



Untersuchung zum Zustand der Fließgewässer des Kantons Freiburg

—
Begleitdokument Monitoring
2011

Arbogne, Chandon,
Kleine Glane



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

1	Einleitung	3	5	Ergebnisse 2011	13
2	Rahmen und Ziele des Monitorings	4	5.1	Arbogne	13
2.1	Allgemeines	4	5.2	Chandon	15
2.2	Programm 2011	4	5.3	Kleine Glane	17
3	Datenblätter	6	6	Schlussforderung	19
3.1	Präsentationsblatt Einzugsgebiet	6	A1	Abkürzungsverzeichnis	20
3.2	Datenblatt pro Messstation	6	A2	Bibliographie	21
4	Gesamtbilanz	9			
4.1	Zielerreichung 2011	11			
4.2	Bilanz vorherige/aktuelle Kampagne	12			

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, 2005a). 2011 wurde ein neues Monitoring-Programm eingeführt (EETEC, 2011).

Die Arbogne und die Chandon wurden bereits 1982 (NOËL & FASEL, 1985), 1992 (nicht veröffentlicht) und 2004 (EETEC, 2005b und ETEC, 2005c) untersucht, die Kleine Glane 1981 (NOËL & FASEL, 1985), 1991 (nicht veröffentlicht) und 2005 (EETEC, 2006).

Das Ziel dieser Untersuchungen besteht darin, eine Bilanz der physikalisch-chemischen 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 2011 fest, präsentiert das Programm 2011 und informiert über die Methodik. Es erklärt die Darstellungsarten in den pro Messstation erstellten Datenblättern und fasst die wichtigsten Ergebnisse zusammen.

2 Rahmen und Ziele des Monitorings

2.1 Allgemeines

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

Die Einzugsgebiete sind 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), physikalisch-chemische Qualität auf Grundlage von zwölf monatlichen Probenahmen, Pestizidanalysen und 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. Zudem wird für jede Messstation eine allgemeine Bilanz der einzelnen Erhebungen erstellt, 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 können.

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

2.2 Programm 2011

Tabelle 1 zeigt das vom AfU genehmigte Monitoring-Programm 2011.

Sämtliche vorgesehenen Entnahmen an den verschiedenen Messstationen konnten gemäss diesem Basisprogramm erfolgen, mit Ausnahme von zwei im Herbst aufgegebenen IBCH-Messstationen:

- > ARB 400 (starke Verschmutzung, die zum Verschwinden der benthischen Fauna führte);
- > ARB-COP 429 (stehendes Wasser, verursacht durch einen Biberdamm; Messstelle konnte entlang des Fließgewässers nicht verlegt werden).

Tabelle 1: Zusammenfassung des Monitoring-Programms 2011

Einzugs-gebiete	Fließgewässer	Messstationen IBCH	Messstationen phys.-chem	Messstationen Kieselalgen	Anzahl Stationen IBCH	Anzahl Stationen phys.-chem.	Anzahl Stationen DI-CH
Kleine Glane RII					12	7	4
	Kleine Glane	48, 53, 54, 56, 59, 61, 62, 70, 74	47, 58, 70, 74	59, 70, 74	9	4	3
	B. Nuilly	-	-	-	0	0	0
	Bainoz	44, 64	44, 64	64	2	2	1
	Arignon	76	76	-	1	1	0
Arbogne RVII					11	9	4
	Arbogne	400, 404, 407, 410, 414, 415	400, 404, 407, 410, 415	404, 410, 415	6	5	3
	B. Lentigny	418, 421	418	421	2	1	1
	B. Les Pelons	424	424	-	1	1	0
	B. Baume	427	427	-	1	1	0
	B. Coppet	429	429	-	1	1	0
Chandon RVIII					7	5	1
	Chandon	453, 455, 458, 461	453, 455, 461	-	4	3	0
	B. Les Corsallettes (Grolley)	464	464	464	1	1	1
	B. von Courtion	466	-	-	1	0	0
	B. Les Echelles	469	469	-	1	1	0

Die physikalisch-chemischen und biologischen Entnahmen (benthische Fauna oder Kieselalgen) erfolgten nicht immer an den gleichen Standorten. Grund hierfür ist insbesondere die Zugänglichkeit für physikalisch-chemische Entnahmen. Die Messstation der physikalisch-chemischen Qualität 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 gegenübergestellt werden (siehe Tabelle 3 zur Übereinstimmung der Messstationen). Zur Vereinfachung wird dann nur der Code der biologischen Messstation im Datenblatt und in den Übersichtsdokumenten aufgenommen. Diese Präzisierung erscheint im detaillierten Ergebnisblatt im Abschnitt „Description de la station“ (*Beschreibung der Messstelle*). Für die drei hier relevanten Einzugsgebiete betrifft diese leichte geografische Verlagerung folgende Messstellen:

- > Im Bereich Kleine Glane
 - > PGLA 48 (physikalisch-chemisch auf PGLA 47),
 - > PGLA 59 (physikalisch-chemisch auf PGLA 58).

3 Datenblätter

3.1 Präsentationsblatt Einzugsgebiet

Für jedes Einzugsgebiet wurde eine Übersicht erstellt. 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 der wichtigsten 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 ETEC, 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-Konzept (MSK) (BINDERHEIM & GÖGGEL, 2007) für die aktuelle Messkampagne (Frühling und Herbst separat), erstellt durch das Büro ETEC; die Bewertungsklassen werden mithilfe von drei Farben dargestellt;
5. Biologische Qualität, auf Grundlage des IBGN – Indice Biologique Global Normalisé (*Biologischer Global Index*) (AFNOR 2004) für frühere Messkampagnen und des IBCH (STUCKI, 2010) gemäss Modul des Schweizer MSK für 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 (IG) mit Erwähnung des Indikator-Taxons, der taxonomischen Vielfalt und der IBGN/IBCH-Benotung mit entsprechendem Farbcode (fünf identische Bewertungsklassen); die Untersuchungen erfolgten durch das Büro ETEC, unterstützt durch das AfU bei der Feldarbeit;
6. Biologische Qualität, auf Grundlage des DI-CH (Diatomeen Index Schweiz), Modul des Schweizer MSK über Kieselalgen (HÜRLIMANN & NIEDERHAUSER, 2007), für die aktuelle Messkampagne (Frühling und Herbst separat), mit zwei zusätzlichen Indizes (Saprobie- und Trophieindizes); die Indizes werden mithilfe von fünf Farben dargestellt; mit dieser Untersuchung wurde das Büro PhycoEco (PhycoEco, 2012) beauftragt;
7. Fliessgeschwindigkeiten, physikalisch-chemische Qualität des Wassers und Pestizide (Entnahmen, Analysen und Datenverarbeitung erfolgten durch AfU):
 - > Fliessgeschwindigkeit, entsprechend dem arithmetischen Mittelwert der zwölf Messwerte (Salinomad);
 - > physikalisch-chemische Parameter, gemäss Modul „Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe“ des Schweizer MSK (LIECHTI, 2010), nämlich Schwebstoffe (SS), gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), gesamter organischer Kohlenstoff (TOC), Ammonium (NH_4^+), Nitrite (NO_2^-), Nitrate (NO_3^-), Ortho-Phosphate (PO_4^{3-}) und Gesamtphosphor (Ptot); 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 von fünf Farben dargestellt, mit Ausnahme der SS, 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 Gesamtnote 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);

8. Übersichtstabelle der wichtigsten verfügbaren Indikatoren, mit Darstellung der Entwicklung zwischen der vorherigen und der aktuellen Messkampagne (siehe Tabelle 2); die Werte werden als Kreise (Situation 2004/2005) oder Quadrate (Situation 2011) auf der jeweiligen Klasse dargestellt. Bei folgenden Indikatoren können die Werte zwischen zwei Werten liegen.

- > Ufervegetation (spärlich oder nicht);
- > IBCH (Jahresmittel aus zwei Messkampagnen);
- > DI-CH (Jahresmittel aus zwei Messkampagnen).

Gemäss MSK wird die Ökomorphologie in nur vier Klassen unterteilt. Die Information ist für vorherige Messkampagnen nicht immer verfügbar.

Es ist zu beachten, dass die physikalisch-chemischen 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-, physikalisch-chemischen und Pestiziduntersuchungen, Beeinträchtigungen und deren wahrscheinlichste Ursache;
10. Tabelle mit Verbesserungsvorschlägen, angesichts der Übersicht über Beeinträchtigungen und Entwicklungen (siehe Punkt 3);
11. Gesamtzustand der Messstation, mit Ergebnissen der fünf MSK-Modulen: IBCH, DI-CH, physikalisch-chemisch, Ökomorphologie und äusserer Aspekt; diese Tabelle wird anhand der Synthese der Beurteilungen auf Stufe F (flächendeckend) ermittelt. Diese in Entwicklung befindende Methode wurde vorläufig veröffentlicht (BAFU, 2010). Die Synthese wird auf der Spezialisten-Ebene durchgeführt. D.h. nur innerhalb der Module physikalisch-chemisch und Äusserer Aspekt wurde im Worst-Case-Prinzip (Berücksichtigung des am stärksten diskriminierenden Parameters) aggregiert. So behält jedes Modul seinen eigenen Wert (anders als bei der Generalisten-Ebene, wo abiotische und biotische Module zu Teilsystemen zusammengefasst werden). Die Synthese wurde auch für vorige Kampagnen angewendet.

Tabelle 2: Beispiel einer Übersichtstabelle über die Hauptindikatoren, mit Darstellung der Situationsentwicklung zwischen vorheriger (Kreise) und aktueller Messkampagne (Quadrate).

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)				□	○
Ökomorphologie	Ökomorphologie F				□	
	Ufervegetation (schlecht=fehlend, mittel=1 Ufer, sehr gut=2 Ufer)	○			□	
Hydrobiologie	Note/Qualität IBCH		□			
Diatomeen	DI-CH					
Physikalisch-chemische Qualität	Ammonium / N-NH4+	□			○	
	Nitrite / N-NO2-	□		○		
	Nitrate / N-NO3-	□	○			
	Ortho-Phosphate / P-PO43-	□				○
	Gesamtphosphor / Ptot	□				○
	DOC/TOC			□	○	
	Pestizide				□	

Sehr gut	Gut	Mässig	Unbefriedigend	Schlecht

○ Situation zu Beginn der Beobachtung (2004)	□ Aktuelle Situation (2011)
--	-----------------------------------

4 Gesamtbilanz

Die Methode für die im vorliegenden Dokument erstellte Gesamtbilanz wird auch für die Monitorings der kommenden Jahre angewendet. Sie beruht auf festgelegten Vorgehensweisen und Grundlagen, die im folgenden Kapitel erklärt werden (Erläuterungen in Form von kleinen Farbtabelle).

Hinweis

Zur Erinnerung: Der Vergleich der Kampagne 2011 und der zuletzt erfolgten Kampagne (2004 für Arbogne und Chandon, 2005 für die Kleine Glane) erfolgt anhand von Ergebnissen, die durch teilweise unterschiedliche Methoden erzielt wurden, insbesondere:

- > IBGN gegenüber IBCH (die Ergebnisse sind nicht oder kaum beeinflusst);
- > Physikalisch-chemisch; zwölf Stichproben wurden im gesamten Jahr 2011 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, einfach zu verstehende Angaben und Tendenzen zu vermitteln.

Es sei auch darauf hingewiesen, dass sich die Messstationen zwischen den beiden Kampagnen nicht immer an den gleichen Standorten befinden. Tabelle 3 zeigt die Übereinstimmung der Messstationen damit vergleichbare Ergebnisse einander gegenübergestellt werden können, selbst wenn diese nicht unbedingt an den gleichen Orten erzielt wurden.

Tabelle 3: Übereinstimmung zwischen den Messstationen der vorherigen und der aktuellen Kampagne mit Nachweis darüber, ob die zuvor untersuchte Messstation erhalten wurde oder nicht.

2011			2004	
IBCH	Kieselalgen	phys.-chem.	phys.-chem.	Bemerkung/Rechtfertigung
Arbogne				
ARB 400		ARB 400	ARB 400	
ARB-LEN 418		ARB-LEN 418	ARB-LEN 418	
ARB-LEN 421	ARB-LEN 421			
ARB 404	ARB 404	ARB 404		
ARB 407		ARB 407	ARB 406	Stationen genügend nahe, keine Einflüsse dazwischen
ARB-PEL 424		ARB-PEL 424	ARB-PEL 422	422 nahe bei der Quelle, 424 bei der Einmündung, ein Weiler liegt dazwischen
ARB 410	ARB 410	ARB 410	ARB 410	
ARB 414			ARB 412	5 km entfernt, Landwirtschaftszone dazwischen und mehrere Zuflüsse, Dompierre
ARB-BAU 427		ARB-BAU 427	ARB-BAU 425	Stationen genügend nahe, keine Einflüsse dazwischen
ARB-COP 429		ARB-COP 429	ARB-COP 428	Felder und ein Weiler dazwischen
ARB 415	ARB 415	ARB 415	ARB 415	
Chandon				
CHAN 453		CHAN 453	CHAN 450	450 nahe bei der Quelle, Dorf zwischen 450 und 453
CHAN-COR 464	CHAN-COR 464	CHAN-COR 464	CHAN-COR 463	
CHAN-COU 466				
CHAN 455		CHAN 455	CHAN 454	Zufluss zwischen 454 und 455 (Courtion)
CHAN-ECH 469		CHAN-ECH 469	CHAN-ECH 467	Zuflüsse und Dorf zwischen 467 und 469
CHAN 458			CHAN 458	
CHAN 461		CHAN 461	CHAN 462	
Kleine Glane				
PGLA 48		PGLA 47	PGLA 47	Stationen genügend nahe, keine Einflüsse dazwischen
PGLA 53				
PGLA 54				
PGLA 56				
PGLA 59	PGLA 59	PGLA 58	PGLA 58	Stationen genügend nahe, keine Einflüsse dazwischen
PGLA-BAI 44		PGLA-BAI 44		
PGLA-BAI 62				
PGLA-BAI 64	PGLA-BAI 64	PGLA-BAI 64	PGLA-BAI 64	
PGLA 61			PGLA 61	
PGLA-ARI 76		PGLA-ARI 76	PGLA-ARI 76	
PGLA 70	PGLA 70	PGLA 70	PGLA 70	
PGLA 74	PGLA 74	PGLA 74	PGLA 74	

 Für den Vergleich zulässig
 Für den Vergleich unzulässig

4.1 Zielerreichung 2011

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 „Physikalisch-chemisch“. Für diese Bereiche wurden eine Auswahl von Verschmutzungstypischen Anzeichen 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 (mässig = 1, unbefriedigend = 2, schlecht = 3). Dabei kommen die Farbcodes der verschiedenen Module wieder zum Einsatz (mässig = gelb, unbefriedigend = orange, schlecht = rot) Gelegentlich werden bei Berechnungen Zwischenklassen und -farben zugeordnet (mässig/fast gut in blassgrün, mässig/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 unten stehender Regel betrachtet, dann wird ein Mittelwert aller vier Parameter berechnet; 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

- > Physikalisch-chemisch & 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), Ortho-Phosphate (die sehr stark zur Eutrophierung des Wassers beitragen) und Pestizide stärker gewichtet; der erzielte Mittelwert aus den sechs Parametern (der somit auch die

guten Ergebnisse enthält) wird anschliessend auf halbe Punktwerte aufgerundet, um die Berechnung zugunsten der nicht erreichten Ziele auszugleichen.

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

Die Gesamtbewertung der Messstation erfolgt durch die Berechnung des Mittelwerts der verfügbaren Parameternoten (zur Erinnerung: nicht alle Parameter werden an den Messstellen erfasst). Dieser Mittelwert wird anschliessend auf halbe Punktwerte aufgerundet. Die Messstellen werden schliesslich in vier Hauptklassen unterteilt:

Gesamtnote	
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 Messstationen, die Ergebnisse für die vorherige und die aktuelle Messkampagne vorweisen können, werden verglichen. Der Vergleich basiert auf Übersichtstabelle, die die Entwicklung der betroffenen Messstation zeigt (siehe Tabelle 2).

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 physikalisch-chemischen Erhebungen DOC, NH₄, NO₂, NO₃, PO₄.

Bei den biologischen Erhebungen lässt sich ein Klassenunterschied zwischen den beiden Jahren feststellen (theoretisch -4 bis +4, meist jedoch um ± 1). Bei den physikalisch-chemischen 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 von kleinen Tabellen 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 Ergebnisse 2011

5.1 Arbogne

Die wesentlichen Beeinträchtigungen des weitgehend landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebiets der Arbogne (siehe Abbildung 1) waren bis 2004 Abwassereinleitungen (Arbogne), zu einer Verschlechterung der Wasserqualität führende Ausläufe der ARA (Arbogne, Bach Lentigny) und der Verdacht einer diffusen Verschmutzung landwirtschaftlichen Ursprungs (Bäche Les Pelons, Baume, Coppet).

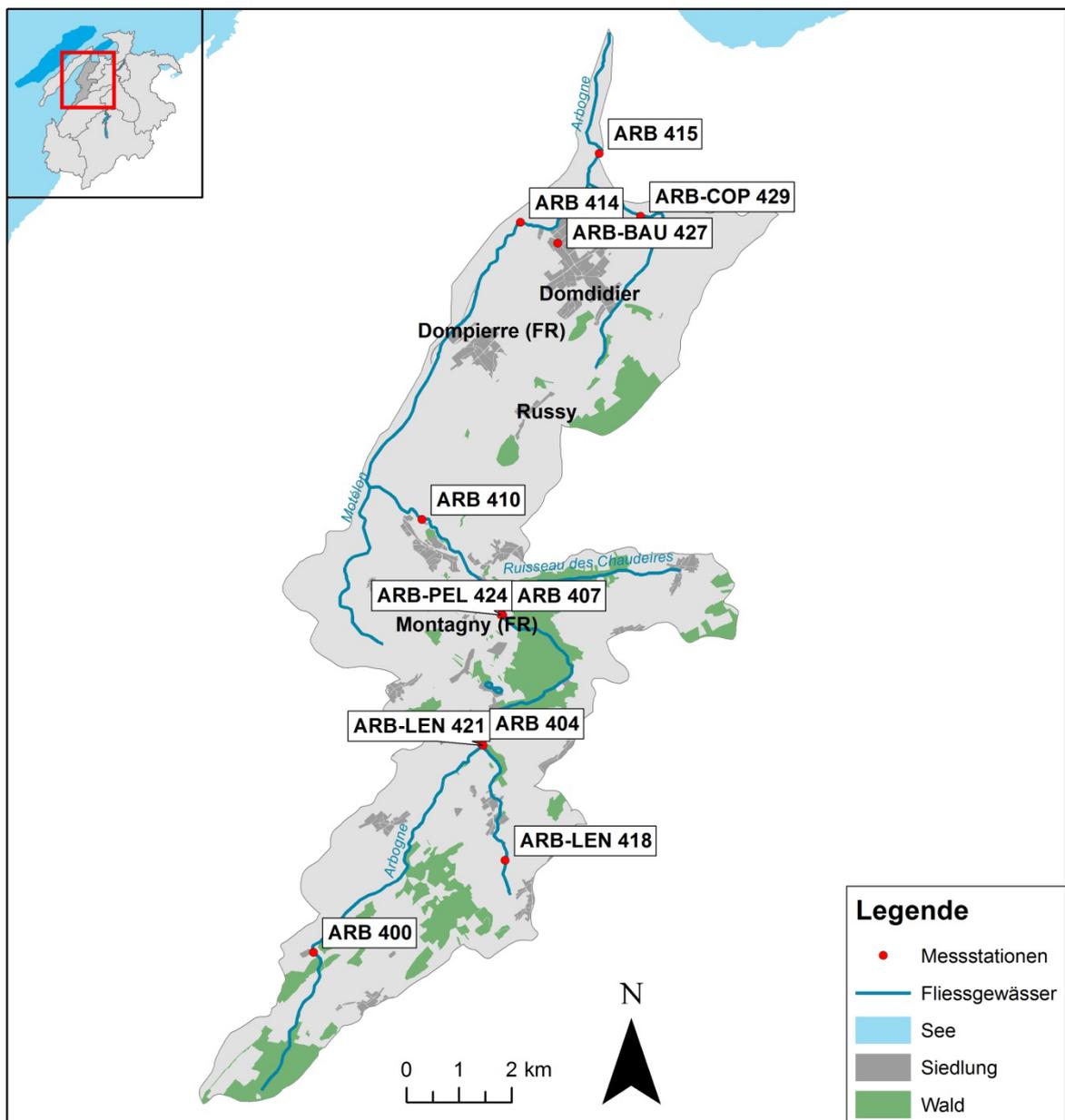


Abbildung 1: Einzugsgebiet der Arbogne, mit Darstellung der Messstationen.

Bei den 2011 festgestellten wesentlichen Beeinträchtigungen handelt es sich um erwiesene (Einleitung von Milch in die Arbogne, ARB 400) oder vermutete Verschmutzungen (wahrscheinliche Einleitung von Pflanzenschutzmitteln in den Bach Lentigny ARB-LEN 418), Abwassereinleitungen (Arbogne), zu einer Verschlechterung der Wasserqualität führende Ausläufe der ARA (Arbogne, Bach Lentigny) sowie diffuse Verschmutzungen landwirtschaftlichen Ursprungs (Arbogne, Bäche Baume und Coppet).

Die Indikatoren der Übersichtstabellen zeigen, dass die Ziele 2011 in den meisten Fällen nicht erreicht wurden (siehe Tabelle 4), insbesondere im physikalisch-chemischen Bereich. Ferner sind Eisensulfidflecken vorhanden.

Die Analyse der Qualitätsentwicklung zwischen 2004 und 2011 im Bereich der einzelnen Messstellen zeigt punktuell Verbesserungen oder Verschlechterungen (siehe Tabelle 4). Dennoch lässt sich auf der Ebene des Einzugsgebiets eine Tendenz zu einer Verschlechterung beobachten.

Tabelle 4: Arbogne – Gesamtbilanz der an den Messstationen zwischen 2004 und 2011 aufgezeichneten Qualitätsentwicklung (IBCH und physikalisch-chemisch) und Grad der Erreichung der gesetzlichen Zielvorgaben 2011.

Messstelle	Entwicklung 2004 - 2011	Ziele 2011
ARB 400	leichte Abnahme phys.-chem.	nicht erreicht
ARB-LEN 418	Verschlechterung phys.-chem.	nicht erreicht
ARB-LEN 421	leichte Zunahme IBCH	fast erreicht
ARB 404	leichte Abnahme IBCH	nicht erreicht
ARB 407	leichte Abnahme IBCH und phys.-chem.	nicht erreicht
ARB-PEL 424	Verschlechterung IBCH	nicht erreicht
ARB 410	leichte Zunahme IBCH, leichte Abnahme phys.-chem.	nicht erreicht
ARB 414	Verbesserung IBCH	fast erreicht
ARB-BAU 427	leichte Abnahme phys.-chem.	nicht erreicht
ARB-COP 429	Status quo	nicht erreicht
ARB 415	Verschlechterung phys.-chem.	nicht erreicht

Zur Erinnerung: Alle Messstellen der Messkampagne 2011 haben ihre geografische Lage beibehalten; beim Vergleich 2004-2011 wurden folgende Übereinstimmungen für die physikalisch-chemischen Erhebungen berücksichtigt: ARB 406 → ARB 407 und ARB-BAU 425 → ARB-BAU 427.

Die wesentlichen Verbesserungsmöglichkeiten sind:

- > Kontrolle der ARA-Ausläufe, eventuelle Verbesserung der Anlagen;
- > Suche nach fehlerhaften Abwasseranschlüssen;
- > Überwachung und Information der Landwirte;
- > Einführung eines Pufferstreifens (6 m, linkes und rechtes Ufer).

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

5.2 Chandon

Die wesentlichen Beeinträchtigungen des weitgehend landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebiets die Chandon (siehe Abbildung 2) waren bis 2004 Abwassereinleitungen (Bach Les Echelles), zu einer Verschlechterung der Wasserqualität führende Ausläufe der ARA (Chandon, Bach Les Corsallettes) sowie eine diffuse Verschmutzung landwirtschaftlichen Ursprungs.

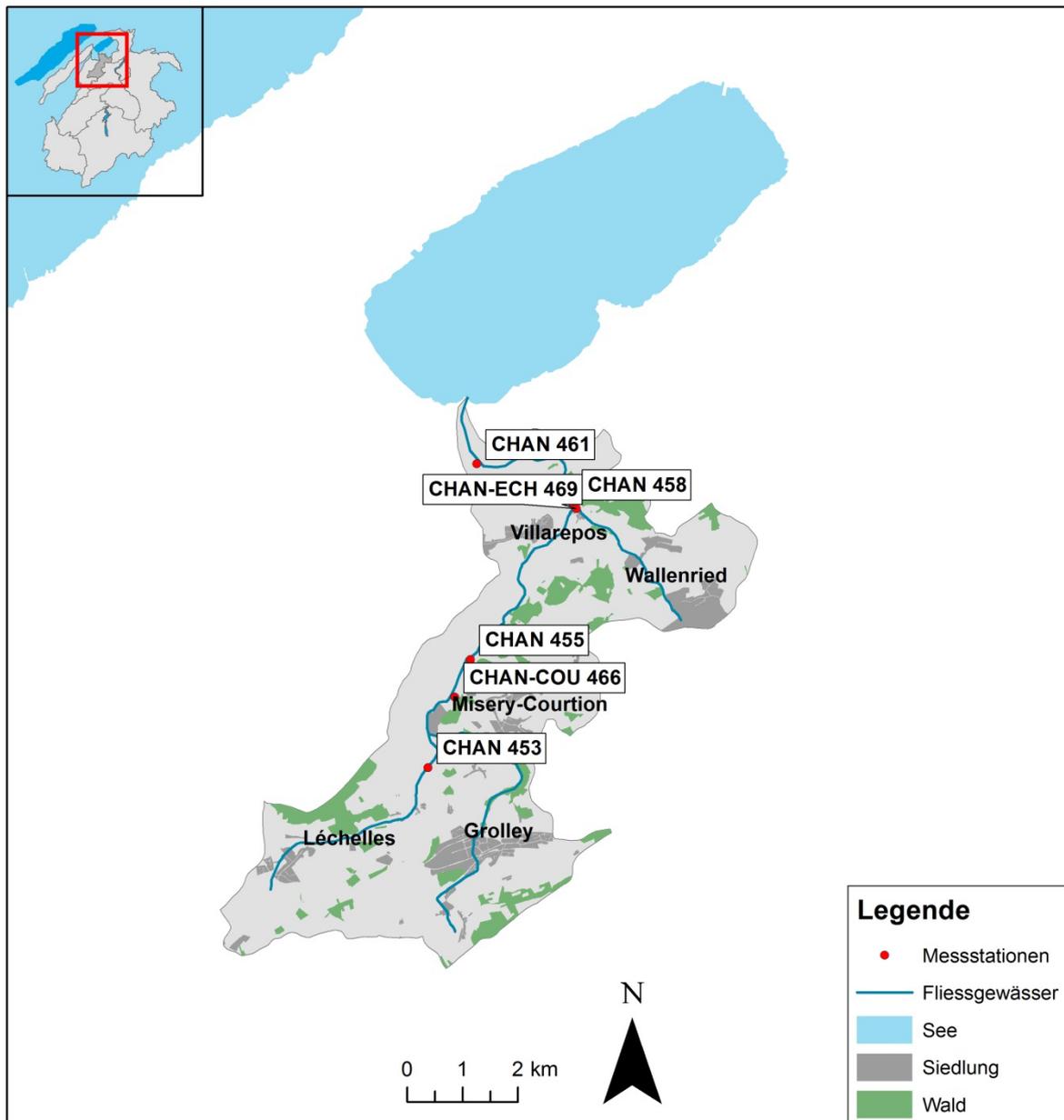


Abbildung 2: Einzugsgebiet der Chandon, mit Darstellung der Messstationen.

Bei den 2011 festgestellten wesentlichen Beeinträchtigungen handelt es sich um zu einer Verschlechterung der Wasserqualität führende Ausläufe der ARA (Chandon, Bach Les Corsallettes) sowie um diffuse Verschmutzungen landwirtschaftlichen Ursprungs (Chandon, Bäche Les Corsallettes, von Courtion, Les Echelles).

Die Indikatoren der Übersichtstabellen zeigen, dass die Ziele 2011 nicht erreicht wurden (siehe Tabelle 5), insbesondere im physikalisch-chemischen Bereich. Ferner sind Eisensulfidflecken vorhanden.

Es lässt sich eine tendenzielle Verschlechterung der Qualität zwischen 2004 und 2011 im gesamten Einzugsgebiet beobachten (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Chandon – Gesamtbilanz der an den Messstationen zwischen 2004 und 2011 aufgezeichneten Qualitätsentwicklung (IBCH und physikalisch-chemisch) und Grad der Erreichung der gesetzlichen Zielvorgaben 2011.

Messstelle	Entwicklung 2004 - 2011	Ziele 2011
CHAN 453	Status quo, Überschreitung phys.-chem.	nicht erreicht
CHAN-COR 464	leichte Abnahme IBCH und phys.-chem.	nicht erreicht
CHAN-COU 466	leichte Abnahme IBCH	nicht erreicht
CHAN 455	leichte Abnahme IBCH	nicht erreicht
CHAN-ECH 469	leichte Abnahme IBCH	nicht erreicht
CHAN 458	Status quo	nicht erreicht
CHAN 461	leichte Abnahme phys.-chem.	nicht erreicht

Zur Erinnerung: Alle Messstationen der Messkampagne 2011 haben ihre geografische Lage beibehalten; beim Vergleich 2004-2011 wurden folgende Entsprechungen für die physikalisch-chemischen Erhebungen berücksichtigt: CHAN-COR 463 → CHAN-COR 464 und CHAN 462 → CHAN 461.

Die wesentlichen Verbesserungsmöglichkeiten sind:

- > Kontrolle der ARA-Ausläufe, eventuelle Verbesserung der Anlagen;
- > Überwachung und Information der Landwirte;
- > Einführung eines Pufferstreifens (6m, linkes und rechtes Ufer).

Die Massnahmen auf der Ebene jeder einzelner Messstationen sind im Datenblatt genauer erläutert.

5.3 Kleine Glane

Die wesentlichen Beeinträchtigungen des im Unterlauf landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebiets der Kleinen Glane (siehe Abbildung 3) waren bis 2005 Abwassereinleitungen (Kleine Glane, Bainoz), zu einer Verschlechterung der Wasserqualität führende Ausläufe der ARA (Kleine Glane) sowie eine diffuse Verschmutzung landwirtschaftlichen Ursprungs (Arignon).

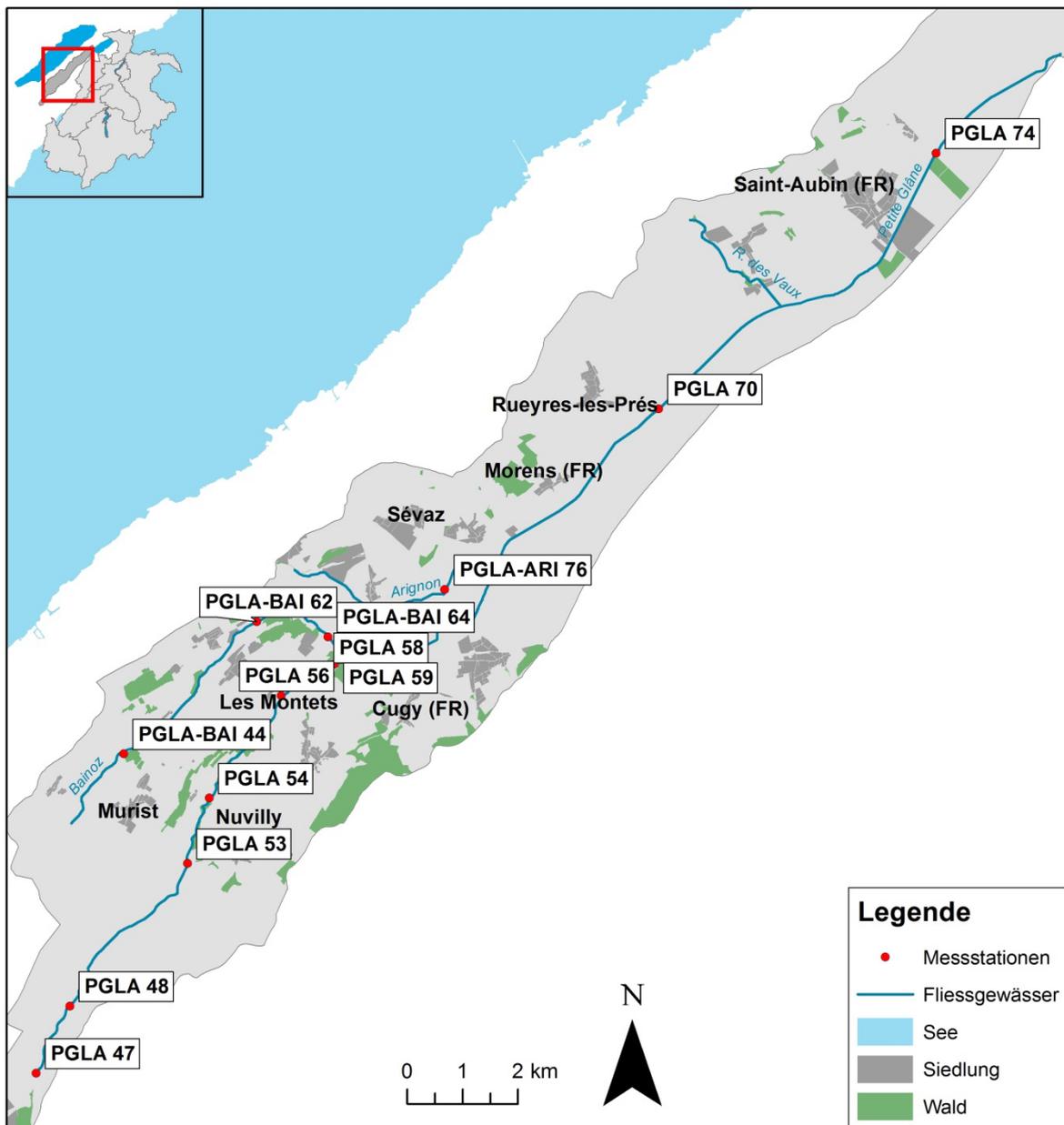


Abbildung 3: Einzugsgebiet der Kleinen Glane, mit Darstellung der Messstationen.

Bei den 2011 festgestellten wesentlichen Beeinträchtigungen handelt es sich um den Verdacht einer Einleitung über einen Regenüberlauf (RÜ) in die Arigon (PGLA-ARI 76), um den Verdacht einer Verschmutzung (Kleine Glane, ab PGLA 48 flussaufwärts), den Verdacht von Abwassereinleitungen (Kleine Glane, Bainoz, Arignon), zu einer Verschlechterung der Wasserqualität führende Ausläufe der ARA (Kleine Glane PGLA 74) sowie diffuse Verschmutzungen landwirtschaftlichen Ursprungs (Kleine Glane, Bainoz, Arignon).

Die Indikatoren der Übersichtstabellen zeigen, dass die Ziele 2011 nicht erreicht wurden (siehe Tabelle 6), insbesondere im physikalisch-chemischen Bereich an der Messstelle flussaufwärts und den Messstellen flussabwärts. Ferner sind Eisensulfidflecken vorhanden.

Eine Analyse der Qualitätsentwicklung zwischen 2005 und 2011 im Bereich der einzelnen Messstellen zeigt unterschiedliche Ergebnisse (siehe Tabelle 6): Tendenz zum Status quo, Verschlechterung oder auch Verbesserung der Qualität. Auf der Ebene des Einzugsgebiets ist es schwierig, eine allgemeine Tendenz zu erkennen; man könnte von einem Status quo sprechen, mit Verschlechterungen an einigen Stellen, die durch Verbesserungen an anderen Stellen „kompensiert“ werden.

Tabelle 6: Kleine Glane – Gesamtbilanz der an den Messstationen zwischen 2005 und 2011 aufgezeichneten Qualitätsentwicklung (IBCH und physikalisch-chemisch) und Grad der Erreichung der gesetzlichen Zielvorgaben 2011.

Messstelle	Entwicklung 2004 - 2011	Ziele 2011
PGLA 48	leichte Zunahme phys.-chem.	nicht erreicht
PGLA 53	leichte Abnahme IBCH	fast erreicht
PGLA 54	leichte Abnahme IBCH	fast erreicht
PGLA 56	Verbesserung IBCH	nicht erreicht
PGLA 59	leichte Zunahme phys.-chem.	nicht erreicht
PGLA-BAI 44	Verschlechterung IBCH	nicht erreicht
PGLA-BAI 62	Status quo	nicht erreicht
PGLA-BAI 64	leichte Zunahme IBCH	nicht erreicht
PGLA 61	Status quo	nicht erreicht
PGLA-ARI 76	leichte Zunahme IBCH und phys.-chem.	nicht erreicht
PGLA 70	leichte Abnahme IBCH, leichte Zunahme phys.-chem.	nicht erreicht
PGLA 74	leichte Abnahme P.-C.	nicht erreicht

Zur Erinnerung: 2 Messstellen zur physikalisch-chemischen Analyse der Messkampagne 2011 sind von einer leichten geografischen Verlagerung betroffen: PGLA 47 → PGLA 48 und PGLA 58 → PGLA 59; beim Vergleich 2004-2011 wurden folgende Übereinstimmungen für die physikalisch-chemischen Erhebungen berücksichtigt: CHAN-COR 463 → CHAN-COR 464 und CHAN 462 → CHAN 461.

Die wesentlichen Verbesserungsmöglichkeiten sind:

- > Kontrolle der ARA-Ausläufe, eventuelle Verbesserung der Anlagen;
- > Suche nach fehlerhaften Abwasseranschlüssen;
- > Überwachung und Information der Landwirte;
- > Einführung eines Pufferstreifens (6 m, linkes und rechtes Ufer).

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

6 Schlussforderung

Dank der Messkampagne 2011 konnte eine Bilanz der Qualität der drei Einzugsgebiete (Arbogne, Chandon und Kleine Glane) erstellt und die Entwicklung seit den letzten Untersuchungen (2004 für die erstgenannten und 2005 für das letztgenannte) gemessen werden.

Die Gesamtqualität ist selten zufriedenstellend und die Ziele im Bereich Qualität werden nur selten erreicht. Die Tendenzen zeigen eine gewisse Verbesserung an den untersuchten Messstellen des Einzugsgebiets der Kleinen Glane, jedoch nur geringe Verbesserungen an der Arbogne und keine am Chandon.

Das Einzugsgebiet mit den meisten Beeinträchtigungen ist somit das Einzugsgebiet Chandon, es folgt die Arbogne und schliesslich die Kleine Glane. Die landwirtschaftlichen Aktivitäten scheinen hauptverantwortlich für diese Situation zu sein; schuld sind aber auch Verschmutzungen oder Verschlechterungen aufgrund von Abwassereinleitungen oder ARA-Ausläufen.

Verbesserungsmöglichkeiten werden allgemein auf der Ebene des Einzugsgebiets aufgezeigt, jedoch für jede Messstation präzisiert.

Sitten, Oktober 2014

Dokument erstellt von Régine Bernard & Laurent Vuataz (ETEC)

für das Amt für Umwelt

Weitere 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, www.fr.ch/wasser

Oktober 2015

A1 Abkürzungsverzeichnis

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

Deutsch		Französisch
RWB:	Regenwasserbecken	(BEP bassin d'eaux pluviales)
EG:	Einzugsgebiet	(BV bassin versant)
DI-CH:	Diatomeen Index Schweiz	(DI-CH indice diatomique suisse)
RÜ:	Regenüberlauf	(DO déversoir d'orage)
DOC:	gelöster organischer Kohlenstoff	(DOC carbone organique dissous)
AW:	Abwasser	(EU eaux usées)
IG:	Indikatorgruppe	(GI groupe indicateur)
IBCH:	Biologischer Index Schweiz (Indice biologique suisse)	
IBGN:	Biologischer Global Index (Indice biologique global normalisé) (Frankreich)	
SS:	Schwebstoffe	(MES matières en suspension)
Stufe F:	Stufe flächendeckend	(niveau R niveau région)
GEP:	Genereller Entwässerungsplan	(PGEE plan général d'évacuation des eaux)
Ptot:	Gesamtphosphor	(Ptot phosphore total)
B.:	Bach	(r. ruisseau)
RU:	rechtes Ufer	(RD rive droite)
LU:	linkes Ufer	(RG rive gauche)
MSK:	Modul-Stufen-Konzept	(SMG système modulaire gradué)
PS:	Pumpstation	(STAP station de pompage)
ARA:	Abwasserreinigungsanlage	(STEP station d'épuration)
TOC:	gesamter organischer Kohlenstoff	(TOC carbone organique total)

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 (nur auf Deutsch)
- AfU, 2013. Traitement des données pesticides. Règle de calcul (note). Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.
- ETEC, 2005a. Etude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg. Rapport méthodologique 2004. Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.
- ETEC, 2005b. Etude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg. L'Arbogne (campagne 2004). Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.
- ETEC, 2005c. Etude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg. Le Chandon (campagne 2004). Amt für Umwelt des Kantons Freiburg.
- ETEC, 2006. Etude de l'état sanitaire des cours d'eau du canton de Fribourg. La Petite Glâne (campagne 2005). 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. und 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. Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Synthese der Beurteilungen auf Stufe F (flächendeckend), Entwurf, Juni 2010.
- PhycoEco, 2012. Programme rivières 2011. La Petite-Glâne, l'Arbogne et le Chandon. Examen des populations de diatomées (Bacillariophyceae) épilithiques dans la Petite-Glâne, l'Arbogne et le ruisseau de Corsalette. Diagnostic de l'état de santé biologique des eaux. 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.