



# Untersuchung zum Zustand der Fließgewässer des Kantons Freiburg

—  
Begleitdokument Monitoring  
2016

Sense, Taverna, Galtera



ETAT DE FRIBOURG  
STAAT FREIBURG

**Service de l'environnement SEn**  
**Amt für Umwelt AfU**

Direction de l'aménagement, de l'environnement et des constructions **DAEC**  
Raumplanungs-, Umwelt- und Baudirektion **RUBD**

---

# Inhalt

---

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>		
<b>2</b>	<b>Rahmen und Ziele des Monitorings</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b>
2.1	Allgemeines	4	5.1	Sense
2.2	Programm 2016	4	5.2	Taverna
			5.3	Galtera
<b>3</b>	<b>Datenblätter</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>Schlussfolgerung</b>
3.1	Präsentationsblatt Einzugsgebiet	6		
3.2	Datenblatt pro Messstation	6		
<b>4</b>	<b>Gesamtbilanz</b>	<b>9</b>	<b>A1</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>
4.1	Zielerreichung 2016	11		
4.2	Bilanz vorherige/aktuelle Kampagne	12	<b>A2</b>	<b>Bibliographie</b>

---

# 1 Einleitung

---

Seit 1981 hat das Amt für Umwelt (AfU) den Zustand der Fliessgewässer pro Einzugsgebiet dreimal untersucht, um Kenntnisse über die Entwicklung der Qualität der Fliessgewässer zu erlangen und die Effizienz der im Laufe der Jahre ergriffenen Massnahmen zur Zustandsverbesserung zu beurteilen.

Die beiden ersten Kampagnenreihen erfolgten nach dem gleichen Prinzip (NOËL & FASEL, 1985); 2004 wurden im Rahmen der dritten Untersuchung einige Änderungen an der Methodik vorgenommen (ETEC, 2005). 2011 wurde ein neues Monitoring-Programm eingeführt (ETEC, 2011).

Die Sense und die Taverna wurden bereits 1982 (NOËL & FASEL, 1985), 1991-93 (nicht veröffentlicht) und 2010 (ETEC, 2011) untersucht.

Die Galtera war 1983 (NOËL & FASEL, 1985), 1992 (nicht veröffentlicht) und 2007 (ETEC, 2008) Gegenstand von Untersuchungen.

Das Ziel dieser Untersuchungen besteht darin, eine Bilanz der chemisch-physikalischen und biologischen Qualität der Fliessgewässer zu erstellen, ihre Entwicklung in Raum (flussauf- und flussabwärts) und Zeit zu messen und gegebenenfalls Korrekturmassnahmen vorzuschlagen, um den Zustand der Fliessgewässer zu verbessern.

Das vorliegende Begleitdokument legt den Rahmen und die Ziele des Monitorings 2016 fest, präsentiert das Programm 2016 und informiert über die Methodik. Es erklärt die Darstellungsarten in den pro Messstation erstellten Datenblättern und fasst die wichtigsten Ergebnisse zusammen.

Zu beachten ist, dass das Einzugsgebiet der Taverna, das im vorherigen Bericht und den vorherigen Datenblättern (ETEC, 2011) zum Einzugsgebiet der Sense gezählt wurde, in den Datenblättern 2016 und dem vorliegenden Begleitdokument als gesonderte Einheit behandelt wird.

---

## 2 Rahmen und Ziele des Monitorings

### 2.1 Allgemeines

Seit 2011 erfolgt, auf Grundlage der früher festgestellten Beeinträchtigungen, eine Auswahl der Messstationen. Ziel dieser Auswahl ist es, eine hohe Repräsentativität zu erhalten. Die biologischen Erhebungen (benthische Fauna und Kieselalgen) verteilen sich im Untersuchungsjahr auf zwei Kampagnen (eine im Frühling, eine im Herbst), die chemisch-physikalischen Parameter wurden monatlich gemessen.

Die Einzugsgebiete wurden in grössere geografische Einheiten zusammengefasst, um den Untersuchungszyklus auf sechs Jahre zu begrenzen und so die Einzugsgebiete regelmässiger und in kürzeren Abständen zu kontrollieren (möglichst optimale Bewirtschaftung der Fliessgewässer).

Zudem erfolgten Änderungen an der Methodik und zusätzliche Analysen: Anwendung der neuen Methode IBCH (Biologischer Index Schweiz) (STUCKI, 2010), chemisch-physikalische Qualität auf Grundlage von zwölf monatlichen Probenahmen, Pestizidanalysen, Kieselalgenuntersuchungen (zweimal jährlich, parallel zur benthischen Fauna), gemäss dem durch das AfU genehmigten Sonderprogramm.

Die vereinbarte Vorgehensweise und Methodik werden in der „Note explicative du monitoring“ (*Erläuterung zum Monitoring*) (ETEC, 2011) detailliert beschrieben.

Statt in Form eines „traditionellen“ Berichts werden die Ergebnisse seit 2011 in Form von Datenblättern veröffentlicht, die sowohl Informationen über das Einzugsgebiet als auch über die einzelnen Messstationen enthalten.

Das vorliegende Dokument liegt den Datenblättern bei. Es erklärt die zugrunde liegende Systematik und dient dem Verständnis der wichtigsten Punkte. Dieses Dokument erstellt zudem für jede Messstation eine allgemeine Bilanz der einzelnen Erhebungen, um festzustellen, ob die festgelegten Ziele erreicht wurden. Des Weiteren werden Vergleiche zu vorherigen Kampagnen gezogen.

Das Ziel des Vergleichs der vorherigen und der aktuellen Kampagne besteht darin, die wichtigsten Tendenzen (Verbesserung, Stabilität oder Verschlechterung) durch eine festgelegte Methode zu ermitteln, damit die weiteren Untersuchungen auf den gleichen Analysegrundlagen basieren. Der Gesamtüberblick kann auch weitergeführt werden.

Am Ende dieses Dokuments befinden sich zudem ein Abkürzungsverzeichnis sowie eine Bibliografie.

### 2.2 Programm 2016

Tabelle 1 bietet einen Überblick über das durch das AfU genehmigte Monitoring-Programm 2016.

Sämtliche vorgesehenen Entnahmen an den verschiedenen Messstationen konnten gemäss diesem Basisprogramm erfolgen.

Tabelle 1: Zusammenfassung des Monitoring-Programms 2016

Einzugsgebiete	Fließgewässer	Messstationen IBCH	Messstationen chem.-phys.	Messstationen Kieselalgen	Anzahl Stationen IBCH	Anzahl Stationen chem.-phys.	Anzahl Stationen DI-CH
Sense					27	15	5
RVI							
	Sense	326, 328, 331, 334b, 335b, 340, 343, 346	325, 331, 335b, 343, 346	335b, 338, 343, 346	8	5	4
	Kalte Sense	350, 351	351	-	2	1	0
	Muscherensense	365	-	-	1	0	0
	Rufenenbach	353	353	-	1	1	0
	Tütschenbach	355	355	-	1	1	0
	Laubbach	357b	357b	-	1	1	0
	Zumholz	359b	-	-	1	0	0
	Sodbach	361	361	-	1	1	0
	Harrisbach	363	-	-	1	0	0
	Schwarzwasser	360	-	-	1	0	0
	Taverna	301, 302, 306, 307, 308, 312	300, 307, 312	312	6	3	1
	Seliggraben	316	316	-	1	1	0
	Lettiswilbach	318, 320	320	-	2	1	0
	Wuribach	-	-	-	0	0	0
Galtera					5	5	5
RX							
	Galtera	551, 555, 558	550, 555, 558	550, 555, 558	3	3	3
	Fulbächli	-	559	-	0	1	0
	Tasbergbach	562, 564	560	560, 564	2	1	2

Die chemisch-physikalischen oder biologischen Entnahmen (benthische Fauna oder Kieselalgen) erfolgten nicht immer an den gleichen Standorten. Grund hierfür ist insbesondere die Zugänglichkeit für chemisch-physikalische Entnahmen. Die Messstation befindet sich im Allgemeinen etwas weiter flussaufwärts, am häufigsten in Höhe einer Brücke. Für die Probenahme der benthischen Fauna (IBCH) wurden bevorzugt natürlichere Messstationen bzw. Messstationen mit repräsentativeren Bedingungen aus methodischer Sicht erhalten. Wurden keine Veränderungen zwischen den beiden Messstationen vorgenommen, können die Ergebnisse einander gegenüber gestellt werden. Zur Vereinfachung wird dann nur der Code der IBCH-Messstation im Datenblatt und den Übersichtsdokumenten aufgenommen. Diese Präzisierung erscheint im Ergebnisdatenblatt, Abschnitt „Beschreibung der Station“. Für die hier relevanten Einzugsgebiete betrifft diese leichte geografische Verlagerung folgende Messstationen:

- > Im Bereich Sense
  - > SEN 326 (chemisch-physikalisch auf SEN 325, weiter flussaufwärts);
- > Im Bereich Taverna
  - > SEN-TAV 301 (chemisch-physikalisch auf SEN-TAV 300, weiter flussaufwärts);
- > Im Bereich Galtera
  - > GOT 551 (chemisch-physikalisch und Kieselalgen auf GOT 550b, weiter flussaufwärts).

---

## 3 Datenblätter

---

### 3.1 Präsentationsblatt Einzugsgebiet

In einer Einführung jedes Einzugsgebietes werden die Ergebnisse pro Messstation präsentiert. Sie enthält folgende Informationen:

1. Ablauf der Messkampagnen;
2. Hauptmerkmale der Teileinzugsgebiete aus dem Hydrologischen Atlas der Schweiz;
3. Typologie der Fließgewässer mit kartografischer Darstellung der Entnahmestellen;
4. Bestandsaufnahme des Einzugsgebiets (Übersicht über wichtigste Ergebnisse und Beeinträchtigungen);
5. Zusammenfassung der wichtigsten Verbesserungsvorschläge.

### 3.2 Datenblatt pro Messstation

Diese Datenblätter enthalten folgende Elemente und Angaben:

1. Beschreibung der Messstation und kartografische Darstellung;
2. Kenndaten der Messstation in Bezug auf vorherige und aktuelle Messkampagne (Frühling und Herbst separat); einige Informationen (Fotos, Substrate, Kolmationen, Algen, Ufervegetation, Morphologie) stammen aus Felderhebungen des Büros biol conseils (dem sich ETEC im Januar 2015 angeschlossen hat), andere (Ökomorphologie F, ARA-Daten) wurden durch das AfU bereitgestellt;
3. Beeinträchtigungen und Entwicklungen der Messstation; diese Angaben stammen in erster Linie aus Feldbeobachtungen der vorherigen und der aktuellen Messkampagne (Frühling und Herbst), aber auch aus Informationen des AfU;
4. Ergebnisse des Moduls „Äusserer Aspekt“ des Schweizer Modul-Stufen-Konzepts (MSK) (BINDERHEIM & GÖGEL, 2007) für die aktuelle Messkampagne (Frühling und Herbst separat), erstellt durch das Büro biol conseils; die drei Bewertungsklassen werden mithilfe von drei Farben dargestellt;
5. Übersicht über die biologische Qualität, auf Grundlage des IBGN – Indice Biologique Global Normalisé (*Biologischer Global Index*) (AFNOR 2004) in Bezug auf die vorherige Messkampagne und des IBCH (STUCKI, 2010) gemäss Modul des Schweizer MSK in Bezug auf die aktuelle Messkampagne (Frühling und Herbst separat); da es sich bei IBGN und IBCH um sehr ähnliche Methoden handelt, sind ihre Ergebnisse vergleichbar (siehe ETEC, 2011); Angabe der Indikatorgruppe (GI) mit Erwähnung des Indikator-Taxons, der taxonomischen Vielfalt und der IBGN/IBCH-Benotung mit entsprechendem, durch die beiden Methoden vorgegebenem Farbcode (fünf identische Bewertungsklassen); die Untersuchungen erfolgten durch das Büro biol conseils, unterstützt durch das AfU im Bereich Feldarbeit;
6. Biologische Qualität, auf Grundlage des DI-CH Kieselalgenindex Schweiz), Modul des Schweizer MSK über Kieselalgen (HÜRLIMANN & NIEDERHAUSER, 2007), für die aktuelle Messkampagne (Frühling und Herbst separat), mit zwei zusätzlichen Indizes (Saprobie- und Trophieindex); die drei Indizes werden mithilfe von fünf Farben dargestellt; mit dieser Untersuchung wurde das Büro PhycoEco (PhycoEco, 2017) beauftragt;
7. Fließgeschwindigkeiten, chemisch-physikalische Qualität des Wassers, Pestizide und Schwermetalle (Entnahmen, Analysen und Datenverarbeitung erfolgten durch AfU):
  - > Fließgeschwindigkeit, entsprechend dem arithmetischen Mittelwert der zwölf Messwerte (Salinomad);
  - > chemisch-physikalische Parameter, auf Grundlage des Moduls „Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe“ des Schweizer MSK (LIECHTI, 2010), nämlich Schwebstoffe (SS), gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), gesamter organischer Kohlenstoff (TOC), Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), Nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), Nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Orthophosphate (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) und Gesamtphosphor (P<sub>tot</sub>); gemäss MSK-Methode werden jährlich zwölf Proben genommen (Stichproben), dabei soll auf eine zufällige zeitliche Verteilung der

- 
- Probenahmen (Uhrzeit, Tag, Woche) geachtet werden; die Werte in der Tabelle entsprechen dem 90. Perzentil dieser zwölf Proben; fünf Bewertungsklassen werden mithilfe von fünf vorgegebenen Farben dargestellt, mit Ausnahme der Schwebstoffe, für die es keine Klasse gibt;
- > Für die 16 durch das AfU ausgewählten Pestizide (die bereits einer Beobachtung durch NAQUA unterliegen) erfolgten ebenfalls zwölf Probenahmen: die Ergebnisse werden gemäss eines durch das AfU entwickelten Prinzips übertragen; die Endnote entspricht der Summe der Anzahl der festgestellten Pestizide (Werte ungleich null), wobei zu berücksichtigen ist, dass die Pestizide, die den gesetzlichen Schwellwert gemäss GSchV (0,1 µg/l) überschreiten, dreifach zählen. Der Höchstwert für die Zielerreichung ist 10 (siehe Dokument „Traitement des données pesticides – règle de calcul“, AfU, 2013); die Unterteilung in fünf Klassen erfolgt nach dem Modul „Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe“; eine Methode für Pflanzenschutzmittel wird derzeit mit dem Modul „Ökotoxikologie“ erarbeitet (EAWAG, 2001);
  - > Ab 2013 wurden 7 Schwermetalle (in gelöster Form) durch das AfU zur Quantifizierung ausgewählt: Blei (Pb), Kadmium (Cd), Chrom III und VI (Cr), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Quecksilber (Hg) und Zink (Zn). Da es keine offizielle Methodik gab, die eine globale Interpretation ermöglicht hätte, entwickelte das AfU eine auf ihre Robustheit getestete Bewertungsmethode: Die Ergebnisse werden für jede Substanz separat dargestellt. Dabei wird der Wert angesetzt, der durch Berechnung des 90. Perzentils erzielt wird, analog dazu, was für die mit der organischen Belastung verbundenen chemisch-physikalischen Parameter, gemäss Modul „Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe“ des Schweizer MSK (LIECHTI, 2010), angewandt wird. Die Schwellenwerte der verschiedenen Klassen werden in Tabelle 2 dargestellt.
8. Übersicht (Informationstafel) der wichtigsten verfügbaren Indikatoren, mit Darstellung der Entwicklung zwischen der vorherigen und der aktuellen Messkampagne (siehe Tabelle 3); die Indikatoren sind wie Cursors über die fünf im MSK allgemein festgelegten Klassen verteilt und können in folgenden Fällen zwischen zwei Klassen platziert werden:
- > Ufervegetation (spärlich oder nicht);
  - > IBCH (Jahresmittel aus zwei Messkampagnen);
  - > DI-CH (Jahresmittel aus zwei Messkampagnen).
- Gemäss MSK-Methode wird die Ökomorphologie in nur vier Klassen unterteilt. Die Information ist für vorherige Messkampagnen nicht immer verfügbar.
- Es ist zu beachten, dass die chemisch-physikalischen Ergebnisse der vorherigen Messkampagne (vor 2011) auf einer jährlichen Probenahme über 24 h basieren, während die der aktuellen Messkampagne auf zwölf Stichproben (siehe Punkt 7) beruhen;
9. Interpretation der biologischen, Kieselalgen-, chemisch-physikalischen, Pestizid- und Schwermetalluntersuchungen, Beeinträchtigungen und deren wahrscheinlichste Ursache;
10. Tabelle mit Verbesserungsvorschlägen, angesichts der Übersicht über Beeinträchtigungen und Entwicklungen (siehe Punkt 3);
11. Übersicht über den Gesamtzustand der Messstelle, die die Ergebnisse der fünf im Rahmen dieses Monitorings verwendeten MSK-Module gemeinsam zeigt: IBCH, DI-CH, chemisch-physikalisch, Ökomorphologie und äusserer Aspekt; diese Tabelle wird anhand der Synthesemethode der Beurteilungen auf Stufe F (flächendeckend) angepasst, die derzeit entwickelt wird und vorläufig veröffentlicht wurde (BAFU, 2010); die dem Niveau „spécialiste“ (*Spezialist*) entsprechende Beurteilung ergibt sich aus dem „Worst-Case-Szenario“ (Berücksichtigung des am stärksten diskriminierenden Parameters); sie wird für die vorherige Messkampagne, die beiden aktuellen Kampagnen und für die Zusammenfassung der aktuellen Kampagne erwähnt; zu beachten ist, dass die Angaben zum äusseren Aspekt bei der vorherigen Kampagne nicht erfasst wurden.

Tabelle 2: Durch das AfU entwickelte und ausgewählte Interpretationsklassen für Schwermetalle.

Appréciation	Plomb (dissous) [mg/L Pb]	Cadmium (dissous) [mg/L Cd]	Chrome (III et VI) [mg/L Cr]	Cuivre (dissous) [mg/L Cu]	Nickel (dissous) [mg/L Ni]	Mercure (dissous) [mg/L Hg]	Zinc (dissous) [mg/L Zn]
très bon	jusqu'à <0.5	jusqu'à <0.025	jusqu'à <1.0	jusqu'à <1.0	jusqu'à <2.5	jusqu'à <0.005	jusqu'à <2.5
bon	0.5 à <1.0	0.025 à <0.05	1.0 à <2.0	1.0 à <2.0	2.5 à <5.0	0.005 à <0.010	2.5 à <5.0
moyen	1.0 à <1.5	0.05 à <0.075	2.0 à <3.0	2.0 à <3.0	5.0 à <7.5	0.010 à <0.015	5.0 à <7.5
médiocre	1.5 à <2.0	0.075 à <0.10	3.0 à <4.0	3.0 à <4.0	7.5 à 10.0	0.015 à <0.020	7.5 à <10.0
mauvais	2.0 et plus	0.10 et plus	4.0 et plus	4.0 et plus	10.0 et plus	0.020 et plus	10.0 et plus
limite OEaux	1	0.05	2	2	5	0.01	5

Tabelle 3: Beispiel einer Übersichtstabelle über die Hauptindikatoren, mit Darstellung der Situationsentwicklung zwischen vorheriger (Kreise) und aktueller Messkampagne (Quadrate).

Modul	Indikatoren	Situationsentwicklung (Farbskala)				
<b>Äusserer Aspekt</b>	Kolmation (künstlichen oder unbekanntenen Ursprungs) (vollständig, stark, mittel, leicht, keine)	Red	Orange	Yellow	Green	Blue
	Heterotropher Bewuchs (viel, mittel, wenig, vereinzelt, kein)	Red	Orange	Yellow	Green	Blue
	Feststoffe/Abfälle (sehr zahlreich, zahlreich, vereinzelt, sehr wenig, keine)	Red	Orange	Yellow	Green	Blue
<b>Ökomorphologie</b>	Ökomorphologie F	Red	Orange	Yellow	Green	Blue
	Ufervegetation (schlecht=fehlend, mittel=1 Ufer, sehr gut=2 Ufer)	Red	Orange	Yellow	Green	Blue
<b>Hydrobiologie</b>	Note/Qualität IBCH	Red	Orange	Yellow	Green	Blue
<b>Diatomeen</b>	DI-CH	Red	Orange	Yellow	Green	Blue
<b>Chemisch-physikalische Qualität</b>	Ammonium/N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Red	Orange	Yellow	Green	Blue
	Nitrite/N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Red	Orange	Yellow	Green	Blue
	Nitrate/N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Red	Orange	Yellow	Green	Blue
	Orthophosphate/P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Red	Orange	Yellow	Green	Blue
	Gesamtphosphor/Ptot	Red	Orange	Yellow	Green	Blue
	DOC/TOC	Red	Orange	Yellow	Green	Blue
	Pestizide	Red	Orange	Yellow	Green	Blue

■ Sehr gut   
 ■ Gut   
 ■ Mässig   
 ■ Unbefriedigend   
 ■ Schlecht



Situation zu Beginn der Beobachtung  
(2010)



Aktuelle Situation  
(2016)

---

## 4 Gesamtbilanz

---

Die Regeln für die in vorliegendem Dokument erstellte Gesamtbilanz gelten nach dem gleichen Muster auch für die Monitorings der kommenden Jahre. Sie beruhen auf genau festgelegten Vorgehensweisen und Grundlagen, die im folgenden Kapitel entwickelt werden (Erläuterungen in Form von kleinen Farbtabellen).

### **Hinweis**

Zur Erinnerung: Der Vergleich der Kampagne 2016 und der zuletzt erfolgten Kampagne erfolgt anhand von Ergebnissen, die durch teilweise unterschiedliche Methoden erzielt wurden, insbesondere:

- > IBGN 2007 und 2010 gegenüber IBCH 2016 (die Ergebnisse sind nicht oder kaum beeinflusst);
- > Chemisch-physikalisch; zwölf Stichproben wurden im gesamten Jahr 2016 genommen, anschliessend Berechnung des 90. Perzentils, während zuvor nur eine Durchschnittsprobe über 24 h genommen wurde; die Ergebnisse können folglich verzerrt sein.

Daher dürfen nur vorsichtige Schlussfolgerungen aus diesen Vergleichen gezogen werden. Auch wenn diese Interpretationen auf festgelegten Regeln beruhen, stellen sie dennoch eher eine „Expertenmeinung“ als eine statistische Analyse dar. Das Ziel besteht darin, relativ einfach zu verstehende Angaben und Tendenzen zu vermitteln.

Es sei auch darauf hingewiesen, dass sich die Messstellen zwischen den beiden Kampagnen nicht immer an den gleichen Standorten befinden. Eine Tabelle zur Übereinstimmung der Messstellen (siehe Tabelle 4) wurde erstellt, um die vergleichbaren Ergebnisse einander gegenüber stellen zu können, selbst wenn diese nicht unbedingt an den gleichen Messstellen erzielt wurden.

Tabelle 4: Übereinstimmung zwischen den IBCH-, Kieselalgen- und chemisch-physikalischen Messstationen der vorherigen (2007/2010) und der aktuellen Kampagne (2016) mit Nachweis darüber, ob die benachbarten Messstationen erhalten wurden oder nicht.

2016			2010	Bemerkungen / Rechtfertigung
IBCH	Kieselalgen	chem.-phys.	chem.-phys.	
<b>Sense</b>				
SEN 326		SEN 325	SEN 325	Stationen genügend nahe, keine signifikanten Einflüsse dazwischen
SEN 328				
SEN 331		SEN 331	SEN 331	
SEN-MUS 365				
SEN-KAL 350				
SEN-KAL 351		SEN-KAL 351	SEN-KAL 351	
SEN-RUF 353				
SEN-LAU 357b		SEN-LAU 357b		
SEN-TUT 355		SEN-TUT 355	SEN-TUT 355	
SEN 334b				
SEN 335b	SEN 335b	SEN 335b	SEN 335b	
SEN-ZUM 359b				
SEN 340	SEN 338	SEN 338	SEN 338	Sodbach und andere Zuflüsse zwischen den Stationen 338 und 340
SEN-SOD 361		SEN-SOD 361		
SEN 340				
SEN-HAR 363				
SEN-SCH 360			SEN-SCH 360	
SEN 343	SEN 343	SEN 343	SEN 343	
SEN 346	SEN 346	SEN 346	SEN 346	

2016			2010	Bemerkungen / Rechtfertigung
IBCH	Kieselalgen	chem.-phys.	chem.-phys.	
<b>Taverna</b>				
SEN-TAV 301		SEN-TAV 300	SEN-TAV 300	Stationen genügend nahe, keine signifikanten Einflüsse dazwischen
TAV-SEL 316		TAV-SEL 316		
SEN-TAV 302				
SEN-TAV 306				
SEN-TAV 307		SEN-TAV 307	SEN-TAV 307	
TAV-LET 318				
TAV-LET 320		TAV-LET 320	TAV-LET 320	
SEN-TAV 308				
SEN-TAV 312	SEN-TAV 312	SEN-TAV 312	SEN-TAV 312	

2016			2007	Bemerkungen / Rechtfertigung
IBCH	Kieselalgen	chem.-phys.	chem.-phys.	
<b>Galtera</b>				
GOT 551	GOT 550b	GOT 550b	GOT 550b	Stationen genügend nahe, keine signifikanten Einflüsse dazwischen
		GOT-FUL 559	GOT-FUL 559	
GOT 555	GOT 555	GOT 555	GOT 555	
GOT-TAS 562	GOT-TAS 560	GOT-TAS 560	GOT-TAS 560	6 km, Behausungen und mehrere Zuflüsse zwischen 562 und 560
GOT-TAS 562			GOT-TAS 562	
GOT-TAS 564	GOT-TAS 564		GOT-TAS 564	
GOT 558	GOT 558	GOT 558	GOT 558	

 Für den Vergleich zulässig  
 Für den Vergleich unzulässig

## 4.1 Zielerreichung 2016

Der Schwerpunkt liegt auf den nicht erreichten Zielen. Ergebnisse in den Kategorien „sehr gut“ und „gut“ wurden weder in der Analyse noch in den Berechnungen berücksichtigt, ausser für die Benotungen in den Bereichen „Äusserer Aspekt“ und „Chemisch-physikalisch“. Für diese Bereiche wurden eine Auswahl von verschmutzungstypischen Anzeichen (4 bzw. 6) hinzugefügt, damit bei der Berechnung der Durchschnittsnote jeder Bereich gleich gewichtet wird.

Schliesslich kann eine Situation nur dann zufriedenstellend sein, wenn alle analysierten Parameter die gesetzlich festgelegten Ziele erreichen. Die Herabstufungen werden gemäss MSK benotet: Je höher die Noten sind, desto stärker ist die Herabstufung (mittel = 1, unbefriedigend = 2, schlecht = 3). Dabei kommen die Farbcodes der verschiedenen Module wieder zum Einsatz (mittel = gelb, unbefriedigend = orange, schlecht = rot). Gelegentlich werden bei Berechnungen Zwischenklassen und -farben zugeordnet (mittel/fast gut in blassgrün, mittel/fast unbefriedigend in blassorange).

Das Berechnungsprinzip wurde für jede Parametergruppe angepasst:

- > Für die Biologie (IBCH/DI-CH) werden die Ergebnisse der beiden Kampagnen berücksichtigt und anhand folgender Regel eine Punktzahl ermittelt:

IBCH/DI-CH	
0.5	1 mässiger Index
1.0	2 mässige Indizes
1.5	1 mässiger + 1 unbefriedigender Index
2.0	2 unbefriedigende Indizes
2.5	1 unbefriedigender + 1 schlechter Index
3.0	2 schlechte Indizes

- > Äusserer Aspekt: Nur die vier repräsentativsten Parameter einer organischen Verschmutzung werden berücksichtigt (heterotropher Bewuchs, Eisensulfidflecken, Geruch, Feststoffe/Abfälle); der künstliche Ursprung einiger Kriterien ist nicht einfach zu belegen, wie z. B. Auftreten von Schlamm (auch verbunden mit der Entwicklung der aquatischen Vegetation oder Streuablagerungen) oder Schaum (der auch natürlichen Ursprungs sein kann), Farbe (die Flüsse im Kanton Freiburg haben oft eine leicht gelbliche Färbung) oder auch Trübung. Die Kolmation hängt stark von der Morphologie des Fliessgewässers ab. Diese physikalischen Angaben werden in der allgemeinen Bilanz nicht berücksichtigt; jeder Parameter wird gemäss folgender Regel betrachtet, dann wird ein Mittelwert der vergebenen Punkte aller vier Parameter gebildet; der erzielte Mittelwert (der somit auch die guten Ergebnisse enthält) wird anschliessend auf halbe Punktwerte aufgerundet, um die Berechnung zugunsten der nicht erreichten Ziele auszugleichen.

Äusserer Aspekt	
0.5	1 Bewertung in gelb
1.0	2 Bewertungen in gelb
1.5	1 Bewertung in rot
2.0	1 Bewertung in gelb + 1 in rot
3.0	2 Bewertungen in rot

- > Chemisch-physikalisch und Pestizide: Die fünf wichtigsten Parameter zur Charakterisierung einer organischen Verschmutzung werden betrachtet (dabei werden Redundanzen wie DOC/TOC oder  $PO_4/P_{total}$  bereinigt) und die Noten anhand nachstehenden Prinzips vergeben. Dann wird ein gewichteter Mittelwert aller Parameterbewertungen ( $DOC$ ,  $NH_4 \times 2$ ,  $NO_2 \times 2$ ,  $NO_3$ ,  $PO_4 \times 2$ , Pestizide  $\times 2$ ) gebildet; dabei werden Ammonium und Nitrite (toxisch insbesondere für die Fische), Orthophosphate (die sehr stark zur Eutrophierung des Wassers beitragen) und Pestizide stärker gewichtet; der erzielte Mittelwert aus den sechs Parametern (der somit die guten Ergebnisse bezüglich der ausgewählten Parameter enthält) wird anschliessend auf halbe Punktwerte aufgerundet, um die Berechnung zugunsten der nicht erreichten Ziele auszugleichen.  
Die Schwermetalle flossen nicht in die Berechnung der Note ein, weshalb die Gesamtqualität des Umfelds zusammenfassend bewertet werden kann. Da Herkunft und Toxizität der Schwermetalle nicht klar festgelegt

wurden, würde ihre Berücksichtigung zu einer Verzerrung der bewussten Parameterauswahl für diese Berechnung führen. In einem Fall (Einfügung eines Mittelwerts) erzielt man eine „Nivellierung“ der Note; addiert man hingegen die Überschreitungen, hat dies eine Verschlechterung der Diagnose zur Folge, die dann möglicherweise nicht länger fundiert ist. Die Ergebnisse werden also nur in den Datenblättern der Messstationen dargestellt, jedoch nicht in der Gesamtbilanz berücksichtigt.

**Physikalisch-chemisch**

1.0	mässig
2.0	unbefriedigend
3.0	schlecht
2.0	2xmässig
4.0	2xunbefriedigend
6.0	2xschlecht

Die Gesamtbewertung der Messstelle erfolgt durch die Berechnung des Mittelwerts der verfügbaren Parameternoten (zur Erinnerung: nicht alle Parameter werden an den Messstellen erfasst). Beeinflusst eine (während der Messkampagne oder im Vorjahr) festgestellte Verschmutzung die Qualität eines Gewässerabschnitts, wird 1 Punkt („Strafpunkt“) zum erzielten Mittelwert der Messstation addiert, die sich am nächsten flussabwärts der Verschmutzung befindet. Der erzielte Mittelwert wird anschliessend auf halbe Punktwerte aufgerundet. Die Messstellen werden schliesslich in fünf Hauptklassen unterteilt:

**Gesamtnote**

0	erreicht
0.5	fast erreicht
1	nicht erreicht
1,5 und 2	nicht erreicht
2.5 und 3	nicht erreicht

## 4.2 Bilanz vorherige/aktuelle Kampagne

Nur die Messstellen, die Ergebnisse für die vorherige und die aktuelle Messkampagne vorweisen können, werden verglichen. Der Vergleich basiert auf der Übersicht (Informationstafel), die die Entwicklung der betroffenen Messstelle zeigt (siehe Tabelle 3).

Bei den verwendeten Parametern für diesen Vergleich handelt es sich um diejenigen, die für beide Kampagnen vorliegen, d. h.: für die biologischen Erhebungen IBCH (IBGN für die vorherige Kampagne) und für die chemisch-physikalischen Erhebungen DOC, NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>.

Bei den biologischen Erhebungen lässt sich ein Klassenunterschied zwischen den beiden Jahren feststellen (theoretisch -4 bis +4, meist jedoch um ± 1). Bei den chemisch-physikalischen Erhebungen wurden die Klassenunterschiede der fünf Parameter addiert oder subtrahiert je nach festgestellter Verbesserung oder Verschlechterung; die erhaltene Note wurde anschliessend durch fünf geteilt (Mittelwert der Unterschiede).

Die Schlussbewertungen in Kommentarform unter der Tabelle werden gemäss folgenden Regeln in Form einer kleinen Tabelle formuliert:

- > Status quo: gleiche Qualitätsklasse (keine Veränderung);
- > leichte Zunahme/leichte Abnahme: Unterschied geringer als eine Qualitätsklasse;
- > Verbesserung/Verschlechterung: Unterschied gleich oder höher als eine Qualitätsklasse.

**Skala für die Bilanz**

Note ≥ -1	Verschlechterung
-1 > Note > 0	leichte Abnahme
Note = 0	Status quo
0 > Note > 1	leichte Zunahme
Note ≥ 1	Verbesserung

# 5 Erbebnisse

## 5.1 Sense

Zur Erinnerung: 18 Messstationen wurden auf IBCH untersucht, bei 4 wurden Kieselalgen entnommen und 10 wurden aus chemisch-physikalischer Sicht überprüft.

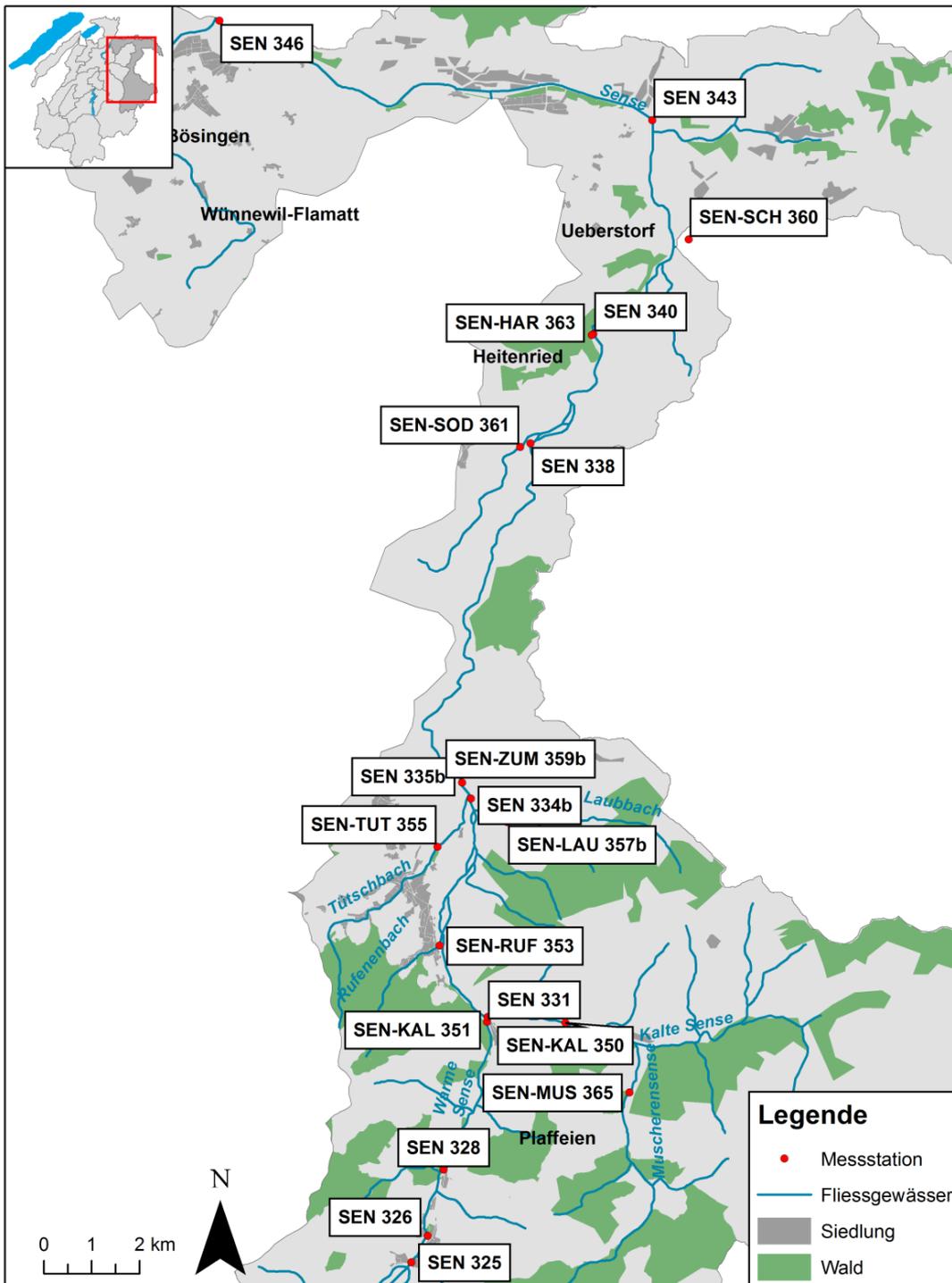


Abbildung 1: Einzugsgebiet Sense, mit Darstellung der Entnahmestellen.

---

Im Einzugsgebiet der Sense wurde 2010 keine deutliche Beeinträchtigung festgestellt (Abbildung 1), trotz der mässigen biologischen Qualität, die an einigen Stationen nachgewiesen wurde. Der Auencharakter und die starke natürliche Dynamik der Sense, die die Ansiedlung von Substraten beeinflussen, wurden erwähnt, um das häufige Fehlen der höchsten IG zu erklären. Es sei darauf hingewiesen, dass eine Probeentnahme wie die im Juli 2010 nicht unbedingt optimal für die Sense ist. Die in der Sense oft selten vorhandenen organischen Substrate wurden zweifellos auch 2016 systematischer entnommen, wodurch sich die sehr viel bessere taxonomische Vielfalt 2016 erklären liesse.

Zwischen 2010 und 2016 kam es im Einzugsgebiet nur zu leichten Veränderungen bei der Abwasserentsorgung, die die beiden Nebenflüsse betreffen: Am Tütschbach wurden mehrere chronische Verschmutzungen durch Milch festgestellt, am Sodbach kam es zu einer industriellen Einleitung. Es sei diesbezüglich darauf hingewiesen, dass die untersuchten Messstationen durch die Ausläufe der ARA von Zumholz beeinflusst werden (ab Messstation SEN 335b).

Die 2016 in einem Nebenfluss der Taverna aufgetretenen Verschmutzungen durch Mineralöl und Jauche (AfU-Daten; siehe Kapitel 5.2), die möglicherweise die flussabwärts gelegene Station der Sense (SEN 346) beeinflussen, zeigen keine bedeutende Auswirkung auf diese (siehe entsprechendes Datenblatt). Aus diesem Grund wurde kein „Strafpunkt“ zu den erzielten Mittelwerten addiert.

Die Felderhebungen zeigten das Vorliegen potenziell verschmutzender Einleitungen:

- > eine verdächtige Einleitung, flussaufwärts der Messstation SEN-KAL 351;
- > eine verdächtige Einleitung, flussaufwärts der Messstation SEN-ZUM 359b.

Die Ergebnisse der Gesamtbewertung zeigen, dass 2016 die Ziele bei einem Grossteil der Messstationen erreicht wurden. Nur vier Stationen an den Nebenflüssen weisen leichte Defizite auf (zu hohe Orthophosphat- und/oder DOC-Konzentrationen an SEN-LAU 357b, SEN-TUT 355 und SEN-SOD 361; Abwassereinleitung SEN-ZUM 359b). Die Konsequenz: „fast erreichte“ Ziele (Tabelle 5).

Die Wasserqualität erweist sich im gesamten Einzugsgebiet als gut bis sehr gut, wie es die chemisch-physikalischen Ergebnisse und die Kieselalgenindizes belegen. Die gesamte Umweltqualität, begünstigt durch eine gute Wasserqualität, eine vielfältige Morphologie und eine natürliche Auendynamik (mit Ausnahme der flussabwärts gelegenen Station der Sense, kanalisiert), erweist sich im gesamten Einzugsgebiet als gut bis sehr gut, wie es auch die IBCH-Bewertungen zeigen. Mässige Beeinträchtigungen, die insbesondere die kleinen Nebenflüsse betreffen, wurden dennoch festgestellt. Eine diffuse Verschmutzung landwirtschaftlichen Ursprungs und Abwassereinleitungen über diese Nebenflüsse sind zu überwachen, um langfristig die Qualität eines der besterhaltenen Bäche der Schweiz zu bewahren.

Die Analyse der Entwicklung der Umweltqualität zwischen 2010 und 2016 zeigt einen Status quo aus chemisch-physikalischer Sicht (mit Ausnahme einer leichten Qualitätsabnahme an SEN-TUT 355 aufgrund einer zu hohen Orthophosphatkonzentration) und eine tendenzielle IBCH-Verbesserung (keine Verschlechterung). Sämtliche 2016 untersuchten Stationen, abgesehen von der Station SEN-ZUM 359b, die 2010 eine höhere taxonomische Vielfalt aufwies, zeigten 2016 eine höhere taxonomische Vielfalt als 2010 sowie eine gleiche oder stärkere GI, teilweise mit spektakulären Anstiegen. Diese klare Tendenz zur Verbesserung der Umweltqualität trotz gleichbleibender Wasserqualität lässt sich vermutlich durch saisonale Faktoren erklären: Die Entnahmekampagne 2010 erfolgte im Juli, einem Zeitraum, in dem die benthische Fauna für einige Gruppen oft nur in geringem Umfang oder gar nicht vorhanden ist. Eine bessere Erschliessung der weniger häufigen, aber an spezifischen Taxa reichen organischen Substrate 2016 können ebenfalls eine Rolle gespielt haben. Zu beachten ist, dass auch möglicherweise günstigere klimatische Faktoren 2016 zu dieser positiven Entwicklung beigetragen haben können, ohne eine echte Qualitätsverbesserung zwischen 2010 und 2016 auszuschliessen (z. B. hydrologisches Ereignis, das die benthische Fauna 2010 oder in den vorherigen Jahren beeinflusst hätte).

Tabelle 5: Sense – Gesamtbilanz der an den Messstationen zwischen 2010 und 2016 aufgezeichneten Entwicklung (IBCH und chemisch-physikalisch) und Grad der Erreichung der gesetzlichen Zielvorgaben 2016 (IBCH, DI-CH, Äusserer Aspekt, chemisch-physikalisch, Pestizide).

Messstation	Entwicklung 2010 - 2016	Ziele 2016
SEN 326	Status quo	erreicht
SEN 328	Verbesserung IBCH	erreicht
SEN 331	Status quo	erreicht
SEN-MUS 365	Status quo	erreicht
SEN-KAL 350	Verbesserung IBCH	erreicht
SEN-KAL 351	Status quo	erreicht
SEN-RUF 353	Verbesserung IBCH	erreicht
SEN-LAU 357b	Verbesserung IBCH	fast erreicht
SEN-TUT 355	Verbesserung IBCH, leichte Abnahme P.-C.	fast erreicht
SEN 334b	Verbesserung IBCH	erreicht
SEN 335b	Status quo	erreicht
SEN-ZUM 359b	Status quo	fast erreicht
SEN 338	Status quo	erreicht
SEN-SOD 361	Status quo	fast erreicht
SEN 340	Verbesserung IBCH	erreicht
SEN-HAR 363	Verbesserung IBCH	erreicht
SEN-SCH 360	Verbesserung IBCH	erreicht
SEN 343	Verbesserung IBCH	erreicht
SEN 346	Verbesserung IBCH	erreicht

Erinnerung: Sämtliche Vergleiche IBCH/DI-CH/physikalisch chemisch in den Messstationen 2016 der Sense stimmen geographisch überein, mit Ausnahme von:

SEN 326 (IBCH) → SEN 325 (chemisch-physikalisch).

Beim Vergleich 2010-2016 wurden folgende Übereinstimmungen berücksichtigt:

SEN 325 (chemisch-physikalisch 2010 / 2016) → SEN 326 (IBCH 2016).

Die wesentlichen Verbesserungsmöglichkeiten, die insbesondere die kleinen Nebenflüsse betreffen, sind:

- > Suche nach eventuell vorhandenen fehlerhaften Anschlüssen (Kalte Sense, Tütschbach, B. von Zumholz);
- > Überwachung und Information der Landwirte.

Die Verbesserungsmöglichkeiten auf der Ebene jeder einzelnen Messstation sind im Datenblatt genauer erläutert.

## 5.2 Taverna

Zur Erinnerung: 9 Messstationen wurden auf IBCH untersucht, bei 1 wurden Kieselalgen entnommen und 5 wurden aus chemisch-physikalischer Sicht überprüft.

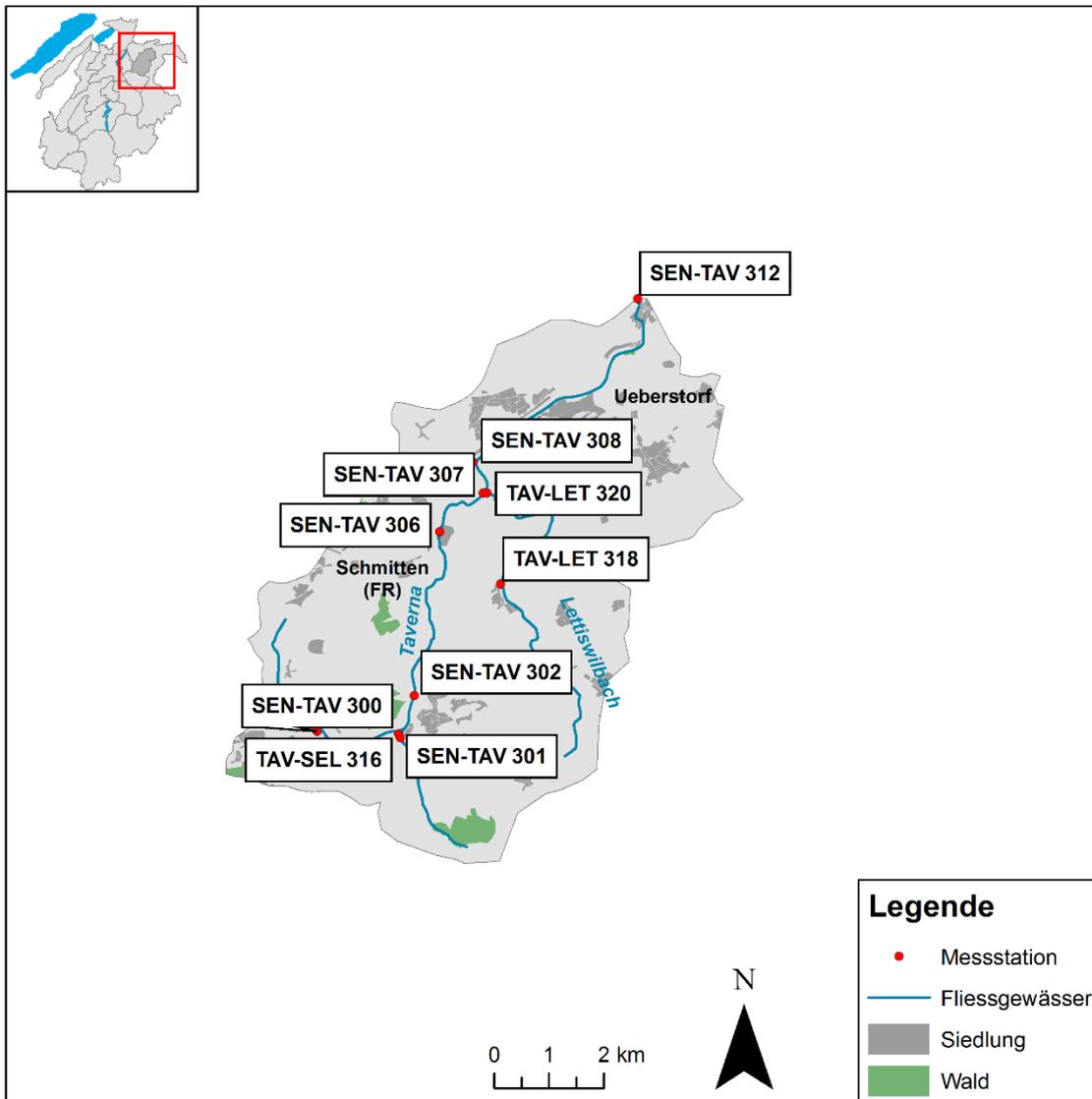


Abbildung 2: Einzugsgebiet Taverna, mit Darstellung der Entnahmestellen.

Die wesentliche Beeinträchtigung des Einzugsgebiets der Taverna (Abbildung 2) war 2010 ein Verdacht chronischer oder diffuser Verschmutzungen insbesondere landwirtschaftlichen Ursprungs. Die mehrheitlich mässigen bis unbefriedigenden biologischen Ergebnisse wurden in Relation gesetzt mit den Verschmutzungen anthropogenen Ursprungs, dem oftmals unnatürlichen Wasserlauf der Taverna und den eher ungünstigen natürlichen Bedingungen (Molasse).

Zwischen 2010 und 2016 zeigt das Einzugsgebiet weder eine Veränderung bei der Abwasserentsorgung noch eine andere wesentliche Veränderung. Es sei diesbezüglich darauf hingewiesen, dass die untersuchten Messstationen durch keine ARA-Ausläufe beeinflusst werden.

2016 wurden zwei Verschmutzungen festgestellt, die die gleiche Station betreffen:

- > 5500 l Mineralöl, ausgelaufen im Steinhausbach in Höhe des Golfplatzes von Wünnwil am 17.06.2016, flussaufwärts der Station SEN-TAV 312;
- > 2500 l Jauche, ausgelaufen im Bach in Balsingen am 17.09.2016, flussaufwärts der Station SEN-TAV 312.

---

In der Tabelle zur Berechnung der Gesamtnote erhielt diese Messstation also einen „Strafpunkt“ für eine festgestellte punktuelle Verschmutzung.

Die im GEP zur Verfügung stehenden Daten (AfU-Angaben) und die Feldbeobachtungen zeigten das Vorliegen von potenziell verschmutzenden Einleitungen:

- > ein RÜ, flussaufwärts der Messstation SEN-TAV 301;
- > eine Abwassereinleitung (vermutlich aus der Pumpstation direkt daneben), flussaufwärts der Messstation TAV-LET 318;
- > ein RÜ und/oder problematische Abwassereinleitungen, flussaufwärts der Messstation SEN-TAV 312.

Die Ergebnisse der Gesamtbewertung zeigen, dass 2016 die Ziele im Einzugsgebiet Taverna bei einem Grossteil der Messstationen erreicht oder „fast erreicht“ wurden (Tabelle 6); ganz oben und ganz unten wurden Ziele jedoch nicht erreicht. Die oberste Station (SEN-TAV 301) weist eine relativ schlechte Wasserqualität auf, mit zu hohen DOC-, Stickstoff- und Pestizidkonzentrationen, die sich durch diffuse Einleitungen landwirtschaftlichen Ursprungs erklären lassen, vermutlich kombiniert mit Abwasserzuführungen. Die unterste Station (SEN-TAV 212) weist schwere Beeinträchtigungen auf, insbesondere verursacht durch Abwassereinleitungen, die sich vor allem im Äusseren Aspekt widerspiegeln. Zudem wurde die Station durch flussaufwärts aufgetretene Verschmutzungen durch Mineralöl und Jauche beeinträchtigt, die starke Auswirkungen auf die IBCH-Bewertung vom Herbst haben. Die Defizite der anderen Stationen sind geringer und stehen in Zusammenhang mit einer unzureichenden Wasserqualität (zu hohe DOC-, Stickstoff- oder Orthophosphatkonzentrationen), die sich im Äusseren Aspekt und den biologischen IBCH-Indizes widerspiegelt. Abgesehen von den Messstationen ganz oben und ganz unten weist die Taverna jedoch eine relativ gute Umweltqualität auf, mit IBCH-Werten, die im Frühjahr sogar regelmässig eine sehr gute Qualität zeigen. Ein beinahe systematischer Abfall der IBCH-Bewertungen im Herbst legt nahe, dass die Schadstoffeinträge im Laufe von Sommer und Herbst ansteigen, vermutlich in Zusammenhang mit einer gewissen landwirtschaftlichen Belastung, trotz scheinbar effizienter Selbstreinigung. Sie können auch die Konsequenz niedrigerer Fließgeschwindigkeiten sein (schwächere Verdünnung).

Die Analyse der Qualitätsentwicklung zwischen 2010 und 2016 (Tabelle 6) zeigt eine klare Tendenz zur Verbesserung der Umweltqualität (IBCH), die sich durch eine erhöhte Zahl der Taxa und eine grössere GI für die Mehrzahl der Messstationen erklären lässt. Die chemisch-physikalischen Ergebnisse hingegen zeigen eine leichte Tendenz zur Abnahme der Wasserqualität. Diese Verbesserung der Umweltqualität trotz leicht abnehmender Wasserqualität lässt sich vermutlich, genau wie bei der Sense, durch saisonale Faktoren erklären: Die Entnahmekampagne 2010 erfolgte im Juli, einem Zeitraum, in dem die benthische Fauna für einige Gruppen oft nur in geringem Umfang oder gar nicht vorhanden ist. Zu beachten ist, dass auch möglicherweise günstigere klimatische Faktoren 2016 zu dieser positiven Entwicklung beigetragen haben können, ohne eine echte Qualitätsverbesserung zwischen 2010 und 2016 auszuschliessen. Was die Tendenz zur Abnahme der Wasserqualität betrifft, die sich durch eine Erhöhung der Stickstoff- und DOC-Konzentration 2016 erklären lässt, so ist diese auch fragwürdig, da der Vergleich chemisch-physikalischer Ergebnisse mit der vorherigen Kampagne aufgrund der Entwicklung der Methodik schwierig ist (siehe Hinweis, Kap. 4).

Tabelle 6: Taverna – Gesamtbilanz der an den Messstationen zwischen 2010 und 2016 aufgezeichneten Entwicklung (IBCH und chemisch-physikalisch) und Grad der Erreichung der gesetzlichen Zielvorgaben 2016 (IBCH, DI-CH, Äusserer Aspekt, chemisch-physikalisch, Pestizide).

Messstation	Entwicklung 2010 - 2016	Ziele 2016
SEN-TAV 301	leichte Abnahme P.-C.	nicht erreicht
TAV-SEL 316	Verbesserung IBCH	fast erreicht
SEN-TAV 302	Status quo	erreicht
SEN-TAV 306	Verbesserung IBCH	erreicht
SEN-TAV 307	leichte Abnahme P.-C.	fast erreicht
TAV-LET 318	Verbesserung IBCH	fast erreicht
TAV-LET 320	Verbesserung IBCH, leichte Abnahme P.-C.	fast erreicht
SEN-TAV 308	Verbesserung IBCH	erreicht
SEN-TAV 312	leichte Zunahme IBCH	nicht erreicht

Erinnerung: Sämtliche Vergleiche IBCH/DI-CH/physikalisch chemisch in den Messstationen 2016 der Taverna stimmen geographisch überein, mit Ausnahme von:

SEN-TAV 301 (IBCH) → SEN-TAV 300 (chemisch-physikalisch).

Beim Vergleich 2010-2016 wurden folgende Übereinstimmungen berücksichtigt:

SEN-TAV 300 (chemisch-physikalisch 2010 / 2016) → SEN-TAV 301 (IBCH 2016).

Die wesentlichen Verbesserungsmöglichkeiten sind:

- > Suche nach eventuell vorhandenen fehlerhaften Anschlüssen, Funktionsstörungen von Anlagen (insbesondere Pumpstation am Lettiswilbach, RÜ und Abwassereinleitungen an der Taverna);
- > Kontrolle und Überwachung der Verschmutzung durch Mineralöl und Jauche (Taverna an SEN-TAV 312);
- > Überwachung und Information der Landwirte.

Die Verbesserungsmöglichkeiten auf der Ebene jeder einzelnen Messstation sind im Datenblatt genauer erläutert.

### 5.3 Galtera

Zur Erinnerung: 5 Messstationen wurden auf IBCH untersucht, bei 5 wurden Kieselalgen entnommen und 5 wurden aus chemisch-physikalischer Sicht überprüft.

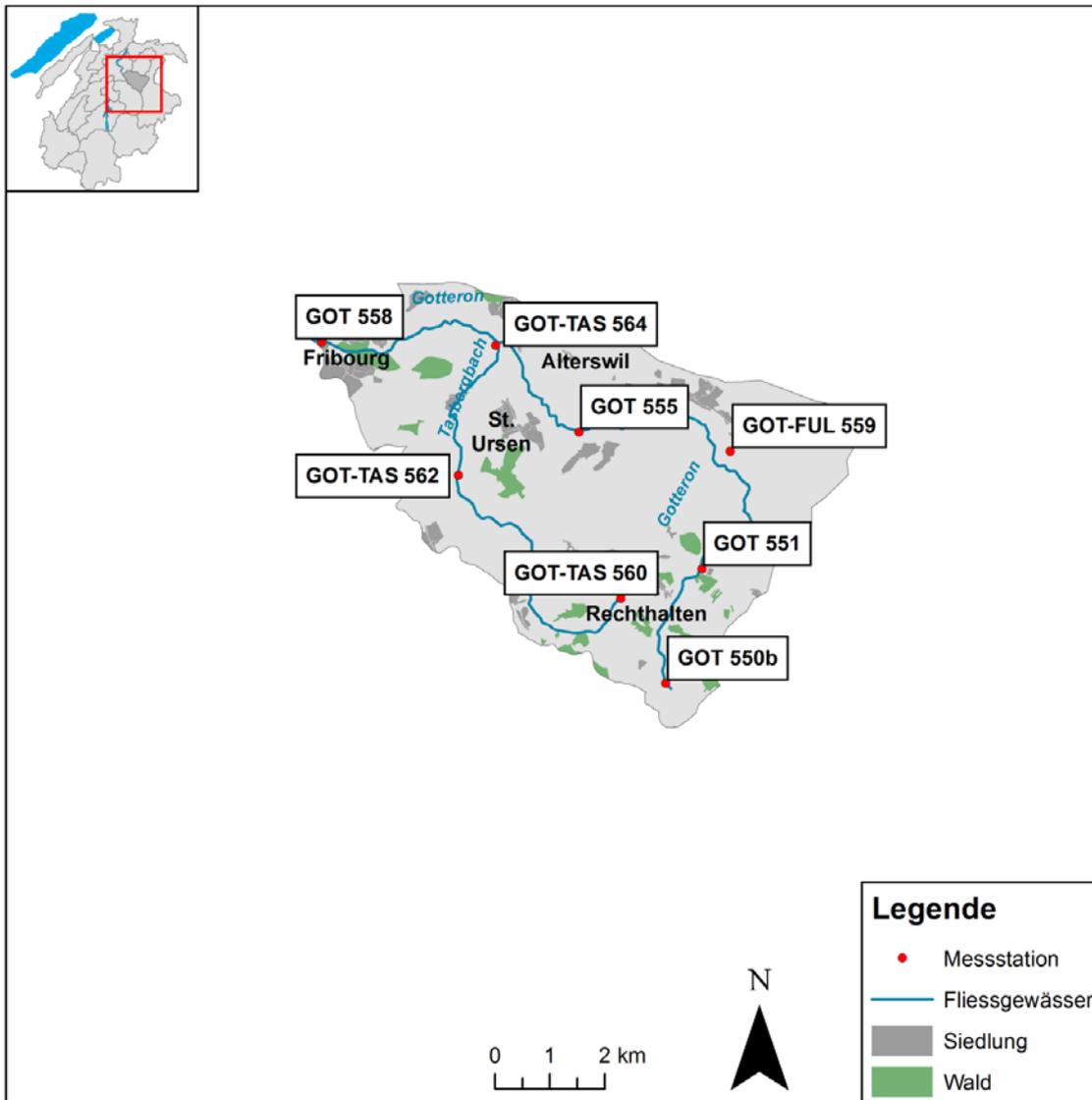


Abbildung 3: Einzugsgebiet Galtera, mit Darstellung der Entnahmestellen.

Die wesentlichen Beeinträchtigungen des Einzugsgebiets der Galtera (Abbildung 3) waren 2007 eine übermässige Phosphor- und Kohlenstoffkonzentration bei einem Grossteil der untersuchten Messstationen sowie mässige bis unbefriedigende biologische Ergebnisse am Tasbergbach. Diese Beeinträchtigungen lassen sich hauptsächlich durch landwirtschaftliche Tätigkeiten erklären. Die relativ gute biologische Qualität der Galtera trotz der chemisch-physikalischen Defizite ist auf ihre günstige Morphologie zurückzuführen.

Zwischen 2007 und 2016 kam es im Einzugsgebiet nur zu leichten Veränderungen bei der Abwasserentsorgung am Tasbergbach: Die privaten Abwasserreinigungsanlagen einiger nicht angeschlossener Haushalte im Sektor Fromatt 2007 wurden verbessert (Installation einer KLARA). Es sei diesbezüglich darauf hingewiesen, dass die untersuchten Messstationen durch keine ARA-Ausläufe beeinflusst werden.

Für 2016 ist eine festgestellte Verschmutzung zu erwähnen:

- > eine Verschmutzung durch Kohlenwasserstoffe im Sommer 2016 flussaufwärts der Station GOT-TAS 564.

In der Tabelle zur Berechnung der Gesamtnote erhielt diese Messstation also einen „Strafpunkt“ für eine festgestellte punktuelle Verschmutzung.

---

Die im GEP zur Verfügung stehenden Daten (AfU-Angaben) und die Feldbeobachtungen zeigten das Vorliegen von potenziell verschmutzenden Einleitungen:

- > potenziell problematische private Abwasserreinigungsanlagen, flussaufwärts der Station GOT-FUL 559;
- > potenziell problematische private Abwasserreinigungsanlagen und RÜ, flussaufwärts der Station GOT 555;
- > mögliche chemische Verschmutzung durch das Hochwasser mit Überschwemmung im Juni 2016, potenziell problematische private Abwasserreinigungsanlagen sowie Verschüttungen in Höhe der Ufer im September 2016, flussaufwärts der Station GOT-TAS 562.

Die Ergebnisse der Gesamtbewertung zeigen, dass 2016 die Ziele bei einem Grossteil der Messstationen „fast erreicht“ wurden (Tabelle 7). Die unzureichende Wasserqualität, die zu keinem Zeitpunkt die rechtlichen Zielvorgaben für Orthophosphate und nur selten die rechtlichen Zielvorgaben für DOC erfüllt, ist der Hauptgrund für diese gemischten Ergebnisse. Diese Beeinträchtigungen der Wasserqualität werden dennoch nur teilweise durch die Kieselalgenindizes bestätigt, die nur an zwei Stationen auf ein zu stark mit organischen Materialien belastetes Wasser hinweisen. Auf das systematische Vorkommen von Kupfer ist hinzuweisen. Die gesamte Umweltqualität (IBCH) ist zufriedenstellend, teilweise mit sehr guten Ergebnissen. Die Beeinträchtigungen der Wasserqualität werden scheinbar durch eine gute ökomorphologische Qualität und eine effiziente Selbstreinigung ausgeglichen. Nur die IBCH-Bewertungen vom Herbst der Station flussabwärts des Tasbergbachs (GOT-TAS 564) und der Galtera (GOT 558) erfüllen die gesetzlichen Vorgaben nicht, zurückzuführen auf die im Sommer 2016 flussaufwärts der Station GOT-TAS 564 aufgetretene Verschmutzung durch Kohlenwasserstoffe. Wie auch bei der Taverna legt ein leichter systematischer Abfall der IBCH-Bewertungen im Herbst nahe, dass die Schadstoffeinträge im Laufe von Sommer und Herbst ansteigen, vermutlich im Zusammenhang mit einer gewissen landwirtschaftlichen Belastung. Sie können auch die Konsequenz niedrigerer Fliessgeschwindigkeiten sein (schwächere Verdünnung).

Die Analyse der Qualitätsentwicklung zwischen 2007 und 2016 zeigt eine tendenzielle Verbesserung im gesamten Einzugsgebiet, sowohl im Bereich der gesamten Umweltqualität (IBCH) als auch der Wasserqualität (chemisch-physikalisch). Insbesondere wird eine deutliche Verbesserung der Umweltqualität am Tasbergbach nachgewiesen, trotz der Verschmutzung durch Kohlenwasserstoffe vom Sommer 2016. An der Galtera bleibt die Umweltqualität zwischen 2007 und 2016 ähnlich, die Wasserqualität weist jedoch eine Tendenz zur Verbesserung auf, trotz einer leichten Abnahme der chemisch-physikalischen Qualität an der Station GOT 555. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass der Vergleich chemisch-physikalischer Ergebnisse mit der vorherigen Messkampagne aufgrund der Entwicklung der Methodik schwierig ist (siehe Hinweis, Kap. 4).

Tabelle 7: Galtera – Gesamtbilanz der an den Messstationen zwischen 2007 und 2016 aufgezeichneten Entwicklung (IBCH und chemisch-physikalisch) und Grad der Erreichung der gesetzlichen Zielvorgaben 2016 (IBCH, DI-CH, Äusserer Aspekt, chemisch-physikalisch, Pestizide).

Messstation	Entwicklung 2007 - 2016	Ziele 2016
GOT 551	leichte Zunahme P.-C.	fast erreicht
GOT-FUL 559	leichte Zunahme P.-C.	nicht erreicht
GOT 555	leichte Abnahme P.-C.	fast erreicht
GOT-TAS 560	leichte Zunahme P.-C.	fast erreicht
GOT-TAS 562	Verbesserung IBCH	fast erreicht
GOT-TAS 564	Verbesserung IBCH	nicht erreicht
GOT 558	leichte Zunahme P.-C.	fast erreicht

Erinnerung: Sämtliche Vergleiche IBCH/DI-CH/physikalisch chemisch in den Messstationen 2016 der Galtera stimmen geographisch überein, mit Ausnahme von:

GOT 551 (IBCH) → GOT 550b (DI-CH, chemisch-physikalisch).

Beim Vergleich 2007-2016 wurden folgende Übereinstimmungen berücksichtigt:

GOT 550b (chemisch-physikalisch 2007 / 2016, DI-CH 2016) → GOT 551 (IBCH 2016).

Die wesentlichen Verbesserungsmöglichkeiten sind:

- > Suche nach eventuell vorhandenen fehlerhaften Anschlüssen, Funktionsstörungen von Anlagen (RÜ an GOT 555);
- > Kontrolle und Überwachung der Verschmutzung durch Kohlenwasserstoffe und möglicher anderer chemischen Verschmutzungen (Tasbergbach);
- > Überwachung und Information der Landwirte.

Die Verbesserungsmöglichkeiten auf der Ebene jeder einzelnen Messstation sind im Datenblatt genauer erläutert.

---

## 6 Schlussfolgerung

---

Die Messkampagne 2016 erstellt eine Bilanz der Qualität der drei Einzugsgebiete (Sense, Taverna und Galtera) und bewertet ihre Entwicklung seit den letzten Untersuchungen (2007 für Galtera, 2010 für Sense und Taverna). Zu beachten ist, dass die Sense und die Taverna 2010 zu einem einzigen Einzugsgebiet zusammengefasst worden sind.

Die Sense und ihre Nebenflüsse (Taverna nicht inbegriffen) weisen eine gute bis sehr gute Wasser- und Umweltqualität auf und erfüllen die gesetzlichen Zielvorgaben weitgehend. Eine ausgezeichnete Wasserqualität, eine besonders vielfältige Morphologie und eine natürliche Auendynamik verleihen dem Hauptlauf der Sense einen besonders natürlichen Wert. Die wenigen an den Nebenflüssen festgestellten Beeinträchtigungen (diffuse Verschmutzungen landwirtschaftlichen Ursprungs und Abwassereinleitungen) sind zu überwachen, um diesen noch wenig durch menschliche Aktivitäten beeinträchtigten Fluss zu bewahren. Die Qualitätsentwicklung zwischen 2010 und 2016 zeigt eine deutliche IBCH-Verbesserung, trotz ähnlicher chemisch-physikalischer Qualität. Dies lässt sich vermutlich durch saisonale Faktoren (die Entnahmen 2010 erfolgten im Juli, einem Zeitraum, in dem die benthische Fauna oft nur in geringem Umfang oder bei einigen Gruppen gar nicht vorhanden ist) sowie durch eine bessere Erschliessung der weniger häufigen organischen Substrate erklären.

An der Taverna und ihren Nebenflüssen wurden die gesetzlichen Zielvorgaben mehrheitlich erfüllt, mit Ausnahme der obersten und untersten abgelegenen Station. Die Umweltqualität ist gut, insbesondere im Frühjahr fallen die IBCH-Ergebnisse regelmässig sehr gut aus. Ein beinahe systematischer Abfall der IBCH-Bewertungen im Herbst legt dennoch nahe, dass die Schadstoffeinträge im Laufe von Sommer und Herbst ansteigen, vermutlich im Zusammenhang mit einer gewissen landwirtschaftlichen Belastung, oder zumindest aber stärkere Auswirkungen zeigen (schwächere Verdünnung). Die oberste Station weist eine relativ schlechte Wasserqualität auf, die sich durch diffuse Einleitungen landwirtschaftlichen Ursprungs erklären lässt, vermutlich kombiniert mit Abwasserzuführungen. Die unterste Station leidet unter ernsthaften Beeinträchtigungen, die insbesondere Abwassereinleitungen geschuldet sind. Zudem wurde sie im Laufe des Jahres durch Verschmutzungen durch Mineralöl und Jauche stark beeinträchtigt. Die Qualitätsentwicklung zwischen 2010 und 2016 zeigt eine deutliche IBCH-Verbesserung, trotz einer leichten Tendenz zur Abnahme der chemisch-physikalischen Qualität. Genau wie bei der Sense lässt sich dies vermutlich durch saisonale Faktoren (die Entnahmen 2010 erfolgten im Juli, einem Zeitraum, in dem die benthische Fauna oft nur in geringem Umfang oder bei einigen Gruppen gar nicht vorhanden ist) sowie durch eine bessere Erschliessung der weniger häufigen organischen Substrate erklären.

Die Galtera und ihre Nebenflüsse weisen eine zufriedenstellende gesamte Umweltqualität auf, mit guten und sogar sehr guten IBCH-Ergebnissen, die die gesetzlichen Zielvorgaben erfüllen. Wie auch bei der Taverna legt ein leichter systematischer Abfall der IBCH-Bewertungen im Herbst nahe, dass die Schadstoffeinträge im Laufe von Sommer und Herbst ansteigen, vermutlich im Zusammenhang mit einer gewissen landwirtschaftlichen Belastung. Dennoch ist die Wasserqualität an sämtlichen Stationen nicht zufriedenstellend, da die Orthophosphat- und DOC-Konzentrationen beinahe systematisch zu hoch sind. Die Beeinträchtigungen der Wasserqualität werden wahrscheinlich durch eine gute ökomorphologische Qualität und eine effiziente Selbstreinigung ausgeglichen. Die am Tasbergbach im Sommer 2016 aufgetretene Verschmutzung durch Kohlenwasserstoffe hatte jedoch Auswirkungen auf die beiden Stationen flussabwärts der Verschmutzung. Die IBCH-Ergebnisse vom Herbst erfüllen daher die gesetzlichen Zielvorgaben nicht. Die Qualitätsentwicklung zwischen 2007 und 2016 weist ähnliche IBCH-Ergebnisse im Hauptlauf der Galtera auf, mit einer Tendenz zur Verbesserung der Wasserqualität. Eine deutliche IBCH-Verbesserung zeigt sich hingegen am Tasbergbach, trotz der Verschmutzung durch Kohlenwasserstoffe vom Sommer 2016.

Verbesserungsmöglichkeiten werden hier allgemein auf der Ebene des Einzugsgebiets aufgezeigt, jedoch für jede Messstation detaillierter in den Datenblättern präzisiert.

---

#### **Dokument**

—

Erstellt von Régine Bernard & Laurent Vuataz, Biol Conseils SA, Sitten, für das Amt für Umwelt

#### **Foto**

—

Biol Conseils

#### **Auskünfte**

—

**Amt für Umwelt AfU**  
Sektion Gewässerschutz

Impasse de la Colline 4, 1762 Givisiez

T +26 305 37 60, F +26 305 10 02  
[sen@fr.ch](mailto:sen@fr.ch), [www.fr.ch/wasser](http://www.fr.ch/wasser)

**September 2018**

---

# A1 Abkürzungsverzeichnis

---

Die in den Blättern und dem Begleitdokument verwendeten Abkürzungen werden nachstehend erläutert.

ARA	Abwasserreinigungsanlage
AW	Abwasser
B.	Bach
DI-CH	Kieselalgenindex Schweiz
DOC	gelöster organischer Kohlenstoff
EzG	Einzugsgebiet
GEP	Genereller Entwässerungsplan
GI	Indikatorgruppe
IBCH	Biologischer Index Schweiz (Indice biologique suisse)
IBGN	Biologischer Global Index (Indice biologique global normalisé) (Frankreich)
LU	linkes Ufer
MSK	Modul-Stufen-Konzept
PS	Pumpstation
Ptot	Gesamtposphor
RU	rechtes Ufer
RÜ	Regenüberlauf
RWB	Regenwasserbecken
Stufe F	flächendeckend
TOC	gesamter organischer Kohlenstoff

---

## A2 Bibliographie

---

- AFNOR, 2004. Qualité des eaux. Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). NF T90-350. Paris.
- BINDERHEIM E., GÖGGEL W., 2007. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Äusserer Aspekt. Umwelt-Vollzug Nr. 0701. Bundesamt für Umwelt, Bern. 43 S.
- EAWAG, 2001. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz. Vorschläge zur Vorgehensweise im Modul Ökotoxikologie.
- ETEC, 2005. Etude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg. Rapport méthodologique 2004. Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.
- ETEC, 2008. Etude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg. Le Gotteron (campagne 2007). Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.
- ETEC, 2011. Etude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg. La Singine (campagne 2010). Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.
- ETEC, 2011. Proposition de programme pour l'étude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg à partir de 2011 : note explicative du monitoring. Aktualisierte Version 2014. Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.
- HÜRLIMANN J., NIEDERHAUSER P., 2007. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Kieselalgen Stufe F (flächendeckend). Umwelt-Vollzug Nr. 0740. Bundesamt für Umwelt, Bern. 130 S.
- LIECHTI P., 2010. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe. Umwelt-Vollzug Nr. 1005. Bundesamt für Umwelt, Bern. 44 S.
- NOËL F., FASEL D., 1985. Etude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg. Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. - Band 74 1/2/3 S. 1-332.
- BAFU, 2010. Méthode d'analyse et d'appréciation des cours d'eau suisse. Synthèse des évaluations au niveau R (région). Projekt, Juni 2010.
- PhycoEco, 2017. Programme rivières 2016. La Singine et le Gottéron. Examen des populations de diatomées (Bacillariophyceae) épilithiques dans la Singine (5 stations) et le Gottéron (5 stations). Diagnostic de l'état de santé biologique des eaux. Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.
- AfU, 2013. Traitement des données pesticides. Règle de calcul (note). Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.
- STUCKI P., 2010. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrozoobenthos – Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026: 61 S.