

Fachbericht **MAKROZOOBENTHOS und Äusserer Aspekt**

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

FEBRUAR 2017

Projekt 15-20
Aquabug

Impressum

- Auftraggeber:** Bundesamt für Umwelt (BAFU),
Abteilung Wasser, CH – 3003 Bern
Das BAFU ist ein Amt des Eidgenössischen Departements für Umwelt,
Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)
- Auftragnehmer:** Aquabug, CP 1643, 2001 Neuchâtel
Akuatik, Rte d'Essertines 3, 1416 Pailly
- Autoren:** Pascal Stucki (Aquabug)
Sandra Knispel (Akuatik)
- Mitarbeit für die Eintagsfliegen (Ephemeroptera):
André Wagner, 1347 Le Sentier
- Übersetzung:** Heinrich Vicentini, Pascal Stucki
- Korrekturlesen:** Claudia Zaugg
- Ausgabe:** Februar 2017
- Hinweis:** Dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)
verfasst. Für den Inhalt sind allein die Auftragnehmer verantwortlich.
- Zitierung:** Stucki P., Knispel S. 2017. NAWA TREND Biologie, Fachbericht
Makrozoobenthos und Äusserer Aspekt, 2. Kampagne (2015)
- Titelbild:** Polycentropodidae, Trichoptera, Zeigergruppe 4 (IG=4) ©Aquabug

Inhaltsverzeichnis

0.	ZUSAMMENFASSUNG.....	1
1.	AUSGANGSLAGE, AUFTRAG UND ZIELE.....	2
2.	GRUNDLAGEN, METHODE UND VORGEHEN	3
2.1	Grundlagen	3
2.2	Feldarbeiten	5
2.3	Laborarbeiten	7
2.4	Datenverarbeitung	9
3.	MESSSTELLEN	11
4.	RESULTATE UND DISKUSSION ÄUSSERER ASPEKT.....	13
5.	RESULTATE UND DISKUSSION MAKROZOOBENTHOS	15
5.1.	IBCH (biologische Qualität).....	15
5.2	SPEAR _{pesticides} (Mikroverunreinigungen).....	22
5.3	EPT-Taxa (Rote Listen).....	28
5.4	Allochthone Arten (Neozoa).....	42
5.5	Qualitätssicherung der Arbeiten	43
6.	EMPFEHLUNGEN	45
6.1	Messstellen.....	45
6.2	IBCH Methode - Feldarbeiten.....	45
6.3	IBCH-Methode – Laborarbeiten und Archivierung.....	46
6.4	IBCH Methode – Berechnung der Indizes auf Stufe Familie	47
6.5	IBCH-Methode – Entwicklung der Indizes auf Artenstufe.....	47
7.	FAZIT	48
8.	LITERATUR	49
9.	GLOSSAR.....	50
10.	ABKÜRZUNGEN UND FORMELN	51

ANHANG

A1 Datentabelle Makrozoobenthos IBCH und SPEAR_{pesticides}, Kampagne 2015

A2 Datentabelle EPT-Arten, Periode 2011-2015

Elektronische Beilagen: Alle Feld- und Laborprotokolle sowie Fotos der Messstellen liegen in elektronischer Form vor (CD-ROM im Juni 2016 abgegeben).

0. ZUSAMMENFASSUNG

Der vorliegende Fachbericht ist Bestandteil der nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität NAWA. Er beschreibt und interpretiert die in der zweiten Untersuchungsperiode (Jahr 2015) des Messprogrammes NAWA TREND erhobenen Daten der Module **Makrozoobenthos (MZB)** und **Äusserer Aspekt**.

NAWA TREND besteht aus einem Netz von 111 Stellen, das der Langzeitbeobachtung des nationalen Gewässersystems dient. Davon wurden **88 Stellen** gemäss den BAFU-Modulen Makrozoobenthos und Äusserer Aspekt (Stufe F) beprobt. Es handelt sich um wabare und für den Feldbearbeiter risikofreie Standorte. Die verschiedenen Etappen der Anwendung der Methode Makrozoobenthos (Stufe F) werden im vorliegenden Fachbericht nur kurz beschrieben. Für eine ausführliche Beschreibung wird auf den Schlussbericht der Untersuchungsperiode 2011-2014 verwiesen (Stucki 2015).

Mit den berechneten **IBCH - Werten** werden 58 (65%) der 88 untersuchten Stellen als gut bis sehr gut eingestuft, dagegen erhalten 30 Stellen Werte, die als mässig (31%) bis unbefriedigend (2%) beurteilt werden. Für dieselben Stellen wurde der **SPEAR_{pesticides}** (**SPE**Cies **A**t **R**isk)-Index berechnet, der Schadstoffbelastungen des Makrozoobenthos anzeigt. 65 (74%) Stellen mit einem Wert >33 wurden der Qualitätsklasse gut bis sehr gut, 23 Stellen (26%) der Qualitätsklasse mässig bis unbefriedigend zugeordnet. Ferner wurde festgestellt, dass 87% der Stellen mit sehr gutem SPEAR_{pesticides}-Index (Wert >44) auch einen guten bis sehr guten IBCH-Index aufweisen.

TREND: Im Vergleich zur ersten Untersuchungsperiode von 2012 ist beim **IBCH-Indexwert** eine leichte qualitative Tendenz zur Verbesserung ersichtlich. Beim **SPEAR_{pesticides}-Index** zeigt sich im Gegenteil eher eine Tendenz zur Verschlechterung. In beiden Fällen sind die in einem Abstand von drei Jahren beobachteten Unterschiede nicht signifikant und können auch auf natürlichen Schwankungen der Lebensgemeinschaften beruhen.

Eine **Weiterbestimmung** der EPT-Familien (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), welche die sensitiven Taxa **bis auf Artniveau** beinhalten, erlaubte es, 120 Arten zu identifizieren (E=40, P=30, T=50), von denen 20% der Roten Listen der gefährdeten und potenziell gefährdeten Arten der Schweiz angehören (Status «potenziell gefährdet» [=NT] bis «vom Aussterben bedroht» [=CR]). Der Bestimmungsablauf ist identisch mit demjenigen des Biodiversitätsmonitorings Schweiz (BDM), was die Daten der beiden Programme für zukünftige Analysen vergleichbar macht.

Es wurde eine **Qualitätskontrolle (QK)** durchgeführt. Alle Bestimmungen des archivierten Materials der 88 Beprobungen wurden durch eine Zweitperson verifiziert. Der Prozentsatz der Fehlbestimmungen liegt etwas höher (Mittelwert 2,9%, Maximum 19%) als bei der ersten Kampagne von 2012 (Mittelwert 2,5%). Bei den 20 jährlich von einer geringen Anzahl an Bearbeitern untersuchten Stellen sank die Fehlerquote progressiv auf 0,7%. Die Qualitätskontrolle bewirkte eine Änderung des IBCH-Wertes an 15% der Stellen, was nur in 2% der Fälle zu einer Änderung der Qualitätsklasse der beprobten Stelle führte.

In dieser zweiten Untersuchungsperiode sind die **operativen Abläufe** der Feld- und Laborarbeiten der Makrozoobenthos Stufe F Methode nun gut eingespielt und haben sich bewährt. Anpassungen und punktuelle Verbesserungen werden vorgeschlagen. Eine Anpassung der Berechnung und der Qualitätsklassenzuteilung des IBCH-Index ist unerlässlich.

1. AUSGANGSLAGE, AUFTRAG UND ZIELE

Der vorliegende Fachbericht beschreibt und interpretiert die im Rahmen der zweiten Untersuchungsperiode (Jahr 2015) des Messprogrammes NAWA TREND erhobenen Daten der Module **Makrozoobenthos (MZB)** und **Äusserer Aspekt**.

NAWA TREND besteht aus einem Netz von 111 Stellen, das der Langzeitbeobachtung des nationalen Gewässersystems dient. Davon wurden **88 Stellen** gemäss den BAFU-Modulen Makrozoobenthos und Äusserer Aspekt (Stufe F) beprobt. Es handelt sich um wabare und für den Feldbearbeiter risikofreie Standorte. Die anderen Biologiemodule Kieselalgen, Makrophyten und Fische werden in separaten Fachberichten abgehandelt.

Das 2011 gestartete NAWA-Programm hat zum Ziel, die Beobachtung des Zustandes der Oberflächengewässer in der Schweiz zu vereinheitlichen, um eine Gesamtbewertung auf nationaler Ebene zur Verfügung zu stellen. Gemäss Pflichtenheft richten sich die Hauptziele des Programmes nach den Anforderungen des Gewässerschutzgesetzes (GSchG) (u.a. Art. 50, 57 und 58). Für das Modul Makrozoobenthos können die Ziele wie folgt zusammengefasst werden:

- Beschaffung einer Übersicht über den Zustand der Oberflächengewässer in der Schweiz: einfach, einheitlich und über die ganze Schweiz vergleichbar.
- Aufbau einer grundlegenden Dokumentation der mittel- und langfristigen Entwicklung des Zustands der Oberflächengewässer.
- Bereitstellung von Grundlagen für die Früherkennung problematischer Entwicklungen und zur Steuerung der nationalen Gewässerschutzpolitik.
- Bereitstellung eines einheitlichen Datenpools für vertiefte Analysen.
- Ermöglichung von Erfolgskontrollen zu heutigen und zukünftigen Massnahmen im Gewässerschutz und anderen Bereichen.

Gemäss Pflichtenheft umfasst der Auftrag die Koordination und Ausführung der Makrozoobenthos-Erhebungen des Jahres 2015, das Sortieren und Bestimmen auf IBCH-Niveau (Familie), die Qualitätssicherung des ganzen Ablaufes, die Weiterbestimmung bis auf Artniveau der sensitiven EPT-Familien (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) sowie die Berichterstattung im Sinne eines Fachberichtes.

Der vorliegende Bericht beschreibt die durchgeführten Feld- und Laborarbeiten, diskutiert und interpretiert die Resultate der IBCH- und SPEAR-Indizes, der Diversität der EPT-Arten sowie die Beziehungen dieser Werte in Bezug auf eine Auswahl von Umweltparametern. Zudem werden die Resultate des Jahres 2015 mit denjenigen der früheren Erhebungen der Jahre 2011-2014 verglichen. Am Schluss werden Empfehlungen und Vorschläge für die nächste Erhebungsperiode gemacht.

2. GRUNDLAGEN, METHODE UND VORGEHEN

2.1 Grundlagen

Grundlagen des vorliegenden Berichtes sind die IBCH-Erhebungen der zweiten Untersuchungsperiode NAWA TREND von 2015, die gemäss Modul Makrozoobenthos Stufe F, Methode des MSK (Stucki 2010), erhoben wurden. Alle 88 vorgesehenen und schon im Jahr 2012 untersuchten Stellen wurden im Frühling 2015 erneut beprobt (**Tabellen 2.1** und **2.2**). Unter diesen 88 Stellen, die alle vier Jahre untersucht werden, befinden sich 20 sogenannte Pilotmessstellen, die seit 2011 jährlich beprobt wurden. Diese Stellen dienen dem Aufbau eines Datensatzes zum Aufzeigen der Variabilität der Resultate in 5 aufeinanderfolgenden Jahren. Zusätzlich wurden 2012 8 Stellen durch 2 verschiedene Feldbearbeiter doppelt beprobt, um den Bearbeiter-Effekt prüfen zu können.

IBCH_NAWA_2011-2015	Probenahmeplan			IBCH Gesamtzahlen		
	IBCH_NAWA			Stellen	Proben	
	Stellen I	Stellen II	Stellen III			
Pilotprojekt	2011		20		20	20
1. Kampagne	2012	68	20	8	88	96
	2013		20		20	20
	2014		20		20	20
2. Kampagne	2015	68	20		88	88
	2016					
	2017					
3. Kampagne	2018					
	2019	88			88	88
	2020					
	2021					

Stellen I : alle 4 Jahre beprobt

Stellen II : zwischen 2011 und 2015 jährlich beprobt

Stellen III : doppelbeprobt

Tab. 2.1: Probenahmeplan: NAWA 2011-13-14: 20 jährlich beprobte Pilotmessstellen; NAWA 2012: 68 + 20 Messstellen + 8 Doppelbeprobungen; NAWA 2015: 68 + 20 Messstellen.

Zur Erinnerung: Das NAWA TREND-Netz besteht aus 111 Stellen. Diese wurden 2012 im Hinblick auf die Erhebung von Proben gemäss der Makrozoobenthos Stufe F Methode überprüft. Dabei wurden 90 Stellen ausgeschieden, die sich für solche Probenahmen eignen. Nach Überprüfung vor Ort wurden 2 Stellen wegen ihrer Gefährlichkeit nicht beprobt: Aare, Brienzwiler CH_055_BE und Lüttschine, Bönigen CH_097_BE. Somit beinhaltet das aktuelle Set der NAWA Makrozoobenthos- und Kieselalgenstellen landesweit 88 Standorte.

Die während der ersten Kampagne festgelegten und beschriebenen Gewässerabschnitte wurden 2015 möglichst identisch wieder beprobt. Die Feldarbeiten wurden generell von den gleichen Personen durchgeführt.

Kanton	ID	Gewässer, Ort	(1)					Kanton	ID	Gewässer, Ort	(2)				
			2011	2012	2013	2014	2015				2011	2012	2013	2014	2015
AG	CH_032_AG	Pfaffnern, Rothrist		1			1	SO	CH_009_SO	Limpach, Kyburg		1			1
	CH_033_AG	Wyna, Suhr		1			1		CH_011_SO	Lüssel, Breitenbach		1			1
	CH_035_AG	Surb, Döttingen		1			1		CH_089_SO	Dünnern, Olten		1			1
	CH_036_AG	Sissle, Eiken		1			1	SZ	CH_100_SZ	Muota, Ingenbohl	1	2	1	1	1
	CH_039_AG	Suhre, Suhr		1			1	TG	CH_070_TG	Murg, Frauenfeld	1	1	1	1	1
	CH_079_AG	Aabach, Niederlenz		1			1		CH_071_TG	Lauche, Matzingen		1			1
	CH_111_AG	Wigger, Zofingen		1			1		CH_072_TG	Chemmenbach, Märstetten		1			1
	CH_034_AG	Bünz, Möriken	1	2	1	1	1		CH_073_TG	Salmsacher Aach, Salmsach	1	1	1	1	1
AI	CH_115_AI	Sitter, Appenzell Sittertal	1	1	1	1	1	TI	CH_098_TI	Maggia, Locarno		1			1
AR	CH_135_AR	Urnäsch, Kubel		1			1		CH_099_TI	Moesa, Lumino		1			1
BE	CH_007_BE	Emme, Gerlafingen		1			1		CH_123_TI	Maggia, Brontallo		1			1
	CH_056_BE	Engstlige, ob. Frutigen	1	1	1	1	1	UR	CH_101_UR	Reuss, Attinghausen		1			1
	CH_058_BE	Chise, ob. Oberdiessbach	1	1	1	1	1	VD	CH_020_VD	Venoge, Les Bois		1			1
	CH_059_BE	Gürbe, v. Mündung in Aare		1			1		CH_021_VD	Thièle, Yverdon		1			1
	CH_060_BE	Sense, Thörishaus	1	1	1	1	1		CH_022_VD	Broye, Domdidier		1			1
	CH_062_BE	Urtenen, bei Schalunen		1			1		CH_126_VD	Mentue, Maugeuttaz		2			1
	CH_063_BE	Langete, Mangen, vor Rot		1			1		CH_127_VD	Talent, Chavornay	1	2	1	1	1
	CH_092_BE	Kander, unt. Wfg Hondrich		1			1		CH_128_VD	Promenthouse, Gland Rte CH		1			1
	CH_094_BE	Suze, Biel		1			1		CH_129_VD	Boiron, Tolochenaz		1			1
	CH_106_BE	Saane, Marfeldingen		1			1		CH_130_VD	Aubonne, Allaman	1	2	1	1	1
	CH_114_BE	Emme, Emmenmatt		1			1		CH_131_VD	Veveyse, Vevey		1			1
	CH_133_BE	Simme, Lätterbach	1	1	1	1	1		CH_132_VD	Grande Eau, Aigle		1			1
	CH_134_BE	Birse, La Roche St. Jean		1			1	VS	CH_015_VS	Rhône, Brig		1			1
BL	CH_067_BL	Ergolz, Augst		1			1		CH_016_VS	Vispa, Visp		1			1
BS	CH_002_BS	Birs, Birskopf		1			1		CH_017_VS	Rhône, Sion		1			1
FR	CH_054_FR	Sionge, Vuippens		1			1		CH_018_VS	Drance, Martigny	1	1	1	1	1
	CH_107_FR	Sarine, Broc	1	1	1	1	1	ZG	CH_075_ZG	Lorze, Frauenthal		1			1
GE	CH_086_GE	Arve, Ecole de médecine		1			1		CH_076_ZG	Lorze, Letzi	1	1	1	1	1
GR	CH_091_GR	Inn, S-chanf		1			1	ZH	CH_040_ZH	Limmat, Hönggersteg		1			1
	CH_095_GR	Landquart, Felsenbach		1			1		CH_041_ZH	Töss, Freienstein		1			1
JU	CH_068_JU	Sorne, Delémont		1			1		CH_042_ZH	Sihl, Sihlhölzli		1			1
	CH_069_JU	Scheulte, Vicques		1			1		CH_043_ZH	Glatt, Rheinsfelden		1			1
	CH_084_JU	Allaine, Boncourt		1			1		CH_044_ZH	Glatt, Abfluss Greifensee		1			1
	CH_087_JU	Birs, Les Riedes-Dessus		1			1		CH_045_ZH	Aabach, Mönchaldorf		1			1
	CH_088_JU	Doubs, Ocourt	1	1	1	1	1		CH_046_ZH	Aa, Niederuster		1			1
LU	CH_014_LU	Reuss, Luzern Seeauslauf		1			1		CH_047_ZH	Reppisch, Dietikon		1			1
	CH_093_LU	Kleine Emme, Littau		1			1		CH_048_ZH	Jona, Rüti		1			1
	CH_116_LU	Ron, Hochdorf		1			1		CH_050_ZH	Thur, Andelfingen		1			1
NE	CH_085_NE	Areuse, Boudry	1	2	1	1	1		CH_065_ZH	Sihl, Hütten		1			1
	CH_119_NE	Seyon, Valangin		1			1		CH_049_ZH	Furtbach, n. ARA Otelfingen	1	2	1	1	1
NW	CH_074_NW	Engelbergeraa, Oberdorf		1			1		CH_066_ZH	Töss, Rämismühle (Zell)	1	2	1	1	1
OW	CH_012_OW	Sarneraa, Kägswil		1			1								
SG	CH_023_SG	Steinach, Mattenhof	1	1	1	1	1								
	CH_025_SG	Sitter, Leebrugg		1			1								
	CH_026_SG	Thur, Golfplatz		1			1								
	CH_027_SG	Necker, Letzi	1	1	1	1	1								
	CH_028_SG	Glatt, Buechental		1			1								
										Anzahl Stellen pro Jahr	20	88	20	20	88
										Anzahl Doppelbeprobungen		8			
										Anzahl Probenahmen pro Jahr	20	96	20	20	88
										Anzahl Probenahmen Periode 2011-2015					244

Tab 2.2: Liste der Messstellen, sortiert nach Kanton und Identitätsnummer (ID), mit Angabe der zwischen 2011 und 2015 im Rahmen der 1. (1) und 2. (2) NAWA TREND-Kampagne durchgeführten IBCH-Beprobungen.

Fazit: 20 der 88 Stellen wurden zwischen 2011 und 2015 jedes Jahr beprobt; 8 Stellen wurden im Jahr 2012 doppelt beprobt.

2.2 Feldarbeiten

Organisation & Verteilung der Probenahmen 2015

Die Verteilung der Erhebungsarbeiten erfolgte je nach Kanton unterschiedlich, in Abhängigkeit des Auftraggebers (Bund [BAFU] oder Kanton) und des Bearbeiters (kantonale Fachspezialisten oder private Büros). Alle Erhebungen von 2010 bis 2015 wurden von einem Team aus rund 10 geschulten Fachpersonen durchgeführt. Mehrheitlich wurden dieselben Stellen durch den gleichen Bearbeiter oder dasselbe Bearbeiterteam beprobt¹.

Jahr	Anzahl Proben	Gebiet / Kanton	IBCH-Arbeiten Feld und Labor	Bestimmung EPT	Aufträge	
2011						
	10	OST-CH	Aquaplus	Aquabug / Akuatik	BAFU	
	10	WEST-CH	Team-West ¹		BAFU	
2012						
	8	AG	Lubini-Akuatik	Aquabug / Akuatik	Kanton	Team-West ¹ :
	4	OW,NW, SZ,UR	Aquaplus		Kantone	Akuatik
	13	ZH	AWEL		Kanton	Aquabug
	32	EST-CH ²	Aquaplus		OFEV	ETEC
	1	GE	SECOE	Aquabug / Akuatik	Kanton	
	2	NE	Aquabug		Kanton	
	10	VD	DGE_VD		Kanton	
	26	WEST-CH ³	Team-West ¹		BAFU	
	96	<i>Proben, wovon 8 Doppelbeprobungen => 88 Stellen</i>				
2013						
	10	OST-CH	Aquaplus	Aquabug / Akuatik	BAFU	
	10	WEST-CH	Team-West		BAFU	
2014						
	10	OST-CH	Aquaplus	Aquabug / Akuatik	BAFU	
	10	WEST-CH	Team-West		BAFU	
2015						
	8	AG	Lubini-Akuatik	Aquabug / Akuatik	Kanton	OST-CH ² :
	2	SZ,UR	Aquaplus		Kantone	AI, AR, BL, BS,
	13	ZH	AWEL		Kanton	GR, LU, SO, TG,
	28	OST-CH ²	Aquaplus		BAFU	TI, ZG.
	1	GE	SECOE	Aquabug / Akuatik	Kanton	
	2	NE	Aquabug		Kanton	
	10	VD	DGE_VD		Kanton	WEST-CH ³ :
	24	WEST-CH ³	Team-West ¹		BAFU	BE, FR, JU, VS.
	88	<i>Proben, keine Doppelbeprobung => 88 Stellen</i>				

Tab. 2.3: Aufteilung der IBCH-Beprobungen zwischen 2011 und 2015 nach Gebieten, IBCH-Feldbearbeitern/Bestimmern, EPT-Bestimmern und Auftraggebern.

Eine detaillierte Liste zu dieser Aufteilung nach Erhebungsjahr ist in **Tabelle 2.3** dargestellt. Aquabug und Akuatik in Neuchâtel und Pailly wurden für die Koordinationsarbeiten beauftragt: das Sammeln und Archivieren der Proben und Daten, die Weiterbestimmung der EPT-Arten, die

¹ Zwei Verschiebungen fanden statt: 1. Kleine Emme, Littau CH_093_LU wurde im Jahr 2015 infolge Baustelle geringfügig flussaufwärts verschoben. 2. Jona, Rüti, CH_048_ZH war 2012 am falschen Ort untersucht worden.

Qualitätskontrolle sowie das Weiterleiten der Daten an das Schweizerische Zentrum für die Kartografie der Fauna (SZKF) und der Proben an das Musée zoologique de Lausanne (MZL).

Zeitfenster

Monat	Januar		Februar		März		April		Mai		Juni		Juli		August	
Monatshälfte	01.	16.	01.	16.	01.	16.	01.	16.	01.	16.	01.	16.	01.	16.	01.	16.
Meereshöhe	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	15.	31.	15.	28.	15.	31.	15.	30.	15.	31.	15.	30.	15.	31.	15.	31.
200-600 m			P		F	F	P									
601-1000 m						P	F	F	P							
1001-1400 m							P	F	F	P						
1401-1800 m								P	F	F	P					
>1800 m										P	F	F	P			

F Erhebungsfenster
P Puffer für hydrologische Sonderfälle

Tab. 2.4: Empfohlene prioritäre Erhebungsfenster in Abhängigkeit der Meereshöhe gemäss Methode Makrozoobenthos Stufe F.

Die in der Methode Makrozoobenthos Stufe F (Stucki 2010) festgelegten Erhebungsfenster haben sich für die NAWA-Stellen bewährt. Pufferperioden wurden in folgenden Einzelfällen genutzt [P] (**Tabelle 2.4**):

Pufferperiode vor dem empfohlenen Erhebungsfenster:

- Reuss, Luzern Seeauslauf CH_014_LU. Datum: 18.2.2015, Grund: Ansteigen des Wasserpegels wegen Öffnung des Wehres beim Seeauslauf des Vierwaldstättersees ab März-April.
- Kleine Emme, Littau, CH_093_LU. Datum: 18.2.2015, Grund: zwischen März und April erwartetes nivales Hochwasser.
- Landquart, Felsenbach, CH_095_GR. Datum: 18.2.2015, Grund: zwischen März und April erwartetes nival-glaziales Hochwasser.
- Muota, Ingenbohl CH_100_SZ. Datum: 25.2.2015, Grund: zwischen März und April erwartetes nival-glaziales Hochwasser.
- Reuss, Attinghausen CH_101_UR. Datum 25.2.2015, Grund: zwischen März und April erwartetes nival-glaziales Hochwasser.

Pufferperiode nach dem empfohlenen Erhebungsfenster:

- Doubs, Ocourt CH_088_JU. Datum 19.4.2015, Grund: permanent zu hoher Wasserpegel während des Erhebungsfensters aufgrund der neuen Regelung der Schwall-Sunk-Abflüsse. Warten auf die erste günstige Abflusssituation.

Sicherheit der Feldbearbeiter

19 der 88 IBCH-Stellen des NAWA-Netzes weisen durch Wasserkraftnutzung erzeugte Schwall-Sunk-Erscheinungen auf. Bei Probenahmen in solchen Strecken sind besondere Sicherheitshinweise zu beachten. Für solche Fälle wird empfohlen, die im methodologischen Handbuch Makrozoobenthos Stufe F erläuterten Sicherheitsregeln zu beachten (Stucki 2010, Anhang 6, Seite 53).

Analog zu 2012 mussten auch 2015 folgende Stellen wegen zu grosser Abflussmengen (respektive zu hohen Strömungsgeschwindigkeiten und rutschigem Flussbett) mit Hilfe von Seil und Klettergurt beprobt werden: Doubs, Ocourt CH_088_JU und Suze, Biel CH_094_BE.

Material und Felddausrüstung

Ausrüstung und Probenahme-Material entsprechen der Beschreibung und Liste, die im methodologischen Handbuch Makrozoobenthos Stufe F aufgeführt sind (Stucki 2010, Anhang 5, Tabelle 10, Seite 52). Das Verbrauchsmaterial (Plastik- und Glasröhrchen, usw.) wurde gemeinsam eingekauft und am Anfang des Projektes an die BearbeiterInnen verteilt, was das Handling und Archivieren der Proben stark erleichterte. Der Gebrauch von nicht denaturiertem Ethanol (85%) wurde für alle Etappen der Beprobung bis zur Archivierung der Proben in den Sammlungen vorgeschrieben.

2.3 Laborarbeiten

Sortieren, Archivieren und Bestimmen des IBCH-Materials: Stufe «Familie»

Die Minimal-Anforderungen für die Archivierung des EPT-Materials aus den IBCH-Beprobungen wurden für die Kampagne 2015 gegenüber 2012 erhöht. So wurde die Empfehlung zur Konservierung von minimal 20 Tieren pro IBCH-Taxon je nach Taxon auf 50 bis 100 Tiere erhöht. Sie fällt je nach der Vielfalt der betrachteten Familie unterschiedlich aus und wurde in einem methodologischen Anhang festgelegt.

Die Bestimmung der Proben erfolgte auf IBCH-Niveau mit der für die Schweiz und Mitteleuropa üblichen und gängigen Bestimmungsliteratur. Es waren dies im Wesentlichen das Nachschlagewerk «Invertébrés d'eaux douces. Systématique, biologie, écologie» (Tachet et al. 2010) sowie Spezialliteratur zu einzelnen Gruppen (Diptera, z.B. Eiseler 2010). Während der ganzen Dauer des Projektes bestand die Möglichkeit, Bilder von schwierig bestimmbaren Exemplaren an die Koordinationsstelle zu schicken. Dieser Dienst wurde durch mehrere Bearbeiter genutzt.

Qualitätskontrolle IBCH

Bei sämtlichen Proben des NAWA-Projektes wurden die Bestimmungen der IBCH-Taxa verifiziert. Die IBCH-Taxa der sensitiven EPT-Ordnungen wurden während der Weiterbestimmung auf Artniveau übergeprüft. Allfällige Fehlbestimmungen wurden auf den Original-IBCH-Protokollen eingetragen und falls nötig den Bearbeitern übermittelt. Die IBCH-

Werte wurden in einem 2. Schritt korrigiert. Dieses Vorgehen diente hauptsächlich der Weiterbildung und der Verbesserung der Zuverlässigkeit der Laborarbeiten.

Eine Zusammenfassung dieser Qualitätskontrolle befindet sich im § 5.5 «Qualitätssicherung der Arbeiten».

Protokolle IBCH

Sämtliche durch die Koordinationsstelle (Aquabug Neuchâtel) zusammengetragenen, korrigierten und validierten Protokolle (Protokolle «Äusserer Aspekt», «IBCH-Erhebungsraster», «IBCH-Laborprotokoll») wurden im Juni 2016 dem SZKF und dem BAFU in elektronischer Form zugestellt. Die Daten wurden beim SZKF intern in die **MIDAT**-Datenbank geladen (s. § 2.4).

Bestimmung und Qualitätskontrolle der EPT-Arten und Artenkomplexe

Das EPT-Material (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) der NAWA TREND IBCH-Beprobungen wurde im Rahmen eines bewährten Routineverfahrens an Taxaspezialisten weitergeleitet und durch letztere bis auf Artniveau bestimmt (**Abbildung 2.1**).

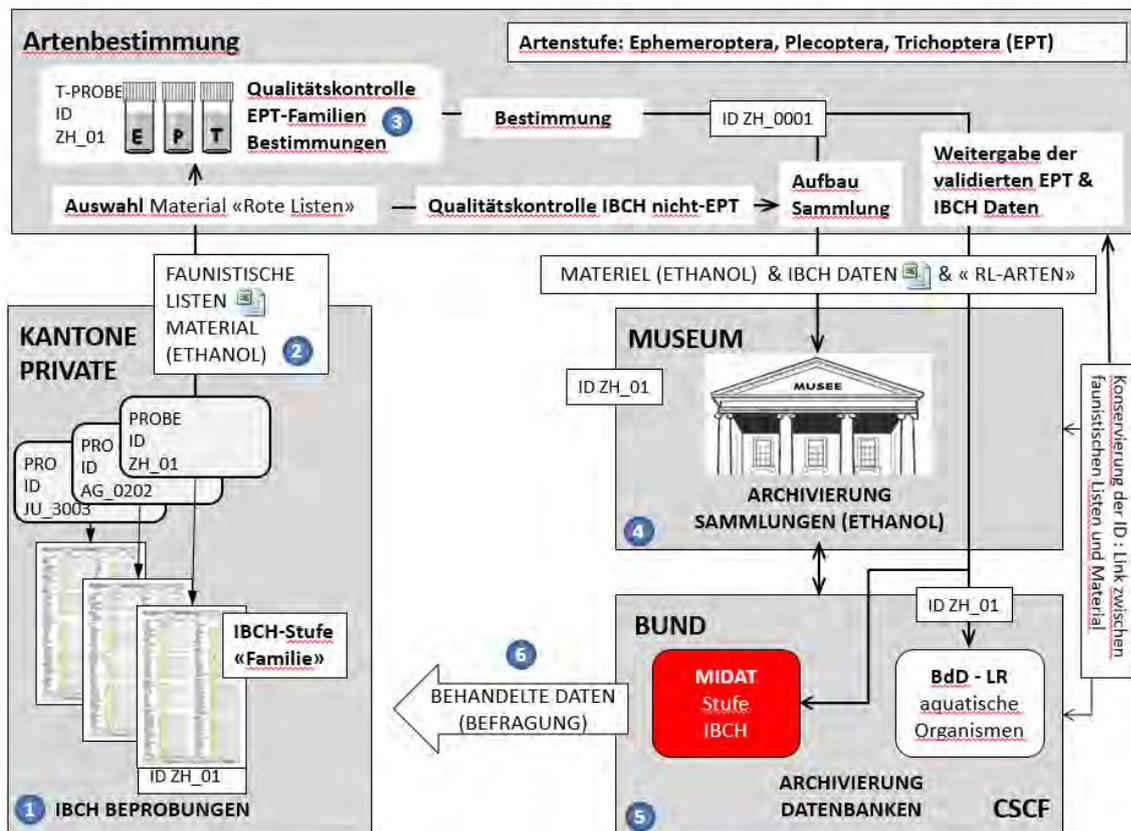


Abb. 2.1: Arbeitsschritte der Bearbeitung und Archivierung der IBCH-Proben: ① Beprobungen, Sortieren und Bestimmen durch die Projektbearbeiter. ② Weiterleiten der IBCH-Protokolle und des IBCH-EPT/Nicht-EPT-Materials an die Koordinationsstelle. ③ Bestimmen der EPT auf Artenstufe und Qualitätskontrolle der IBCH-Bestimmungen auf Familienstufe. ④ Archivieren des IBCH- und EPT-Materials im Museum (MZL). ⑤ Übernehmen der faunistischen Daten in MIDAT und INFO-FAUNA. ⑥ Befragen der MIDAT und Artendatenbank.

Das durch die Artenspezialisten bestimmte Material (P. Stucki: Trichoptera, A. Wagner: Ephemeroptera und S. Knispel: Plecoptera) unterlag anschliessend einer gezielten und/oder

stichprobenweisen Qualitätskontrolle, die durch anerkannte externe Experten durchgeführt wurde: M. Brulin, Paris (Ephemeroptera), V. Lubini, Zürich (Plecoptera), H. Vicentini, Zürich (Trichoptera).

Die **Abbildung 2.1** illustriert diesen Ablauf.

NB: Die Bestimmbarkeit der beprobten Tiere variierte je nach Entwicklungsstadium der Larven im vorhandenen Material. Ein Teil des bis auf die Art nicht bestimmbar Material wurde gemäss Verfahren, das im Rahmen des Programms des Biodiversitätsmonitorings Schweiz für Z9-EPT durchgeführt wird, in Artenkomplexen zusammengefasst. Das auf IBCH-Niveau und Art-Niveau weiterbestimmte Material wurde zusammengeführt und gemäss Richtlinien des SZKF² in die Sammlung integriert. Die Hinterlegung des Belegmaterials im Musée zoologique de Lausanne erfolgte gleichzeitig mit der Lieferung aller Daten an das SZKF.

2.4 Datenverarbeitung

MIDAT-Datenbank

Die **MIDAT**-Datenbank ermöglicht das Integrieren aller für die Berechnung der biologischen Indizes nützlichen Daten. Sie umfasst Grunddaten aus aktuellen und früheren Untersuchungen der Gewässerqualität der Schweiz. Frühere Daten wurden mit verschiedensten Methoden gesammelt, während die aktuellen alle gemäss der Methode Makrozoobenthos Stufe F erhoben wurden. Zusätzlich zu den Daten aus dem NAWA-Projekt umfasst MIDAT Daten aus anderen Untersuchungen, die von privaten, kantonalen und nationalen Auftraggebern erhoben wurden. Die Bundesprojekte NAWA (88 Stellen in mittleren bis grösseren Fliessgewässern) und BDM-EPT (rund 500 Stellen in mittleren bis kleineren Fliessgewässern) bilden die zwei Hauptsäulen der nationalen Beobachtung der Oberflächengewässerqualität und Biodiversität.

MIDAT erlaubt konkret, alle mit der Methode Modulstufenkonzept Makrozoobenthos (IBCH) erhobenen Daten mittels standardisierter Protokolle direkt zu importieren: das Laborprotokoll IBCH für die Faunenliste, ein Raster der beprobten Habitate und das Kopfdatenprotokoll zur Beurteilung des Äusseren Aspektes sowie der Ökomorphologie.

MIDAT ermöglicht die Berechnung verschiedener Indizes (unter anderem **SPEAR-** und **IBCH-Indizes**) und bildet die Basis für die weitere Verfeinerung des Beurteilungsverfahrens wie die Anpassung des IBCH-Index an verschiedene Gewässertypen der Schweiz.

Folgende Werte/Indizes wurden anhand der von den NAWA-Stellen 2011-2015 erhaltenen faunistischen Listen berechnet:

IBCH-Index

Die Berechnung übernimmt eins zu eins die Vorgaben der Methode Makrozoobenthos Stufe F (Stucki 2010). Es wurden noch keine Anpassungen an die Typologie- und Hydroökoregionen der Schweiz vorgenommen.

Der IBCH wird anhand der taxonomischen Diversität der Probe [DK] und der Anwesenheit von sensiblen Indikatorgruppen [IG] berechnet, wobei nur Indikator taxa berücksichtigt werden, von

² Richtlinien zur Archivierung von Makrozoobenthos-Proben www.cscf.ch

denen mindestens 3 oder 10 Exemplare (je nach Taxon) vorhanden sind. Es wird dabei folgende Formel angewandt: $IBCH = IG + DK - 1$; mit $IBCH < 21$. Die Diversitätsklasse (DK) wird anhand einer Klassenverteilung der Gesamtzahl der vorhandenen IBCH-Taxa $[\Sigma t]$ bestimmt. Die Zuverlässigkeit kann durch Rückzug des Taxons mit höchstem Indikatorwert [IG] beurteilt werden. Der IBCH kann theoretisch einen Maximalwert von 20 erreichen, wenn die Fauna besonders sensibel und vielfältig ist.

Der Index bewertet die biologische Qualität des Gewässers, basierend auf dem in der untersuchten Strecke lebenden MZB. Er widerspiegelt sowohl den ökomorphologischen Zustand als auch die Änderungen des natürlichen Abflusses und die allgemeine physikalisch-chemische Wasserqualität.

Die (provisorischen) Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV (Anhang 2 Ziffer 1) sind mit einer guten bis sehr guten biologischen Qualität erreicht, was einem $IBCH \geq 13$ entspricht.

SPEAR_{pesticides}-Index

Der SPEAR³ (Species At Risk) ist eine einfache Berechnungsmethode zum Screening von mit Schadstoffen belasteten Probestellen. In den SPEAR-Index fließen sowohl biologische (z.B. Generationszeit, aquatische Lebensweise aller Entwicklungsstadien und Vorhandensein während Hauptapplikationszeit), ökologische (z.B. Migrationsfähigkeit, Rekolonisierungspotential) als auch ökotoxikologische Daten (relative Toxizität verglichen mit *Daphnia* spp.) ein (Beketov & Liess, 2008; Liess & al. 2008).

Die erhaltenen Werte gehen von 1 bis 66. Tiefe Werte zeigen eine starke Belastung mit Schadstoffen, hohe Werte (> 33) deuten auf eine gute Wasserqualität mit niedrigen Schadstoffkonzentrationen hin.

Der SPEAR_{pesticides} wird in den EU-Ländern (hauptsächlich Deutschland und Österreich) seit mehreren Jahren wissenschaftlich angewandt und wird aktuell für eine Anwendung in Schweizer Gewässern untersucht und kalibriert. Die mit der IBCH-Methode erhaltenen Daten sind für die Berechnung des SPEAR-Index kompatibel und können sowohl auf Familienniveau wie auch auf Artniveau berechnet werden. Alle im Kapitel 5.2 «SPEAR_{pesticides} (Mikroverunreinigungen)» vorgestellten Resultate wurden aus dem IBCH-Datensatz berechnet, das heisst, mit Bestimmungstiefe bis zum IBCH-Taxon-Niveau.

Die (provisorischen) Anforderungen an die Wasserqualität folgen der EU Wasserrahmenrichtlinie und werden bei $SPEAR_{pesticides} \geq 33$ (SPEAR- Qualitätsklasse gut bis sehr gut) erfüllt.

Zu Beginn optimiert als Stressindikator gegenüber landwirtschaftlichen Pestiziden, scheint der SPEAR_{pesticides} auch den Stresseinfluss eines breiteren Spektrums an Mikroverunreinigungen auf das MZB aufzuzeigen, unter anderem auch der Arznei- und Pflanzmittel (Liess et al. 2008).

³<http://www.systemecology.eu/spear/spear-calculator/>

3. MESSSTELLEN

Das Messstellennetz NAWA TREND umfasst insgesamt 111 Messstellen. Davon wurden 88 wabare Messstellen mit jener Methode beprobt, welche das Makrozoobenthos als Indikator für die Wasserqualität verwendet. Die grossen und tiefen Fließgewässer mit zu hohen Abflussmengen und Strömungsgeschwindigkeiten, die jegliche Beprobung mit dem standardisierten Erhebungswerkzeug (Kicknetz-Kescher) ausschliessen, wurden nicht untersucht

Die 88 Stellen befinden sich im untersten Bereich der mittelgrossen Einzugsgebiete (**Abbildung 3.1**), deren Kleinstes eine Fläche von 25 km² (Steinach, Mattenhof CH_023_SG) und das Grösste eine Fläche von 3372 km² (Rhone, Sion CH_017_VS) aufweist.

71 (81%) der 88 untersuchten Gewässerstrecken gehören der Flussordnungszahl (FLOZ) 4, 5 oder 6 an. Kleine Gewässer (FLOZ 1 und 2) wie auch die grössten Gewässer der Schweiz (FLOZ 9) wurden nicht untersucht. Der mittlere jährliche Abfluss aller Stellen MQ beträgt 12.8 m³/s (Minimum 0.37 m³/s, Maximum 111 m³/s. Wichtige Kennwerte sind in **Tabelle 3.1** zusammengefasst.

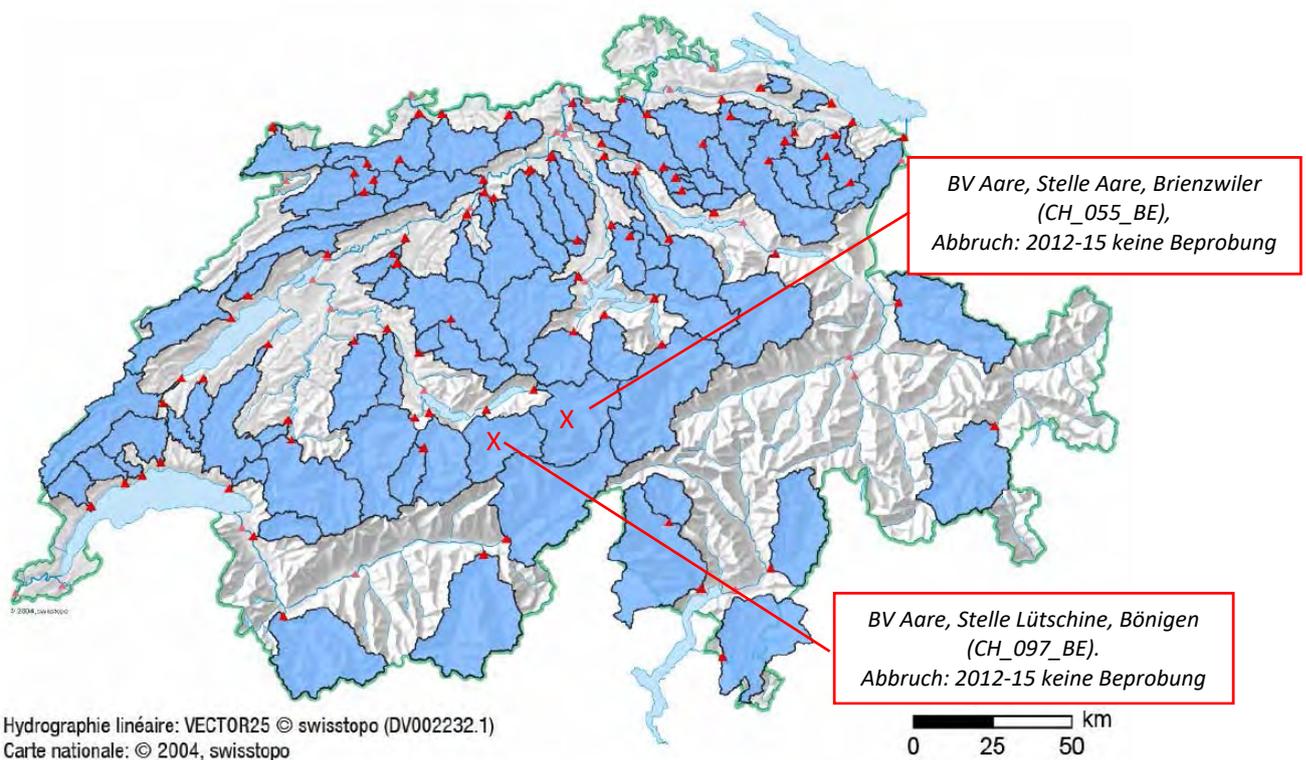


Abb. 3.1: Geografische Lage der Untersuchungsstellen (NAWA TREND, rote Dreiecke) und deren Einzugsgebiete (blau eingefärbte Flächen, ohne Einzugsgebiete > 1'000 km²). Karte aus BAFU 2013. Die Stellen Aare, Brienzwiler (CH_055_BE) und Lüttschine, Bönigen (CH_097_BE) wurden schon während der 1. Kampagne im Jahr 2012 nicht beprobt. Bei diesen zwei Stellen ist die Methode Makrozoobenthos Stufe F wegen der Unzugänglichkeit der Gewässer nicht anwendbar.

Landnutzung: Die Böden der 88 betroffenen Einzugsgebiete bestehen durchschnittlich aus 33% Wald (Maximum 76%), 47% Landwirtschaft (Maximum 76%) 11% unproduktiven Flächen (Maximum 74%) und 8% Siedlungsgebiet (Maximum 35%).

Der Mittelwert der Grossvieheinheiten pro km² (GVE) beträgt 57 Tiere mit einem Maximalwert von 191 GVE/ km², der im Einzugsgebiet der Ron erreicht wird (Stelle CH_116_LU).

Detaillierte Angaben pro Messstelle befinden sich im Anhang B sowie in dem vom BAFU publizierten Konzept (BAFU, 2013).

Kennwert	Einheit	Anzahl		Minimum	Median	Mittelwert	Maximum					
		Stellen										
Hydrologie												
Fläche	km ²	88		25	214	413	3372					
Q ₃₄₇	m ³ /s	88		0.01	1.1	3.7	54					
MQ	m ³ /s	88		0.37	4.3	12.8	111					
Landnutzung (Anteile)												
Wald	Anteil [%]	88		12	31	33	58					
Landw.	Anteil [%]	88		10	47	47	76					
Unprod.	Anteil [%]	88		0.1	2	11	74					
Siedl.	Anteil [%]	88		0.7	7	8	35					
GVE	Anzahl/km ²	88		1	53	57	191					
Flussordnungszahl (FLOZ nach Strahler)												
Kennwert	Einheit	Anzahl										
		Stellen		1	2	3	4	5	6	7	8	9
FLOZ	Anzahl	88		0	0	3	21	25	25	12	2	0
	Anteil [%]	88		0	0	3	24	28	28	14	2	0
	kumuliert [%]	88		0	0	3	27	56	84	98	100	100
Anteil Abwasser bei Niederwasser [Klassen in %]												
Kennwert	Einheit	Anzahl								n.v.		
		Stellen		0	0-10	10-20	20-50	>50				
AbwKat	Anzahl	88		9	38	10	19	11		1		
	Anteil [%]	88		10	43	11	22	13		1		

Tab. 3.1: Charakterisierung der 88 Messstellen aufgrund von ausgewählten Kennwerten.

Hydrologie: Q₃₄₇ Niederwasser, MQ mittlerer jährlicher Abfluss.

Landnutzung: Wald: bestockte Flächen, Landw.: Landwirtschaft, Unprod.: unproduktive Flächen, Siedl.: Siedlung, GVE: Grossvieheinheiten pro km².

Weitere Kennwerte: FLOZ Flussordnungszahl nach Strahler (1952). AbwKat: Abwasserkategorie, Anteil Abwasser bei Niederwasser Q₃₄₇.

4. RESULTATE UND DISKUSSION ÄUSSERER ASPEKT⁴

Der Äussere Aspekt charakterisiert eine Fliessgewässerstelle in erster Linie hinsichtlich klassischer Abwasserbelastungen. Die Erhebung des Äusseren Aspektes ist daher ein geeignetes Verfahren, um im Feld anlässlich von Begehungen und gewässerökologischen Aufnahmen eine Stelle mittels Sinneswahrnehmungen (optisch, taktil und olfaktorisch) innert kurzer Zeit zu charakterisieren. Er wird parallel zu den Makrozoobenthos- und Kieselalgen-Aufnahmen gemäss der Methode Binderheim & Göggel (2007) erhoben.

Der Äussere Aspekt erfasst und bewertet mithilfe eines Standardprotokolls folgende Parameter: **fliessende Welle**: Schaum, Trübung, Verfärbung und Geruch des Wassers. **Gewässersohle**: Kolmation, Abfälle, Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung, Verschlammung, Eisensulfid, heterotropher Bewuchs.

Die wichtigsten Resultate des Äusseren Aspektes sind im Fachbericht Diatomeen und Äusserer Aspekt aufgeführt, der parallel zum vorliegenden Bericht im Rahmen von Los 2 erstellt wurde. Für die detaillierten Resultate wird auf diesen Bericht verwiesen. Eine kurze Zusammenfassung ist nachstehend dargestellt.

Abbildung 4.1 zeigt, dass im Jahr 2015 die Bewertung der Parameter der fliessenden Welle (Schaum, Trübung, Verfärbung und Geruch des Wassers) deutlich besser als jene der Gewässersohle abschneidet. Dies dürfte einerseits damit zusammenhängen, dass die Feldaufnahmen oft bei Trockenwetter durchgeführt werden und deshalb keine HW-Entlastungen stattfinden (daher selten Geruch nach Abwasser, selten unnatürliche Trübungen und Verfärbungen). Andererseits manifestieren sich insbesondere Abwasserbelastungen sowie fehlende Dynamik viel eher und längerfristig in der Gewässersohle (Akkumulation). Eine beeinträchtigte Gewässersohle ist daher auch bei Trockenwetter erkennbar.

Die Resultate des Äusseren Aspektes zeigen, dass 27% der 88 untersuchten Stellen Bildung von stabilen Schaum zeigen, 62% Abfallablagerungen am Ufer aufweisen und 47% unter Kolmation der Sohle leiden. Kantonale Monitorings in vergleichbaren Gewässern ergaben analoge Beobachtungen.

Bei der **fliessenden Welle** stellte der Parameter 'Schaum' jeweils mit Abstand die häufigste Art der Beeinträchtigung dar. Je nach Periode wiesen rund 30 bis 40% aller Stellen stabilen Schaum mit Ursache 'unbekannt' oder 'anthropogen' auf (geringe / mittlere Häufigkeit; Klasse 2). Eine unnatürliche Trübung oder Verfärbung des Wassers wie auch ein unnatürlicher Geruch traten in beiden Perioden bei $\leq 10\%$ aller Stellen auf.

Bezüglich der **Gewässersohle** war der Anteil an Beeinträchtigungen deutlich grösser. So wiesen bloss 19 der 88 Stellen keine Beeinträchtigung auf. Bei den restlichen 69 Stellen traten eine (28 Stellen), zwei (28 Stellen), drei (11 Stellen) oder gar vier Beeinträchtigungen pro Stelle auf (2 Stellen: Arve, école de médecine, ID 086 GE und Muota, Ingenbohl, ID 100, SZ). Bei der Gewässersohle trat der Parameter 'Abfälle' je nach Periode bei rund 50 bis 60% aller Stellen auf. Oft befindet sich dieser Abfall entlang der Ufer und weniger häufig im benetzten Bereich. Der Abfall stammt aus Einträgen vor Ort oder wird während Hochwasserereignissen jeweils soweit bachabwärts verfrachtet, bis er am Ufer an Ästen oder anderen Strukturen hängenbleibt. Die Kolmation der Gewässersohle trat an rund 40 bis 50% aller Stellen auf, wobei eine starke

⁴ Dieser basiert auf den Daten des «Äusseren Aspektes», die gleichzeitig mit den Makrozoobenthos- und Kieselalgenerhebungen erhoben wurden. Dieses Kapitel ist identisch mit dem Kap. 4 des Fachberichtes «Diatomeen und Äusserer Aspekt». Diese Resultate werden im vorliegenden Bericht nicht weiter diskutiert.

Kolmation (Klasse 3) bei 10% aller Stellen beobachtet wurde. Die anderen Parameter der Gewässersohle zeigten deutlich weniger Auffälligkeiten. Eisensulfidflecken waren aber in beiden Perioden an 17% aller Stellen vorhanden und damit häufiger als 'Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung' (9 bis 14%), 'Verschlammung' (6 bis 12%) oder 'heterotropher Bewuchs' (1%).

Der Vergleich der beiden Kampagnen 2012 und 2015 zeigt bis auf das Vorkommen der Abfälle eine Verbesserung der Zustände auf. Inwieweit dies ein Trend darstellt oder Zufall ist, wird sich mit den nächsten Kampagnen zeigen.

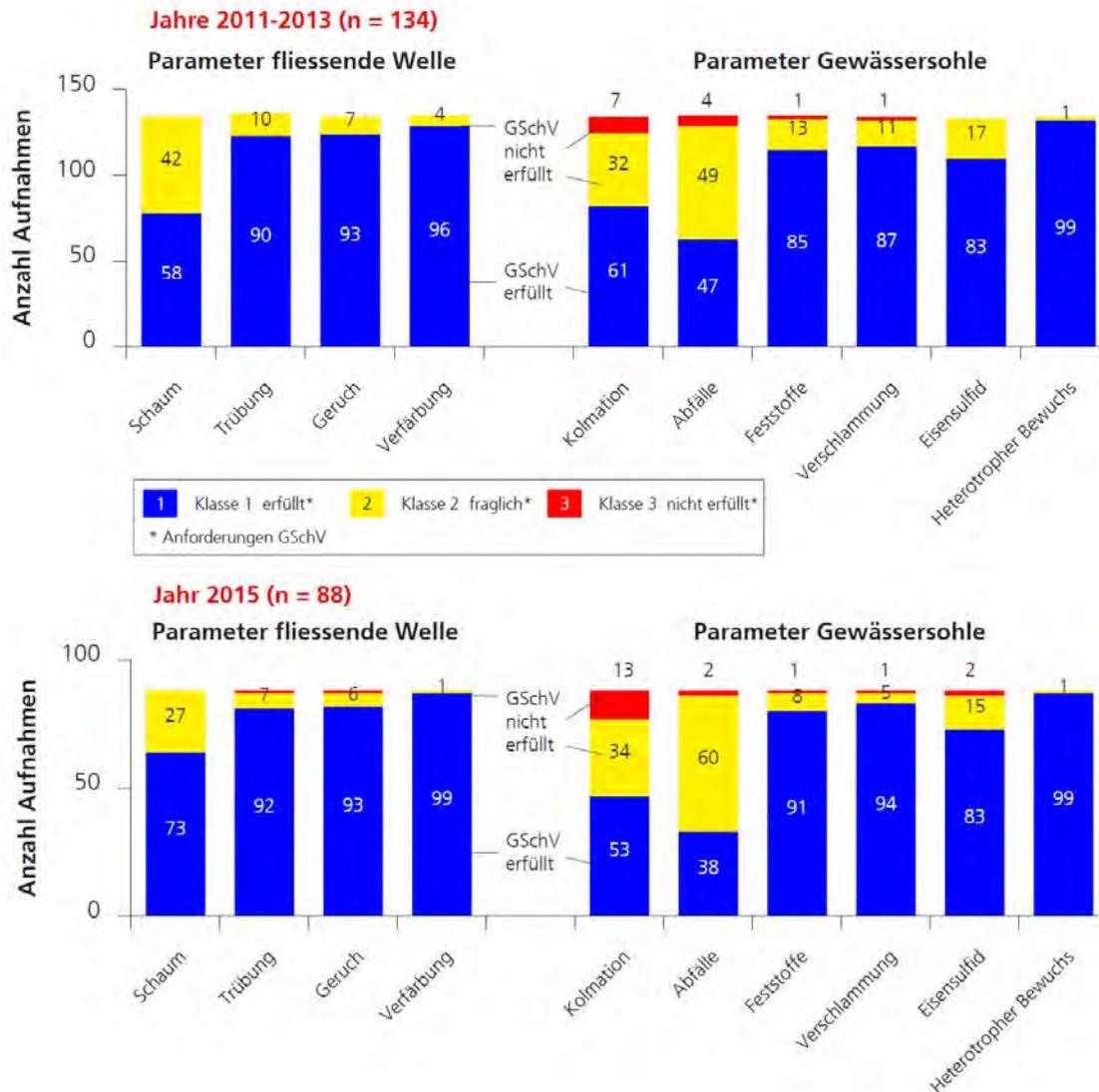


Abb. 4.1: Bewertung der 10 Parameter des Äusseren Aspektes aller NAWA TREND-Biologie-Stellen der Jahre 2011-2013 (oben, gemäss AquaPlus 2014) und des Jahres 2015 (unten). Bewertung gemäss Binderheim & Göggel (2007): blau Klasse 1, gelb Klasse 2, rot Klasse 3. Die Zahlen in und über den Säulen entsprechen dem prozentualen Anteil der Klasse.

5. RESULTATE UND DISKUSSION MAKROZOOBENTHOS

Der IBCH übernimmt für die Berechnung des Index weitgehend die Richtlinien der französischen IBGN-Norm von 1992 (AFNOR 2004). Mit der Inbetriebnahme von MIDAT-Rivières und dem Integrieren der faunistischen Listen (IBCH-Laborprotokolle) aus den kantonalen und Bundes-Projekten durch das SZKF sind nun auf nationaler Ebene genügend Daten vorhanden, um den IBCH-Index weiterzuentwickeln. Aktuell läuft an der EAWAG (Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz) eine Untersuchung mit dem Ziel, den IBCH-Index besser an die Verhältnisse und hydrographischen Besonderheiten des schweizerischen Gewässersystems anzupassen. Diese Arbeit stützt sich u.a. auf die vorliegenden NAWA-Daten und auf die Daten des Biodiversitätsmonitorings Schweiz (BDM-EPT). Beide Projekte decken mit ca. 600 Probestellen alle Landesgebiete mit Probenahmen ab, die alle 4 resp. alle 5 Jahre stattfinden. Zusätzlich sind unterschiedlich dichte Daten aus kantonalen Erhebungen vorhanden.

Die Berechnung des $SPEAR_{pesticides}$ -Index wurde mit Hilfe der Version 9 des «SPEAR calculator» und anhand der Artendaten durchgeführt. Der Index wird regelmässig aktualisiert (letzte Aktualisierung im September 2015)⁵.

NB: Der vorliegende Bericht bewertet die erhobenen Daten (faunistische Daten) mit den aktuell für den IBCH und $SPEAR_{pesticides}$ angewandten Berechnungsmethoden. Mit Hilfe der vorhandenen Grunddaten (alle seit 2010-11 aus den NAWA- und BDM-Projekten in die MIDAT-Datenbank eingetragenen Daten) können künftig neuere, verfeinerte Indizes berechnet werden.

5.1. IBCH (biologische Qualität)

Resultate IBCH 2015

Gemäss der aktuell festgelegten Klassenverteilung der IBCH-Werte weisen 65% der im Jahr 2015 erhaltenen Werte (58 von 88 Stellen) eine «gute bis sehr gute» Qualität (grün und blau) auf.

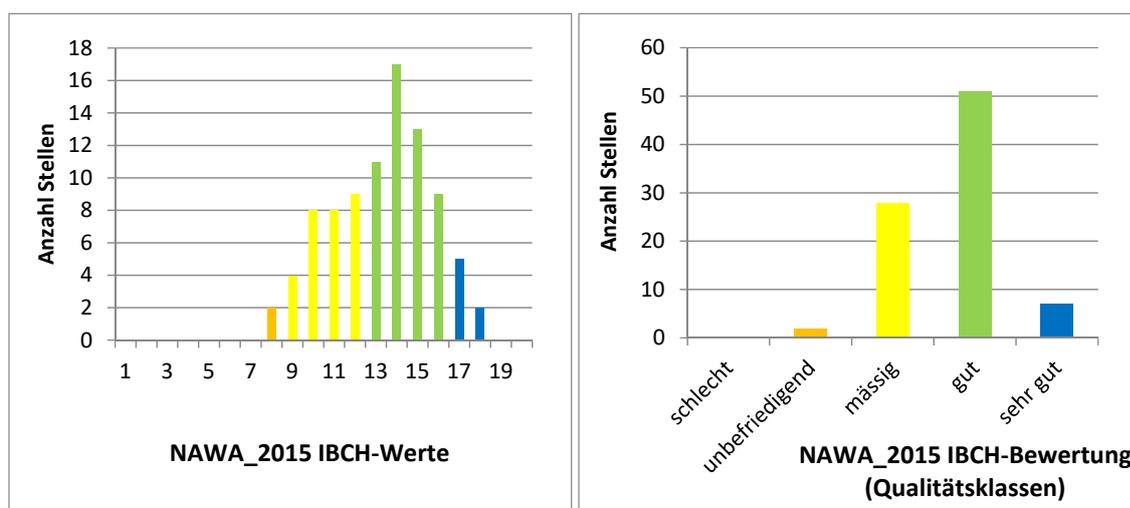


Abb. 5.1: Verteilung der IBCH-Werte (A) und Qualitätsklassen (B) an den NAWA TREND-Stellen (NAWA TREND-Daten 2015, n=88).

⁵ www.ufz.de

Dagegen werden die festgelegten Qualitätsanforderungen an 35% der bewerteten Stellen nicht erfüllt. Sie weisen eine «mässige bis unbefriedigende» Qualität (gelb und orange) auf (**Abbildung 5.1**). Die Verteilung der IBCH-Werte zeigt, dass wenige Stellen eine sehr gute Qualität erreichen und keine in der Klasse «schlecht» liegt.

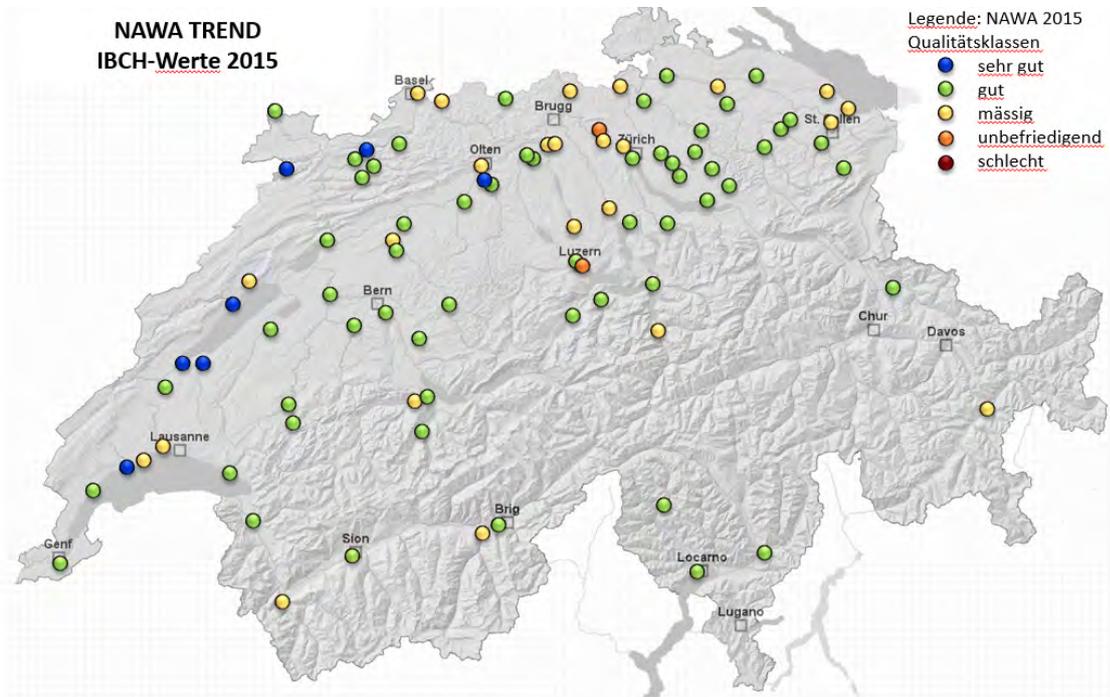


Abb. 5.2: NAWA TREND-Messstellen mit der für den IBCH-Index zugeordneten Qualitätsklasse (NAWA-Daten 2015, n=88).

Standorte, welche die Qualitätsanforderungen nicht erfüllen, kommen überwiegend im Schweizer Mittelland vor (**Abbildung 5.2**). Die tiefsten Werte werden in Fließgewässern mit schlechter Wasserqualität und/oder stark beeinträchtigter Morphologie beobachtet (z.B. Furtbach ZH, Limpach SO, Dünnern SO, Seyon NE). Im Alpengebiet kommen hauptsächlich Stellen mit guter biologischer Qualität vor. Aber auch in den Alpen wird eine sehr gute Qualität nie erreicht. Dies ist auf die natürlicherweise geringere Biodiversität zurückzuführen, welche charakteristisch für nival-glaziale Abflussregimes ist, was in der IBCH-Berechnung nicht berücksichtigt wird (**Abbildung 5.5**). Solche Abflussregimes zeichnen sich durch einen starken Geschiebetrieb aus, welcher die Entwicklung einer grösseren Biomasse und Diversität verhindert.

Vergleich IBCH 2012-2015

Abbildung 5.3 zeigt die Lage jener Stellen, in denen sich die Qualitätsklasse zwischen 2012 und 2015 verändert hat. Dies war an 30% der Stellen der Fall (hauptsächlich im Schweizer Mittelland). **Abbildung 5.4** zeigt, dass diese Änderungen vor allem auf eine Variation des IBCH-Wertes um 1 bis 2 Punkte zurückzuführen sind, was ein Kippen in die nächste Qualitätsklasse verursacht. Auch wird beobachtet, dass bei ungefähr 80% der Stellen die Wertänderung 2 Punkte nicht überschreitet (**Abbildung 5.4**).

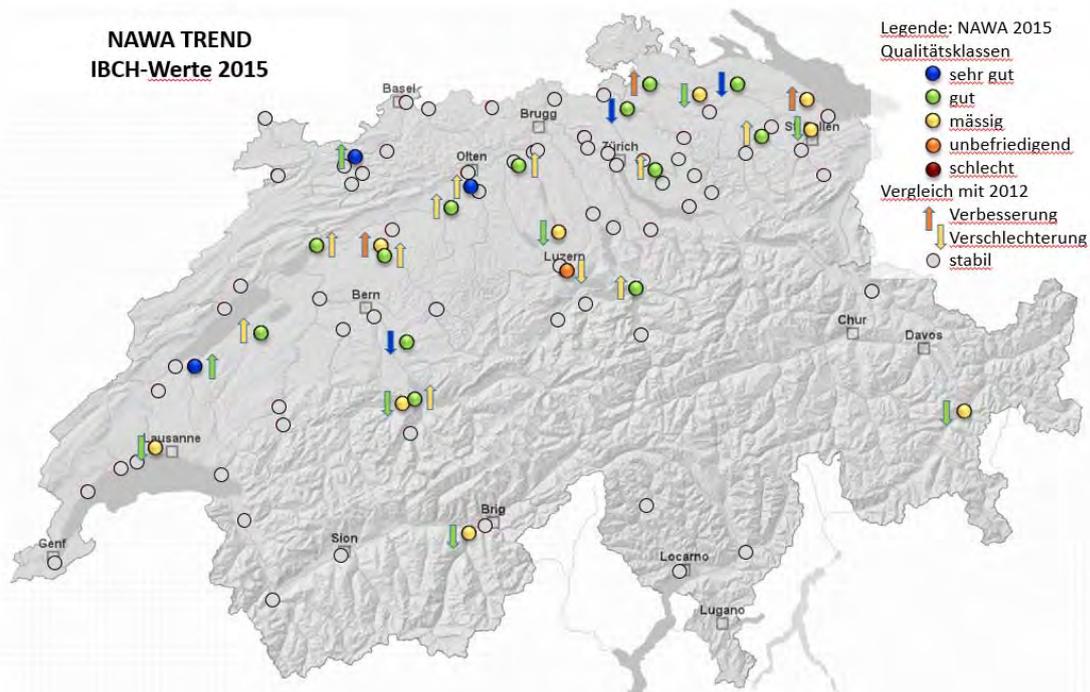


Abb. 5.3: Vergleich der Qualitätsklassen 2012-2015 der NAWA-Messstellen für den IBCH-Index (NAWA-Daten 2015 und 2012, $n=88$). Die Pfeile widerspiegeln eine Änderung der Qualitätsklasse gegen oben (Verbesserung) oder gegen unten (Verschlechterung). Die Farbe des Pfeils stellt die Veränderung gegenüber 2012 dar.

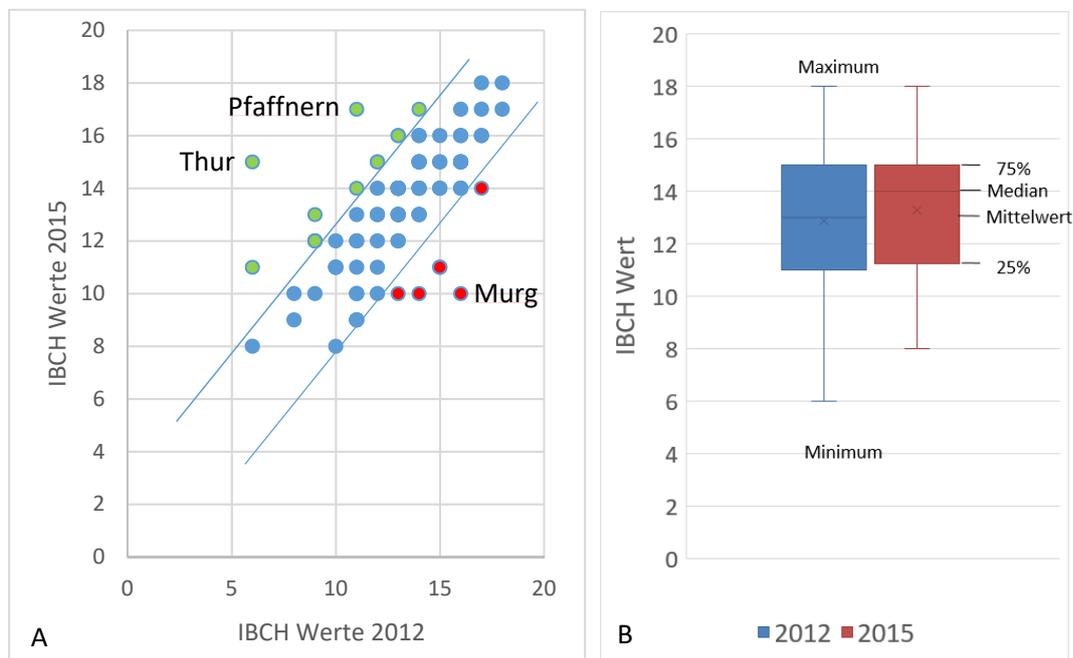


Abb. 5.4: Vergleich der IBCH-Werte 2012-2015 (NAWA-Daten 2012-2015, $n=88$). **A:** Stellen mit den grössten Wertunterschieden zwischen 2012 und 2015 (grün= Verbesserung >2 Punkte [$n=13$], rot=Verschlechterung >2 Punkte [$n=6$]). **B:** statistische Verteilung der IBCH-Werte pro Jahr.

Im Vergleich zu der ersten Untersuchungsperiode von 2012 ist beim IBCH-Indexwert eine leichte Tendenz zur Verbesserung ersichtlich (**Abbildung 5.4**). Diese in den Dreijahresabständen zu beobachtenden Unterschiede sind wenig bedeutend und können auch auf natürlichen Schwankungen der Lebensgemeinschaften beruhen.

Diversität der IBCH-Taxa

Die natürliche Zunahme der Diversität eines Gewässers flussabwärts wird in der aktuellen IBCH-Berechnung zum Teil durch die Abnahme gewisser Indikatorgruppen kompensiert (z.B. Steinfliegen, welche die obersten Abschnitte der Einzugsgebiete bevorzugen). Die Verteilung der erhaltenen Indizes (**Abbildung 5.5**) zeigt jedoch, dass in den alpinen und voralpinen Gebieten die Werte der NAWA-Daten nie 16/20 überschreiten und dies trotz der erwarteten guten Wasserqualität. Diese Feststellung wird durch den Vergleich der IBCH-Werte mit den Abflussregimes der untersuchten Abschnitte erhärtet.

Abbildung 5.5 zeigt die Zuteilung der Diversitätsklassen zu den 4 Hauptabflussregimetypen der Schweiz «glazial», «nival», «pluvial» und «jurassisch»⁶. Die hydrologischen Regime wurden wie folgt zusammengefügt: glazial (a-glacio-nival, b-glacio-nival, b-glaciaire), nival (nivo-glaciaire, nival alpin, nival de transition, nival méridional), pluvial (nivo-pluvial préalpin, nival pluvial méridional, pluvial supérieur, pluvial inférieur), jurassisch (nivo-pluvial jurassien; pluvial jurassien).

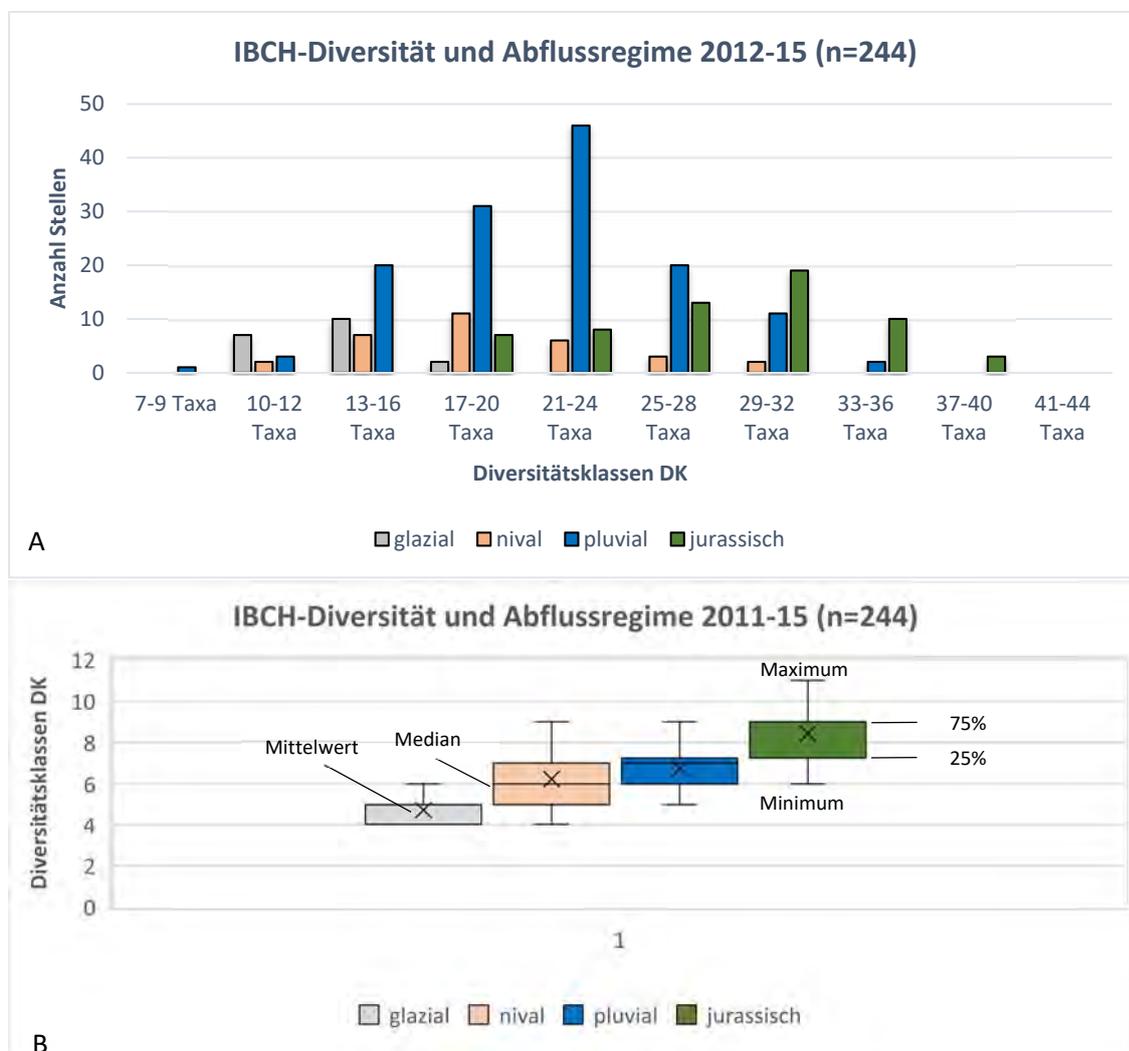


Abb. 5.5: Zuordnung der Diversitätsklassen (DK) der IBCH-Daten zu den 4 Hauptabfluss-Regimetypen der Schweiz. Anzahl Stellen nach DK und Hauptabflussregimetyp (A), statistische Verteilung pro Abflussregimetyp (B).

⁶ Topographische Einzugsgebiete der Schweizer Gewässer: Vorfluter, Abflussregimetypen (Bundesamt für Umwelt BAFU). Stand 2012. map.geo.admin.ch. Die offiziellen detaillierten Begriffe sind auf Französisch angegeben.

Die in den glazialen und jurassischen Regimen erhaltenen Taxadiversitäten zeigen bemerkenswerte Unterschiede, die wie folgt zu interpretieren sind:

- Das Flussbett der Gewässer mit jurassischem Abflussregime zeichnet sich durch eine höhere Stabilität/Bonität aus und beherbergt eine höhere Diversität als andere in der Schweiz vorhandene Gewässertypen.
- Gewässer mit glazialen Abflussregime zeigen eine durch stärkeren Geschiebetrieb verursachte grössere Instabilität und Trübung durch Feinpartikel, was einen negativen Einfluss auf die Entwicklung des Makrozoobenthos hat.
- Gewässer mit nivalem und pluvialen Abflussregime liegen zwischen den zwei genannten Extremen.

In Gewässern mit jurassischem Abflussregime wurden zudem die weitaus grössten Biomassen aller Regimetyten ermittelt.

Diese Beobachtungen zeigen, dass eine Anpassung der Qualitätsklassen des IBCH-Index an die Gewässertypologie notwendig ist, um die Resultate auf nationaler Ebene vergleichen zu können (Schaffner et al. 2013). Eine Gewichtung anhand der maximal in den verschiedenen Gewässertypen erreichbaren natürlichen Diversität muss erarbeitet werden. Sie soll sich u.a. auf in Referenzstellen erhobene Daten stützen (s. § 6.4 Empfehlungen, S. 47).

Korrelation zwischen IBCH-Index und seinen Teilparametern

Die **Abbildungen 5.6** und **5.7** zeigen die Streuung der Werte der beiden Teilparameter auf, die für die Berechnung des IBCH-Index verwendet werden: die taxonomische Diversität (Anzahl IBCH-Taxa, Anzahl EPT-Familien) und die Indikatorgruppe. Der **Abbildung 5.6** (links) kann entnommen werden, dass die maximalen IBCH-Werte (IBCH = 17 oder 18) nur bei einer hohen taxonomischen Diversität erreicht werden können. Die mit den NAWA-Daten erreichten Maximalwerte liegen in der Diversitätsklasse 11 (37 bis 40 Taxa). Diese Klasse wurde nur in zwei Fliessgewässern mit jurassischem Abflussregime erreicht (Doubs und Thièle).

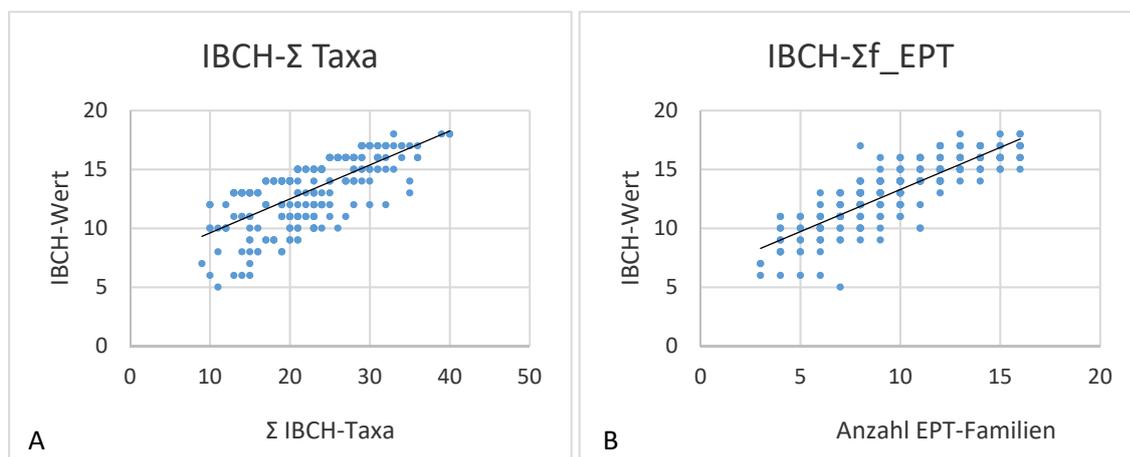


Abb. 5.6: Beziehung zwischen IBCH-Wert und dem 1. Teilparameter seiner Berechnung. **A:** taxonomische Diversität IBCH [Σ Taxa]; **B:** Anzahl EPT-Familien (NAWA TREND-Stellen 2011-15, n=244).

Abbildung 5.6 (rechts) zeigt die Beziehung zwischen den angezeigten Werten und der Summe der EPT-Familien. Logischerweise ist sie mit letzterer korreliert, da die EPT-Familien die Mehrheit der Indikatorgruppen [IG] und 27% der möglichen IBCH-Taxa ausmachen (39 von 142 potentiell

vorhandenen Taxa, Stucki 2010, Anhang 7). In den NAWA TREND-Erhebungen 2011-2015 liegt der EPT-Familien-Anteil mit 35% der beobachteten Taxa höher (30 von 85 beobachteten Taxa).

Die Beziehung zwischen dem angezeigten Wert und der Indikatorgruppe zeigt offensichtlich eine Überbewertung der Gruppe 8 [IG=8] (**Abbildung 5.7**). Im Fall der NAWA TREND-Beprobungen ist diese Gruppe einzig durch zwei Arten vertreten: *Micrasema setiferum* und *Odontocerum albicorne*. Letztere wurde bewusst überbewertet und in Gruppe 8 des französischen IBGN gestellt, um die Werte der potamalen Regionen zu erhöhen. In der Schweiz ist *O. albicorne* in rhithralen bis potamalen Lebensräume weit verbreitet und gegenüber Wasserverschmutzung relativ wenig empfindlich. Die anderen auf **Abbildung 5.7** angegebenen Taxa bewirken ähnliche Probleme wegen Besonderheiten der regionalen Schweizer Lebensgemeinschaften unserer Fließgewässer. Es handelt sich oft um die in den EPT-Familien dominierenden Arten (oder Taxa) mit einer weiten geographischen und längszonalen Verbreitung

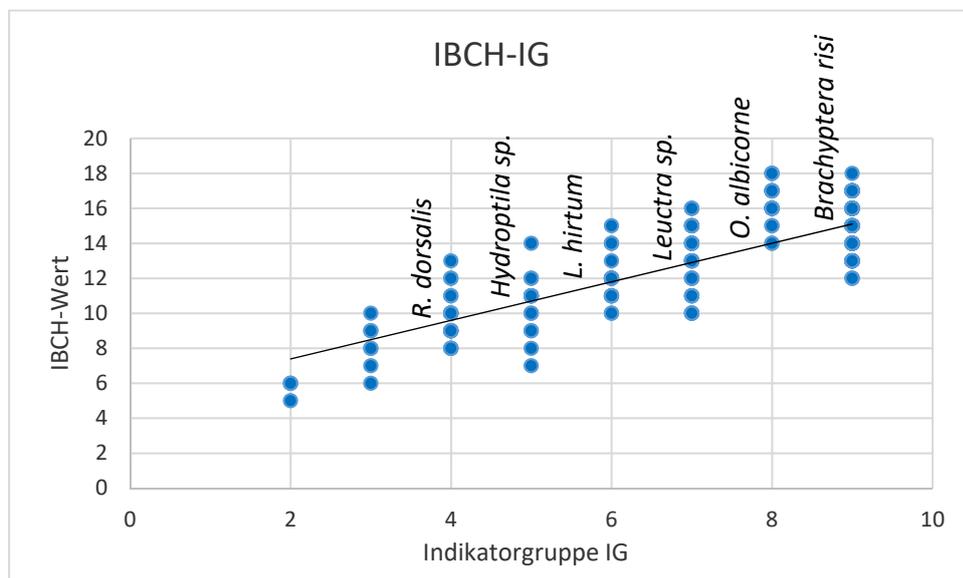


Abb. 5.7: Beziehung zwischen IBCH-Wert und dem 2. Teilparameter seiner Berechnung: Indikatorgruppe mit dem höchsten Wert (NAWA TREND-Stellen 2011-15, n=244). Angabe der als verschmutzungsempfindlich (für Schweizer Verhältnisse) überbewerteten Arten/Taxa der entsprechenden Indikatorgruppe.

Veränderungen der IBCH-Indizes zwischen 2011 und 2015 an 20 Pilotmessstellen

20 NAWA TREND - «Pilotmessstellen» wurden zwischen 2011 und 2015 jährlich untersucht.

Abbildung 5.8 zeigt die Häufigkeit der IBCH-Qualitätsklassen dieser Stellen für jedes Untersuchungsjahr. Während dieser Periode wurden niemals schlechte Werte verzeichnet; stark beeinträchtigte Fließgewässer mit tiefen Werten werden in der Schweiz immer seltener. Im Jahr 2013 wurden auch keine unbefriedigenden Werte festgestellt.

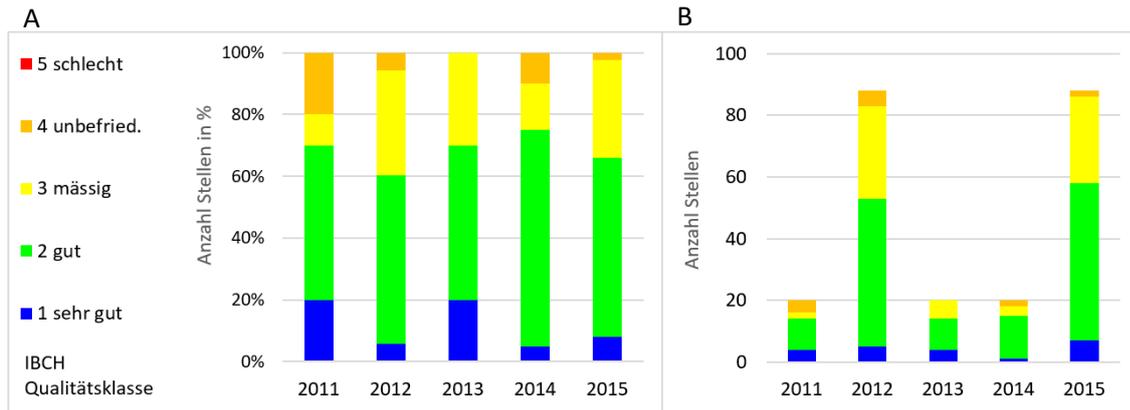


Abb. 5.8: Verteilung der Qualitätsklassen der berechneten IBCH-Werte. Prozentuale Verteilung pro Jahr (A), absolute Werte (B). (NAWA TREND-Stellen 2011, 2013, 2014, n=20; NAWA TREND 2012 & 2015, n=88).

Detaillierte Resultate (Abbildung 5.9) zeigen, dass die Werte während den 5 Untersuchungsjahren im Durchschnitt um eine Grössenordnung von 2 Punkten variieren.

Jährliche Untersuchung 2011-15 der biologischen Qualität [IBCH] von 20 NAWA Stellen

Gewässer, Ort	ID	Kanton	IBCH-Wert					Mittelwert	Blau = Verbesserung Rot = Verschlechterung
			2011	2012	2013	2014	2015		
Doubs, Ocourt	088	JU	16	18	17	17	17	17	
Aubonne, Allaman	130	VD	17	17	16	16	17	16.5	
Sarine, Broc	107	FR	17	16	17	16	16	16.5	
Sense, Thörishaus	060	BE	17	16	17	16	15	16.5	
Areuse, Boudry	085	NE	15	17	15	16	18	15.75	
Chise, ob. Oberdiessbach	058	BE	17	17	15	16	14	16.25	
Töss, Rämismühle (Zell)	066	ZH	15	15	15	16	15	15.25	
Sitter, Appenzell Sittertal	115	AI	15	15	15	14	14	14.75	
Lorze, Letzi	076	ZG	14	14	15	14	15	14.25	
Necker, Letzi	027	SG	14	13	15	14	14	14	
Talent, Chavornay	127	VD	13	12	17	15	12	14.25	
Engstlige, ob. Frutigen	056	BE	13	13	15	14	14	13.75	
Simme, Latterbach	133	BE	14	15	15	14	11	14.5	
Murg, Frauenfeld	070	TG	14	16	10	16	10	14	
Muota, Ingenbohl	100	SZ	12	11	14	11	14	12	
Bünz, Möriken	034	AG	10	11	11	12	12	11	
Drance, Martigny	018	VS	5	11	10	10	11	9	
Salmsacher Aach, Salmsach	073	TG	7	6	10	13	11	9	
Steinach, Mattenhof	023	SG	8	9	9	8	12	8.5	
Furtbach, nach ARA Otelfinger	049	ZH	8	6	9	6	8	7.25	
Mittelwert			13.05	13.4	13.85	13.7	13.5	13.5	

Q-Klassen : blau=sehr gut 20-17; grün=gut 16-13; gelb=mässig 12-9; orange=unbefriedigend 8-5; rot=schlecht 4-0

Abb. 5.9: Vergleich der IBCH-Werte der zwischen 2011 und 2015 jährlich untersuchten NAWA TREND-Stellen (n=20).

Drei Stellen zeigen grössere Schwankungen ihrer Werte: Talent CH_127_VD, Murg CH_070_TG und Salmsacher Aach CH_073_TG. In diesen 3 Abschnitten zeigt eine eingehendere Prüfung der faunistischen Listen, dass die punktuell extremen Werte der Indizes (Talent 2013, Murg 2013 und 2015, Salmsacher Aach 2014) ausschliesslich auf die Anwesenheit oder Abwesenheit von 3 oder mehr Individuen der Steinfliege *Brachyptera risi* zurückzuführen waren. Diese Art wird als überbewerteter Indikator der Gruppe 9 (IG) betrachtet.

Andere punktuelle Abweichungen konnten durch Feldbeobachtungen erklärt werden: In der Dranse CH_018_VS 2011 war die Beprobung durch hohe Feinstoffkonzentrationen beeinträchtigt, die auf Kiesgewinnungsarbeiten flussaufwärts zurückzuführen waren (pers. Mitt. N. Menetrey). Diese Beeinträchtigung erklärt den im ersten Jahr deutlich tieferen Wert. An der Stelle bei Ocourt-La Motte wurden die Erhebungen im ersten Jahr vom linken Ufer aus gemacht, in den folgenden Jahren vom rechten Ufer aus. Letzteres war deutlich günstiger für die Beprobung der verschiedenen Substrate.

Schwache Trends zeichnen sich für drei Stellen ab: Ein negativer Trend war in der Chise CH_058_BE unterhalb der ARA Kiesental bemerkbar. Die Stellen Salmsacher Aach CH_073_TG und Steinach CH_023_SG wiesen dagegen einen eher positiven Trend auf. Dies wurde durch eine detaillierte Prüfung der faunistischen Listen bestätigt und steht wahrscheinlich im Zusammenhang mit Aufwertungsmassnahmen (z.B. Umleitung der Ausleitung der ARA Hofen in den Bodensee anstatt in die Steinach).

Der Furtbach CH_049_ZH schnitt am schlechtesten aller NAWA TREND-Stellen ab. Dieses Fließgewässer weist sowohl Beeinträchtigungen der Ökomorphologie als auch der Wasserqualität auf. Zukünftige Erhebungen werden den Einfluss der getroffenen Massnahmen (Revitalisierungen sowie Aufrüstung der ARA) aufzeigen.

5.2 SPEAR_{pesticides} (Mikroverunreinigungen)

Die erhaltenen Resultate des SPEAR_{pesticides} verteilen sich über die 4 Qualitätsklassen von unbefriedigend bis sehr gut. 45% der Stellen weisen eine sehr gute Qualität auf. Diese befinden sich vor allem in den Alpen und Voralpen, mit ein paar Ausnahmen im Jura und im Mittelland (**Abbildung 5.10**). Stellen, welche die Qualitätsanforderungen nicht erfüllen, liegen analog zu jenen der IBCH-Werte hauptsächlich im Mittelland (**Abbildung 5.11**).

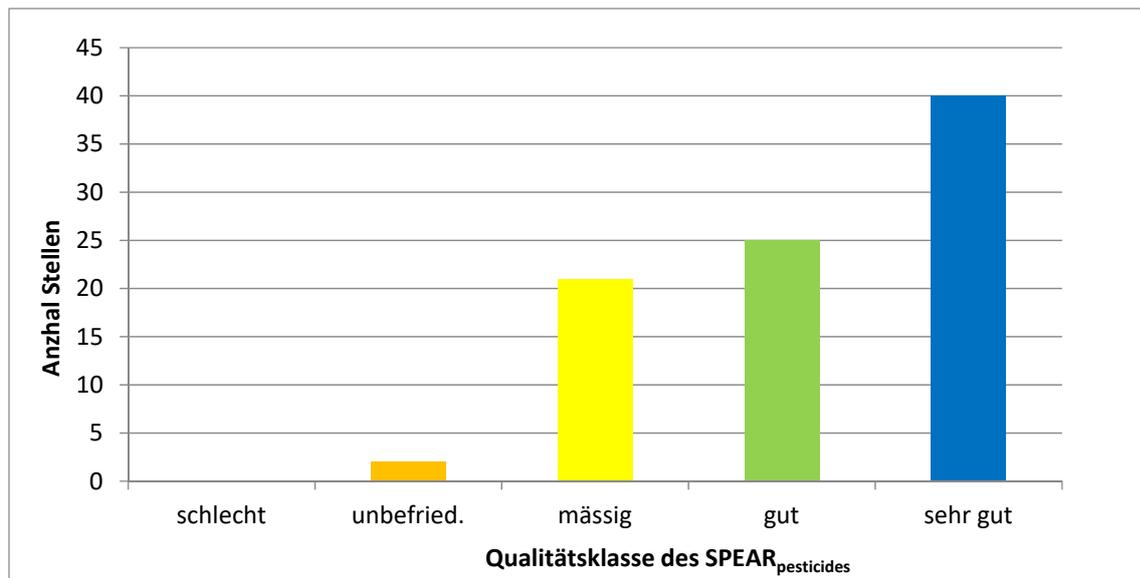


Abb. 5.10: Verteilung der Qualitätsklassen der berechneten SPEAR_{pesticides}-Indizes (NAWA TREND-Daten 2015, n=88).

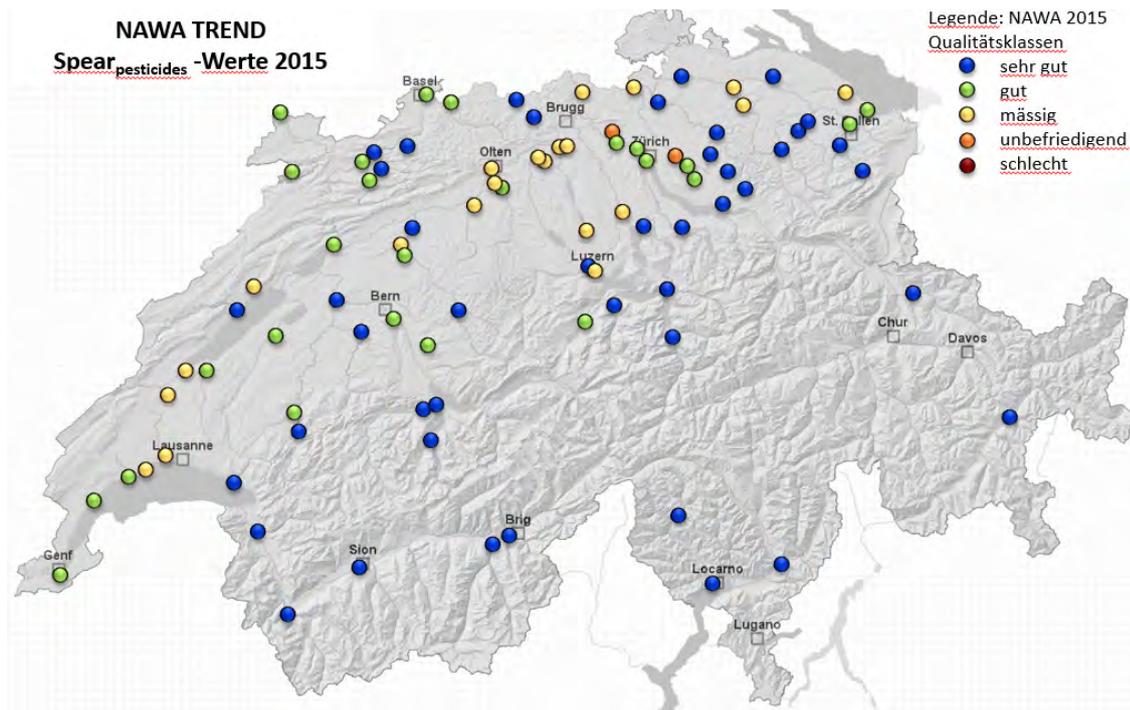


Abb. 5.11: NAWA TREND-Messstellen mit der für den **SPEAR_{pesticides}**-Index zugeordneten Qualitätsklasse (NAWA-Daten 2015, n=88).

Veränderung SPEAR_{pesticides} 2012 - 2015

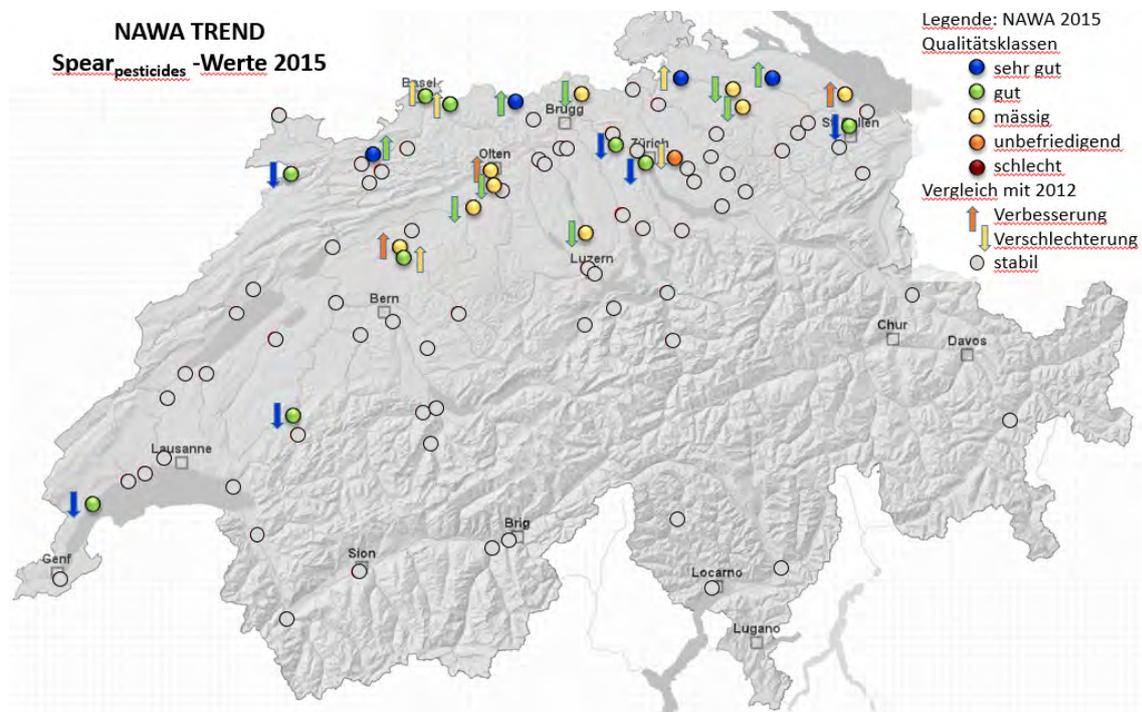


Abb. 5.12: Vergleich der Resultate 2012-2015 der zugeordneten Qualitätsklassen der NAWA-Messstellen für den **SPEAR_{pesticides}** Index (NAWA-Daten 2015 und 2012, n=88). Die Pfeile widerspiegeln eine Änderung der Qualitätsklasse gegen oben (Verbesserung) oder gegen unten (Verschlechterung), die Farbe des Pfeils stellt die Veränderung gegenüber 2012 dar.

Eine bemerkenswerte Konzentration von beeinträchtigten Stellen befindet sich im zentralen Teil des Mittellandes (Kantone AG und ZH). Die schlechtesten Werte werden an Stellen erreicht, die auch unbefriedigende IBCH-Werte aufweisen (Glatt und Furtbach ZH).

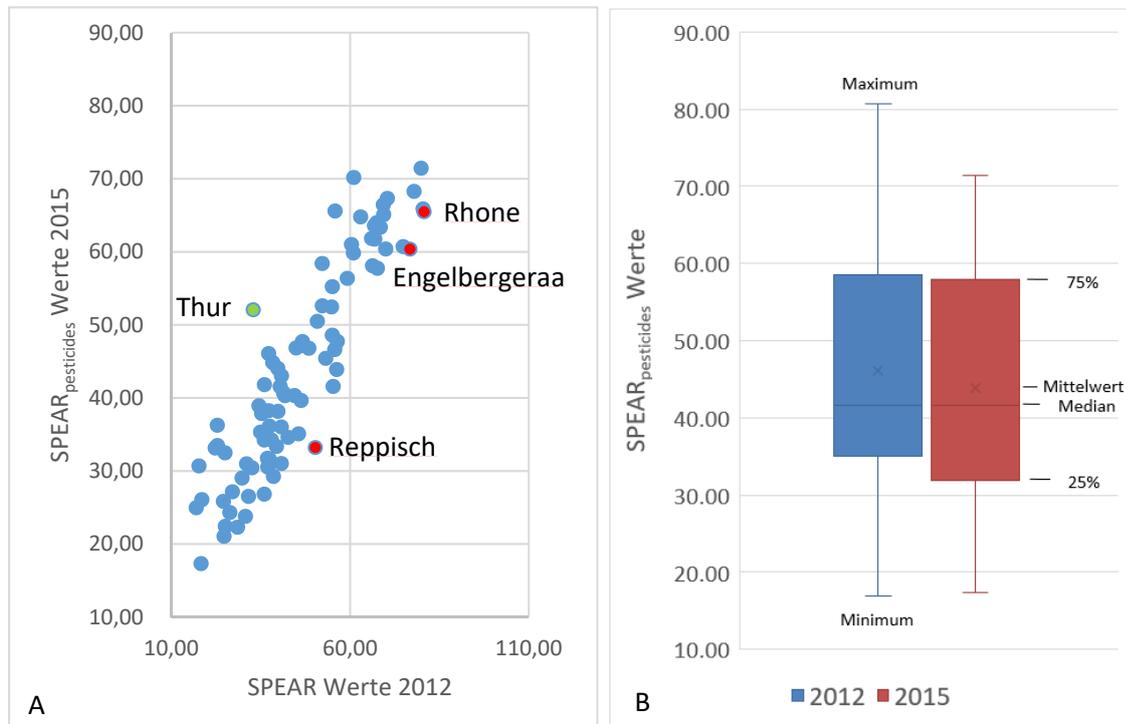


Abb. 5.13: Vergleich der $SPEAR_{pesticides}$ -Werte 2012-2015 (NAWA-Daten 2012-2015, $n=88$). **A:** Stellen mit den grössten Wertunterschieden zwischen 2012 und 2015 (grün=Verbesserung >15 Punkte [$n=1$], rot=Verschlechterung > 15 Punkte [$n=3$]). **B:** statistische Verteilung der $SPEAR_{pesticides}$ -Werte pro Jahr.

An den alpinen und voralpinen Stellen sind die sehr guten Qualitätswerte zwischen 2012 und 2015 stabil geblieben. Sie scheinen noch von der Problematik die Pestizide verschont zu sein. Im westlichen Jurasüdfuss sind die Fließgewässer dagegen stärker beeinträchtigt. Alle betroffenen Stellen liegen unterhalb landwirtschaftlich intensiv bewirtschafteter Einzugsgebiete (Boiron de Morges, Venoge, Orbe und Seyon). Die Qualitätsklassen sind hier zwischen 2012 und 2015 gleich geblieben (**Abbildung 5.12**).

Ein leicht negativer Trend zeigt sich beim $SPEAR_{pesticides}$, der zur Indikation von Pestiziden im Wasser entwickelt wurde (**Abbildung 5.13**). Es wird also eine entgegengesetzte Tendenz zwischen IBCH und $SPEAR$ beobachtet. In beiden Fällen sind die in den Dreijahresabständen zu beobachtenden Unterschiede gering und eventuell auf natürliche Schwankungen der Lebensgemeinschaften zurückzuführen.

Bei der Einzelbetrachtung der Stellen zeigt der $SPEAR_{pesticides}$ zwischen 2012 und 2015 stabilere Werte als der IBCH-Index.

Korrelation zwischen $SPEAR_{pesticides}$ und anderen biologischen Indikatoren

Es sei erwähnt, dass die $SPEAR_{pesticides}$ -Werte alle mit den IBCH-Basisdaten auf «Familien»-Niveau berechnet wurden.

Der IBCH integriert sowohl eine Komponente, welche die Wasserqualität bewertet als auch eine Komponente, die von der Vielfalt der Habitate beeinflusst ist. Der $SPEAR_{pesticides}$ ist auf das Vorhandensein von Pestiziden kalibriert. Logischerweise ist die Beziehung zwischen den beiden Indizes ziemlich schwach (**Abbildung 5.14**), dasselbe gilt für die Relation zwischen der Anzahl EPT-Familien und dem $SPEAR_{pesticides}$. Unterhalb eines $SPEAR_{pesticides}$ -Wertes von 30 ist die Anzahl EPT-Familien gering (< 30). **Abbildung 5.14** (rechts) zeigt den limitierenden Faktor „Wasserqualität“ für die Entwicklung einer vielfältigen Lebensgemeinschaft von EPT-Arten.

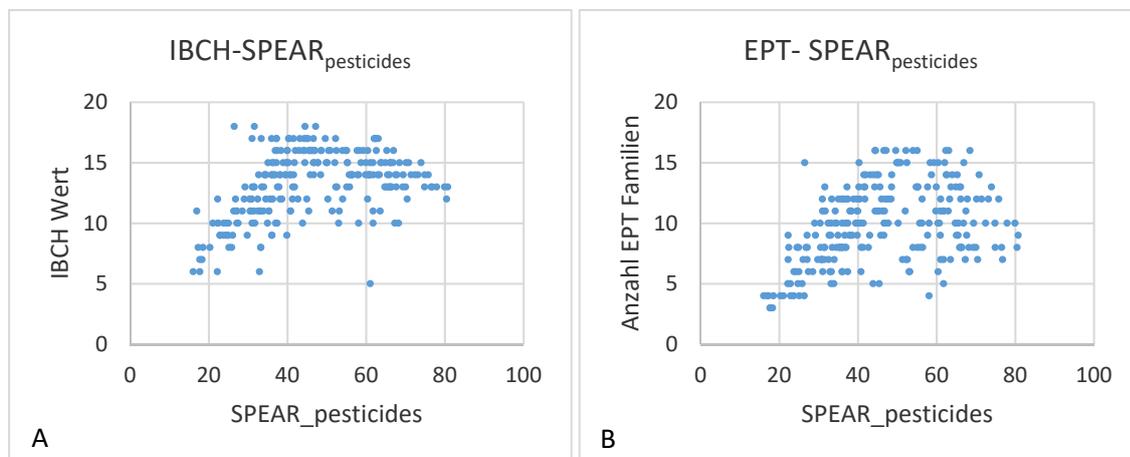


Abb. 5.14: Beziehung zwischen $SPEAR_{pesticides}$ und anderen Indikatoren: IBCH-Index (A), Anzahl EPT-Familien (B). NAWA TREND-Daten 2011-15, $n=244$.

Die Korrelation ist deutlich besser, wenn man dem $SPEAR_{pesticides}$ die IBCH-Indikatorgruppe [IG] oder den Kieselalgenindex [DI-CH] gegenüberstellt, da beide Werte von der Wasserqualität abhängen (**Abbildung 5.15**).

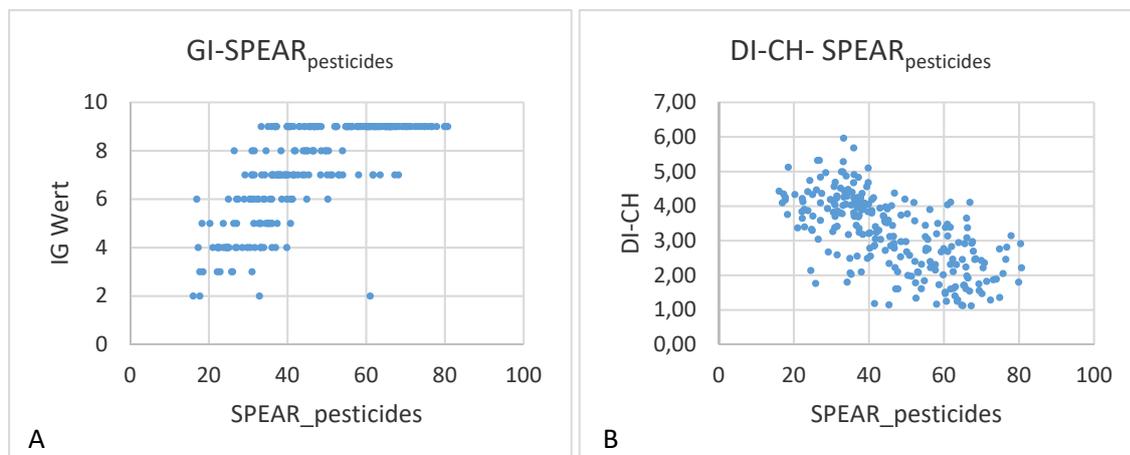


Abb. 5.15: Beziehung zwischen $SPEAR_{pesticides}$ -Index und anderen Indikatoren: Indikatorgruppe IG (A), Kieselalgenindex DI-CH (B). NAWA TREND-Daten 2011-15, $n=244$.

Korrelation zwischen den gemessenen Indizes und einzelnen Umwelt- (Einfluss)Parametern

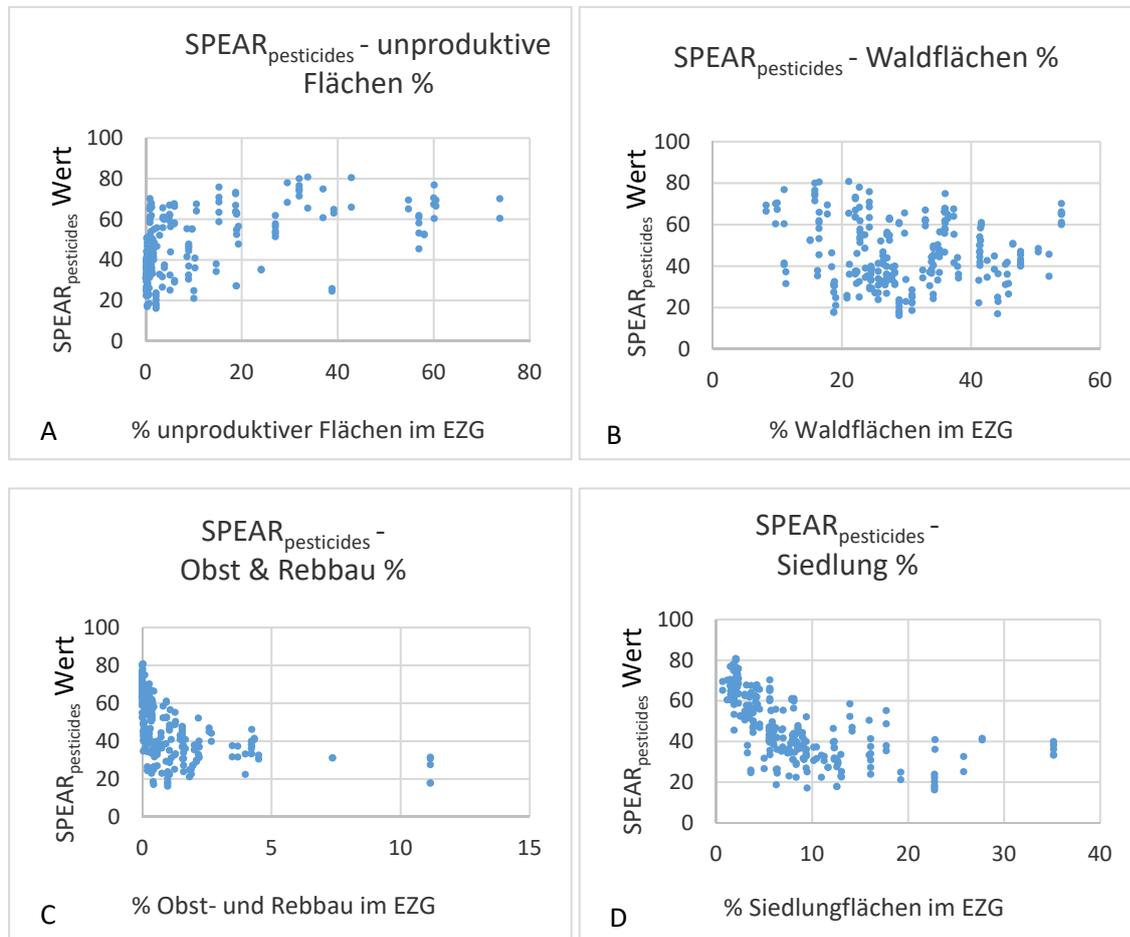


Abb. 5.16: Beziehung zwischen $SPEAR_{pesticides}$ -Wert und Landnutzung. NAWA TREND-Daten 2011-15, $n=244$. Flächenanteil von unproduktiven Flächen im Einzugsgebiet (EZG) (A), Wald (B), Obst- und Rebbau (C), Siedlung (D).

Abbildung 5.16 zeigt den Einfluss der Landnutzung auf den berechneten $SPEAR_{pesticides}$.

Der Index zeigt eine Tendenz zur Verbesserung korreliert mit der Zunahme unproduktiver Flächen im Einzugsgebiet. Im Gegensatz dazu verschlechtert sich der Index bei einer Zunahme der durch Obst- und Rebbau genutzten Flächen sowie von Siedlungsflächen. Die berechneten Korrelationen bleiben jedoch schwach.

Der kombinierte Einfluss der verschiedenen interagierenden Umweltparameter erlaubt es oft nicht, einfache Korrelationen mit den biologischen Indizes aufzuzeigen.

Abbildung 5.17 zeigt, dass der zunehmende Anteil an Abwasser im Abfluss eines Gewässers mit einer Abnahme der biologischen IBCH- und $SPEAR_{pesticides}$ -Indizes verbunden ist.

In beiden Fällen sieht man eine zunehmende Streuung der Werte mit abnehmendem Anteil an Abwasser im Gewässer. Beim IBCH kann dies mit anderen Beeinträchtigungen zusammenhängen (z.B. mit einem strukturellen Defizit des Habitates). Beim $SPEAR_{pesticides}$ korrelieren die eingetragenen Mikroverunreinigungen nicht unbedingt mit dem Abwassereintrag in das Gewässer. Diese Substanzen können auch durch das Drainagesystem der Landwirtschaftsflächen oder mit dem eingeleiteten Meteorwasser in das Fließgewässer gelangen. Der Kieselalgenindex DI-CH zeigt ebenfalls in diese Richtung (**Abbildung 5.17, D**).

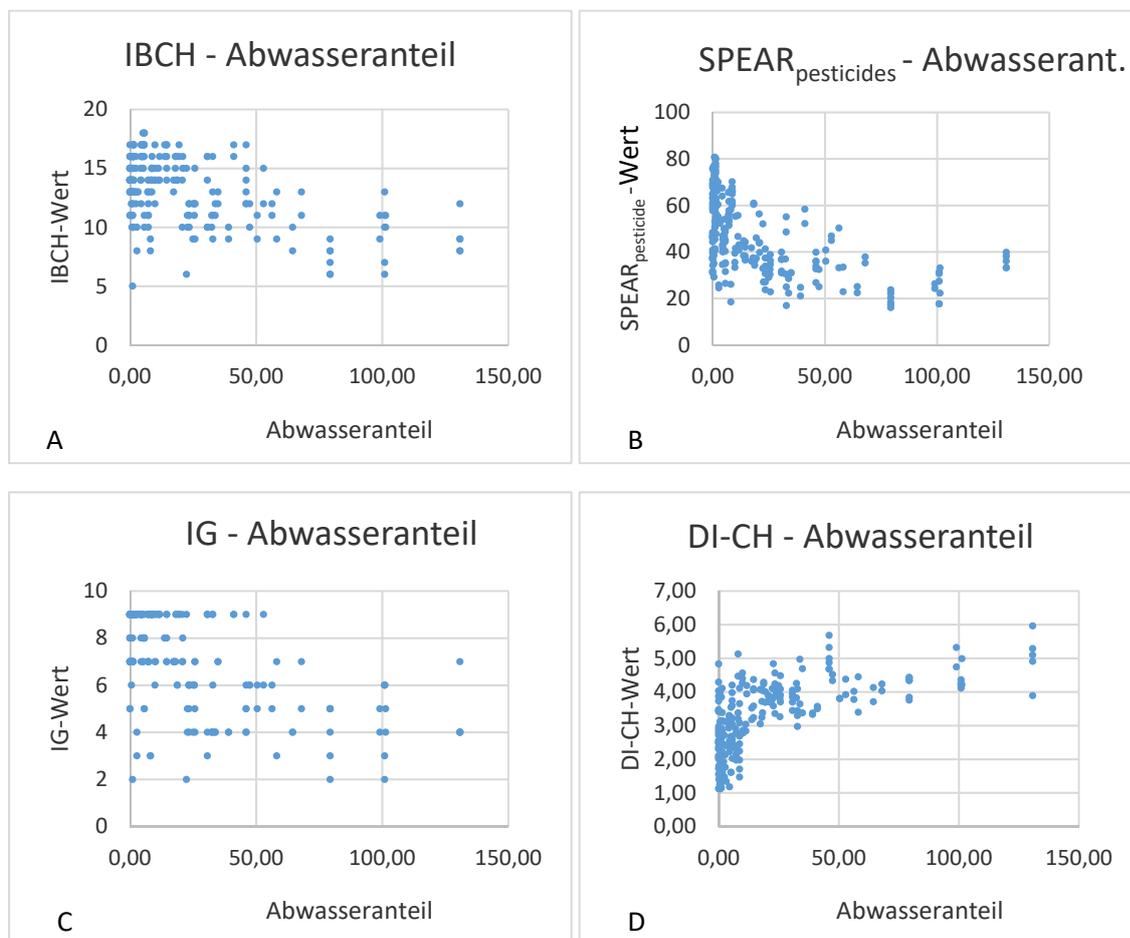


Abb.5.17: Beziehung zwischen Abwasseranteil an der Messstelle (ABWAMNG / Q347 * 100) und IBCH-Index (A), $SPEAR_{pesticides}$ -Wert (B), Indikatorgruppe (C) DI-CH-Index (D). NAWA TREND-Daten 2011-15, n=244.

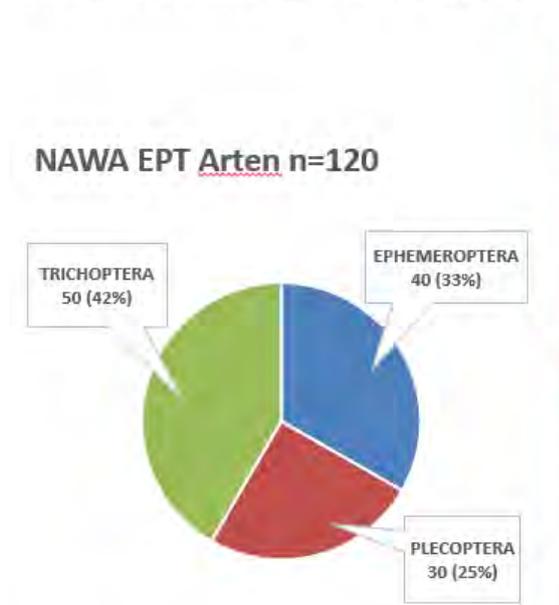
5.3 EPT-Taxa (Rote Listen)

Allgemeines

Die Weiterbestimmung des **NAWA EPT-Materials 2015** (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), das die meisten sensiblen Taxa des Makrozoobenthos beinhaltet, ermöglichte den Nachweis von 120 Arten (E=40, P=30, T=50) von denen 25 (20%) in den Roten Listen der gefährdeten Wasserwirbellosen der Schweiz verzeichnet sind (**Abbildung 5.18**).

Weiterbestimmung EPT Arten 2015

=> Rote Liste Arten 20%



Legende

Abk.	ROTE LISTE STATUS (RL)
RE	i. d. Schweiz <u>ausgestorben</u> (Regionally Extinct)
CR	<u>vom Aussterben bedroht</u> (Critically endangered)
EN	<u>stark gefährdet</u> (Endangered)
VU	<u>verletzlich</u> (Vulnerable)
NT	<u>potenziell gefährdet</u> (Near Threatened)
LC	<u>nicht gefährdet</u> (Least Concerned)

EPHEMEROPTERA		
<i>Baetis buceratus</i>		VU
<i>Baetis vardarensis</i>		NT
<i>Caenis pusilla</i>		CR
<i>Ecdyonurus dispar</i>		VU
<i>Potamanthus luteus</i>		NT
<i>Rhithrogena allobrogica</i>		VU
<i>Rhithrogena corcontica</i>		NT
<i>Rhithrogena doriei</i>		NT
<i>Rhithrogena landai</i>		EN
<i>Torleya major</i>		VU
PLECOPTERA		
<i>Besdolus imhoffi</i>		EN
<i>Capnia bifrons</i>		VU
<i>Isoperla carbonaria</i>		NT
<i>Isoperla obscura</i>		EN
<i>Nemoura avicularis</i>		EN
<i>Nemoura minima</i>		NT
<i>Perla marginata</i>		NT
<i>Protonemura meyeri</i>		VU
TRICHOPTERA		
<i>Ernodes vicinus</i>		NT
<i>Ecclisopteryx guttulata</i>		NT
<i>Hydropsyche exocellata</i>		EN
<i>Ithytrichia lamellaris</i>		CR
<i>Lype reducta</i>		NT
<i>Micrasema setiferum</i>		EN
<i>Silo piceus</i>		VU

Abb. 5.18: Gesamtübersicht des bestimmten NAWA-Materials 2015, Anteil EPT-Arten und Liste der in der Schweiz gefährdeten und potenziell gefährdeten Arten.

Abbildung 5.19 zeigt grosse Diskrepanzen zwischen den Fliessgewässerstellen in Bezug auf die Anzahl der EPT-Taxa und die Anzahl der gefährdeten Arten. Zu den artenreichsten Fliessgewässern mit mehr als 24 beobachteten Arten zählen in aufsteigender Reihenfolge (von links nach rechts auf der Grafik): Sihl (CH_042), Jona (CH_048_ZH), Birs (CH_087_JU), Sarine (CH_107_FR), Töss (CH_066/41_ZH), Sorne (CH_068_JU), Doubs (CH_088_JU), Sihl (CH_065_ZH), Scheulte (CH_069_JU), Areuse (CH_085_NE). Zu diesen gehören u.a. die jurassischen Gewässer sowie mehrere mittlere bis grössere Gewässer des Mittellandes in der Nähe der Alpennordflanke. Die Anzahl der gefährdeten Arten korreliert oft, aber nicht immer mit der Gesamtzahl der EPT-Arten. Dies ist der Fall im Doubs (CH_088_JU) und in der Sihl (CH_042_ZH), die mit je 4 Arten die höchsten Zahlen gefährdeter und potenziell gefährdeter Arten aufweisen (**Abbildung 5.19, B**).

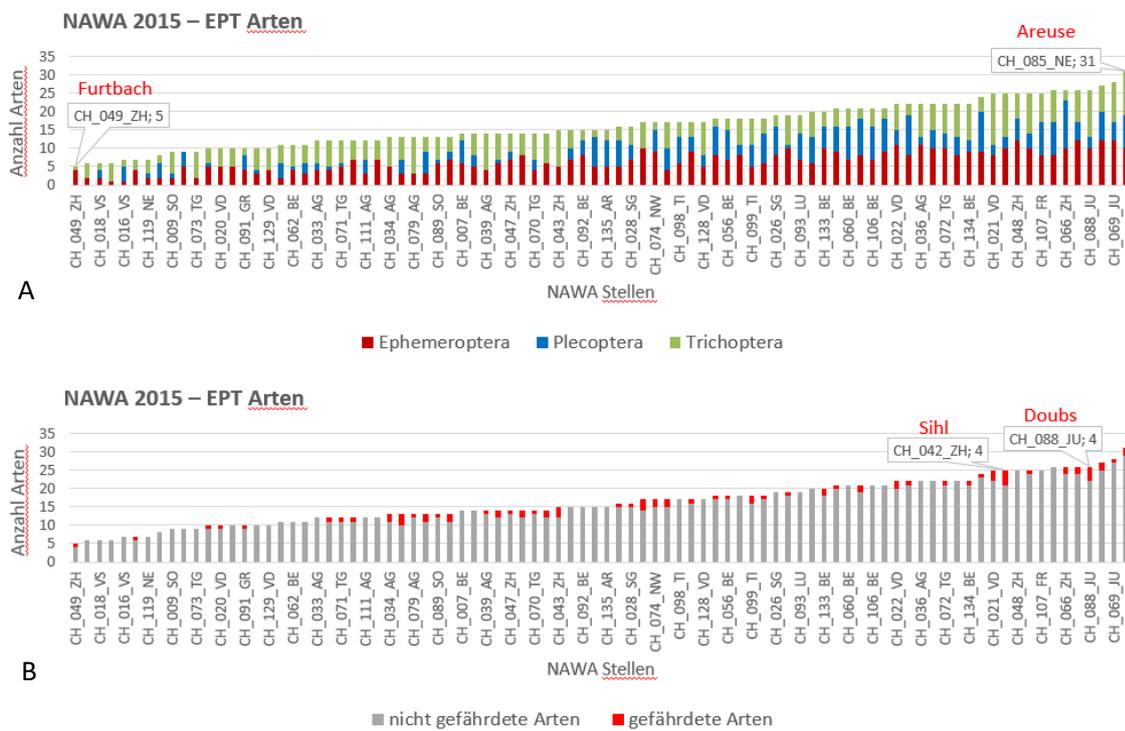


Abb. 5.19: Anzahl der in den 88 NAWA TREND-Stellen vorhandenen EPT-Arten Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (A) und Anzahl der Rote Liste Arten (B).

Der Vergleich zur 1. Kampagne von 2012 zeigt eine Steigerung von 13% der gesamten EPT-Artenzahl im Jahr 2015 (Tabelle 5.1). Jährliche Schwankungen der Abundanzen der EPT-Populationen sind gut bekannt und werden in Langzeitmonitorings des Makrozoobenthos oft beobachtet. Doch die hier beobachtete Zunahme der Artenzahl steht sehr wahrscheinlich mit den Änderungen der Anforderungen an die Bearbeiter beim Sortieren der Proben, die für die 2. Kampagne von 2015 festgelegt wurden, in Zusammenhang (Zunahme der minimal zu archivierenden Tiere pro IBCH-Taxon der EPT-Familien).

Gruppe	Jahr	Anzahl Proben	Anzahl Individuen	Einträge	Individuen /Probe	Einträge /Probe	Anzahl Arten
E	2012	96	6793	514	71	5	40
	2015	88	13920	599	158	7	40
P	2012	96	2887	339	30	4	33
	2015	88	4165	381	47	4	30
T	2012	96	3462	552	36	6	33
	2015	88	4994	559	57	6	50
Gesamtzahlen							
EPT	2012	96	13142	552	137	15	106
	2015	88	23079	559	262	17	120

Tab. 5.1: Gesamtzahlen der Individuen, Einträge und EPT-Arten (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), die im NAWA TREND 2012/15 gelieferten Material vorhanden waren.

Gewisse Stellen weisen eine extrem verarmte EPT-Fauna auf. Die Lebensgemeinschaften dieser Stellen entsprechen nicht den Anforderungen der GSchV, Anhang 1, Ziffer 1, Alinea 1, Punkt b:

«Die Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen oberirdischer Gewässer und der von ihnen beeinflussten Umgebung sollen: eine Vielfalt und eine Häufigkeit der Arten aufweisen, die typisch sind für nicht oder nur schwach belastete Gewässer des jeweiligen Gewässertyps». Das ist an folgenden Stellen der Fall: Furtbach (CH_049_ZH), Seyon (CH_119_NE), Limpach (CH_009_SO), Salmsacher Aach (CH_073_TG), bei denen weniger als 10 EPT-Arten gefunden wurden.

Solche Stellen, die oft nur 2-3 Steinfliegenarten beherbergen oder bei denen solche völlig fehlen, weisen eindeutig auf Probleme hin (organische oder toxische Beeinträchtigungen oder auch Störungen des natürlichen Abflusses). Vielfalt und Zusammensetzung der EPT-Arten/Taxa gemäss GSchV müssen künftig anhand eines Index basierend auf Arten beurteilt werden, wodurch die Einschätzung mittels IBCH ergänzt werden kann. Die natürlichen hydrologischen Faktoren müssen bei einer solchen Bewertung ebenfalls berücksichtigt werden.

Ephemeroptera

Tabelle 5.1 zeigt, dass die gefundene und für die Weiterbestimmung verfügbare Anzahl Individuen um 75% zugenommen hat, was einen direkten Einfluss auf die Gesamtzahl der Einträge (Arten und Artenkomplexe) und die beobachtete Artenzahl hat. Von den 47 der 2011-15 beobachteten Arten der gesamten NAWA-Proben gehört mehr als ein Viertel (13) den Roten Listen der gefährdeten und potenziell gefährdeten Arten der Schweiz an (**Abbildung 5.20** und **Tabelle 5.2**). 2015 kann ein Viertel (10) den sensiblen Arten zugeordnet werden. Gewisse Beobachtungen dieser 2. Untersuchungsperiode sind Neunachweise für eine bestimmte geographische Region oder neu für das NAWA-Projekt.

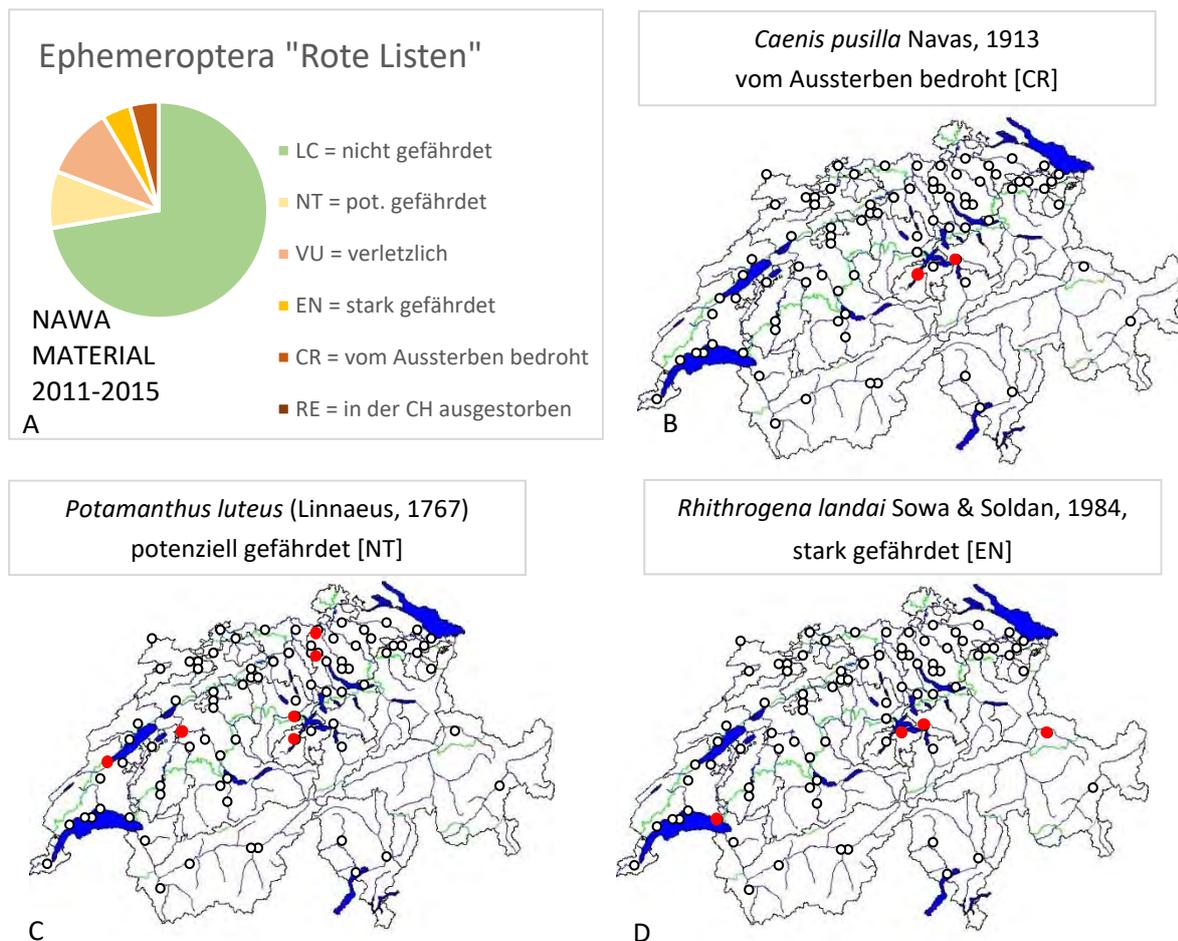


Abb. 5.20: Verteilung der Eintagsfliegenarten nach Gefährdungskategorien (A). Fundorte einiger in den NAWA-Stellen beobachteten Eintagsfliegenarten: *Caenis pusilla* [CR] (B), *Potamanthus luteus* [NT] (C), *Rhithrogena corcontica* [NT] (D). Daten aus der Weiterbestimmung des EPT-Materials der NAWA TREND-Stellen 2011-15.

Zu den besonders bedrohten Arten, die im Jahr 2015 beobachtet wurden, gehören *Caenis pusilla* in der Zentralschweiz (Sarneraas und Muota) sowie *Rhithrogena landai* in einem Zufluss des Vierwaldstättersees und in der Landquart (**Abbildung 5.20**).

		IBCH - NAWA - 2011-2015 (●)																							
		AG	AI	AR	BE	BL	BS	FR	GE	GR	JU	LU	NE	NW	OW	SG	SO	SZ	TG	TI	UR	VD	VS	ZG	ZH
KANTON	Stellen	8	1	1	13	1	1	2	1	2	5	3	2	1	1	5	3	1	4	3	1	10	4	2	13
ARTEN / EPHEMEROPTERA	Rote Liste																								
Alainites muticus		●	●		●			●			●	●	●	●		●	●		●	●		●		●	●
Ameletus inopinatus	CR															●									
Baetis alpinus			●	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●
Baetis buceratus	VU	●									●											●		●	●
Baetis fuscatus																			●						●
Baetis lutheri		●	●		●	●	●	●	●		●	●	●			●	●		●			●		●	●
Baetis nubecularis	VU												●												
Baetis rhodani		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Baetis vardarensis	NT	●			●	●	●				●	●			●	●			●			●		●	●
Baetis vernus		●			●	●												●							
Caenis luctuosa											●														●
Caenis macrura		●									●	●			●				●			●		●	●
Caenis pusilla	CR														●			●							
Caenis rivulorum	EN																					●			
Centroptilum luteolum		●			●						●		●										●		●
Ecdyonurus dispar	VU										●					●			●		●			●	●
Ecdyonurus helveticus			●		●					●				●		●				●	●		●		●
Ecdyonurus picteti										●													●		●
Ecdyonurus torrentis		●			●		●	●			●	●				●	●		●				●		●
Ecdyonurus venosus		●	●	●	●		●			●	●	●	●			●		●	●	●	●	●		●	●
Electrogena lateralis					●																				
Electrogena ujhelyi																		●		●					
Epeorus alpicola														●									●		
Epeorus assimilis			●	●	●			●			●	●	●			●	●		●		●		●		●
Ephemera danica		●			●			●			●	●	●		●				●			●		●	●
Ephemerella mucronata		●	●		●						●														●
Habroleptoides auberti			●		●			●																	
Habroleptoides confusa		●	●		●	●	●	●			●	●	●		●	●	●	●	●			●		●	●
Habrophlebia lauta		●				●		●			●	●	●			●	●		●			●		●	●
Heptagenia sulphurea											●				●									●	●
Paraleptophlebia submarginata		●			●			●			●	●	●		●	●			●			●		●	●
Potamanthus luteus					●						●				●							●		●	●
Rhithrogena allobrogica	VU				●			●	●																
Rhithrogena alpestris					●					●													●		●
Rhithrogena carpatoalpina					●																				
Rhithrogena corcontica	NT									●											●				
Rhithrogena degrangei					●					●				●									●		
Rhithrogena doriei	NT				●																				
Rhithrogena gratianopolitana			●	●	●			●			●			●		●		●		●		●			●
Rhithrogena hybrida					●					●													●		●
Rhithrogena landai	EN									●				●				●				●			
Rhithrogena picteti		●			●			●			●			●		●						●		●	●
Rhithrogena puthzi			●							●				●				●							
Rhithrogena semicolorata		●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●		●	●		●	●	●	●		●	●
Serratella ignita		●			●	●					●	●	●		●							●		●	●
Siphonurus lacustris	NT		●		●																				●
Torleya major	VU	●			●						●							●				●			
Gesamtzahlen		19	14	6	30	8	6	15	4	12	22	17	15	11	11	16	11	10	15	10	4	24	1	11	28

Tab. 5.2: Zusammenstellung der EPHEMEROPTERA-Arten des IBCH-NAWA-Materials 2011-15 pro Kanton. RL «Rote Liste» Status der Arten: NT=potenziell gefährdet, VU=verletzlich, EN=stark gefährdet, CR= vom Aussterben bedroht.

Caenis pusilla, eine Art der grossen Flüsse wie der Loire, der Seine oder der Durance, war in der Schweiz nur aus der Thur und dem Hochrhein bekannt. In den 1990ziger Jahren war sie im

Unterlauf der Thur noch gut verbreitet. Ihr Verschwinden aus diesem Gewässer erklärt ihre Einstufung in die CR-Kategorie der Roten Liste von 2012⁷.

Die Entdeckung von *Potamanthus luteus* an der NAWA-Stelle der Thièle bei Yverdon (CH_021_VD) ist die zweite Beobachtung dieser Art in der Westschweiz seit 1944, als die Art aus der Broye gemeldet wurde. Gemäss Roter Liste der EPT von Lubini et al. (2012) ist *Potamanthus luteus* eine der wenigen Flussarten, deren Gefährdungsstatus nicht alarmierend ist. Die Rückkehr in mehrere Zuflüsse der Aare (Broye, Saane) würde ihre Abstufung rechtfertigen. Die Population der NAWA-Stelle Thièle befindet sich im Einzugsgebiet der Aare und ist möglicherweise in Kontakt mit der Aare-Population (**Abbildung 5.20**).

Unter jenen Arten, die nur zwischen 2011 und 2014 beobachtet wurden, aber nicht mehr in den Proben von 2015, sind *Ameletus inopinatus* in der Thur (CH_026_SG) und *Baetis nubecularis* in der Areuse (CH_085_NE nur 1x im Jahr 2013) anzuführen. Es sei unterstrichen, dass Arten, deren Anwesenheit zwischen den Erhebungsjahren stark variiert, in der Regel solche mit geringen Häufigkeiten sind.

Tabelle 5.3 zeigt zwischen 2012 und 2015 eine Zunahme der Beobachtungen pro Kanton, sowohl für häufige wie auch für weniger häufige Arten. Dies steht sehr wahrscheinlich mit den Änderungen der Anforderungen an die Bearbeiter beim Sortieren der Proben, die für die 2. Kampagne von 2015 festgelegt wurden, in Zusammenhang (Zunahme der minimal zu archivierenden Tiere pro IBCH-Taxon der EPT-Familien) (**Tabelle 5.1, Seite 29**). Für 6 Arten ist trotzdem eine Abnahme sichtbar, wovon 3 gefährdet oder potenziell gefährdet sind.

⁷ Eine zusätzliche Beprobung im Juli 2016 ergab 38 gut entwickelte *Caenis pusilla* aus der Sarneraa. Letztere und der Vergleich mit Sammlungstieren konnten den neuen Fund in der Zentralschweiz bestätigen (Pers. Mitt. André Wagner).

		IBCH - NAWA - 2012 & 2015 (●) / 2012 (x) / 2015 (+)																								
KANTON	Stellen	AG	AI	AR	BE	BL	BS	FR	GE	GR	JU	LU	NE	NW	OW	SG	SO	SZ	TG	TI	UR	VD	VS	ZG	ZH	
		8	1	1	13	1	1	2	1	2	5	3	2	1	1	5	3	1	4	3	1	10	4	2	13	
ARTEN / EPHEMEROPTERA		Rote Liste																								
Arten ↑ 2015 (häufige)																										
Alainites muticus		+	+		●			●			●	x	+	+	+		●		●	+		●			●	
Baetis alpinus			●	●	●			●	●	●	●	●	+	●	+	●	+	●	●	●	●	●	●	●	●	
Baetis lutheri		●			●	●	+	●	x		●	●	●			●	●	●	●		●	●	●	●	●	
Baetis rhodani		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Ecdyonurus torrentis		●			x		+	●			●	●				+	+	●			●			●		
Epeorus assimilis			+	+	●			●			●	+	●			●	+			●		●		+		
Rhithrogena semicolorata		●	●	●	●	+	+	●			●	●	●	+		●	●	●	●	+		●	●	●	●	
Serratella ignita		●			●	+					●	●			●							●		●	●	
Torleya major	VU	●			x						●					●						●		●	●	
Arten ↑ 2015 (wenig häufige)																										
Ameletus inopinatus	CR															x										
Baetis buceratus	VU	+									x											+		+	+	
Caenis pusilla	CR														+			+								
Electrogena ujhelyi																		+		+						
Epeorus alpicola														+										+		
Rhithrogena alpestris					●					●									+		+		+	+		
Arten ↓ 2015 (wenig häufige)																										
Ameletus inopinatus	CR															x										
Baetis nubecularis	VU										2013															
Caenis rivulorum	EN																						x			
Ephemerella mucronata		x	x		●						x														●	
Paraleptophlebia submarginata		●			x			●			x	x			●	x			●			●		●	●	
Siphonurus lacustris	NT				x																				x	

Tab. 5.3: EPHEMEROPTERA-Arten mit grossen Schwankungen der Abundanzen zwischen den Beprobungen 2012 und 2015. Auszug aus der Datentabelle Arten_EPHEMEROPTERA nach Kanton. Material IBCH-NAWA 2012 und 2015. RL «Rote Liste» Status der Arten: NT=potenziell gefährdet, VU=verletzlich, EN=stark gefährdet, CR= vom Aussterben bedroht. Präsenz: ● 2012 & 2015; x nur 2012; + nur 2015.

Plecoptera

Während des gesamten NAWA-Projekts 2011-2015 wurden 40 Steinfliegenarten beobachtet, wovon ein Drittel (13 Arten) in den Roten Listen der Wasserwirbellosen der Schweiz als gefährdet oder potenziell gefährdet verzeichnet sind (**Abbildung 5.21** und **Tabelle 5.4**).

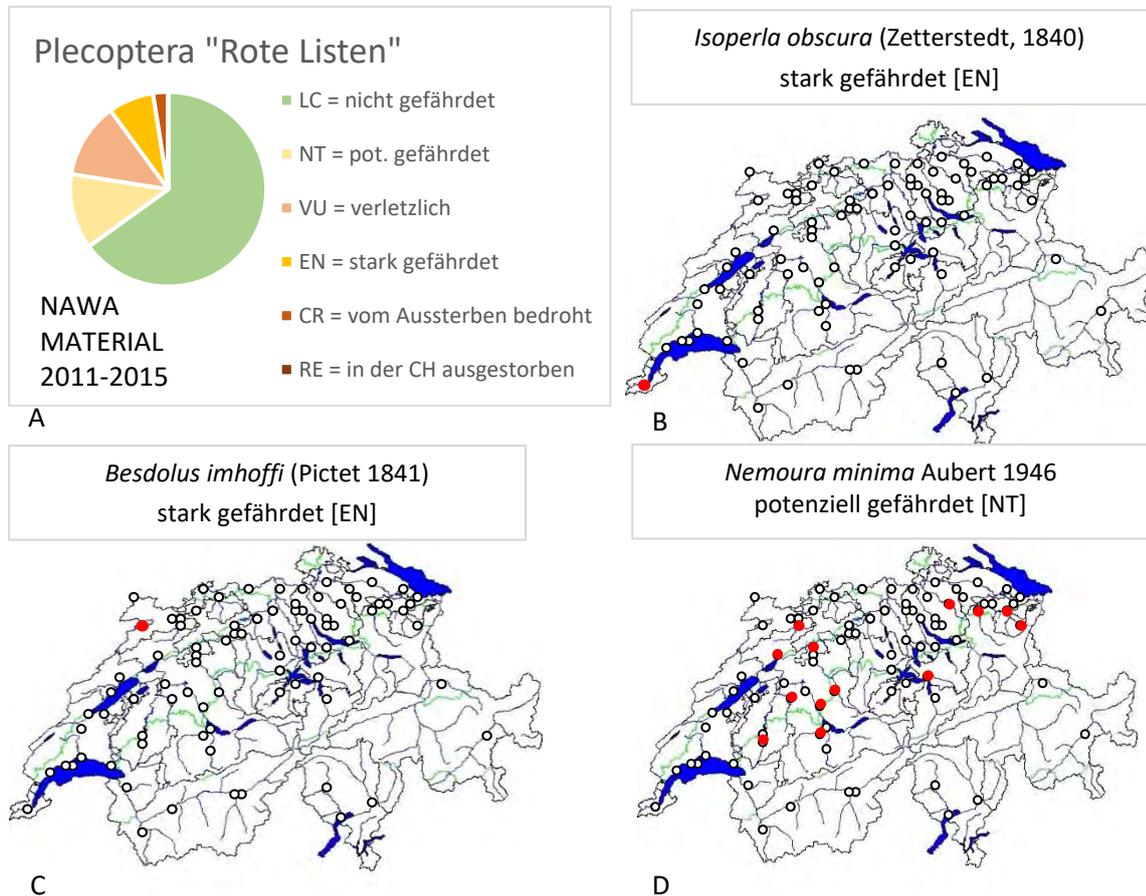


Abb. 5.21: Verteilung der Steinfliegenarten nach Gefährdungskategorien (**A**): Fundorte einiger an den NAWA-Stellen beobachteter Steinfliegenarten: *Isoperla obscura* [EN] (**B**), *Besdolus imhoffi* [EN] (**C**), *Nemoura minima* [NT] (**D**). Daten aus der Weiterbestimmung des EPT-Materials der NAWA TREND-Stellen 2011-15.

Im Jahr 2015 gehörten 8 der 30 gefundenen Arten der Rote Liste an. 3 werden als vom Aussterben bedroht (EN), 2 als gefährdet (VU) und 3 weitere als potenziell gefährdet (NT) verzeichnet. 18% der untersuchten Stellen beherbergen mindestens eine gefährdete oder potenziell gefährdete Steinfliegenart, aber nur 5 Stellen eine der am stärksten bedrohten Arten. Unter den besonders bedrohten Arten, die 2015 beobachtet wurden, können wir *Besdolus imhoffi* (EN) im Doubs bei Ocourt (CH_088_JU), *Isoperla obscura* (EN) in der Arve bei Genf (CH_086_GE) (**Tabelle 5.4**) und *Nemoura avicularis* (EN) in der Areuse bei Boudry (CH_085_NE) vermelden.

		IBCH - NAWA - 2011-2015 (●)																							
		AG	AI	AR	BE	BL	BS	FR	GE	GR	JU	LU	NE	NW	OW	SG	SO	SZ	TG	TI	UR	VD	VS	ZG	ZH
KANTON	Stellen	8	1	1	13	1	1	2	1	2	5	3	2	1	1	5	3	1	4	3	1	10	4	2	13
ARTEN / PLECOPTERA	Rote Liste																								
Amphinemura sulcicollis			●	●																					
Amphinemura triangularis			●		●			●					●				●								
Besdolos imhoffi	EN										●														
Brachyptera risi			●	●	●			●	●		●	●	●		●	●		●	●			●		●	●
Brachyptera trifasciata	CR									●															
Capnia bifrons	VU																		●			●			
Capnia nigra					●					●						●		●		●					●
Capnioneura nemuroides			●		●			●						●		●						●			
Chloroperla susemicheli					●																				
Chloroperla tripunctata			●		●			●								●				●					●
Dinocras cephalotes		●						●								●				●			●		●
Isoperla carbonaria	NT																				●				
Isoperla grammatica		●	●	●	●			●		●		●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Isoperla obscura	EN								●																
Isoperla rivulorum			●		●			●	●	●			●		●			●			●	●	●		
Leuctra braueri																									●
Leuctra geniculata		●									●							●							
Leuctra hippopus					●				●							●	●					●			●
Leuctra inermis				●	●			●			●			●						●		●			
Leuctra nigra					●											●									
Leuctra rosinae					●																				
Nemoura avicularis	EN														●										
Nemoura flexuosa		●		●	●			●			●	●				●			●			●			●
Nemoura marginata					●				●							●						●			
Nemoura minima	NT		●		●											●		●							●
Nemoura mortoni			●		●					●											●	●		●	
Nemoura obtusa	NT		●																						
Nemoura sinuata	NT									●															
Nemoura uncinata	EN																●								
Nemurella pictetii					●														●						
Perla grandis			●		●			●		●				●								●		●	●
Perla marginata	NT										●										●		●		●
Perlodes microcephalus		●			●			●			●					●					●			●	●
Protonemura intricata								●																	
Protonemura lateralis																					●				
Protonemura meyeri	VU														●										
Protonemura nimborum																					●				
Rhabdiopteryx neglecta					●					●		●			●				●		●	●	●	●	
Siphonoperla torrentium			●								●		●			●			●						●
Taeniopteryx hubaulti	VU															●									
Gesamtzahlen		5	12	5	20	0	0	12	5	8	6	5	9	6	1	16	4	7	5	12	4	11	1	3	13

Tab. 5.4: Zusammenstellung der PLECOPTERA-Arten des IBCH-NAWA-Materials 2011-15 pro Kanton. RL «Rote Liste»-Status der Arten: NT=potenziell gefährdet, VU=verletzlich, EN=stark gefährdet, CR=vom Aussterben bedroht.

Besdolos imhoffi ist eine potamophile Art der grossen Flüssen der Ebene, die in der Schweiz seit den 1950er Jahren wegen der Zerstörung ihres Lebensraumes einen starken Rückgang erlitten hat (Lubini et al. 2012). Ab den 1990er Jahren wurde sie wieder punktuell aus dem Doubs und der Aare gemeldet. An den NAWA-Stellen des Doubs wurde sie in den Jahren 2012, 2014 und 2015 beobachtet (**Abbildung 5.21**).

Die Funde von *Isoperla obscura* in der Arve im Jahr 2015 gehört zu den guten Nachrichten. Diese potamophile Art besiedelt die grossen Flüssen der Ebene am Rand der Alpen. «Ihr Besiedlungsgebiet hat sich bis auf drei isolierte Standorte im Brenno, im Unterlauf des Ticino sowie im Alpenrhein extrem verkleinert...» (Lubini et al. 2012). Seit über 70 Jahren wurde sie aus der Arve und der ganzen Westschweiz nicht mehr gemeldet, ist aber im Rahmen des kantonalen Monitorings Genf an mehreren Stellen der Arve wieder festgestellt worden. Ihre Anwesenheit an der NAWA-Stelle Arve bestätigt diese erfreuliche Rückkehr (**Abbildung 5.21**).

Nemoura avicularis ist eine Art, die vorwiegend in der Jurakette vorkommt und das frische Wasser der Areuse und der Orbe bevorzugt. Sie besiedelt punktuell einige Orte, wie die steinigen Ufer des Thunersees, aber «ihr Verbreitungsareal ist stark fragmentiert» (Lubini et al. 2012). An den NAWA-Stellen der Areuse wurde sie in den Jahren 2012, 2014 und 2015 beobachtet.

Nemoura minima eine kleine Art, die schon in den jüngeren Stadien bestimmbar ist. Sie bevorzugt saubere kleine bis mittelgrosse Fließgewässer des Juras, der Voralpen und der Alpensüdseite. Im NAWA-Netz ist sie an 10 von 88 Stellen gefunden worden. Gewisse Stellen liegen am Rand des Besiedlungsgebietes und wahrscheinlich in den untersten Bereichen ihrer längszonalen Verbreitung (**Abbildung 5.21**).

Tabelle 5.5 zeigt die Zunahme der Beobachtungen pro Kanton zwischen 2012 und 2015 für eine Auswahl von häufigen und weniger häufigen Arten. Wie bei den Eintagsfliegen erwähnt, ist diese Zunahme in erster Linie auf höhere Anforderungen beim Sortieren der Individuen aus den Proben zurückzuführen (**Tabelle 5.1, Seite 29**). Dieser Effekt ist aber bei den Steinfliegen weniger deutlich.

		IBCH - NAWA - 2012 & 2015 (●) / 2012 (x) / 2015 (+)																							
KANTON		AG	AI	AR	BE	BL	BS	FR	GE	GR	JU	LU	NE	NW	OW	SG	SO	SZ	TG	TI	UR	VD	VS	ZG	ZH
Stellen		8	1	1	13	1	1	2	1	2	5	3	2	1	1	5	3	1	4	3	1	10	4	2	13
Rote Liste																									
ARTEN / PLECOPTERA																									
Arten ↑ 2015 (häufige)																									
Brachyptera risi			●	●	●			+	+		●	●	+			x	●		●	●		●		+	●
Capnioneura nemuroides			●		●			+							x		+					●			
Isoperla grammatica		●	●	●	●			●		x		●	+	+		●	x	●	●		+	x	●		●
Isoperla rivulorum			x		+			+	+	●			+	●				●			●	●	●		
Nemoura flexuosa		●		+	●			x				●	●			●			x			+			●
Rhabdiopteryx neglecta					●					●		+		●				+		●	●	+	●		
Arten ↑ 2015 (wenig häufige)																									
Isoperla obscura	EN								+																
Leuctra nigra					+												+								
Nemoura minima	NT		x		●												+		+						●
Nemurella pictetii					x													+							
Perla marginata	NT										●									x			+		+
Arten ⇨ 2015 (wenig häufige)																									
Besdolus imhoffi	EN										●														
Isoperla carbonaria	NT																				●				
Nemoura avicularis	EN												●												
Protonemura meyeri	VU												●												

Tab. 5.5: PLECOPTERA-Arten, welche eine grosse Schwankung der Abundanzen zwischen den Beprobungen von 2012 und 2015 zeigen. Auszug aus der Datentabelle Arten_EPHEMEROPTERA nach Kanton. Material IBCH-NAWA 2012 und 2015. RL «Rote Liste» Status der Arten: NT=potenziell gefährdet, VU=verletzlich, EN=stark gefährdet, CR=vom Aussterben bedroht. Präsenz: ● 2012 & 2015; x nur 2012; + nur 2015.

Drei bedrohte Arten, die an den NAWA-Stellen zwischen 2011 und 2014 vorhanden waren, sind während der Kampagne von 2015 nicht mehr gefunden worden: *Brachyptera trifasciata* in der Landquart (GR) mit 1 Tier 2012, *Nemoura uncinata* in der Thur (SG) mit 1 Tier 2012, *Taeniopteryx hubaulti* im Necker (SG) mit 2 Tieren 2012 und 1 Tier 2013. Ihre Abwesenheit in den Proben von 2015 könnte durch die schwachen Populationen sowie durch die Phänologie der Arten erklärt werden (z.B. könnte *T. hubaulti* wegen ihres frühzeitigen Schlüpfens (ab März) unserer Beprobung entgangen sein).

Andere Arten waren 2015 deutlich weniger häufig oder gar abwesend. Bei den Steinfliegen sind kleinere im Frühling gefangene Arten nicht immer genügend weit entwickelt, um bestimmbar zu sein (z.B. *Amphinemura sulcicollis*, *A. triangularis*, *Nemoura uncinata*, *N. obtusa*, *N. sinuata*). Für einige Arten sind schlüpfreife Larven für eine sichere Bestimmung notwendig (z.B. *Leuctra rosinae*, *L. inermis*, *L. hippopus*). 2015 konnten nur 28% der sortierten Larven bis auf die Art bestimmt werden. Die nicht auf die Art bestimmbaren Taxa werden bis auf Artenkomplex oder Gattungsniveau bestimmt. Sie verbleiben im restlichen Material und dienen der faunistischen Beschreibung der Stelle.

Die häufigsten Arten der beprobten Stellen waren *Brachyptera risi* (in 42% der 88 Stellen 2015), *Isoperla grammatica* (32%), *Nemoura flexuosa* (18%), *Rhabdiopteryx neglecta* (17%), *Isoperla rivulorum* (14%).

Leuctra geniculata wurde 2012 nicht gemeldet, wurde aber 2015 an vier Stellen gefunden (JU, SO, AG). Diese thermophile Art der mittelgrossen Fliessgewässer des Juras und des östlichen Teils des Mittellandes breitet sich seit einigen Jahren aus, dies wahrscheinlich im Zusammenhang mit der Klimaerwärmung (Vittoz et al. 2011).

Trichoptera

Unter den 53 im NAWA-Projekt zwischen 2011-15 erhobenen Köcherfliegenarten gehört ein Fünftel (11) der Roten Liste der gefährdeten und potenziell gefährdeten Arten der Schweiz an (**Abb. 5.22** und **Tab. 5.6**). Im Jahr 2015 gehörten 25% (10) diesen sensiblen Arten an. Gewisse Arten sind Neunachweise für eine bestimmte geographische Region oder neu für das NAWA-Projekt.

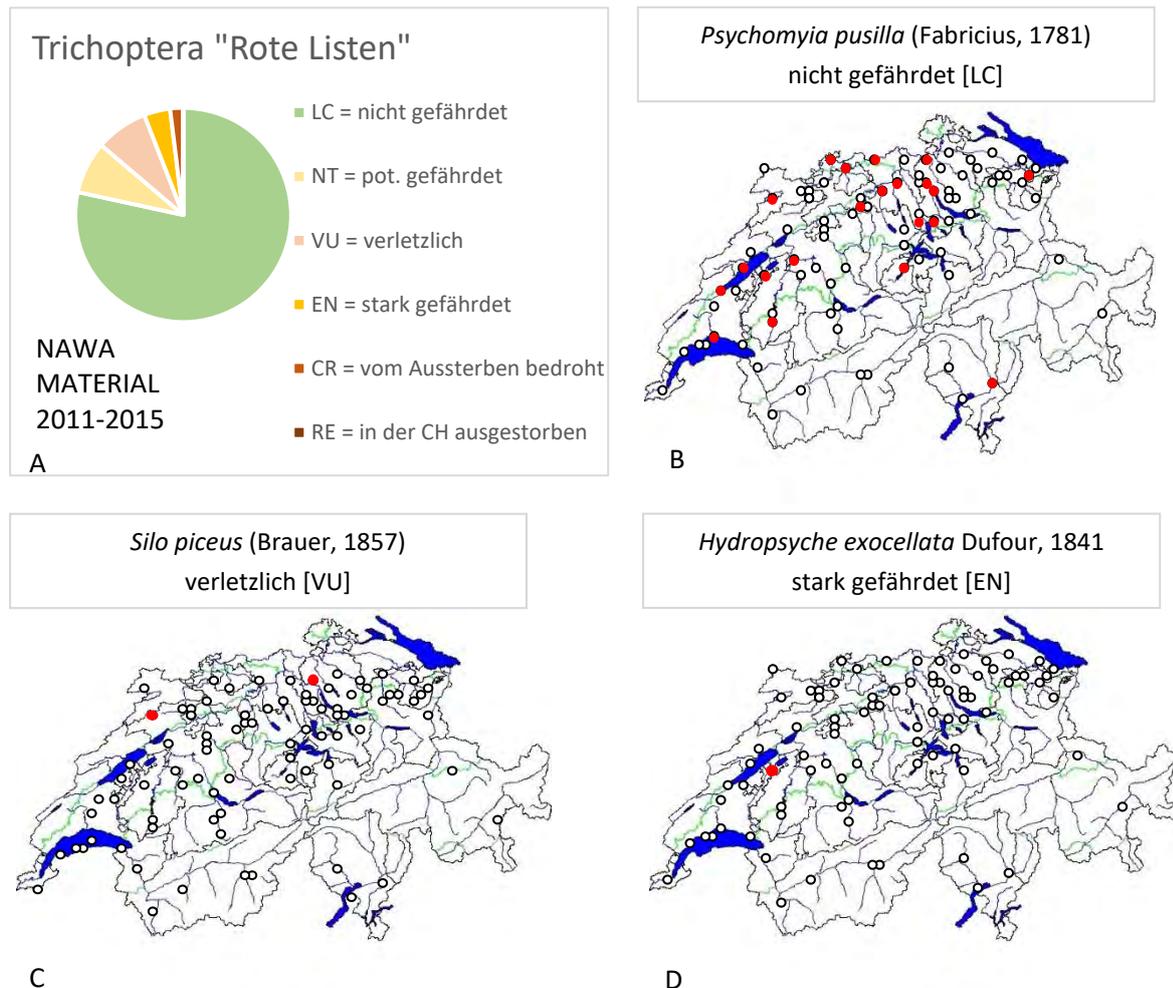


Abb. 5.22: Verteilung der Köcherfliegenarten nach Gefährdungskategorien (A). Fundorte einiger an den NAWA-Stellen beobachteter Köcherfliegenarten: *Psychomyia pusilla* [LC] (B), *Silo piceus* [VU] (C), *Hydropsyche exocellata* [EN] (D). Daten aus der Weiterbestimmung des EPT-Materials der NAWA TREND-Stellen 2011-15.

Zu den besonders bedrohten Arten der 2. Untersuchungsperiode von 2015 zählen: *Silo piceus* [VU] in der Glatt (CH_043_ZH) und *Hydropsyche exocellata* [EN] in der Broye (CH_022_VD) (**Abbildung 5.22**).

Silo piceus besiedelt die stark strömenden Strecken der grossen Schweizer Fließgewässer (Thur, Rhein, Aare, Reuss, Doubs, Sarine) und verschwindet rasch, wenn die Strömung durch den Stau der Kraftwerke verlangsamt ist. Gemäss der Roten Liste der EPT (Lubini et al. 2012), besiedelt

Silo piceus saubere Gewässer. Der Gefährdungsstatus dieser Art [VU] ist durch den Rückgang ihres Verbreitungsareals in den Kantonen FR, BL, BS, SG, VD, VS und ZH gerechtfertigt. Im Jahr 2015 wurde sie zum ersten Mal aus der Zürcher Glatt gemeldet, möglicherweise durch die etwas verbesserte Wasserqualität als Folge der Überleitung von ARA-Abwasser in die Limmat.

		IBCH - NAWA - 2011-2015 (●)																							
KANTON		AG	AI	AR	BE	BL	BS	FR	GE	GR	JU	LU	NE	NW	OW	SG	SO	SZ	TG	TI	UR	VD	VS	ZG	ZH
Stellen		8	1	1	13	1	1	2	1	2	5	3	2	1	1	5	3	1	4	3	1	10	4	2	13
Rote Liste																									
ARTEN / TRICHOPTERA																									
Agapetus fuscipes											●														
Agapetus ochripes		●																							
Agraylea multipunctata											●														
Allogamus auricollis		●	●	●	●			●		●	●	●					●	●		●	●	●	●	●	●
Anabolia nervosa											●						●								●
Athripsodes albifrons																							●		
Ceraclea annulicornis	VU										●														
Chaetopteryx major	VU										●														
Cheumatopsyche lepida											●	●		●	●										●
Drusus annulatus								●															●		
Drusus biguttatus					●																		●		
Ecclisopteryx guttulata	NT				●																				
Ecclisopteryx madida											●														
Ernodes vicinus	NT																								●
Glossosoma-K		●	●		●						●		●										●		●
Glyptotaelius pellucidus																							●		
Halesus radiatus		●			●	●		●			●	●	●			●	●		●	●		●			●
Halesus tessellatus	VU										●														
Hydropsyche angustipennis												●					●					●		●	●
Hydropsyche contubernalis																						●		●	●
Hydropsyche dinarica		●						●			●		●							●		●			●
Hydropsyche exocellata	EN																					●			
Hydropsyche incognita		●									●	●			●							●		●	●
Hydropsyche instabilis		●			●	●		●			●	●	●				●		●			●		●	●
Hydropsyche pellucidula		●			●						●				●			●	●	●				●	●
Hydropsyche siltalai		●			●	●	●				●	●	●			●	●		●			●		●	●
Hydropsyche tenuis			●																	●					
Hydroptila-K		●			●	●		●			●	●	●		●	●	●	●	●	●		●		●	●
Ithytrichia lamellaris	CR										●														
Lepidostoma basale	VU										●														
Lepidostoma hirtum		●			●	●	●				●		●						●						●
Lype reducta	NT					●										●						●			
Melampophylax mucoreus					●																	●			
Micrasema setiferum	EN										●														●
Mystacides azurea		●															●					●			
Neureclipsis bimaculata											●				●										●
Odontocerum albicorne		●			●			●			●	●	●				●		●			●			●
Philopotamus ludificatus																					●				
Plectrocnemia conspersa																									●
Polycentropus flavomaculatus		●				●		●				●	●			●			●	●		●		●	●
Potamophylax cingulatus-K		●	●		●			●			●	●	●			●			●	●		●	●	●	●
Psychomyia pusilla		●			●	●	●						●		●	●				●		●		●	●
Rhyacophila fasciata																							●		
Rhyacophila pubescens					●			●			●												●		
Rhyacophila sensu stricto - K		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Rhyacophila torrentium-K					●					●		●		●						●		●		●	
Rhyacophila tristis		●	●		●						●	●	●				●					●		●	●
Sericostoma-K			●				●	●		●			●				●		●			●		●	●
Silo nigricornis					●							●													
Silo pallipes		●			●																				
Silo piceus	VU										●														●
Tinodes unicolor																	●					●			
Tinodes waeneri																	●					●		●	●
Gesamtzahlen		18	7	2	21	9	5	11	2	4	25	16	15	3	7	8	14	3	11	11	2	29	4	14	23

Tab. 5.6: Zusammenstellung der TRICHOPTERA-Arten des IBCH-NAWA-Materials 2011-15 pro Kanton. RL «Rote Liste» Status der Arten: NT=potenziell gefährdet, VU=verletzlich, EN=stark gefährdet, CR=vom Aussterben bedroht.

Hydropsyche exocellata lebt in den grossen Fliessgewässern des Mittellandes. Gemäss Lubini et al. (2012) ist diese Art nur noch in stark zerstückelten Beständen zu treffen. Auen mit ihren vielfältigen Gewässertypen liefern ihr günstige Larvenhabitate. Der Nachweis in der Aare im Jahr 2011 und dann in der waadtländischen Broye 2015 könnte auf eine allmähliche Wiederbesiedlung des Mittellandes hindeuten.

Unter den zwischen 2011 und 2014 beobachteten gefährdeten Arten können wir *Ithytrichia lamellaris* im Doubs (CH_088_JU) JU und *Micrasema setiferum* in 4 Fliessgewässern von 3 Kantonen (CH_088_JU, CH_076_ZG, CH_042_ZH, CH_050_ZH) vermelden. Diese Arten wurden zwischen 2011 und 2015 an zwei resp. an einer dieser Stellen wiedergefunden (CH_088_JU, CH_076_ZG).

Tabelle 5.7 zeigt die Zunahme der Beobachtungen zwischen 2012 und 2015 für eine Auswahl von häufigen und weniger häufige Arten pro Kanton. Diese Zunahme ist in erster Linie auf höhere Anforderungen beim Sortieren der Individuen aus den Proben zurückzuführen (**Tabelle 5.1, Seite 29**).

		IBCH - NAWA - 2012 & 2015 (●) / 2012 (x) / 2015 (+)																							
KANTON		AG	AI	AR	BE	BL	BS	FR	GE	GR	JU	LU	NE	NW	OW	SG	SO	SZ	TG	TI	UR	VD	VS	ZG	ZH
Stellen		8	1	1	13	1	1	2	1	2	5	3	2	1	1	5	3	1	4	3	1	10	4	2	13
Rote Liste																									
ARTEN / TRICHOPTERA																									
Arten ↑ 2015 (häufige)																									
Allogamus auricollis		x	●	+	●			●		●	x	+	●				+	+		●	+	●	●	+	●
Halesus radiatus		●			●	●			●		●	●	●			●	●		●		●				●
Potamophylax cingulatus-K		+	x		+			+			●	●	+			+			●		+	+	+		+
Rhyacophila sensu stricto - K		●	●	●	●	●	●	●	+	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	+	●	●	●	●
Sericostoma-K			x		●		+	+		+	●	●	●				x		+			●		x	●
Arten ↑ 2015 (wenig häufige)																									
Agapetus fuscipes											+														
Agapetus ochripes		+																							
Ecclisopteryx guttulata	NT				+																				
Ernodes vicinus	NT																								+
Hydropsyche exocellata	EN																						+		
Lepidostoma basale	VU										+														
Lype reducta	NT					+										x							+		
Arten ⇔ 2015 (wenig häufige)																									
Ithytrichia lamellaris	CR										●														
Micrasema setiferum	EN										●													●	●

Tab. 5.7: TRICHOPTERA-Arten, welche eine grosse Schwankung der Abundanzen zwischen den Beprobungen 2012 und 2015 zeigen. Auszug aus der Datentabelle Arten_EPHEMEROPTERA nach Kanton. Material IBCH-NAWA 2012 und 2015. RL «Rote Liste» Status der Arten: NT=potenziell gefährdet, VU=verletzlich, EN=stark gefährdet, CR= vom Aussterben bedroht. Präsenz: ● 2012 & 2015; x nur 2012; + nur 2015.

5.4 Allochthone Arten (Neozoa)

Eingeschleppte oder natürlich eingewanderte allochthone Arten (Neozoa) setzen gegenwärtig die aquatischen Ökosysteme unseres Landes unter Druck. Diese Situation trifft auch in den Fließgewässern zu, wo Neozoa manchmal einen dominanten Bestandteil der vorhandenen Biomasse der benthischen Lebensgemeinschaft ausmachen (Rey et al. 2015). Diese Arten besiedeln schrittweise das Fließgewässernetz aus den Unterläufen der grossen Einzugsgebiete und/oder von zerstreuten Stellen, wo sie eingeschleppt wurden.

Tabelle 5.8 enthält eine Liste der wichtigsten allochthonen Arten (Neozoa), die man heute in den Schweizer Fließgewässern antrifft. Ein Grossteil der Populationen dieser Arten konzentriert sich zurzeit auf die grossen Fließgewässer und entgeht somit den Erhebungen, die im Rahmen der Methode Makrozoobenthos Stufe F durchgeführt werden. Die Überwachungsprogramme NAWA und BDM-EPT werden zukünftig erlauben, den längszonalen Aufstieg der Neozoa im schweizerischen Fließgewässernetz zu verfolgen.

Makrozoobenthos : Neozoa 2012-15			CH - Einzugsgebiete (Präsenz/Absenz)				Stellen (mit Präsenz %)	
Familie	Gattung	Arten	Rhein	Inn	Ticino	Rhone	NAWA 2012	NAWA 2015
Ampharetidae	<i>Hypania</i>	<i>invalida</i>	●	-	-	-	0%	0%
Astacidae	<i>Astacus</i>	<i>leptodactylus</i>	●	-	●	●	0%	0%
Astacidae	<i>Pacifastacus</i>	<i>leniusculus</i>	●	-	-	●	0%	0%
Cambaridae	<i>Orconectes</i>	<i>limosus</i>	●	-	●	●	1%	1%
Cambaridae	<i>Procambarus</i>	<i>clarkii</i>	●	-	●	●	0%	0%
Corbiculidae	<i>Corbicula</i>	<i>fluminalis</i>	●	-	-	-	0%	0%
Corbiculidae	<i>Corbicula</i>	<i>fluminea</i>	●	-	-	●	0%	0%
Corophiidae	<i>Chelicorophium</i>	<i>curvispinum</i>	●	-	-	●	0%	0%
Corophiidae	<i>Chelicorophium</i>	<i>robustum</i>	●	-	-	-	0%	0%
Corophiidae	<i>Chelicorophium</i>	<i>sowinskyi</i>	●	-	-	-	0%	0%
Crangonyctidae	<i>Crangonyx</i>	<i>pseudogracilis</i>	●	-	-	-	0%	2%
Crangonyctidae	<i>Synurella</i>	<i>ambulans</i>	●	-	●	-	0%	0%
Dreissenidae	<i>Dreissena</i>	<i>polymorpha</i>	●	-	●	●	7%	8%
Dreissenidae	<i>Dreissena</i>	<i>bugensis</i>	-	-	-	●	NA	NA
Gammaridae	<i>Dikerogammarus</i>	<i>villosus</i>	●	-	-	●	5%	5%
Gammaridae	<i>Dikerogammarus</i>	<i>haemobaphes</i>	●	-	-	●	0%	0%
Gammaridae	<i>Echinogammarus</i>	<i>ischnus</i>	●	-	-	-	0%	0%
Gammaridae	<i>Echinogammarus</i>	<i>trichiatus</i>	●	-	-	-	0%	0%
Gammaridae	<i>Gammarus</i>	<i>tigrinus</i>	●	-	-	-	0%	0%
Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus</i>	<i>antipodarum</i>	●	-	●	●	24%	25%
Janiridae	<i>Jaera</i>	<i>istri</i>	●	-	-	-	0%	0%
Mysidae	<i>Limnomysis</i>	<i>benedeni</i>	●	-	-	-	0%	0%
Physidae	<i>Haitia</i>	<i>acuta</i>	●	-	●	●	5%	2%
Planorbidae	<i>Gyraulus</i>	<i>parvus</i>	●	-	●	●	0%	0%
Viviparidae	<i>Viviparus</i>	<i>ater</i>	●	-	●	●	0%	0%

Tab. 5.8: Wichtigste in den CH-Gewässern beobachtete invasive Arten (Neozoa) des Makrozoobenthos. Präsenz [●] / Absenz [-] in den grossen EZG und % der durch jede Art besiedelten NAWA-Stellen (Zustand März 2017; gemäss CSCF- und EAWAG-Datenbank, Alther R. & Altermatt F., www.amphipod.ch; Altermatt et al. 2014; keine Angabe [NA]).

Unter den an den NAWA-Stellen vorhandenen Neozoa zählt man drei Krebstiere: *Orconectes limosus*, *Crangonyx pseudogracilis*, *Dikerogammarus villosus*; eine Muschel: *Dreissena polymorpha* und zwei Wasserschnecken: *Potamopyrgus antipodarum*, *Haitia acuta*. Ausser *D. villosus* und *C. pseudogracilis*, die zum ersten Mal Ende der 1990ziger Jahre resp. 2007 gemeldet wurden, kommen alle beobachteten Arten seit mehreren Jahrzehnten in unseren Gewässern vor (Bestimmung der NAWA-Amphipoda durch Roman Alther, EAWAG). *Corbicula sp.* ist in der Schweiz schon sehr weit verbreitet, und es ist eine Frage der Zeit, bis sie in den NAWA-Proben auftauchen wird.

5.5 Qualitätssicherung der Arbeiten

Eine **Qualitätskontrolle (QK)** wurde durchgeführt. Sämtliche Bestimmungen des archivierten Materials der 88 Beprobungen wurden durch eine Zweitperson verifiziert. Der Prozentsatz der Fehlbestimmungen liegt leicht höher (Mittelwert 2,9%, Maximum 19%) als jener der ersten Kampagne von 2012 (Mittelwert 2,5%). Bei den 20 jedes Jahr von einer geringen Anzahl an Bearbeitern untersuchten Stellen sank die Fehlerquote progressiv auf 0,7%. Die QK bewirkte eine Änderung des IBCH-Wertes an 15% der Stellen, was nur in 2% der Fälle zu einer Änderung der Qualitätsklasse der beprobten Stelle führte (**Tabelle 5.9**).

Jahr	Anzahl beprobte Stellen	korrigierte Protokolle	%	falsch best. Taxa. Mittel	falsch best. Taxa. Max.	Änderung IBCH-Werte	Änderung Q-Klasse
2011	20	13	65%	3.2%	9%	25%	10%
2012	96	57	59%	2.5%	23%	11%	5%
2013	20	8	40%	1.5%	7%	0%	0%
2014	20	2	10%	0.4%	3%	0%	0%
2015	88	44	50%	2.9%	19%	15%	2%

Tab. 5.9: Vergleich der Fehlerquote der an die Koordinationsstelle zurückgesandten Laborprotokolle. Material der NAWA TREND-Stellen 2011-15.

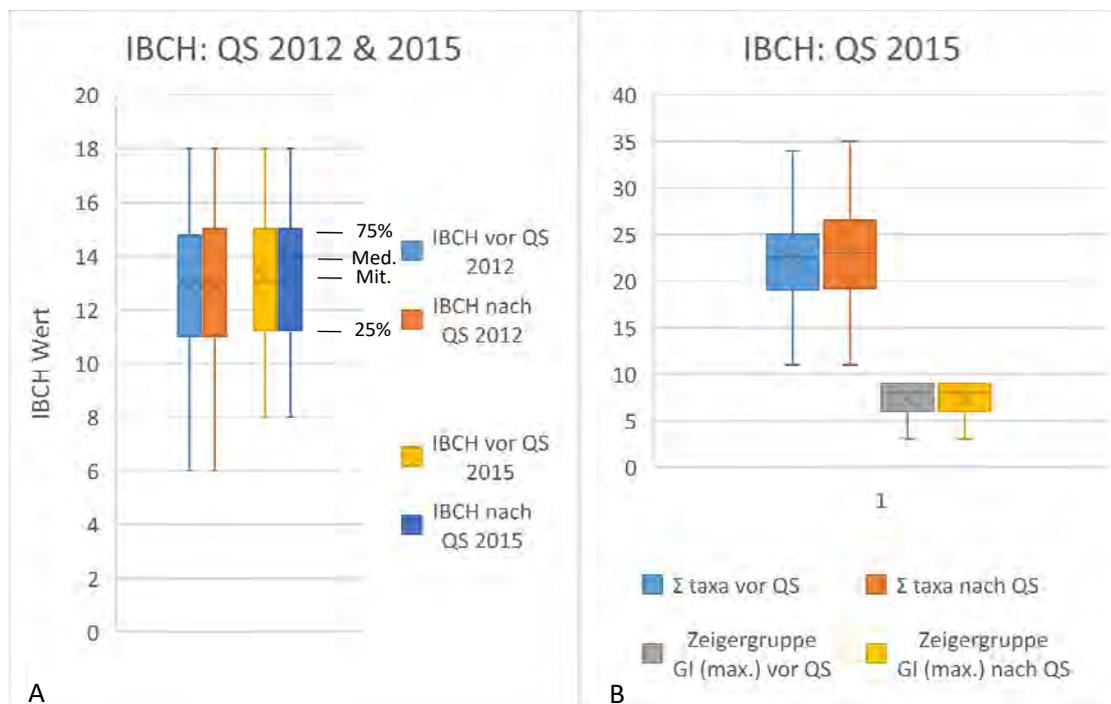


Abb. 5.23: Vergleich der IBCH-Werte, IBCH Taxonomische Diversität (Σt) und Indikatorgruppe (IG) in den der Koordinationsstelle zurückgesandten Laborprotokollen, vor und nach der Qualitätssicherung (QS). Material der NAWA TREND-Stellen 2011-15. **A:** IBCH-Wert. **B:** Werte der taxonomischen Diversität (Σt) und Indikatorgruppe (IG).

Die Fehlerquote der Bestimmungen des gesamten auf IBCH-Niveau bestimmten Materials **2011-2015** liegt unterhalb von 4%, was als gut bezeichnet werden kann (**Abbildung 5.23**). Unter den Bearbeitern (11 Personen) sind grosse Unterschiede erkennbar. Die Fehler beeinflussen hauptsächlich die Gesamtzahl der identifizierten Taxa und somit die Diversitätsklasse (DK). Die 20 Pilotmessstellen wurden 2011-13-14 jeweils von den gleichen 5 Bearbeitern untersucht. Aus den jährlich abnehmenden Fehlerquoten geht hervor, dass die Kenntnisse bzgl. der Fauna der jeweiligen Stellen zunahm. Eine Kontinuität bei den Bearbeitern steigert deren Wissen und ist somit ein Vorteil für die Datenqualität.

Verschiedene Fehlertypen wurden bei der Qualitätskontrolle festgestellt:

- Fehler bei der Dateneingabe in das Laborprotokoll (Bestimmung richtig);
- Fehler bei der Übertragung oder Vergesslichkeit (Bestimmung richtig);
- Falsch identifizierte aquatische Taxa (Fehlbestimmung);
- Terrestrische Taxa (Uferfauna) als aquatisch identifiziert (Fehlbestimmung);
- Anzahl der konservierten Taxa höher als die auf dem Protokoll angegebenen (Taxa übersehen) mit Einfluss auf die Indikatorgruppe (IG);
- Verschiedene Fehler beim Ausfüllen der Protokolle (ID, Koordinaten, falsche Anzahl der konservierten Tiere);
- Verwechslung der Proben, festgestellt durch die unwahrscheinliche Anwesenheit einer Art an der untersuchten Stelle und Analyse des Probenahmezeitplanes (Verfälschung einer Probe durch im IBCH-Netz verbliebene Tiere aus der vorangegangenen Probenahme).

Die erhaltene Fehlerquote liegt deutlich tiefer als jene, die in der Publikation von Haase et al. 2010 mit > 30% angegeben wird. Dieser Unterschied kann unter anderem durch die zum Teil grössere Bestimmungstiefe in den EU-Ländern (Bestimmung auf Gattungs- und Art-Niveau) erklärt werden.

Sortiertechnik: Es gibt keine verfügbaren Detailangaben über die durch die verschiedenen Bearbeiter durchgeführten Sortiertechniken im Labor (Aussieben der Probe, Untersuchung von Teilproben, Vergrösserungsfaktor und Qualität der Optik, Qualität der Beleuchtung, Erfahrung). Es ist anzunehmen, dass die Bearbeiter die Sortiertechnik der Methode Makrozoobenthos Stufe F ihren Gewohnheiten und den Eigenschaften des beprobten Substrats anpassen. Im Rahmen des NAWA-Projekts wurde keine Qualitätskontrolle des Restmaterials durchgeführt. Diese Kontrolle, die von Zeit zu Zeit im Rahmen des BDM-EPT-Projekts unternommen wurde, liefert wertvolle Informationen über die Effizienz der Sortiertechnik (s. § 6 Empfehlungen).

Die Zunahme der faunistischen Daten in der 2. Untersuchungsperiode von 2015 nach Steigerung der Anforderungen an die aus den Proben auszusortierenden Tiere zeigt die Wichtigkeit einer besseren Standardisierung der Laborarbeiten auf.

Konservierungszustand und Beschriftung der Proben: Der allgemeine Zustand der für das Museum archivierten Ethanolsammlungen sowie ihre Beschriftung wird als gut bewertet. Der Gebrauch von vereinheitlichtem Verbrauchsmaterial (Plastik- und Glasröhrchen usw.) hat das Handling während der verschiedenen Arbeitsschritte stark vereinfacht.

6. EMPFEHLUNGEN

Folgende Empfehlungen betreffen vor allem die Auswahl der Stellen und die im Rahmen von NAWA TREND Biologie, Teil Makrozoobenthos, angewandte Methodologie. Sie richten sich sowohl an die vom BAFU wie auch an die von den Kantonen beauftragten Bearbeiter. Gewisse wichtige Empfehlungen wurden schon während der 1. Untersuchungsperiode 2011-14 erläutert, sie werden nachfolgend zusammenfassend wiederholt. Ein Teil der im Anschluss aufgeführten Hinweise wurde schon in den Zwischenberichten zu den Meilensteinen M1, M2 und M3 der 2. Untersuchungsperiode 2015 aufgeführt (AquaPlus AG & Aquabug 2015a, AquaPlus AG & Aquabug 2015b, AquaPlus AG & Aquabug 2016). Zusammen mit den untenstehenden Ergänzungen soll dieser Empfehlungskatalog zur Optimierung des NAWA TREND-Programmes dienen.

6.1 Messstellen

Das aktuelle Messstellennetz von 88 Stellen hat sich bewährt. Die Stellen können alle beprobt werden; mit wenigen Ausnahmen auch im vorgeschriebenen Zeitfenster. Gewisse Stellen benötigen aus hydrologischen Gründen eine zeitliche Vorverschiebung.

An folgenden Stellen wurden die Beprobungen wegen des Risikos einer früh eintretenden Schnee- und Gletscherschmelze in die Pufferperiode von Februar vorverschoben: Landquart bei Felsenbach GR (CH_95_GR), Reuss in Luzern (CH_14_LU), Kleine Emme in Littau-Reussbühl (CH_93_LU), Muota in Ingenbohl (CH_100_SZ). Bei diesen Stellen sollte die Beprobung so spät wie möglich erfolgen. Ein **verfrühtes Beprob** verringert die Aussagekraft des bis zur Art bestimmten EPT-Materials wegen schlechterer Bestimmbarkeit der Larven (z.B. bei den Steinfliegenlarven s. § 5.3 Plecoptera).

Die Stellen Inn bei S-chanf (CH_91_GR) und Doubs in Ocourt JU (CH_88_JU) mussten wegen hydrologisch ungünstigen Bedingungen in die Pufferperiode von April verschoben werden (+4 Tage für die Stelle CH_88_JU).

Die Stellen Doubs bei Ocourt JU (CH_88_JU) und Suze bei Biel (CH_094_BE) erfordern eine Seilsicherung vom Ufer aus. Sie liegen an der Machbarkeitsgrenze der Methode.

Zwei Stellen wurden leicht verschoben: Die Kleine Emme bei Littau (CH_093_LU) musste wegen einer langzeitigen Baustelle im Flussbett flussaufwärts verschoben werden. Die Stelle Jona bei Rüti ZH (ID 48) wurde im Jahr 2015 am richtigen Ort beprobt, während die Probenahme 2012 irrtümlicherweise an der falschen Stelle durchgeführt worden war.

6.2 IBCH Methode – Feldarbeiten

Die Anwendung der IBCH-Methode gemäss Handbuch «Makrozoobenthos Stufe F» (Stucki 2010), die Organisation von Kickoff-Veranstaltungen für die Weiterbildung der Bearbeiter sowie die laufende Integration neuer Bearbeiter in ein Team erfahrener Leute (gemäss Modell Projekt BDM-EPT) stellen drei wesentliche Elemente zur Sicherung der Qualität der erhobenen Daten dar.

Folgende zusätzliche Massnahmen sollten in den nächsten Kampagnen angewendet werden:

- Einrichten einer Hotline für die Bearbeiter zur Unterstützung bei der Durchführung der Feld- und Laborarbeiten (gemäss Modell des BDM-EPT-Projektes 2017*).
- Laufende Ergänzung der Informationen zur Sicherheit der Bearbeiter und Integration dieser Informationen in die MZB_NOT-Blätter. Die Informationen über den Zugang zu den Standorten und die damit verbundenen Risiken, einschließlich der Wasserkraft, müssen nach jeder Feldsaison protokolliert und für die nächste verfügbar sein.
- Gemeinsamer Einkauf des Verbrauchs- und Archivierungsmaterials, um das Handling und die Archivierung der Proben zu erleichtern (=> Vereinheitlichung des Materials durch den Auftraggeber gefordert).
- Vorbereitung der Feld- und Laborprotokolle sowie der Standard-Etiketten mit vorgegebenen Daten für jede NAWA-Stelle (modifizierbar nach Vorlage gemäss Modell des BDM-EPT Projektes 2017*).
- Zusammenstellung aller Feld- und Laborprotokolle anhand eines automatisierten Verfahrens (gemäss Modell des BDM-EPT-Projektes 2017*).

6.3 IBCH-Methode – Laborarbeiten und Archivierung

Alle im Folgenden erläuterten Punkte haben sich während der Kampagne 2015 sehr gut bewährt und sollten bei künftigen Untersuchungen beibehalten werden: 1) die systematische Qualitätskontrolle der IBCH-Bestimmungen; 2) die Weiterbestimmung und Archivierung der EPT-Familien bis auf Artniveau; 3) die standardisierte Datenübertragung und Lieferung der Belegsammlung an das SZKF resp. an das MZL.

Aus Interviews mit den Projektbearbeitern ging hervor, dass im Handbuch der Methode «Makrozoobenthos Stufe F» (Stucki 2010) gewisse Aspekte des Labor- und Sortierablaufs ungenügend klar definiert sind. Folgende Anpassungen werden empfohlen:

- Dokumentieren der erforderlichen Qualität der verwendeten Laborausrüstungen bei den Auftragnehmern und kantonalen Labors, allenfalls Modernisierung des verwendeten Materials.
- Dokumentieren des Sortierablaufes mit klar definierten Varianten bezüglich einiger typischerweise auftretender Probleme (z.B. Vorhandensein von Algen oder Massenaufreten gewisser Taxa in den Proben).
- Einbezug der Labor-Aspekte (Sortieren und Bestimmen) während der Kickoff-Tagung zum Start der neuen Untersuchungskampagne, Förderung des Besuchs von Weiterbildungsanlässen.
- Einführung einer Qualitätskontrolle des von den Bearbeitern konservierten Restmaterials nach dem Zufallsprinzip (gemäss Modell BDM-EPT 2017*⁸).

⁸ BDM-EPT 2017*: Auftragnehmerin Biodiversitäts-Monitoring Schweiz, 2017: Anleitung für die FeldbearbeiterInnen zum Indikator «Z9-Gewässerinsekten». <http://www.biodiversitymonitoring.ch>

6.4 IBCH Methode – Berechnung der Indizes auf Stufe Familie

Um die im Kapitel 5 beschriebenen erforderliche Anpassungen der IBCH- und SPEAR-Indizes durchzuführen, wird Folgendes empfohlen:

- Festlegung eines Zeitplans für die Datenanalyse der in MIDAT eingetragenen Erhebungen, um den IBCH-Index und seine Qualitätsklassen an die besonderen Eigenschaften des Schweizer Gewässernetzes anzupassen. Diese Arbeit soll sich auf die wichtigsten Einflussparameter im Gewässersystem stützen (Abflussregime, Gefälle, Meereshöhe, Biogeographische Regionen, usw...). Dafür werden vor allem NAWA TREND und BDM-EPT als Basisdaten verwendet.
 - Anpassungen der Berechnung des IBCH gemäss den in NAWA TREND durchgeführten Voruntersuchungen:
 - Gewichtung nach maximal vorhandener Taxavielfalt, welche in den verschiedenen Gewässertypen natürlicherweise anzutreffen ist (Bedarf an Datensätzen aus wenig beeinflussten Referenzstellen).
 - Neubewertung der Taxa, die in den CH-Gewässern zu einer Überbewertung des IBCH-Wertes führen. Es handelt um einige Arten/Gattungen, die einer sensiblen Indikatorfamilie angehören (IG), die aber eine breite geographische und längszonale Verteilung haben und relativ tolerant sind: *Odontocerum albicorne*, *Brachyptera risi*, *Lepidostoma hirtum*, *Rhyacophila sp.*.
- NB: Diese Arbeit, basierend auf den archivierten Taxalisten, führt nur zu einer Änderung der Berechnungsformel. Ältere Datensätze, deren faunistische Liste archiviert wurden, können jederzeit neu berechnet werden, was das Erhalten der Zeitreihen garantiert.
- Kalibrierungsarbeiten am SPEAR-Index in allen Landesteilen mit Vorschlag für die Bestimmung von zuverlässigen Grenzwerten, mit denen die Qualitätsanforderungen der GSchV erfüllt werden.

6.5 IBCH-Methode – Entwicklung der Indizes auf Artenstufe

Die gesammelten NAWA-Daten könnten schon heute für eine quantitative und qualitative Beurteilung der Vielfalt und Zusammensetzung der EPT-Arten/Taxa genutzt werden mit dem Ziel, Grenzwerte für die Qualitätsanforderungen gemäss GSchV festzulegen. In Zukunft sollte die Bewertung mittels IBCH mit einem Index auf Artniveau ergänzt werden.

Dank der Weiterbestimmung des IBCH-Materials auf Artniveau werden die ökologischen Merkmale der Arten für die Bioindikation verfügbar. In diesem Zusammenhang bieten die Daten aus den NAWA- und BDM-EPT-Projekten eine Grundlage für die Entwicklung eines Moduls Makrozoobenthos Stufe S. Das Modul Stufe S bezieht sich auf die Analyse einer Auswahl an Gewässern, die im gesamten Gewässersystem eine gewisse Homogenität aufweisen.

7. FAZIT

Die Bilanz der 2. Kampagne des NAWA TREND-Projektes von 2015 fällt positiv aus, sowohl für das Makrozoobenthos wie auch für den Äusseren Aspekt. Alle vorgesehenen Aufgaben konnten wie geplant durchgeführt werden.

Wie bereits 2012 konnten die **Felderhebungen** mit der Methode Makrozoobenthos Stufe F auch 2015 reibungslos durchgeführt werden. Damit konnten 88 Standorte im unteren Bereich mittelgrosser Einzugsgebiete methodisch korrekt untersucht werden. An zwei Stellen wurde eine zusätzliche Sicherheitsausrüstung benötigt (Sicherung vom Ufer aus mit Seil und Klettergurt). Zwei Stellen (CH_093_LU und CH_048_ZH) mussten ohne bemerkbaren Einfluss auf die Resultate leicht verschoben werden. Bei fünf Stellen wurde die Beprobung in die Pufferperiode vor dem empfohlenen Erhebungsfenster vorverschoben. Dies erfolgte hauptsächlich wegen frühzeitig eintretender Schnee- und Gletscherschmelze. Der Effekt dieser Verschiebungen war vor allem eine schlechtere Bestimmbarkeit der Larven bei der Weiterbestimmung.

Die **Laborarbeiten** konnten termingerecht und ohne besondere Probleme durchgeführt werden. Die Fehlerquote der Bestimmungen (< 3%) kann als sehr gut bezeichnet werden und liegt innerhalb des festgelegten Toleranzbereichs. 2015 wurden die Sortieranforderungen gesteigert (Erhöhung Anzahl von zu archivierenden Tieren), was sich positiv auf die Anzahl der nachgewiesenen Arten pro Standort auswirkt hat. Ein zusätzlicher Aufwand zur Vereinheitlichung der Laborarbeiten mit Verzicht auf Sortieren von Teilproben (aktuell selten durchgeführt) ist notwendig.

Der Ablauf der **Archivierungs- und Weiterbestimmungsarbeiten** des IBCH- und EPT-Materials, seine Archivierung im Musée zoologique von Lausanne und die Übergabe der elektronischen Daten an das BAFU und an das SZKF (DB MIDAT) verlief bestens. Die Termine der verschiedenen Arbeitsetappen konnten eingehalten werden.

Mit den berechneten **IBCH-Werten** werden 58 (65%) der 88 untersuchten Stellen als gut bis sehr gut eingestuft, dagegen weisen 30 Stellen Werte auf, die als mässig (31%) bis unbefriedigend (2%) beurteilt werden. Anhand der berechneten **SPEAR_{pesticides}** (**SPE**Cies **A**t **R**isk)-Werte werden 65 (74%) der untersuchten Stellen mit einem Wert >33 der Qualitätsklasse gut bis sehr gut und 23 Stellen (26%) der Qualitätsklasse mässig bis unbefriedigend zugeordnet. Ferner werden 87% der Stellen mit einem sehr guten SPEAR_{pesticides}-Index (Wert >44) bewertet. Diese weisen gleichzeitig auch einen guten bis sehr guten IBCH-Index auf. Der SPEAR_{pesticides} ist ein Index, der als Indikator für die Belastung des Makrozoobenthos durch Schadstoffe entwickelt wurde.

TREND: Im Vergleich zur ersten Untersuchungsperiode (Jahr 2012) ist beim **IBCH-Indexwert** eine leichte Tendenz zur Verbesserung ersichtlich. Beim **SPEAR_{pesticides}** zeigt sich im Gegenteil eher eine Tendenz zur Verschlechterung. In beiden Fällen sind die in einem Abstand von drei Jahren beobachteten Unterschiede nicht signifikant und können auch auf natürlichen Schwankungen der Lebensgemeinschaften beruhen.

Eine **Weiterbestimmung** der EPT-Familien (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera), welche die sensitiven Arten beinhalten, **bis auf Artniveau** erlaubte es, 120 Arten zu identifizieren (E=40, P=30, T=50), von denen 20% den Roten Listen der gefährdeten und potenziell gefährdeten Arten der Schweiz angehören (Status «potenziell gefährdet» [=NT] bis «vom Aussterben bedroht» [=CR]). Der Bestimmungsablauf ist identisch mit demjenigen des Biodiversitätsmonitorings Schweiz (BDM), was die Daten der beiden Programme kompatibel für zukünftige Analysen macht.

8. LITERATUR

- AFNOR 2004: NF T 90-350. Qualité de l'eau. Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). 48 pp.
- Altermatt F. et al. 2014: Diversity and distribution of freshwater amphipod species in Switzerland (Crustacea: Amphipoda). PLoS ONE 9(10)
- AquaPlus AG & PhycoEco 2014: Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA). NAWA TREND Biologie 2011-2013, Teil Diatomeen Fachbericht, Bericht im Auftrag des BAFU, Bundesamt für Umwelt, Bern, 54 Seiten.
- AquaPlus AG & Aquabug 2015a: Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität NAWA – TREND Biologie. Los 2: MZB & DIA. Meilenstein M1: Zwischenbericht vom 8. März 2015, 18 Seiten.
- AquaPlus AG & Aquabug 2015b: Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität NAWA – TREND Biologie. Los 2: MZB & DIA. Meilenstein M2: Zwischenbericht vom 26. November 2015, 14 Seiten.
- AquaPlus AG & Aquabug 2016: Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität NAWA – TREND Biologie. Los 2: MZB & DIA. Meilenstein M3: Zwischenbericht vom 14. Juni 2016, 50 Seiten.
- Beketov M.A. & Liess M. 2008: An indicator for effects of organic toxicants on lotic invertebrate communities: Independence of confounding environmental factors over an extensive river continuum. *Environmental Pollution* 156: 980–987.
- Binderheim E., Göggel W. 2007: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Äusserer Aspekt. Bundesamt für Umwelt, Bern, Umwelt-Vollzug Nr. 0701, 43 Seiten.
- BAFU 2013: NAWA – Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität. Konzept Fliessgewässer. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1327: 72 S.
- Eiseler B. 2010: Taxonomie für die Praxis. Bestimmungshilfen – Macrozoobenthos (1). LANUV-Arbeitsblatt 14. 181 p.
- Haase P. 2010: EU Water Framework Directive monitoring program: human error greatly lowers precision of assessment results. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 2010, 29(4):1279–1291.
- 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.
- Liess M., Schäfer R., Schriever C., 2008: The footprint of pesticide stress in communities - species traits reveal community effects of toxicants. *Science of the Total Environment*, 406, 484-490.
- Lubini V., Knispel S., Sartori M., Vicentini H., Wagner A. 2012: Rote Listen Eintagsfliegen, Steinfliegen, Köcherfliegen. Gefährdete Arten der Schweiz, Stand 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern, und Schweizer Zentrum für die Kartographie der Fauna, Neuenburg. Umwelt-Vollzug Nr. 1212: 111 S.
- Rey P., Mürle U., Ortlepp J., Werner S., Hesselschwerdt J., Unger B. 2015: Koordinierte Biologische Untersuchungen im Hochrhein 2011/12. Makroinvertebraten. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1522: 130 S.
- Schaffner M., Pfandler M., Göggel W. 2013: Fliessgewässertypisierung der Schweiz. Eine Grundlage für Gewässerbeurteilung und -entwicklung. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1329: 63 S.
- Stucki P. 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrozoobenthos Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026: 61 S.
- Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Usseglio-Polatera P. 2010: Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie. CNRS Editions. 607 p.
- Vittoz P., Cherix D., Gonseth Y., Lubini L., Maggini R., Zbinden N. & Zumbach S. 2011: Les changements climatiques. In: Lachat T., Pauli D., Gonseth Y., Klaus G., Scheidegger C., Vittoz P., Walter T. (Red.) . Evolution de la biodiversité en Suisse depuis 1900: Avons-nous touché le fond? Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. p. 350-377.
- Vittoz P., Walter T., (Red.). Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. S. 350-377.

9. GLOSSAR

Äusserer Aspekt	Unter dem Begriff «Äusserer Aspekt» werden diejenigen Parameter zusammengefasst, welche der Beurteilung der in der Gewässerschutzverordnung unter Anhang 2 aufgeführten Anforderungen dienen. Es sind dies die Parameter Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch, Eisensulfid, Kolmation, Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung, Abfälle sowie heterotropher Bewuchs (Binderheim & Göggel 2007).
BDM-EPT	Biodiversitätsmonitoring der aquatischen Insekten der Schweiz. Dieses Programm überwacht mehr als 500 Gewässerstellen, die nach der IBCH-Methode mit Artenbestimmung der EPT-Gruppen in einem Zyklus von 5 Jahren untersucht werden.
Bestimmer	Bearbeiter, der beauftragt ist, die IBCH-Proben im Labor zu sortieren und bis auf das Familienniveau zu bestimmen, und/oder Bearbeiter, der die auf Familienniveau bestimmten Tiere bis auf das Artniveau weiterbestimmt.
EPT-Taxon	Art oder höheres Taxon (z.B. Gattung, Familie), welche den aquatischen Insekten der Ordnungen der Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera angehören.
IBCH	Der IBCH oder Indice Biotique CH bezieht sich auf die Untersuchung des Makrozoobenthos (Wirbellose der Gewässersohle), um die biologische Qualität eines Gewässers zu bestimmen. Der Index mit einem Wert von 0 bis 20 basiert auf der An-/Abwesenheit von gewissen verschmutzungsempfindlichen (z.B. Steinfliegen) oder verschmutzungsresistenten Bioindikatoren, in Kombination mit der Vielfalt der vorhandenen Taxa (Stucki 2010).
IBCH Aufnahmeraster	Vorgegebene Matrix (Klassierung) aus Fließgeschwindigkeit und Substrat, die zur Definition der Haupt-Lebensräume nach IBCH dient. Die Kombinationen aus Fließgeschwindigkeit und Substrat aus der Matrix, die innerhalb der Aufnahmefläche mehr als 1% Deckung einnehmen, werden als sogenannte Hauptpaare bezeichnet und mit mindestens einer Probestelle versehen (Stucki 2010).
Makrozoobenthos	Makrozoobenthos bezieht sich auf die vom blossen Auge sichtbaren Wirbellosen der Gewässersohle.
MSK Methoden	Methoden des Modul-Stufe-Konzeptes: www.modul-stufen-konzept.ch .
Operator	Bearbeiter, der beauftragt ist, eine IBCH-Beprobung im Feld durchzuführen und diese mit nicht denaturiertem Ethanol zu fixieren.
Zeitfenster	Zeitliches Fenster, während dem eine IBCH-Beprobung durchgeführt werden muss. Die IBCH-Methode bestimmt 5 Zeitfenster, die sich je nach Höhenlage der Stelle von März bis Juni erstrecken (Abbildung 4 und Stucki 2010).

10. ABKÜRZUNGEN UND FORMELN

Σf_{EPT}	Gesamtzahl der EPT-Familien
Σt	Taxonomische Diversität, Summe der IBCH-Taxa
ABWAMNG / Q347 * 100	Prozentanteil Abwasser im Vorfluter bei Niedrigwasser
ARA	Abwasserreinigungsanlage (Kläranlage)
BDM-EPT	Programm des Biodiversitätsmonitorings der aquatischen Insekten der Schweiz, das in einem 5 Jahres Zyklus mehr als 500 Gewässerstellen untersucht
DI-CH	Diatomeenindex der Schweiz
DK	Diversitätsklasse, die von der taxonomischen Diversität IBCH Σt abgeleitet wird
EPT	Abkürzung, die alle aquatischen Insekten folgender 3 Ordnungen beinhaltet: Ephemerer, Plekopteren, Trichopteren
FLOZ	Flussordnungszahl (gemäss Strahler)
GVE	Grossvieheinheiten pro km ²
IBCH	Vom franz. IBGN abgeleitet, basiert auf Diversitätsklassen der IBCH-Taxa [DK] und auf der Anwesenheit von Indikatoren [IG]:

$$\text{IBCH} = \text{IG} + \text{DK} - 1; \text{ mit } \text{IBCH} < 21$$

Basierend auf dem MZB bewertet dieser Index die biologische Qualität eines Fließgewässers und integriert sowohl seinen ökomorphologischen Zustand wie auch die Beeinträchtigungen des natürlichen Abflussregimes oder der allgemeinen Wasserqualität

IG	Indikatorgruppe der sensiblen IBCH-Taxa (Familie mit dem höchsten Wert in der beobachteten faunistischen Liste)
MIDAT	Datenbank, welche die kantonalen und nationalen IBCH-Daten zentralisiert
MQ	Mittlerer jährlicher Abfluss
MZB	Makrozoobenthos
N	Anzahl
NAWA	Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität (Netz und Programme)
Q ₃₄₇	Statistisch bestimmte Niedrigwassermenge, die während 347 Tagen pro Jahr erreicht oder überschritten wird (Abflussmenge, die zu 95% erreicht oder überschritten wird resp. in 5% der Fälle nicht erreicht wird)
QS	Qualitätssicherung
SPEAR	Qualitätsklasse SPEAR ⁹
Spear _{pesticides}	Zu Beginn als Stressindikator gegenüber landwirtschaftlichen Pestiziden optimiert, deuten aktuelle Untersuchungen darauf hin, dass der SPEAR _{pesticides} auch die Beeinträchtigungen eines breiteren Spektrums von Mikroverunreinigungen, unter anderem auch der Arznei- und Pflegemittel, aufzeigen kann
SZKF	Schweizerisches Zentrum für die Kartografie der Fauna
Zuverlässigkeit IBCH	Bewertet die Zuverlässigkeit des Index, indem eine Familie der höchsten Indikatorgruppe der Faunenliste entfernt wird

⁹ <http://www.systemecology.eu/spear/spear-calculator/>

ANHANG

A1 Datentabelle Makrozoobenthos IBCH und SPEAR_{pesticides}, Kampagne 2015

A2 Datentabelle EPT-Arten, Periode 2011-2015

A1 Datentabelle Makrozoobenthos IBCH und SPEAR_{pesticides}, Kampagne 2015

Stellen	Tag	Monat	Jahr	Gewässer	Kt	Höhe	Σ Taxa	Taxa Varietät VT	Indikator G GI (max.)	IBCH Wert	SPEAR Wert	Auftrag
CH_002_BS	17	3	2015	Birs, Birskopf	BS	250	20	6	7	12	36.2	OFEV
CH_007_BE	9	3	2015	Emme, Gerlafingen	BE	444	22	7	9	15	46.6	OFEV
CH_009_SO	17	3	2015	Limpach, Kyburg	SO	464	21	7	3	9	26.1	OFEV
CH_011_SO	17	3	2015	Lüssel, Breitenbach	SO	390	25	8	9	16	46.8	OFEV
CH_012_OW	17	3	2015	Sarneraa, Kägiswil	OW	461	27	8	7	14	34.2	OFEV
CH_014_LU	18	2	2015	Reuss, Luzern Seeauslauf	LU	430	19	6	3	8	25.8	OFEV
CH_015_VS	14	3	2015	Rhône, Brig	VS	659	19	6	9	14	60.3	OFEV
CH_016_VS	14	3	2015	Vispa, Visp	VS	650	12	4	9	12	60.4	OFEV
CH_017_VS	11	3	2015	Rhône, Sion	VS	489	15	5	9	13	52.6	OFEV
CH_018_VS	11	3	2015	Drance, Martigny	VS	495	14	5	7	11	45.4	OFEV
CH_020_VD	9	3	2015	Venoge, Les Bois	VD	384	30	9	4	12	22.3	VD
CH_021_VD	16	3	2015	Thièle, Yverdon	VD	432	40	11	8	18	26.5	VD
CH_022_VD	17	3	2015	Broye, Domdidier	VD	440	30	9	7	15	38.9	VD
CH_023_SG	10	3	2015	Steinach, Mattenhof	SG	409	19	6	7	12	38.2	OFEV
CH_025_SG	10	3	2015	Sitter, Leebrugg	SG	535	11	4	7	10	43.9	OFEV
CH_026_SG	10	3	2015	Thur, Golfplatz	SG	475	20	6	9	14	61.0	OFEV
CH_027_SG	10	3	2015	Necker, Letzi	SG	560	20	6	9	14	61.8	OFEV
CH_028_SG	10	3	2015	Glatt, Buechental	SG	495	21	7	9	15	46.8	OFEV
CH_032_AG	17	3	2015	Pfaffnern, Rothrist	AG	405	34	10	8	17	31.0	AG
CH_033_AG	12	3	2015	Wyna, Suhr	AG	400	24	7	4	10	22.4	AG
CH_034_AG	12	3	2015	Bünz, Möriken	AG	380	21	7	4	10	23.8	AG
CH_035_AG	17	3	2015	Surb, Döttingen	AG	335	25	8	4	11	30.5	AG
CH_036_AG	17	3	2015	Sissle, Eiken	AG	310	32	9	8	16	44.0	AG
CH_039_AG	17	3	2015	Suhre, Suhr	AG	380	24	7	6	12	29.0	AG
CH_040_ZH	9	3	2015	Limmat, Hönggersteg	ZH	397	21	7	5	11	35.3	ZH
CH_041_ZH	11	3	2015	Töss, Freienstein	ZH	358	25	8	9	16	58.4	ZH
CH_042_ZH	9	3	2015	Sihl, Sihlhölzli	ZH	410	28	8	7	14	41.6	ZH
CH_043_ZH	10	3	2015	Glatt, Rheinsfelden	ZH	339	23	7	6	12	32.5	ZH
CH_044_ZH	10	3	2015	Glatt, Abfluss Greifensee	ZH	436	23	7	4	10	21.1	ZH
CH_045_ZH	10	3	2015	Aabach, Mönchaldorf	ZH	440	23	7	7	13	37.8	ZH
CH_046_ZH	10	3	2015	Aa, Niederuster	ZH	441	15	5	5	9	36.0	ZH
CH_047_ZH	23	3	2015	Reppisch, Dietikon	ZH	385	23	7	5	11	33.2	ZH
CH_048_ZH	24	3	2015	Jona, Rüti	ZH	428	27	8	9	16	48.6	ZH
CH_049_ZH	11	3	2015	Furtbach, nach ARA Otelfingen	ZH	420	16	5	4	8	17.3	ZH
CH_050_ZH	11	3	2015	Thur, Andelfingen	ZH	359	21	7	9	15	52.0	ZH
CH_054_FR	15	4	2015	Sionge, Vuippens	FR	684	25	8	7	14	39.6	OFEV
CH_056_BE	9	4	2015	Engstlige, ob. Frutigen	BE	810	19	6	9	14	71.4	OFEV

A1 Datentabelle Makrozoobenthos IBCH und SPEAR_{pesticides}, Kampagne 2015 (Fortsetzung)

Stellen	Tag	Monat	Jahr	Gewässer	Kt	Höhe	Σ Taxa	Taxa Varietät VT	Indikator G GI (max.)	IBCH Wert	SPEAR Wert	Auftrag
CH_058_BE	7	3	2015	Chise, ob. Oberdiessbach	BE	616	28	8	7	14	38.2	OFEV
CH_059_BE	7	3	2015	Gürbe, vor Mündung in Aare	BE	511	29	9	7	15	36.1	OFEV
CH_060_BE	8	3	2015	Sense, Thörishaus	BE	549	24	7	9	15	61.7	OFEV
CH_062_BE	7	3	2015	Urtenen, bei Schalunen	BE	486	23	7	7	13	33.5	OFEV
CH_063_BE	18	3	2015	Langete, Mangen, vor Rot	BE	449	23	7	7	13	29.2	OFEV
CH_065_ZH	9	3	2015	Sihl, Hütten	ZH	687	23	7	9	15	64.0	ZH
CH_066_ZH	11	3	2015	Töss, Rämismühle (Zell)	ZH	530	24	7	9	15	70.2	ZH
CH_067_BL	17	3	2015	Ergolz, Augst	BL	261	23	7	5	11	33.1	OFEV
CH_068_JU	16	3	2015	Sorne, Delémont	JU	410	31	9	7	15	40.3	OFEV
CH_069_JU	16	3	2015	Scheulte, Vicques	JU	465	31	9	8	16	50.5	OFEV
CH_070_TG	13	3	2015	Murg, Frauenfeld	TG	391	23	7	4	10	31.7	OFEV
CH_071_TG	13	3	2015	Lauche, Matzingen	TG	445	23	7	7	13	31.6	OFEV
CH_072_TG	13	3	2015	Chemmenbach, Märstetten	TG	419	27	8	9	16	46.1	OFEV
CH_073_TG	10	3	2015	Salmsacher Aach, Salmsach	TG	410	20	6	6	11	30.7	OFEV
CH_074_NW	17	3	2015	Engelbergeraa, Oberdorf	NW	456	17	6	9	14	65.5	OFEV
CH_075_ZG	18	3	2015	Lorze, Frauenthal	ZG	390	23	7	4	10	27.1	OFEV
CH_076_ZG	18	3	2015	Lorze, Letzi	ZG	421	23	7	9	15	47.7	OFEV
CH_079_AG	12	3	2015	Aabach, Niederlenz	AG	365	24	7	6	12	30.4	AG
CH_084_JU	19	3	2015	Allaine, Boncourt	JU	365	30	9	6	14	34.2	OFEV
CH_085_NE	9	3	2015	Areuse, Boudry	NE	445	33	10	9	18	47.2	NE
CH_086_GE	26	3	2015	Arve, Ecole de médecine	GE	375	20	6	9	14	40.7	GE
CH_087_JU	15	3	2015	Birs, Les Riedes-Dessus	JU	386	35	10	8	17	44.8	OFEV
CH_088_JU	19	4	2015	Doubs, Ocourt	JU	420	32	9	9	17	40.3	OFEV
CH_089_SO	17	3	2015	Dünnern, Olten	SO	404	20	6	4	9	25.0	OFEV
CH_091_GR	8	4	2015	Inn, S-chanf	GR	1650	15	5	9	13	66.4	OFEV
CH_092_BE	9	4	2015	Kander, unt. Wfg Hondrich	BE	620	14	5	9	13	65.9	OFEV
CH_093_LU	18	2	2015	Kleine Emme, Littau	LU	434	19	6	9	14	58.1	OFEV
CH_094_BE	13	3	2015	Suze, Biel	BE	430	23	7	8	14	34.6	OFEV
CH_095_GR	18	2	2015	Landquart, Felsenbach	GR	560	12	4	7	10	68.3	OFEV
CH_098_TI	4	3	2015	Maggia, Locarno	TI	200	14	5	9	13	64.8	OFEV
CH_099_TI	4	3	2015	Moesa, Lumino	TI	235	20	6	9	14	60.7	OFEV
CH_100_SZ	25	2	2015	Muota, Ingenbohl	SZ	436	19	6	9	14	56.4	SZ
CH_101_UR	25	2	2015	Reuss, Attinghausen	UR	445	12	4	7	10	67.3	UR
CH_106_BE	8	3	2015	Saane, Marfeldingen	BE	463	24	7	9	15	55.2	OFEV
CH_107_FR	10	4	2015	Sarine, Broc	FR	685	28	8	9	16	52.4	OFEV
CH_111_AG	12	3	2015	Wigger, Zofingen	AG	420	27	8	9	16	43.0	AG
CH_114_BE	10	4	2015	Emme, Emmenmatt	BE	640	25	8	9	16	57.7	OFEV

A1 Datentabelle Makrozoobenthos IBCH und SPEAR_{pesticides}, Kampagne 2015 (Ende)

Stellen	Tag	Monat	Jahr	Gewässer	Kt	Höhe	Σ Taxa	Taxa Varietät VT	Indikator G GI (max.)	IBCH Wert	SPEAR Wert	Auftrag
CH_115_AI	8	4	2015	Sitter, Appenzell Sittertal	AI	790	21	6	9	14	63.4	OFEV
CH_116_LU	18	3	2015	Ron, Hochdorf	LU	466	22	7	5	11	31.5	OFEV
CH_119_NE	8	4	2015	Seyon, Valangin	NE	635	20	6	4	9	24.3	NE
CH_123_TI	4	3	2015	Maggia, Brontallo	TI	622	16	5	9	13	65.1	OFEV
CH_126_VD	10	3	2015	Mentue, Mauguettaz	VD	448	30	9	9	17	33.4	VD
CH_127_VD	10	3	2015	Talent, Chavornay	VD	439	32	9	4	12	26.8	VD
CH_128_VD	9	3	2015	Promenthouse, Gland Rte Suisse	VD	394	24	7	9	15	35.1	VD
CH_129_VD	12	3	2015	Boiron de Morges, Tolochenaz	VD	375	19	6	7	12	31.0	VD
CH_130_VD	9	3	2015	Aubonne, Allaman	VD	395	32	9	9	17	41.5	VD
CH_131_VD	9	3	2015	Veveyse, Vevey	VD	376	20	6	9	14	59.8	VD
CH_132_VD	9	3	2015	Grande Eau, Aigle	VD	386	24	7	9	15	47.7	VD
CH_133_BE	9	4	2015	Simme, Latterbach	BE	640	15	5	7	11	63.6	OFEV
CH_134_BE	16	3	2015	Birse, La Roche St. Jean	BE	475	24	7	7	13	41.8	OFEV
CH_135_AR	10	3	2015	Urnäsch, Kubel	AR	593	16	5	9	13	65.6	OFEV

A2 Datentabelle EPT-Arten, Periode 2011-2015

Anhang 2.1: Datentabelle Ephemeroptera 2011-2015

		IBCH - NAWA - 2012 & 2015 (●) / 2012 (x) / 2015 (+)																								
Kanton	Stellen	AG	AI	AR	BE	BL	BS	FR	GE	GR	JU	LU	NE	NW	OW	SG	SO	SZ	TG	TI	UR	VD	VS	ZG	ZH	
		8	1	1	13	1	1	2	1	2	5	3	2	1	1	5	3	1	4	3	1	10	4	2	13	
ARTEN / EPHEMEROPTERA	RL																									
Alainites muticus		+	+		●			●			●	x	+	+		+	●		●	+		●			●	
Ameletus inopinatus	CR															x										
Baetis alpinus			●	●	●			●	●	●	●	●	+	●	+	●	+	●		●	●	●	●	●	●	
Baetis buceratus	VU	+									x												+		+	
Baetis fuscatus																									x	
Baetis lutheri		●			●	●	+	●	x		●	●	●			●	●	●				●			●	
(Baetis nubecularis)	VU																									
Baetis rhodani		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Baetis vardarensis	NT	●			x	●	●				x	x			●				+			●		●	●	
Baetis vernus		●			●	+																				
Caenis luctuosa											●														x	
Caenis macrura		●									●				+				x			●		●	●	
Caenis pusilla	CR														+			+								
Caenis rivulorum	EN																					x				
Centroptilum luteolum		●			●						●		+									x			x	
Ecdyonurus dispar	VU											x				+			+		x				+	
Ecdyonurus helveticus					●					x				+		+				●	x		●		●	
Ecdyonurus picteti										x													+		●	
Ecdyonurus torrentis		●			x		+	●			●	●				+	+		●			●		●	●	
Ecdyonurus venosus		●	+	x	●			●	x	+	●	●	●			●		+	+	●	●	●	●	●	●	
Electrogena lateralis					●																					
Electrogena ujhelyi																	+		+							
Epeorus alpicola														+										+		
Epeorus assimilis			+	+	●			●			●	+	●			●	+			●	●	●		+	+	
Ephemera danica		●						x			●	●	●		●				●		●			●	●	
Ephemerella mucronata		x	x		●						x														●	
Habroleptoides auberti								x																		
Habroleptoides confusa		+	●		●	+	+	●			●	x	●		x		●	+	●		●		●		●	
Habrophlebia lauta		●			x	+		●			●	x	x			+	+		●		●			+	●	
Heptagenia sulphurea											x					●								x	●	
Paraleptophlebia submarginata		●			x			●			x	x			●	x			●		●		●		●	
Potamanthus luteus					x							x			●							+			●	
Rhithrogena allobrogica	VU				●			●	+																	
Rhithrogena alpestris					●					●									+		+	+	+			
(Rhithrogena carpatoalpina)																										
Rhithrogena corcontica	NT							●												●						
Rhithrogena degrangei					+					●				x									x			
Rhithrogena doriei	NT				+																					
Rhithrogena gratianopolitana			●	●	●			+			●			x		●		●		x		●			●	
Rhithrogena hybrida					●					●																
Rhithrogena landai	EN									+					+				x				x			
Rhithrogena picteti		+			+						+				x											
Rhithrogena puthzi			●							●					+				●							
Rhithrogena semicolorata		●	●	●	●	+	+	●			●	●	●	+		●	●		●	+		●		●	●	
Serratella ignita		●			●	+					●	●			●							●		●	●	
Siphonurus lacustris	NT				x																				x	
Torleya major	VU	●			x						●							●				●			●	
Gesamtzahlen		19	10	6	28	8	6	14	4	12	22	17	11	11	11	14	11	9	14	10	4	23	7	8	27	

Legende: ● Präsenz 2012 & 2015; x nur 2012; + nur 2015; leer = nicht beobachtet. RL «Rote Liste» Status der Arten: NT=potenziell gefährdet, VU=verletzlich, EN=stark gefährdet, CR= vom Aussterben bedroht.

A2 Datentabelle EPT-Arten, Periode 2011-2015

Anhang 2.2: Datentabelle Plecoptera 2011-2015

ARTEN / PLECOPTERA	Kanton Stellen RL	IBCH - NAWA - 2011-2015 (●) / 2011-14 (x) / 2015 (+)																									
		AG	AI	AR	BE	BL	BS	FR	GE	GR	JU	LU	NE	NW	OW	SG	SO	SZ	TG	TI	UR	VD	VS	ZG	ZH		
		8	1	1	13	1	1	2	1	2	5	3	2	1	1	5	3	1	4	3	1	10	4	2	13		
Amphinemura sulcicollis			x	x																							
Amphinemura triangularis			x		x		x						x			x									x		
Besdolus imhoffi	EN									●																	
Brachyptera risi			●	●	●			+	+		●	●	+		x	●		●	●			●		●	●		
Brachyptera trifasciata	CR												x														
Capnia bifrons	VU																	+				x					
Capnia nigra					●		x		x						x		+		+			x		+			
Capnioneura nemuroides			●		●		●							x	●						●			x			
Chloroperla susemicheli					+																						
Chloroperla tripunctata			●		+		x								●					●				●			
Dinocras cephalotes		+					●								●					x			+	x	●		
Isoperla carbonaria	NT																			●							
Isoperla grammatica		●	●	●	●		●		x		●	+		+	●	x	●	●		+	x	●		●	●		
Isoperla obscura	EN							+																			
Isoperla rivulorum			x		+		●	+	●				+	●				●			●	●	●	x			
Leuctra braueri																											
Leuctra geniculata		+									+							+							x		
Leuctra hippopus					●			+				x			●		+					●			●		
Leuctra inermis				x	●		●				+		●						x		x						
Leuctra nigra					+												+										
Leuctra rosinae					x																						
Nemoura avicularis	EN												●														
Nemoura flexuosa		●		+	●		x				●	●			●				x			●			●		
Nemoura marginata					+			+							+							+					
Nemoura minima	NT		x		●		x								●		●								●		
Nemoura mortoni			x		x		x		x											+	+			+			
Nemoura obtusa	NT		x						x							x											
Nemoura sinuata	NT								x																		
Nemoura uncinata	EN															x											
Nemurella pictetii					x													+							x		
Perla grandis			x		●		x		x					+								x	x		+		
Perla marginata	NT									●										x				+	●		
Perlodes microcephalus		x			x		+			x					●				+					+	●		
Protonemura intricata							+																				
Protonemura lateralis																				x							
Protonemura meyeri	VU									+		●															
Protonemura nimborum					x														+				●				
Rhabdiopteryx neglecta					●				●		+		●				●		+	●	●	+	●		●		
Siphonoperla torrentium			●							+		●				x			+						●		
Taeniopteryx hubaulti	VU															x											
Gesamtzahlen		5	12	5	21	0	0	15	5	8	7	5	9	6	1	17	4	7	5	12	4	11	8	5	16		

Legende: ● Präsenz 2012 & 2015; x nur 2012; + nur 2015; leer = nicht beobachtet. RL «Rote Liste» Status der Arten: NT=potenziell gefährdet, VU=verletzlich, EN=stark gefährdet, CR= vom Aussterben bedroht.

A2 Datentabelle EPT-Arten, Periode 2011-2015

Anhang 2.3: Datentabelle Trichoptera 2011-2015

		IBCH - NAWA - 2011-2015 (●) / 2011-14 (x) / 2015 (+)																							
Kanton	Stellen	AG	AI	AR	BE	BL	BS	FR	GE	GR	JU	LU	NE	NW	OW	SG	SO	SZ	TG	TI	UR	VD	VS	ZG	ZH
		8	1	1	13	1	1	2	1	2	5	3	2	1	1	5	3	1	4	3	1	10	4	2	13
ARTEN / TRICHOPTERA	LR																								
Agapetus fuscipes											+														
Agapetus ochripes		+																							
Agraylea multipunctata											x														
Allogamus auricollis		x	●	+	●			●		●	x	+	●			x	+	+		●	+	●	●	+	●
Anabolia nervosa											●						+								+
Athripsodes albifrons																						x			
Ceraclea annulicornis	VU										x														
Chaetopteryx major	VU										x														
Cheumatopsyche lepida											●	●		x	x										●
Drusus annulatus								x														x			
Drusus biguttatus					●																	+			
Ecclisopteryx guttulata	NT				+																				
Ecclisopteryx madida												x													
Ernodes vicinus	NT																								+
Glossosoma-K		●	●		●						●		x									●		+	
Glyptotaelius pellucidus																						x			
Halesus radiatus		●			●	+			+		●	+	+		+	+	x	●	+		●			+	
Halesus tessellatus	VU										x														
Hydropsyche angustipennis												x					●					●		+	●
Hydropsyche contubernalis																						x		x	+
Hydropsyche dinarica		●						●			●		●							x		●			
Hydropsyche exocellata	EN																					+			
Hydropsyche incognita		●									●	●			x				x			●		●	●
Hydropsyche instabilis		+			●	x		●			●		●				●		+		●			x	
Hydropsyche pellucidula		●			●						●				●			x	●					x	●
Hydropsyche siltalai		●			●	+	●	x			●	x	x			●	●	x	●			●		●	●
Hydropsyche tenuis			x		x															+					
Hydroptila-K		+			+	x		x			●	x	●		+	x	x	x	x	x	●			●	
Ithytrichia lamellaris	CR										●														
Lepidostoma basale	VU										+														
Lepidostoma hirtum		●			x	x	x				●		●			x			●					x	●
Lype reducta	NT					+										x			x						
Melampophylax mucoreus						+																+			
Micrasema setiferum	EN										●													●	●
Mystacides azurea		+									x						+					●			
Neureclipsis bimaculata												+			+										●
Odontocerum albicorne		●			●			●			●	x	●				x		●		●		●		●
Philopotamus ludificatus																				●					
Plectrocnemia conspersa																									+
Polycentropus flavomaculatus		●				●		●				●	●			●			●	x	+			●	●
Potamophylax cingulatus-K		+	x		●			+			●	●	+			●		x	●	+	+	+	+	+	+
Psychomyia pusilla		●			●	x	●	x			x		●		x	x				x	●		x	●	●
Rhyacophila fasciata																						x			
Rhyacophila pubescens					●			+			x					x						+			
Rhyacophila sensu stricto - K		●	●	●	●	●	●	●	+	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	+	●	●	●	●
Rhyacophila torrentium-K			x		●					●		x		●						●		●		●	●
Rhyacophila tristis		+	x		●						●		x					●				+			●
Sericostoma-K			x		●		+	●		+	●		●			x	x		●			●		x	●
Silo nigricornis						+						+													
Silo pallipes		+				+																			
Silo piceus	VU										x														+
Tinodes unicolor													x						+			+			
Tinodes waeneri																						x		+	x
Gesamtzahlen		18	8	2	22	9	5	13	2	4	27	16	16	3	7	12	14	6	13	11	2	28	4	15	23

Legende: ● Präsenz 2012 & 2015; x nur 2012; + nur 2015; leer = nicht beobachtet. RL «Rote Liste» Status der Arten: NT=potenziell gefährdet, VU=verletzlich, EN=stark gefährdet, CR= vom Aussterben bedroht.