Aspektes sollten auch **oberhalb und unterhalb von Einleitungen** (Hochwasserentlastungen, ARA, Regenbecken, ...) durchgeführt werden...

**Einfluss der Einleitungen auf die Fließgewässer**

# Empfindlichkeit des Gewässers gegenüber Einleitungen

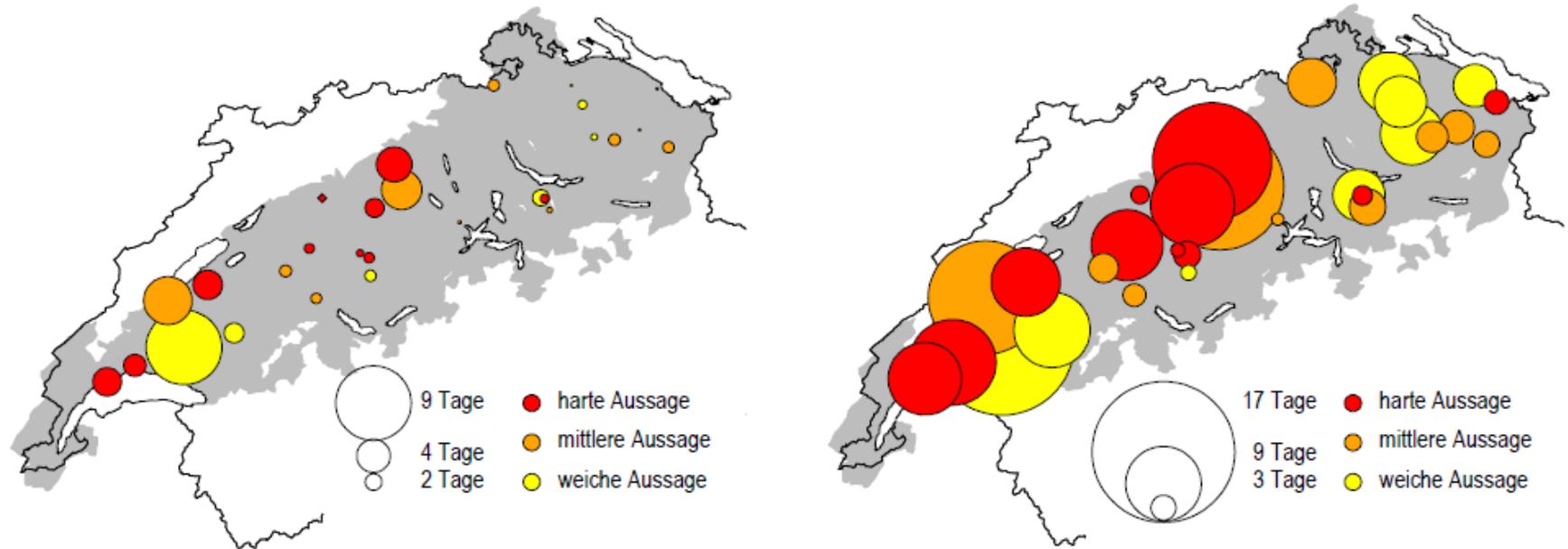


## Abwasseranteil in Fließgewässer



# Rückgang des Abflusses

Abb. 35 > Vergleich der mittleren Unterschreitungsdauer des 95 %-Quantils der Kontrollperiode mit der Dauer der entsprechenden Unterschreitung der beiden Szenarioperioden: links für die nahe Zukunft um 2035, rechts für die ferne Zukunft um 2085



Meyer et al. 2012b

## Anhang 2, Ziffer 11 (GSchV) : ...seltene Niederwasserereignisse ?



# Beispiel Einzugsgebiet Murtensee

# Beobachtung Oberflächengewässerqualität

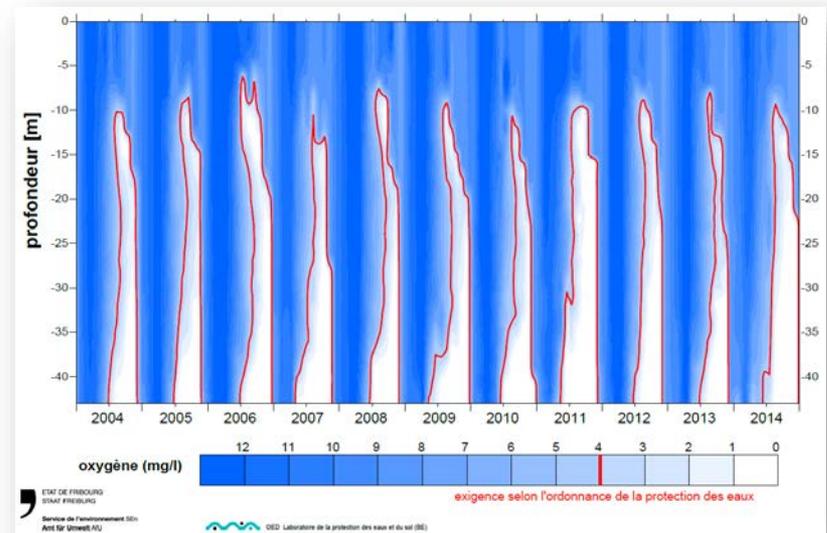
## Beispiel Einzugsgebiet Murtensee

### Monitoring

- > **Physikalisch-chemische Parameter** all monatlich seit 1982 an der tiefsten Stelle des Sees, alle 5-10 m
- > Tiefenprofile all monatlich (**Sauerstoff, Trübung, Temperatur, Leitfähigkeit**)
- > **Zoo- und Phytoplankton** all monatlich

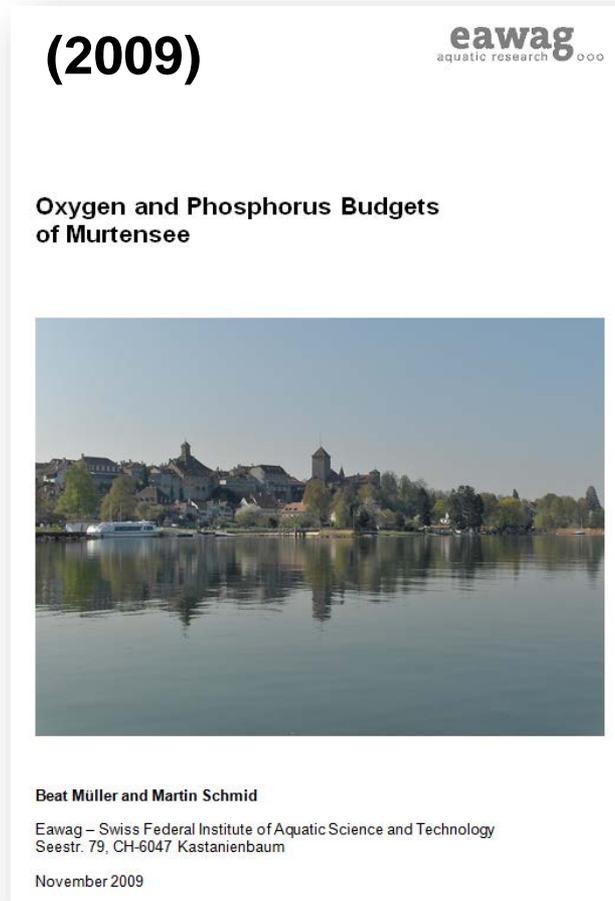
### Evaluation

- > **Mäßige Qualität**
- > **Große Defizite** beim **Sauerstoff** und der **Sediment-Fauna**



# Ursachen der Verunreinigung

## Beispiel Einzugsgebiet Murtensee



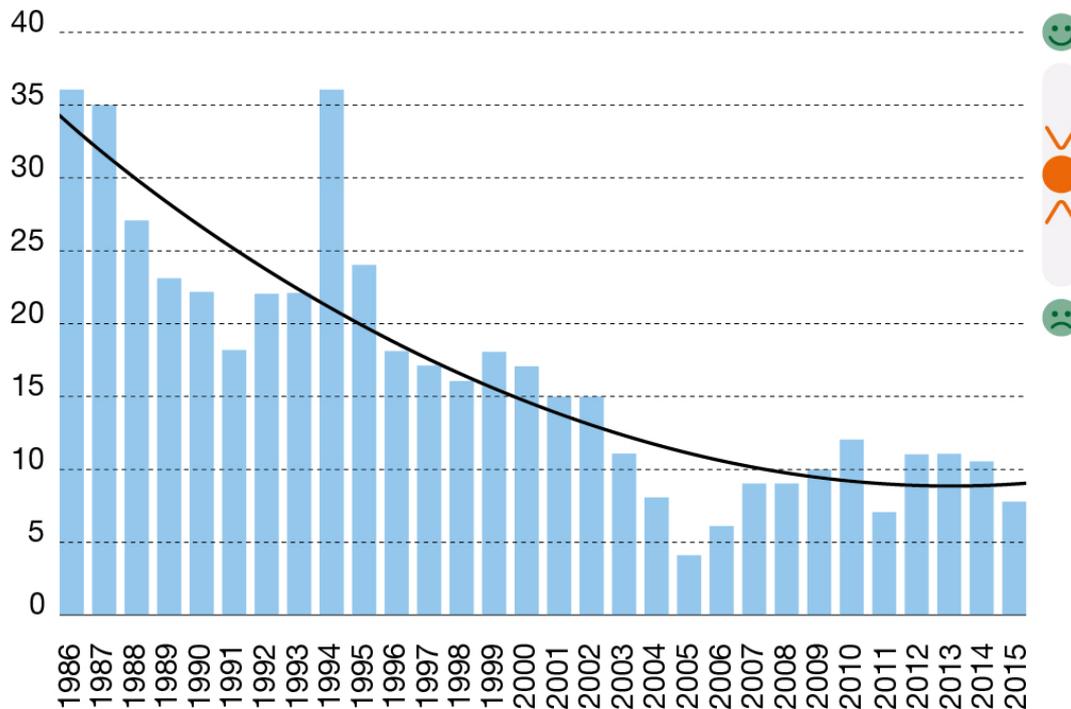
- > Woher stammt der **Sauerstoffverbrauch** während der Schichtungsperiode ?
  - > Je grösser der **Phosphoreintrag**, desto grösser das **Algenwachstum** und desto höher der **Sauerstoffverbrauch**
- > Woher stammt der **Phosphor** ?
  - > Gesamte Zufuhr von ca. 64 t/a (P<sub>tot</sub>), mehrheitlich von den **Zuflüssen**
  - > Ca. 50 t/a (P<sub>tot</sub>) sind in den **Sedimenten** gebunden

# Ursachen der Verunreinigung

## Beispiel Einzugsgebiet Murtensee

Entwicklung des Gesamtposphors im Murtensee von 1986 bis 2015

Belastung (t)



## Stagnation der Phosphorbelastung

- > Bemühungen zur **Verringerung der Phosphorzufuhr fortsetzen** und verstärken
- > Genaue Betrachtung der Entwicklung des Sees (Monitoring)

# Ursachen der Verunreinigung

## Beispiel Einzugsgebiet Murtensee

 (2011)

Indicateurs pour diminuer  
l'apport de phosphore vers le lac  
de Morat

---



<http://www.thimbawa.ch>

Sébastien Gassmann et Pierre Julien  
AGRIDEA – Lausanne

Décembre 2011



### Identifikation der Phosphorquellen im Einzugsgebiet Murtensee

- > **Landwirtschaft** (Bodenerosion, Ungleichgewicht des Phosphors in den Böden...)
- > **Entwässerung** (ARA, Überläufe...)

# Aktionsplan

## Beispiel Einzugsgebiet Murtensee

 (2011)

Indicateurs pour diminuer  
l'apport de phosphore vers le lac  
de Morat

---



http://www.thimbawa.ch

Sébastien Gassmann et Pierre Julien  
AGRIDEA – Lausanne

Décembre 2011

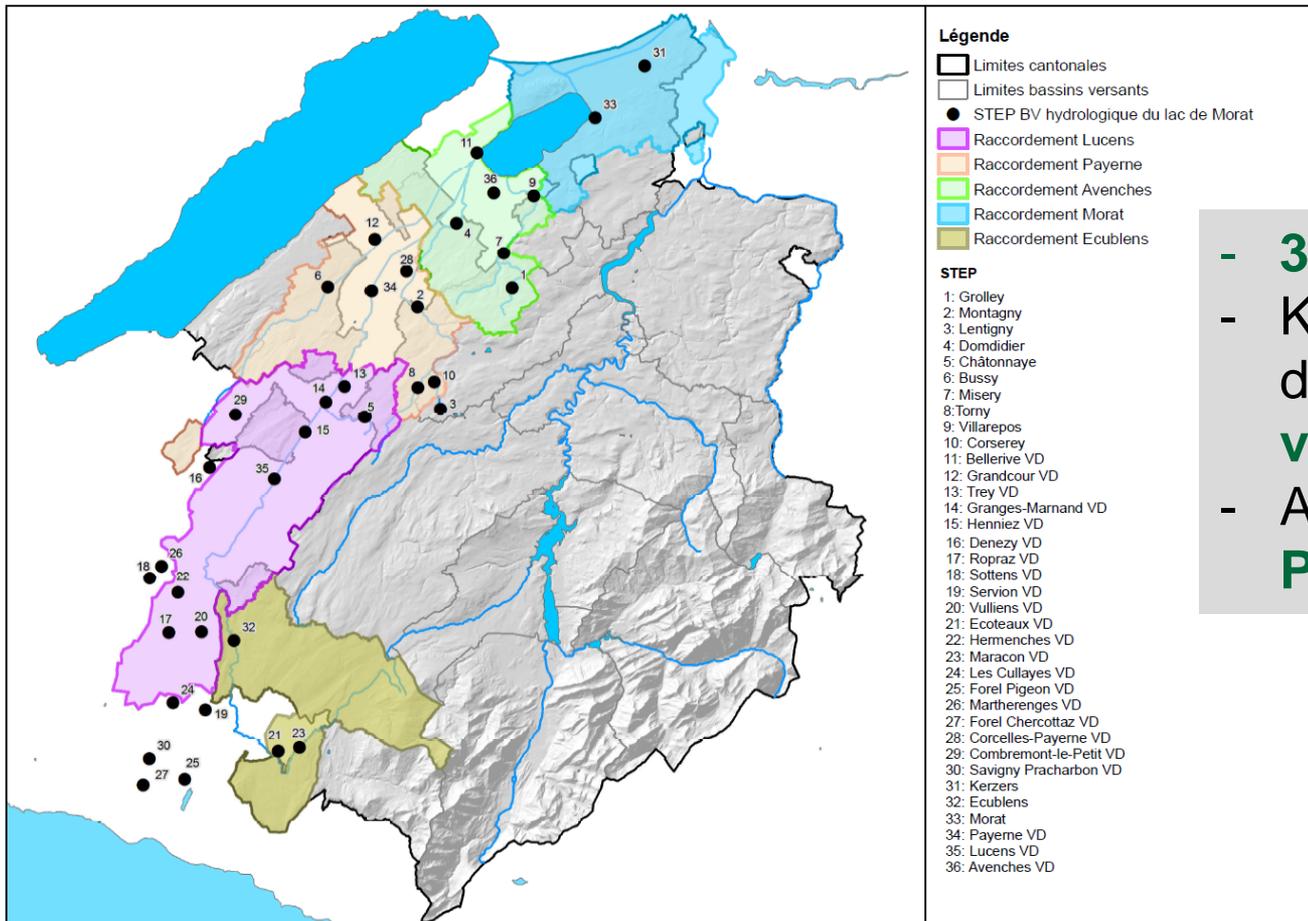


### Beseitigung der Phosphorquellen im Einzugsgebiet des Murtensees

- > **Düngerzufuhr** gemäß bewährter landwirtschaftlicher Praktiken ermuntern
- > Maßnahmen gegen die **Bodenerosion** einrichten
- > Erstellung von **Düngungsplänen** zur Korrektur des Ungleichgewichts des Phosphors in den Böden begünstigen
- > **Optimierung** des Betriebs der **ARA** (verschärfte Bedingungen für Phosphor)

# Aktueller Zustand

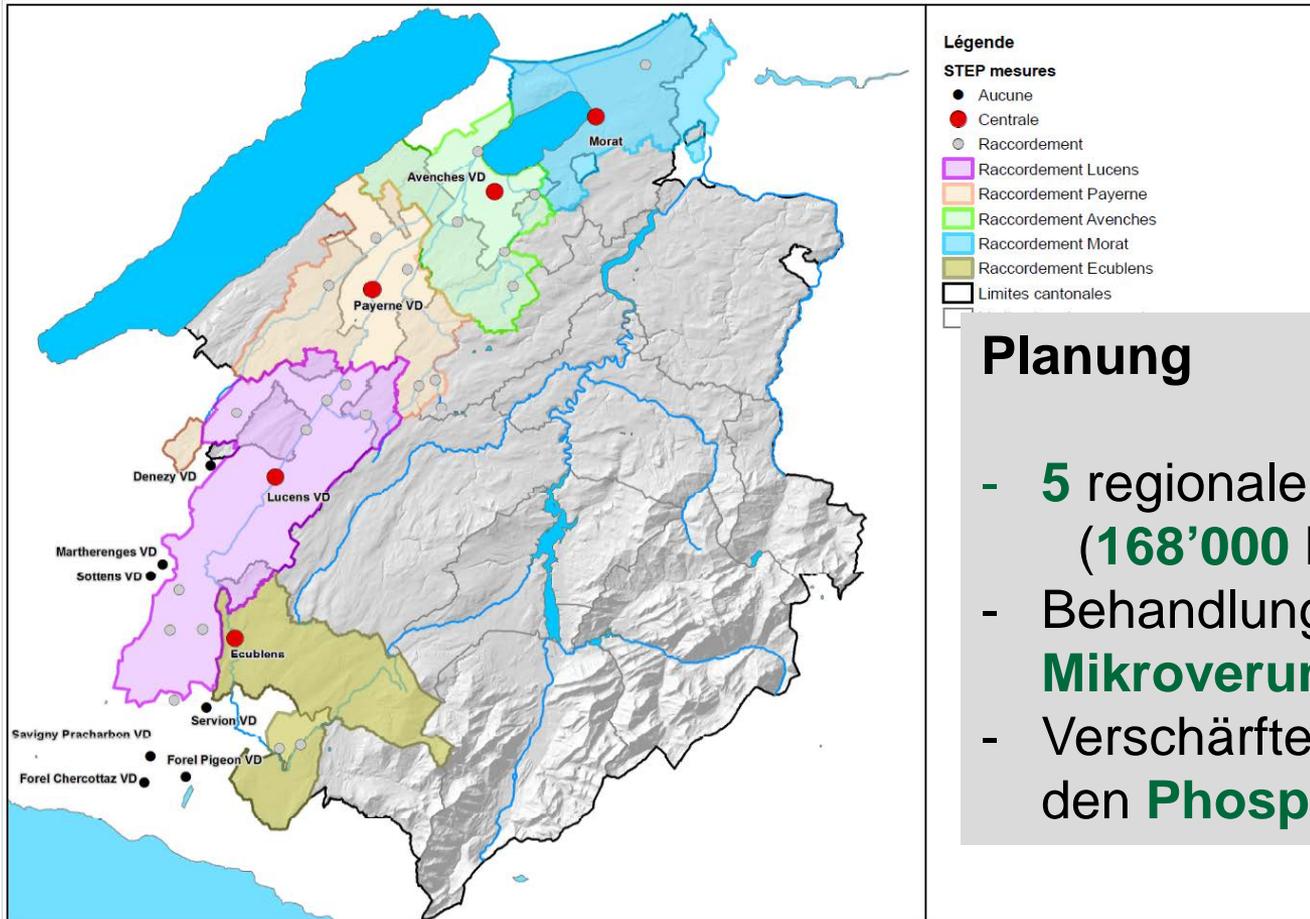
## Beispiel Einzugsgebiet Murtensee



- **36** ARA
- Keine Behandlung der **Mikro-verunreinigungen**
- Anforderung für den **Phosphor: 0.8 mg/l**

# Erforderlichen Maßnahmen

## Beispiel Einzugsgebiet Murtensee



### Planung

- 5 regionale **ARA**  
(**168'000** EW – 93 %)
- Behandlung der **Mikroverunreinigungen**
- Verschärfte Anforderungen für den **Phosphor**



# Allgemeine Diskussion



*Amt für Umwelt - AfU*

## Auswirkung der Abwässer auf die Fließgewässer

24 Mai 2018



Pascal Mulattieri  
Biol'Eau Sàrl

- **Im Trocken:**
  - **Einführung in Gewässerökologie**
  - **Beurteilung der Gewässerqualität**
- **An Ort und Stelle:**
  - **Einführung in Wasserorganismen**
  - **Einfluss der Abwässer**
  - **Vereinfachtes Monitoring**
  - **Fragen und Schlussfolgerungen**

- Den Einfluss der Einleitung von Abwasser auf die Gewässer **grob einschätzen** können:
  - Die Anforderungen in Sachen Gewässerqualität erfüllen (gemäss GSchV Anhang 2)
  - Fehlfunktion der Anlagen



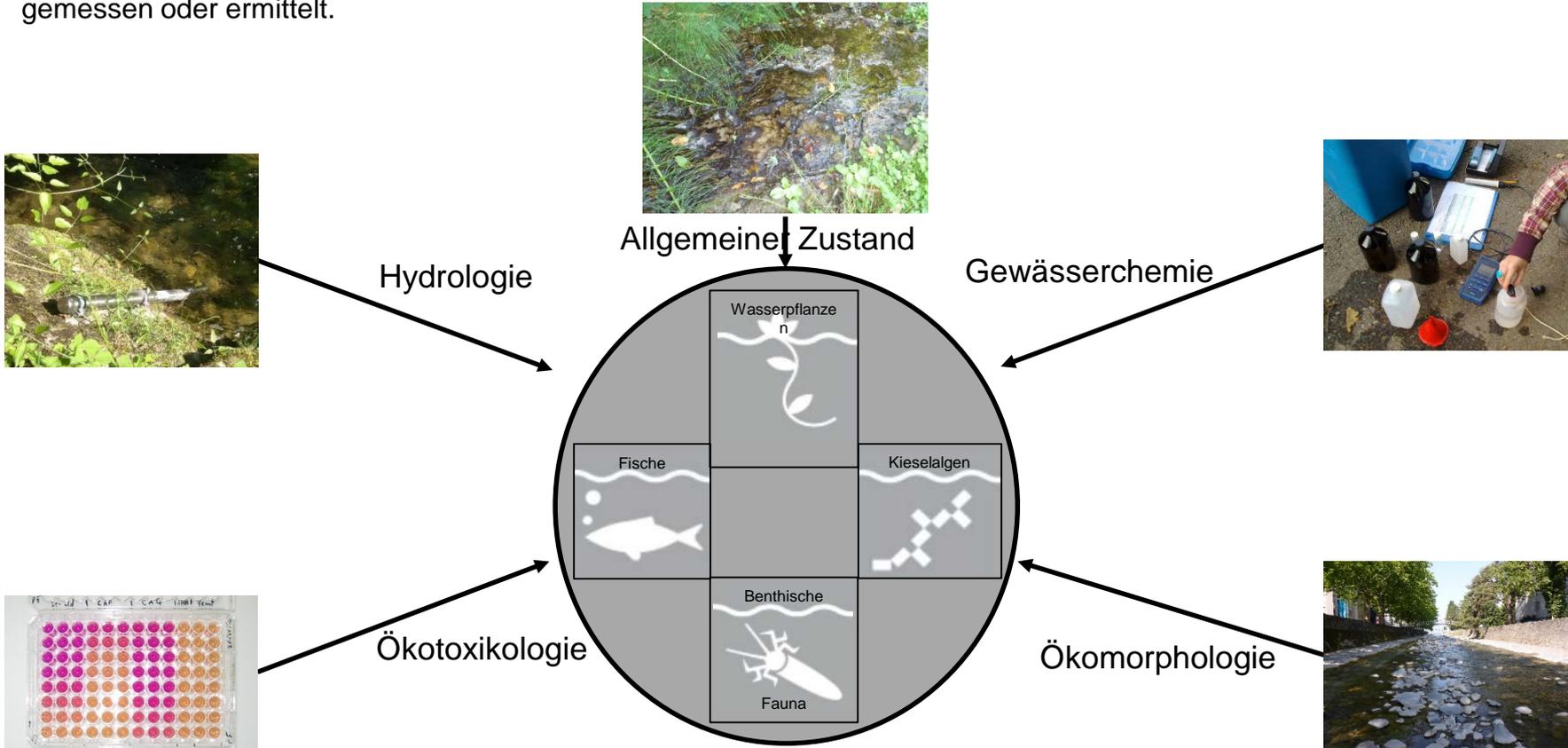
## Einführung in Gewässerökologie

Die aquatischen Ökosysteme, Seen und Fließgewässer fungieren als « natürliche Empfänger »



# Einführung in Gewässerökologie

Ein Fließgewässer ist ein Ökosystem, das dem Einfluss zahlreicher physikalischer, chemischer und biologischer Faktoren ausgesetzt ist. Um den **allgemeinen Zustand** einschätzen zu können, werden verschiedene Parameter gemessen oder ermittelt.



## Einführung in Gewässerökologie

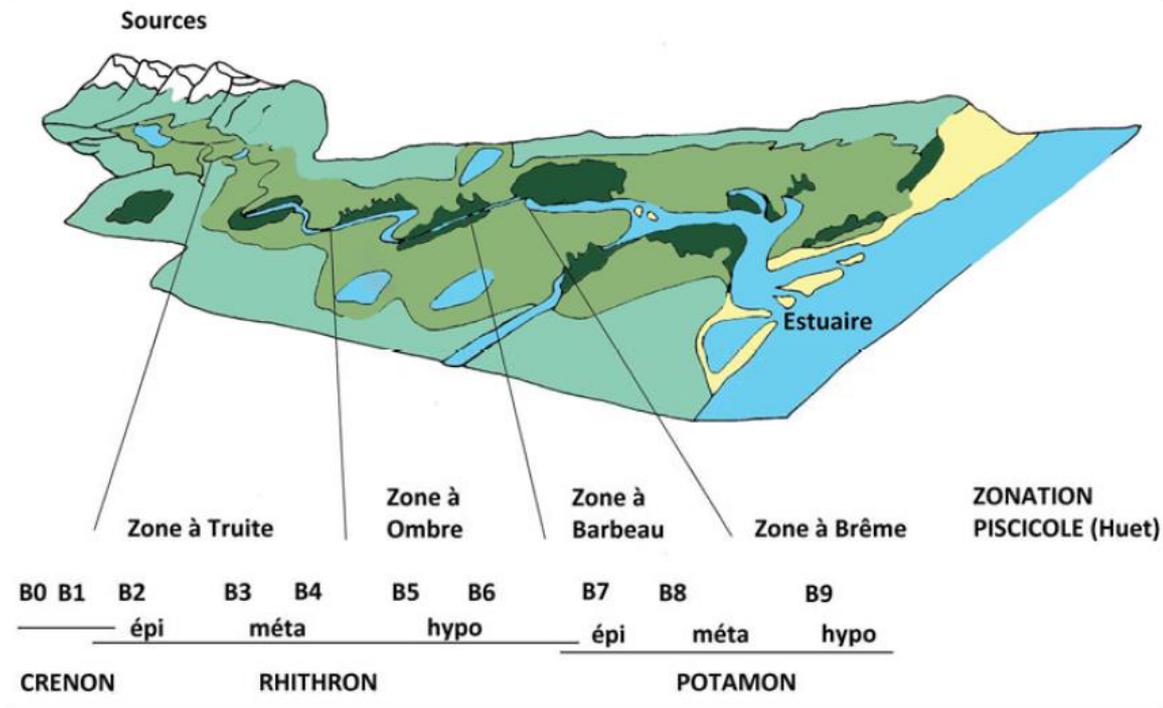
Die **Typologie** der Fließgewässer ist sehr vielfältig und hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- Höhenlage
- Abflussregime
- Neigung
- Geologie



Die **Einteilung** der Fließgewässer:

Quelle → Mündung



Die geltenden gesetzlichen Grundlagen berücksichtigen die aquatischen Lebensgemeinschaften:

- **GSchG (814 20) et GSchV (814 201)**

- **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 haushälterischen 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 landwirtschaftlichen Bewässerung;
- der Benützung zur Erholung;
- der Sicherung der natürlichen Funktion des Wasserkreislaufs.

- **Ökologische Ziele für Gewässer**

- **1 Oberirdische Gewässer**

<sup>1</sup> Die Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen oberirdischer Gewässer und der von ihnen beeinflussten Umgebung sollen:

- naturnah und standortgerecht sein sowie sich selbst reproduzieren und regulieren;
- eine Vielfalt und eine Häufigkeit der Arten aufweisen, die typisch sind für nicht oder nur schwach belastete Gewässer des jeweiligen Gewässertyps.

- **NHG**

Identifizierung der schützenswerten Biotope (NHG Art. 18, Abs. 1bis); insbesondere der Habitate von **typischen Gewässerarten, auf nationaler Ebene prioritärer oder gefährdeter Arten** (rote Listen)



# Beurteilung des Zustands der Fließgewässer

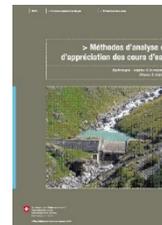
Das Schweizer Gesetz bezweckt, « die Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen » [...] (Art. 1 GSchG)

⇒ Methoden zur Analyse und Beurteilung des Zustands der Fließgewässer gemäss einheitlichen Kriterien:

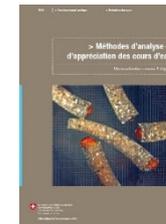
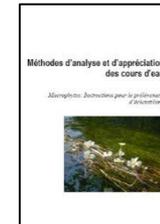
**Das Modul-Stufen-Konzept** [http://www.systeme-modulaire-gradue.ch/index?clear\\_lang=1](http://www.systeme-modulaire-gradue.ch/index?clear_lang=1)

Zur Zeit aus mehreren Modulen zusammengesetzt;

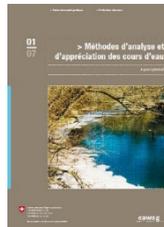
- Hydrologie
- Ökomorphologie
- Äusserer Aspekt
- Chemie und Nährstoffe



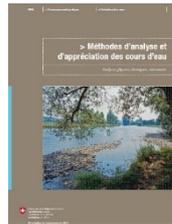
- Kieselalgen
  - Makrophyten
  - Makrozoobenthos
  - Fische
- } Biologische Aspekte



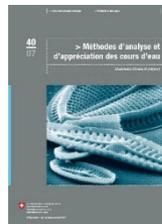
# Beurteilung gemäss MSK



Beobachtungen



Labor



Spezialisten

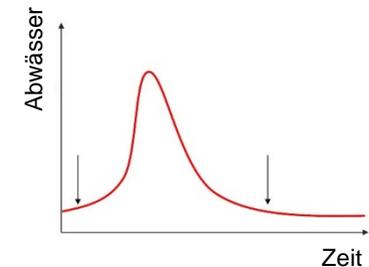
natürlich			unbekannt/anthropogen		
Beurteilung	Bewertung	Abklärungen	Beurteilung	Bewertung	Abklärungen
<b>Klasse 1</b>	Anforderungen GSchV erfüllt	keine	<b>Klasse 1</b>	Anforderungen GSchV erfüllt	keine
<b>Klasse 2</b>			Erfüllung der Anforderungen GSchV fraglich	Vorgehen nach GSchV Art. 47	
<b>Klasse 3</b>			Anforderungen GSchV nicht erfüllt		

sehr gut
gut
mässig
unbefriedigend
schlecht

## Beurteilungswerkzeuge - Rollen

1. Die Analysen zu den **Schadstoffen** (chemisch-physikalische z.B.) liefern Informationen zur Herkunft oder Ursache der Störungen:

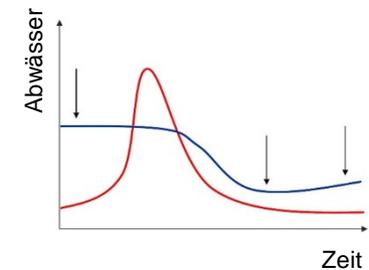
- Identifizierung und Quantifizierung der Schadstoffe
- Oft einmalige Analysen oder Teilanalysen
- Hohe Kosten (1 PCB-Analyse > 500 CHF)
- Hohe Anzahl an Schadstoffen (z.B. Pflanzenschutzmittel)



2. Die **physikalischen Eigenschaften** liefern Informationen zur Herkunft oder Ursache der Störungen.

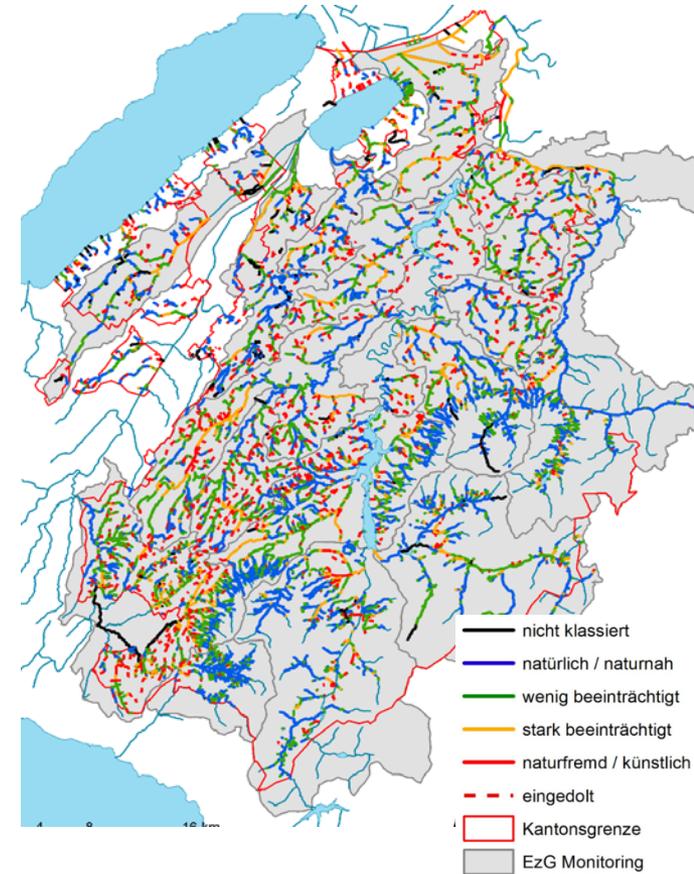
3. Die **lebenden Organismen** integrieren die Veränderungen des Milieus:

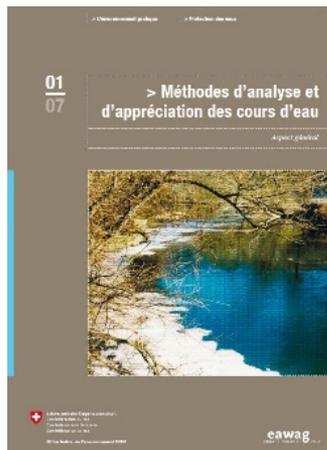
- Erlauben eine Analyse der Auswirkungen der Störungen
- Kurz-, mittel- oder langfristig in Abhängigkeit der Organismen und der Toleranzschwellen
- Vielfältige Herkunft



Die **Ökomorphologie** der Fließgewässer *beinhaltet die gesamten strukturellen Gegebenheiten des Wassers und seiner Umgebung:*

- Morphologie der Gewässer
- Bauliche Massnahmen (Eindämmung, Flussbett, Staudamm)
- Umgebende Gegebenheiten (Konstruktionen, Landnutzung)





## Beurteilung der Gewässerqualität gemäss GSchV

- Mit den Sinnen überprüfbare Parameter
- 10 Kontrollkriterien
- Keine « Spezialisten-Ausbildung » erforderlich
- Felderhebungen in 10-15 min. durchgeführt

### A2 Protokollblatt Äusserer Aspekt

Datum: \_\_\_\_\_ BearbeiterIn: \_\_\_\_\_

**Gewässer:** Name: \_\_\_\_\_ Nr.: \_\_\_\_\_

**Untersuchungsstelle:** Ortsbezeichnung: \_\_\_\_\_ Nr.: \_\_\_\_\_

**Koordinaten:** X – Koo. \_\_\_\_\_ Y – Koo. \_\_\_\_\_

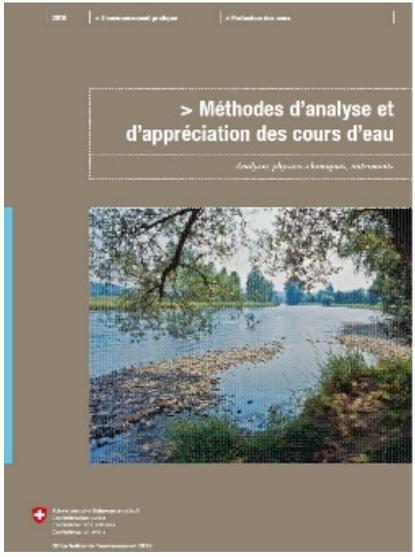
**Witterung:** <2 Tage nach Regen  >2 Tage nach Regen

**Bemerkungen:** (z.B. Wasserführung, Restwasserstrecke, Schwall-Surik, ...)

<b>Schlamm</b>	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> natürlich	<input type="checkbox"/>	<b>Eisensulfid [°]</b>	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> 0%	<input type="checkbox"/> natürlich	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> wenig/mittel	<input type="checkbox"/> anthropogen	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> wenig/mittel	<input type="checkbox"/> <25%	<input type="checkbox"/> anthropogen	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> viel	<input type="checkbox"/> unbekannt	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> viel	<input type="checkbox"/> >25%	<input type="checkbox"/> unbekannt	<input type="checkbox"/>
<b>Bemerkungen:</b>	<input type="checkbox"/> starker Laubfall	<input type="checkbox"/> Drainage	<input type="checkbox"/>	<b>Bemerkungen:</b>	<input type="checkbox"/> starker Laubfall	<input type="checkbox"/> Drainage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Abwasserleitung	<input type="checkbox"/> Andere	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Abwasserleitung	<input type="checkbox"/> Andere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Gülle			<input type="checkbox"/> Gülle				
<b>Trübung</b>	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> natürlich	<input type="checkbox"/>	<b>Kolimation</b>	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> natürlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> leicht/mittel	<input type="checkbox"/> anthropogen	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> leicht/mittel	<input type="checkbox"/> anthropogen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> unbekannt	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> unbekannt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Bemerkungen:</b>	<input type="checkbox"/> Abwasserleitung	<input type="checkbox"/> Seeausfluss	<input type="checkbox"/>	<b>Feststoffe</b>	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Baustelle	<input type="checkbox"/> Gletscher	<input type="checkbox"/>	(aus Siedungen/bewässerung)	<input type="checkbox"/> vereinzelte	<input type="checkbox"/> vereinzelte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Wasserkraftwerk	<input type="checkbox"/> Bergbach	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> viele	<input type="checkbox"/> viele	<input type="checkbox"/> viele	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Ufermischung	<input type="checkbox"/> Andere	<input type="checkbox"/>	<b>Bemerkungen:</b>	<input type="checkbox"/> Hygieneartikel	<input type="checkbox"/> Kennzeichentabletten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Moorausfluss			<input type="checkbox"/> WC-Papier	<input type="checkbox"/> Verpackungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Verfärbung</b>	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> natürlich	<input type="checkbox"/>	<b>Heterotropher Bewuchs [°]</b>	3 Klassen			
	<input type="checkbox"/> leicht/mittel	<input type="checkbox"/> anthropogen	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> natürlich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> unbekannt	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> vereinzelte	<input type="checkbox"/> anthropogen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Bemerkungen:</b>	<input type="checkbox"/> Farbe gelöst	<input type="checkbox"/> Baustelle	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> wenig	<input type="checkbox"/> unbekannt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Farbe partikulär	<input type="checkbox"/> Seeausfluss	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Abwasserleitung	<input type="checkbox"/> Moorausfluss	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> viel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Farbe: _____	<input type="checkbox"/> Andere	<input type="checkbox"/>	<b>Bemerkungen:</b>	<input type="checkbox"/> starker Laubfall	<input type="checkbox"/> Drainage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/> Abwasserleitung	<input type="checkbox"/> Andere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/> Gülle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Schaum</b>	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> natürlich	<input type="checkbox"/>	<b>Pflanzenbewuchs</b>	<input type="checkbox"/> kein/wenig	<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/> viel	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> wenig/mittel	<input type="checkbox"/> anthropogen	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> <10%	<input type="checkbox"/> 10-50%	<input type="checkbox"/> >50%	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> viel	<input type="checkbox"/> unbekannt	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Algen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Bemerkungen:</b>	<input type="checkbox"/> starker Laubfall	<input type="checkbox"/> Moorausfluss	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Moosen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Abwasserleitung	<input type="checkbox"/> Seeausfluss	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Makrophyten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Gülle	<input type="checkbox"/> Ranunculus	<input type="checkbox"/>	<b>Bemerkungen:</b>				
	<input type="checkbox"/> Drainage	<input type="checkbox"/> Andere	<input type="checkbox"/>					
<b>Geruch</b>	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> natürlich	<input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/> leicht/mittel	<input type="checkbox"/> anthropogen	<input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> unbekannt	<input type="checkbox"/>					
<b>Bemerkungen:</b>	<input type="checkbox"/> Abwasserleitung	<input type="checkbox"/> Faulig	<input type="checkbox"/>	<b>Strömung (Zusatz zu *)</b>	<input type="checkbox"/> schwach	<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Waschnittel	<input type="checkbox"/> Andere	<input type="checkbox"/>					
	<input type="checkbox"/> Gülle							



# Chemisch-physikalische Analysen und Nährstoffe



Beurteilung	Nitrit [mg/L N] <sup>7</sup> ( < 10 mg/L Cl- )	Nitrit [mg/L N] ( 10 bis 20 mg/L Cl- )	Nitrit [mg/L N] ( > 20 mg/L Cl- )
sehr gut	bis < 0,01	bis < 0,02	bis < 0,05
gut	0,01 bis < 0,02	0,02 bis < 0,05	0,05 bis < 0,10
mässig	0,02 bis < 0,03	0,05 bis < 0,075	0,10 bis < 0,15
unbefriedigend	0,03 bis < 0,04	0,075 bis < 0,10	0,15 bis < 0,20
schlecht	0,04 und mehr	0,10 und mehr	0,20 und mehr

Beurteilung	Ammonium <sup>8</sup> [mg/L N] (> 10 °C oder pH > 9)	Ammonium [mg/L N] (< 10 °C)	Nitrat <sup>9</sup> [mg/L N]
sehr gut	bis < 0,04	bis < 0,08	bis < 1,5
gut	0,04 bis < 0,2	0,08 bis < 0,4	1,5 bis < 5,6
mässig	0,2 bis < 0,3	0,4 bis < 0,6	5,6 bis < 8,4
unbefriedigend	0,3 bis < 0,4	0,6 bis < 0,8	8,4 bis < 11,2
schlecht	0,4 und mehr	0,8 und mehr	11,2 und mehr

## Zahlreiche im Labor zu analysierende Parameter:

- Ortho-phosphat
- Nitrat
- Nitrit
- Ammonium
- Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)
- pH (in Situ und Labor)
- Temperatur, Leitfähigkeit und Sauerstoff (in Situ)
- Abflussmenge (ev. geschätzt)
- Chlorid





**Bioindikatoren** (gemäss Ramade, 2002)<sup>1</sup> :

*Begriff, der pflanzliche oder tierische Arten bezeichnet, die aufgrund ihrer ökologischen Besonderheiten Indikatoren der abiotischen und biotischen Veränderungen der Umwelt sind.*

**Bioindikation:**

- Nutzt die Zusammensetzung und die Diversität der Fauna/Flora, sowie die differenzierte Empfindlichkeit der Indikator-Organismen.
- Widerspiegelt die Gesamtheit der umweltlichen Faktoren, die auf sie einwirken.

Die Bioindikation ermöglicht den Nachweis der Auswirkungen der Wasserqualität, der morphologischen und hydrologischen Bedingungen, der dynamischen Prozessen.

<sup>1</sup>Ramade, F. 2002. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Paris, Ediscience International. 1075 pp.

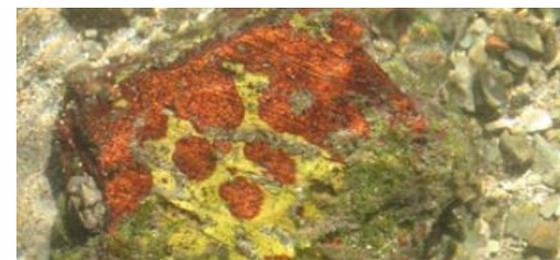
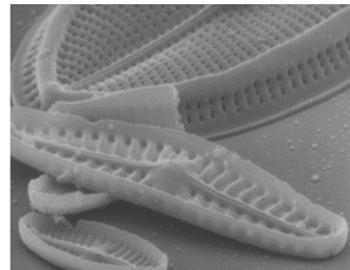
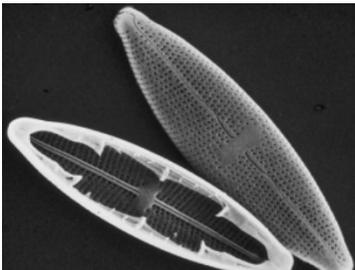
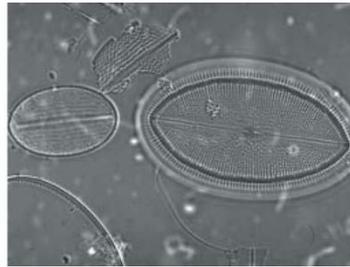
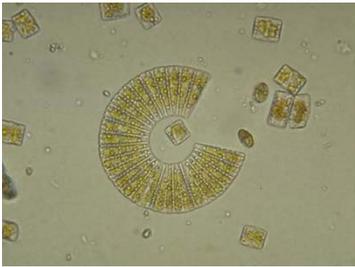
# Wasserorganismen



# Algen

**Algen** sind Lebewesen, die in der Lage sind, die Photosynthese durchzuführen:

- Einzeller, Zellfäden oder **lames simples**,
- Phytobenthos, Plankton (Phytoplankton) oder fädige Algen



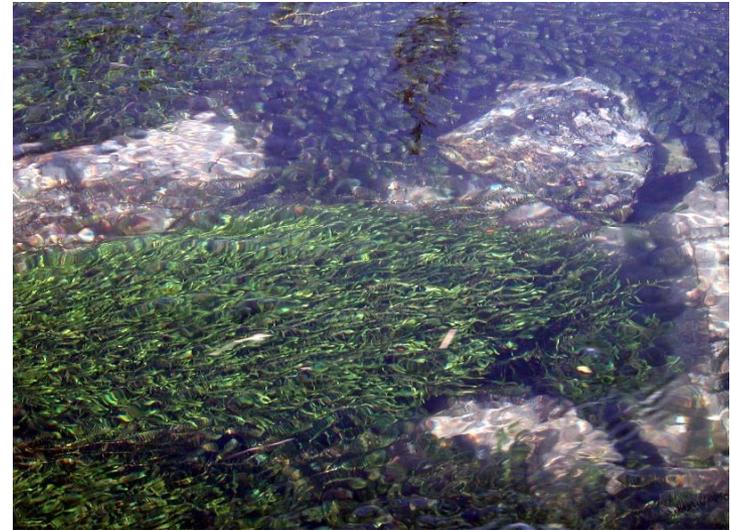
BAFU, 2007

## Bryophyten (Moose):

- Keine echten Wurzeln, aber Rhizoïden, um sich am Substrat festzubinden
- Kein echtes Gefässsystem



<http://www.swissbryophytes.ch>

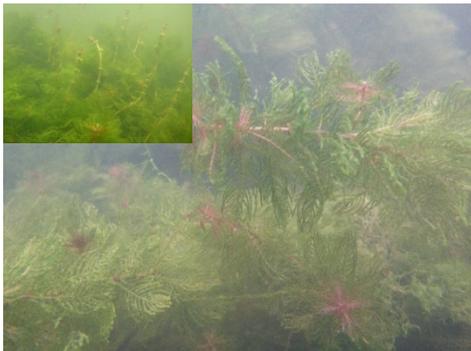


<http://www.swissbryophytes.ch>

# Wasserpflanzen

## Wasserpflanzen:

- Mit den Landpflanzen vergleichbare Pflanzen,
- Meist gross (2-4 m), in den Seen,
- Wurzeln, ein Stiel, Blätter und Blumen.



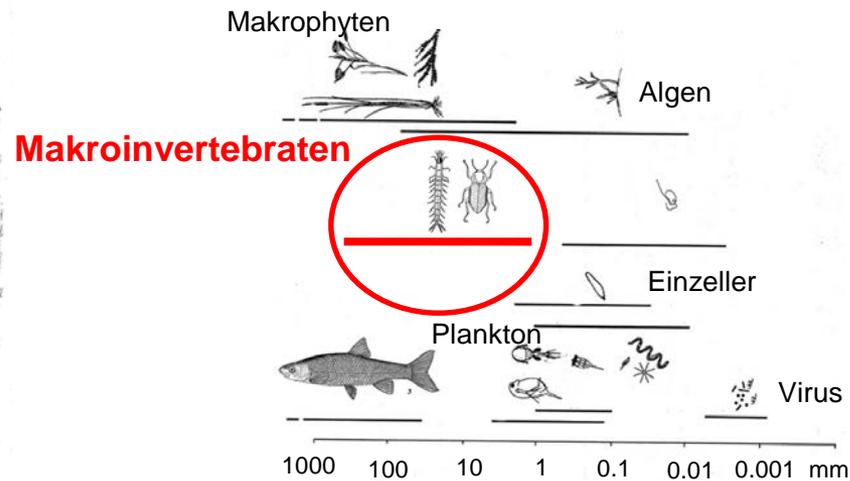
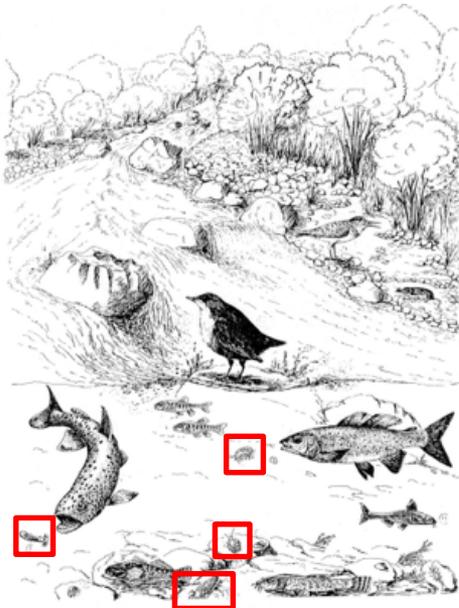


# Wirbeltiere (Fische, Amphibien, Reptile und Vögel)



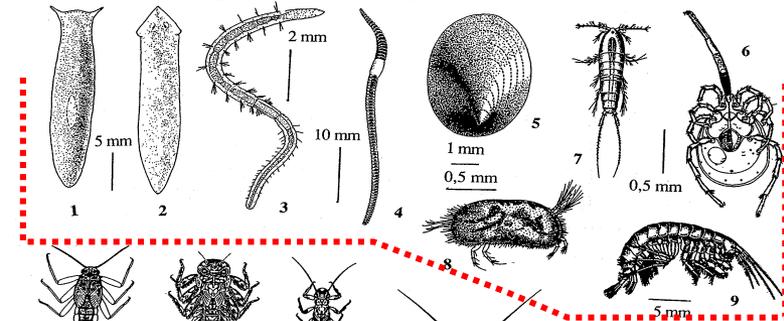
# Makrozoobenthos

- Auf und im Flussbett der Fließgewässer lebende Organismen
- Auch benthische Fauna, benthische Makroinvertebrate, Benthos genannt
- Bestehen aus wirbellose Tiere wie Insektenlarven, Würmer, Krebse, usw
- Den örtlichen Bedingungen des Milieus angepasst



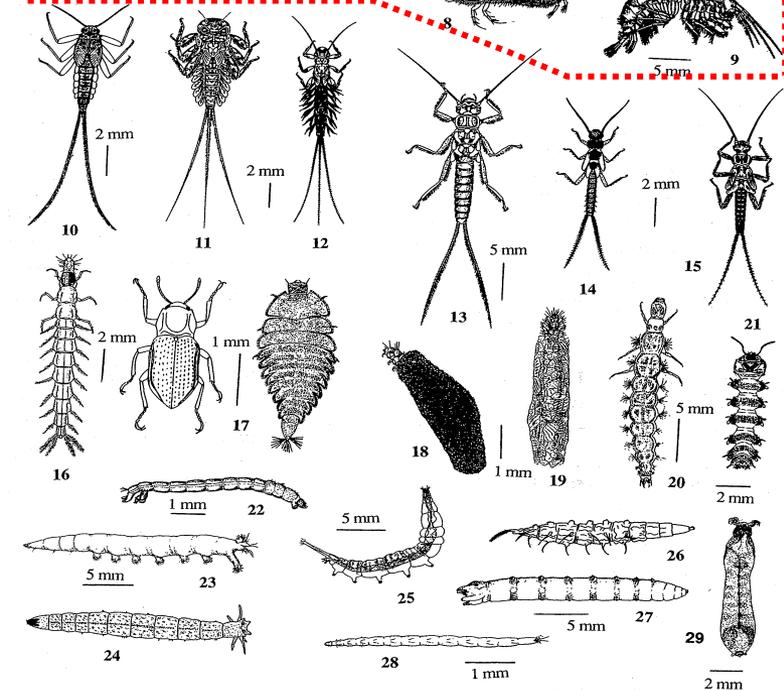
# Makrozoobenthos - Definitionen

## Nicht Insekten



## Insekten

- 1 unterteilter Körper (Kopf, Thorax, Abdomen)
- 1 Paar Antennen
- 3 Paare Pforten

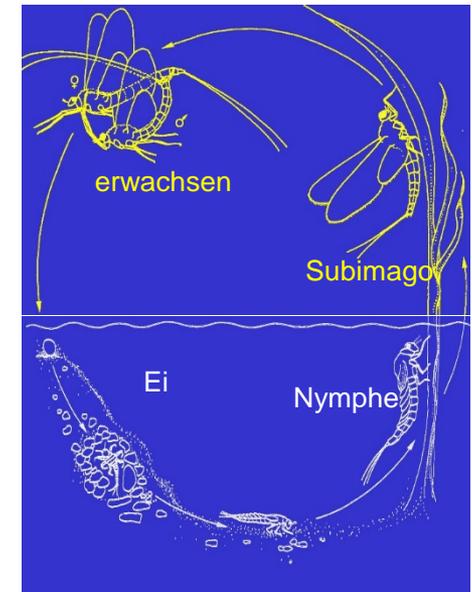
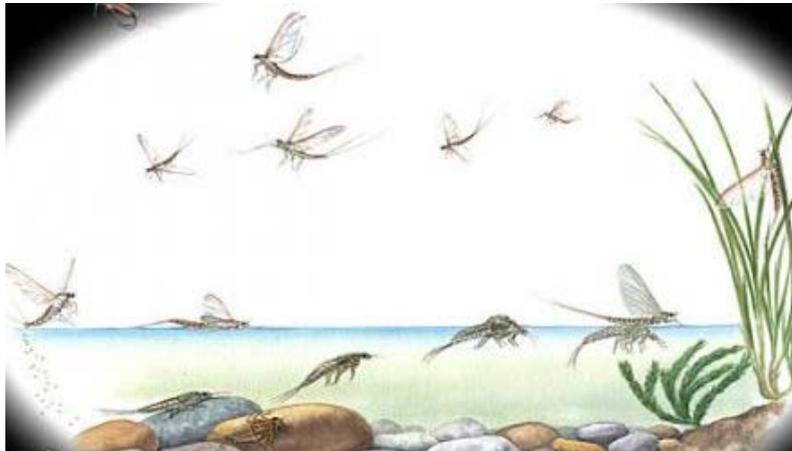


(Angelier, 2000)

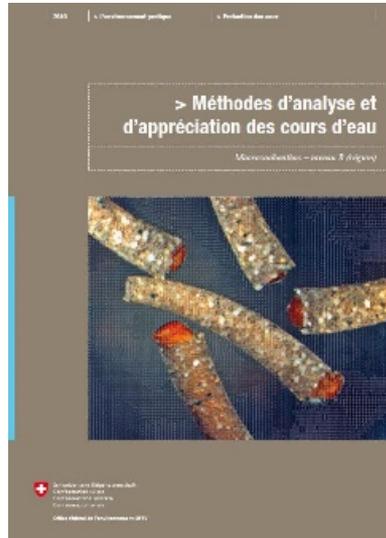
## Makrozoobenthos – Lebenszyklus

Die Organismen, aus denen die benthische Fauna besteht, unterscheiden sich durch ihren Lebenszyklus:

- **Vollständig aquatisch:** Würmer, Krebse, Weichtiere, Blutegel, gewisse Käfer (Coleoptera)
- Das Habitat im Laufe ihrer Entwicklung wechselnd, wobei die **Larven im Wasser** und die **Erwachsenen in der Luft** leben: Steinfliegen (Plecoptera), Köcherfliegen (Trichoptera), Eintagsfliegen (Ephemeroptera), Zweiflügler (Diptera), usw.

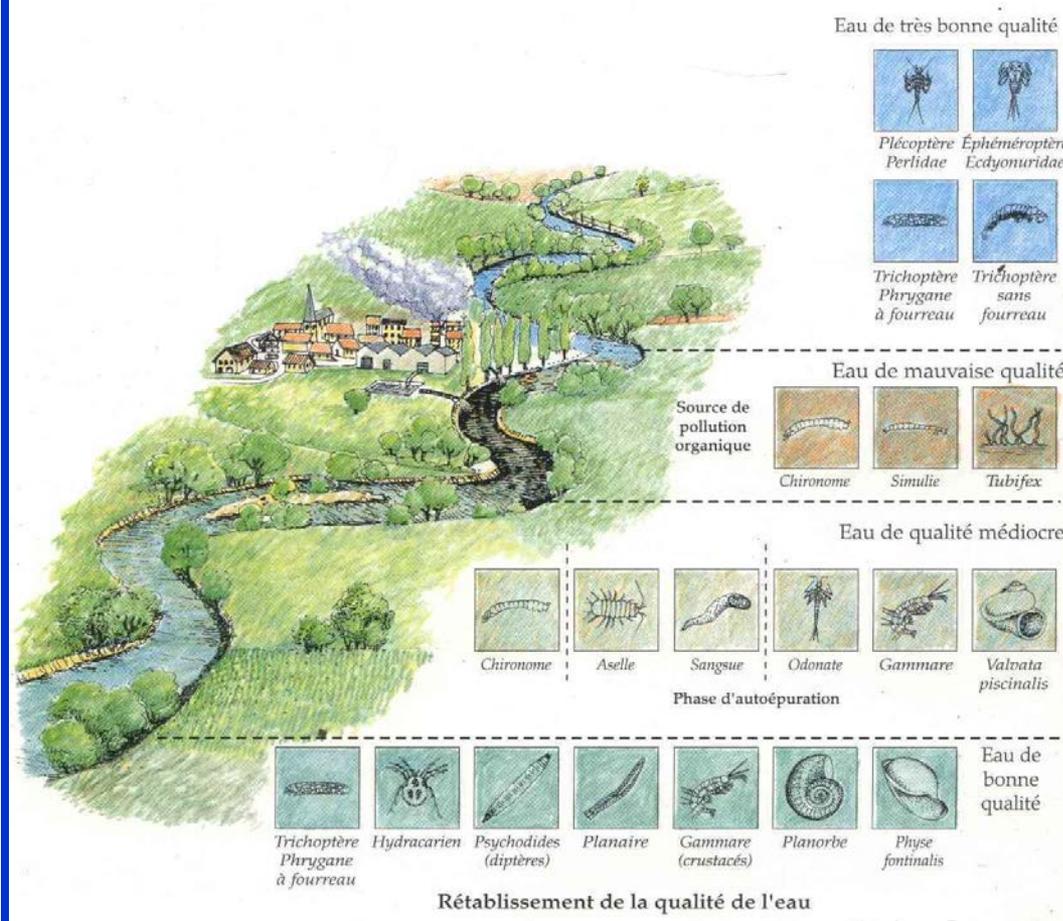


## Schweizer biologischer Index IBCH

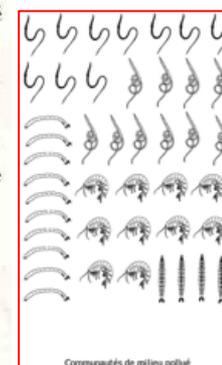


- Ubiquitär, Schlüsselrolle in der Nahrungskette, genügend langes Larvalstadium
- Grosse Vielfalt taxonomischer, funktioneller Formen und Lebenszyklen
- Variable Toleranz gegenüber Verschmutzungen oder Störungen
- Gut dokumentierte ökologische Anforderungen

# Makrozoobenthos - Bioindikation



- Hohe Diversität
- Tiefe Häufigkeiten
- Empfindliche Gruppen



- Schwache Diversität
- Hohe Häufigkeiten
- Widerstandsfähige Gruppen

Source: lamaisondalzaz.wordpress.com



# Makrozoobenthos - Bioindikation

Prinzip der auf das Makrozoobenthos basierende biologischen Indexe:

- Zusammensetzung der Organismen
- Diversität der Organismen
- Vorkommen empfindlicher oder « verschmutzungsempfindlicher » Organismen

Classe de variété		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
FAMILLES (groupes)	Cl	>50	45-49	41-44	37-40	33-36	29-32	25-28	21-24	17-20	13-16	10-12	7-9	4-6	1-3
<i>Chironomidae</i>															
<i>Perleidae</i>	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
<i>Perleidae</i>															
<i>Taeniopterygidae</i>															
<i>Copridae</i>	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
<i>Brachycentridae</i>															
<i>Ondocentridae</i>															
<i>Philopotamidae</i>															
<i>Leuctridae</i>															
<i>Glossosomatidae</i>															
<i>Beraeidae</i>	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
<i>Coenidae</i>															
<i>Lepidophlebiidae</i>															
<i>Nemouridae</i>															
<i>Lepidostomatidae</i>	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
<i>Sencostomatidae</i>															
<i>Ephemeridae</i>															
<i>Hydropsychidae</i>															
<i>Heplogeniidae</i>	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
<i>Polymitarcidae</i>															
<i>Ptilomanthidae</i>															
<i>Lepidoceridae</i>															
<i>Polycentropodidae</i>	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
<i>Psychomyiidae</i>															
<i>Rhyacophilidae</i>															
<i>Limnephilidae *</i>	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
<i>Hydropsychidae *</i>															
<i>Ephemerellidae *</i>															
<i>Aphelocheridae *</i>															
<i>Baetidae *</i>															
<i>Caenidae *</i>	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
<i>Elmidae *</i>															
<i>Gammaridae *</i>															
<i>Mellichaeidae *</i>															
<i>Chironomidae *</i>	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
<i>Asellidae *</i>															
<i>Hirudinea *</i>															
<i>Oligochaeta *</i>															

➡ Berechnung des biologischen/biotischen Qualitätsindex = Note zwischen 0 und 20

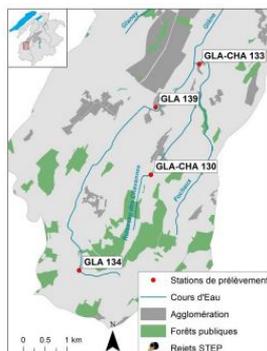
Verschiedene Indexe werden benutzt, wie die biotischen Indexe IBCH, IBGN, RIVAUX



# Makrozoobenthos - Monitoring

## ➤ Die Glane (FR)

### Description de la station – Nom du bassin versant



<b>BV</b>	20-280	<b>Rivière</b>	Glâne
<b>GEWISS</b>	233	<b>Station</b>	Le Raffour
		<b>Commune</b>	Siviriez

### Biologie

Campagnes	Précédente	2012	
<b>Date</b>	25.07.2006	02.04.2012	12.09.2012
<b>Méthode utilisée</b>	IBGN	IBCH	IBCH
<b>n° GI</b>	8	9	8
<b>Taxon indicateur</b>	Odontoceridae	Taeniopterygidae	Odontoceridae
<b>Diversité taxonomique</b>	27	24	28
<b>Note IBCH (IBGN)</b>	15	15	15

IBGN / IBCH :

Bon / très bon (17-20)	Satisfaisant / bon (13-16)	Moyen (9-12)	Médiocre (5-8)	Mauvais (0-4)

### Caractéristiques de la station

Campagnes	Précédente		2012	
	25.07.2006	02.04.2012	02.04.2012	12.09.2012
<b>Ecomorphologie-R</b>	peu atteint		peu atteint	
<b>Caractéristique</b>				
<b>Substrat dominant</b>	sables, sablons		cailloux, galets	
<b>Substrats / Colmatage</b>	légèrement ensablé		tendance au colmatage légèrement colmaté et ensablé	
<b>Présence d'algues</b>	filamenteuses		filamenteuses	
<b>Végétation riveraine</b>	2 rives, clairsemées		2 rives, clairsemées	
<b>Morphologie / Aménagement</b>	rivière naturelle		berges aménagées (vieux enrochements non vu en 2006)	

[http://www.fr.ch/eau/de/pub/dokumentation/gewaesser/qualitaet\\_fliessgewaesser.htm](http://www.fr.ch/eau/de/pub/dokumentation/gewaesser/qualitaet_fliessgewaesser.htm)

## Äusserer Aspekt – praktischer Teil

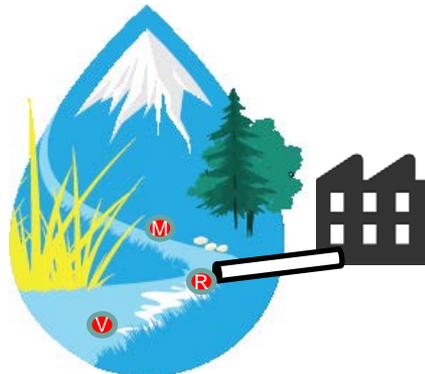
### *Grobe Beurteilung des Zustands des Fliessgewässers gemäss den Anforderungen des Anhangs 2 der GSchV*

**Jahreszeit:** Keine. Begrenzte Entwicklung der Vegetation während der kalten Jahreszeit.

**Empfehlungen:** Mehrmals pro Jahr 2 bis 4 Mal. Nie nach einem Hochwasser (min. 2 Tage später).

**Erhebungen:** Feldformular. Online Protokoll.

**Stellen:**



- M** Oberhalb der Einleitung
- R** Direkt unterhalb der Einleitung
- V** Unterhalb der Einleitung (gemischte Gewässer)



## « Verunreinigende » Einleitungen



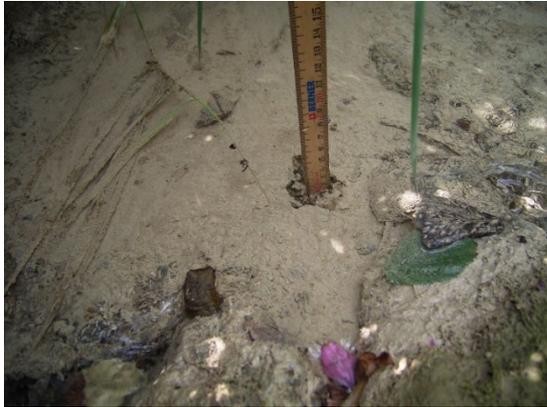
Durchgehende Einleitung  
z.B. ARA-Ausläufe



Punktuelle Einleitung  
z.B. Hochwasserentlastung

## Äusserer Aspekt – praktischer Teil

1. **Schlamm:** Ausmass der Verschlammung auf der ganzen Breite des Flussbetts – Erhebung vom Ufer aus



2. **Trübung:** Konzentration an Schwebstoffen – Erhebung mit farbloser Glasflasche



## Äusserer Aspekt – praktischer Teil

3. **Verfärbung:** Farbe – Erhebung mit einer Flasche vor weissem Hintergrund
4. **Schaum:** Schaumbildung – vom Ufer aus optisch erfasst



Natürlich oder künstlich?

5. **Geruch:** Geruch – Benutzung einer Glasflasche

## Äusserer Aspekt – praktischer Teil

6. **Eisensulfid:** schwarze Flecken unter den Steinen (Unterseite). 10 Erhebungen in ruhigem Wasser.



Belag auf den Steinen, der durch eine chemische Reaktion herbeigerufen wird, wenn viel organischer Stoff vorhanden ist.

7. **Kolmation:** Erhebungen / Entfernung von Steinen (z.B. 10)

8. **Abfälle:** Erfassung vom Ufer und vom Flussbett aus



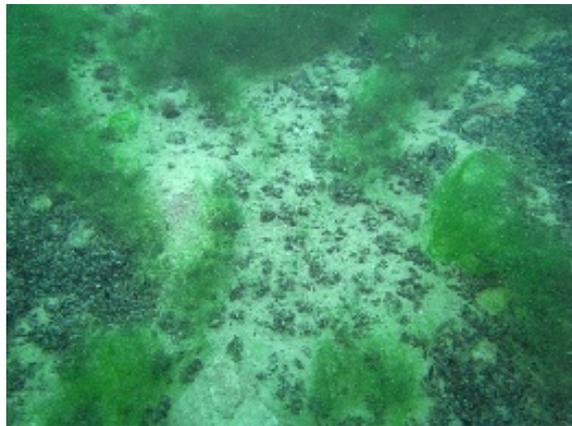
## Äusserer Aspekt – praktischer Teil

### 9. Heterotropher Bewuchs: 10 faustgrosse Steine



Pelziger Überzug aus Bakterien und Pilzen, die durch eine organische Verschmutzung hervorgebracht werden (Abwässer, Gülle)

### 10. Pflanzenbewuchs: Erfassung vom Ufer und vom Flussbett aus





# Äusserer Aspekt – praktischer Teil

## 1 Formular pro Erhebungsstation

### A2 Protokollblatt Äusserer Aspekt

Datum ..... BearbeiterIn .....

**Gewässer** Name  Nr.

**Untersuchungsstelle** Ortsbezeichnung  Nr.

**Koordinaten** X – Koord.  Y – Koord.

**Witterung** <2 Tage nach Regen  >2 Tage nach Regen

**Bemerkungen** (z.B. Wasserführung, Restwasserstrecke, Schwall-Sunk, ...)

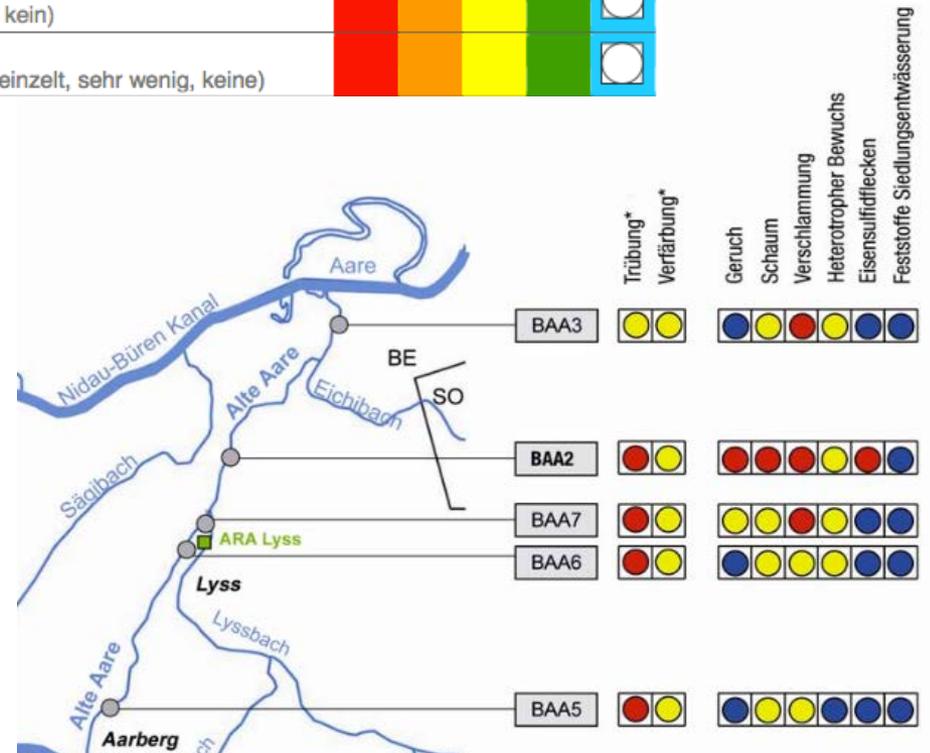
<b>Schlamm</b>	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> natürlich	<input type="checkbox"/>	<b>Eisensulfid [°]</b>	<input type="checkbox"/> kein 0%	<input type="checkbox"/> natürlich	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> wenig/mittel	<input type="checkbox"/> anthropogen	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> wenig/mittel <25%	<input type="checkbox"/> anthropogen	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> viel	<input type="checkbox"/> unbekannt	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> viel >25%	<input type="checkbox"/> unbekannt	<input type="checkbox"/>
<b>Bemerkungen:</b>	<input type="checkbox"/> starker Laubfall	<input type="checkbox"/> Drainage	<input type="checkbox"/>	<b>Bemerkungen:</b>	<input type="checkbox"/> starker Laubfall	<input type="checkbox"/> Drainage	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Abwasserleitung	<input type="checkbox"/> Andere	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Abwasserleitung	<input type="checkbox"/> Andere	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Gülle				<input type="checkbox"/> Gülle		
<b>Trübung</b>	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> natürlich	<input type="checkbox"/>	<b>Koitation</b>	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> natürlich	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> leicht/mittel	<input type="checkbox"/> anthropogen	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> leicht/mittel	<input type="checkbox"/> anthropogen	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> unbekannt	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> unbekannt	<input type="checkbox"/>
<b>Bemerkungen:</b>	<input type="checkbox"/> Abwasserleitung	<input type="checkbox"/> Seeausfluss	<input type="checkbox"/>	<b>Feststoffe</b>	<input type="checkbox"/> (aus Siedungen/bässerung)	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Baustelle	<input type="checkbox"/> Gletscher	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Wasserkraftwerk	<input type="checkbox"/> Bergbach	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> vereinzelte	<input type="checkbox"/> vereinzelte	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Ufermischung	<input type="checkbox"/> Andere	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> viele	<input type="checkbox"/> viele	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Moorausfluss			<b>Bemerkungen:</b>	<input type="checkbox"/> Hygieneartikel	<input type="checkbox"/> Kennzeichstäcke	<input type="checkbox"/>
<b>Verfärbung</b>	<input type="checkbox"/> keine	<input type="checkbox"/> natürlich	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> WC-Papier	<input type="checkbox"/> Verpackungen	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> leicht/mittel	<input type="checkbox"/> anthropogen	<input type="checkbox"/>	<b>Heterotropher Bewuchs [°]</b>			
	<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> unbekannt	<input type="checkbox"/>				
<b>Bemerkungen:</b>	<input type="checkbox"/> Farbe gelöst	<input type="checkbox"/> Baustelle	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/> Farbe partikulär	<input type="checkbox"/> Seeausfluss	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/> Abwasserleitung	<input type="checkbox"/> Moorausfluss	<input type="checkbox"/>				
		<input type="checkbox"/> Andere	<input type="checkbox"/>				
<b>Farbe:</b>	<input type="text"/>						
<b>Schaum</b>	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> natürlich	<input type="checkbox"/>	<b>Bemerkungen:</b>	<input type="checkbox"/> starker Laubfall	<input type="checkbox"/> Drainage	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> wenig/mittel	<input type="checkbox"/> anthropogen	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Abwasserleitung	<input type="checkbox"/> Andere	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> viel	<input type="checkbox"/> unbekannt	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Gülle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Bemerkungen:</b>	<input type="checkbox"/> starker Laubfall	<input type="checkbox"/> Moorausfluss	<input type="checkbox"/>	<b>Pflanzenbewuchs</b>	<input type="checkbox"/> kein/wenig	<input type="checkbox"/> mittel	<input type="checkbox"/> viel
	<input type="checkbox"/> Abwasserleitung	<input type="checkbox"/> Seeausfluss	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> < 10%	<input type="checkbox"/> 10-50%	<input type="checkbox"/> >50%
	<input type="checkbox"/> Gülle	<input type="checkbox"/> Ranunculus	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Algen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> Drainage	<input type="checkbox"/> Andere	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> Moos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/> Makrophyten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Geruch</b>	<input type="checkbox"/> kein	<input type="checkbox"/> natürlich	<input type="checkbox"/>	<b>Bemerkungen:</b>	<input type="text"/>		
	<input type="checkbox"/> leicht/mittel	<input type="checkbox"/> anthropogen	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/> unbekannt	<input type="checkbox"/>	<b>Strömung (Zusatz zu °)</b>	<input type="checkbox"/> schwach	<input type="checkbox"/> stark	<input type="checkbox"/>
<b>Bemerkungen:</b>	<input type="checkbox"/> Abwasserleitung	<input type="checkbox"/> Faulig	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/> Waschmittel	<input type="checkbox"/> Andere	<input type="checkbox"/>				
	<input type="checkbox"/> Gülle						

# Äusserer Aspekt - Resultate

Modul	Indikatoren	
Äusserer Aspekt	Kolmation (künstlichen oder unbekanntem Ursprungs) (vollständig, stark, mittel, leicht, keine)	
	Heterotropher Bewuchs (viel, mittel, wenig, vereinzelt, kein)	
	Feststoffe/Abfälle (sehr zahlreich, zahlreich, vereinzelt, sehr wenig, keine)	

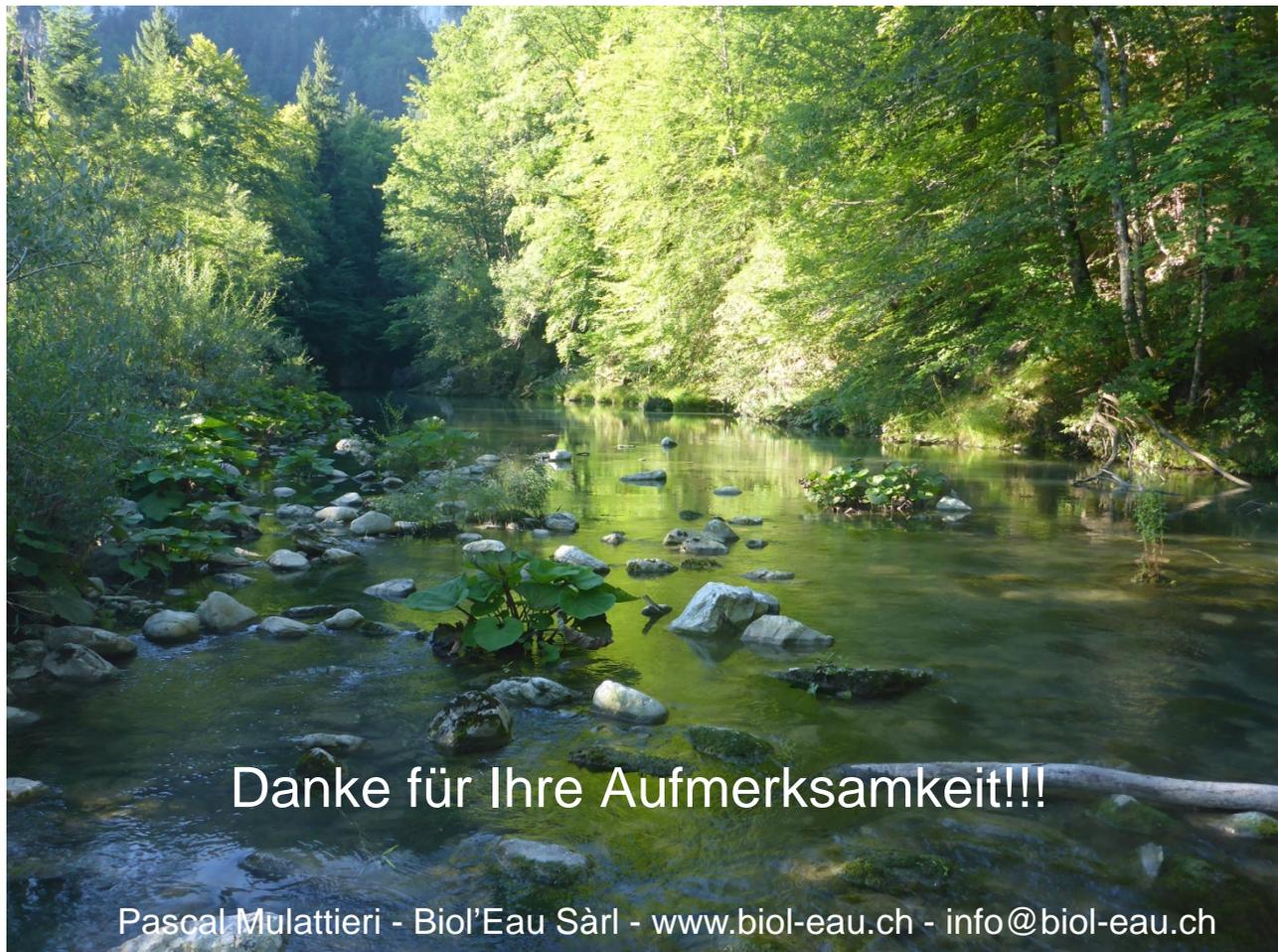
Sehr gut   
 Gut   
 Mässig   
 Unbefr.   
 Schlecht

Situation zu Beginn der Beobachtung (2008)   
 Aktuelle Situation (2014)





Unterwegs...

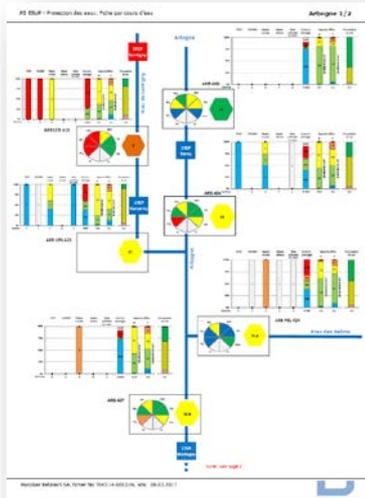


Danke für Ihre Aufmerksamkeit!!!

Pascal Mulattieri - Biol'Eau Sàrl - [www.biol-eau.ch](http://www.biol-eau.ch) - [info@biol-eau.ch](mailto:info@biol-eau.ch)



# Pause – Kaffee



# Suche nach der Ursachen der Verschmutzung auf Kantonsebene

# Überwachung der Gewässerqualität im Kanton Freiburg

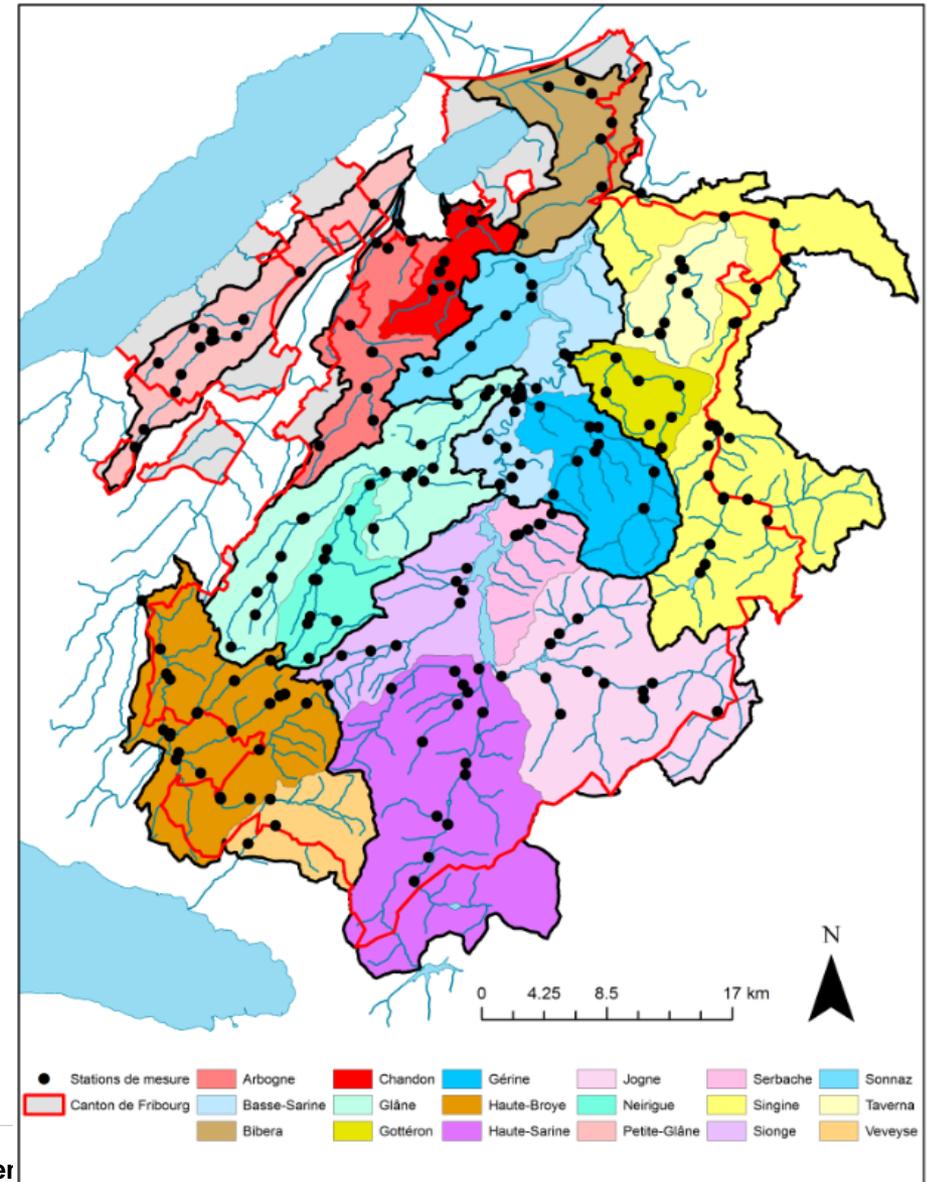
---

- **Überwachungsnetz der Freiburger Fließgewässer**
  - Monitoring
- **Veröffentlichung**
  - Internet
- **Verwendung der Wasserqualitätsdaten im Rahmen der gesamtheitlichen Gewässerbewirtschaftung im Kanton Freiburg**
  - Verwendung der Daten im Sachplan „Schutz der Oberflächengewässer“

# Überwachungsnetz der Freiburger Fließgewässer

## ➤ Fließgewässermonitoring

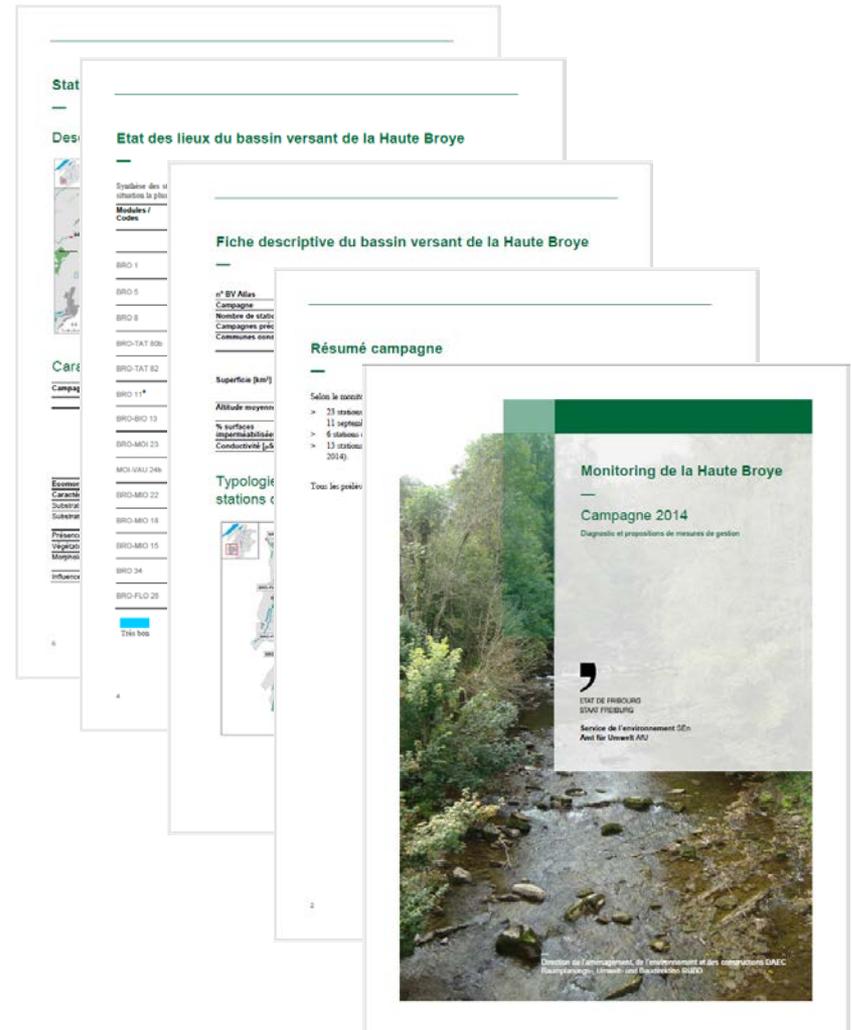
- 18 Einzugsgebiete werden in einem Turnus **alle 6 Jahre** untersucht
- Ca. **200 Messstellen**
- Interdisziplinäre Bereiche (Chemie, Biologie, Morphologie)



# Veröffentlichung

## ➤ Monitoring: Datenblätter pro Fließgewässer

Internet: [www.fr.ch/wasser](http://www.fr.ch/wasser)



# Veröffentlichungen

## Bestandsaufnahme Einzugsgebiet Untere Saane

Synthese der untersuchten Stationen im Einzugsgebiet, basiert auf die deklassierenden Parameter: Die Bilanz zeigt die Qualität im ungünstigsten Fall an.

Module / Stationen						Wichtigste Beeinträchtigung(en)
	IBCH (IBGN)	DI-CH	Chemie	Ökomorph. F	Äusserer Aspekt	
BSA-VER 612			 NO <sub>2</sub> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , Ptot		 Eisensulfur / Kolmation	Landwirtschaft Kärgruben ? wilde Mülldeponie
BSA 600		-	-		 Trübung	Restwasser fehlende Dynamik industrielle Einleitung
BSA-ARV 613		-	 PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>		 Kolmation / Trübung	Landwirtschaft Abwassereintrag?
BSA-PRA 614	-		 PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>		-	Landwirtschaft Klärgruben? industrielle Einleitung
BSA 603*		-			 Eisensulfid	Restwasser fehlende Dynamik ARA Corpataux industrielle Einleitung Kohlenwasserstoffe
BSA 606*					 Heterotroph. Bewuchs / Eisensulfid	Restwasser fehlende Dynamik
BSA 607	-				-	industrielle Einleitung Deponie La Pila
BSA 608*	-				-	-
BSA 609		-	-		 Trübung / Kolmation	ARA Kolmatierung industrielle Abflüsse
BSA 611					 Trübung / Verfärbung	Schwall und Sunk? RÜ (saniert)

 Sehr gut

 Gut

 Mässig

 Unbefriedigend

 Schlecht

\* ARA-Auslauf oberhalb der Station

### ➤ Datenblätter pro Fließgewässer

- Zusammenfassung der Resultate des Fließgewässers

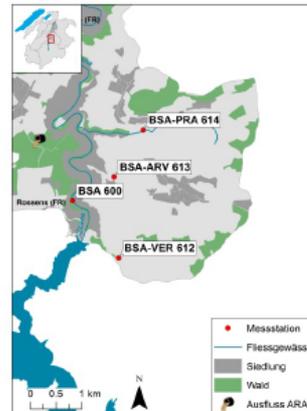
# Veröffentlichungen

## ➤ Datenblätter pro Fließgewässer

- Resultate jeder **Messstelle**

## Station BSA-VER 612

### Beschreibung der Station – Einzugsgebiet



<b>EzG</b>	20-270	<b>Fluss</b>	Ruisseau de la Verasse
<b>GEWISS</b>	-	<b>Station</b>	Le Ferpicle
<b>Koord.</b>	575779 / 173800	<b>Gemeinde</b>	Treyvaux / Pont-la-Ville

### Kenndaten der Station

Kampagne	vorherig		2013	
	17.11.2008		27.03.2013	24.09.2013
<b>Ökomorphologie F</b>	-		Natürlich, naturmah	
<b>Kenndaten</b>				
<b>Dominantes Substrat</b>	Sand, Schluff		Splitt	
<b>Substrate / Kolmation</b>	-		Leicht kolmatiert	
<b>Algenbewuchs</b>	Fadenalgen		-	
<b>Ufervegetation</b>	2 Ufer		2 Ufer	
<b>Morphologie / Verbauung</b>	Natürlicher Fluss		Natürlicher Fluss	
<b>Einfluss oberhalb</b>	-		-	

## Biologische und chemisch-physikalische Qualität

### Makrozoobenthos

Kampagne	vorherig		2013	
Datum	17.11.2008		27.03.2013	24.09.2013
Methode	IBGN		IBCH	IBCH
Nr. GI	7		7	8
Indikator Gruppe	Leptophlebiidae		Leuctridae	Odontoceridae
Summe Taxa	22		25	20
IBCH Wert (IBGN)	13		14	13

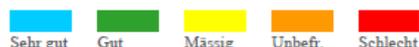
### IBGN / IBCH :



### Kieselalgen

Kampagne	2013	
	02.04.2013	27.09.2013
Kieselalgen	● ▲ ■	● ▲ ■

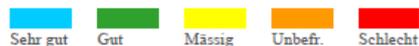
○ DI-CH    △ Trophie    □ Saprobie



### Abfluss und physikalisch-chemische Parameter

Art der Probenahme	Anzahl	Angegebener Wert
Punktueller Probenahmen / Abflussmessung mit Salinomad	12	90. Perzentil (ausser Abfluss und Pestiziden)

Parameter	Einheit	2013
Mittlerer Abfluss (min/max)	L/s	17.1 (3 / 54)
Schwefstoffe (min/max)	mg/L	22.8 (2 / 31)
DOC	mg C/L	3.9
TOC	mg C/L	3.9
Stickstoff		
Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg N/L	0.198
Nitrite NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg N/L	0.045
Nitrate NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg N/L	4.90
Phosphor		
Orthophosphate PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg P/L	0.171
Gesamtposphor P <sub>tot</sub>	mg P/L	0.223
Pestizide		1



Parameter	Einheit	2013
Schwermetalle (gelöst)		
Blei Pb	µg/L	0.36
Cadmium Cd	µg/L	0.01
Chrom Cr (III und VI)	µg/L	1.18
Kupfer Cu	µg/L	2.34
Nickel Ni	µg/L	0.97
Quecksilber Hg	µg/L	-
Zink Zn	µg/L	3.50

## Indikatoren – Evolution der Situation – zu erreichende Ziele

Modul	Indikatoren	Evolution der Situation		Ziele
Äusserer Aspekt	Kolmation (künstlichen oder unbekanntem Ursprungs) (vollständig, stark, mittel, leicht, keine)	Sehr gut	Gut	Sehr gut
	Heterotropher Bewuchs (viel, mittel, wenig, vereinzelt, kein)	Sehr gut	Gut	Sehr gut
	Feststoffe/Abfälle (sehr zahlreich, zahlreich, vereinzelt, sehr wenig, keine)	Sehr gut	Gut	Sehr gut
Ökomorphologie	Ökomorphologie F	Sehr gut	Gut	Sehr gut
	Ufervegetation (schlecht=fehlend, mittel=1 Ufer, sehr gut=2 Ufer)	Sehr gut	Gut	Sehr gut
Hydrobiologie	Note/Qualität IBCH	Sehr gut	Gut	Sehr gut
Kieselalgen	DI-CH	Sehr gut	Gut	Sehr gut
	Physisch-chemische Qualität			
	Ammonium / N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Sehr gut	Gut	Sehr gut
	Nitrite / N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Sehr gut	Gut	Sehr gut
	Nitrate / N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Sehr gut	Gut	Sehr gut
	Orthophosphate / P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Sehr gut	Gut	Sehr gut
	Gesamtposphor / P <sub>tot</sub>	Sehr gut	Gut	Sehr gut
	DOC/TOC	Sehr gut	Gut	Sehr gut
	Pestizide	Sehr gut	Gut	Sehr gut



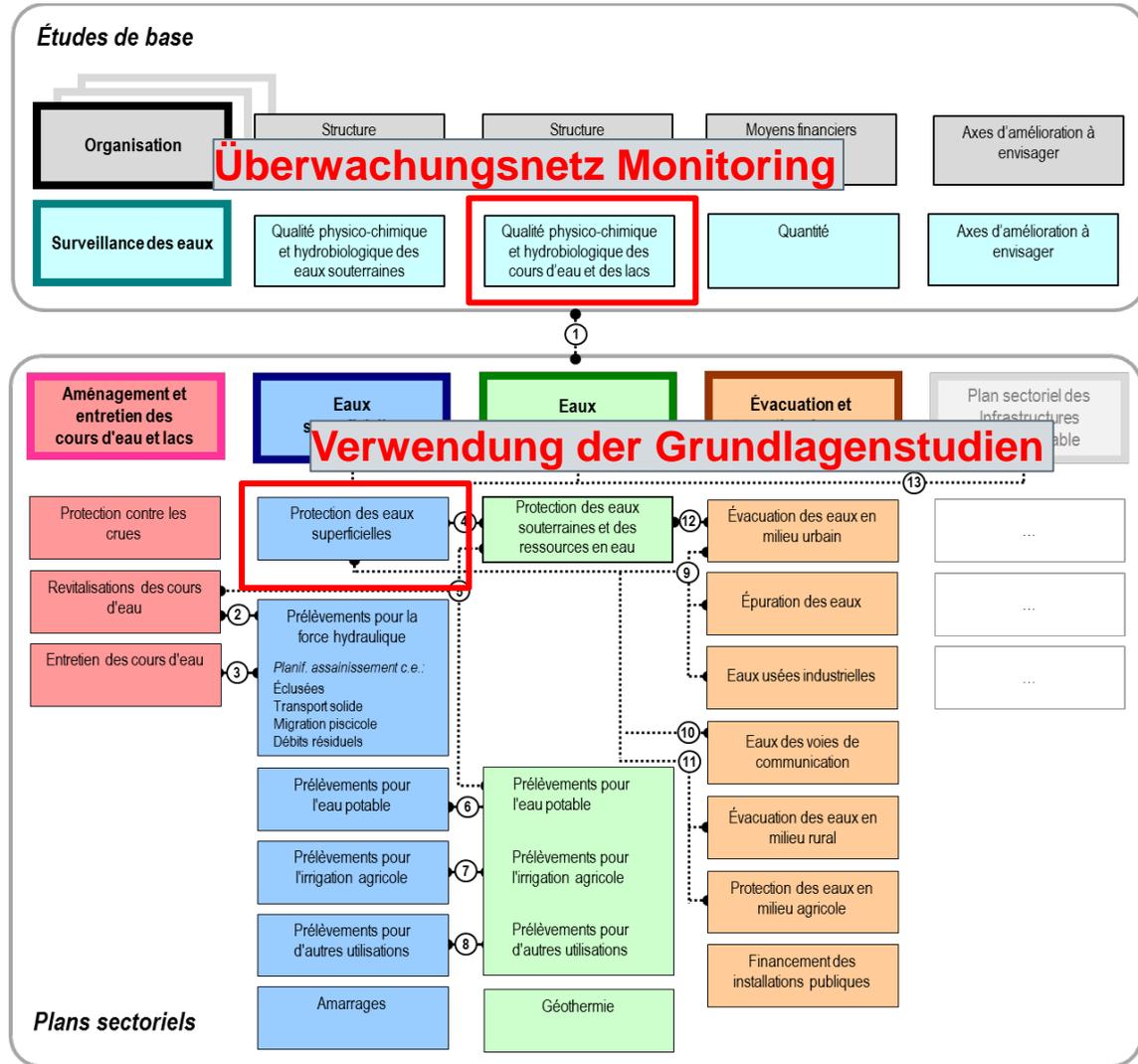
## Interpretation

- > Makrozoobenthos: Die Qualitätsziele wurden erreicht (gute Qualität). Die Note blieb zwischen 2008 und 2013 relativ stabil.
- > Kieselalgen: Die Qualitätsziele wurden im April nicht erreicht für die Saprobie (mässige Qualität).
- > Physikalisch-chemisch: Die Qualitätsziele wurden nicht erreicht für Nitrite, Orthophosphate und Gesamtposphor (schlechte Qualität). Für diese drei Parameter wurde zwischen 2008 und 2013 eine Degradation festgestellt. Die restlichen Parameter blieben relativ stabil.
- > Pestizide: Die Qualitätsziele wurden erreicht (sehr gute Qualität)
- > Schwermetalle: Die Qualitätsziele wurden nicht erreicht für Kupfer (mässige Qualität)
- > Trotz der guten IBCH Noten und dem guten ökomorphologischen Wert deutet das Fehlen der sensibelsten Indikatoren Gruppe (GI 9) und die leichten Defizite beim äusseren Aspekt auf eine moderate Beeinträchtigung hin. Die Resultate der Kieselalgen-Indizes sind gut, mit zu hoher organischer Belastung im April. Die erhöhte Menge an Phosphor und Nitrit weisen auf eine diffuse Verschmutzung von landwirtschaftlicher Herkunft oder auf Fehlschlüsse hin.

# Gesamtheitliche Gewässerbewirtschaftung

## Verwendung der Daten

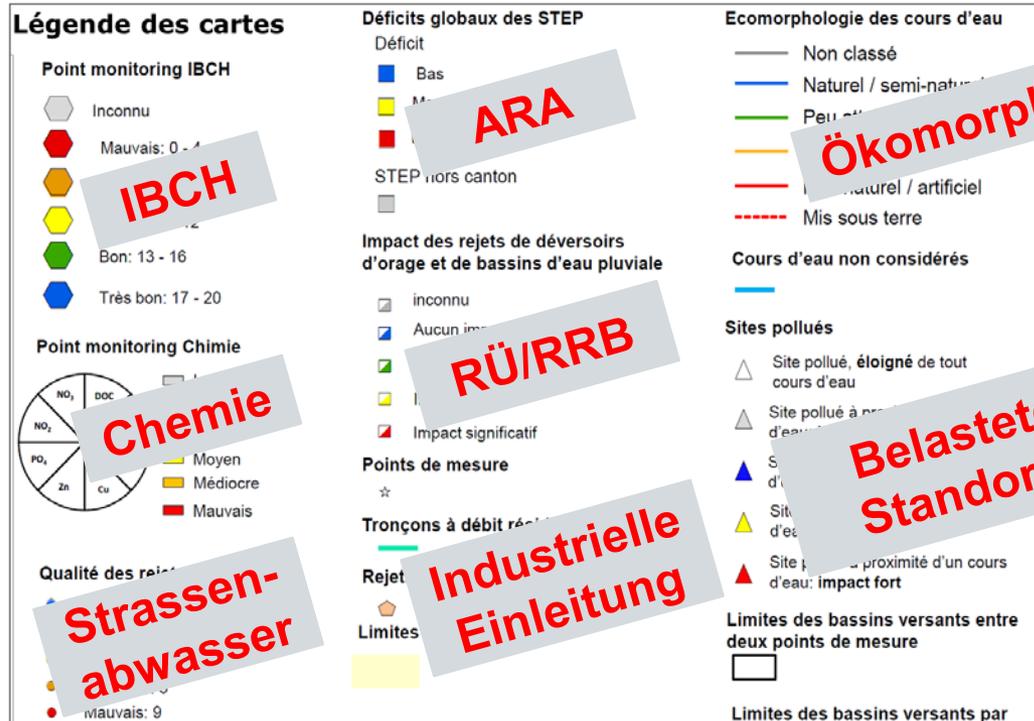
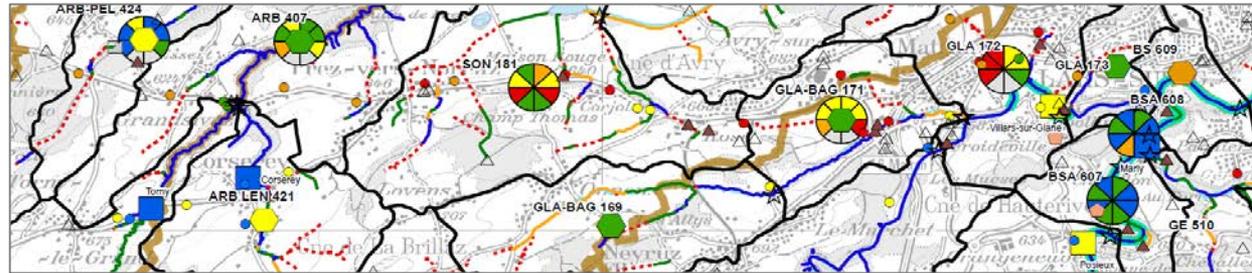
### ➤ Grundlagenstudien und Sachpläne



# Gesamtheitliche Gewässerbewirtschaftung

## Verwendung der Daten

- **Synthesekarte des Sachplanes „Schutz der Oberflächengewässer“**

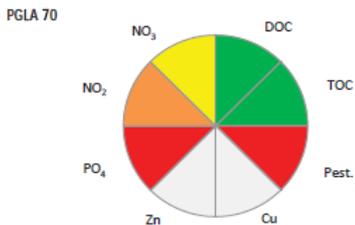


# PGLA 70

## Informations générales

ID du bassin versant:	20013	Coordonnées point de mesure:	561315 / 189564
Point de mesures chimiques:	PGLA 70	Superficie [km <sup>2</sup> ]:	11.91
Point de mesures IBCH:	PGLA 70	Longueur cours d'eau [km]	13.2
Cours d'eau:	Petite Glâne	Débits spécifiques mensuels moyens	
Altitude du bassin versant:		estimation [l/s]	mesures
Min.	Moyenne	Max.	
443	474	507	
Communes:	Les Montets; Busy (FR); Estavayer-le-Lac; Bayères-les-Prés; Sévaz; Payerne; Grandcour; Morens (FR); Vernay; Cugy (FR)	Broye; Lac de Neuchâtel	

### Résultats des mesures chimiques:

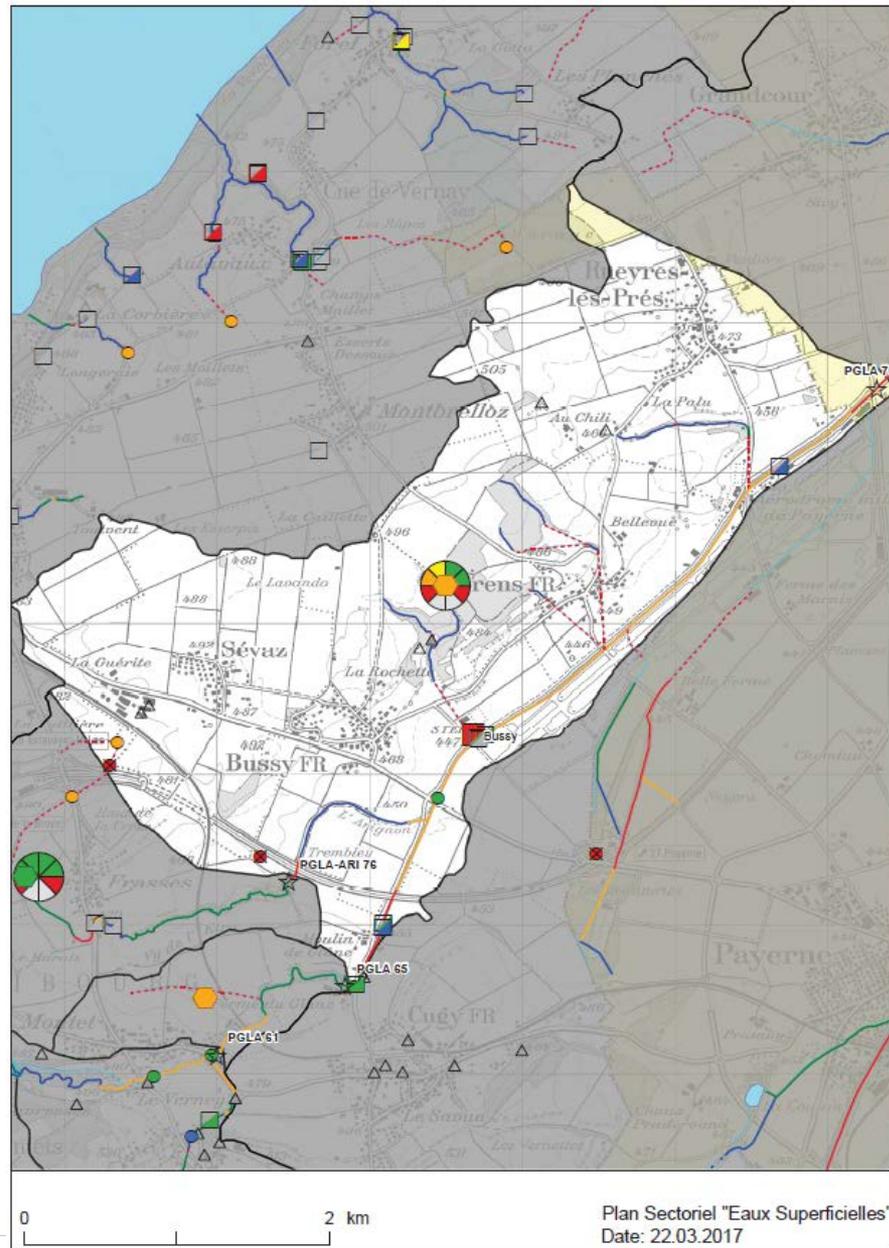
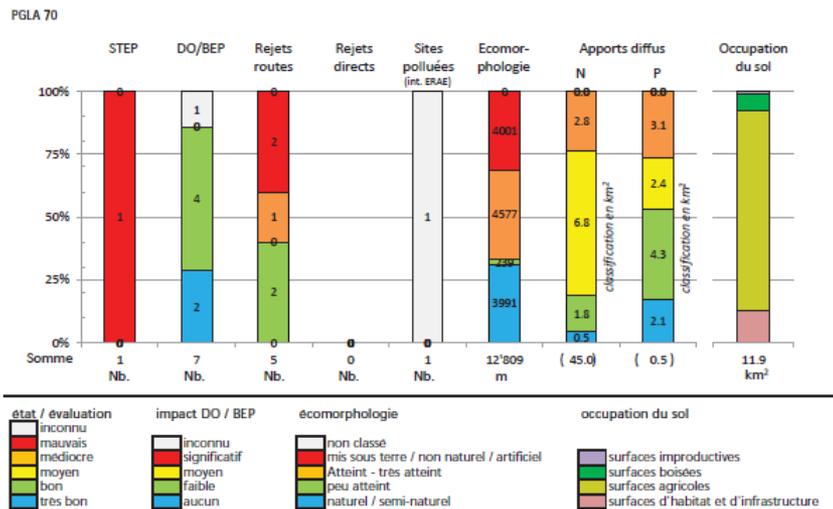


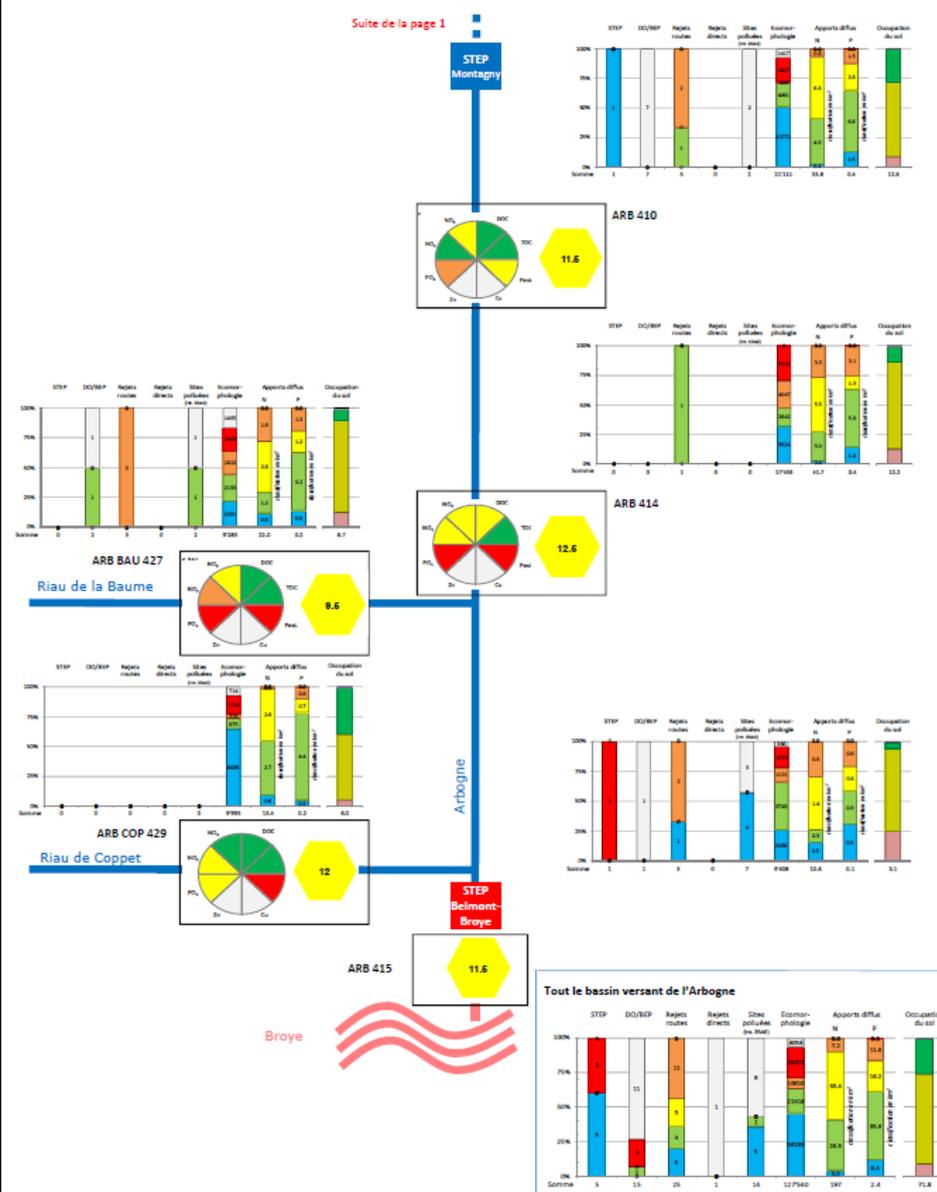
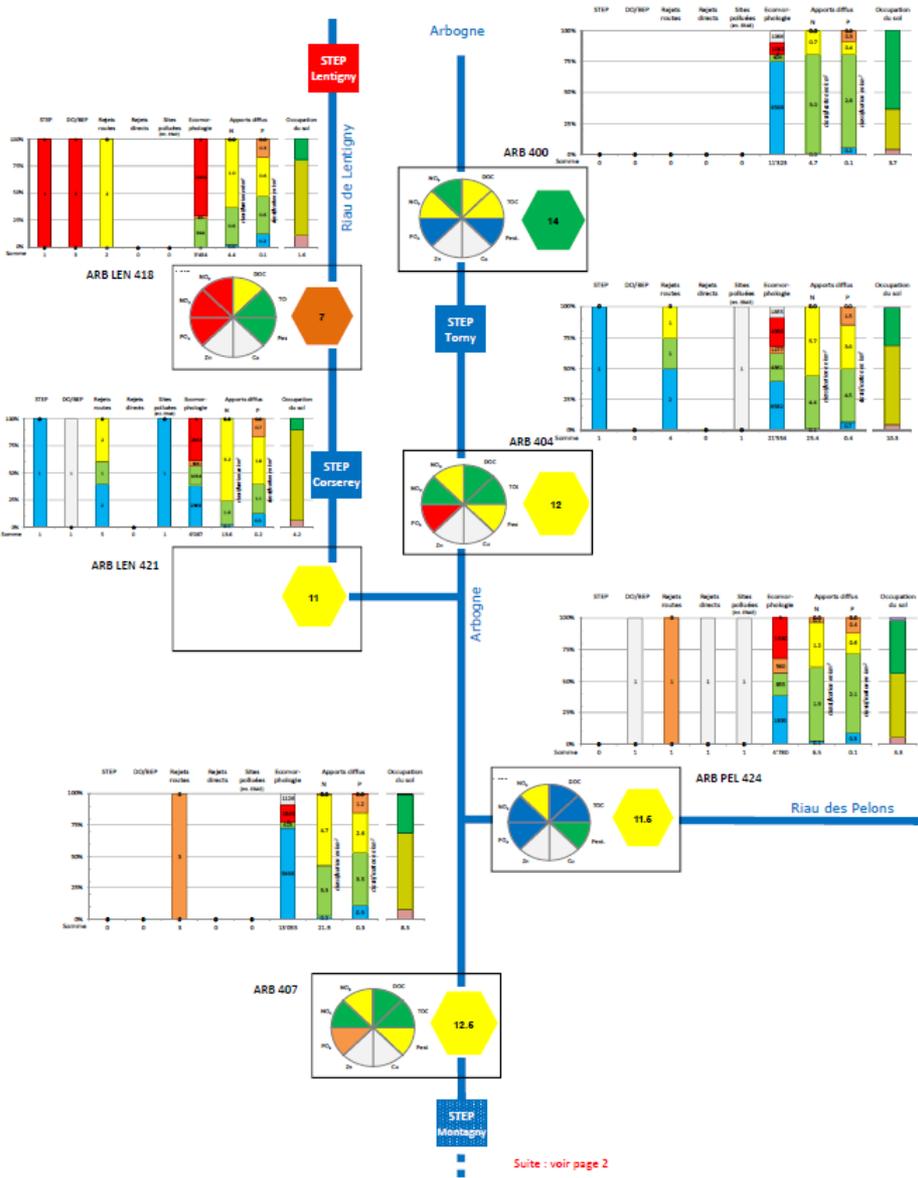
### Résultats des mesures IBCH:



## Remarques

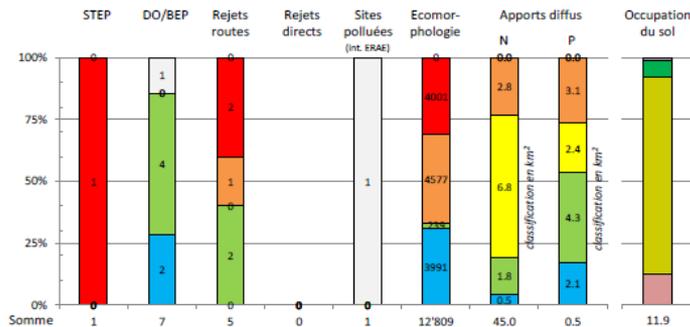
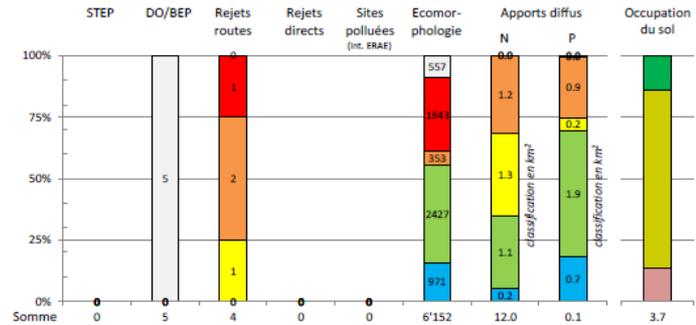
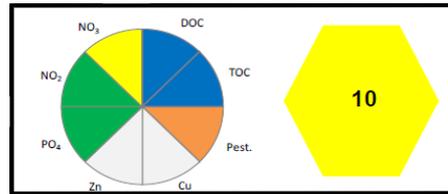
## Caractéristiques du bassin versant



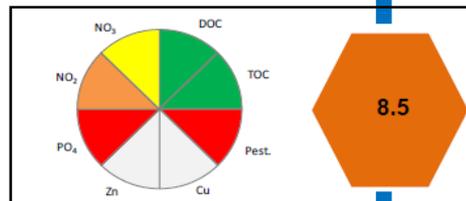
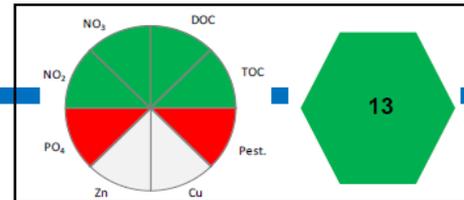


# Gestion globale des eaux du canton de Fribourg

## Utilisation des données



**STEP**



### Déficits

Détérioration entre l'amont et l'aval de la STEP

Détérioration des pesticides

### Axes d'amélioration

STEP: raccordement, agrandissement, optimisation,...

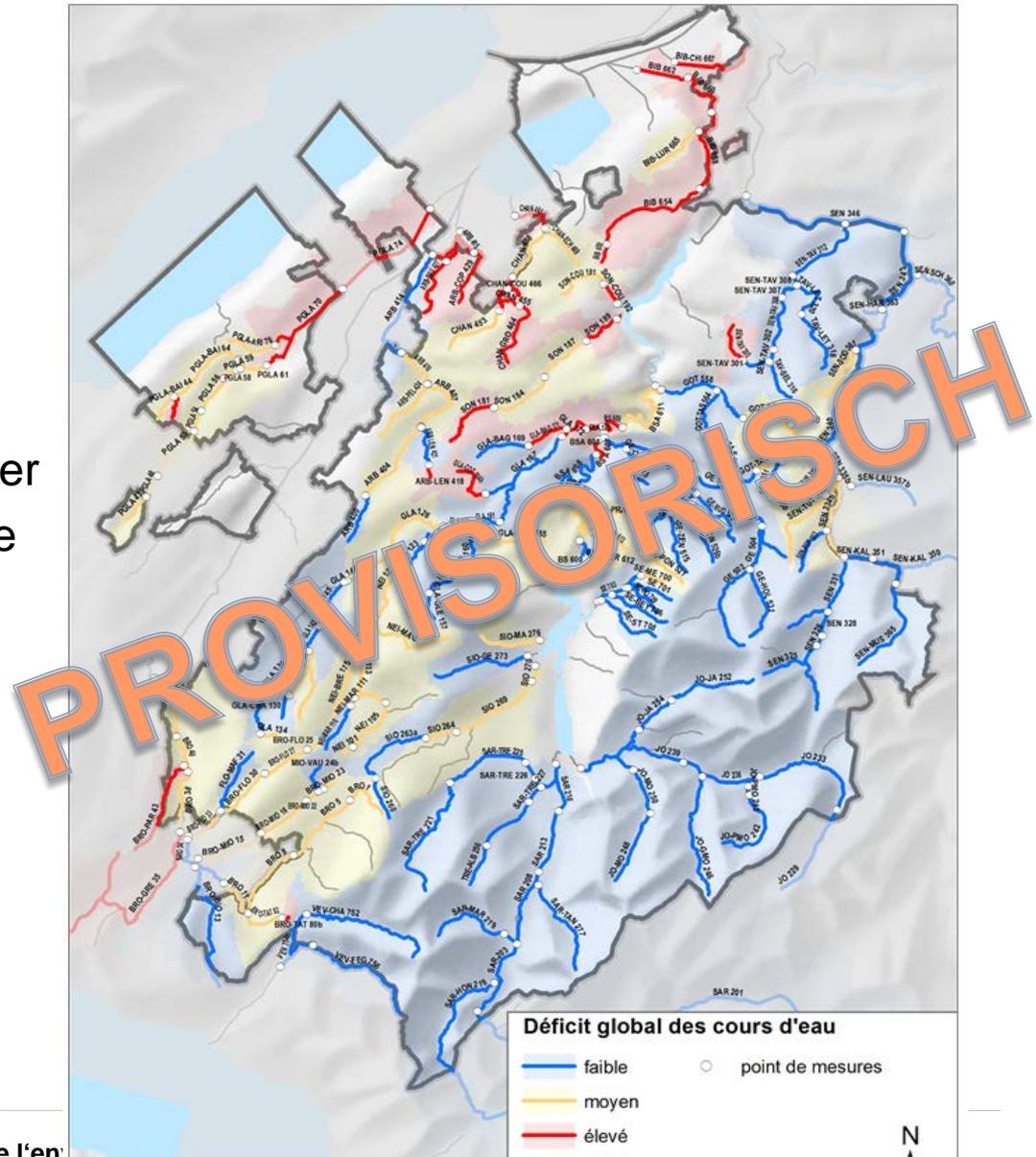
Agriculture: lutte contre l'érosion, bandes-tampon, bonne pratique agricole,...

# Gesamtheitliche Gewässerbewirtschaftung

## Verwendung der Daten

### ➤ Globales Defizit der Fließgewässer

- Kombination der Defizite der Messstellen im Fließgewässer
- Die Verbesserungsvorschläge werden in die Richtpläne des Einzugsgebietes übertragen





# Allgemeine Diskussion



# Neuigkeiten Gewässerschutz

# Neuigkeiten Gewässerschutz

---

## > **Kantonale Planung:**

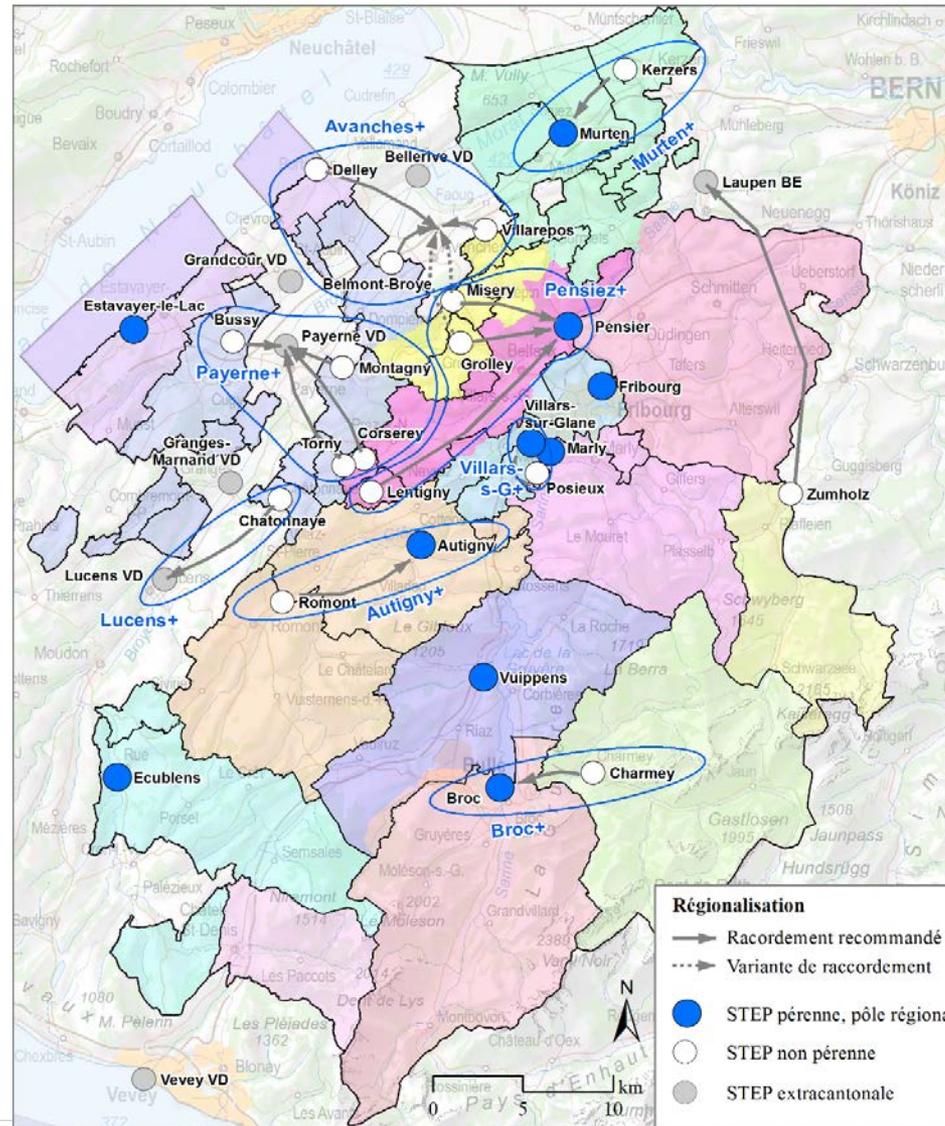
- > Stand der **Zusammenschlüsse**
- > Stand der **laufenden Projekte**
- > Überwachung der Mikroverunreinigungen (ARA)
- > Eignung der Ozonung + Anhörung BAFU Phase «A»
- > Kantonale Subventionen



# Kantonale Planung der Abwasserreinigung

## *Stand der Zusammenschlüsse und der Projekte*

# Neuigkeiten Gewässerschutz



# Kantonale Planung der Abwasserreinigung

---

## Interessen der Regionalisierung ?

- Erhöhter Schutz der empfindlichen Gewässer und Räume
- Erhöhung der **Gesamteffizienz** der Abwasserreinigung der Region
- Reinigungsstufe für **Mikroverunreinigungen**
- **Rationalisierung der Betriebskosten**
- **Professionalisierung** des Betriebs und der Wartung der ARA
- Erleichterung der Aufgaben der Verantwortlichen der Gemeinden
- **Erneuerung** der Anlagen
- **Wirtschaftliches Interesse** der Zentralisierung

# Kantonale Planung der Abwasserreinigung

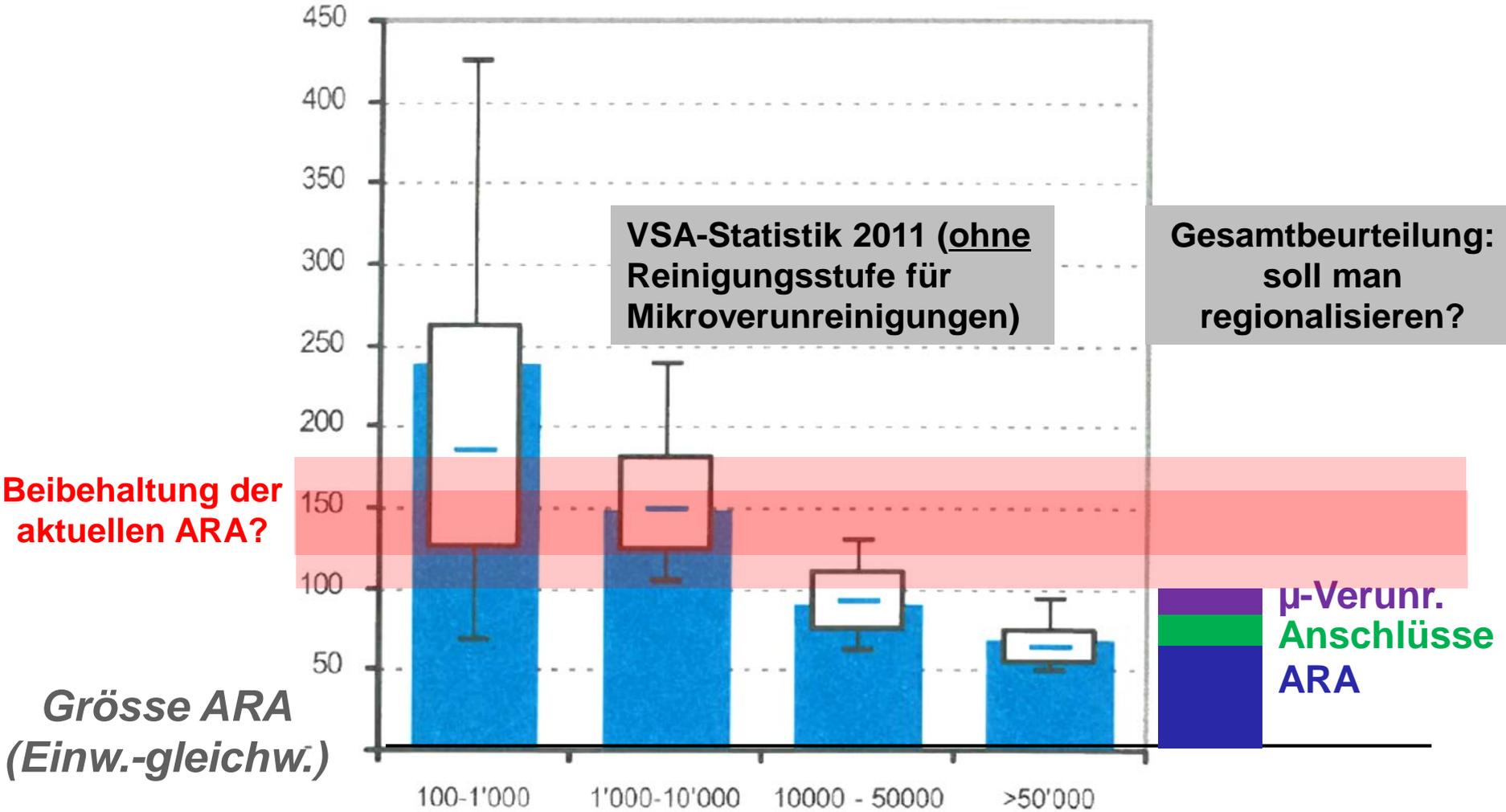
---

## Ziele der Regionalisierung

- Den **langfristigen idealen Zustand** für die Abwasserreinigung festlegen
- Planungshorizont: **15 bis 20 Jahre**
- Die **idealen Standorte** für die Abwasserreinigung festlegen
- **Zwischenlösungen** beurteilen

# Wirtschaftliche Beurteilung

CHF / Einwohnergleichwert / Jahr



# Beurteilung der organisationellen Aspekten... für das weitere Vorgehen

Wer...	Modell «Gemeinde »	regionale Entität «nur ARA»	regionale Entität «ARA und Netzwerk»	regionale Entität «ARA und Netzwerk» +
Inverstiert in die regionale ARA?	Gemeinde	regionale Entität	regionale Entität	regionale Entität
Investiert in die neuen Verbindungen?	Jeder in die Seine	Jeder in die Seine	regionale Entität	regionale Entität
Betreibt die regionale ARA?	Gemeinde	regionale Entität	regionale Entität	regionale Entität
Betreibt die neuen Verbindungen?	Jeder die Seine	Jeder die Seine	regionale Entität	regionale Entität
Betreibt die gemeinsam benutzten bestehenden Netzwerke?	Jeder das Seine	Jeder das Seine	Jeder das Seine	regionale Entität
Verwaltet die aktuellen ARA bis zum Zusammenschluss?	Jeder die Seine	Jeder die Seine	Jeder die Seine	regionale Entität

# Beurteilung der organisationellen Aspekten... für das weitere Vorgehen

Wer...	Modell «Gemeinde »	regionale Entität «nur ARA»	regionale Entität «ARA und Netzwerk»	regionale Entität «ARA und Netzwerk» +
Inverstiert in die regionale ARA?	Gemeinde	regionale Entität	regionale Entität	regionale Entität
Investiert in die neuen Verbindungen?	Jeder in die Seine	Jeder in die Seine	regionale Entität	regionale Entität
Betreibt die regionale ARA?	Gemeinde	regionale Entität	regionale Entität	regionale Entität
Betreibt die neuen Verbindungen?	Jeder die Seine	Jeder die Seine	regionale Entität	regionale Entität
Betreibt die gemeinsam benutzten bestehenden Netzwerke?	Jeder das Seine	Jeder das Seine	Jeder das Seine	regionale Entität
Verwaltet die aktuellen ARA bis zum Zusammenschluss?	Jeder die Seine	Jeder die Seine	Jeder die Seine	regionale Entität

**Ausmass der regionalen Integration**

# Kantonale Planung der Abwasserreinigung

## Abgeschlossene Regionalstudien

**Region Seeland**  
ARA Kerzers, Murten,  
BE, NE

**Projekt** : Anschluss von Kerzers  
an die ARA Murten

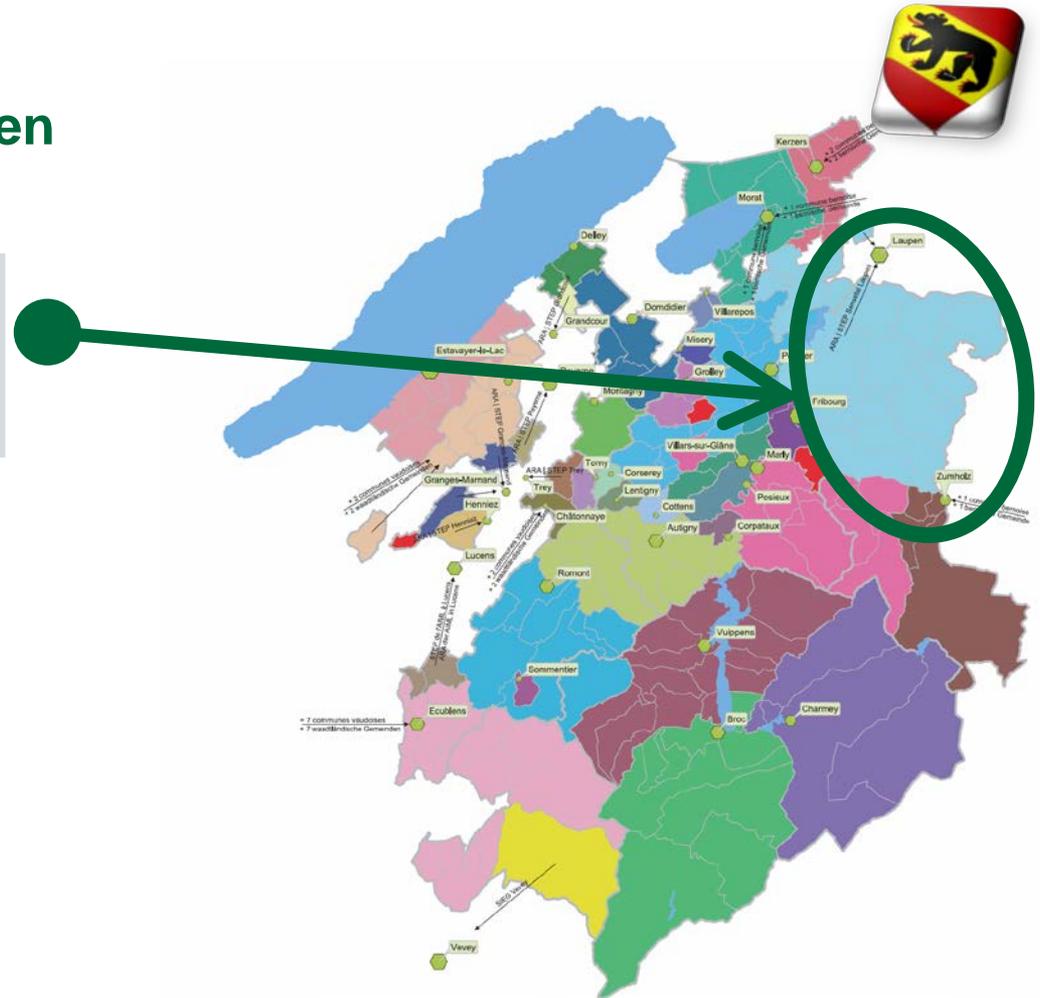


# Kantonale Planung der Abwasserreinigung

Regionalstudien zu initiieren

**Region Sense**  
ARA Kerzers, Murten,  
BE, NE

**Projekt** : Anschlussstudie von  
Zumholz an die ARA Laupen



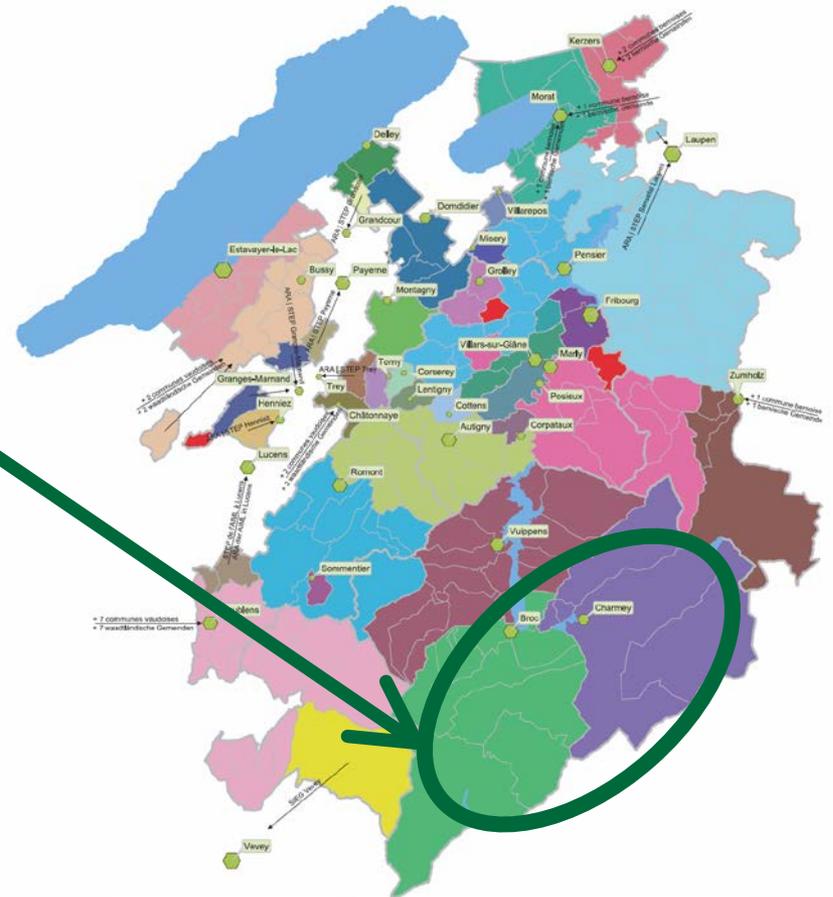


# Kantonale Planung der Abwasserreinigung

## Abgeschlossene Regionalstudien

**Region Ober-Greyerz**  
**ARA Broc, Charmey**

**Studie** zum Anschluss von Charmey  
an die ARA von Broc **abgeschlossen**





# Kantonale Planung der Abwasserreinigung

## Regionalstudien

**Region Payerne : ARA der  
EPARSE (49'000 EGW)**

**ARA Bussy, Torny, Corserey,  
Montagny, VD**

**Übernahme durch die Gemeinden!**

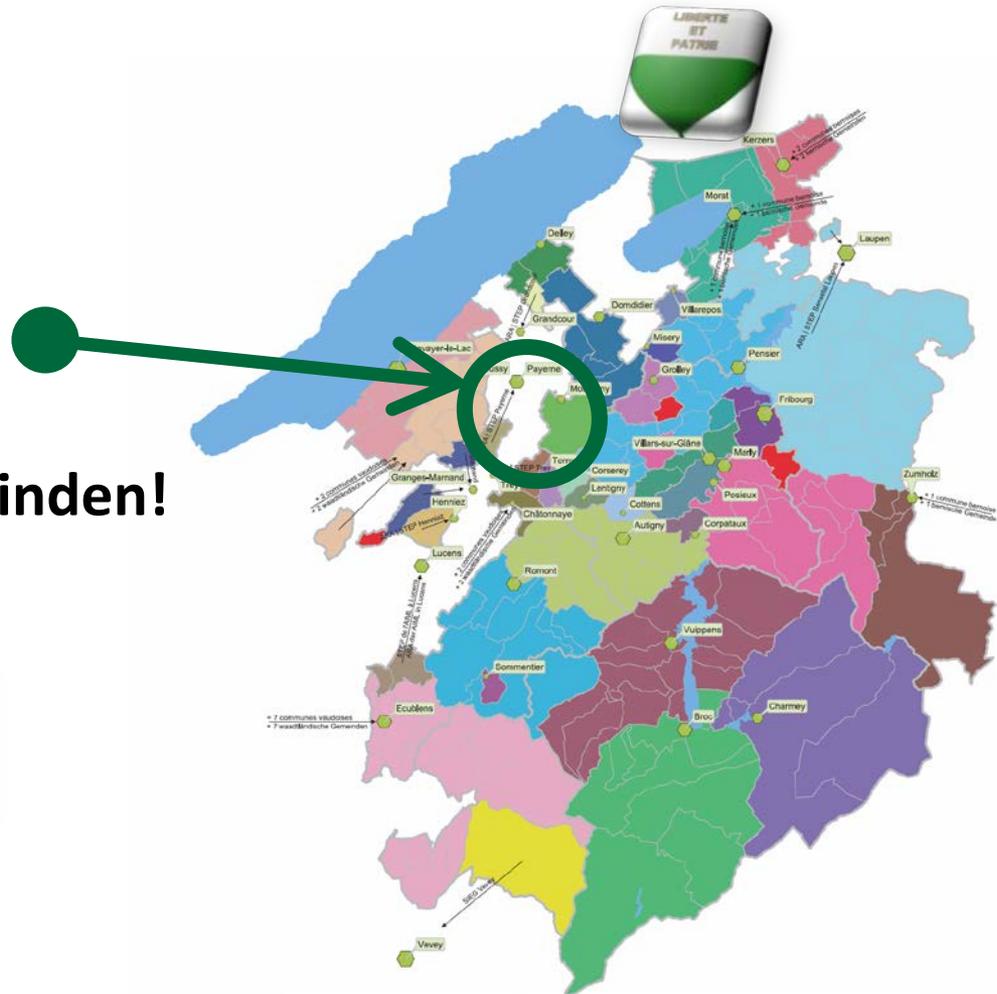
- 1 Logo



- 1 Gebiet



- Statuten



# Kantonale Planung der Abwasserreinigung

## Regionalstudien

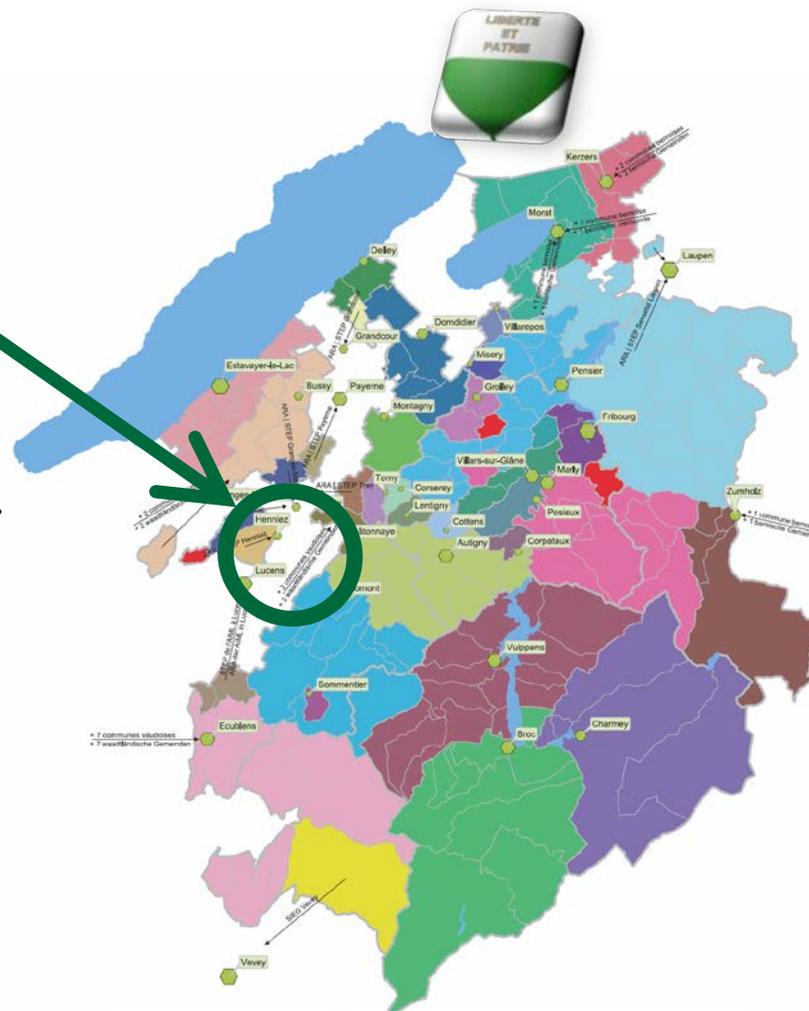
**Region Lucens (60'000 EGW),  
ARA Châtonnaye + VD**

## Übernahme durch die Gemeinden:

Ergänzungsstudien « Industrien » und « ARA » vom COFIL (Lenkungsausschuss) bereits durchgeführt

Planning Ende 2018 :

- Vorschlag der **Rechtsform**
- Festlegung des **regionalen Netzwerks**
- Erster **Entwurf der Statuten und des Verteilschlüssels**



# Kantonale Planung der Abwasserreinigung

## Abgeschlossene Regionalstudie

**Region Glane**  
**ARA Romont, Autigny**

## Abgeschlossene Grundlagenstudie:

- ARA 64'000 EGW
- Lenkungsausschuss ist zu organisieren

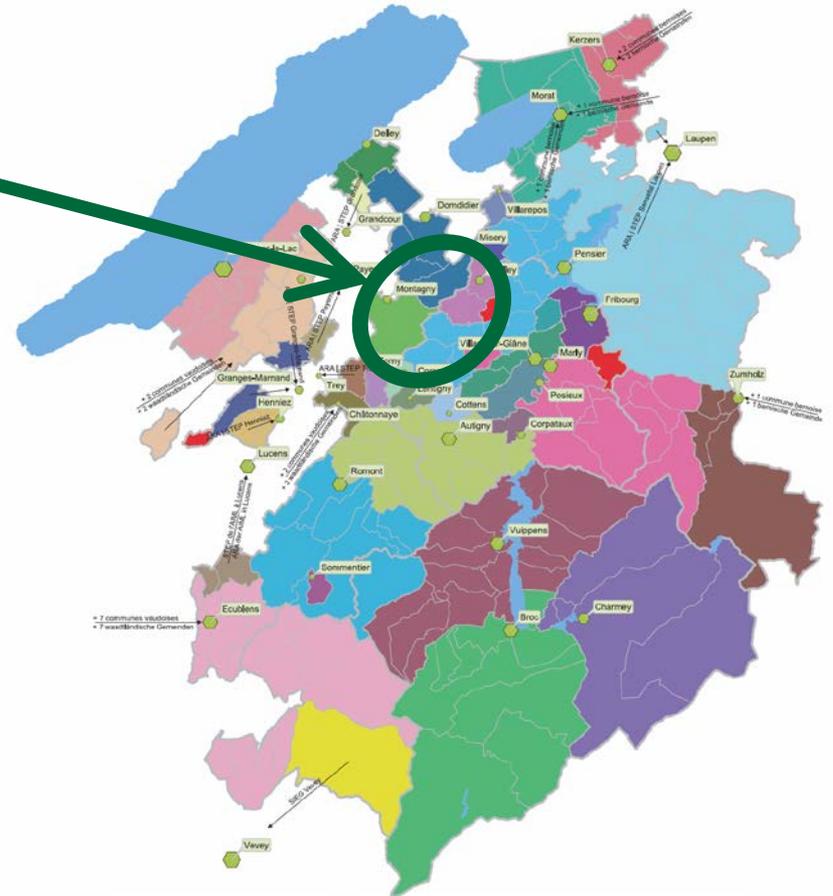


# Kantonale Planung der Abwasserreinigung

## Pol regionaler Bedeutung ARA des AESC

### Projekt AESC 2040 (ARA Pensier)

- Gruppierung von Auftragnehmer
- **50'000 EGW**
- Reinigungsstufe für **Mikroverunreinigungen** (wenn 24'000 angeschlossene Einwohner).

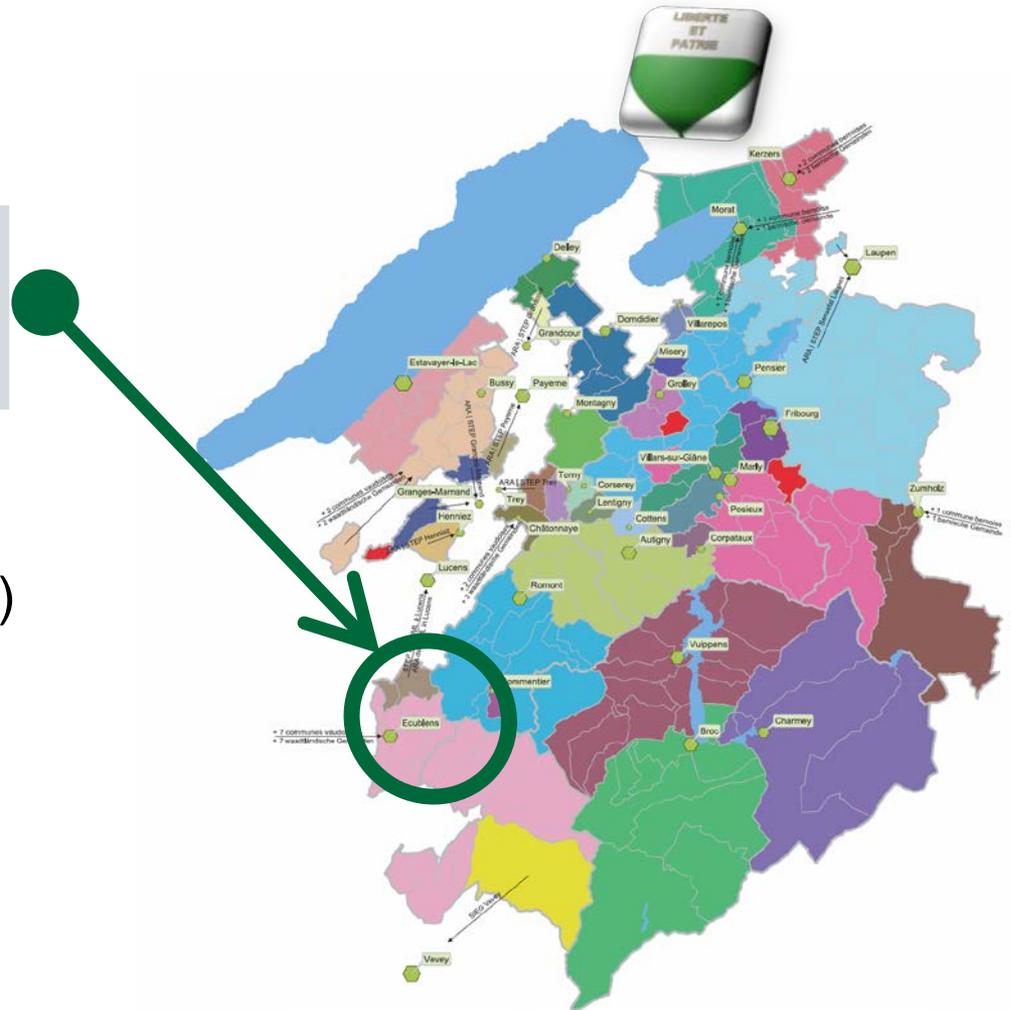


# Kantonale Planung der Abwasserreinigung

## Pol regionaler Bedeutung ARA VOG

### Projekt VOG

- Erweiterung der ARA auf **42'250 EGW** (Baubewilligung)
- Danach Einbau einer Reinigungsstufe für **Mikroverunreinigungen**

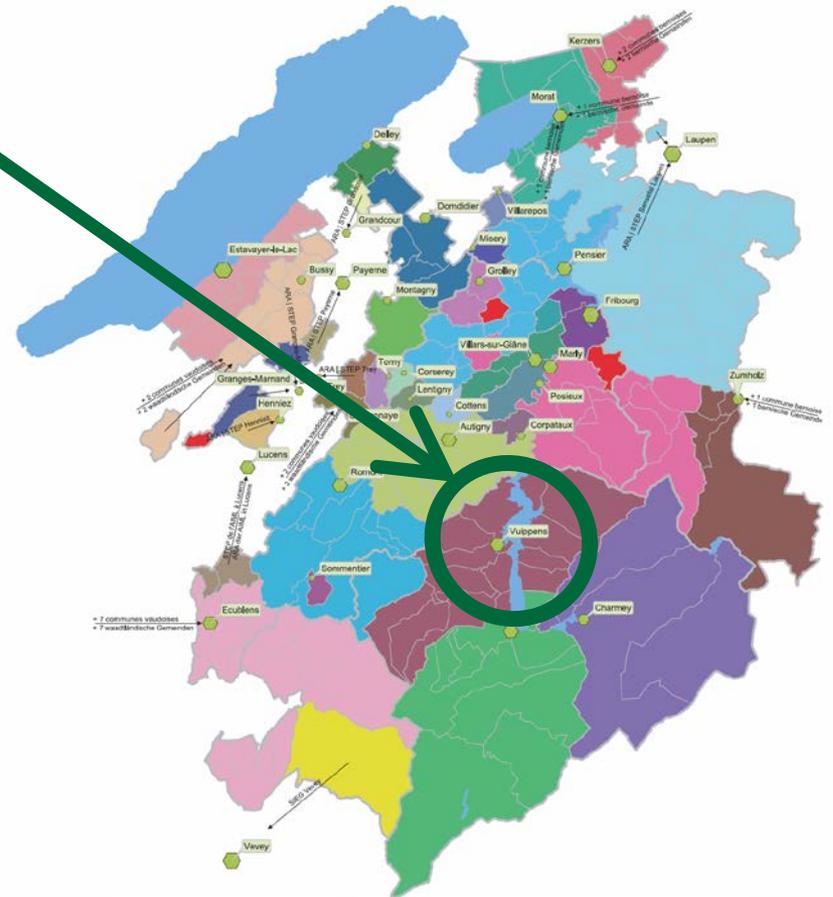


# Kantonale Planung der Abwasserreinigung

## Pol regionaler Bedeutung ARA AIS

### Projekt ARA Vuippens

- Erweiterung
- 80'000 EGW
- Inbetriebnahme in 2018



# Fragen ?



# Neuigkeiten Gewässerschutz

---

- > Kantonale Planung:
  - > Stand der Zusammenschlüsse
  - > Stand der laufenden Projekte
- > **Überwachung der Mikroverunreinigungen (ARA)**
- > Eignung der Ozonung + Konsultation BAFU Phase «A»
- > Kantonale Subventionen

## Analyse der Mikroverunreinigungen im Zulauf von Abwasserreinigungsanlagen

# Neuigkeiten Gewässerschutz – Analyse Mikroverunreinigungen

## *Kontext*

---

### 1. Anhang 3.1 GSchV:

- > Reinigungseffekt von 80% (organische Spurenstoffe) für Anlagen, welche die Kriterien erfüllen (Grösse/Standort/Verdünnung)

### 2. Verordnung des UVEK:

- > 80% Reinigungseffekt gestützt auf 12 in 2 Kategorien aufgeteilte Indikatoren
  - Kategorie 1 → Sehr einfach zu eliminieren
  - Kategorie 2 → Einfach zu eliminieren

# Neuigkeiten Gewässerschutz – Analyse

## Mikroverunreinigungen

### *Kontext*

#### Indikator Kategorie1

Stoff	Art
Amisulprid	Arzneimittel (Antidepressivum)
Carbamazepin	Arzneimittel (Antikonvulsivum)
Citalopram	Arzneimittel (Antidepressivum)
Clarithromycin	Arzneimittel (Antibiotikum)
Diclofenac	Arzneimittel (Schmerzmittel)
Hydrochlorothiazid	Arzneimittel (Diuretikum)
Metoprolol	Arzneimittel (Betablocker)
Venlafaxin	Arzneimittel (Antidepressivum)

# Neuigkeiten Gewässerschutz – Analyse

## Mikroverunreinigungen

### *Kontext*

#### Indikator Kategorie 2

Stoff	Art
Benzotriazol	Industriechmikalie (Korrosionsschutzmittel)
Candesartan	Arzneimittel (Antihypertonikum)
Mischung von 4-Methylbenzotriazol und 5-Methylbenzotriazol	Industriechmikalie (Korrosionsschutzmittel)
Irbesartan	Arzneimittel (Antihypertonikum)

# Neuigkeiten Gewässerschutz – Analyse Mikroverunreinigungen

## *Kontext*

### **I. Untersuchte ARA:**

- 2017:  
Bussy, Corserey, Freiburg, Montagny und Torny
- 2018:  
Ecublens, Freiburg, Murten, Pensier und Villars-sur-Glâne

### **II. Priorisierung gemäss:**

- Pol mit Reinigungsstufe für Mikroverunreinigungen
- Kantonaler Planung

### **III. Untersuchte Stoffe:**

- 12 Indikatoren
- 30 andere Stoffe

# Neuigkeiten Gewässerschutz – Analyse Mikroverunreinigungen

## *Zielsetzung*

---

### Die in ARA gelangende Mikroverunreinigungen kartographieren

zur:

- Strengen Überwachung (Quantität, Art der Stoffe, ...)
- Vorwegnahme der zukünftigen Einleitungsbewilligungen (Vorhandensein/Abwesenheit der Indikatoren, Vorgehen Abbaugrad)

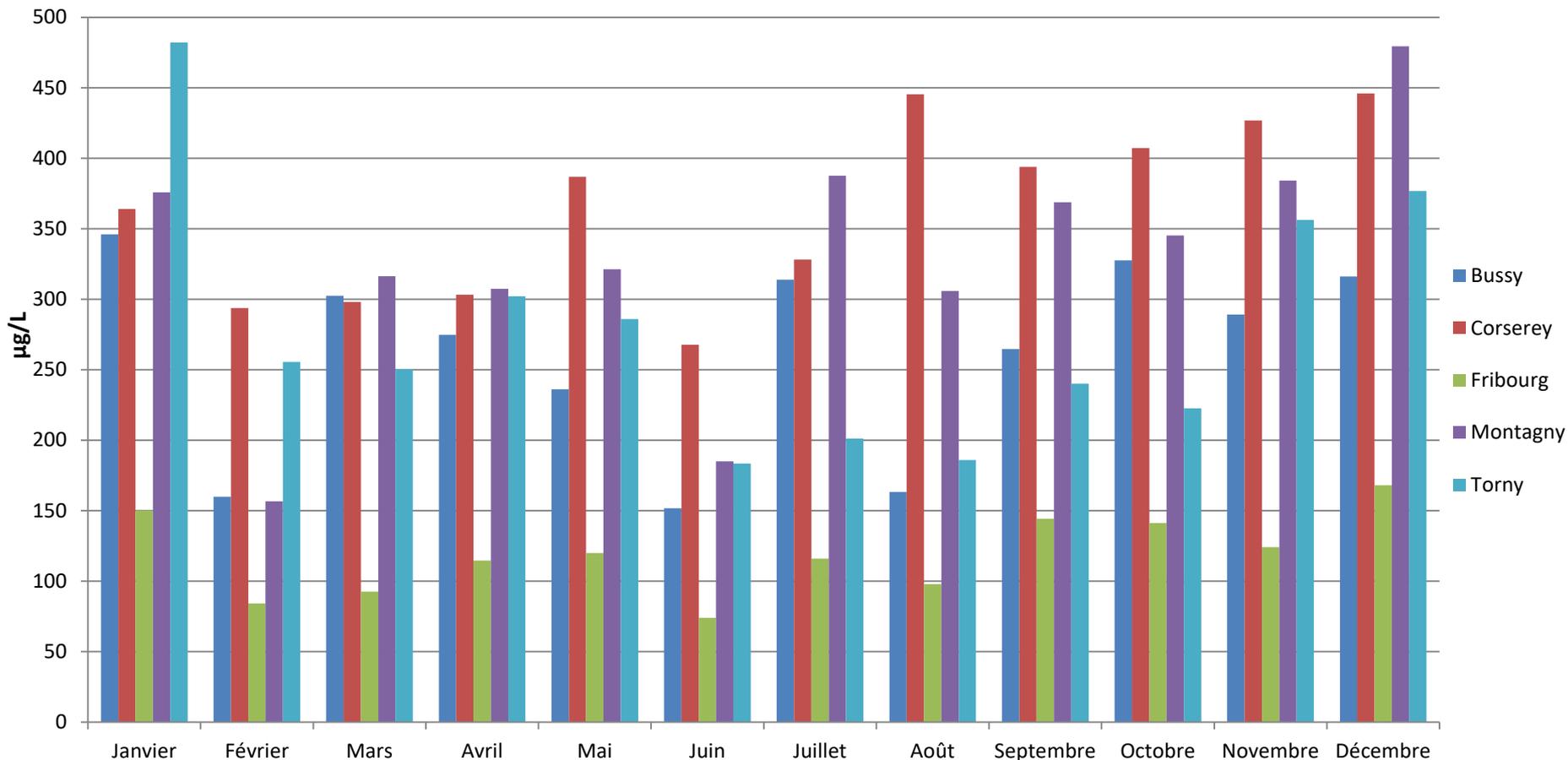
### Die geeignetste Reinigungsstufe auswählen

- Art der vorhandenen Stoffe → Ozonung / Aktivkohle

# Neuigkeiten Gewässerschutz – Analyse Mikroverunreinigungen

## Erste Ergebnisse

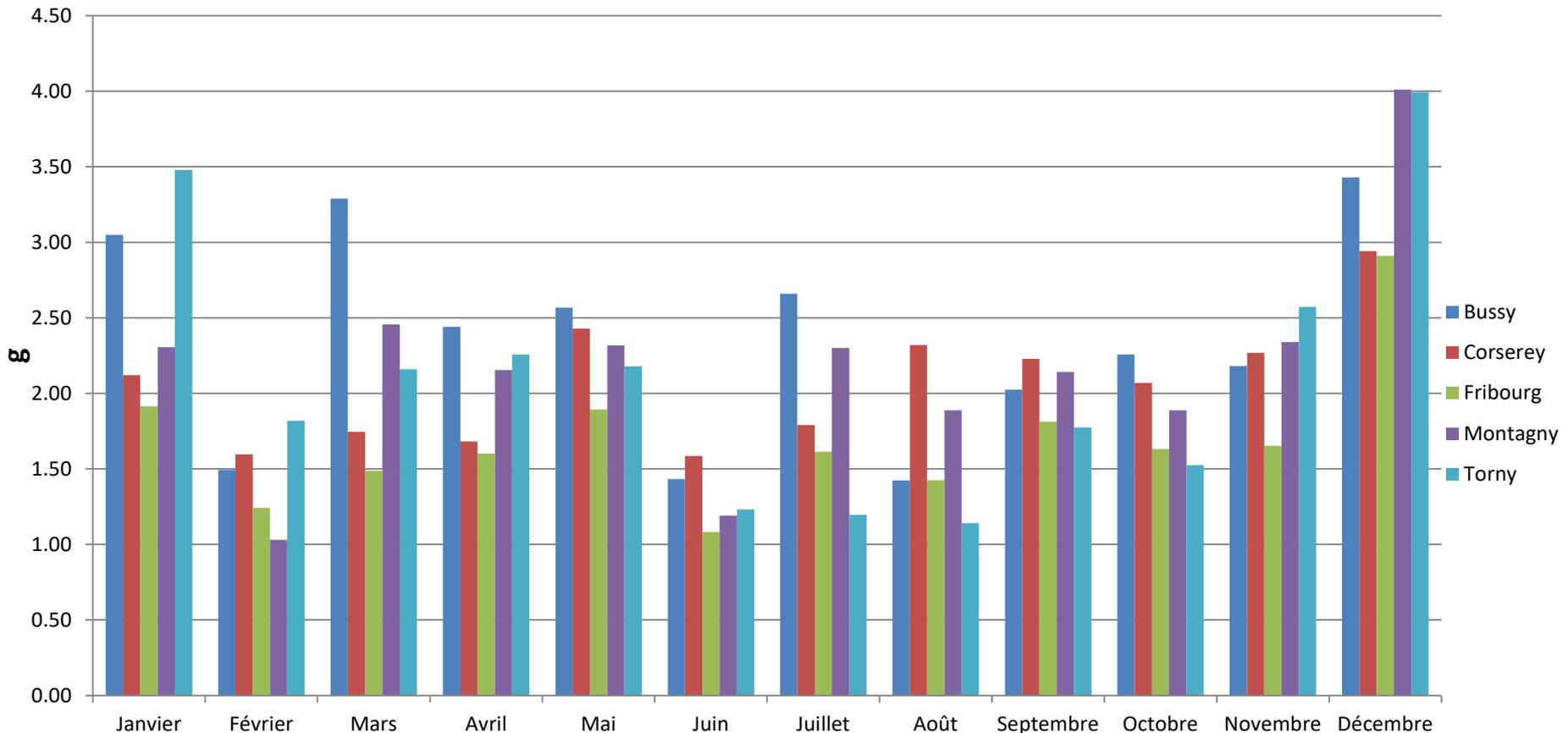
Konzentration der MV in [ $\mu\text{g/L}$ ] in den Abwässern



# Neuigkeiten Gewässerschutz – Analyse Mikroverunreinigungen

## Erste Ergebnisse

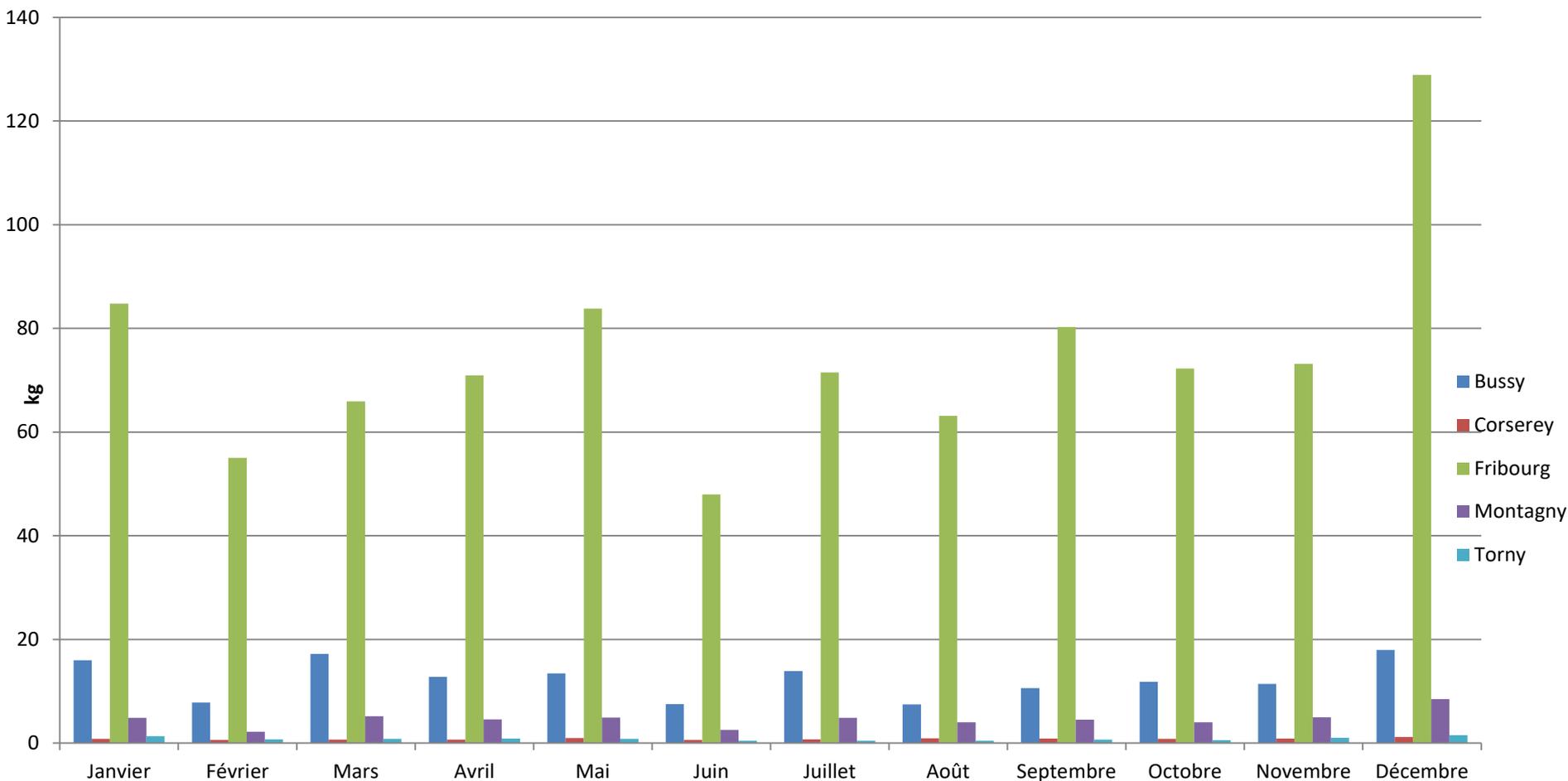
Belastung durch MV in [g/(Einwohner\*Monat)] in den Abwässern



# Neuigkeiten Gewässerschutz – Analyse Mikroverunreinigungen

## Erste Ergebnisse

— Gesamtmasse Zulauf der ARA in [kg] pro Monat



# Neuigkeiten Gewässerschutz – Analyse Mikroverunreinigungen

## Erste Ergebnisse

Konzentration nach  
Behandlung (80%)

	Freiburg (80%)											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Amisulprid	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Carbamazepin	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Citalopram	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Clarithromycin	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Diclofenac	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Hydrochlorothiazid	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Metoprolol	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Venlafaxin	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Benzotriazol	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Candesartan	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Methylbenzotriazol	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Irbesartan	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ Genügende Konzentration

■ Zu schwache Konzentration

# Neuigkeiten Gewässerschutz – Analyse Mikroverunreinigungen

## *Schlussfolgerung*



- ❑ Starker Rückgang der Mikroverunreinigungen vorgesehen:
    - ❑ In Freiburg werden pro Monat zwischen 50-60 kg Mikroverunreinigungen zurückgehalten werden
  - ❑ Variables Vorhandensein der Indikatoren:
    - ❑ Konzentration der Indikatoren variiert je nach Monat
    - ❑ In der ARA Freiburg: Einzig das Benzotriazol weist über das ganze Jahr eine genügende Konzentration auf
- ➔ Die 12 Stoffe müssen systematisch analysiert werden, da ihr Vorhandensein/ihre Abwesenheit variiert

# Fragen ?



# Neuigkeiten Gewässerschutz

---

- > Kantonale Planung:
  - > Stand der Zusammenschlüsse
  - > Stand der laufenden Projekte
- > Überwachung der Mikroverunreinigungen (ARA)
- > **Eignung der Ozonung + Anhörung BAFU Phase «A»**
- > Kantonale Subventionen

# Neuigkeiten Gewässerschutz

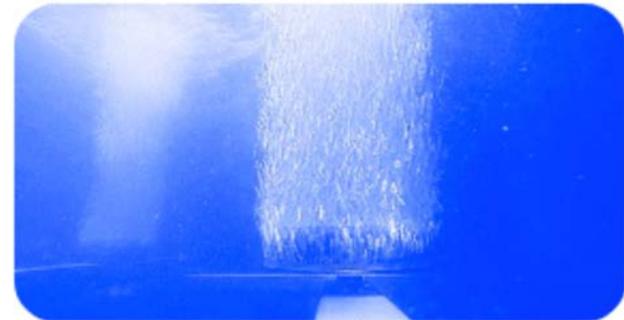
## Eignung des Ozonungsverfahrens

-

## Umsetzung

### ABKLÄRUNGEN VERFAHRENSEIGNUNG OZONUNG

EMPFEHLUNG



*Der VSA empfiehlt diese Abklärungen frühzeitig und vollständig durchzuführen, wenn eine Ozonung in Betracht gezogen wird. Erweist sich ein Abwasser als ungeeignet, und wird von einer Ozonung abgesehen, können die Abklärungen auch vorzeitig abgebrochen werden.*

# Neuigkeiten Gewässerschutz – Eignung der Ozonung

## *Erinnerung VSA-Empfehlung*

- ❑ Verfügbare Verfahren zur Behandlung der Mikroverunreinigungen:
  - Adsorption auf Aktivkohle
  - Ozonung
  
- ❑ Ozonung kann sich je nach Einzugsgebiet als ungeeignet erweisen
  - Chemische Industrie
  - Kehrlichtverbrennungsanlagen mit nasser Rauchgasreinigung
  - Deponien
  - ...

**Potentielle Quellen von:  
Bromid, Nitrosamin-  
Vorläufersubstanzen,  
Chrom(III)**

# Neuigkeiten Gewässerschutz – Eignung der Ozonung

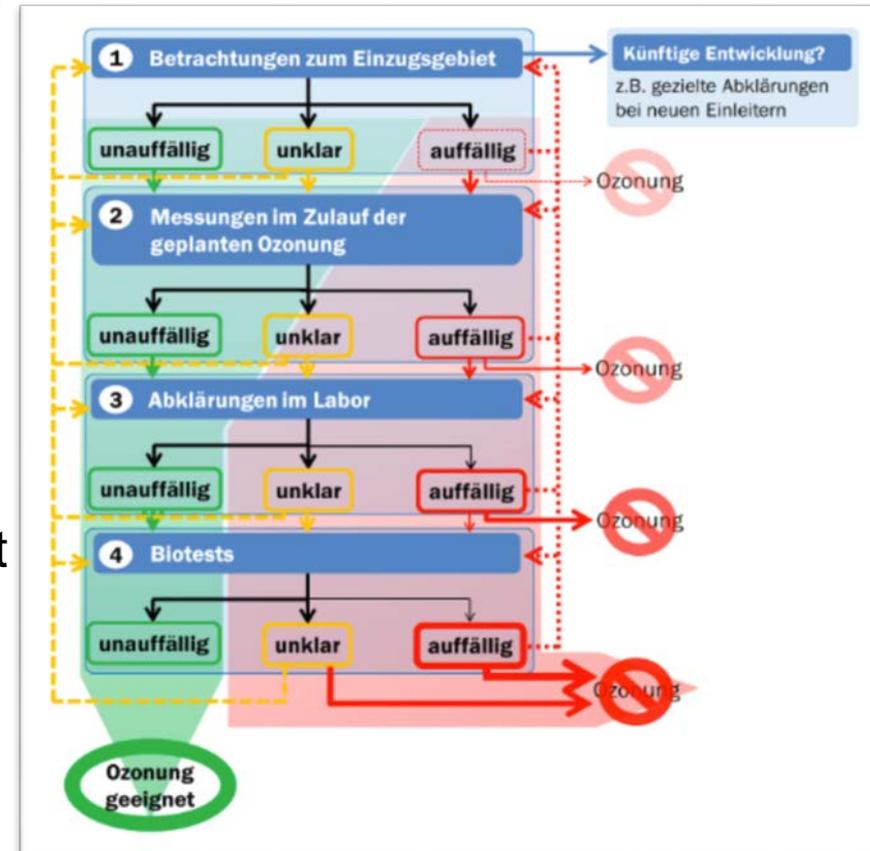
## Erinnerung VSA-Empfehlung

□ Vorausgehende Analyse von Fall zu Fall unentbehrlich!

- Art. 3 GSchG (Sorgfaltspflicht) und Art. 6 GSchG (Verunreinigungsverbot)

□ 4 Etappen

- Betrachtungen zum Einzugsgebiet
- Messungen im Zulauf der geplanten Ozonung
- Abklärungen im Labor
- Biotests



# Neuigkeiten Gewässerschutz – Eignung der Ozonung

## Anwendung konkreter Fall – Messungen im Zulauf

- ☐ Analyse der gewöhnlichen Parameter
  - CSB / DOC / NO<sub>2</sub>- / ...
- ☐ Analyse weiterer Parameter wie:
  - Bromid, Bromat, Nitrosamine, ...

Tabelle 2: Nitrosamine in den untersuchten Wochenmischproben Ablauf NKB.

Parameter	27.03-02.04.2017	24.04.-30.04.2017	22.05.-28.05.2017	Best-Grenze	Einheit
ARA Murten	NDMA (N-Nitroso-dimethylamin)	<	<	<	0.01 µg/L
	NMEA (N-Nitroso-methylethylamin)	<	0.01	<	0.01 µg/L
	NDEA (N-Nitroso-diethylamin)	<	<	<	0.01 µg/L
	NDIPA (N-Nitroso-di-Iso-propylamin)	<	<	<	0.01 µg/L
	NDPA (N-Nitroso-di-n-propylamin)	<	<	<	0.01 µg/L
	NDBA (N-Nitroso-di-n-butylamin)	<	<	<	0.01 µg/L
	NPIP (N-Nitroso-piperidin)	<	<	<	0.01 µg/L
	NPYP (N-Nitroso-pyrolidin)	<	<	<	0.01 µg/L
	NMOR (N-Nitroso-morpholin)	<	<	<	0.01 µg/L
ARA Kerzers	NDMA (N-Nitroso-dimethylamin)	<	nb*	<	0.01 µg/L
	NMEA (N-Nitroso-methylethylamin)	<	nb*	<	0.01 µg/L
	NDEA (N-Nitroso-diethylamin)	<	nb*	<	0.01 µg/L
	NDIPA (N-Nitroso-di-Iso-propylamin)	<	nb*	<	0.01 µg/L
	NDPA (N-Nitroso-di-n-propylamin)	<	nb*	<	0.01 µg/L
	NDBA (N-Nitroso-di-n-butylamin)	<	nb*	<	0.01 µg/L
	NPIP (N-Nitroso-piperidin)	<	nb*	<	0.01 µg/L
	NPYP (N-Nitroso-pyrolidin)	<	nb*	<	0.01 µg/L
	NMOR (N-Nitroso-morpholin)	<	nb*	0.01	0.01

\* Probe ging beim Versand ans Drittlabor verloren.

# Neuigkeiten Gewässerschutz – Eignung der Ozonung

## Anwendung konkreter Fall – Abklärungen im Labor

- ☐ Probenahme aus dem Ablauf des Nachklärung
- ☐ Überprüfung der:
  - Ozon- und OH-Radikal-Exposition
  - Abbau des Atrazins und der Spurenstoffe
  - Bildung von Bromat und Nitrosamine

Parameter	Stoffe Gruppe 1				Stoffe Gruppe 2			
	7260N	7260N-0.5	7260N-0.5B	7260N-1.0	7260N-1.0B	7260N-1.5	7260N-1.5B	
NDMA (N-Nitroso-dimethylamin)	<	0.007 µg/L	<	0.007 µg/L	<	0.006 µg/L	0.006 µg/L	
NMEA (N-Nitroso-methylethylamin)	<	<	<	<	<	<	<	
NDEA (N-Nitroso-diethylamin)	<	<	<	<	<	<	<	
NDIBA (N-Nitroso-di-iso-butylamin)	<	<	<	<	<	<	<	
NDPA (N-Nitroso-di-n-propylamin)	<	<	<	<	<	<	<	
NDBA (N-Nitroso-di-n-butylamin)	<	<	<	<	<	<	<	
NPIP (N-Nitroso-piperidin)	<	<	<	<	<	<	<	
NPYR (N-Nitroso-pyrrolidin)	<	<	<	<	<	<	<	
NMOR (N-Nitroso-morpholin)	<	<	<	<	<	<	<	

■ Dosis 0.5    ■ Dosis 1.0

# Neuigkeiten Gewässerschutz – Eignung der Ozonung

## Anwendung konkreter Fall – Biotests

- Ergänzung zu den Abklärungen im Labor

→ Beurteilung der Summenwirkung

- Negatives Resultat für Daphnientest: erhöhte Ammoniakkonzentration, da ARA nicht nitrifiziert
- Wiederholung des Tests mit im Labor nachnitrifiziertem Abwasser -> kein Effekt mehr messbar

Tabelle 10: Ökotoxikologische Beurteilung des unbehandelten (Ablauf NKB) und des ozonierten und biologisch nachbehandelten Abwassers.

Parameter	Einheit	1782 (Ablauf NKB)	1782-1.0B (ozonierte Probe plus biologische Nachbehandlung)
Ames-Test SPE TA98 - S9	Mutagene Datenpunkte und Dosisabhängigkeit (Zusammenfassende Beurteilung)*	kein Effekt*	kein Effekt*
Ames-Test SPE TA98 + S9		kein Effekt*	kein Effekt*
Ames-Test SPE TA100 - S9		kein Effekt*	kein Effekt*
Ames-Test SPE TA100 + S9		kein Effekt*	kein Effekt*
Algen Photosynthese (mit SPE)	Diuron equivalent concentration (DFC) µg/L	3300±200	250±30

Tabelle 6: Ökotoxikologische Beurteilung des unbehandelten (Ablauf NKB) und des ozonierten und biologisch nachbehandelten Abwassers mittels Daphnientest.

Parameter	Einheit	7260N (Ablauf NKB, Nitrifiziert im Labor)	7260N-1.0B (ozonierte Probe plus biologische Nachbehandlung)
Daphnientest	EC <sub>50</sub> resp. EC <sub>20</sub> *	NOEC 90.0%	NOEC 75.6%

\*Beurteilung der EC<sub>50</sub> resp. EC<sub>20</sub> Werte gemäss dem Vorschlag im Bericht „Guide pour l'utilisation des tests ecotoxicologiques“ 2002 im Auftrag der CIPEL (Commission internationale pour la protection des eaux du Léman). Als Beurteilungswerte für „nicht toxisch“ gelten: EC<sub>50</sub> nicht messbar, EC<sub>20</sub> > 50%.

Angewendet wurde die niedrigste Verdünnungsstufe, bei der mind. 50% der Tiere überlebten. G1 = 100% Abwasser, G2 = 50% Abwasser, G3: 25% Abwasser, G4: 12.5% Abwasser.

# Neuigkeiten Gewässerschutz – Eignung der Ozonung

## Schlussfolgerung

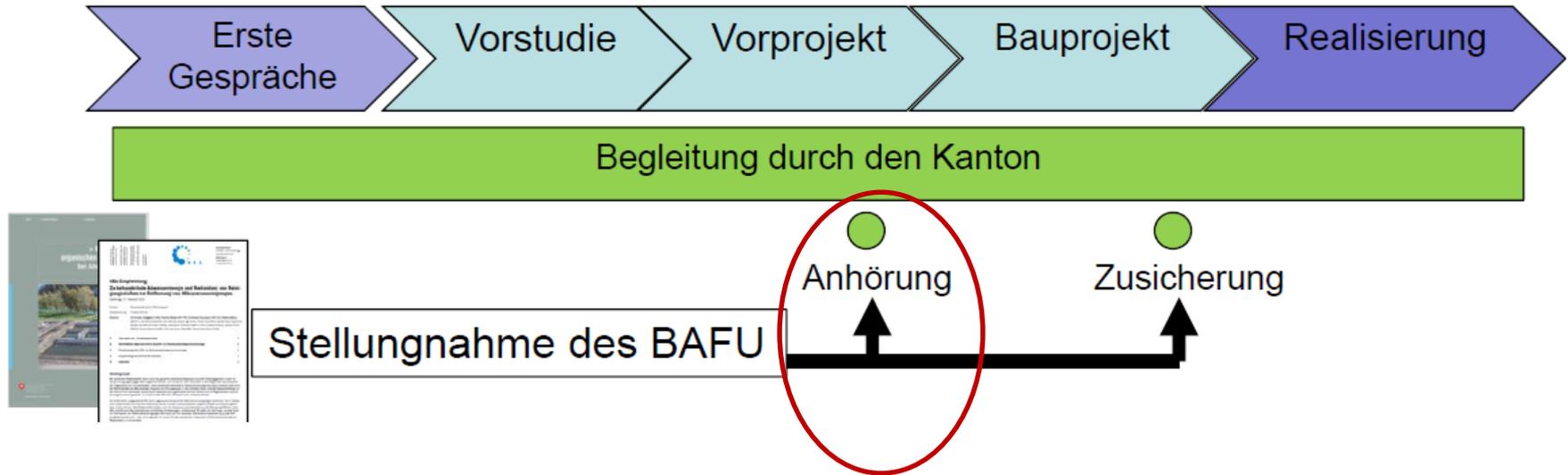
- Das Abwasser der ARA Seeland Süd ist gemäss den Ergebnissen dieser Untersuchungen unproblematisch für eine zukünftige Installation einer Ozonung

Tabelle 7: Zusammenfassende Beurteilung der untersuchten Abwasserproben der ARA Seeland Süd.

Stufe 2: Messungen im Zulauf der geplanten Ozonung (Ablauf NKB)			
Bromidkonzentrationen <100 µg/L, kein Chrom und Chrom VI, kein NDMA			
Stufe 3: Abklärungen im Labor (chemische Untersuchungen)			
Untersuchte Probe(n)	Modul 1 Verhalten von Ozon im Abwasser	Modul 2 Spurenstoffabbau	Modul 3 Oxidations- nebenprodukte
Ablauf NKB - ARA Seeland Süd: Mischprobe vom 02.-08.04.2017 (Probe-Nr. 1782) Mischprobe vom 28.11.-03.12.2017 (Probe-Nr. 7260N)	Ozonexpositionen und •OH-Radikalexpositionen sind teilweise höher als der Referenzbereich. Alle Werte bei der Dosis 0.5 mg O <sub>3</sub> / mg DOC sind unauffällig	Spurenstoffe wer- den gut abgebaut	Die Bromat-Bildung ist durchschnittlich. Die gebildeten Nitrosamine (NDMA) werden in der biologischen Stufe wieder abge- baut
Stufe 4: Biotests			
Untersuchte Probe(n)	Biotests		
Ablauf NKB - ARA Seeland Süd: Mischprobe vom 02.-08.04.2017 (Probe-Nr. 1782) Mischprobe vom 28.11.-03.12.2017 (Probe-Nr. 7260N)	Verminderung oder keine Erhöhung der Toxizität bezüglich der getes- teten Wirkmechanismen		

Grün: Ergebnisse des Testmoduls weisen auf ein übliches Verhalten hin und würden eine Ozonung zulassen, Orange: Gewisse Aspekte müssen genauer abgeklärt werden; Rot: Ergebnisse weisen darauf hin, dass eine Ozonung für diese Anlage nicht geeignet ist.

# Konsultation BAFU - Phase A



## Betreiber:

- Technischer Bericht VP inkl. Kosten und Zeitplan
- Evtl. Variantenstudie
- Abklärungen
- Verfahrenseignung Ozonung

## Kanton:

- Brief (ca. 2-3 Seiten), mit Gesuch Anhörung und Beurteilung, u.a. Massnahmenpflicht, Link zu Kt. Planung

# Anhörung Phase A

Prüfung durch BAFU anhand folgender Punkte:

1. Ist Gesuch formell vollständig? -> Alle Unterlagen eingereicht?
2. Ist Massnahme
  - a. Erforderlich (Kriterien GSchV)
  - b. Geeignet (insbesondere Thema Reaktionsprodukte Ozonung)
  - c. Wirtschaftlich (Dimensionierung)

⇒ Formulierung **Anträge** für Gesuch, Zusicherung (Phase B)

z.B.

- > Überwachungskonzept Oxidationsnebenprodukten
- > Unterteilung **Kostenschätzung** des Bauprojekts in anrechenbare und nicht-anrechenbare Kosten (Kostenschlüssel Sandfiltration)
- > Frist **Schwellenwert**

# Fragen ?



# News Gewässerschutz

---

- > Kantonale Planung:
  - > Stand der Zusammenschlüsse
  - > Stand der laufenden Projekte
- > Überwachung der Mikroverunreinigungen (ARA)
- > Eignung der Ozonung + Konsultation BAFU Phase «A»
- > **Kantonale Subventionen**



# Finanzierung

# Finanzierung

---

**ARA - Wasserqualität ist ein zentrales Thema** (Anfrage von 17.05.2017)

> Pierre-André Grandgirard und Nadia Savary-Moser

> **Begründung**

- > Im März 2014 verabschiedete das Bundesparlament eine Änderung des GSchG, mit der eine nationale Finanzierung zur Aufrüstung von rund hundert ARA mit einer **Reinigungsstufe zur Elimination der Mikroverunreinigungen** geschaffen wurde
- > Im Kanton **Waadt** und **Bern** ist eine **kantonale Finanzierung** zur Entlastung der Gemeinden **vorgesehen**
- > Auf **Freiburger Seite** hat der Staatsrat eine kantonale Planung erstellt, **Kantonsbeiträge** in Ergänzung zu den Bundesbeiträgen sind jedoch im Moment **keine geplant**

# Finanzierung

---

## > Anfrage

- > Ist der Staatsrat in Ergänzung zur Finanzierung der Studien bereit, auf das Begehren **einer finanziellen Hilfe** des Kantons **zugunsten der Gemeinwesen** einzutreten ?
- > Wenn ja, **welche finanziellen Mittel** und welche Instrumente sind denkbar ?

## > Antwort des Staatsrats

- > Der Staatsrat **ist bereit, ein Beitragssystem einzurichten**, das hauptsächlich dazu dient, die Umsetzung der Abwasserreinigungsplanung zu fördern. Dabei muss allerdings das **Verursacherprinzip** eingehalten werden, welches als ein zentraler Grundsatz sowohl im eidgenössischen als auch im kantonalen Recht verankert ist.

# Finanzierung

---

## > Antwort des Staatsrats

- > Es braucht aus seiner Sicht einen **Solidaritätsfonds**, um die **Disparitäten** zwischen den Gemeinden **auszugleichen**. Darunter fällt etwa die Behandlung von Mikroverunreinigungen, weil **nur ein Teil der ARA** entsprechende Infrastrukturen benötigen und aufrüsten müssen.
- > Bei den Betreiberinnen und Betreibern von öffentlichen Abwasserreinigungsanlagen wird **eine jährliche frachtabhängige Abwasserabgabe von zirka 1 Million Franken** erhoben.
- > Durch diese Abgabe wird ein **Fonds** gespeist, der gemäß den vom Kanton definierten Prioritäten dazu dient, **den Bau, die Erweiterung und die Erneuerung von Abwasseranlagen zu subventionieren**.

# Finanzierung

---

## > Antwort des Staatsrats

- > Bis 2040 haben die subventionierten Maßnahmen vordringlich die **Umsetzung der Maßnahmen für die Behandlung von Mikroverunreinigungen** (Aufrüstung der ARA und Ausbau der interkommunalen Sammelkanäle) zum Gegenstand.

## **ARA Wasserqualität ist ein zentrales Thema** (Motion von 21.03.2018)

- > P.A. Grandgirard und N. Savary-Moser + 45 Mitunterzeichner
- > **Wir sind** mit den **Schlussfolgerungen** der Antwort des Staatsrates auf unsere Anfrage 2017-CE-112 **nicht zufrieden** und angesichts der Höhe dieser Kosten in Höhe von 79 Millionen für die Freiburger Gemeinden....

# Financement

---

- > ...beantragen wir, via Motion, beim Artikel 38 des Gewässergesetzes GewG den **Buchstaben f) anzufügen:**

## **Art. 38 Aufgaben des Staats**

**Der Staat finanziert** die kantonalen Aufgaben im Bereich der Gewässerbewirtschaftung. Dazu zählen insbesondere :

...

- f) **Infrastrukturen**, die sich aus der Verpflichtung zur Regionalisierung ergeben

- > Behandlung der Motion im Gange



# Allgemeine Diskussion

# interSTEP 2018

*Ringversuch vom 8. März 2018*

*Tagung vom 24. Mai 2018*

# InterSTEP 2018

## Z-Score

---

### Ziel:

- > Die Genauigkeit der Methoden vergleichen
- > Die Manipulierungen der Vorbereitungsarbeiten kontrollieren

# InterSTEP 2018

## Z-Score

---

### Matrix:

- > Ein- und Auslauf der ARA Marly

### Vorbereitung:

- > Abteilung Chemie der Hochschule für Technik und Architektur Freiburg (HTA-FR)

### Statistische Aufbereitung:

- > Prof. Jean-Pascal Bourgeois von der HTA-FR

### Beurteilung:

- > Frau Myriam Sauter, AfU

# Z-Score

---

$$z = \frac{\bar{x}_i - x_c}{s}$$

$\bar{x}_i$  : moyenne du laboratoire

Mittelwert des Labors

$x_c$  : moyenne de tous les laboratoires

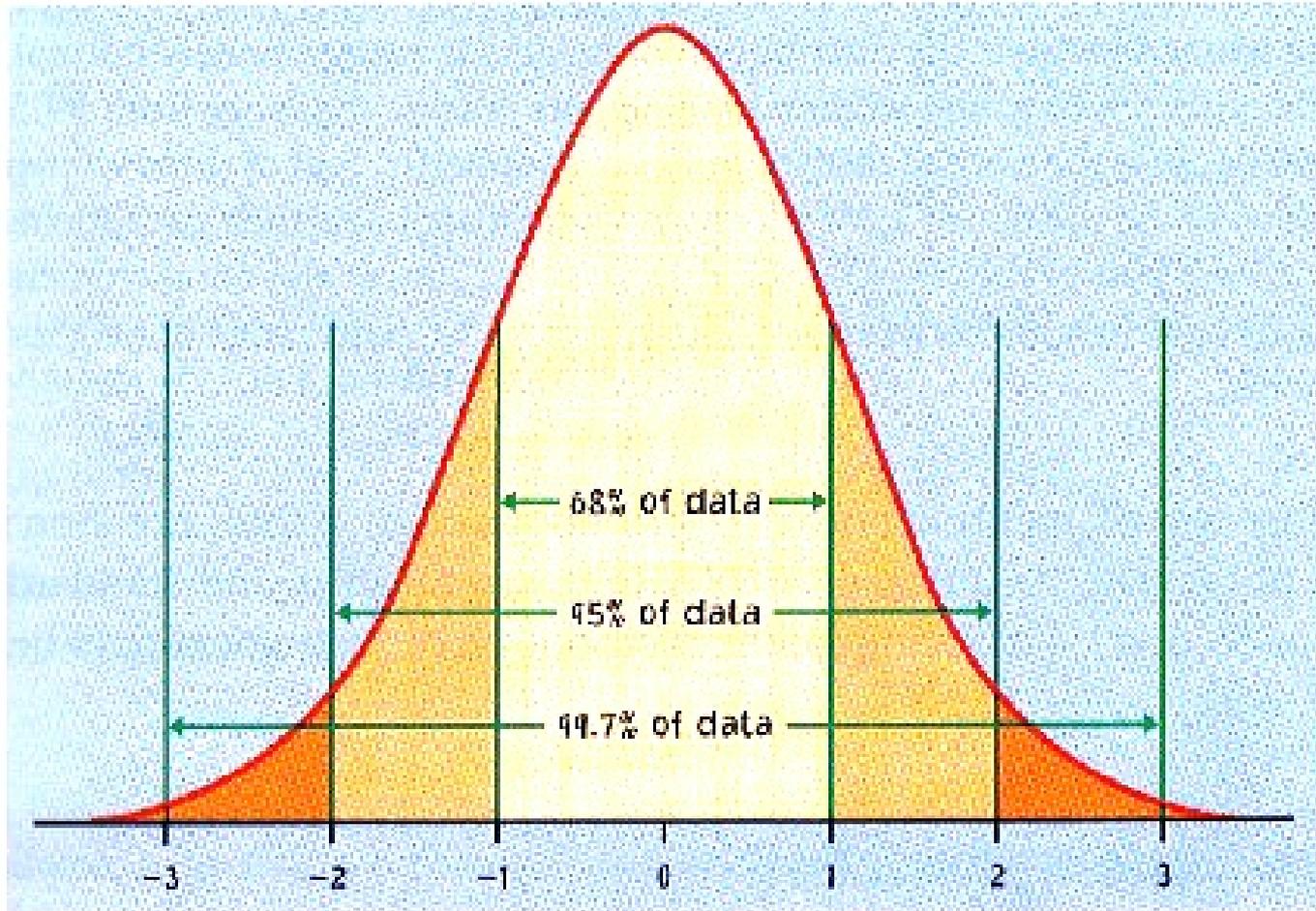
Mittelwert alle Labors

$s_c$  : écart - type entre laboratoires

Standardabweichung unter den Labors

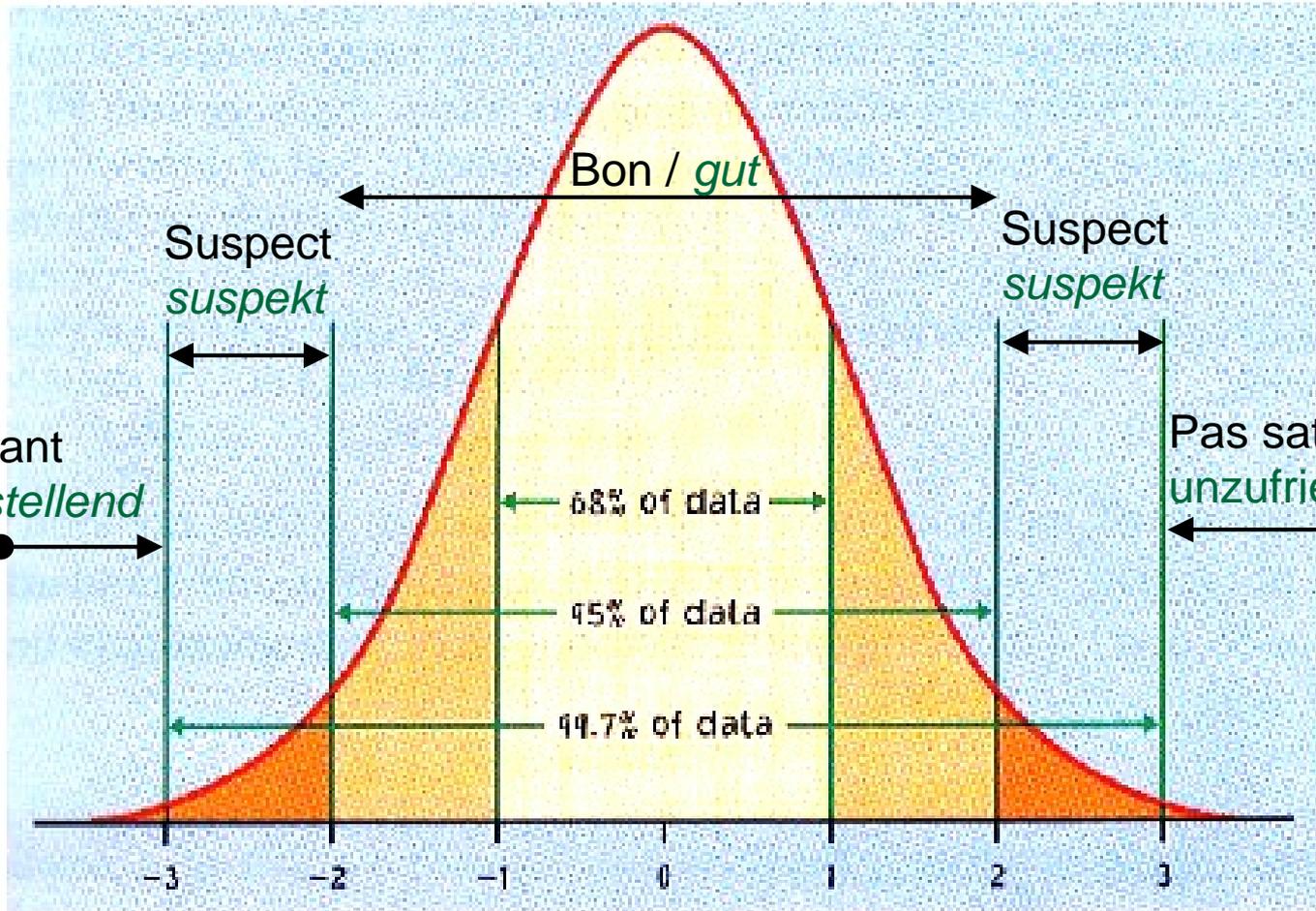
1. z-score < 2 : gut
2. z-score [2 ; 3] : suspekt
3. z-score > 3 : unzufriedenstellend

# Z-Score



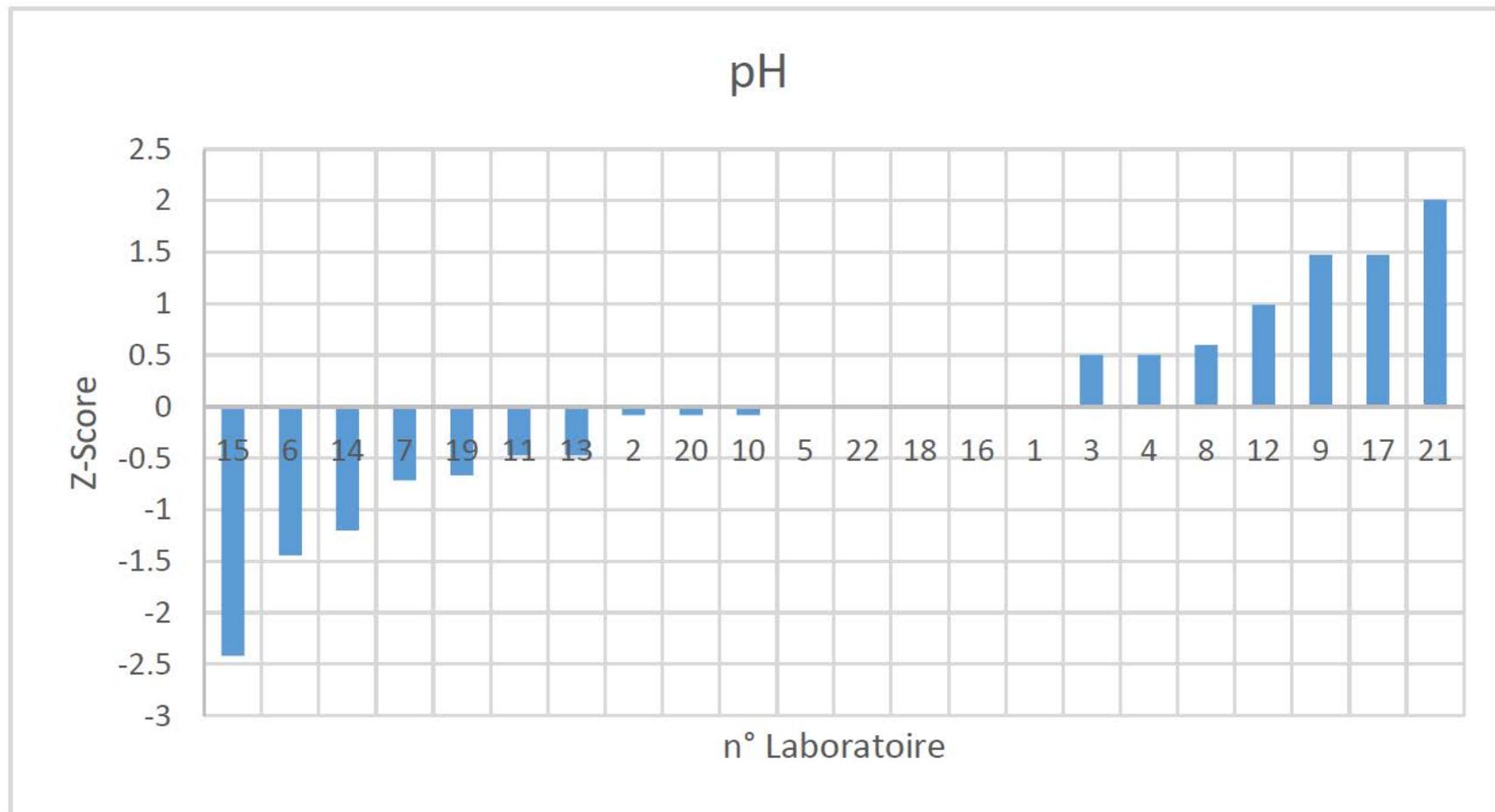
**Figure 1.20** The 68–95–99.7 rule for normal distributions.

# Z-Score

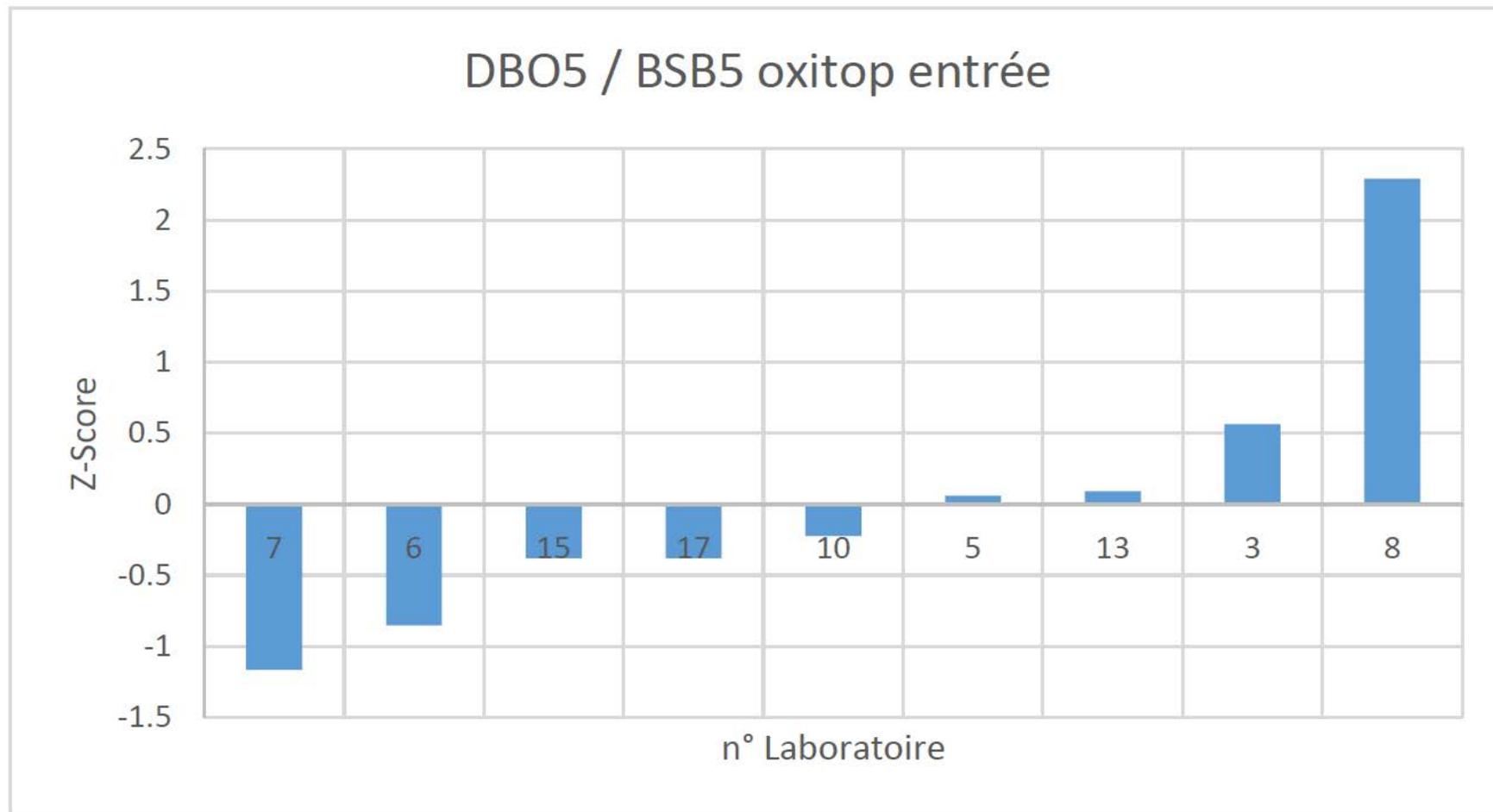


**Figure 1.20** The 68–95–99.7 rule for normal distributions.

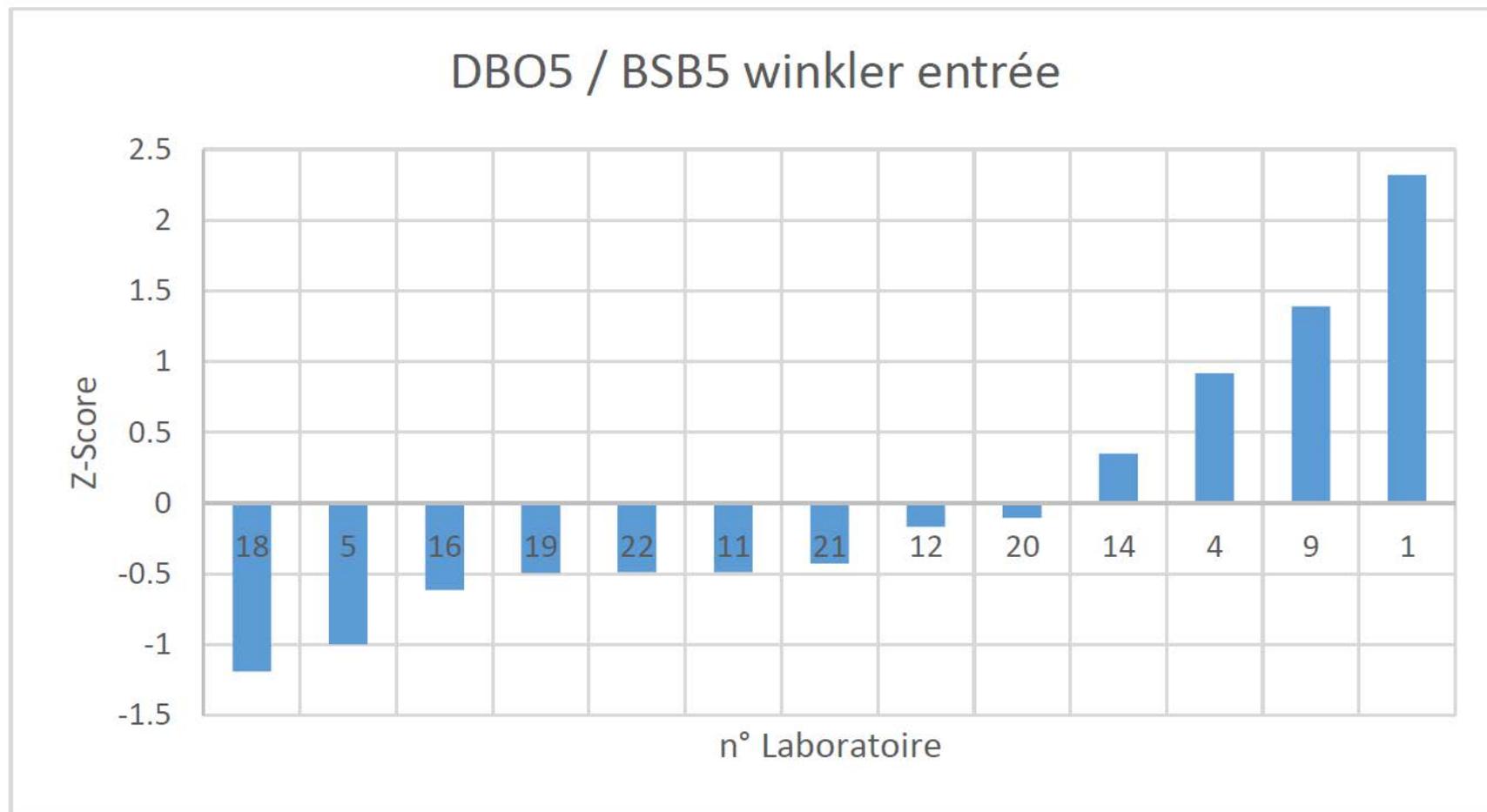
# Bericht pro Parameter



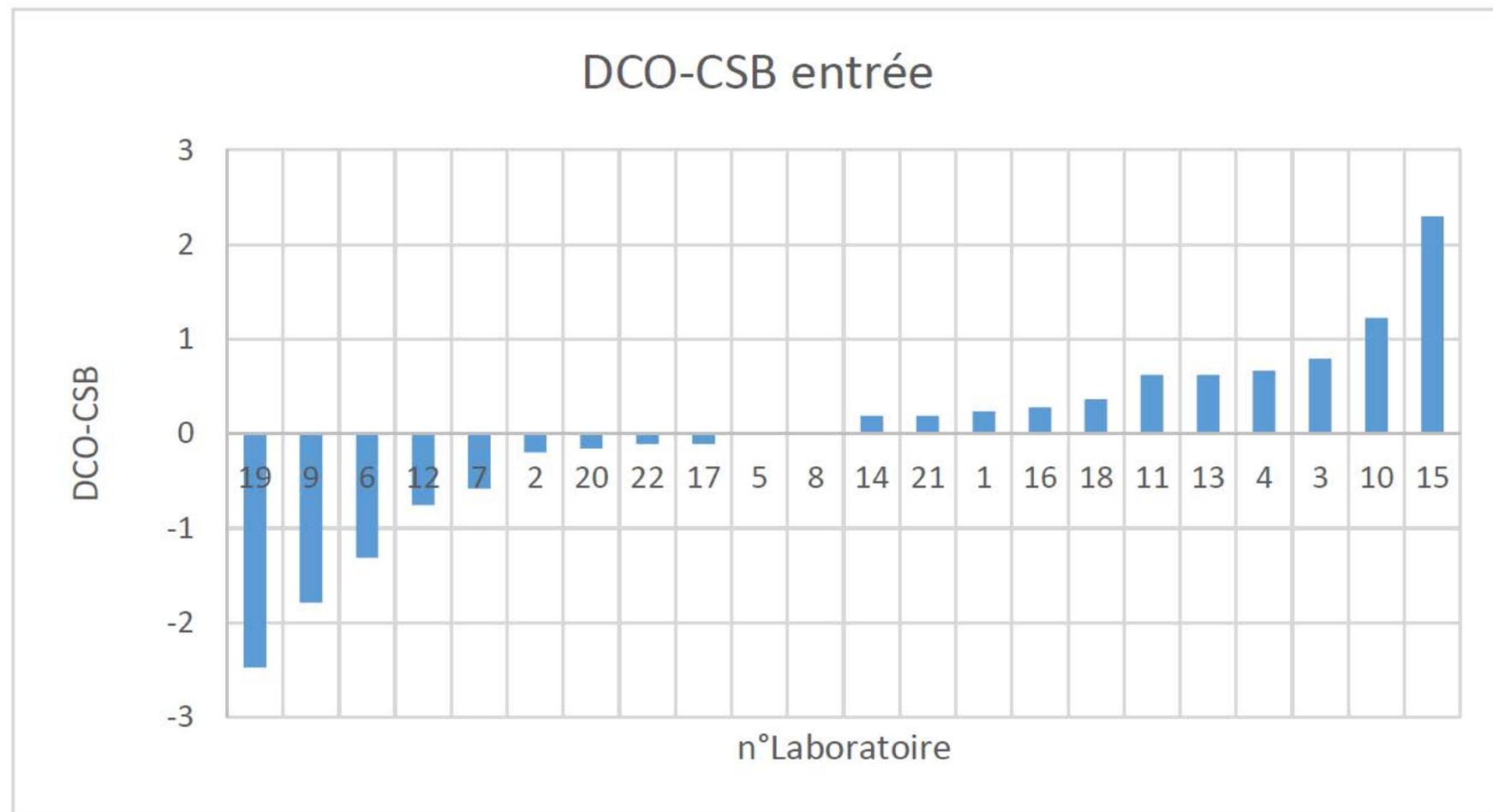
# Bericht pro Parameter



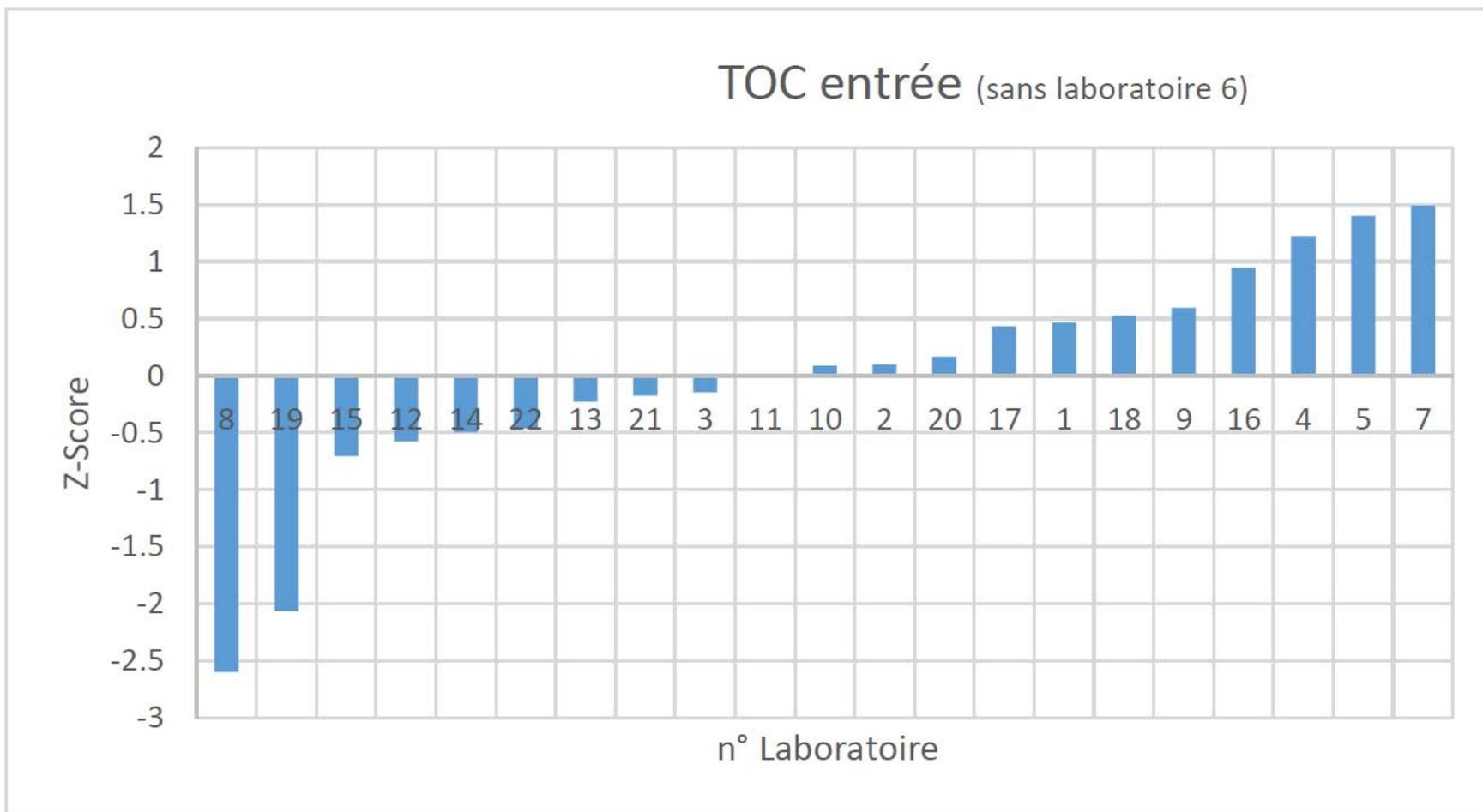
# Bericht pro Parameter



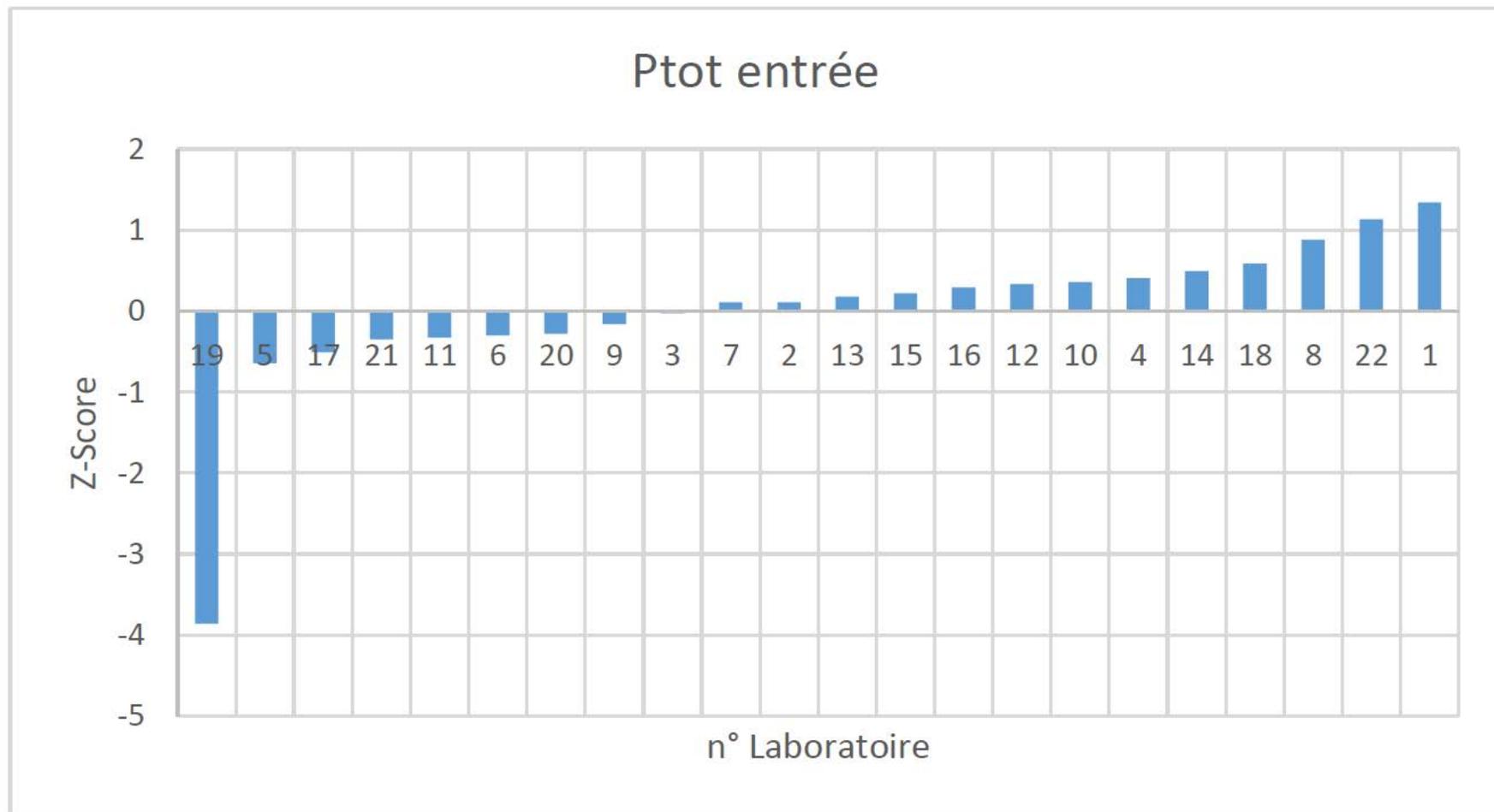
# Bericht pro Parameter



# Bericht pro Parameter

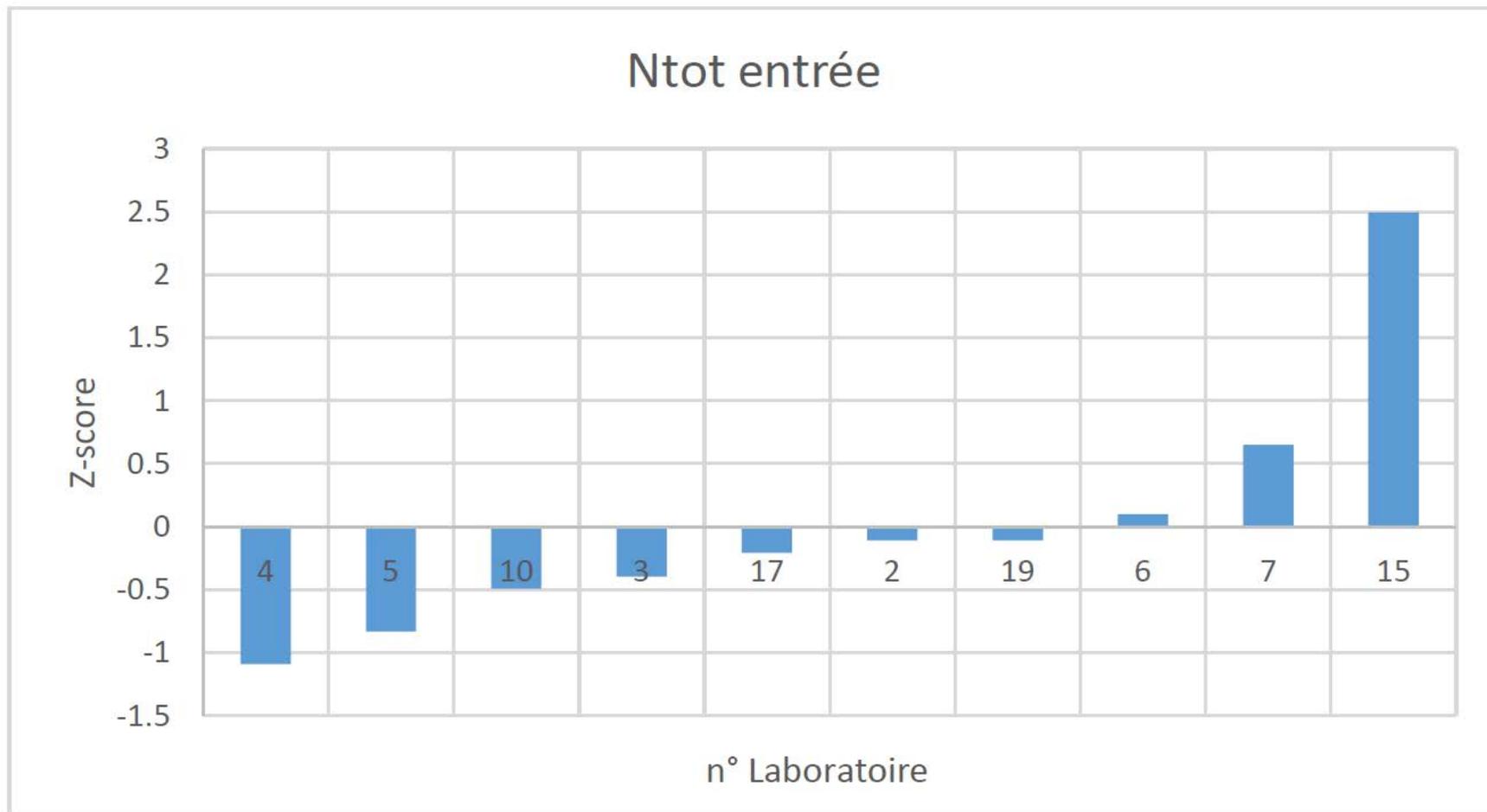


# Bericht pro Parameter



# Rapport par paramètre

## *Bericht pro Parameter*

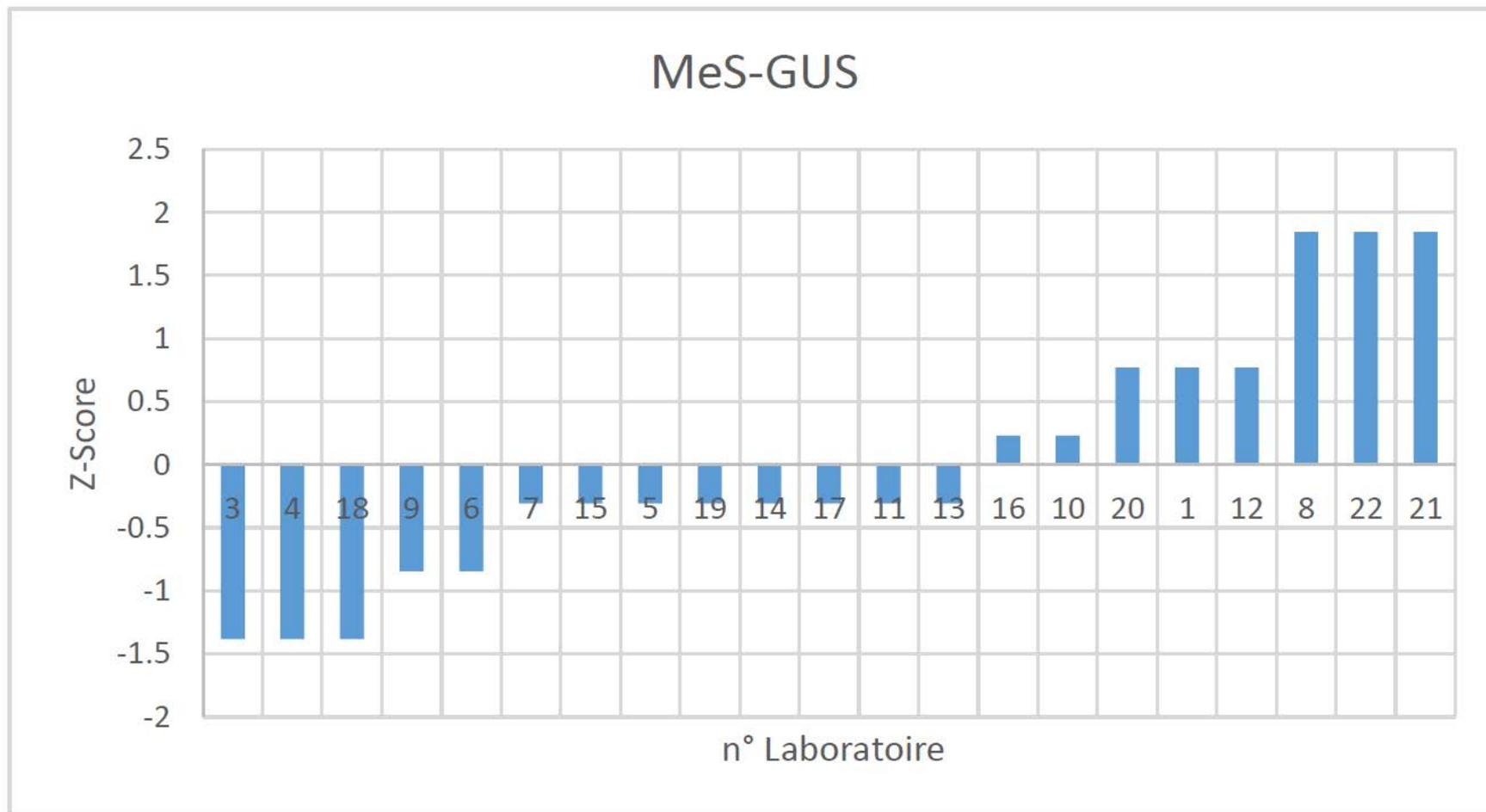


# Rapport par paramètre

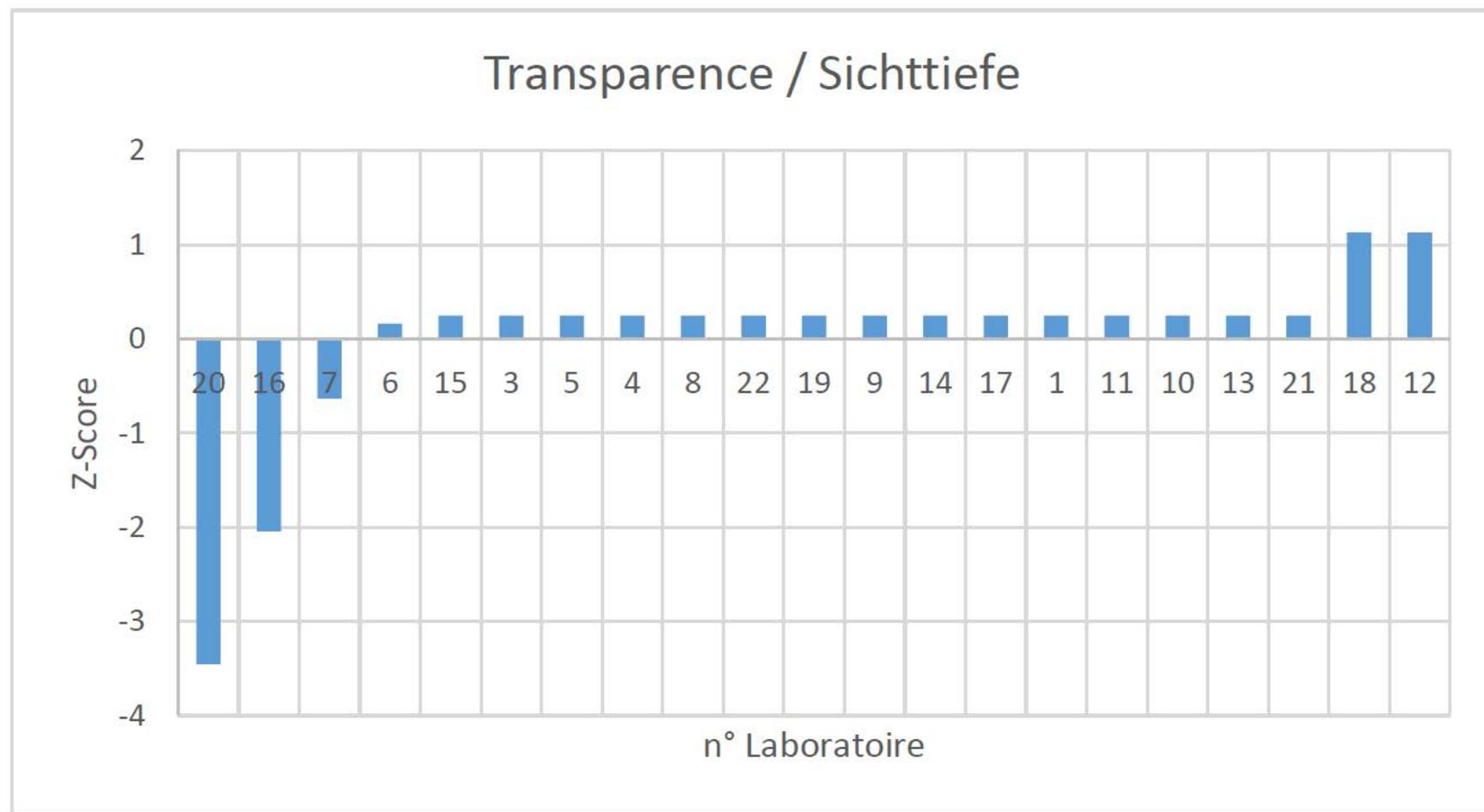
## *Bericht pro Parameter*

---

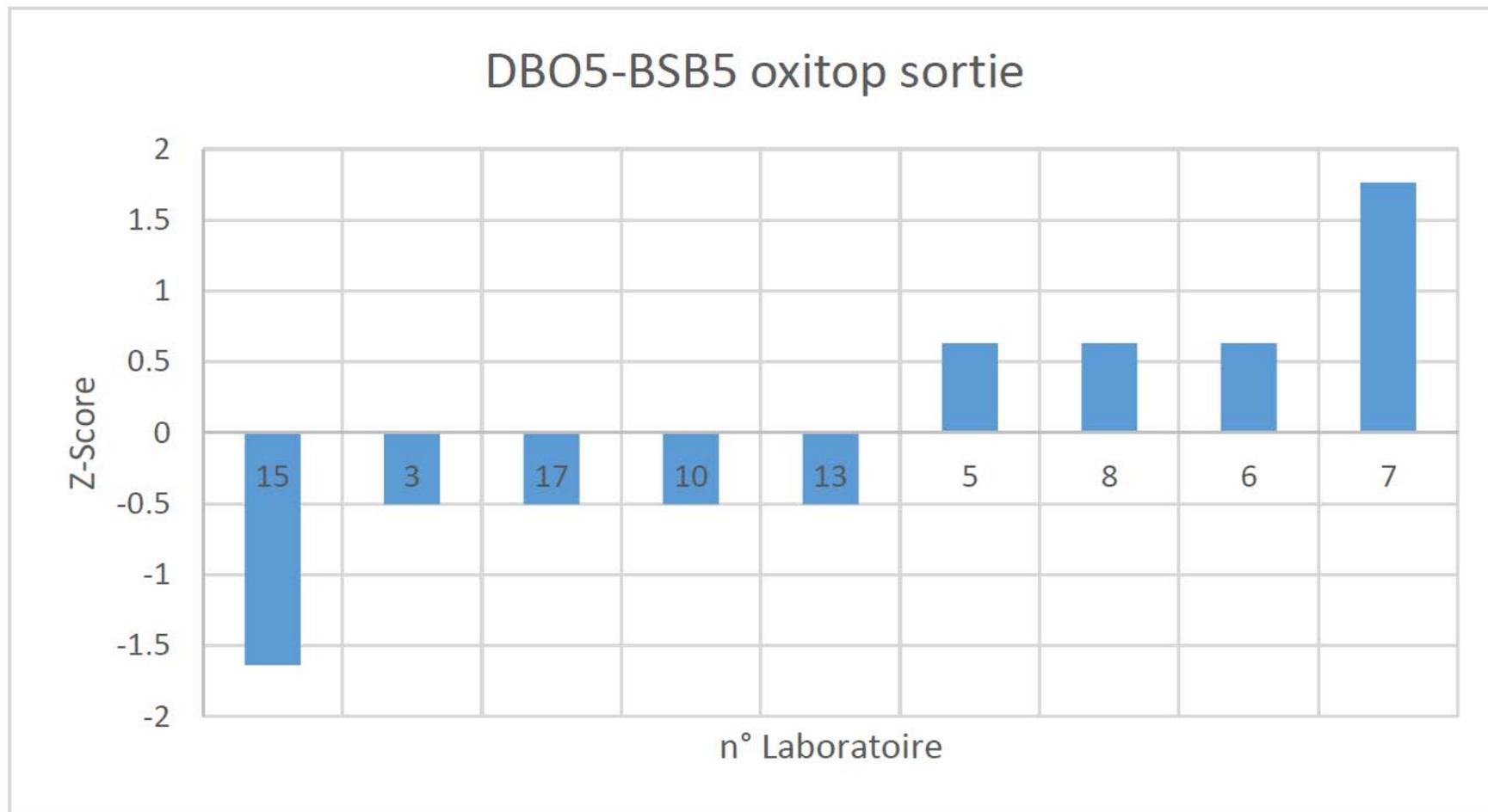
# Bericht pro Parameter



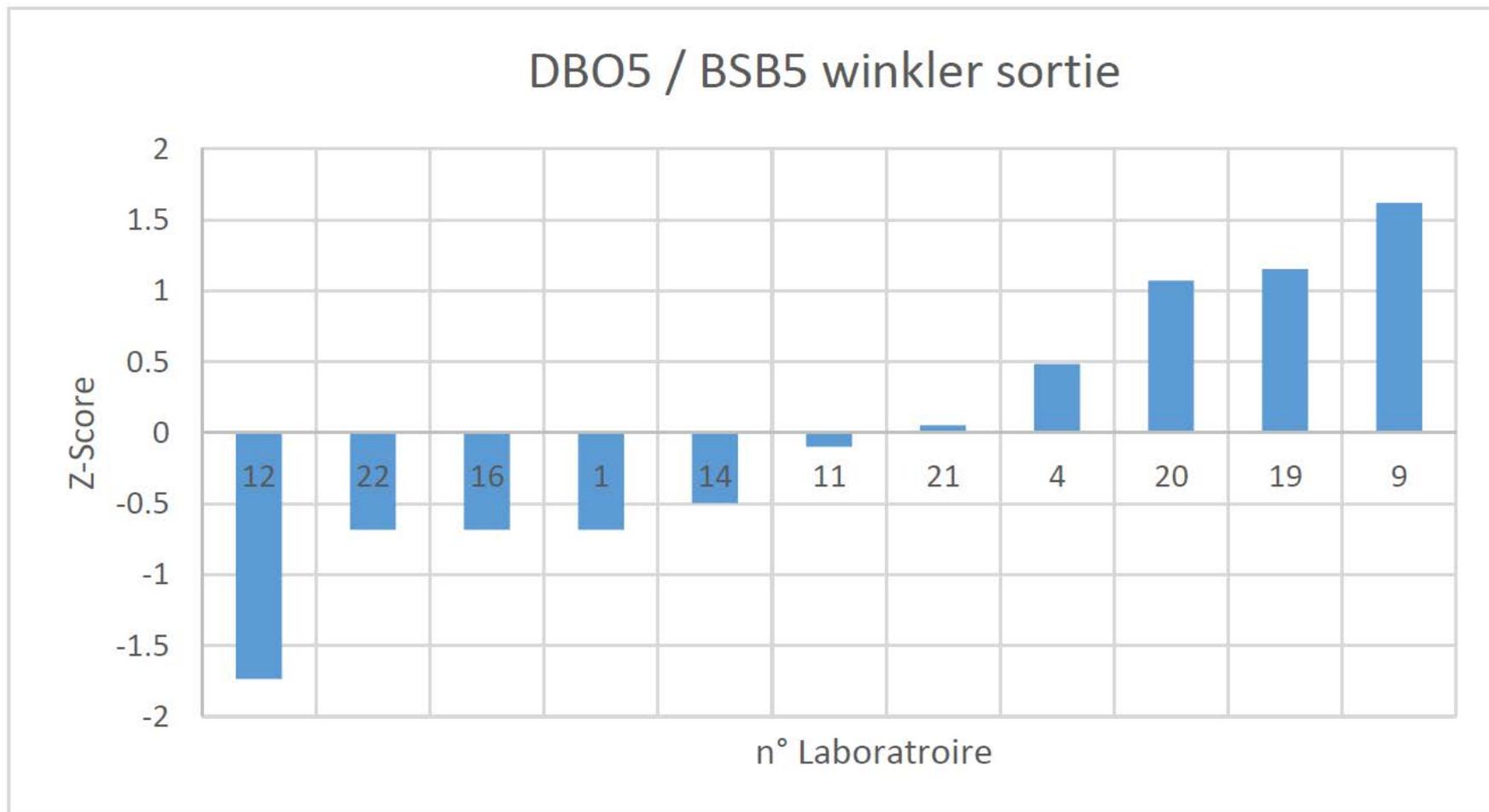
# Bericht pro Parameter



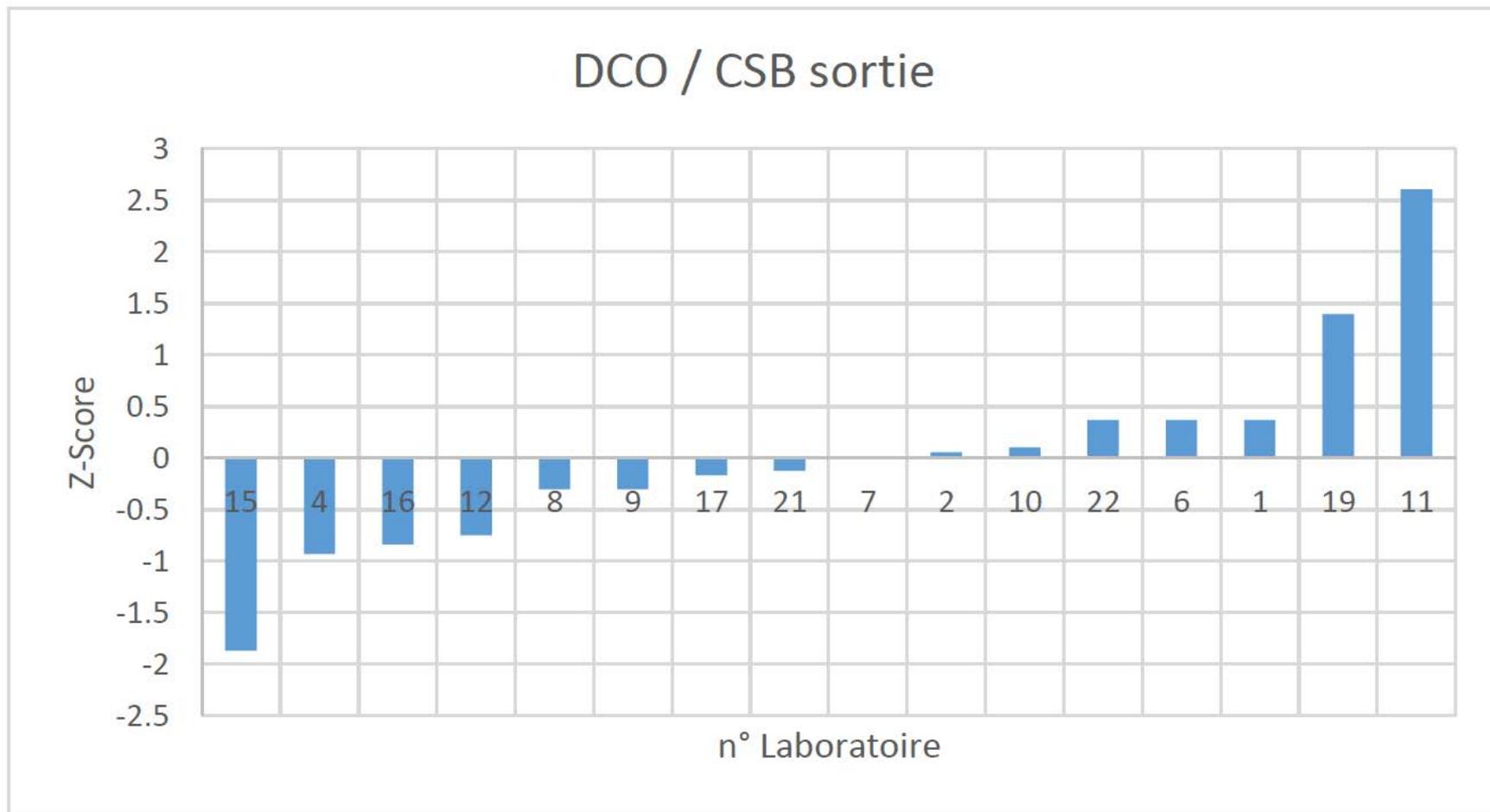
# Bericht pro Parameter



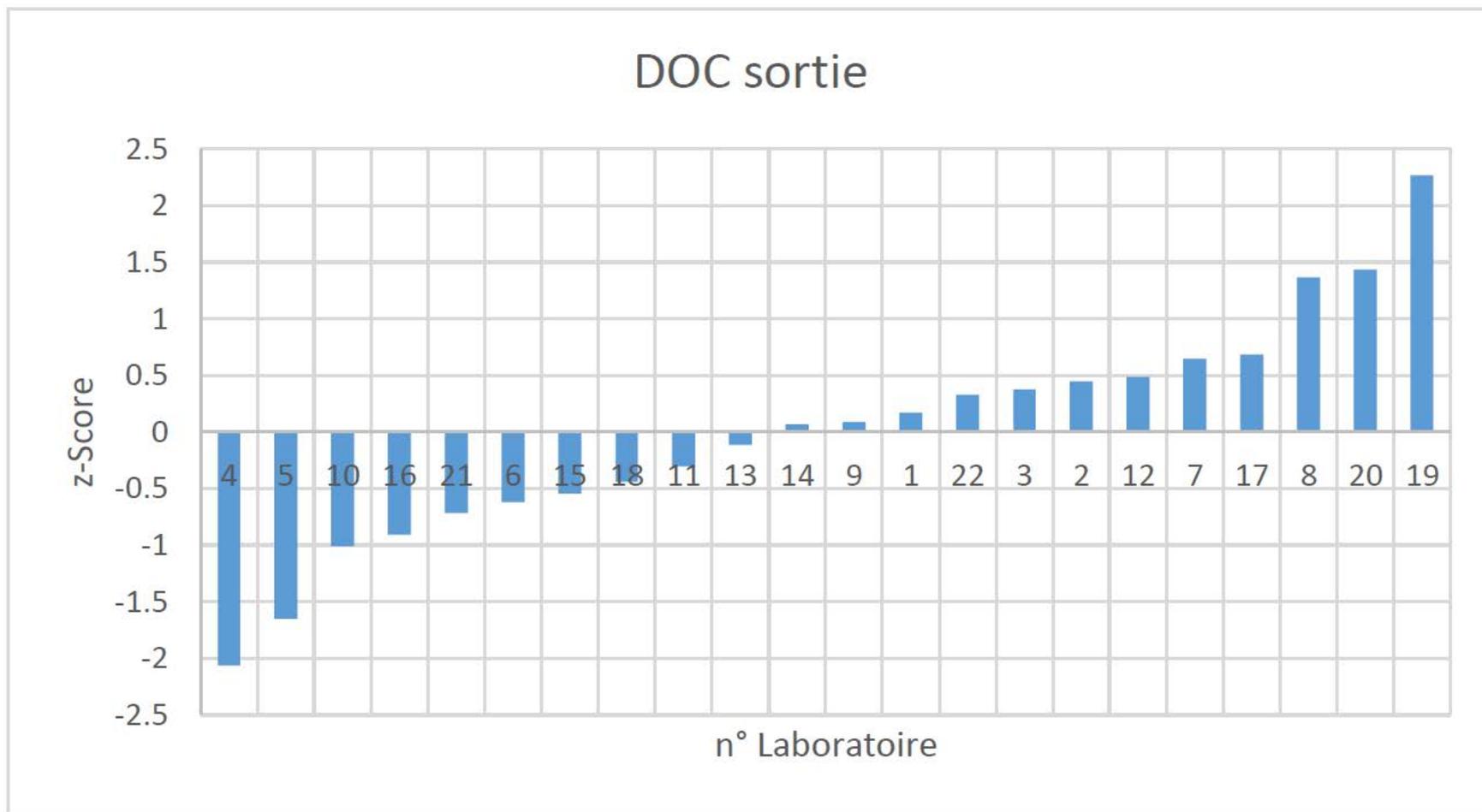
# Bericht pro Parameter



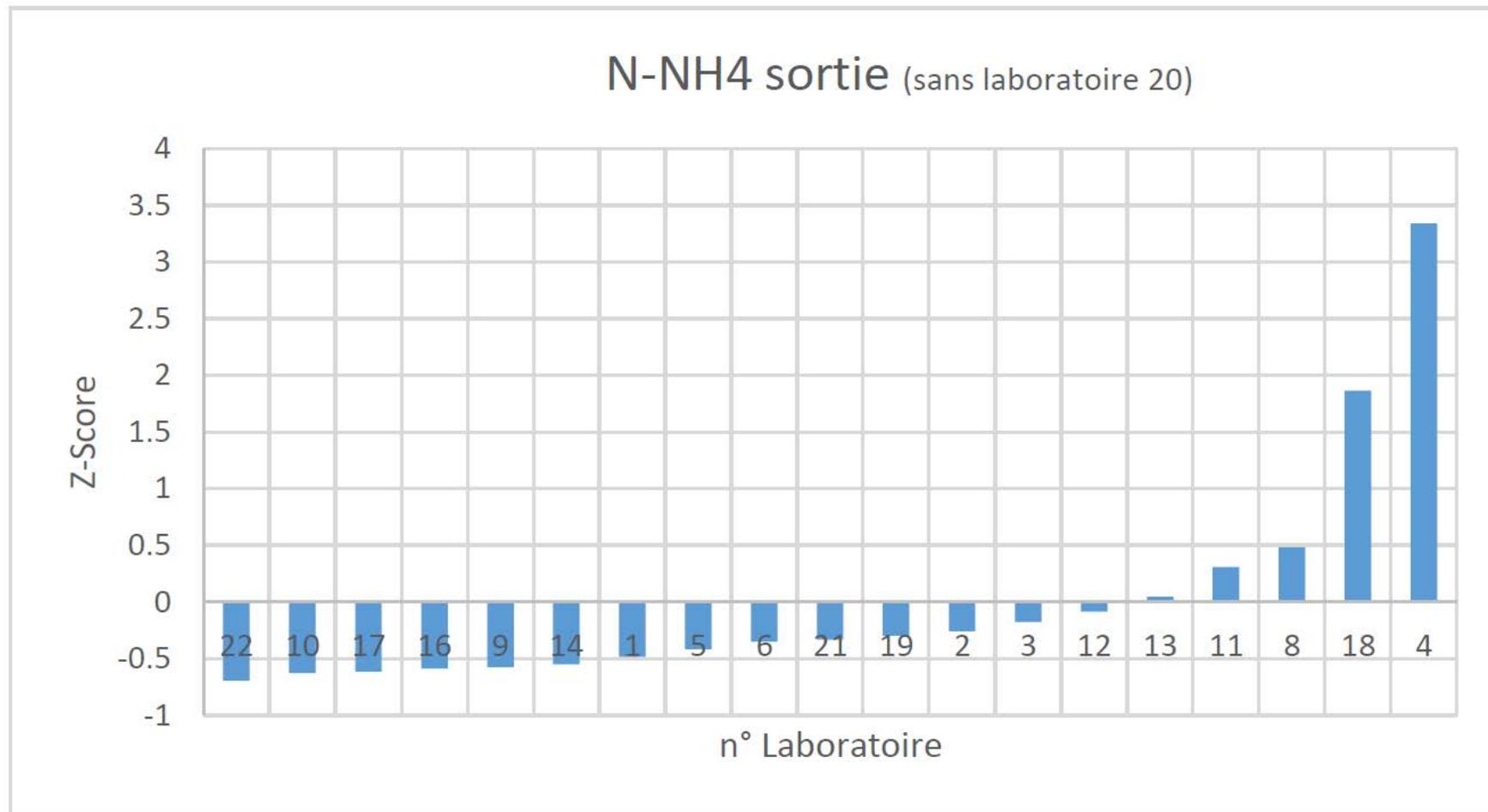
# Bericht pro Parameter



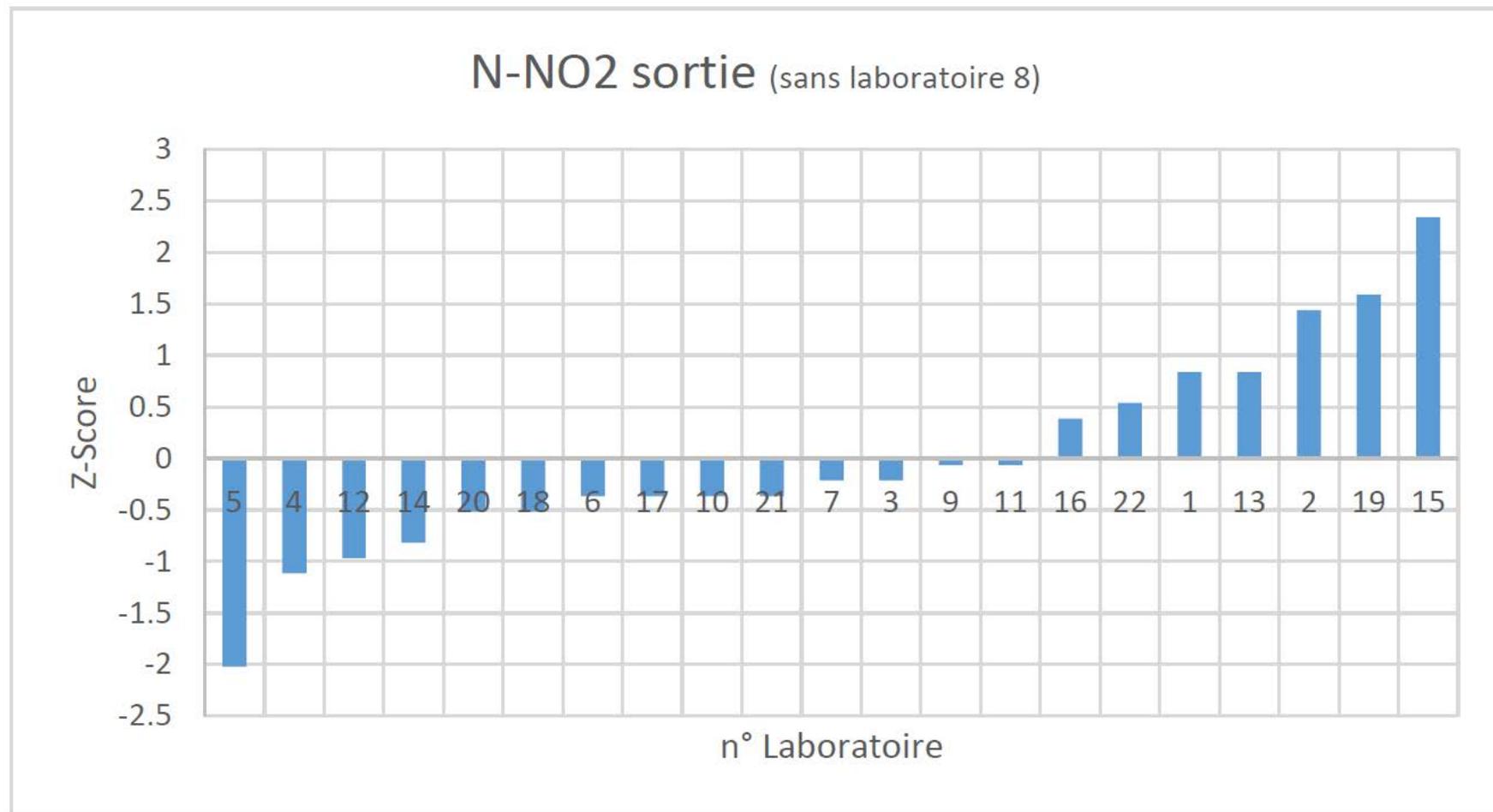
# Bericht pro Parameter



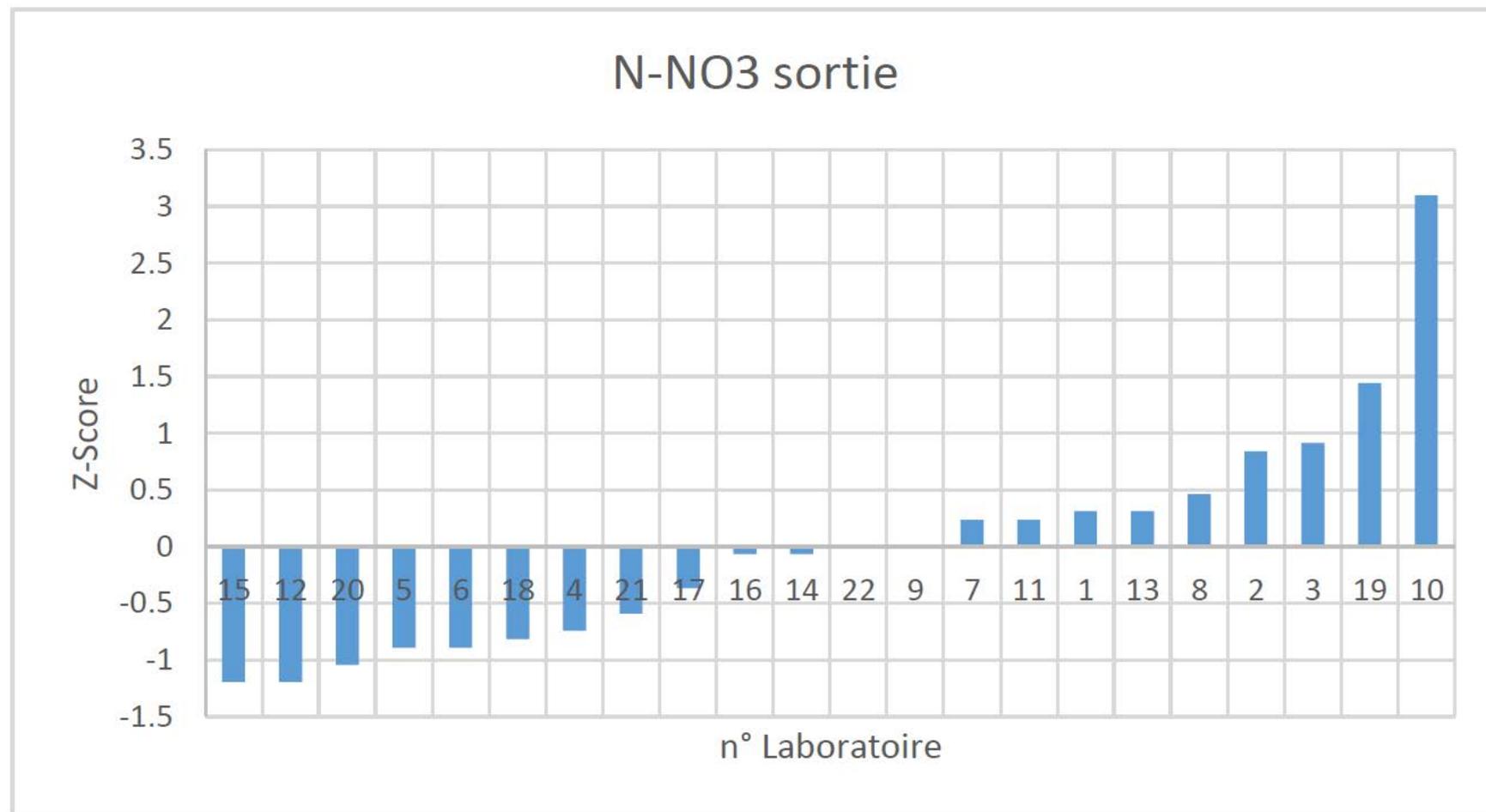
# Bericht pro Parameter



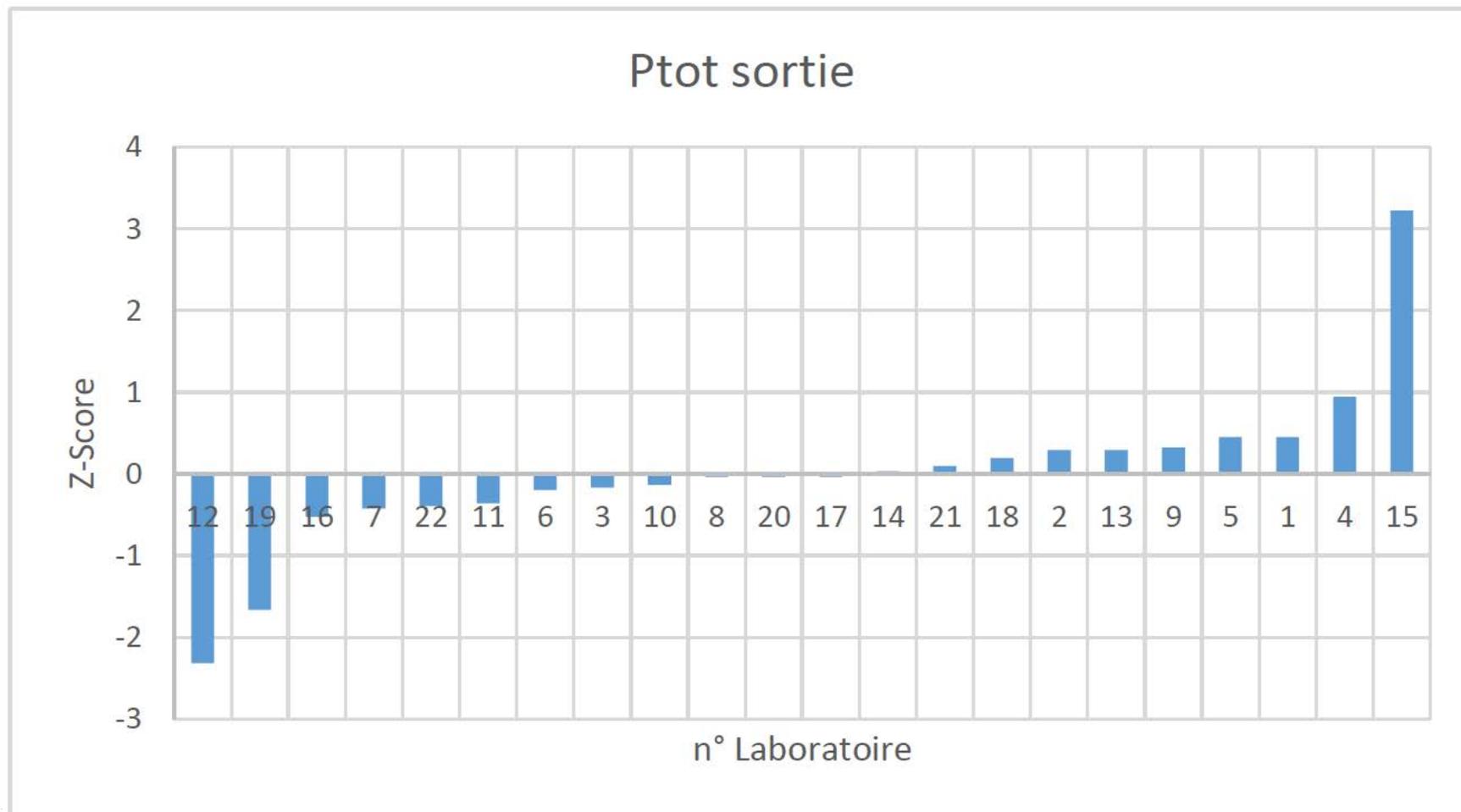
# Bericht pro Parameter



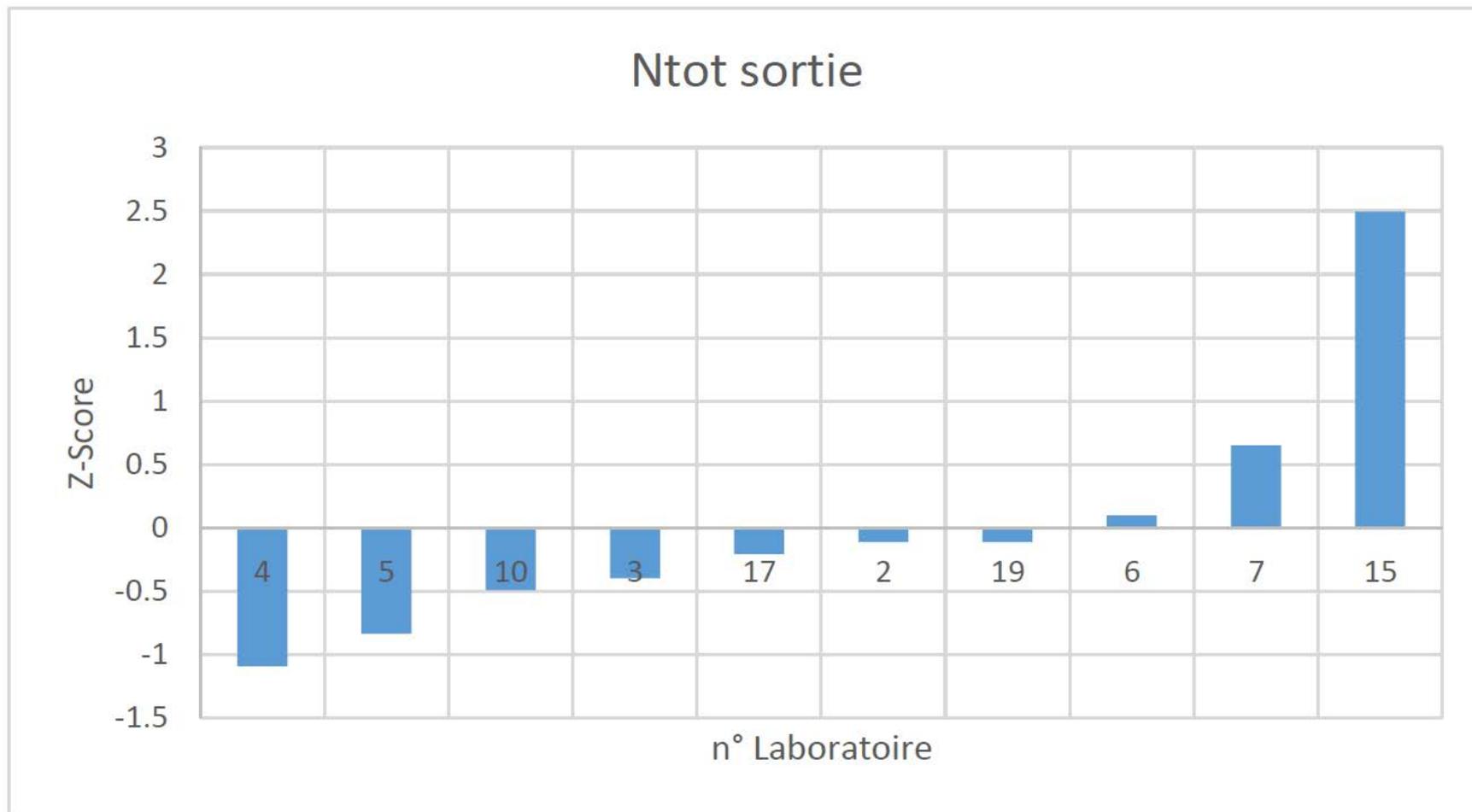
# Bericht pro Parameter



# Bericht pro Parameter



# Bericht pro Parameter



# *Bericht pro Parameter*

---

# Die News aus dem Labor

---

- > Laboratory Information Management System (LIMS) – Projekt Tethys
- > Technische Unterstützung für die Betreiber
- > Anschaffungen 2018

# LIMS - Tethys

---

- > Software zur Verwaltung der Daten des Labors:
  - > Analysen
  - > Einrichtungen
  - > Chemische Produkte
- > Grosses Projekt der Sektion, 1 VZÄ seit 1 Jahr
- > Vollständige Rückverfolgbarkeit der Informationen, ISO 17'025 - kompatibel
- > Automatische Verwaltung der Fristen
- > Verwaltung der chemischen Produkte
- > Verwaltung der Prüfeinrichtungen
- > Für die Betreiber: Neue Formen des Analyseberichts

# LIMS - Tethys

## Bericht pro Parameter

- > Falls Probleme bei der Sendung der Resultate = Myriam Sauteur
- > Folge: Harmonisierung der Tarife mit Lab'Eaux

Kampagne	Analyseprogramm	Betrag <2017	Betrag 2018
E&A ARA	ARA Einlauf vergleichendes Programm mit BSB5 durch Verdünnung	323.-	430.-
	ARA Einlauf vergleichendes Programm mit BSB5 mit OxiTop	312.-	425.-
	ARA Einlauf Teilprogramm	92.-	100.-
	ARA Auslauf mit BSB5 durch Verdünnung	490.-	650.-
	ARA Auslauf mit BSB5 mit OxiTop	479.-	645.-
Klärschlamm	Standard-Programm	580.-	769.-

# Technische Unterstützung für die ARA

## *Bericht pro Parameter*

---

- > 2017: 2 ARA besucht
- > 2018: 1 ARA bereits besucht
- > Erinnerung: Handhabung mit den Schnellkits = Lieferant

# Anschaffungen 2018

---

- > Kjeldahl-Stickstoff für die Abwässer
- > Automatisches System
- > Synergie mit dem Agroscope von Posieux
- > Ungefähr Fr. 70'000.-





# Fragen, Diskussion



# Praktische Veranschaulichung im Feld Stadt Freiburg



# Aperitif, Mittagessen