
Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

NAWA TREND Biologie 2011-2013, Teil Diatomeen

Fachbericht



Dokument Nr. 1068-B-01
Datum Entwurf: 23.12.2013
Datum Endfassung: 23.6.2014

PhycoEco 
Laboratoire d'algologie

Dr. François Straub · Rue des XXII-Cantons 39
CH-2300 La Chaux-de-Fonds (Suisse)
fstraub@phycoeco.ch · www.phycoeco.ch

AquaPlus

AquaPlus AG · Gotthardstrasse 30 · CH-6300 Zug
Fon +41 41 729 30 00 · Fax +41 41 729 30 01
admin@aquaplus.ch · www.aquaplus.ch

Impressum

Auftraggeber: BAFU Bundesamt für Umwelt, Abteilung Wasser, CH-3003 Bern
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt,
Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK)

Auftragnehmer: AquaPlus AG, Gotthardstrasse 30, CH-6300 Zug
und
PhycoEco, Rue des XXII-Cantons 39,
CH-2300 La Chaux-de-Fonds

Autoren: Dr. Joachim Hürlimann (AquaPlus AG)
Dr. François Straub (PhycoEco)

MitarbeiterIn: Margrit Ensner Egloff, Ernst Roth (AquaPlus AG)

Hinweis: Diese Studie / dieser Bericht wurde im Auftrag des Bundesamtes
für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftrag-
nehmer verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung	1
Résumé	2
1 Ausgangslage, Auftrag und Ziele	3
2 Grundlagen, Methoden und Vorgehen	4
2.1 Grundlagen	4
2.2 Methoden	6
2.3 Vorgehen	6
3 Charakterisierung der Messstellen	9
4 Ergebnisse	12
4.1 Charakterisierung der Kieselalgen-Lebensgemeinschaften	12
4.2 Artenzusammensetzung	16
4.3 Teratologie	21
4.4 Ähnlichkeit zwischen den Kieselalgen-Lebensgemeinschaften	25
4.5 Biologisch indizierte Wasserqualität (Indexwert DI-CH)	27
5 Methodische Aspekte und Optimierungspotenzial	34
5.1 Operative Abläufe	34
5.2 Stellenauswahl und Probenahmezeitpunkt	36
5.3 Methodik	36
5.4 Resultate	37
5.5 Qualitätssicherung	39
5.6 Entwicklungsbedarf	40
6 Literaturverzeichnis	42
<hr/>	
ANHANG	44
Tabelle A1: Liste der Messstellen NAWA TREND Teil Diatomeen	45
Tabelle A2: Charakterisierung der Messstellen NAWA TREND Teil Diatomeen	47
Tabelle B1: Resultate pro Messstelle (DI-CH-Wert, Taxazahl, Diversität, Anteil Teratologie, Summe der drei häufigsten Arten)	49

Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht ist Bestandteil des Projektes und Messprogrammes NAWA TREND. Er beinhaltet den **Teil Kieselalgen (Diatomeen)** der ersten Untersuchungsperiode der Jahre 2011 bis 2013 (Startphase). Analog zu diesem Fachbericht, werden die anderen Module Chemie, Makrozoobenthos, Makrophyten und Fische auch mit Fachberichten abgehandelt. Eine Gesamtschau über alle Module hinweg ist anschliessend vorgesehen.

Insgesamt wurden an **89 watbaren Stellen** im Jahr 2012 Kieselalgenproben entnommen und untersucht. An 8 Stellen fanden Doppelbeprobungen statt. An 20 dieser 89 Stellen erfolgte ergänzend in den Jahren 2011 und 2013 je eine zusätzliche Probenahme. Insgesamt wurden somit 137 Kieselalgenproben analysiert. Die Untersuchungen erfolgten gemäss BAFU Modul Kieselalgen (Stufe F). Die Probenahmen wurden zusammen mit denjenigen des Makrozoobenthos jeweils im Frühjahr durchgeführt. Zur Qualitätssicherung wurden eine einheitliche Taxaliste vorgegeben und ein Workshop (Probenahme, Vorgehensweise) durchgeführt. Die Doppelbeprobung mehrerer Stellen durch zwei Teams zur Prüfung der Methode sowie Doppelzählungen derselben Proben und gezielte Kontrolle der Zählungen zur Prüfung der Bestimmungen waren weitere Elemente der Qualitätssicherung.

In den 137 Proben wurden **233 Taxa** identifiziert. Dies sind 44 % der in den Fließgewässern Mitteleuropas häufig vorkommenden 526 Taxa. Pro Probe kamen zwischen 13 und 45 Taxa vor. Je grösser die Summe der relativen Häufigkeiten der drei häufigsten Arten einer Probe war, desto kleiner war die Taxazahl.

Teratologien, das sind Missbildungen der Schalen, traten gehäuft im Mittelland und im Jura auf. In alpinen Gewässern waren die Schalen selten missgebildet. Es zeigte sich, dass Stellen mit einem DI-CH-Wert > 4.5 (Indexwert für schlechte Wasserqualität) gehäuft Teratologien von mehr als 0.5 % pro Probe aufwiesen. Insgesamt traten bei 254 Schalen Teratologien auf. Das sind 0.4 % aller 69'803 gezählten Schalen.

Von den 137 Proben hatten 122 Proben (89 %) einen **DI-CH-Wert** von < 4.5 . Sie wiesen eine Zustandsklasse von sehr gut (56 %) und gut (33 %) auf. An den anderen 15 Proben indizierte der DI-CH-Indexwert einen ungenügenden Zustand. Gemäss den Erwartungen nahm der DI-CH-Wert mit zunehmender Einzugsgebietsfläche und Abflusskennwerten (Q_{347} und MQ) ab und je grösser der Abwasseranteil, die Anzahl Grossvieheinheiten oder die Landwirtschafts- und Siedlungsfläche war zu.

Die **operativen Abläufe** bewährten sich mehrheitlich. Das Einhalten der Termine sowie das strikte Einhalten der vorgegebenen Filebeschriftungen könnten noch verbessert werden. Die Vergabe eines Fachmandates pro Organismengruppe erachten wir als sehr wichtig. Diese Person trug die volle Verantwortung über alle Arbeitsschritte hinweg und war damit Garant, dass die Aufnahmen qualitativ gut und im Sinne des BAFU Modules Kieselalgen durchgeführt wurden. Diese Organisation sollte auch künftig beibehalten werden.

Résumé

Ce rapport fait partie du projet et du programme d'analyses NAWA TREND. Il comprend le volet concernant les **diatomées** de la première période d'étude de 2011 à 2013 (période pilote). De manière similaire, les modules sur la chimie, les macroinvertébrés benthiques, les macrophytes et les poissons seront traités dans des rapports spécialisés. Une synthèse couvrant l'ensemble des modules est en outre prévue.

En tout, des échantillons de diatomées ont été prélevés et étudiés en 2012 dans **89 stations praticables**. Dans 8 d'entre-elles des prélèvements à doubles ont été réalisés. Dans 20 de ces stations, des prélèvements complémentaires ont été effectués en 2011 et 2013. Au total 137 échantillons de diatomées ont été analysés. Les études ont été conduites conformément au module sur les diatomées (niveau R) de l'OFEV. Les prélèvements ont été effectués au printemps, en même temps que ceux de macroinvertébrés benthiques. Pour l'assurance de qualité, une liste taxonomique unitaire a été prédéfinie et un stage de terrain (prélèvements, procédures) a été organisé. Des prélèvements doublés réalisés par des équipes distinctes, des dénombrements effectués par deux opérateurs différents et des contrôles ciblés de certaines analyses pour la vérification des identifications, ont été d'autres aspects de l'assurance de qualité.

A partir des 137 échantillons, **233 taxons** ont été identifiés. C'est le 44% des 526 taxons fréquents dans les cours d'eau d'Europe centrale. De 13 à 45 taxons ont été trouvés dans les échantillons. Ce nombre de sortes de diatomées était d'autant plus faible, que la somme des fréquences relatives des trois espèces les plus abondantes était plus élevée.

Des formes **tératologiques** (malformations) ont été vues surtout sur le Plateau et dans le Jura. Dans les rivières alpines, les valves de diatomées étaient rarement déformées. Des fréquences relatives de formes tératologiques plus élevées que 0,5%, ont été observées en général dans des stations, dans lesquelles des valeurs de DI-CH > 4,5 (eaux de mauvaise qualité) ont été trouvées. En tout 254 valves malformées de diatomées ont été relevées. Cela représente le 0,4% des 69'803 valves dénombrées.

Sur les 137 échantillons, 122 (89%) ont livré des **valeurs de DI-CH < 4,5**. Elles indiquent des classes de qualité très bonne (56%) et bonne (33%). Les 15 autres valeurs de DI-CH indiquent des eaux de qualité non satisfaisante. Comme prévu, les valeurs de DI-CH baissaient en fonction de l'augmentation des tailles des bassins versants et des débits (Q347 et MQ). Ces valeurs croissaient en fonction de l'augmentation des proportions d'eaux usées, des unités de gros bétail et de surfaces agricoles ou urbaines.

Pour l'essentiel, **l'organisation courante du travail** a fait ses preuves. Cependant, la tenue des délais, ainsi que le respect strict des intitulés des fichiers informatisés auraient encore pu être améliorés. Nous considérons l'octroi d'un mandat de direction pour l'étude de chaque groupe d'organismes, comme essentiel. Ainsi, la personne responsable du volet sur les diatomées, a assuré la bonne marche de toutes les étapes du travail. Elle était en outre garante de la qualité des relevés et que ceux-ci correspondaient aux prescriptions du module sur les diatomées de l'OFEV. Ce type d'organisation devrait être maintenu dans le futur.

1 Ausgangslage, Auftrag und Ziele

Der vorliegende Bericht ist Bestandteil des Projektes NAWA TREND (BAFU 2013). Er beinhaltet den Teil Kieselalgen (Diatomeen) der ersten Untersuchungsperiode der Jahre 2011 bis 2013 (Startphase). Analog zu diesem Fachbericht, werden die anderen Module Chemie, Makrozoobenthos, Makrophyten und Fische auch mit Fachberichten abgehandelt. Eine Gesamtschau über alle Module hinweg ist anschliessend vorgesehen.

Im Pflichtenheft zur Offerte zum Teil Kieselalgen wird folgende Ausgangslage und Formulierung des Auftrages aufgeführt (BAFU, 8. Juli 2011):

'Ein wirksamer Schutz der Gewässer setzt eine genaue Kenntnis des Zustandes der Gewässer voraus, um Entwicklungen zu erkennen und falls nötig Massnahmen zur Verbesserung vorzuschlagen. Das Gewässerschutzgesetz (GSchG) verpflichtet Bund und Kantone in Art. 50, die Auswirkungen von Gewässerschutzmassnahmen zu prüfen und die Öffentlichkeit über den Zustand der Gewässer zu informieren. Art. 57 GSchG verpflichtet den Bund, Erhebungen von gesamtschweizerischem Interesse, u.a. über die Wasserqualität der oberirdischen Gewässer durchzuführen. Art. 58 GSchG verpflichtet die Kantone, die weiteren, für den Vollzug des Gewässerschutzgesetzes erforderlichen Erhebungen durchzuführen und die Ergebnisse den Bundesstellen mitzuteilen.

Mit der koordinierten Beobachtung der Oberflächengewässerqualität will das BAFU in Zusammenarbeit mit den Kantonen die Grundlagen schaffen, um den Zustand und die Entwicklung der Schweizer Gewässer auf nationaler Ebene zu dokumentieren und zu beurteilen.

Ziele der koordinierten Beobachtung Oberflächengewässer:

- *Basis für einen mittel- und langfristigen Überblick über den Zustand der Oberflächengewässer in der Schweiz und dessen Entwicklung.*
- *Einfache, einheitliche und über die ganze Schweiz vergleichbare Übersicht über den Zustand der Oberflächengewässer.*
- *Bereitstellen von Grundlagen für die Früherkennung problematischer Entwicklungen und zur Steuerung der nationalen Gewässerschutzpolitik.*
- *Bereitstellen eines einheitlichen Datenpools für vertiefte Analysen.*
- *Erfolgskontrolle von heutigen und zukünftigen Massnahmen im Gewässerschutz und anderen Politikbereichen.*

Gegenstand dieses Auftrages sind die Bestimmung der Diatomeen-Proben, die Qualitätssicherung sowie die Koordination der Diatomeen-Erhebungen in der Startphase 2011-2013 der koordinierten Beobachtung Oberflächengewässer.

Mit dem vorliegenden Bericht werden die folgenden Aspekte abgehandelt:

- Auflisten der durchgeführten Tätigkeiten,
- Auswertung der Resultate der Jahre 2011 bis 2013 hinsichtlich DI-CH, Taxazahl, Diversität, Teratologie, dominierende Arten und fremde Arten,

- Auswertung der Resultate der Jahre 2011 bis 2013 hinsichtlich auserwählter Einflussfaktoren wie Landnutzung, Abwasseranteil oder Lage und Grösse der Einzugsgebiete,
- Fazit und Vorschläge für die weiteren Untersuchungen der Periode ab 2014.

2 Grundlagen, Methoden und Vorgehen

2.1 Grundlagen

Die Basis dieses Berichtes stellen die Diatomeenproben der Untersuchungsjahre 2011, 2012 und 2013 dar. Insgesamt wurden an 89 Stellen 137 Kieselalgenproben untersucht. Tabelle 1 enthält einen Überblick der pro Jahr untersuchten Proben sowie die Angaben der Auftraggeber und Bearbeiter. Die detaillierte Liste mit allen Angaben zu den untersuchten Stellen befindet sich im Überblick in Tabelle 2 und im Detail in Anhang A. Die Zähllisten sowie die Kurzkomentare zu den Zähllisten werden aufgrund des grossen Umfanges von 274 Seiten nicht im Anhang aufgeführt. Sie wurden in elektronischer Form dem BAFU übergeben.

Tab. 1: Liste aller Kieselalgenproben pro Jahr sowie insgesamt und deren Auftraggeber und die Bearbeitung der Präparation und Zählung der Proben

20 Stellen wurden jedes Jahr beprobt.

QS = Qualitätssicherung.

¹ Bestimmung, Zählung, Berechnung DI-CH, Kurzkomentare erstellen

² OST Kantone: AI, AR, BL, BS, GR, LU, SG, SO, TG, TI, ZG und VD (Mentue 2012)

³ WEST: Kantone BE, FR, JU, VS

⁴ Lütschine ID 097 nicht beprobt

Jahr	Anzahl Proben	Auftraggeber	Gebiet, Kanton	Präparation	Bearbeitung ¹
2011	10	BAFU	OST	AquaPlus AG	AquaPlus AG
	10	BAFU	WEST	AquaPlus AG	PhycoEco
2012	8	Kanton	AG	AquaPlus AG	AquaPlus AG
	4	Kantone	NW, OW, SZ, UR	AquaPlus AG	AquaPlus AG
	13	Kanton	ZH	Kanton ZH	Kanton ZH
	32	BAFU	OST ²	AquaPlus AG	AquaPlus AG
	1	Kanton	GE	Kanton GE	Kanton GE
	2	Kanton	NE	PhycoEco	PhycoEco
	10	Kanton	VD	PhycoEco	PhycoEco
	4	BAFU	VS	AquaPlus AG	PhycoEco
	23	BAFU	WEST ^{3, 4}	AquaPlus AG	PhycoEco
2013	10	BAFU	OST	AquaPlus AG	AquaPlus AG
	10	BAFU	WEST	AquaPlus AG	PhycoEco
2011 bis 2013	77 60 137		OST WEST OST und WEST		
2012	8	BAFU	OST und WEST	QS Feld: Doppelbeprobungen *	
	10	BAFU	OST und WEST	QS Labor: Überprüfen der Zählungen	

Tab. 2: Liste der 89 Messstellen sortiert nach Kanton und ID.

In der Tabelle sind für jede Messstelle pro Jahr die Anzahl entnommenen Proben aufgeführt. 20 der 89 Stellen wurden jedes Jahr beprobt und 8 Stellen wurden im Jahr 2012 doppelt beprobt.

Kanton	ID	Gewässer, Ort	2011	2012	2013
AG	CH_032_AG	Pfaffnern, Rothrist		1	
	CH_033_AG	Wyna, Suhr		1	
	CH_035_AG	Surb, Döttingen		1	
	CH_036_AG	Sissle, Eiken		1	
	CH_039_AG	Suhre, Suhr		1	
	CH_079_AG	Aabach, Niederlenz		1	
	CH_111_AG	Wigger, Zofingen		1	
	CH_034_AG	Bünz, Möriken	1	2	1
AI	CH_115_AI	Sitter, Appenzell Sittertal	1	2	1
AR	CH_135_AR	Urnäsch, Kubel		1	
BE	CH_007_BE	Emme, Gerlafingen		1	
	CH_055_BE	Aare, Brienzwiler		1	
	CH_056_BE	Engstlige, ob. Frutigen	1	1	1
	CH_058_BE	Chise, ob. Oberdiessbach	1	1	1
	CH_059_BE	Gürbe, vor Mündung in Aare		1	
	CH_060_BE	Sense, Thörishaus	1	1	1
	CH_062_BE	Urtenen, bei Schalunen		1	
	CH_063_BE	Langete, Mangen, vor Rot		1	
	CH_092_BE	Kander, unt. Wfg Hondrich		1	
	CH_094_BE	La Suze, Biel		1	
	CH_106_BE	Saane, Marfeldingen		1	
	CH_114_BE	Emme, Emmenmatt		1	
	CH_133_BE	Simme, Latterbach	1	1	1
	CH_134_BE	La Birse, La Roche St. Jean		1	
BL	CH_067_BL	Ergolz, Augst		1	
BS	CH_002_BS	Birs, Birskopf		1	
FR	CH_054_FR	Sionge, Vuippens		1	
	CH_107_FR	Sarine, Broc	1	1	1
GE	CH_086_GE	Arve, Ecole de médecine		1	
GR	CH_091_GR	Inn, S-chanf		1	
	CH_095_GR	Landquart, Felsenbach		1	
JU	CH_068_JU	Sorne, Delémont		1	
	CH_069_JU	Scheulte, Vicques		1	
	CH_084_JU	Allaine, Boncourt		1	
	CH_087_JU	Birs, Les Riedes-Dessus		1	
	CH_088_JU	Doubs, Ocourt	1	1	1
LU	CH_014_LU	Reuss, Luzern, Seeauslauf		1	
	CH_093_LU	Kleine Emme, Littau		1	
	CH_116_LU	Ron, Hochdorf		1	
NE	CH_085_NE	Areuse, Boudry	1	1	1
	CH_119_NE	Seyon, Valangin		1	
NW	CH_074_NW	Engelbergeraa, Oberdorf		1	
OW	CH_012_OW	Sarneraa, Kägswil		1	
SG	CH_023_SG	Steinach, Mattenhof	1	1	1
	CH_025_SG	Sitter, Leebrugg		1	
	CH_026_SG	Thur, Golfplatz		1	
	CH_027_SG	Necker, Letzi	1	1	1
	CH_028_SG	Glatt, Buechental		1	
SO	CH_009_SO	Limpach, Kyburg		1	
	CH_011_SO	Lüssel, Breitenbach		1	
	CH_089_SO	Dünnern, Olten		1	
SZ	CH_100_SZ	Muota, Ingenbühl	1	2	1
TG	CH_070_TG	Murg, Frauenfeld	1	1	1
	CH_071_TG	Lauche, Matzingen		1	
	CH_072_TG	Chemmenbach, Märstetten		1	
	CH_073_TG	Salmsacher Aach, Salmsach	1	1	1

Kanton	ID	Gewässer, Ort	2011	2012	2013
TI	CH_098_TI	Maggia, Locarno		1	
	CH_099_TI	Moesa, Lumino		1	
	CH_123_TI	Maggia, Brontallo		1	
UR	CH_101_UR	Reuss, Attinghausen		1	
VD	CH_020_VD	Venoge, Les Bois		1	
	CH_021_VD	Thièle, Yverdon		1	
	CH_022_VD	Broye, Domdidier		1	
	CH_126_VD	Mentue, Mauguettaz *		2	
	CH_127_VD	Talent, Chavornay	1	2	1
	CH_128_VD	Promenthouse, Gland, Route Suisse		1	
	CH_129_VD	Boiron de Morges, Tolochenaz		1	
	CH_130_VD	Aubonne, Allaman	1	2	1
	CH_131_VD	Veveyse, Vevey		1	
	CH_132_VD	Grande Eau, Aigle		1	
VS	CH_015_VS	Rhône, Brig		1	
	CH_016_VS	Vispa, Visp		1	
	CH_017_VS	Rhône, Sion		1	
	CH_018_VS	Drance, Martigny	1	1	1
ZG	CH_075_ZG	Lorze, Frauenthal		1	
	CH_076_ZG	Lorze, Letzi	1	1	1
ZH	CH_040_ZH	Limmat, Hönggersteg		1	
	CH_041_ZH	Töss, Freienstein		1	
	CH_042_ZH	Sihl, Sihlhölzli		1	
	CH_043_ZH	Glatt, Rheinsfelden		1	
	CH_044_ZH	Glatt, Abfluss Greifensee		1	
	CH_045_ZH	Aabach, Mönchaldorf		1	
	CH_046_ZH	Aa, Niederuster		1	
	CH_047_ZH	Reppisch, Dietikon		1	
	CH_048_ZH	Jona, Rüti		1	
	CH_050_ZH	Thur, Andelfingen		1	
	CH_065_ZH	Sihl, Hütten		1	
	CH_049_ZH	Furtbach, nach ARA Otelfingen	1	2	1
	CH_066_ZH	Töss, Rämismühle (Zell)	1	2	1

Anzahl Stellen pro Jahr 20 89 20

Anzahl Proben pro Jahr 20 97 20

Anzahl Doppelbeprobungen * 0 8 0

* Mentue im Rahmen des Projektes NAWA SPEZ doppelt beprobt

Anzahl Proben Periode 2011-2013 137

2.2 Methoden

Die Felderhebungen sowie die Laborarbeiten erfolgten gemäss den Vorgaben im BAFU Modul Kieselalgen (Stufe F, BAFU 2007a).

2.3 Vorgehen

Zur Sicherstellung, dass die Felderhebungen gemäss BAFU Modul Kieselalgen (Stufe F) und den Rahmenbedingungen des BAFU (Festlegen des Abschnittes, Koordinaten, Fotos, Protokoll der Felderhebungen, Kurzkomentar, Zählliste, Filebeschriftungen) durchgeführt werden, fanden drei **Workshops** statt. Sie wurden am 9. März 2011 (Aufnahmen OST und WEST 2011) an der Gürbe BE (bei Thurmen) und am 17. November 2011 (Aufnahmen 2012 OST) an der Rot LU (St. Urban) und am 18. November 2011 (Aufnahmen 2012 WEST) an der Areuse NE (Champs du Moulin) durchgeführt.

Die **Probenahmen** erfolgten in Kombination mit den Aufnahmen des Makrozoobenthos jeweils im Frühjahr. Gleichzeitig wurden auch die Messstellen fotografisch dokumentiert und der Äussere Aspekt (BAFU 2007b) sowie Parameter des Modules Ökomorphologie (BUWAL 1998) zur Beurteilung der Ufer- und Sohlenverbauung erhoben.

Die weiteren Schritte, nämlich Präparation der Proben, Bestimmung und Zählung und Erfassen der Teratologie erfolgten dann nur noch durch fünf Personen, welche die Kieselalgen sehr gut kennen. Alle **involvierten Personen** nehmen jährlich am Workshop 'Diatomeen' der Arbeitsgemeinschaft S.A.M / A.S.E.M.¹ in La Chaux-de-Fonds teil und absolvieren den jährlichen Ringtest.

Die **Präparation der Proben** erfolgte je nach Institution mit einem anderen Verfahren:

- Proben AquaPlus AG: HCl kochen / H₂SO₄ kochen, Zugabe KNO₃ heiss
- Proben Zürich: Muffelofen bis 450 °C Zugabe von HCl und H₂O₂
- Probe Genf: Zugabe von H₂O₂ / Ofen bei 60 °C während 24 Stunden / Zugabe HCl
- Proben PhycoEco: HCl und H₂O₂ kalt während 4-6 Wochen.

Inwieweit diese unterschiedlichen Verfahren einen Einfluss auf die Resultate haben, kann nicht abgeschätzt werden. Dies müsste zusätzlich mit einem Experiment eruiert werden. Es ist aber denkbar, dass die Schalen im Muffelofen bei 450 °C im Vergleich zu den anderen Verfahren (≤ 100 °C) eher zu thermisch bedingten Verformungen neigen. Verformungen können bei der Bestimmung prob-

¹ *Journées d'études des taxa critiques pour l'indice diatomique DI-CH. Organisiert und durchgeführt durch die Schweizerische Arbeitsgemeinschaft Mikroflora S.A.M. / A.S.E.M. Die Organisatoren Dr. François Straub, PhycoEco und Dr. Joachim Hürlimann, AquaPlus AG, sind auch die Modulverantwortlichen für den vorliegenden Bericht.*

lematisch sein wie auch beim Erfassen der Teratologie. Details zu den einzelnen Verfahren befinden sich im Bericht von AquaPlus & PhycoEco (2013a).

Die **Zählung** der Proben erfolgte mit den für die Schweiz und Mitteleuropa üblichen und gängigen Bestimmungsbüchern. Es waren dies im Wesentlichen die Süsswasserflora von Mitteleuropa (Krammer & Lange-Bertalot 1986-1991, resp. die Nachdrucke, Hofmann et al. (2010) sowie Spezialliteratur zu einzelnen Gruppen. Wir verweisen dazu auf die Angaben im BAFU Modul Kieselalgen (Stufe F) sowie auf das Literaturverzeichnis. Sämtliche Zählungen wurden in die neue Taxonomie übertragen (gemäss Hofmann et al. 2010). Im weiteren wurden häufig vorkommende Arten fotografisch dokumentiert mit dem Ziel, die im BAFU Modul Kieselalgen (Stufe F) vorhandenen Tafeln zu überarbeiten. Diese Überarbeitung und Fertigstellung der Tafeln erfolgt im Jahr 2014.

Die Erfassung der **Teratologie** (Missbildungen bei der Schalenstruktur) erfolgte mit vier Stufen. Die Stufen sind im Bericht AquaPlus & PhycoEco (2013a) beschrieben.

Die **Qualitätssicherung** wurde mit drei Ansätzen durchgeführt. Es waren dies:

- Workshops Feldaufnahmen (siehe oben).
- Doppelbeprobungen: Es wurden 7 Stellen im Feld von zwei unterschiedlichen Teams doppelt beprobt und somit auch doppelt präpariert, bestimmt, gezählt und ausgewertet und miteinander verglichen. Zusätzlich floss noch die Stelle Mentue vom März 2012 mit in die Auswertung ein. Sie wurde im Rahmen des Projektes NAWA SPEZ entnommen. Somit sind es insgesamt 8 Doppelbeprobungen.
- Doppelzählungen: 10 Zählungen wurden durch die beiden Projektleiter zusätzlich gezählt und die Zählliste sowie die Auswertungen miteinander verglichen. Bei wenigen Proben bedingte die Qualitätssicherung eine erneute Zählung der Probe.
- Ringtest 2013: Die Probe Glatt, Rheinfelden ZH (CH_43_ZH) wurde im Rahmen des Ringtestes 2013 (siehe Fussnote 1 auf Seite 6) durch die WorkshopeteilnehmerInnen gezählt. Damit liegen für diese Probe Zählungen von insgesamt 9 Personen vor.
- Stichproben: Sämtliche Zähllisten wurden auf Auffälligkeiten hin geprüft und wenn nötig im Mikroskop verifiziert.

Die **Datenerfassung** erfolgte in der Datenbank BIS der Firma AquaPlus AG. Zudem wurde für jede Zählliste eine Excelliste erstellt und dem BAFU übergeben.

Die **Archivierung** der präparierten Proben sowie der Präparate erfolgt an drei Standorten. Es sind dies die Sammlungen von AquaPlus AG und PhycoEco sowie diejenige des BAFU (zum Zeitpunkt dieser Berichterstattung und bis auf weiteres gemäss Abmachung mit dem BAFU abholbereit bei AquaPlus AG, Zug).

Die **Auswertungen** erfolgten gemäss BAFU Modul Kieselalgen (Stufe F). Als Basis für alle Auswertungen wurden die relativen Häufigkeiten berechnet. Zusätzlich zum Indexwert DI-CH (Zweiteichung) wurde, die Taxazahl, die Diversität H (Log mit Basis 2) und der Anteil an Teratologie an der gesamten Lebensgemeinschaft bestimmt. Im weiteren werden taxaspezifische Auswertungen durchgeführt und Zähllisten hinsichtlich ihrer Ähnlichkeit mittels zwei Ähnlichkeitsindizes verglichen. Es sind dies der Index nach Jaccard (1901, Artenübereinstimmung ohne Berücksichtigung der relativen Häufigkeiten) und der Index nach Renkonen (1938, Übereinstimmung der Arten unter Berücksichtigung der relativen Häufigkeiten).

Die Auswertungen hinsichtlich Einflussgrössen basieren auf den vom BAFU zur Verfügung gestellten Charakterisierung der Einzugsgebiete (EZG). Diese Zusammenstellung enthält pro Messstelle Angaben zur Fläche, mittleren Höhenlage, Hydrologie, Ökomorphologie, Landnutzungen, Zugehörigkeit der biogeografischen Region, Abwasseranteil bei Niederwasser und mehr.

3 Charakterisierung der Messstellen

Das Messstellennetz NAWA TREND umfasst insgesamt 111 Messstellen (Abb 1). Davon wurden 89 der 90 wasserbaren Messstellen mittels Diatomeen untersucht (Anhang A: Tabelle A1). Die grossen und tiefen Fließgewässer (wie Aare, Linth, Rhône, Vorder- und Hinterrhein, Hochrhein, Ticino) wurden nicht biologisch untersucht. Dazu fehlen standardisierte Untersuchungsmethoden.

Von den vorgesehenen 90 Stellen konnte nur die Stelle Lütshine, Bönigen (ID CH_97_BE) infolge zu hohem Wasserstand und Abfluss nicht untersucht werden. 20 der 89 beprobten Messstellen wurden in den Jahren 2011, 2012 und 2013 untersucht (10 Stellen OST und 10 Stellen WEST) und an 8 Stellen fanden im Jahr 2012 Doppelbehebungen statt (siehe Stellenliste in Tabelle 2).

Die Spannweite einiger weniger ausgewählter Kenngrößen der 89 Messstellen sind in Tabelle 3 aufgelistet und in Abbildung 2 dargestellt. Das kleinste Einzugsgebiet weist eine Fläche von 25 km² (Steinach, Mattenhof CH_023_SG) und das grösste eine solche von 3'372 km² (Rhône, Sion CH_017_VS) auf. 72 (= 81 %) der 89 untersuchten Fließgewässerabschnitte entsprechen der Flussordnungszahl (FLOZ) 4, 5 oder 6. Kleine Gewässer (FLOZ 1 und 2) wie auch die grössten Gewässer der Schweiz (FLOZ 9) wurden nicht untersucht. Der mittlere jährliche Abfluss

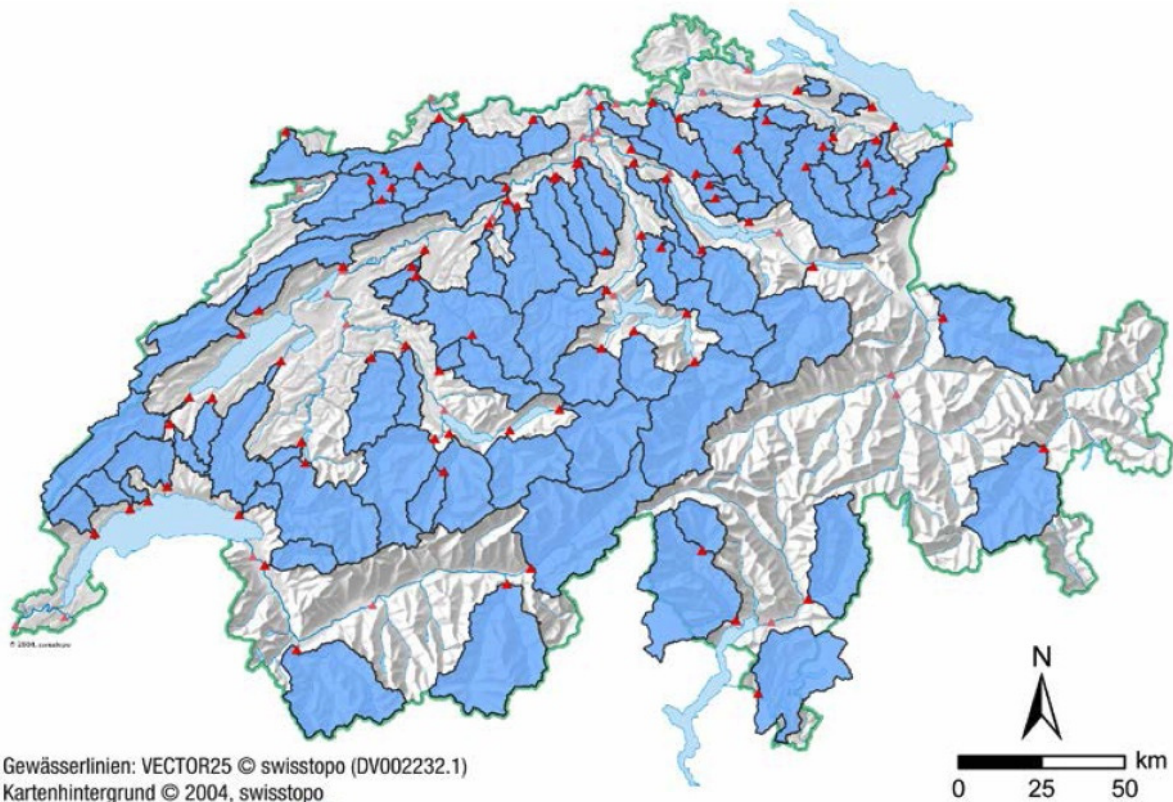


Abb. 1: Geografische Lage der Untersuchungsstellen (NAWA TREND, rote Dreiecke) und deren Einzugsgebiete (blau eingefärbte Flächen, ohne Einzugsgebiete > 1'000 km²). Karte aus BAFU (2013), erstellt durch BAFU.

MQ beträgt im Mittel über alle 89 Messstellen hinweg 13 m³/s (Minimum 0.37 m³/s, Median 4 m³/s, Maximum 111 m³/s).

Im Mittel über alle 89 Messstellen hinweg nahm der Waldanteil 33 % (Maximum 58 %), der Anteil an Landwirtschaftsfläche 47 % (Maximum: 76 %), derjenige der unproduktiven Fläche 12 % (Maximum 74 %) und der Anteil der Siedlungsfläche 8 % (Maximum 35 %) ein. Im Mittelwert kommen pro Quadratkilometer 56 Grossvieheinheiten (GVE) vor. Das Maximum von 191 GVE/km² wird im Einzugsgebiet der Ron bei Hochdorf (CH_116_LU) erreicht.

Detaillierte Angaben pro Messstelle befinden sich im Anhang B sowie in dem von BAFU publizierten Konzept (BAFU 2013). Die Resultate der weiteren chemischen und biologischen Untersuchungen befinden sich in den Fachberichten der einzelnen Module (Chemie, Makrozoobenthos, Makrophyten und Fische). Sie können ebenfalls zur Charakterisierung der Messstellen beigezogen werden. Für den vorliegenden Bericht ist diese Charakterisierung und Auswertung über die Module hinweg noch nicht möglich. Sobald alle Fachberichte bereinigt vorliegen, wird der Gesamtüberblick unter Berücksichtigung aller Module durch das BAFU erstellt.

Tab. 3: Charakterisierung der 89 Messstellen aufgrund von ausgewählten Kennwerten.

Darstellung der Gradienten über alle Messstellen hinweg siehe Abb. 2

Hydrologie

Q₃₄₇: Niederwasser
 MQ: mittlerer jährlicher Abfluss

Landnutzungen

Wald: bestockte Flächen
 Landw. Landwirtschaft
 Unprod. unproduktive Flächen (Gewässer, unproduktive Vegetation und Flächen, Gletscher etc.)
 Siedl. Siedlung
 GVE Grossvieheinheiten pro km²

Weitere Kennwerte

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

Kennwert	Einheit	Anzahl Stellen	Minimum	Median	Mittelwert	Maximum
Fläche	km ²	89	25	214	415	3372
Q ₃₄₇	m ³ /s	89	0.01	1	4	54
MQ	m ³ /s	89	0.37	4	13	111

Landnutzungen (Anteile)

Wald	Anteil [%]	89	12	31	33	58
Landw	Anteil [%]	89	10	47	47	76
Unprod	Anteil [%]	89	0.1	2	12	74
Siedl.	Anteil [%]	89	0.7	7	8	35
GVE	Anzahl/km ²	89	1	51	56	191

Kennwert	Einheit	Anzahl Stellen	Flussordnungszahl (FLOZ nach Strahler)								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
FLOZ	Anzahl	89	0	0	3	21	25	26	12	2	0
	Anteil [%]	89	0	0	3	24	28	29	14	2	0
	kumuliert [%]	89	0	0	3	27	55	84	98	100	100

Kennwert	Einheit	Anzahl Stellen	Anteil Abwasser bei Niederwasser [Klassen in %]					n.v.
			0	0-10	10-20	20-50	>50	
AbwKat	Anzahl	89	9	39	10	19	11	1
	Anteil [%]	89	10	44	11	21	12	1
	kumuliert [%]	89	10	54	65	86	99	100

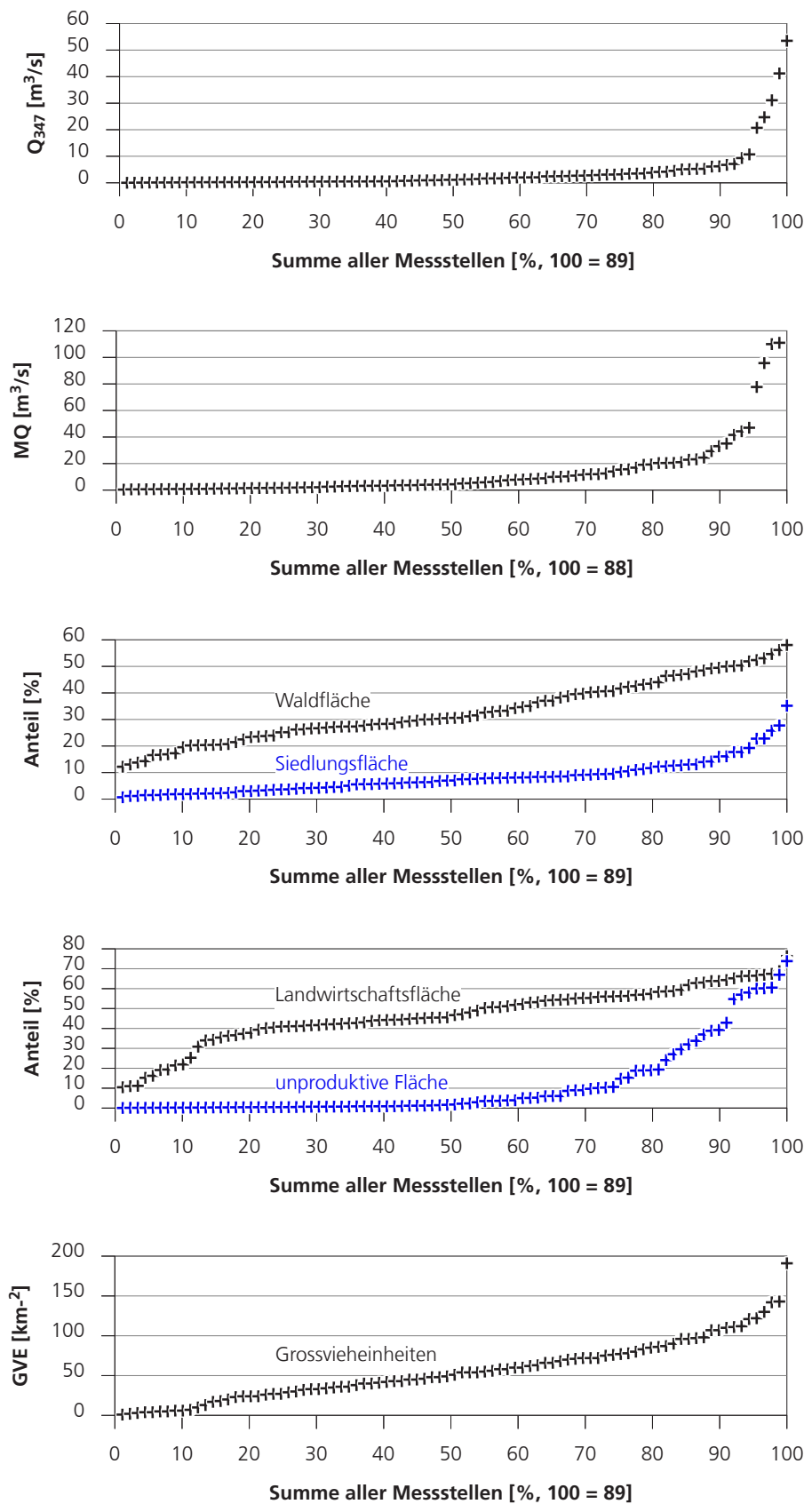


Abb. 2: Grafische Darstellung von hydrologischen und landnutzungsspezifischen Gradienten pro Einzugsgebiet.

Abkürzungen und statistische Kennwerte siehe Tabelle 3.

4 Ergebnisse

Mit den folgenden Kapiteln werden die vorgefundenen Kieselalgen-Lebensgemeinschaften charakterisiert und die biologisch indizierte Wasserqualität besprochen. Im Weiteren werden taxaspezifische Hinweise gemacht.

4.1 Charakterisierung der Kieselalgen-Lebensgemeinschaften

In den 137 Proben (Kieselalgen-Lebensgemeinschaften der Jahre 2011, 2012 und 2013) sowie den Zählungen im Rahmen der Qualitätssicherung wurden 233 verschiedene **Taxa** bestimmt. Dies sind 44 % der in Hofmann et al. (2010, siehe Tabelle 4 auf Seite 575 bis 592) für Fließgewässer Mitteleuropas aufgeführten häufigen 526 Taxa. In der Datenbank BIS von AquaPlus AG wurden bis anhin in Fließgewässern 871 Taxa gefunden, also nicht ganz viermal mehr als im Datensatz NAWA.

Von den 233 Taxa kamen 55 Taxa (24 %) in nur einer Zählung (Probe), 128 Taxa (55 %) in weniger als fünf Zählungen (Proben) und 27 Taxa (12 %) in mehr als 50 Zählungen (Proben) vor. *Achnanthydium minutissimum* war das Taxon mit der grössten Verbreitung. Es kam in 136 der 137 Zählungen vor. Dieses Taxon ist in der Schweiz wie auch in ganz Mitteleuropa sehr weit verbreitet. Es tritt sowohl bei Hofmann et al. (2010) wie auch in der Datenbank BIS als Taxon auf, welches

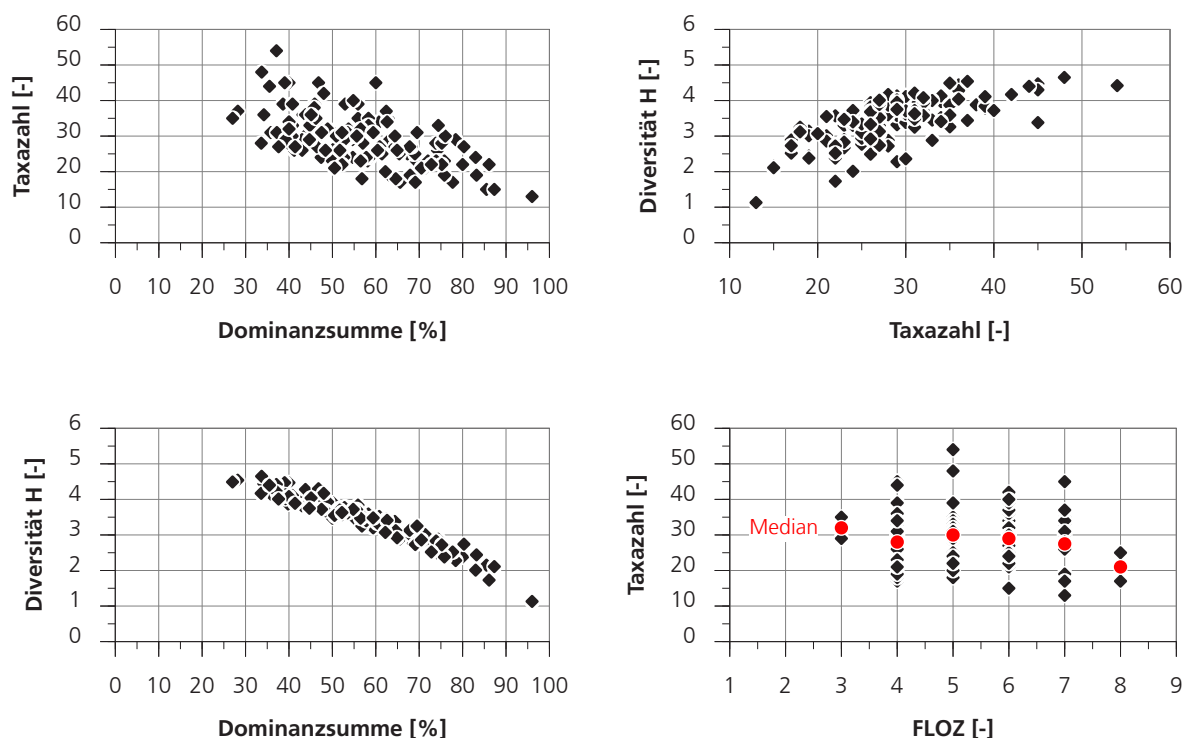


Abb. 3: Taxazahl und Diversität H in Abhängigkeit verschiedener Kenngrössen. Dominanzsumme = Summe der prozentualen Häufigkeiten (rH) der drei häufigsten Taxa, FLOZ = Flussordnungszahl nach Strahler (1952).

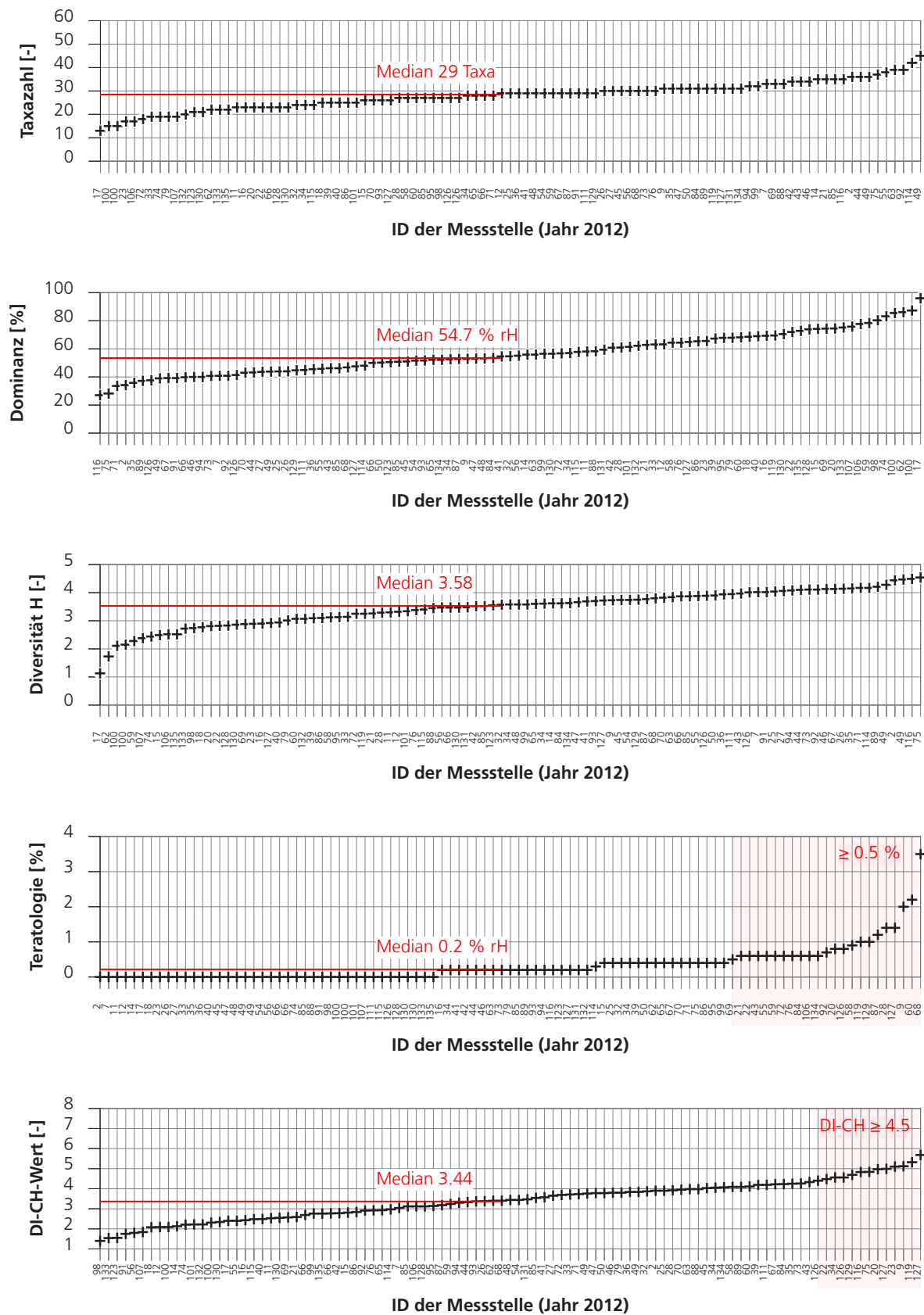


Abb. 4: Grafische Darstellung von Kennwerten zur Charakterisierung der Kieselalgen-Lebensgemeinschaften sämtlicher Proben des Jahres 2012. Dominanz = Summe der prozentualen Häufigkeiten der drei häufigsten Taxa.

am häufigsten und am weitesten verbreitetsten ist. Das Taxon ist gegenüber vielen Umweltfaktoren sehr tolerant, meidet aber starke organische Belastungen.

Im Jahr 2012 reichte die **Taxazahl** pro Probe von 13 (Rhône bei Sion, CH_017_VS) bis 45 Taxa (Furtbach bei Otelfingen, CH_049_ZH). Der Median der Taxazahl aller Proben des Jahres 2012 betrug 29 Taxa (Abb. 4). Gemäss Abbildung 3 ist die Taxazahl und noch stärker die Diversität H sehr stark abhängig von den drei in einer Probe am häufigsten vorkommenden Taxa (im folgenden auch 'Dominanzsumme' genannt). Wenn diese Dominanzsumme der drei häufigsten Arten mehr als 70 % einnimmt, dann weist eine Lebensgemeinschaft im Rahmen der Zählung von 500 Schalen selten mehr als 30 Taxa auf. Diese Abhängigkeit von der Dominanzsumme entspricht den Erwartungen und ist bekannt. Sie begründet sich mit der Zählmethode. Da für das Eruiere des Indexwertes DI-CH um 500 Schalen gezählt werden, haben in einer Probe seltenere Arten eine geringere Chance innerhalb der Zählung erfasst zu werden, je höher der Anteil der häufigsten Arten ist. Nimmt der Anteil der häufigsten drei Arten mehr als 90 % ein, so fällt die Taxazahl mit grosser Wahrscheinlichkeit unter 20. Bei der **Diversität H** ist die Abhängigkeit von dieser Dominanzsumme noch ausgeprägter. So fällt die Diversität H pro rund 20 % zusätzliche Dominanzsumme um eine Einheit (Abb. 3).

Es konnte keinen Zusammenhang zwischen der Gewässergrösse (Mass: **Flussordnungszahl**, FLOZ) und der Taxazahl gefunden werden (Abb. 3). Dieses Bild kann sich aber ändern, sobald die Datenlage über alle FLOZ-Stufen hinweg in etwa gleich gross ist. Wir erwarten bei grossen Flüssen, generell bei Seeausflüssen sowie bei kleinen Bächen, bei welchen die Uferbereiche einen grösseren Flächenanteil einnehmen wie die fliessende Welle, mehr Arten wie bei normalen wadbaren Bächen mit rund 2 bis 5 m Breite.

Die **Institutionen**, welche die Kieselalgen gezählt haben waren die Kantone Zürich und Genf sowie AquaPlus AG und PhycoEco. Sie wiesen über alle von ihr gezählten Proben die folgenden mittleren Taxazahlen aus:

Institution	Anzahl Proben pro Institution	Taxazahl Mittelwert
Institution 1:	63	28
Institution 2:	60	30
Institution 3:	13	31
Institution 4:	1	25
Alle Proben	137	29

Betrachtet man die Proben mit den 20 tiefsten Taxazahlen und diejenigen mit den 20 höchsten Taxazahlen, so zeigt sich, dass die Proben, welche von Institution 2 ausgezählt wurden, eher mehr Taxa aufweisen, als diejenigen der Institution 1. Ersichtlich ist dies auch aus Abbildung 5, in welcher die Taxazahlen pro Institution aufgeführt sind. Proben mit > 40 Taxa sind bei Institution 2 (60 Proben gezählt) häufiger wie bei Institution 1 (63 Proben gezählt). Die anderen beiden Institutionen 3 und 4 dürfen bei dieser Betrachtung nicht berücksichtigt werden, da die Anzahl gezählte Proben deutlich geringer war.

Eine ähnliche Tendenz zeigt sich bei den Zählungen, welche zur Qualitätssicherung von beiden Institutionen gezählt wurden. So enthalten die Zählungen der Institution 2 in 6 der 8 Fälle 3 bis 7 Taxa mehr. Ein Grund, dass die Taxazahl der Institution 2 etwas höher ist wie diejenige der Institution 1, liegt sicher darin, dass die Summe der gezählten Schalen bei Institution 2 oft höher war (Mittelwert aller Zählungen: 518 Schalen, Maximalwert 613 Schalen) als bei der Institution 1 (Mittelwert aller Zählungen: 502 Schalen, Maximalwert 546 Schalen) (siehe Abb. 5). Je mehr Schalen gezählt werden, umso höher wird die Taxazahl. Dies veranschaulicht Abbildung 5, in welcher die pro Probe gezählte Anzahl Schalen und die Taxazahl gegenübergestellt sind. Wenn mehr als 550 Schalen gezählt wurden, war die Taxazahl meistens > 30. Daher ist es für die Interpretation der Taxazahl (Vergleiche) sehr wichtig, dass eine Zählung möglichst genau 500 Schalen umfasst. Mit dem Verfahren zum Eruiere des Indexwertes DI-CH (Steinaufwuchs in der fließenden Welle, Zählung von 500 Schalen) wird daher die Artenvielfalt eines Fließgewässers nicht umfassend eruiert. Dazu wäre eine andere Probenahmetechnik und Zählmethode nötig.

Die Analyse der Taxalisten der beiden Institutionen lässt keine offensichtlichen Auffälligkeiten oder Gründe für die wenig unterschiedlichen Taxazahlen erkennen. Möglicherweise sind es vorwiegend Unterschiede im Erfassen der Subspezies (Variationen, Formen, Sippen) oder der Artengruppen (sensu DI-CH).

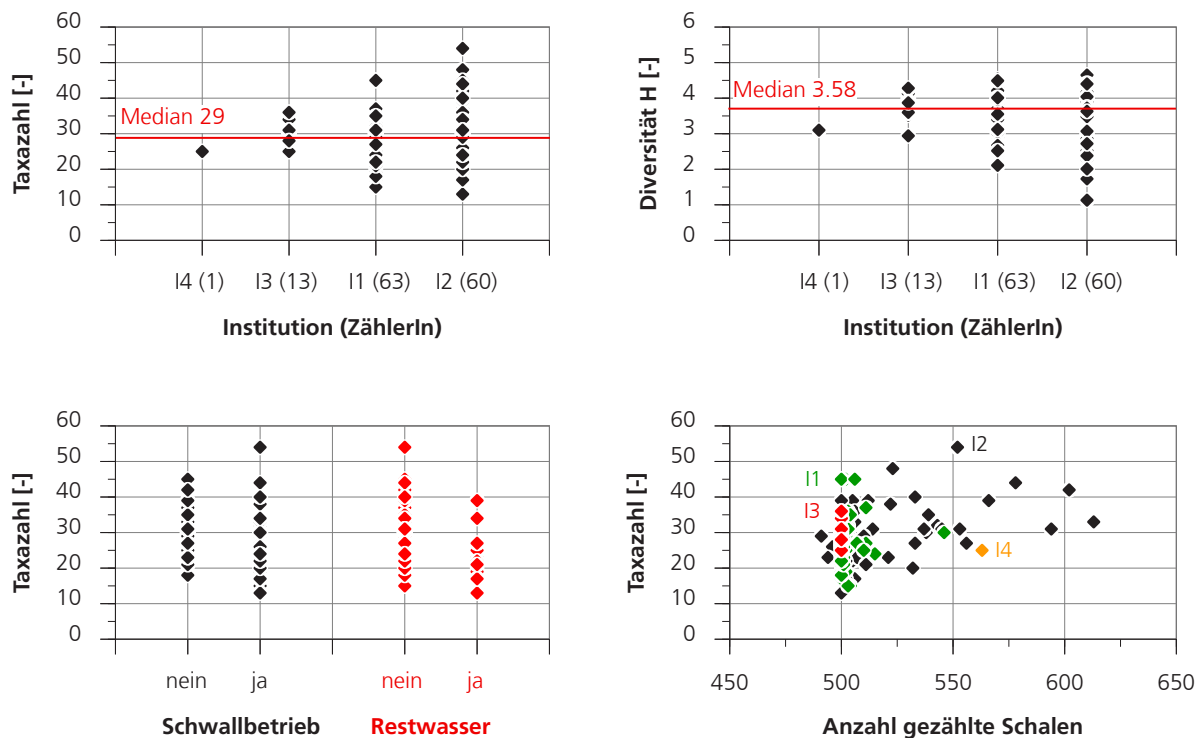


Abb. 5: Taxazahl und Diversität H in Abhängigkeit der Institution (ZählerIn), der Anzahl gezählten Schalen pro Probe und Institution (ZählerIn) sowie dem Vorhandensein von Schwallbetrieb und/oder Restwasser.

Institutionen: I1 = Institution 1, I2 = Institution 2, I3 = Institution 3, I4 = Institution 4; Angaben in Klammern = Anzahl ausgezählte Proben pro Institution. Mit Schwallbetrieb: 24 Stellen (35 Proben), in Restwasserstrecke: 9 Stellen (13 Proben).

In Strecken mit Schwall-/Sunkbetrieb war die Taxazahl ähnlich in der Spannweite wie ohne Schwallbetrieb (Abb. 5). In Restwasserstrecken waren Taxazahlen über 40 nicht vorhanden. In Anbetracht der geringen Zahl an hydrologisch beeinflussten Stellen ist aber die Aussage, dass Restwasserstrecken generell artenärmer sind, nicht zulässig.

Die Analyse der Taxazahlen zeigte im weiteren, dass keine offensichtlichen Abhängigkeiten von der Meereshöhe, der Einzugsgebietsfläche, der Biogeographie, der Ökomorphologie, des Abwasseranteiles, der Grossvieheinheiten oder der Landnutzung (Wald, Siedlung, Landwirtschaft, Unproduktive Flächen) vorhanden sind. Wir verzichten daher auf graphische Darstellungen und Erläuterungen.

Fazit: Die Taxazahl ist abhängig von der Dominanzsumme (prozentuale Anteile der drei häufigsten Arten einer Zählung) sowie der Anzahl gezählter Schalen. Es gilt bei künftigen Zählungen vermehrt darauf hinzuweisen, dass genau 500 Schalen gezählt werden. Die Dominanzsumme andererseits ist ein Mass für die Struktur der Lebensgemeinschaft, ähnlich wie es die Diversität darstellt. Je etablierter eine Lebensgemeinschaft ist, umso geringer ist die Dominanzsumme. Befindet sich die Lebensgemeinschaft noch in der Phase der Erstbesiedlung, dann ist die Dominanzsumme hoch.

4.2 Artenzusammensetzung

In den 137 Proben der Jahre 2011, 2012 und 2013 wurden 233 Taxa nachgewiesen. Davon waren 38 Taxa (16 % von 233 Taxa), welche mindestens einmal 10 % relative Häufigkeit (rH) oder mehr einnahmen. Sie werden **Hauptarten** bezeichnet und sind in Tabelle 4 aufgelistet. **Begleitarten**, das sind Arten mit einem Anteil von mindestens 5 % rH, wurden 26 Taxa (11 %) beobachtet. Diese 64 Haupt- und Begleitarten (27 %) umfassen zusammen im Mittel 95 % der Prozentsumme einer Probe (Spannweite 76.5 % bis 100 % wobei in 92 % der Proben > 90 %). Diese 64 Taxa sind somit wichtige Taxa, insbesondere auch für die Berechnung des DI-CH-Wertes.

Von den 233 Taxa können bei 189 Taxa (81 %) einen D- und G-Wert zur Berechnung des DI-CH-Indexwertes zugewiesen werden. In Abbildung 6 sind diese 189 Taxa auf die D-Werte verteilt dargestellt. Im Vergleich dazu sind die 326 Taxa gemäss Angabe der D-Werte im BAFU Modul Kieselalgen (BAFU 2007a) aufgeführt. Es wird ersichtlich, dass die Taxa der NAWA-Proben ein Grossteil aller Taxa mit D-Werten von 1.5 bis und mit 3 sowie mit D-Werten 5, 5.5 und 6.5 beinhalten. Rund 75 % aller NAWA-Taxa mit einem D-Wert weisen einen D-Wert ≤ 4 auf. Sie repräsentieren damit sehr gute bis gute Zustände. Rund 25 % der Arten sind demnach Arten, welche einen D-Wert > 4 haben. Sie repräsentieren einen mässigen, unbefriedigenden oder schlechten Zustand.

In 28 Proben kamen **planktisch lebende Arten** vor. In Tabelle 5 sind diese Arten aufgelistet. Es traten gehäuft Vertreter der Gattungen *Cyclotella* (8 Arten) und

Stephanodiscus (5 Arten) auf sowie vereinzelt die Arten *Asterionella formosa*, *Diatoma tenuis*, *Fragilaria crotonensis* und *Tabellaria flocculosa*.

Die prozentualen Anteile aller planktischen Arten einer Stelle zusammen nahmen maximal 15.4 % ein (Glatt ZH, Abfluss Greifensee, ID 44 vom 14.3.2012). Fast alle Stellen mit planktischen Arten mit einem Anteil von ≥ 1 % relative Häufigkeit sind bekannte Seeausflüsse (Tab. 5, fettgedruckte Stellen). Ausnahmen waren der Doubs bei Ocourt und die Muota bei Ingenbohl.

Tab. 4: Hauptarten der Kieselalgen-Lebensgemeinschaften der 137 NAWA-Proben.

Sortierung absteigend nach Anzahl Vorkommen. Hauptarten: Taxa mit mindestens einem Vorkommen von > 10 % relative Häufigkeit (rH). DVNR = eindeutige ID gemäss Liste Deutschlands. DVNR $> 100'000$ sind eigene Taxabezeichnungen, wie sie in Deutschland nicht geführt werden.

Taxaliste Hauptarten (Vorkommen > 10 % rH)	DVNR ID	D-Wert für DI-CH-Index	G-Wert	Vorkommen	
				Anzahl	Maximum
<i>Achnantheidium minutissimum</i> var. <i>minutissimum</i> (KUETZING) CZARNECKY	26060	3	0.5	136	78.8
<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>olivaceum</i> (HORNEMANN) BREBISSON	6867	3	0.5	131	49.8
<i>Nitzschia dissipata</i> (KUETZING) GRUNOW	36151	3.5	1	121	18.1
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (KUETZING) LANGE-BERTALOT	6186	6	0.5	113	22.2
<i>Amphora pediculus</i> (KUETZING) GRUNOW	6983	5	0.5	111	41.6
<i>Achnantheidium pyrenaicum</i> (HUSTEDT) KOBAYASI	26005	1.5	1	110	67.8
<i>Navicula cryptotenella</i> LANGE-BERTALOT	6889	4	0.5	108	21.1
<i>Encyonema ventricosum</i> (C. AGARDH) GRUNOW	26318	2.5	2	105	16.8
<i>Nitzschia fonticola</i> GRUNOW	36154	3.5	1	103	29.6
<i>Navicula reichardtiana</i> LANGE-BERTALOT	36134	4	1	98	14.6
<i>Encyonema minutum</i> (HILSE) D.G.MANN	26208	2.5	2	96	31.9
<i>Navicula gregaria</i> DONKIN	6015	5.5	1	94	28.2
<i>Diatoma vulgare</i> BORY DE SAINT-VINCENT	6006	4	2	87	14.4
<i>Diatoma problematica</i> LANGE-BERTALOT	16207	5	2	84	48.9
<i>Nitzschia recta</i> var. <i>recta</i> HANTZSCH	6029	3.5	2	71	13.0
<i>Cymbella sinuata</i> s.l. im Sinne von KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1986	100238	3.5	1	69	31.0
<i>Encyonema silesiacum</i> var. <i>silesiacum</i> (BLEISCH) D.G.MANN	16993	3	1	67	57.6
<i>Diatoma moniliformis</i> ssp. <i>moniliformis</i> KUETZING	6209	2	2	67	36.6
<i>Gomphonema tergestinum</i> FRICKE	6897	3	2	54	29.6
<i>Navicula lanceolata</i> (C.AGARDH) EHRENBERG	6864	4.5	1	52	22.6
<i>Achnantheidium atomoides</i> MONNIER, LANGE-BERTALOT & ECTOR	26003	3	2	51	19.4
<i>Mayamaea atomus</i> var. <i>permitis</i> (HUSTEDT) LANGE-BERTALOT	26472	6	1	47	16.7
<i>Gomphonema pumilum</i> (GRUNOW) REICHARDT & LANGE-BERTALOT	36095	2	4	45	14.3
<i>Mayamaea atomus</i> (KUETZING) LANGE-BERTALOT	36102	6	1	44	17.2
<i>Meridion circulare</i> var. <i>circulare</i> (GREVILLE) C.AGARDH	6026	3.5	2	42	12.5
<i>Fistulifera saprophila</i> (LANGE-BERTALOT & BONIK) LANGE-BERTALOT	26618	7	2	39	44.7
<i>Diatoma ehrenbergii</i> KUETZING	6208	2.5	1	38	30.0
<i>Gomphonema angustivalva</i> REICHARDT	26404	2	4	29	25.5
<i>Denticula tenuis</i> KUETZING	6068	1	4	26	14.8
<i>Achnantheidium lineare</i> sensu lato	100225	1	8	23	52.9
<i>Eolimna minima</i> (GRUNOW) LANGE-BERTALOT	26568	7	1	23	11.2
<i>Achnantheidium minutissimum</i> var. <i>jackii</i> (RABENHORST) LANGE-BERTALOT	26063	1	8	23	10.0
<i>Diatoma mesodon</i> (EHRENBERG) KUETZING	6949	1	4	17	11.6
<i>Gomphonema micropumilum</i> REICHARDT	26420	2	4	15	18.5
<i>Fistulifera pelliculosa</i> (BREBISSON ex KUETZING) LANGE-BERTALOT	26591	3.5	1	12	19.8
<i>Encyonopsis microcephala</i> (GRUNOW) KRAMMER	26207	2	2	11	12.3
<i>Cymbella helvetica</i> KUETZING	36035	2	1	8	10.4
<i>Gomphonema</i> EHRENBERG	6794	-	-	7	12.4
<i>Achnantheidium gracillimum</i> (LANGE-BERTALOT) LANGE-BERTALOT	26061	1	1	2	30.4

Etliche Messstellen wiesen wenige Plankter auf. Sie befinden sich entweder in grösserer Distanz zum oberliegenden See oder haben entfernt Staustufen, Stauseen oder Kleinseen im Einzugsgebiet.

Seeausflüsse weisen grundsätzlich stabilere Lebensraumverhältnisse auf wie andere Fließgewässer. Dies illustrieren auch diejenigen Stellen mit einem hohen Anteil an Plankton. Die Dominanzsumme der drei häufigsten Arten ist bei Stellen mit einem Planktonanteil von $> 5\%$ oft deutlich tiefer wie 50% . Dies ist ein Hinweis, dass nicht Erstbesiedler die Lebensgemeinschaft dominieren.

Als **gebietsfremde Arten** (= Arten, die in der Schweiz natürlicherweise nicht heimisch sind) sind uns *Achanthidium catenatum*, *A. delmontii* und *Didymosphenia geminata* bekannt und in den NAWA-Proben aufgefallen. Wir beobachteten diese Arten in insgesamt 16 Proben respektive 13 Messstellen, wobei zwei der drei Taxa nur in der Maggia bei Locarno (ID 98) vorkamen. An allen anderen Messstellen trat jeweils nur ein Taxon auf. Die Anteile pro Taxon waren in 12 der 17 Beobachtungen $< 1.0\%$ und *Achanthidium catenatum* erreichte nie mehr als 1% rH, *Didymosphenia geminata* einmal (Muota bei Ingenbohl ID 100, Anteil 1.6% rH) und *Achanthidium delmontii* viermal mehr als 1% rH (Sitter bei Appenzell ID 115, 6.0% rH, Lorze bei Letzi ID 76, 3.6% rH, Töss bei Rämismühle ID 66, 3.0% rH und Areuse bei Boudry ID 85, 1.7% rH).

Achanthidium catenatum wurde gemäss Straub (2002) in der Schweiz bewusst erstmals im Neuenburgersee im Rahmen einer intensiven Planktonblüte beobachtet. Das Taxon tritt unserer Erfahrung nach in Fließgewässern nie mit hohen Dichten auf. Vereinzelt kann es mit wenigen Schalen auftreten, oft unterhalb Seen.

Bei *Achnanthidium delmontii* ist unklar, ob es wirklich eine gebietsfremde Art ist. Möglicherweise wurde diese Form früher als *A. pyrenaicum* bestimmt. Heute fällt dieses Taxon auch in der Schweiz auf, insbesondere auch, weil es in Frankreich als gebietsfremde Art bezeichnet wird. Die Situation ist aber unklar. Das Taxon bildete deutlich grössere Populationen wie die anderen beiden Arten.

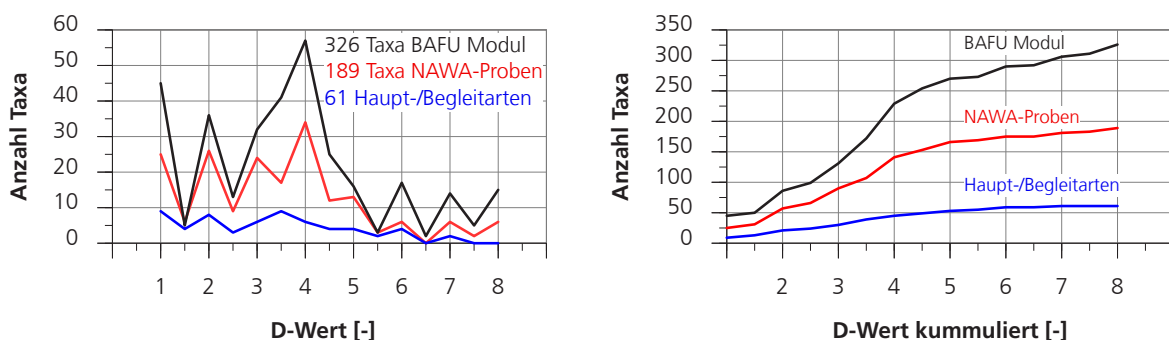


Abb. 6: Verteilung der 189 Taxa aller NAWA-Proben und der 61 Haupt- und Begleitarten mit D-Wert im Vergleich mit den 326 Taxa mit D-Wert gemäss BAFU Modul Kieselalgen (BAFU 2007a). Links: Anzahl Taxa pro D-Wert, rechts: Anzahl Taxa über die D-Werte kumuliert.

Berücksichtigt sind Taxa mit einem D-Wert. Hauptarten: Relative Häufigkeit (rH) $\geq 10\%$, Begleitarten: rH $\geq 5\%$ und $< 10\%$.

Tab. 5: Planktisch lebende Arten in den 137 NAWA Proben.

Max. = Maximale relative Häufigkeit des Taxons über alle 137 Proben hinweg. rH = relative Häufigkeit in Prozent. Verzeichnis der Seeausflüsse siehe Tabelle 6.

Taxaliste Planktisch lebende Arten	Anzahl [Proben]	Max. rH [%]	Vorkommen Stellen mit maximaler rH
<i>Asterionella formosa</i> HASSALL	8	2.6	Glatt, 044
<i>Cyclotella bodanica</i> GRUNOW	1	0.2	Muota, 100
<i>Cyclotella comensis</i> (Artengruppe) sensu lato	7	2.2	Doubs, 088
<i>Cyclotella costei</i> DRUART & STRAUB	4	3.0	Muota, 100
<i>Cyclotella distinguenda</i> HUSTEDT	3	0.4	Glatt, 044
<i>Cyclotella gordonensis</i> KLING et HAKANSSON	1	3.9	Lorze, 075
<i>Cyclotella ocellata</i> PANTOCSEK	2	0.8	Reuss, 014
<i>Cyclotella praetermissa</i> LUND	2	1.2	Glatt, 044
<i>Cyclotella wuethrichiana</i> DRUART & STRAUB	1	0.5	Doubs, 088
<i>Diatoma tenuis</i> C.AGARDH*	3	9.2	Inn, 091
<i>Fragilaria crotonensis</i> KITTON	4	0.6	Lorze, 076
<i>Stephanodiscus alpinus</i> HUSTEDT	2	2.6	Glatt, 044
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> GRUNOW	2	0.2	Salms. Aach 073, Furtbach 049
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (KUETZING) GRUNOW in CLEVE & MOELLER	3	0.6	Areuse, 085
<i>Stephanodiscus neoastraea</i> HAKANSSON & HICKEL	1	1.6	Glatt, 044
<i>Stephanodiscus parvus</i> STOERMER & HAKANSSON	11	8.9	Doubs, 088
<i>Tabellaria flocculosa</i> (ROTH) KUETZING	1	0.8	Glatt, 044

* Die Abgrenzung zu *Fragilaria incognita*, einer nicht planktisch lebenden Art, war sehr schwierig.

Tab. 6: Stellen mit planktischen Arten und die nahe gelegenen Seen.

Fettdruck sind Stellen mit einem Anteil an Plankter von $\geq 1\%$, respektive Gattungen, deren Arten $\geq 1\%$ relative Häufigkeit (rH) einnahmen. *Stepahn.* = *Stephanodiscus*, *Cyclot.* = *Cyclotella*, *Asteri.* = *Asterionella*.

Stelle	Ort	ID	See	Gattungen
Fettdruck sind Stellen, deren Anteil an Plankter $\geq 1\%$ relative Häufigkeit einnahm.				
Fettdruck sind Gattungen mit $> 1\%$ rH				
Aa	Niederuster	46	Pfäffikersee	<i>Stephanodiscus</i> <i>Cyclotella</i>
Aabach	Niederlenz	79	Hallwilersee	<i>Fragilaria</i>
Aare	Brienzwiler	55	Stauseen, oberhalb Brienersee	<i>Fragilaria</i>
Areuse	Boudry	85	Staustufen, oberhalb Neuenburgersee	<i>Stephanodiscus</i> <i>Cyclotella</i>
Doubs	Ocourt	88	Stauseen	<i>Stephanodiscus</i> <i>Cyclotella</i>
Dranse	Martigny	18	Stauseen	<i>Stephanodiscus</i>
Furtbach	nach ARA Otelfingen	49	Katzensee	<i>Stephanodiscus</i> , <i>Diatoma</i>
Glatt	Rheinsfelden	43	Greifensee	<i>Asterionella</i>
Glatt	Abfluss Greifensee	44	Greifensee	<i>Stephan.</i>, <i>Cyclot.</i>, <i>Asteri.</i>, <i>Tabellaria</i>
Inn	S-chanf	91	St. Moritzersee	<i>Diatoma</i>
Limmat	Hönggersteg	40	Zürichsee	<i>Stephanodiscus</i>, <i>Cyclot.</i>, <i>Asteri.</i>
Lorze	Frauenthal	75	Zugersee	<i>Stephan.</i>, <i>Cyclotella</i>, <i>Asterionella</i>
Lorze	Letzi	76	Ägerisee	<i>Asterionella</i> , <i>Fragilaria</i>
Maggia	Locarno	98	Stauseen, oberhalb Lago Maggiore	<i>Fragilaria</i>
Muota	Ingenbohl	100	Stauseen, ob. Vierwaldstättersee	<i>Stephanodiscus</i> <i>Cyclotella</i>
Reppisch	Dietikon	47	Türlersee	<i>Stephanodiscus</i>
Reuss	Luzern	14	Vierwaldstättersee	<i>Asterionella</i>, <i>Cyclotella</i>
Ron	Hochdorf	116	Kleinseen, oberhalb Baldeggersee	<i>Asterionella</i>
Salmsacher Aach	Salmsach	73	Kleinseen, oberhalb Bodensee	<i>Stephanodiscus</i>
Sarner Aa	Kägiswil	12	Sarnersee	<i>Cyclotella</i>, <i>Diatoma</i>
Sihl	Hütten	65	Sihlsee	<i>Cyclotella</i>
Steinach	Mattenhof	23	Kleinseen, oberhalb Bodensee	<i>Stephanodiscus</i>
Suhre	Suhr	39	Sempachersee	<i>Cyclotella</i>
Thur	Andelfingen	50	Staustufen, Kleinseen	<i>Stephanodiscus</i>
Töss	Rämismühle	66	Staustufen, Kleinseen	<i>Cyclotella</i>

Didymosphenia geminata demgegenüber wurde im Rahmen der Zählungen an 11 Stellen gefunden. Es sind dies allesamt grössere Fließgewässer (Muota bei Ingenbohl ID 100, Maggia bei Locarno ID 98 und Maggia bei Brontallo ID 123, Sitter bei Appenzell ID 115, Moesa bei Lumino ID 99, Saane bei Broc ID 107, Reuss bei Luzern ID 14 und Aare bei Brienzwiler ID 55). Dieses Taxon (früher *Gomphonema geminata* genannt) wurde gemäss älterer Literatur in der Schweiz in den silikathaltigen Walliser Alpen bei Zermatt und im See auf dem grossen St. Bernard gefunden (Brun 1880). In den Alpen der Ostschweiz wurde dieses Taxon gemäss Meister (1912) früher zumindest nicht gefunden. Dieses Taxon ist heute weltweit und auch in der Schweiz in Verbreitung (Abb. 7). In Neuseeland trat dieses Taxon invasiv auf (siehe Abb. 7a). Möglicherweise stellt das heutige Taxon gegenüber der früheren Form eine konkurrenzstarke Mutation dar. In der Schweiz beobachteten wir dieses Taxon erstmals im Jahre 1999 im Inn im Unterengadin bei Strada (Restwasserstrecke). Anschliessend trat es jährlich an neuen Standorten auf. Die Art bevorzugt vorwiegend grössere Fließgewässer mit eher wenig Dynamik (Seeausflüsse, Restwasserstrecken, grosse Entwässerungskanäle etc.). Der alpine und

Abb. 7a: *Didymosphenia geminata* als Massenentwicklung (Quelle: <http://www.lavaguada.cl/reportajes/didymo-vald/didymo-vald.htm>)

sowie im Lichtmikroskop (7b).

1: Lichtmikroskopie,
Länge ca. 70 µm,
Bild AquaPlus AG

2: Zeichnung gemäss
Meister (1912).

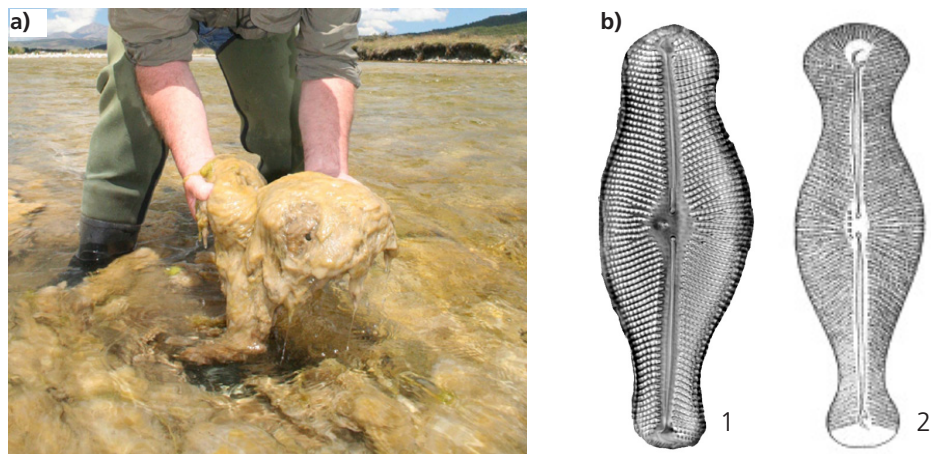
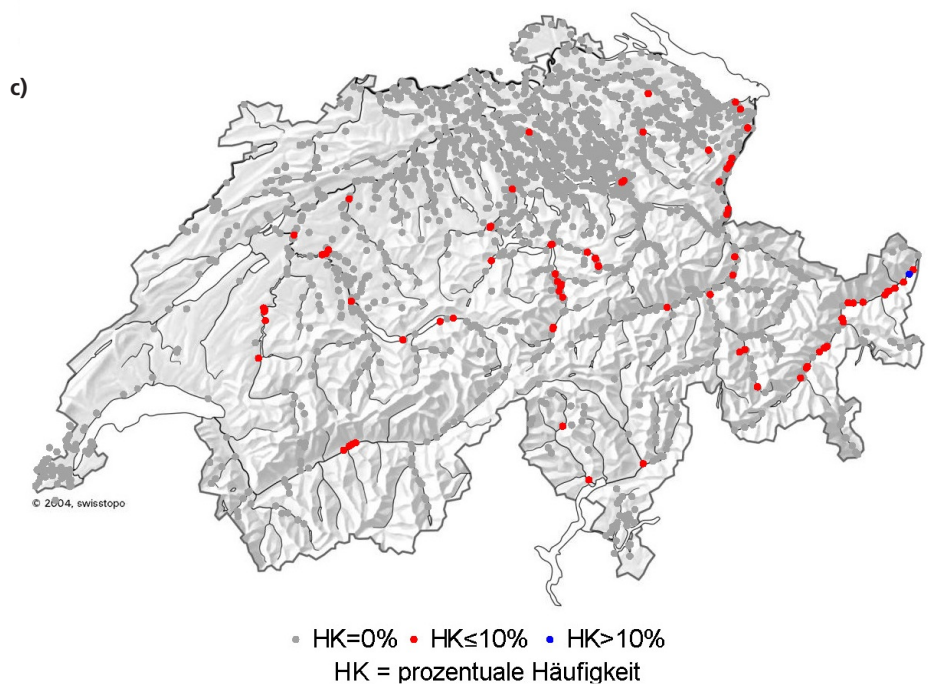


Abb. 7c: Verbreitung der Art *Didymosphenia geminata* in der Schweiz gemäss Datenbank BIS der AquaPlus AG.

Gefunden wurde das Taxon bis anhin in 103 von 6'793 Proben.



voralpine Raum sowie Fließgewässer mit einer guten bis sehr guten Wasserqualität (Mittelwert DI-CH von 87 Proben: 2.3) wird bevorzugt besiedelt (Abb. 7c). Unter geeigneten Verhältnissen vermag das Taxon sehr grosse Algenbiomassen produzieren (Abb. 7a). In der Schweiz ist dies bis jetzt unseres Wissens nach noch nie beobachtet worden. Wir gehen aber davon aus, dass die Alge auch in der Schweiz solche Biomassen erzeugen kann. Der ökologische und wirtschaftliche Schaden ist dabei ungewiss. Denkbar sind erhöhte tägliche Sauerstoffschwankungen (Sauerstoffproduktion tagsüber und -zehrung nachts), Verdrängen von anderen Arten, Beeinflussung der Fisch-Laichsubstrate, Kolmation etc. aber auch Verstopfen von Wasserfassungen oder erhöhte Sedimentation in Staustufen (Faulschlammabildung).

4.3 Teratologie

Teratologien sind Missbildungen der Schalenstruktur. Sie können natürlichen Ursprungs sein (z. B. erhöhte UV-Strahlung im Gebirge, Temperaturschock, Siliziummangel, hohe Zelldichte etc), aber auch anthropogen bedingt (häusliches Abwasser, hohe Ammonium- und Nitritkonzentrationen, Schwermetalle, Mikroverunreinigungen, atypisch hoher Salzgehalt, Radioaktivität etc.). Es wird davon ausgegangen, dass wenn der Anteil an missgebildeten Schalen mehr $\geq 0.5\%$ der Lebensgemeinschaft ($100\% = \text{Anzahl gezählte Schalen}$, z.B. 500 Schalen) ausmacht, dass dann durchaus anthropogene Faktoren in Frage kommen können. Das Wissen um die Ursachen der Teratologien ist aber noch gering. Eine Auswertung von 42 Kläranlagen (Nachklärbecken, Kläranlagenauslauf, Aufnahmen im April 1989) des Kantons Zürich hinsichtlich Teratologie, ergab, dass der Anteil sehr gross sein kann. Es wurden Anteile bis 13.2% festgestellt (Mittelwert 2.2% , $n = 42$)². Von den 42 Proben aus Kläranlagen wiesen nur sechs keine Teratologie oder einen geringen Anteil ($< 0.5\%$) auf.

Um die Teratologie zu erfassen, wurden vier Typen definiert. Sie sind in Abbildung 8 abgebildet. Die Definition der vier Typen ist willkürlich und stützt sich auf morphologische Kriterien ab, welche im Lichtmikroskop einigermaßen gut erkennbar sind. Die Typen haben keine Aussagekraft im Sinne von Einflussfaktoren, ökologischer Relevanz oder sonstiger Bedeutung. Die Klassifizierung des Anteiles der Teratologie in fünf Klassen erfolgte aufgrund des erwähnten Datensatzes der 42 Kläranlagen sowie auf eigenen Erfahrungen. Wir unterscheiden die Klassen 'keine' (0%), 'gering' ($0 \text{ bis } < 0.5\%$ Anteil Summe der vier Typen), 'mittel' ($> 0.5\%$ bis $< 1.0\%$), 'viel' ($\geq 1\%$ bis $< 5\%$) und 'sehr viel' ($\geq 5\%$).

In den NAWA-Proben wiesen 33 Stellen einen Anteil von $\geq 0.5\%$ rH auf. Der Maximalwert über alle vier Typen hinweg betrug 4.7% (Klasse 'viel'). Gemäss Abbildungen 9a und 9b nimmt der Anteil an Teratologie in Abhängigkeit des DI-CH-Wertes (Abb. 9b) respektive der Zustandsklassen zu (Abb. 9a). Es gilt aber zu bemerken, dass nicht zwingend bei erhöhtem DI-CH-Wert der Anteil an Teratologie hoch sein muss. Es gibt auch im Datensatz der 42 Kläranlagen (DI-CH-Wert > 6.5 , Zustandsklasse 5 'schlecht') Proben mit keiner oder geringer Teratologie. Ab

² Eruiert im Rahmen des Workshops 'Kieselalgen 2012 in La Chaux-de-Fonds' der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft Mikroflora S.A.M. / A.S.E.M.

einem DI-CH-Wert von 4.5 (= Zustandsklasse 3, siehe Abb. 9a) wiesen aber die Hälfte aller NAWA-Stellen einen Anteil an Teratologie von > 0.5 % auf (ab Klasse 3, mittel oder höherer Anteil an Teratologie).

Inwieweit die Erfassung der Teratologie abhängig ist vom Zähler, ist aufgrund von Ringtests erst einmal im Sommer 2013 anlässlich des Workshops Kieselalgen in La Chaux-de-Fonds eruiert worden. Der Test wurde an der NAWA-Probe Glatt bei Rheinsfelden (ID 43) durchgeführt. Es zeigte sich, dass die Spannweite gross sein kann. So stellten im Rahmen des Ringtests 9 TeilnehmerInnen Anteile an Teratologie von 0 bis 3.1 % (Mittelwert 1.1 %) fest. In den NAWA-Proben verteilen sich die 73 Stellen mit Teratologie auf alle vier Institutionen welche Zählungen durchgeführt haben. Bei den beiden Institutionen 1 und 2, welche die meisten Zählungen durchgeführt haben, wies die Institution 2 insgesamt 37 Proben auf mit Teratologie (= 62 % der Zählungen der Institution 2) und die Institution 1 insgesamt 28 Proben mit Teratologie (= 44 % der Zählungen der Institution 1). Von den 13 von der Institution 3 gezählten Proben enthielten deren 7 Teratologie (= 53 % der

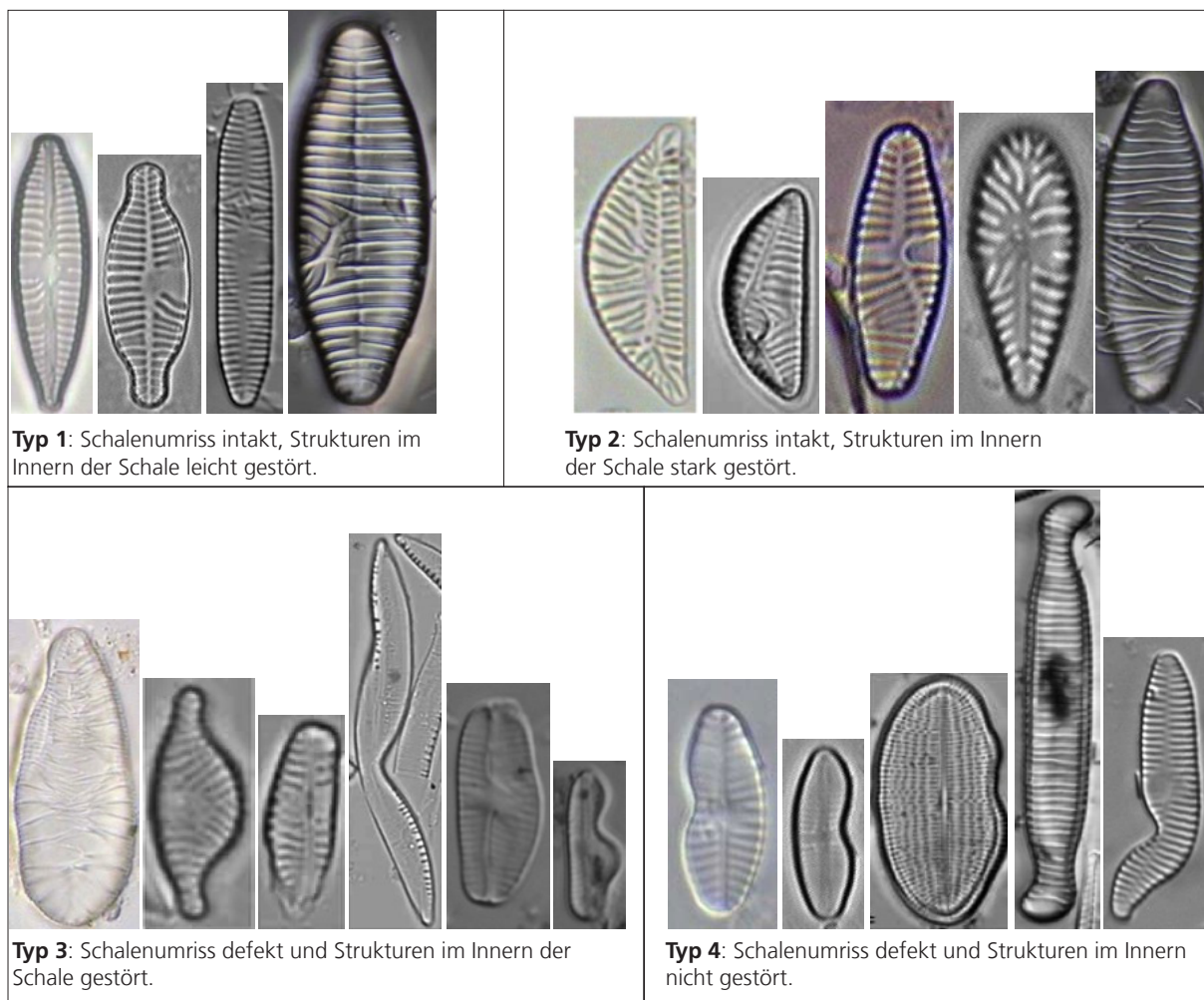


Abb. 8: Typen von Teratologien (Missbildungen der Schalenstrukturen).

Typen gemäss S.A.M / A.S.E.M. (Workshop Kieselalgen in La Chaux-de-Fonds der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft Mikroflore) und AquaPlus AG & PhycoEco (2013c). Achtung: Die Schalen sind nicht mit gleicher Vergrösserung abgebildet. Die Fotos stammen von AquaPlus AG, Falasco et al. (2009), Rimet & Ector (2006) sowie Rimet et al. (2006).

gezählten Proben). Von den 12 Proben mit Anteilen $\geq 1\%$ Teratologie stammen deren 8 von der Institution 2 und deren vier von der Institution 1.

Über alle vier Teratologietypen hinweg beobachteten wir im Rahmen der 137 NAWA-Proben 254 Schalen mit Teratologie. Das sind 0.4 % der über die 137 Proben hinweg insgesamt gezählten 69'803 Schalen. Die Teratologien betrafen total 23 Taxa, wobei gehäuft Teratologien bei den Gattungen *Achnanthydium* (5 Taxa, zusammen 13 % aller Schalen mit Teratologie), *Diatoma* (4 Taxa, 14.1 %) und *Fragilaria* (3 Taxa, 13.1 %) auftraten. Am häufigsten Missbildungen wiesen die Taxa *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae*, *Achnanthydium minutissimum* var. *minutissimum*, *A. pyrenaicum*, *Diatoma problematica* und *D. vulgaris* auf. Diese fünf Taxa umfassten 70 % aller beobachteten Missbildungen.

Legende Teratologieklassen

Stufe	Anteil	Klasse
1	0 %	keine
2	< 0.5 %	wenig
3	≥ 0.5 bis < 1 %	mittel
4	≥ 1 bis < 5 %	viel
5	$\geq 5\%$	sehr viel

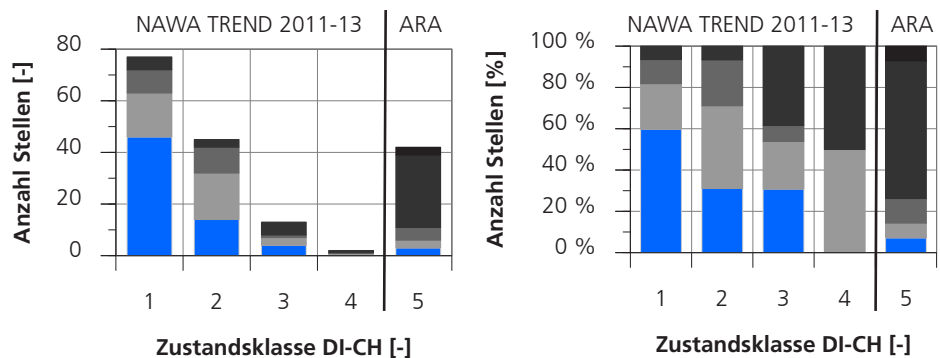


Abb. 9a: Auftreten von Teratologie pro Zustandsklasse des DI-CH-Wertes.

Dargestellt sind die beiden Datensätze NAWA TREND 2011-13 (137 Proben, Zustandsklassen 1 bis 4) sowie ARA Zürich 1989 (42 Proben, alle Zustandsklasse 5).

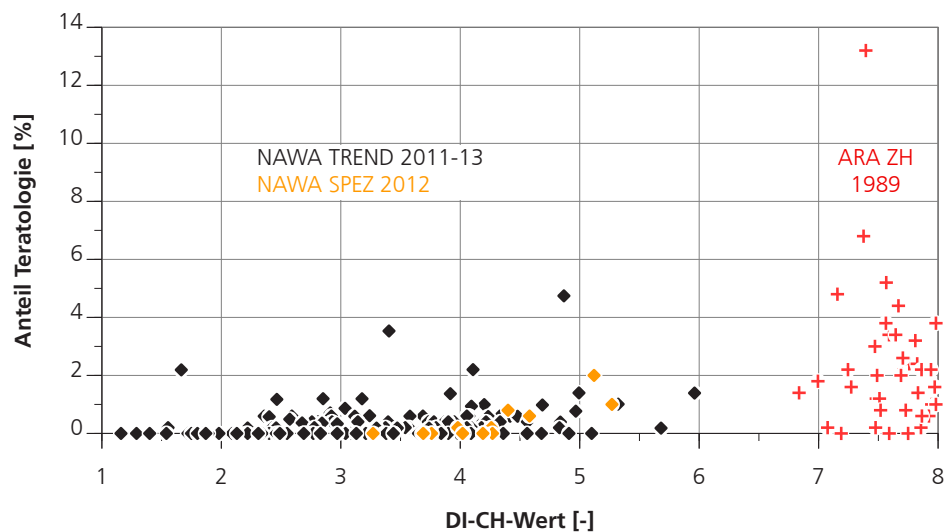


Abb. 9b: Anteil der Teratologie in Abhängigkeit des DI-CH-Wertes.

Dargestellt sind die Datensätze NAWA TREND 2011-13 (137 Proben, Zustandsklassen 1 bis 4) und NAWA SPEZ 2012 (15 Proben) sowie ARA Zürich 1989 (42 Proben, alle Zustandsklasse 5).

Die Verteilung dieser 254 Schalen auf die vier Teratologietypen zeigt, dass die Typen 1 (99 Schalen, 39 % aller Schalen mit Teratologie) und 4 (75 Schalen, 30 %) deutlich häufiger vorkamen wie die anderen beiden Typen 2 (34 Schalen, 13 %) und 3 (46 Schalen, 18 %). Ein Grossteil der Teratologien waren demnach gering (Typ 1) oder der Schalenumriss war defekt (Typ 4).

In Abbildung 10 ist die geografische Verteilung des Vorkommens von Teratologien dargestellt. Es ist ersichtlich, dass im Mittelland und im Jura die Teratologien häufiger auftreten wie in den anderen Regionen. Im Bereich der Alpennordflanke sind zwei Stellen mit einem Anteil von > 0.5 % festgestellt worden. Es sind dies die Aare bei Brienzwiler (ID 55) und die Kander bei der Wasserfassung Hondrich (ID 92). In den westlichen Zentralalpen (vier Stellen) und in den östlichen Zentralalpen (zwei Stellen) sowie auf der Alpensüdflanke (drei Stellen) sind keine erhöhte Anteile an Missbildungen aufgetreten. Da die Zahl der untersuchten Stellen gering ist und es sich alles um eher grössere und alpine Fließgewässer handelt und kleinere Fließgewässer fehlen, verzichten wir auf weitere Interpretationen.

Teratologien kamen mit erhöhtem Anteil eher an Stellen vor mit kleinerem Einzugsgebiet (tendentiell < 250 km²), geringem Abfluss (Q₃₄₇ < 5 m³/s) und erhöh-

Legende Teratologieklassen

Stufe	Anteil	Klasse
1	0 %	keine
2	< 0.5 %	wenig
3	≥ 0.5 bis < 1 %	mittel
4	≥ 1 bis < 5 %	viel
5	≥ 5 %	sehr viel

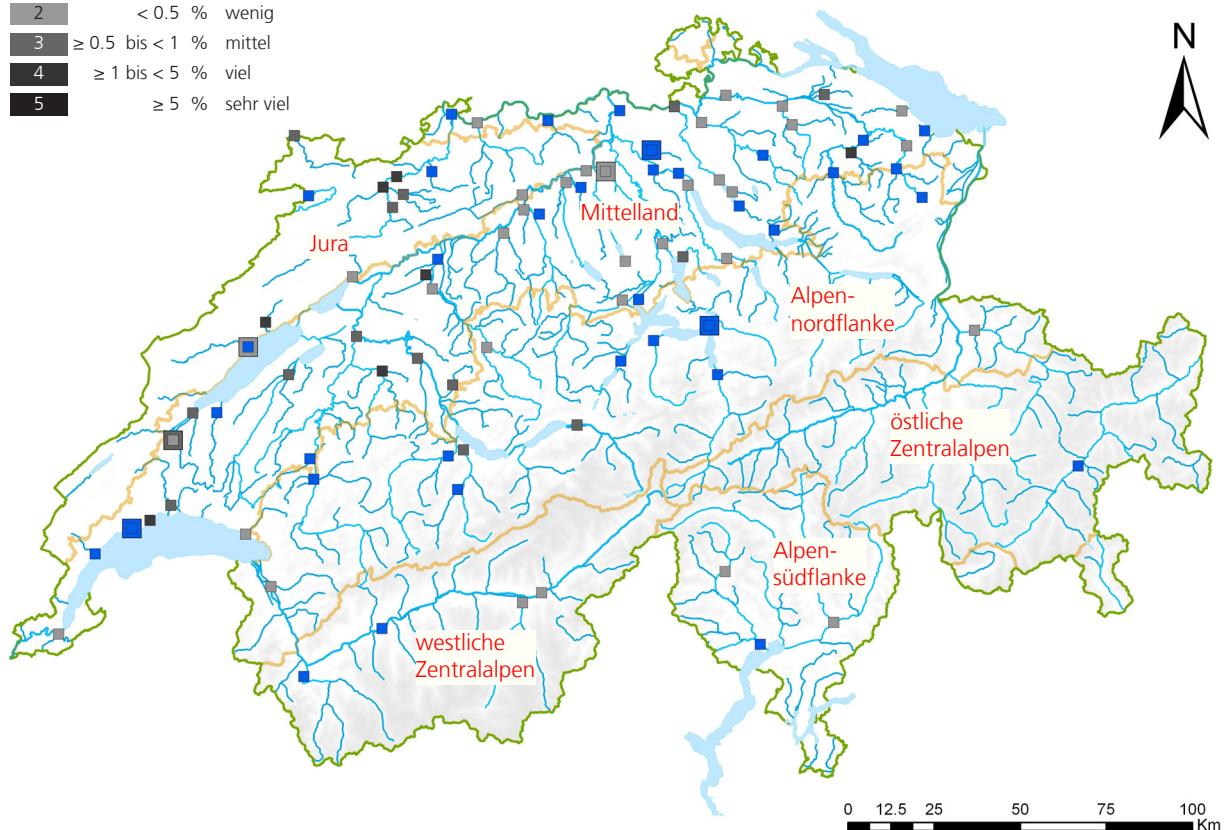


Abb. 10: Geografische Verteilung des Vorkommens der Teratologie (missbildete Schalen).

Dargestellt ist der Datensatz NAWA TREND 2012 (inkl. Doppelbeobachtung = grosse Quadrate). Die hellbraunen Linien zeigen die Grenzen der biogeografischen Regionen.

tem Anteil an Landwirtschaftsfläche (> 40 % Anteil am Einzugsgebiet). Mehr als 2 % Anteil an Teratologie wurde an den Stellen Talent bei Chavornay (ID 127, Anteil Teratologie 4.7 %), Sorne bei Delémont (ID 68, 3.5 %), Sense bei Thörishaus (ID 60, 2.2 %), Saane bei Broc (ID 107, 2.2 %) sowie Limpach bei Kyburg (ID 9, 2.0 %) festgestellt.

4.4 Ähnlichkeit zwischen den Kieselalgen-Lebensgemeinschaften

Zwei Kieselalgen-Lebensgemeinschaften können mittels Ähnlichkeitsindizes verglichen werden. Wir benutzen dazu zwei bewährte Verfahren. Mit dem einen Index AI (Artenübereinstimmung nach Jaccard 1901) wird die Ähnlichkeit der Arten geprüft. Dabei spielt die Häufigkeit des Taxons keine Rolle. Es wird bloss der Anteil der gemeinsam vorhandenen Taxa im Verhältnis zur gesamten Taxazahl beider Lebensgemeinschaften berechnet. Der Index reicht von 0 % (keine gemeinsamen Taxa) bis 100 % (alle Taxa gemeinsam). Der zweite Indexwert DI (Individuenübereinstimmung nach Renkonen 1938, auch Dominanz-Identität genannt) errechnet die Übereinstimmung zweier Lebensgemeinschaften unter Berücksichtigung der relativen Häufigkeiten aller Taxa. Dabei wird der gemeinsame Anteil über alle Taxa hinweg aufsummiert. Der Index reicht von 0 % (keine gemeinsamen Individuen) bis 100 % (alle Individuen gemeinsam). Aufgrund von Experimenten und eigenen Erfahrungen kann angenommen werden, dass wenn die Indexwerte AI und DI je ≥ 60 % Übereinstimmung aufweisen, die Ähnlichkeit der beiden zu vergleichenden Lebensgemeinschaften sehr gross ist. Sie könnten von derselben Probe, ja sogar von demselben Präparat stammen. Vergleicht man alle 97 Messstellen des Jahres 2012 miteinander, so ergeben sich 4'656 Paarvergleiche. Die Ähnlichkeiten dieser Paarvergleiche sind in Abbildung 11 (oben) dargestellt. Das erhaltene Bild ist typisch und entspricht unseren Erwartungen. Der Grossteil der Paarvergleiche weisen eine geringe oder zumindest eine Ähnlichkeit < 60 % AI und DI auf. Bloss 12 Paarvergleiche (0.3 % aller Paarvergleiche) waren sich so ähnlich, dass sie vom selben Bach, Ort und Zeitpunkt stammen könnten. Im weiteren erreichten 142 Paarvergleiche (3.0 %) einen DI von ≥ 60 %. Sie dürften vorwiegend dieselben dominierenden Taxa haben. Zum Teil ist aber die Artenübereinstimmung sehr tief. Die 50 Paarvergleiche (1.1 %) mit einem AI ≥ 60 % haben durchwegs viele Arten gemeinsam, aber zum Teil eine geringe Übereinstimmung der Individuen.

In Abbildung 11 (unten) sind die 20 Stellen Ost und West untereinander verglichen dargestellt (81 Paarvergleiche). Es handelt sich dabei um diejenigen Stellen, welche in den Jahren 2011, 2012 und 2013 beprobt wurden. Die Individuenübereinstimmung (22 von 81 Paarvergleiche) war auch bei diesen Stellen besser wie die Artenübereinstimmung (1 von 81 Paarvergleichen). Damit tragen vor allem die dominierenden Arten zu den Ähnlichkeiten bei und weniger die seltenen Arten.

Die 13 Paarvergleiche mit Ähnlichkeiten > 60 % sind in Tabelle 7 aufgelistet. Von den 13 Paarvergleichen sind sich deren 11 verschiedene Bäche sehr ähnlich. Die grössten Ähnlichkeiten wiesen die Ergolz bei Augst (ID 67) und die Birs bei Birskopf (ID 2) auf. Einer der 13 Paarvergleiche zeigte sehr hohe Ähnlichkeit innerhalb desselben Gewässers (Sihl beim Sihlhölzli (Zürich, ID 42) und Sihl bei Hütten (ID 65) und einer an derselben Stelle aber zu unterschiedlichen Probenahmetagen (Necker

bei Letzi, ID 27 am 14.3.2011 und am 18.3.2013). 12 der 13 Paarvergleiche mit Ähnlichkeiten > 60 % basieren auf Zählungen derselben Institution. Dass über die Institutionen hinweg weniger Ähnlichkeiten auftreten, begründet sich einerseits vermutlich in gewissen 'Eigenheiten' (z. B. Vorlieben bei der Bestimmung schwieriger Taxa) und in der unterschiedlichen Anzahl gezählter Schalen, was sich wiederum auf die Taxazahlen auswirkt (siehe Kapitel 4.1).

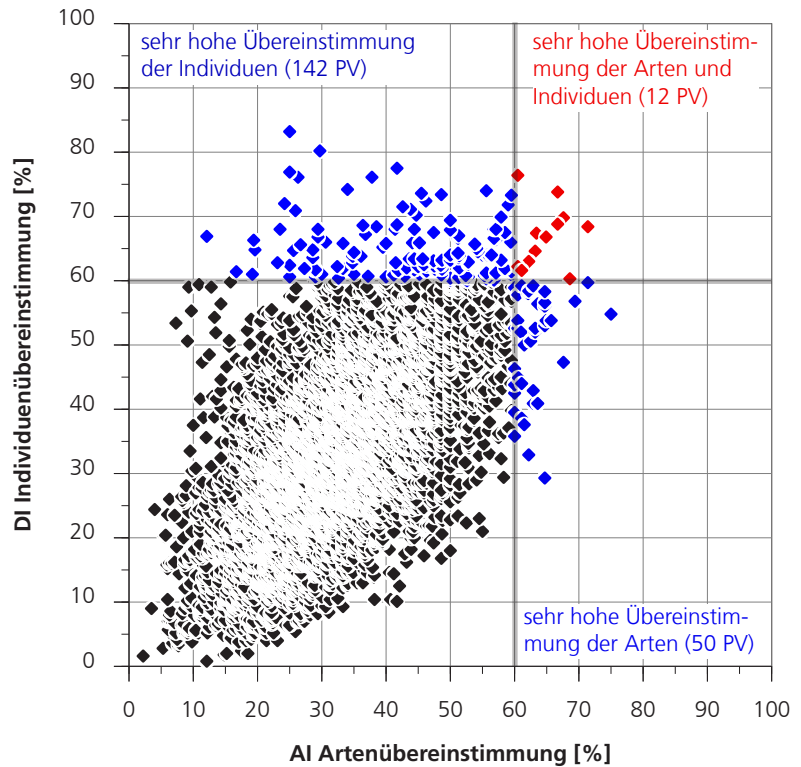
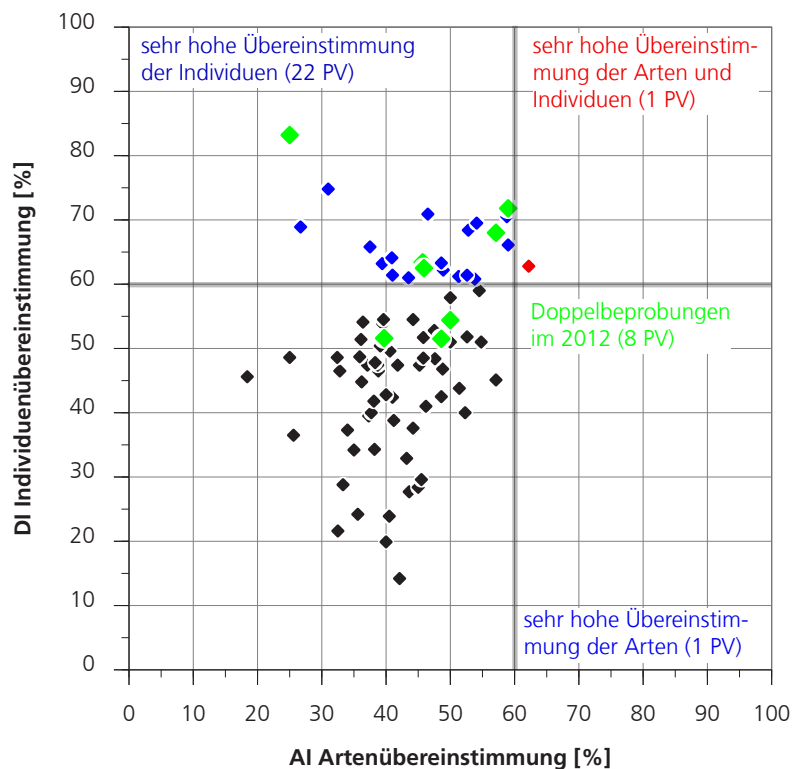


Abb. 11: Vergleich der Kieselalgen-Lebensgemeinschaften mittels Paarvergleichen (PV).

Oben: Vergleich der 97 NAWA-Proben des Jahres 2012 untereinander (4'656 PV).

Unten: Vergleich der 20 NAWA-Proben untereinander, welche in den Jahren 2011, 2012 und 2013 untersucht wurden (81 PV).

Jeder Punkt stellt einen Paarvergleich dar, also die Ähnlichkeit zweier Lebensgemeinschaften basierend auf den Indexwerten nach Jaccard (1901, AI) und Renkonen (1938, DI). Grüne Punkte stellen die Ähnlichkeiten der im Jahr 2012 acht doppelt beprobten Stellen dar.



Die im Jahr 2012 doppelt beprobten acht Stellen wiesen Ähnlichkeiten untereinander auf, welche bezüglich der Individuenähnlichkeit DI hoch bis sehr hoch ist (von 51.5 % bis 83.2 %) und bezüglich der Artenübereinstimmung AI von schlecht bis hoch (von 25 % bis 59 %). Erwartungsgemäss wurde die Ähnlichkeit der doppelt beprobten Stellen vor allem durch die dominierenden Taxa bestimmt (Abb. 11 unten). Dies ist normal und stellen wir auch bei Ringtests fest. Die Ähnlichkeit hinsichtlich der Artenübereinstimmung ist eine viel höhere Anforderung als diejenige der dominierenden Arten. Dies daher, weil die dominierenden Arten oft taxonomisch gut bekannt sind und alle ZählerInnen gleich benennen. Hingegen sind die Arten mit geringer Häufigkeit in einem Präparat inhomogener verteilt und die Bestimmung ist oft problematisch, weil keine gut ausgebildete Population mit mehreren Schalen vorliegt.

4.5 Biologisch indizierte Wasserqualität (Indexwert DI-CH)

Die biologisch indizierte Wasserqualität wird mit dem Indexwert DI-CH ermittelt. Der Index reicht von 1 bis 8 und wurde an chemischen Parametern geeicht (BAFU 2007a). Die Eichung erfolgte mit epilithischen Lebensgemeinschaften der fliessenden Welle, wobei kopf- bis faustgrosse Steine verwendet wurden. Die vorliegenden Untersuchungen wurden mit einer Ausnahme³ allesamt im Sinne des BAFU Moduls Kieselalgen durchgeführt. Der aufgrund der Kieselalgen-Lebensgemeinschaften ermittelte DI-CH-Wert hängt daher in erster Linie mit Parametern und Faktoren zusammen, welche die klassische chemische Wasserqualität definieren.

Tab. 7: Kieselalgen-Lebensgemeinschaften mit sehr grosser Ähnlichkeit.

Fettddruck sind Stellen desselben Gewässers. AI = Artenübereinstimmung nach Jaccard (1901), DI = Individuenübereinstimmung nach Renkonen (1938). Aufgeführt sind nur diejenigen 13 Paarvergleiche (Basis: 137 Proben, 9'316 Paarvergleiche) mit Ähnlichkeiten beider Indexe von je ≥ 60 %. Zwei Kieselalgen-Lebensgemeinschaften mit Ähnlichkeiten von AI und DI je ≥ 60 % sind sich strukturell sehr ähnlich. Sie könnten von derselben Probe, ja sogar von demselben Präparat stammen.

Vorgabe hat hohe Ähnlichkeit mit Vergleich	ID	Datum	Vergleich	ID	Datum	AI [%]	DI [%]
Ergolz bei Augst	67	12.3.2012	<-> Birs bei Birskopf	2	12.3.2012	66.7	73.8
Reppisch bei Dietikon	47	28.3.2012	<-> Jona bei Rüti	48	14.3.2012	71.4	68.4
Sihl beim Sihlhölzli (Zürich)	42	28.3.2012	<-> Sihl bei Hütten	65	28.3.2012	67.6	69.8
Aabach bei Mönchaltorf	45	14.3.2012	<-> Reppisch bei Dietikon	47	28.3.2012	60.5	76.4
La Birse bei La Roche St. Jean	134	10.3.2012	<-> Bünz bei Möriken	34	19.3.2013	66.7	68.8
Surb bei Döttingen	35	13.3.2012	<-> Salmsacher Aach bei Salmsach	73	6.3.2012	64.9	66.8
Surb bei Döttingen	35	13.3.2012	<-> Birs bei Birskopf	2	12.3.2012	63.4	67.4
Bünz bei Möriken	34	13.3.2012	<-> Surb bei Döttingen	35	13.3.2012	68.6	60.3
La Birse bei La Roche St. Jean	134	10.3.2012	<-> Allaine bei Boncourt	84	11.3.2012	63.2	64.6
Surb bei Döttingen	35	13.3.2012	<-> Ergolz bei Augst	67	12.3.2012	62.2	63
Necker bei Letzi	27	14.3.2011	<-> Necker bei Letzi	27	18.3.2013	62.2	62.8
Ergolz bei Augst	67	12.3.2012	<-> Wigger bei Zofingen	111	12.3.2012	61.1	61.6
Necker bei Letzi	27	6.3.2012	<-> Dünern bei Olten	89	12.3.2012	60.5	62.2

³ Die Stelle Aubonne, Allaman VD (ID 130) wurde im 2011 versehentlich nicht beprobt. Daher wurde die Zoobenthosprobe (Mischprobe von 8 Kicks) präpariert. Die Resultate auf Niveau des Indexwertes DI-CH erwiesen sich als sinnvoll, so dass die Probe verwendet werden darf.

Es sind dies zum Beispiel der Abfluss, die Landnutzungen, der Abwasseranteil, die Anzahl Grossvieheinheiten aber auch die Grösse des Einzugsgebietes oder die biogeographischen Regionen. Morphologische Faktoren (Ökomorphologie) sind mit dem gewählten Vorgehen weniger bestimmend, da bewusst die epilithischen Lebensgemeinschaften im dauerbenetzten Bereich der fließenden Welle untersucht werden und nicht andere Substrate (Schlamm, Sand, Feinkies, Holz, Moose, Wasserpflanzen etc.) oder Stellen im amphibischen Uferbereich. Einflussreich können jedoch Hochwasserereignisse sein mit Geschiebetrieb. Sie bewirken, dass sich die Lebensgemeinschaft anschliessend neu etablieren muss. In dieser Phase dominieren Erstbesiedler wie Arten der Gattungen *Achnanthes* oder *Achnantheidium*. Es sind dies vor allem kleine Formen mit vermutlich schneller Teilungsrate.

Im Folgenden werden gezielte Auswertungen besprochen. Sie erlauben die Resultate im Überblick und in der Gesamtheit darzustellen. Auf die Diskussion der einzelnen Stellen wird bewusst verzichtet. Wir verweisen dazu auf die Kurzkommunikare (elektronisch verfügbar, erhältlich beim BAFU). In Anhang B1 befindet sich jedoch die Liste aller Messstellen sowie die wichtigsten Resultate pro Untersuchungsjahr.

Um die jährliche Variabilität des Indexwertes DI-CH über Jahre hinweg zu kennen, wurden 20 Stellen in den Jahren 2011, 2012 und 2013 je einmal untersucht. In Tabelle 8 sind die DI-CH-Werte für diese 20 Stellen aufgeführt. In 13 der 20 Stel-

Tab. 8: Biologisch indizierte Wasserqualität der 20 Stellen, welche jährlich in den Jahren 2011, 2012 und 2013 untersucht wurden (inkl. Doppeluntersuchungen im Jahr 2012), dargestellt am Indexwert DI-CH.

Legende DI-CH und Zustandsklasse

1 bis < 3.5 sehr gut ≥3.5 bis <4.5 gut ≥4.5 bis <5.5 mässig ≥5.5 bis <6.5 befriedigend ≥6.5 bis 8 schlecht

Gewässer, Ort	ID	Kanton	DI-CH-Wert				Differenz Max-Min	Mittelwert
			2011	2012	2012	2013		
Drance, Martigny Bourg	18	VS	3.1	2.1		1.2	2.0	2.1
Steinach, Mattenhof	23	SG	6.0	5.1		4.9	1.1	5.3
Necker, Lütisburg - Letzi	27	SG	2.7	3.7		3.1	1.0	3.1
Bünz, Möriken	34	AG	3.4	4.1	4.6	4.1	1.2	4.0
Furtbach, nach ARA Otelfingen	49	ZH	4.3	3.8	3.8	4.4	0.7	4.1
Engstlige, Chriesbaum	56	BE	2.5	1.8		1.9	0.7	2.1
Chise, ob. Oberdiessbach	58	BE	3.6	4.1		4.1	0.5	3.9
Sense, Thörishaus	60	BE	2.5	4.1		2.8	1.7	3.1
Töss, Rämismühle (Zell)	66	ZH	2.0	2.8	2.7	2.5	0.8	2.5
Murg, Frauenfeld	70	TG	3.4	4.0		3.7	0.5	3.7
Salmsacher Aach, Salmsach	73	TG	4.2	4.3		4.4	0.2	4.3
Lorze, Letzi	76	ZG	2.9	2.9		2.7	0.2	2.8
Areuse, Boudry	85	NE	2.7	3.1	3.5	3.0	0.9	3.1
Doubs, Ocourt-La Motte	88	JU	3.7	4.0		4.2	0.5	4.0
Muota, Ingenbohl	100	SZ	2.3	2.3	2.1	2.2	0.2	2.2
Sarine, Broc	107	FR	2.1	1.8		1.7	0.4	1.9
Sitter, Appenzell Sittertal	115	AI	2.4	2.5		1.7	0.8	2.2
Mentue, Mauguettaz	126	VD		4.6	4.4		0.2	4.5
Talent, Chavornay	127	VD	4.9	5.7	5.0	4.7	1.0	5.1
Aubonne, Allaman <small>siehe Fussnote 3</small>	130	VD	3.0	2.6	2.3	3.2	0.9	2.8
Simme, Laterbach	133	BE	1.9	1.5		1.3	0.6	1.6

len indizierten die Kieselalgen an allen drei Untersuchungsjahren (inkl. Doppelbe-
probung) dieselbe Zustandsklasse (9 Stellen 'sehr gut', 4 Stellen 'gut'). Die DI-CH-
Werte schwankten bei diesen 13 Stellen um 0.2 bis 0.9 Einheiten und einmal um
2.0 Einheiten. Bei den anderen 7 Stellen wurden über die drei Jahre hinweg zwei
oder drei verschiedene Zustandsklassen indiziert. Bei diesen 7 Stellen schwankte
der DI-CH-Wert ähnlich, nämlich von 0.5 bis 1.2 Einheiten und einmal um 1.7
Einheiten. Inwieweit eine allfällige Änderung im DI-CH-Wert eine Entwicklung
oder Reaktion auf veränderte Umweltbedingungen (Wasserqualität, Hochwasser
etc.) darstellt oder bloss eine methodische Variabilität kann nicht abschliessend
beurteilt werden. Mitentscheidend ist dabei das Wissen um den methodischen
Fehler, welcher begangen wird; sei es im Feld (Probenahme, Variabilität von Stein
zu Stein, von Tag zu Tag etc.), im Labor (Präparation, Qualität der Präparate, Ver-
teilung der Schalen auf dem Deckglas etc.) oder bei den Zählungen (Anzahl ge-
zählter Schalen, Auswahl der zu zählenden Streifen, Bestimmungen etc.). Auf-
grund von Ringversuchen und den Doppelbeprobungen sind Standardabweichun-
gen von ± 0.1 bis ± 0.5 Einheiten bekannt. So wurde z. B. die Stelle Glatt bei
Rheinsfelden ZH (ID 43) anlässlich des Ringversuches 2013 durch 9 DiatomologIn-
nen ausgezählt⁴. Der DI-CH-Wert schwankte von 3.6 bis 4.3 und die Standardab-
weichung betrug ± 0.21 . Aufgrund von Mehrfachuntersuchungen derselben Stel-
le durch verschiedene Personen zeigte sich, dass wenn anschliessend die Präpara-
tion einheitlich und die Zählungen durch dieselbe Person durchgeführt wird, dass
die Differenz des minimalen zum maximalen DI-CH-Wertes um 0.5 Einheiten und
die Standardabweichung rund ± 0.2 Einheiten beträgt (Gürbe, NAWA-Workshop
Frühjahr 2011, 8 Teilproben, Standardabweichung ± 0.17 ; Rot, NAWA-Workshop
Herbst 2011, 8 Teilproben im Fliessverlauf, Standardabweichung ± 0.28). Demzu-
folge dürften Änderungen um mehr als 0.5 Einheiten oft nicht methodisch be-
dingte Änderungen darstellen.

Ein Trend zur Verbesserung kann demzufolge eindeutig oft erst nach Jahren er-
kannt werden. Ändert der DI-CH-Wert jedoch stetig in die gleiche Richtung oder
einmalig um mehr als rund 0.5 Einheiten, kann von einer effektiven Änderung im
Gewässer ausgegangen werden. Bei den 20 Stellen wiesen über die drei Jahre
hinweg nur die Stellen Drance bei Martigny Bourg VS (ID 18), Steinach beim Mat-
tenhof SG (ID 23) sowie die Simme bei Laterbach BE (ID 133) eine stetige Verbes-
serung des DI-CH-Wertes um mehr als 0.5 Einheiten auf. Eine Verschlechterung
von 0.5 Einheiten über die drei Jahre hinweg wurde beim Doubs bei Ocourt-La
Motte (ID 88) festgestellt. Alle anderen Stellen wiesen über die Jahre hinweg klei-
nere gleichgerichtete oder entgegengesetzte Änderungen auf. Nicht atypisch ist
aber auch, dass der DI-CH-Wert von Jahr zu Jahr um mehr als 0.5 Einheiten än-
dert, aber zum Teil in entgegengesetzte Richtungen.

Mit der jährlichen Beprobung wird nicht die saisonale Variabilität erfasst. Die Sai-
sonalität spielt aber eine Rolle. So ist basierend auf Untersuchungen derselben
Stelle im Frühjahr und im Herbst bekannt, dass im Herbst in rund 72 % aller 880
Vergleiche der DI-CH-Wert einen schlechteren Zustand aufwies als im Frühjahr.
Diese Aussage gilt für Stellen $< 1'000$ m ü. M. und ist unabhängig von der indi-
zierten Wasserqualität (DI-CH-Werte).

⁴ Eruiert im Rahmen des Workshops 'Kieselalgen 2013 in La Chaux-de-Fonds' der Schweizeri-
schen Arbeitsgemeinschaft Mikroflora S.A.M. / A.S.E.M.

Die Doppelbeprobungen im Jahr 2012 ergaben bei vier der 8 doppelt beprobten Stellen dieselbe Zustandsklasse. Die Indexwerte schwankten um 0.1 bis 0.5 Einheiten und einmal um 0.7 Einheiten. Die Resultate der doppelt beprobten Stellen dürften daher mehrheitlich methodische Variabilität darstellen und weniger effektive Unterschiede.

In Abbildung 12 befinden sich die Darstellungen zur Verteilung der Zustandsklassen über die biogeografischen Regionen hinweg. Insgesamt der 137 Proben indizierten 56 % die Zustandsklasse 'sehr gut' und 33 % die Zustandsklasse 'gut'. Einen 'mässigen' oder 'unbefriedigenden' Zustand wiesen 11 % der Stellen aus. Der 'schlechte' Zustand trat nie auf. Einen ungenügenden DI-CH-Wert von ≥ 4.5 wurde festgestellt bei den folgenden Stellen:

- Steinach bei Mattenhof SG, ID 23 (Jahre 2011, 2012, 2013)
- Talent bei Chavornay VD, ID 127 (Jahre 2011, 2012, 2013)
- Seyon bei Valangin NE, ID 119 (Jahr 2012)
- Limpach bei Kyburg SO, ID 9 (Jahr 2012)
- Venoge bei Les Bois VD, ID 20 (Jahr 2012)
- Lorze bei Frauenthal ZG, ID 75 (Jahr 2012)
- Ron bei Hochdorf LU, ID 116 (Jahr 2012)
- Boiron de Morges bei Tolochenaz VD, ID 129 (Jahr 2012)
- Bünz bei Möriken AG, ID 34 (Jahr 2012)
- Mentue bei Maugey VD, ID 126 (Jahr 2012)

An diesen Stellen nahmen alle Taxa mit D-Werten ≥ 4.5 Anteile zusammen gezählt von rund 20 % bis über 60 % relative Häufigkeiten ein. An diesen Stellen traten Taxa auf, welche hohe organische Belastungen tolerieren oder gar in Kläranlagen vorkommen. Es waren dies gehäuft z. B. *Eolimna subminuscula*, *E. minima*, *Fistulifera saprophila*, *Fragilaria capucina* var. *vaucheria*, *Mayamaea atomus*, *M. atomus* var. *permitis*, *Nitzschia palea*. Andererseits führten auch Arten zu einer schlechten Bewertung, welche reines Abwasser meiden, dafür vermutlich hohe Nährstoffkonzentrationen in Kombination mit mässiger organischer Belastung tolerieren. Es waren dies *Amphora pediculus*, *Cocconeis placentula*, *Diatoma problematica*, *Navicula lanceolata* und *Surirella brebissonii* var. *kuetzingii*.

In den biogeografischen Regionen fielen die indizierten Belastungen ganz unterschiedlich aus (Abb. 12). So lagen alle Stellen mit einer ungenügenden Zustandsklasse in den Regionen Mittelland (14 Proben) und Jura (1 Probe). In allen anderen Regionen wurden bis auf eine Ausnahme die Zustandsklasse 1 'sehr gut' indiziert. Die geografische Verteilung ist in Abbildung 15 dargestellt. Sie illustriert sehr eindrücklich, dass die problematischen Stellen sich auf der Ost-West-Achse der Schweiz befinden, also im Bogen vom Genfersee bis zum Bodensee. Im Mittelland wie auch im Jura indizieren aber über 80 % (Jura sogar über 90 %) aller Proben die Zustandsklasse 1 'sehr gut' und 2 'gut'.

Gemäss Abbildung 13 sind grobe Zusammenhänge mit Kennwerten erkennbar, welche mit der Grösse des Einzugsgebietes zusammenhängen. So wiesen Stellen mit einer Einzugsgebietsfläche $> 500 \text{ km}^2$ kaum DI-CH-Werte > 4.5 auf. Ähnlich verhielt es sich mit den Abflusskennwerten Q_{347} und MQ (mittlerer jährlicher Abfluss). Sie waren einerseits abhängig von der Grösse der Einzugsgebietsfläche und

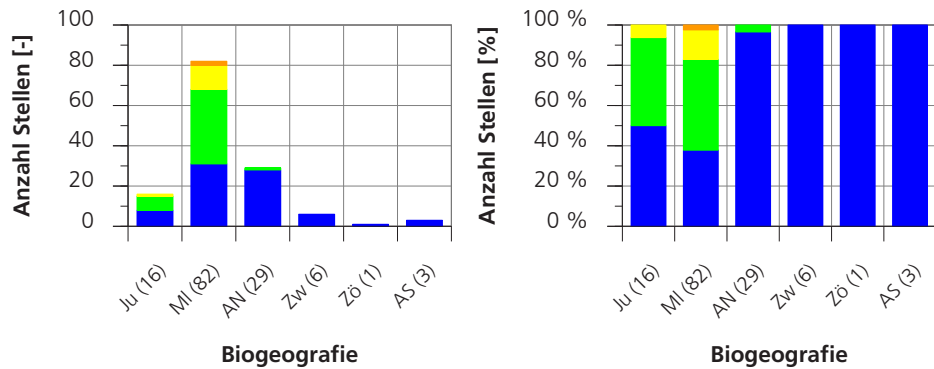
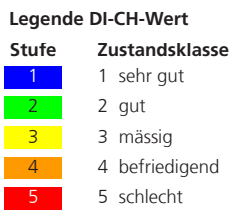


Abb. 12: Verteilung der Kieselalgen-Zustandsklassen pro biogeografischer Region.

Die Lage der biogeografischen Regionen siehe Abb. 15.

Links: Absolute Anzahl Stellen, rechts: prozentuale Verteilung. Dargestellt sind der Datensatz NAWA TREND 2011-13 (137 Proben).

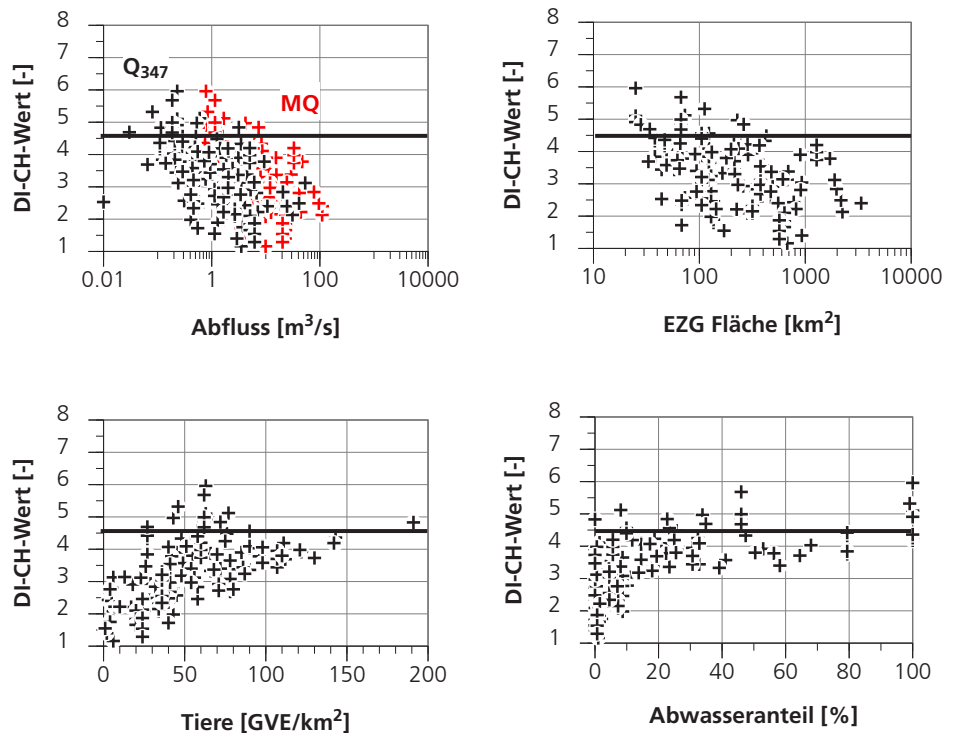


Abb. 13: DI-CH-Werte in Abhängigkeit von Abfluss-Kennwerten, der Fläche des Einzugsgebietes (EZG), der Anzahl Tiere (Grossvieheinheiten (GVR) und des Abwasseranteiles am Niederwasser Q₃₄₇.

Dargestellt sind der Datensatz NAWA TREND 2011-13 (137 Proben).

andererseits ein Mass für die Verdünnung allfälliger Stoffbelastungen. Generell ist aus Abbildung 13 ersichtlich, dass je kleiner das Einzugsgebiet ist und je kleiner die Abflusskennwerte sind, umso höher war der DI-CH-Wert. Diese Aussage gilt aber nicht für die ganze Schweiz. Sie gilt vermutlich vor allem für die biogeografische Region Mittelland. In den voralpinen und alpinen Einzugsgebieten treten erfahrungsgemäss auch bei kleinen Einzugsgebieten (mit FLOZ 1 und 2) die Zu-

standsklassen 1 und 2 auf. Im Normalfall traten aber DI-CH-Werte von > 4.5 nur auf, sofern das $Q_{347} < 1 \text{ m}^3/\text{s}$ (selten $< 5 \text{ m}^3/\text{s}$) und der $MQ < 5 \text{ m}^3/\text{s}$ (selten $< 10 \text{ m}^3/\text{s}$) ist. Nehmen die Abflusskennwerte höhere Werte ein, handelt es sich um grössere Einzugsgebiete mit gemischter Landnutzung, in welcher auch der unproduktive Anteil erhöht ist. Dann ist die Wahrscheinlichkeit auf schlechte DI-CH-Werte von > 4.5 sehr klein.

In Abbildung 13 sind die DI-CH-Werte auch in Abhängigkeit der Anzahl Grossvieheinheiten und des Abwasseranteiles am Niederwasser Q_{347} dargestellt. Grundsätzlich kann aus den beiden Darstellungen geschlossen werden, dass je höher die Anzahl Grossvieheinheiten oder je höher der Abwasseranteil war, desto höher war der DI-CH-Wert. Abwasseranteile von $> 20 \%$ führten immer zu DI-CH-Werten von mindestens 3.0 oder schlechter. Gleiches gilt für die Anzahl Grossvieheinheiten. Ab 100 Tieren war der DI-CH 3.0 oder schlechter. Erhöhte DI-CH-Werte können aber bereits bei tieferem Abwasseranteil oder bei weniger Grossvieheinheiten auftreten. Dann sind andere Faktoren, wie die Landnutzung (Abb. 14) und Faktorenkombinationen davon mitentscheidend. In Abbildung 14 sind wichtige Landnutzungen im Einzugsgebiet der untersuchten Stelle in Kombination mit dem DI-CH-Wert grafisch dargestellt. Auch hier gilt die grobe Aussage, dass je höher der Anteil an Landwirtschaftsfläche oder der Siedlungsfläche war, umso schlechter war der DI-CH-Wert. Andererseits wurde der DI-CH-Wert umso besser, je grösser die unproduktive Fläche im Einzugsgebiet der untersuchten Stelle war.

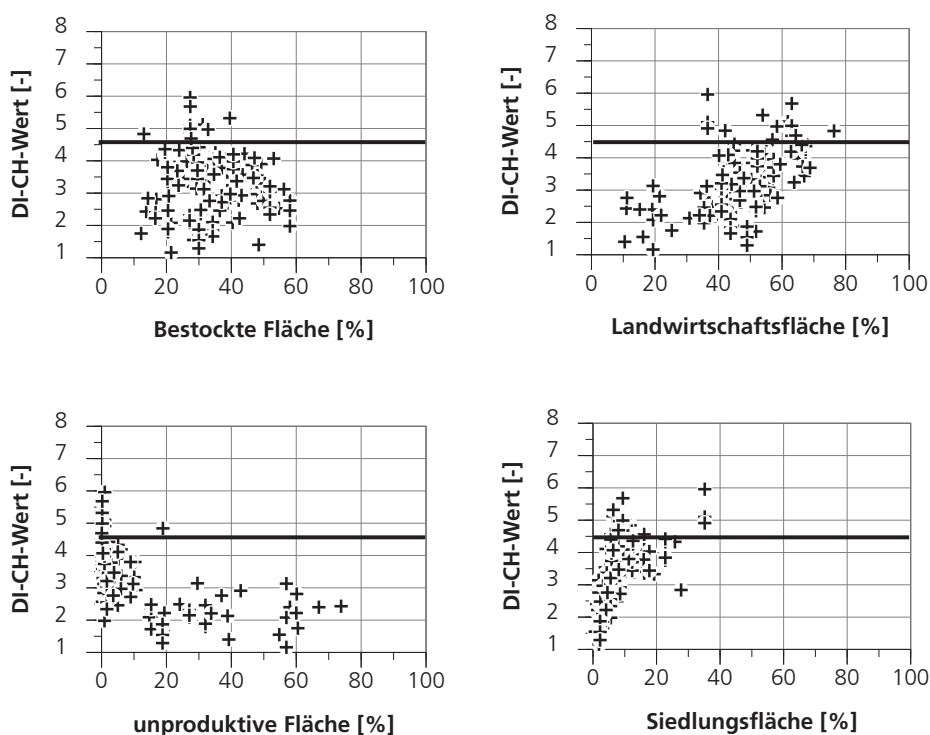


Abb. 14: DI-CH-Werte in Abhängigkeit von verschiedenen Landnutzungen.

Dargestellt sind der Datensatz NAWA TREND 2011-13 (137 Proben).

Mit dem NAWA-Messprogramm sollen die Erhebungen über Jahre und Jahrzehnte hinweg durchgeführt werden. Es gilt damit auch mit dem Modul Kieselalgen Trends z. B. im DI-CH-Wert oder anderen Kennwerten (Teratologie, Anteil und Verbreitung gewisser Indikatorarten) festzustellen als allfällige Reaktionen auf z. B. Massnahmen im Einzugsgebiet (Sanierung von Kläranlagen, Extensivierung der Landwirtschaft etc.) oder schweizweiten Änderungen auf z. B. Niveau der Gesetzgebung (Gewässerschutz, Landwirtschaft, Stoffverordnungen etc.) oder regionalen oder globalen Änderungen im Bereich der Umwelt (Niederschlagsverhältnisse, Temperaturen, Klimaänderung etc.). Ein solcher Trend kann am Beispiel der acht NAWA-Stellen des Kantons Aargau gezeigt werden. In Tabelle 9 sind die DI-CH-Werte für die Periode 1996 bis und mit 2013 für jede der acht NAWA-Stellen aufgelistet. Jede Stelle wurde dabei seit 1996 siebenmal (Bünz bei Möriken zehnmal) untersucht, wobei mehrheitlich ein Zweijahresrhythmus eingehalten wurde. Die Probenahmen fanden in den Jahren 1996 bis 2010 jeweils im Sommer (vorwiegend August) statt und ab 2011 im Frühjahr (März). Es ist ersichtlich, dass einerseits an jeder Messstelle sich der Zustand deutlich verbessert hat und auch, dass der jährliche Mittelwert von einem DI-CH-Wert von 5.6 auf 4.0 sank. Zudem wiesen bis auf die Bünz (ID 34) alle Stellen ab dem Jahr 2008 einen DI-CH-Wert von < 4.5 (= Zustandsklasse 2 oder besser) auf. Damit zeigt sich klar, dass die zum Schutz der Gewässer getätigten Massnahmen (wie z. B. die Sanierung von Abwasserreinigungsanlagen) positive Auswirkungen auf die Kieselalgen und damit auf einen Teil der Gewässerbiologie hatte.

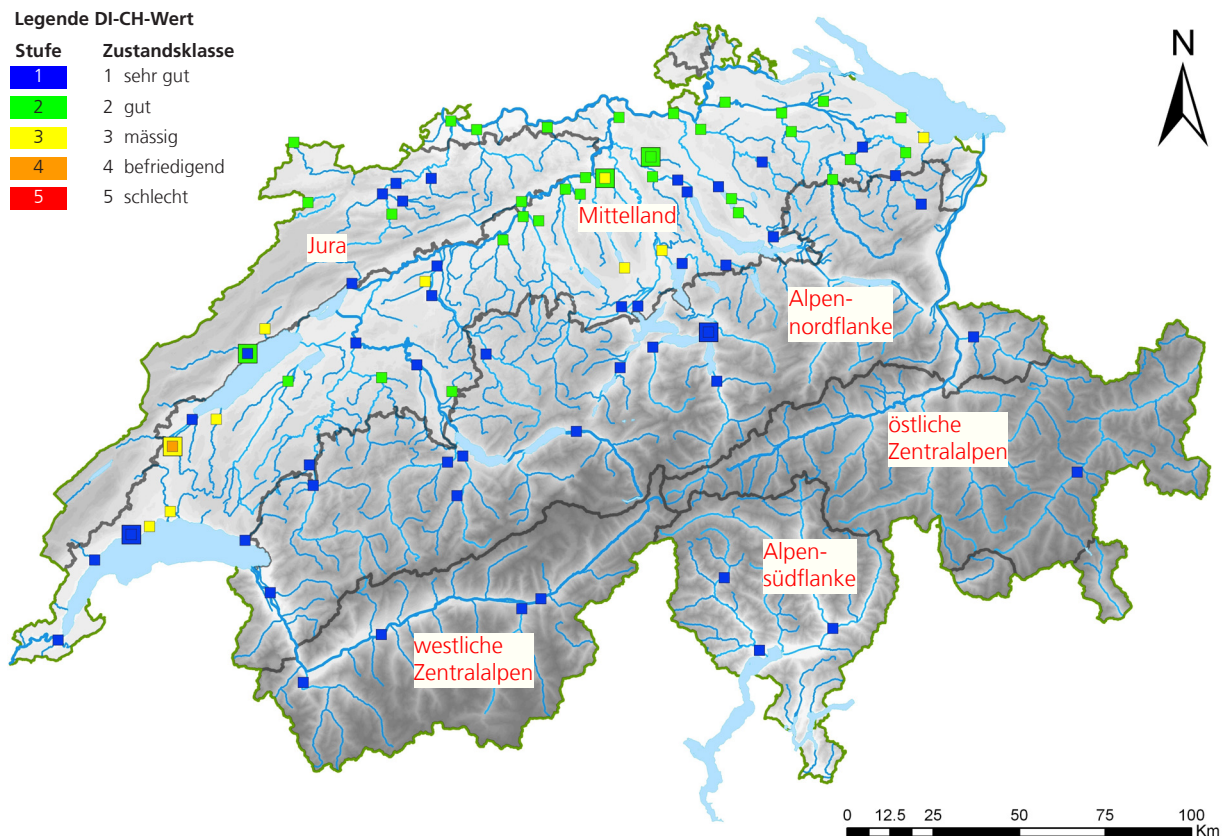


Abb. 15: Geografische Verteilung der Kieselalgen-Zustandsklassen.

Dargestellt ist der Datenstz NAWA TREND 2012 (inkl. Doppelbeprobung = grosse Quadrate). Die grauen Linien zeigen die Grenzen der biogeografischen Regionen.

5 Methodische Aspekte und Optimierungspotenzial

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf operative Abläufe, auf die Stellenauswahl, die angewandte Methode, deren Anwendbarkeit generell sowie auf die Durchführbarkeit im Feld und auf die Qualitätssicherung. Es wird auch auf weitere Aspekte hingewiesen, welche allenfalls im Rahmen von NAWA SPEZ Programmen angegangen werden könnten. Wir verweisen hier aber generell auch auf die Einzelberichte zu den Themen FAQ (häufig gestellte Fragen, AquaPlus AG & PhycoEco 2013a), Qualitätssicherung (AquaPlus AG & PhycoEco 2013b) und Methodik (AquaPlus AG & PhycoEco 2013c). Diese Erläuterungen sind in erster Linie mit dem Fokus 'wie weiter' in Zusammenhang mit dem Projekt NAWA TREND verfasst und weniger und nur am Rande im Sinne der in Kapitel 4 diskutierten Resultate.

5.1 Operative Abläufe

Die operativen Abläufe beinhalten die Kommunikation zwischen Auftraggeber (BAFU, Kantone) und Auftragnehmer, die Übergabe und Bearbeitung der Proben, die Datenübergabe, die Standardauswertungen (Kurzkommentare und Zählliste), die Archivierung der Proben sowie die zentrale Datenhaltung.

Tab. 9: Entwicklung der Indexwerte DI-CH an den acht NAWA-Stellen des Kantons Aargau.

Datenquelle der Jahre 1996 bis 2009: siehe Website www.ag.ch/umwelt (Umweltinformationen > Wasser > Oberflächengewässer > Biologische Indikatoren für die Wasserqualität > Kieselalgen) und AquaPlus (2010).

Legende DI-CH und Zustandsklasse

1 bis < 3.5 sehr gut ≥3.5 bis <4.5 gut ≥4.5 bis <5.5 mässig ≥5.5 bis <6.5 befriedigend ≥6.5 bis 8 schlecht

Gewässer, Ort	ID	Kanton	DI-CH-Wert der Jahre 1996 bis 2013														Verbesserung bis 2012			
			1996	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2008	2009	2010	2011		2012	2012	2013
Saisonalität (S = Sommer, F = Frühling)			S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	F	F	F	F	
Pfaffnern, Rothrist	32	AG		5.0		3.8		3.3		4.2		3.4		4.1				3.9	1.1	
Wyna, Suhr	33	AG	6.0		4.8		4.3		4.6		4.3		3.8					3.7	2.2	
Bünz, Möriken	34	AG	6.1		5.9		5.0		3.4		3.9			4.8		3.4	4.1	4.6	4.1	2.0
Surb, Döttingen	35	AG	5.2		4.4		4.6		3.9		4.5		4.1					4.3	1.0	
Sissle, Eiken	36	AG	5.2		4.3		4.0		4.4			3.4		3.8				3.8	1.4	
Suhre, Suhr	39	AG		5.0		5.2		4.4		4.9		4.9		4.1				4.2	0.8	
Aabach, Niederlenz	79	AG		4.9		4.9		5.1		4.9		4.7	4.5					3.8	1.1	
Wigger, Zofingen	111	AG	5.4		5.0		4.6		5.3			3.9		3.7				4.2	1.2	
Mittelwert pro Jahr			5.6	5.0	4.9	4.6	4.5	4.3	4.3	4.6	4.2	4.1	4.1	4.1				4.0		

Im Grossen und Ganzen konnten die vorgegebenen administrativen Abläufe recht gut eingehalten werden. Die Projektabläufe haben sich insofern grundsätzlich bewährt.

Bei den generellen administrativen Abläufen sind folgende Verbesserungen möglich:

- das Einhalten der Termine (Übergabe der Proben, Abgabe der Zähllisten mit Kurzkomentaren), indem Termine klar und eindeutig vorgegeben werden,
- das Einhalten der Filebeschriftungen (Fotos, Kurzkomentare, Feldprotokolle, Zähllisten) und die Vorgabe, dass für jede Stelle die Dokumente einzeln abgegeben werden müssen und nicht mehrere Files in einem gesamten File,
- das Einhalten der methodischen Vorgaben (Zählung von genau 500 Schalen).

Sehr bewährt hat sich das Excelfile '*Checkliste*', welche die beiden Auftragnehmer der Fachmandate 'Zoobenthos' und 'Diatomeen' gegenseitig führten und jeweils aktualisierten. Mit diesem File wird garantiert, dass die wichtigsten Informationen wie Gewässername, Stellenbezeichnung, ID, Probenahmedatum, Koordinaten und Meereshöhe, Name der involvierten Personen sowie die wichtigsten Resultate (IBCH und DI-CH) jeweils aktualisiert vorhanden sind. Sämtliche Etiketten und Filebeschriftungen stützen sich auf diese Vorgaben ab.

Von grosser und zentraler Bedeutung erachten wir die eindeutige und auf eine Person sich beschränkende Zuweisung der Verantwortlichkeiten pro Fachmandat. Diese Person muss einerseits das Einhalten der Termine und der vorgegebenen Rahmenbedingungen prüfen und bei Bedarf klärende und für den Sachverhalt nützliche Lösungen finden und andererseits die Thematik der zu untersuchenden Organismengruppe (Feldarbeit, Probenahme, Präparation, Bestimmungen und Auswertungen, Interpretation, Datenhaltung) mit langjähriger Berufserfahrung kennen. Wichtig ist auch die Kommunikation zwischen den Fachmandaten '*Zoobenthos*' und '*Diatomeen*'.

Denkbar und aus unserer Sicht nötig wäre die Zuweisung des Fachmandates '*Äusserer Aspekt*' entweder an das Fachmandat '*Zoobenthos*' oder '*Diatomeen*'. Wir erachten es als wichtig, dass auch die Erhebung des Äusseren Aspektes in der Verantwortlichkeit einer Person liegt. Erfahrungsgemäss und basierend auf ersten Auswertungen zeigte sich, dass gewisse Parameter (Verschlammung, heterotropher Bewuchs etc.) mit Sicherheit nicht über die ganze Schweiz hinweg gleich oder zumindest ähnlich aufgenommen wurden. Mit gezielten Ergänzungen zum bestehenden Modul Äusserer Aspekt wie auch mit Hilfe von Workshops (Feldaufnahmen, Qualitätssicherung) könnte sicher mehr Einheitlichkeit erreicht werden. Zudem wären dann die Aufnahmen einheitlich elektronisch verfügbar erfasst und könnten bei Auswertungen der Fachmandate mitberücksichtigt werden.

5.2 Stellenauswahl und Probenahmezeitpunkt

Die Stellenauswahl ist aus Sicht des Fachmandates '*Diatomeen*' geeignet. Einzig zwei Stellen konnten infolge hohem Wasserstand nicht beprobt werden. Wir empfehlen für weitere ähnliche Situationen die Steine dennoch im dauerbenetzten Bereich auf der linken und rechten Uferseite zu entnehmen und daraus eine Mischprobe zu machen. Sollte die Wassertiefe zu gross sein, können die Steine allenfalls mit einem Steingreifer oder einer Spezialanfertigung (z. B. Stange mit Sieb) entnommen werden. Die Erfahrung mit grösseren nicht watbaren Flüssen zeigt, dass die Uferbereiche teilweise artenreicher sind und der Indexwert DI-CH eher etwas schlechter als beim Talweg (Flussmitte). Dies daher, weil im Uferbereich mehr ökologische Nischen und eher organische Ablagerungen vorhanden sind als entlang des Talweges oder der fliessenden Welle. Die Unterschiede sind aber selten sehr gross, so dass eine solche Probenahme zumindest besser ist als keine Probe zu haben. Insofern könnten alle fliessgewässer, also auch die grossen nicht watbaren fliessgewässer mittels Kieselalgen beprobt werden.

Der Probenahmezeitpunkt hat bei Wildbächen und alpinen fliessgewässern mit vergletschertem Einzugsgebiet grossen Einfluss. So führt die Schneeschmelze zu erhöhtem Abfluss und zu Trübungen, so dass die Probenahme nicht mehr oder wenn nur problematisch (Sicherheit, Qualität der Proben eingeschränkt) durchgeführt werden kann. Der Probenahmezeitpunkt sollte daher vorverschoben werden können. Es betrifft dies gewisse Stellen der westlichen und östlichen Zentralalpen sowie die Alpennord- und -südflanke. Stellen wie z. B. der Inn bei S-chanf GR (ID 91) wurden daher deutlich früher beprobt wie es das offizielle Zeitfenster des BAFU Moduls 'Zoobenthos' infolge der Meereshöhe vorgibt.

Es gilt generell zu bemerken, dass die Stellenauswahl nicht repräsentativ ist für die ganze Schweiz. Kleine Bäche mit der Flussordnungszahl (FLOZ) 1 und 2 wurden bewusst nicht in das Messstellennetz NAWA TREND aufgenommen (siehe dazu im Konzept gemäss BAFU 2013). Ebenso wurden die grossen nicht watbaren fliessgewässer bewusst nicht biologisch untersucht. Kleine Bäche wie auch grosse fliessgewässer bedürfen zum Teil (zumindest Bereich Zoobenthos) eine andere Probenahme- und Auswertmethodik. Auch die Auswahl der Stellen ist insbesondere bei kleinen Bächen aufwändiger. Dies gilt ebenso für die Wahl der Anzahl Probenahmen und die Wahl der geeigneten Saisonalität. Dies daher, weil die kleinen Bäche morphologisch, hydrologisch und stofflich sehr dynamisch sind und im Jahresverlauf auch unterschiedliche Belastungstypen anfallen (Strassensalzung im Winterhalbjahr, Pestizidapplikation im Frühjahr und Sommer/Herbst, Abschwemmungen während Gewitterereignissen, Abwasser).

5.3 Methodik

Die Probenahme konnte weitgehend gemäss dem BAFU Modul Kieselalgen (Stufe F) durchgeführt werden. Sie gab kaum Anlass zu Fragen oder sogar problematischen Proben. Auch die Beschriftung der Proben war immer eindeutig. Es ist auch nicht angebracht ein einheitliches Probenahmegefäss oder Etikette zu verlangen. Solange eine Person die Verantwortung hat für das Probenmanagement

sowie die Archivierung, erfolgt dies nachträglich sowieso in einem einheitlichen System. In zwei Fällen musste die Präparation vermutlich infolge Gipsausfällungen wiederholt werden. Es waren dies die Stellen Emme bei Gerlafingen BE (ID 7, Probe vom 7.3.2012) und Emme bei Emmenmatt BE (ID 114, Probe vom 28.3.2012). Entweder war dies ein gewässerspezifisches Problem (sehr viel Kalk / gelöste Ca^{2+} Ionen) und/oder die Präparation erfolgte unsauber (unvollständige Entkalkung und Gipsausfall bei Zugabe von Schwefelsäure). Jedenfalls treten solche Schwierigkeiten ganz selten auf (ca. einmal pro 1'000 Proben), so dass sie nicht speziell angegangen werden müssen. Die Zählungen dieser beiden Proben waren möglich, wenn auch mit gewissen Einschränkungen. Damit der Auftraggeber (BAFU) wie auch die beiden Auftragnehmer des Fachmandates über je eine vollständige Serie an präpariertem Material und Präparate verfügen können, wurden insgesamt drei Serien angefertigt. Damit ist auch gewährleistet, dass das Material genügend sicher archiviert vorhanden ist. Es gilt dabei zu bemerken, dass jeweils das ausgezählte Präparate (= Original und Belegexemplar) sich bei der Institution befindet, welche die Probe ausgezählt hat. Die anderen archivierten Präparate sind quasi 'Kopien'. Sie sind qualitativ so gut wie möglich erstellt worden, so dass diese ebenfalls für weitere Zählungen und Überprüfung der Bestimmungen verwendet werden können. In Ausnahmefällen ist es aber denkbar, dass die Dichte infolge sehr geringer Zelldichte sehr tief ist. Im Falle der Gipsausfällung ist die Präparatequalität sicher ungenügend. Die Archivierung der präparierten Proben und Präparate erfolgt bis auf weiteres noch nicht beim BAFU oder einer vom Bund bestimmten Institution. Solange dies nicht vorgesehen ist, verbleibt das Material bei der AquaPlus AG.

Bei den Zählungen wurden z. T. zu viele Schalen gezählt, also mehr als 500 Schalen. Gemäss Auswertungen und Abschätzungen in Kapitel 4 konnte gezeigt werden, dass wenn deutlich mehr als 500 Schalen gezählt werden, die Taxazahl ebenfalls höher ausfällt. Dies sollte somit aus Gründen der Standardisierung der Methode vermieden werden. Die Zählung sollte genau 500 Schalen umfassen.

Unklar ist der Einfluss der Präparationsmethode. Insbesondere wenn die Teratologie erfasst werden soll, dürfte eine einheitliche Präparation sinnvoll sein. Es besteht der Verdacht, dass wenn mit zu hoher Hitze verascht wird oder die Hitzeeinwirkung auch bei tieferer Temperatur zu lange ist, Deformationen der Schalen auftreten. Dies müsste anlässlich eines Experimentes und Ringversuches getestet werden.

5.4 Resultate

In den 137 Proben (Kieselalgen-Lebensgemeinschaften der Jahre 2011, 2012 und 2013) wurden basierend auf den eruierten Indexwerten DI-CH sehr unterschiedliche Zustände vorgefunden. Die Zahl der sehr guten und guten Zustände war jedoch deutlich grösser als diejenige der ungenügenden Zustände (DI-CH-Wert ≥ 4.5). In Abbildung 16 befindet sich die Verteilung der in der Datenbank BIS der Firma AquaPlus AG für die Jahre 2000 bis 2013 eruierten DI-CH-Werte. Es handelt sich dabei um 4'015 Fliessgewässerproben. Der Median all dieser Proben be-

trägt 3.5 und 12 % dieser 4'015 Proben wiesen einen ungenügenden DI-CH-Wert von ≥ 4.5 auf. Im Datensatz NAWA TREND war die Verteilung sehr ähnlich (Abb. 16). Der Median war unwesentlich besser, nämlich 3.36 und ebenfalls 11.7 % aller Proben indizierten einen ungenügenden DI-CH-Wert von ≥ 4.5 . Damit dürfte der Datensatz NAWA TREND in etwa der langjährigen Datensammlung der AquaPlus AG entsprechen. Es gilt aber zu vermerken, dass im Datensatz der AquaPlus AG im Gegensatz zum Datensatz NAWA TREND etliche kleine Bäche mit FLOZ 1 und 2 enthalten sind. Kleine Bäche mit FLOZ 1 und 2 haben einen höheren Anteil an ungenügenden DI-CH-Werten. Er dürfte geschätzt bei FLOZ 1 bei rund 25 % und bei FLOZ 2 bei rund 20 % sein.

Weitergehende Bearbeitungen der Präparate und/oder Auswertungen der bestehenden Daten, sei es basierend auf den Proben und dem Datensatz NAWA TREND oder im Vergleich mit dem Datensatz BIS der AquaPlus AG, sind möglich. Diese sind aber nicht vorgesehen und werden daher nur im Sinne von Anregungen aufgelistet. Basierend auf den vorhandenen Zähllisten sind folgende Auswertungen möglich:

- Berechnung von Saprobie- und Trophiewerten,
- Gewässergüte nach der Methode der Differentialartenanalyse,
- Auswertung der Lebensformen,
- Auswertung hinsichtlich Rote Liste Arten Deutschland,

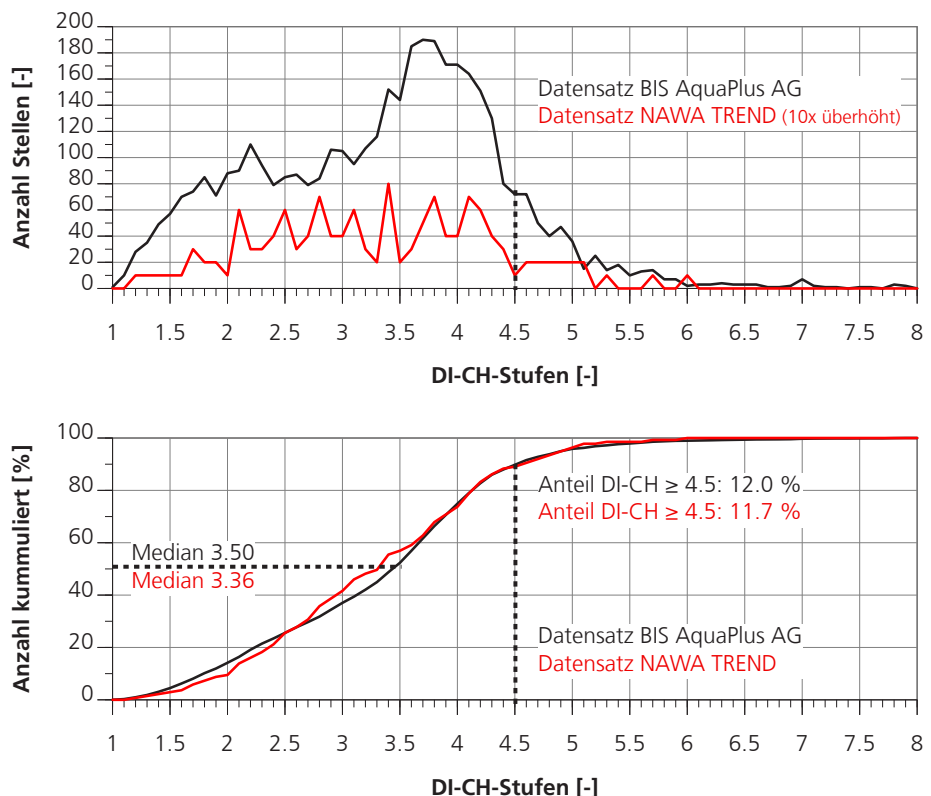


Abb. 16: Verteilung der DI-CH-Werte der beiden Datensätze BIS AquaPlus AG und NAWA TREND.

Datensatz NAWA TREND der Jahre 2011-2013 (137 Proben, alles Fließgewässer), Datensatz BIS AquaPlus AG der Jahre 2000-2013 (4'015 Proben, alles Fließgewässer).

- Auswertungen unter Berücksichtigung der Chemiedaten, des Äusseren Aspektes und des Zoobenthos,
- Analogetechnik (Paarvergleiche) in Kombination mit einer Prognose basierend auf den besten Analoga (z. B. Chemieparameter).

Unter Bezug der vorhandenen Präparate und erneuter Betrachtung könnten folgende Betrachtungen gemacht und Kennwerte eruiert werden:

- Eruiern der Anzahl Fragmente (Kiesabbau, Geschiebetrieb, Einfluss der Gletschertrübung etc.),
- Eruiern des Erosionsgrades der Schalen (Kiesabbau, Einfluss der Gletschertrübung, Sedimentation in Staustufen etc.).

5.5 Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung beinhaltete mehrere Aspekte. Zum einen ging es darum eine einheitliche Taxaliste mit den aktuellsten Artbezeichnungen und die dazugehörigen eindeutigen Identifikationsnummern (DVNR) den Zählerinnen und Zählern als Liste zur Verfügung zu stellen. Dabei wurde die in Deutschland seit 2010 angewandte Taxaliste als Basis beigezogen. Diese Taxaliste enthält 2'707 Taxa (unter *Bacillariophyceae*) und 524 Synonyme. Wichtig war dabei, dass die im BAFU Modul Kieselalgen publizierten Taxa mit D- und G-Werten weiterhin verwendet werden konnten respektive, dass wenn es für diese Taxa heute neue Bezeichnungen gibt, die bisherigen Taxa als Synonyme bezeichnet wurden. Bei der Zählung konnte dann die ältere oder die neue Bezeichnung verwendet werden. In der Datenbank sind die Taxabezeichnungen so erfasst wie es die Zählerin oder der Zähler uns übergeben haben. Für diesen Fachbericht wurden jedoch sämtliche Taxabezeichnungen in die aktuellen Bezeichnungen transformiert. Somit ist eine einheitliche Taxonomie vorhanden. Einzig Artgruppen im Sinne der Tafeln des BAFU Modules Kieselalgen und spezielle Sippen wurden zugelassen und auch in der Taxabezeichnung so gelassen. Der Aufwand dazu war sehr gross.

Um eine möglichst gute Dokumentation derjenigen Taxa zu haben welche im Sinne des DI-CH-Wertes indikativ sind, werden im Jahr 2014 die publizierten Tafeln überarbeitet. Als Grundlage dienen die nun vorliegenden 137 NAWA-Zähllisten. Basierend auf diesen Zähllisten werden die häufigsten Arten sowie weitere spezielle Arten und Artgruppen erneut fotografisch erfasst. Zudem wird eine neue Taxaliste mit den aktuell gültigen Bezeichnungen und den Synonymen den Tafeln beigelegt.

Im weiteren wurden vom BAFU sogenannte '*Doppelbeprobungen*' in Auftrag gegeben, so dass dieselbe Stelle im Jahr 2012 kurz hintereinander durch zwei unterschiedliche Teams je einmal beprobt und untersucht wurde. Zusammen mit den eigentlichen Doppelzählungen zur Qualitätskontrolle und den stichprobeartigen Kontrollen diverser Zählungen konnte genügend gut geprüft und eingeschätzt werden, inwieweit die Zählungen zuverlässig sind. Zudem wurden alle Zählungen von sehr geübten DiatomologInnen gemacht, so dass schon die Voraussetzung sehr gut war, zuverlässige Zählungen zu bekommen. Aus Erfahrung mit diversen

Ringversuchen ist zudem bekannt, dass der DI-CH oft genügend genau und zuverlässig eruiert werden kann. Unterschiede zwischen zwei Zählungen sind oft deutlich weniger als 0.5 Einheiten. Der Anspruch mit zwei Zählungen auch auf Artniveau möglichst dieselbe Taxaliste und dieselben relativen Häufigkeiten zu erreichen, ist jedoch illusorisch. Dazu ist die Artenzahl und Formenvielfalt zu gross und die meisten Arten einer Probe weisen weniger als 2 % relative Häufigkeit auf. Zudem ist die Variabilität und Verteilung dieser wenig häufigen Arten bereits innerhalb eines Präparates sehr gross. Die häufigsten Arten einer Probe respektive Arten mit mehr als 10 % Anteil (sogenannte Hauptarten) werden aber in den meisten Fällen über verschiedene Zählerinnen und Zähler hinweg gleich bezeichnet.

Wichtig für die Kontinuität und Zuverlässigkeit der Daten sind jährliche Wiederholungskurse, sei es für die Feldarbeit, die Präparation, die Bestimmung und Zählung der Proben aber auch für die Auswertung und Interpretation der Resultate. Zur Zeit fehlt eine solche Möglichkeit. Wir empfehlen daher dringend den im Rahmen des NAWA Messprogrammes durchgeführten Workshop beizubehalten. Gleichzeitig sollte eine Institution im Auftragsverhältnis des BAFU (als Herausgeberin der BAFU Module) die Verantwortung und die Koordination übernehmen können, die oben aufgeführten Tätigkeiten inklusive Datenhaltung und Archivierung der physischen Proben und Präparate schweizweit zu managen. Ohne ein solches übergeordnetes '*Kompetenzzentrum Algen / Diatomeen*' befürchten wir, dass die pro vier Jahre aufgenommenen Zählungen nicht mehr nach einer einheitlichen Taxonomie erfolgen werden. Dies tritt insbesondere dann ein, wenn pro vier Jahre jeweils andere AuftragnehmerInnen die Proben bearbeiten werden. Die sich über die Zeit erhofften Trends (siehe Kapitel 4) werden sich nur dann ergeben, wenn sich die Umweltbedingungen auch wirklich geändert haben und die benutzte Methode über die Zeit stabil und vergleichbar angewandt wird.

5.6 Entwicklungsbedarf

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung und Berichterstattung der Diatomeen sind diverse Themen angesprochen worden, welche noch unbearbeitet oder ungeklärt sind. Möglicherweise lassen sich diese Themen in weitere Erhebungen einplanen, sei es bei NAWA TREND oder NAWA SPEZ oder bei einer Überarbeitung des BAFU Modules Kieselalgen. Es sind dies folgende Themen:

Stellen / Gewässertypen

Vermehrte und gezielte Untersuchung von kleinen Bächen mit FLOZ 1 und 2, inkl. Evaluation der Methode, des Probenahmezeitpunktes und der Anzahl Probenahmen. In einer ersten Annäherung sind sicher eine Probenahme jeweils im Sommer/Herbst geeignet. Es anbieten sich Steinsubstrate, aber auch auch Feinsedimente / Schlamm (nicht Sand oder Feinkies).

Methode

Die Erfassung der Teratologie wie auch der Anzahl Bruchstücke einer Probe und des Erosionsgrades der Schalen sind möglicherweise wichtige Hinweise über auf die Zellen wirksame Faktoren. Denkbare Faktoren sind Mikroverunreinigungen, Kiesabbau, Stauhaltungen aber auch natürliche Faktoren wie Geschiebetrieb, Gletschertrübung und Feinsedimentablagerungen. Es gilt diese Parameter einheitlich zu erfassen und auch zu prüfen, inwieweit die Probenahme- und Präparationsverfahren einen Einfluss auf diese Parameter haben. Ebenso von ökologischer Bedeutung dürfte die Zelldichte und das Biovolumen respektive die Biomasse sein.

Auswertungsverfahren

Bis anhin wurden die Lebensformen nicht in die Auswertung einbezogen. Lebensformen sind aber wichtige Hinweise in Zusammenhang wie eine Lebensgemeinschaft ausgeprägt ist. So gibt es Arten welche als Kolonien leben, planktisch oder einzeln, pflastersteinartig eine Fläche besiedeln, mit Gallertstielen sich in den Raum begeben oder epiphytisch auf Fadenalgen oder Wasserpflanzen wachsen. Die Lebensform kann auch Ausdruck des Zustandes einer Lebensgemeinschaft sein und damit Hinweis ob sie etabliert ist, gestört oder sich im Aufbau befindet (infolge Erstbesiedler). Der Zustand einer Lebensgemeinschaft und das Vorhandensein gewisser Lebensformen sind zudem Hinweis auf äussere Faktoren. So dürften in Schwall-Sunkstrecken oder auch in Gewässern mit zeitweise ökotoxikologisch problematischen Stoffen durchaus Arten einen Vorteil haben, welche z. B. in Gallertschläuchen leben. Sie sind in diesen Gallertschläuchen vermutlich vor Austrocknung (Sunkphase) aber auch gegenüber anderen Stressfaktoren geschützt. Die Verwendung der Lebensformen als Indikator für den Zustand der Lebensgemeinschaft dürfte an Bedeutung zunehmen. In der Schweiz fehlt dazu noch die Erfahrung.

Ebenso dürfte die Zelldichte und die Biomasse von Bedeutung sein. Sie kann mit einem Zusatzaufwand eruiert werden. Dazu müssen aber die beprobten Flächen im Feld sowie die Verdünnungsschritte im Labor bei der Präparation protokolliert werden. Die Berechnung der Zelldichte und des Biovolumens ist dann rechnerisch einfach und wenig aufwändig.

6 Literaturverzeichnis

- AquaPlus (2010): Kieselalgen in Fließgewässern des Kantons Aargau. Zusammenfassende Auswertungen. Orientierungsuntersuchungen der Jahre 2002 bis 2010 sowie periodische Bestandesaufnahmen an grösseren Bächen der Jahre 1996 bis 2009. Bericht erstellt im Auftrag des Kantons Aargau, Abteilung für Umwelt. 43 Seiten.
- AquaPlus AG & PhycoEco (2013a): Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA). Messprogramm TREND – Biologie / Teil Diatomeen. Häufig gestellte Fragen (FAQ). Kurzbericht in deutscher und französischer Sprache, 6 Seiten.
- AquaPlus AG & PhycoEco (2013b): Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA). Messprogramm TREND – Biologie / Teil Diatomeen. Qualitätssicherung. Kurzbericht in deutscher und französischer Sprache, 26 Seiten.
- AquaPlus AG & PhycoEco (2013c): Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA). Messprogramm TREND – Biologie / Teil Diatomeen. Methodik. Kurzbericht in deutscher und französischer Sprache, 11 Seiten.
- BAFU (2007a): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer: Kieselalgen Stufe F (flächendeckend). Bundesamt für Umwelt, Bern, Version vom 24. November 2006.
- BAFU (2007b). 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 Seiten sowie Anhang mit den Messstellenblättern.
Siehe auch Website BAFU für aktualisierte Informationen:
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01738/index.html?lang=de>
- Brun, J. (1880): Diatomées des Alpes et du Jura. Ed. H. Georg, Genève, 146 Seiten und 9 Tafeln.
- BUWAL (1998): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer: Ökomorphologie (Stufe F). Mitt. zum Gewässerschutz Nr. 27, SchriftenreiheVollzug Umwelt / 49 Seiten.
- Douglas, B. (1958): The ecology of the attached diatoms and other algae in a small stony stream. *J. Ecol.* 46: 295-322.
- Falasco, E., Bona, F., Ginepro, M., Hlúbikova, D., Hoffmann, L. & Ector, L. (2009): Morphological abnormalities of diatom silica walls in relation to heavy metal contamination and artificial growth conditions. *Water SA* 35 (5): 595-606.
- Jaccard, P. (1901): Etude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et du Jura. *Bull. Soc. Vaud Sc. Nat.* 37: 547-579.

- Meister, F. (1912): Die Kieselalgen der Schweiz. Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft 4 (1), 254 Seiten.
- Renkonen, O. (1938): Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. Ann. Zool. Soc. Bot. Fenn. Vainamo; 6: 231 Seiten.
- Rimet, F. & Ector, L. (2006): Impacts d'un hydrocarbure, le fluoranthène, sur les assemblages de diatomées benthiques et la morphologie de leur frustule en microcosme. Diatomia 10: 42-47.
- Rimet, F., Heudre D., Matte J.L. & Mazuer P. (2006): Qualité de l'eau des rivières du bassin houiller en 2006, évaluée au moyen des diatomées : estimation de la pollution organique, trophique, minérale et toxique. Rapport DIREN Lorraine, 57 Seiten.
- Shannon, C. & Weaver, W. (1949): The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press. Urbana.
- Strahler, A.N. (1952): Dynamic basis of geomorphology. In: Geological Society of America Bulletin 63/1952, Seiten 923–938.
- Straub, F. (1981): Utilisation des membranes filtrantes en téflon dans la préparation des Diatomées épilithiques. Cryptogamie, Algologie 2(2), 153.
- Straub, F. (2002): Note Algologique II. Apparition envahissante de la diatomée *Achnanthes catenata* Bily & Marvan (Heterokontophyta, Bacillariophyceae) dans le lac de Neuchâtel (Suisse). Bulletin de la Société neuchâtoise des sciences naturelles, 125: 59-65.

Bestimmungsliteratur

- Hofmann, G., Werum, M. & Lange-Bertalot, H. (2010): Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. Koeltz Scientific Books, D-61453 Koenigstein 908 Seiten.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1986-1991): Bacillariophyceae. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1, 2/2, 2/3 und 2/4. - Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Lange-Bertalot, H. & Metzeltin, D. (1996): Oligotrophie-Indikatoren. Iconographia Diatomologica Volume 2, Koeltz Scientific Books, Königstein, 390 Seiten.

Weitere Bestimmungsliteratur siehe BAFU Modul Kieselalgen (BAFU 2007a)

Neuere Literatur siehe Bücher der folgenden Serien:

- Diatoms of Europe
- Bibliotheca Diatomologica
- Iconographia Diatomologica

Anhang

A1 Liste der Messstellen NAWA TREND der Periode 2011-2013

Angaben: Messstelle, Gewässer, Ort, Kanton, Koordinaten, Meereshöhe, ProbenehmerIn

A2: Charakterisierung der Messstellen NAWA TREND der Periode 2011-2013

Angaben: Messstelle, Gewässer, Ort, Kanton, Fläche, Abflussregimetyyp, Q₃₄₇, MQ, FLOZ, Abwasserkategorie

B1: Charakterisierung der Messstellen NAWA TREND der Periode 2011-2013

Angaben: Messstelle, Gewässer, Ort, Kanton, Probennahmedatum, Taxazahl, Diversität H (log mit Basis 2), Dominanzsumme, Teratologie, DI-CH-Wert

Tabelle A1: Liste der Messstellen NAWA TREND der Periode 2011-2013. Es sind diejenigen Stellen aufgeführt, welche mittels Diatomeen untersucht wurden.

Fett hervorgehobene Stellen wurden in den Jahren 2011, 2012 und 2013 beprobt.

rot beschriftete Stellen wurden im Jahr 2012 durch zwei verschiedene Teams doppelt beprobt.

Messstelle	Gewässer, Ort	Kanton	Koordinate X	Koordinate Y	Meereshöhe	ProbenehmerIn
CH_002_BS	Birs, Birskopf	BS	613496	267409	250	J. Hürlimann
CH_007_BE	Emme, Gerlafingen	BE	609445	225330	444	S. Knispel
CH_009_SO	Limpach, Kyburg	SO	605997	220876	464	J. Hürlimann
CH_011_SO	Lüssel, Breitenbach	SO	607744	250786	390	J. Hürlimann
CH_012_OW	Sarneraa, Kägiswil	OW	662647	195819	461	J. Hürlimann
CH_014_LU	Reuss, Luzern, Seeauslauf	LU	664315	212930	430	J. Hürlimann
CH_015_VS	Rhône, Brig	VS	639626	128790	659	R. Bernard
CH_016_VS	Vispa, Visp	VS	634030	125900	650	R. Bernard
CH_017_VS	Rhône, Sion	VS	593300	118455	489	R. Bernard
CH_018_VS	Drance, Martigny	VS	570614	104466	495	R. Bernard
CH_020_VD	Venoge, Les Bois	VD	532030	154088	384	SESA
CH_021_VD	Thièle, Yverdon	VD	538389	180827	432	SESA
CH_022_VD	Broye, Domdidier	VD	566183	191947	440	SESA
CH_023_SG	Steinach, Mattenhof	SG	750755	262628	409	J. Hürlimann
CH_025_SG	Sitter, Leebrugg	SG	745537	258250	535	J. Hürlimann
CH_026_SG	Thur, Golfplatz	SG	732383	259206	475	J. Hürlimann
CH_027_SG	Necker, Letzi	SG	724298	250473	560	J. Hürlimann
CH_028_SG	Glatt, Buechental	SG	729400	256250	495	J. Hürlimann
CH_032_AG	Pfaffnern, Rothrist	AG	634429	239712	405	V. Lubini
CH_033_AG	Wyna, Suhr	AG	649071	246917	400	V. Lubini
CH_034_AG	Bünz, Möriken	AG	656434	251249	380	V. Lubini
CH_034_AG	Bünz, Möriken_2	AG	656434	251249	380	J. Hürlimann
CH_035_AG	Surb, Döttingen	AG	662285	268508	335	V. Lubini
CH_036_AG	Sissle, Eiken	AG	641500	265545	310	V. Lubini
CH_039_AG	Suhre, Suhr	AG	648700	247570	380	V. Lubini
CH_040_ZH	Limmat, Hönggersteg	ZH	679330	250317	397	P. Steinmann
CH_041_ZH	Töss, Freienstein	ZH	685998	264982	358	P. Steinmann
CH_042_ZH	Sihl, Sihlhölzli	ZH	682105	246843	410	P. Steinmann
CH_043_ZH	Glatt, Rheinsfelden	ZH	678123	269619	399	P. Steinmann
CH_044_ZH	Glatt, Abfluss Greifensee	ZH	691163	248330	463	P. Steinmann
CH_045_ZH	Aabach, Mönchaldorf	ZH	696928	240805	440	P. Steinmann
CH_046_ZH	Aa, Niederuster	ZH	694950	244939	441	P. Steinmann
CH_047_ZH	Reppisch, Dietikon	ZH	672809	252051	385	P. Steinmann
CH_048_ZH	Jona, Rüti	ZH	705817	232990	450	P. Steinmann
CH_049_ZH	Furtbach, nach ARA O'fingen	ZH	671505	255848	420	P. Steinmann
CH_049_ZH	Furtbach, nach ARA O'fingen_2	ZH	671505	255848	420	J. Hürlimann
CH_050_ZH	Thur, Andelfingen	ZH	693065	272893	359	P. Steinmann
CH_054_FR	Sionge, Vuippens	FR	572353	167639	684	S. Knispel
CH_055_BE	Aare, Brienzwiler	BE	649930	177359	575	P. Stucki
CH_056_BE	Engstlige, ob. Frutigen	BE	615246	158704	810	P. Stucki
CH_058_BE	Chise, ob. Oberdiessbach	BE	613807	188906	616	S. Knispel
CH_059_BE	Gürbe, vor Mündung in Aare	BE	603555	196625	511	S. Knispel
CH_060_BE	Sense, Thörishaus	BE	593370	193000	549	S. Knispel
CH_062_BE	Urtenen, bei Schalunen	BE	606960	217380	486	S. Knispel
CH_063_BE	Langete, Mangen, vor Rot	BE	628600	232897	449	S. Knispel
CH_065_ZH	Sihl, Hütten	ZH	693293	225364	687	P. Steinmann
CH_066_ZH	Töss, Rämismühle (Zell)	ZH	703828	255510	530	P. Steinmann
CH_066_ZH	Töss, Rämismühle (Zell)_2	ZH	703828	255510	530	J. Hürlimann
CH_067_BL	Ergolz, Augst	BL	620950	264930	261	J. Hürlimann
CH_068_JU	Sorne, Delémont	JU	593577	246286	410	P. Stucki
CH_069_JU	Scheulte, Vicques	JU	599461	244150	465	P. Stucki
CH_070_TG	Murg, Frauenfeld	TG	709510	269793	391	J. Hürlimann
CH_071_TG	Lauche, Matzingen	TG	712330	264343	445	J. Hürlimann
CH_072_TG	Chemmenbach, Märstetten	TG	721604	273121	419	J. Hürlimann
CH_073_TG	Salmsacher Aach, S'sach	TG	744157	268389	410	J. Hürlimann

Tabelle A1: Fortsetzung

Fett hervorgehobene Stellen wurden in den Jahren 2011, 2012 und 2013 beprobt.

rot beschriftete Stellen wurden im Jahr 2012 durch zwei verschiedene Teams doppelt beprobt.

Messstelle	Gewässer, Ort	Kanton	Koordinate X	Koordinate Y	Meereshöhe	ProbenehmerIn
CH_074_NW	Engelbergeraa, Oberdorf	NW	672138	201829	456	J. Hürlimann
CH_075_ZG	Lorze, Frauenthal	ZG	674715	229845	390	J. Hürlimann
CH_076_ZG	Lorze, Letzi	ZG	680595	226069	421	J. Hürlimann
CH_079_AG	Aabach, Niederlenz	AG	655159	251068	365	V. Lubini
CH_084_JU	Allaine, Boncourt	JU	567887	261272	365	P. Stucki
CH_085_NE	Areuse, Boudry	NE	554430	199950	445	P. Stucki
CH_085_NE	Areuse, Boudry_2	NE	554430	199950	445	S. Knispel
CH_086_GE	Arve, Ecole de médecine	GE	499460	116790	375	N. Dupont
CH_087_JU	Birs, Les Riedes-Dessus	JU	597523	249370	386	P. Stucki
CH_088_JU	Doubs, Ocourt	JU	572017	243797	420	P. Stucki
CH_089_SO	Dünnern, Olten	SO	634000	244025	404	J. Hürlimann
CH_091_GR	Inn, S-chanf	GR	795320	165548	1650	J. Hürlimann
CH_092_BE	Kander, unt. Wfg Hondrich	BE	616905	170230	620	P. Stucki
CH_093_LU	Kleine Emme, Littau	LU	664238	213233	432	J. Hürlimann
CH_094_BE	La Suze, Biel	BE	584763	220291	430	P. Stucki
CH_095_GR	Landquart, Felsenbach	GR	765245	204813	560	J. Hürlimann
CH_098_TI	Maggia, Locarno	TI	703084	113851	200	J. Hürlimann
CH_099_TI	Moesa, Lumino	TI	724346	120161	235	J. Hürlimann
CH_100_SZ	Muota, Ingenbohl	SZ	688257	206189	436	S. Rogge
CH_100_SZ	Muota, Ingenbohl_2	SZ	688257	206189	436	J. Hürlimann
CH_101_UR	Reuss, Attinghausen	UR	690654	191880	445	J. Hürlimann
CH_106_BE	Saane, Marfeldingen	BE	585905	203017	463	S. Knispel
CH_107_FR	Sarine, Broc	FR	573540	161640	685	S. Knispel
CH_111_AG	Wigger, Zofingen	AG	637194	238503	420	V. Lubini
CH_114_BE	Emme, Emmenmatt	BE	623712	199785	640	P. Stucki
CH_115_AI	Sitter, Appenzell Sittertal	AI	750019	243282	790	J. Hürlimann
CH_116_LU	Ron, Hochdorf	LU	663861	224838	466	J. Hürlimann
CH_119_NE	Seyon, Valangin	NE	559534	207117	635	P. Stucki
CH_123_TI	Maggia, Brontallo	TI	692818	134910	622	J. Hürlimann
CH_126_VD	Mentue, Mauguettaz	VD	545390	180900	448	SESA
CH_126_VD	Mentue, Mauguettaz_2 (NAWA SPEZ)	VD	545390	180900	448	S. Knispel
CH_127_VD	Talent, Chavornay	VD	532670	173050	439	SESA
CH_127_VD	Talent, Chavornay_2	VD	532670	173050	439	S. Knispel
CH_128_VD	Promenthouse, Gland, Route Suisse	VD	510084	140075	394	SESA
CH_129_VD	Boiron de Morges, Tolochenaz	VD	526246	149629	375	SESA
CH_130_VD	Aubonne, Allaman	VD	520715	147440	395	SESA
CH_130_VD	Aubonne, Allaman_2	VD	520715	147440	395	S. Knispel
CH_131_VD	Veveyse, Vevey	VD	553755	145728	376	SESA
CH_132_VD	Grande Eau, Aigle	VD	561082	130535	386	SESA
CH_133_BE	Simme, Latterbach	BE	612505	168441	640	P. Stucki
CH_134_BE	La Birse, La Roche St. Jean	BE	596389	240411	475	P. Stucki
CH_135_AR	Urnäsch, Kubel	AR	742503	251590	593	J. Hürlimann

Tabelle A2: Charakterisierung der Messstellen NAWA TREND der Periode 2011-2013.

Q₃₄₇: Niederwasserkennwert
 MQ: Jährlicher mittlerer Abfluss
 FLOZ: Flussordnungszahl nach Strahler
 AbwKat: Prozentualer Anteil des Abwassers bei Niederwasser (Q₃₄₇)

Messstelle	Gewässer, Ort	Kanton	Fläche [km ²]	Abflussregimetyp	Q ₃₄₇ [m ³ /s]	MQ [m ³ /s]	FLOZ [≥1..9]	AbwKat. [%]
CH_002_BS	Birs, Birskopf	BS	897	pluvial jurassien	3.11	15.4	6	20-50
CH_007_BE	Emme, Gerlafingen	BE	926	pluvial supérieur	5.25	19.3	7	10-20
CH_009_SO	Limpach, Kyburg	SO	73	pluvial inférieur	0.60	1.7	5	0-10
CH_011_SO	Lüssel, Breitenbach	SO	44	pluvial jurassien	0.01	0.4	4	0
CH_012_OW	Sarneraa, Kägiswil	OW	284	nivo-pluvial préalpin	4.16	10.1	5	0-10
CH_014_LU	Reuss, Luzern, Seeauslauf	LU	2243	nival de transition	31.10	110.0	7	0-10
CH_015_VS	Rhône, Brig	VS	906	a-glacio-nival	6.75	41.6	7	0-10
CH_016_VS	Vispa, Visp	VS	778	b-glaciaire	4.09	16.9	6	0-10
CH_017_VS	Rhône, Sion	VS	3372	a-glacio-nival	24.70	111.0	7	0-10
CH_018_VS	Drance, Martigny	VS	676	a-glacio-nival	3.52	9.9	6	0-10
CH_020_VD	Venoge, Les Bois	VD	228	pluvial jurassien	0.53	4.2	4	20-50
CH_021_VD	Thièle, Yverdon	VD	475	nivo-pluvial jurassien	2.80	14.0	5	0-10
CH_022_VD	Broye, Domdidier	VD	429	pluvial jurassien	1.25	7.8	6	20-50
CH_023_SG	Steinach, Mattenhof	SG	25	pluvial inférieur	0.23	0.8	4	>50
CH_025_SG	Sitter, Leebrugg	SG	288	nivo-pluvial préalpin	1.85	10.3	6	20-50
CH_026_SG	Thur, Golfplatz	SG	690	nivo-pluvial préalpin	4.50	29.4	7	10-20
CH_027_SG	Necker, Letzi	SG	125	nivo-pluvial préalpin	0.46	3.3	6	0-10
CH_028_SG	Glatt, Buechental	SG	91	pluvial inférieur	0.48	3.1	6	>50
CH_032_AG	Pfaffnern, Rothrist	AG	47	pluvial inférieur	0.27	0.6	4	0
CH_033_AG	Wyna, Suhr	AG	120	pluvial inférieur	0.30	1.5	4	>50
CH_034_AG	Bünz, Möriken	AG	123	pluvial inférieur	0.51	1.7	5	20-50
CH_035_AG	Surb, Döttingen	AG	66	pluvial inférieur	0.28	0.9	4	20-50
CH_036_AG	Sissle, Eiken	AG	123	pluvial jurassien	0.12	1.9	5	20-50
CH_039_AG	Suhre, Suhr	AG	247	pluvial inférieur	1.43	3.7	5	20-50
CH_040_ZH	Limmat, Hönggersteg	ZH	2173	nivo-pluvial préalpin	41.20	95.7	8	0-10
CH_041_ZH	Töss, Freienstein	ZH	404	pluvial inférieur	2.43	8.9	6	20-50
CH_042_ZH	Sihl, Sihlhölzli	ZH	342	nivo-pluvial préalpin	2.70	6.8	7	10-20
CH_043_ZH	Glatt, Rheinsfelden	ZH	417	pluvial inférieur	3.48	8.3	6	20-50
CH_044_ZH	Glatt, Abfluss Greifensee	ZH	165	pluvial inférieur	1.62	4.4	6	20-50
CH_045_ZH	Aabach, Mönchaldorf	ZH	45	pluvial inférieur	0.20	1.1	4	>50
CH_046_ZH	Aa, Niederuster	ZH	63	pluvial inférieur	0.50	1.6	5	>50
CH_047_ZH	Reppisch, Dietikon	ZH	69	pluvial inférieur	0.26	1.2	4	>50
CH_048_ZH	Jona, Rüti	ZH	58	pluvial inférieur	0.50	2.1	5	20-50
CH_049_ZH	Furtbach, nach ARA O'fingen	ZH	38	pluvial inférieur	0.21	0.7	4	>50
CH_050_ZH	Thur, Andelfingen	ZH	1708	pluvial supérieur	9.33	47.0	7	20-50
CH_054_FR	Sionge, Vuippens	FR	44	pluvial supérieur	0.22	1.2	4	0
CH_055_BE	Aare, Brienzwiler	BE	555	a-glacio-nival	10.70	35.1	6	0-10
CH_056_BE	Engstlige, ob. Frutigen	BE	136	nival alpin	1.29	6.1	5	0-10
CH_058_BE	Chise, ob. Oberdiessbach	BE	49	pluvial supérieur	0.44	0.9	4	10-20
CH_059_BE	Gürbe, vor Mündung in Aare	BE	129	pluvial supérieur	0.77	2.6	5	10-20
CH_060_BE	Sense, Thörishaus	BE	351	nivo-pluvial préalpin	2.05	8.6	7	0-10
CH_062_BE	Urtenen, bei Schalunen	BE	94	pluvial inférieur	0.28	0.8	4	>50
CH_063_BE	Langete, Mangen, vor Rot	BE	131	pluvial inférieur	0.96	2.1	5	0-10
CH_065_ZH	Sihl, Hütten	ZH	259	nivo-pluvial préalpin	2.44	5.2	7	0-10
CH_066_ZH	Töss, Rämismühle (Zell)	ZH	129	pluvial supérieur	0.41	3.3	6	0-10
CH_067_BL	Ergolz, Augst	BL	285	pluvial jurassien	0.46	3.7	6	>50
CH_068_JU	Sorne, Delémont	JU	214	pluvial jurassien	1.02	4.3	5	n.v.
CH_069_JU	Scheulte, Vicques	JU	73	pluvial jurassien	0.31	1.5	5	0-10
CH_070_TG	Murg, Frauenfeld	TG	214	pluvial inférieur	0.94	4.1	6	20-50
CH_071_TG	Lauche, Matzingen	TG	62	pluvial inférieur	0.14	0.9	6	0
CH_072_TG	Chemmenbach, Märstetten	TG	33	pluvial inférieur	0.07	0.6	4	10-20
CH_073_TG	Salmsacher Aach, S'sach	TG	47	pluvial inférieur	0.11	0.8	4	>50
CH_074_NW	Engelbergeraa, Oberdorf	NW	225	nivo-glaciaire	2.49	12.5	5	0-10
CH_075_ZG	Lorze, Frauenthal	ZG	262	pluvial inférieur	3.17	7.4	6	20-50
CH_076_ZG	Lorze, Letzi	ZG	100	pluvial supérieur	1.13	3.0	6	0

Tabelle A2: Fortsetzung

Q₃₄₇: Niederwasserkennwert
 MQ: Jährlicher mittlerer Abfluss
 FLOZ: Flussordnungszahl nach Strahler
 AbwKat: Prozentualer Anteil des Abwassers bei Niederwasser (Q₃₄₇)

Messstelle	Gewässer, Ort	Kanton	Fläche [km ²]	Abflussregimetyyp	Q ₃₄₇ [m ³ /s]	MQ [m ³ /s]	FLOZ [≥1..9]	AbwKat. [%]
CH_079_AG	Aabach, Niederlenz	AG	180	pluvial inférieur	0.73	2.5	4	20-50
CH_084_JU	Allaine, Boncourt	JU	212	pluvial jurassien	0.49	3.2	5	10-20
CH_085_NE	Areuse, Boudry	NE	378	nivo-pluvial jurassien	1.66	11.5	4	0-10
CH_086_GE	Arve, Ecole de médecine	GE	1971	nival de transition	20.70	77.7	5	0-10
CH_087_JU	Birs, Les Riedes-Dessus	JU	571	pluvial jurassien	2.54	10.9	6	10-20
CH_088_JU	Doubs, Ocourt	JU	1280	nivo-pluvial jurassien	5.05	33.1	5	0-10
CH_089_SO	Dünnern, Olten	SO	234	pluvial jurassien	0.55	3.7	5	20-50
CH_091_GR	Inn. S-chanf	GR	616	b-glacio-nival	3.78	21.0	6	0-10
CH_092_BE	Kander, unt. Wfg Hondrich	BE	492	nivo-glaciaire	5.23	20.5	6	0-10
CH_093_LU	Kleine Emme, Littau	LU	478	nivo-pluvial préalpin	3.08	15.7	7	0-10
CH_094_BE	La Suze, Biel	BE	216	nivo-pluvial jurassien	2.04	8.0	3	0-10
CH_095_GR	Landquart, Felsenbach	GR	614	nival alpin	6.11	24.5	6	0-10
CH_098_TI	Maggia, Locarno	TI	927	nival pluvial méridional	2.92	22.9	7	0-10
CH_099_TI	Moesa, Lumino	TI	472	nival pluvial méridional	3.42	20.4	5	0-10
CH_100_SZ	Muota, Ingenbohl	SZ	317	nival de transition	2.67	19.1	6	0-10
CH_101_UR	Reuss, Attinghausen	UR	819	b-glacio-nival	7.11	44.3	6	0-10
CH_106_BE	Saane, Marfeldingen	BE	1893	nivo-pluvial préalpin	53.50	12.0	8	0-10
CH_107_FR	Sarine, Broc	FR	636	nival de transition	5.12	23.2	7	0-10
CH_111_AG	Wigger, Zofingen	AG	369	pluvial inférieur	2.00	5.9	6	10-20
CH_114_BE	Emme, Emmenmatt	BE	231	nivo-pluvial préalpin	2.01	12.0	6	0-10
CH_115_AI	Sitter, Appenzell Sittertal	AI	68	nivo-pluvial préalpin	0.55	3.5	5	0
CH_116_LU	Ron, Hochdorf	LU	28	pluvial inférieur	0.12	0.6	3	0
CH_119_NE	Seyon, Valangin	NE	112	nivo-pluvial jurassien	0.08	0.8	4	>50
CH_123_TI	Maggia, Brontallo	TI	171	nival méridional	1.13	4.0	5	0
CH_126_VD	Mentue, Mauguettaz	VD	105	pluvial jurassien	0.29	1.6	4	0-10
CH_127_VD	Talent, Chavornay	VD	67	pluvial jurassien	0.19	1.2	4	20-50
CH_128_VD	Promenthouse, Gland, Route Suisse	VD	121	nivo-pluvial jurassien	0.24	1.7	4	0-10
CH_129_VD	Boiron de Morges, Tolochenaz	VD	34	pluvial jurassien	0.03		3	20-50
CH_130_VD	Aubonne, Allaman	VD	105	nivo-pluvial jurassien	0.46	5.6	4	0-10
CH_131_VD	Veveyse, Vevey	VD	65	nivo-pluvial préalpin	0.29	2.0	5	0
CH_132_VD	Grande Eau, Aigle	VD	144	nival de transition	1.65	5.0	5	0-10
CH_133_BE	Simme, Lätterbach	BE	569	nival alpin	6.20	20.4	6	0-10
CH_134_BE	La Birse, La Roche St. Jean	BE	199	nivo-pluvial jurassien	0.89	3.3	5	10-20
CH_135_AR	Urnäsch, Kubel	AR	94	nivo-pluvial préalpin	0.41	2.9	5	0-10

Tabelle B1: Charakterisierung der Messstellen NAWA TREND der Periode 2011-2013.

Taxazahl: Zahl der Taxa (Arten, Variationen)
 Diversität H: Diversität H nach Shannon, C. & Weaver, W. (1949), Berechnung als log mit Basis 2
 Dominanzsumme [%]: Summe der relativen Häufigkeit der drei Taxa mit den höchsten Anteilen
 Teratologie [%]: Prozentualer Anteil an Teratologien (missbildete Schalen, 100 % = Anzahl total gezählte Schalen)
 DI-CH-Wert: Indexwert Kieselalgen gemäss BAFU Modul Kieselalgen Stufe F (BAFU 2007a)

Messstelle	Gewässer, Ort	Kanton	Datum	Taxa- zahl	Diver- sität H	Dominanz- summe [%]	Teratolo- gie [%]	DI-CH- Wert
CH_002_BS	Birs, Birskopf	BS	12.3.2012	36	4.44	34	0.0	3.90
CH_007_BE	Emme, Gerlafingen	BE	7.3.2012	33	4.02	41	0.0	3.04
CH_009_SO	Limpach, Kyburg	SO	12.3.2012	31	3.73	53	2.0	5.12
CH_011_SO	Lüssel, Breitenbach	SO	12.3.2012	23	3.30	58	0.0	2.53
CH_012_OW	Sarneraa, Kägiswil	OW	21.3.2012	29	3.32	63	0.0	2.09
CH_014_LU	Reuss, Luzern, Seeauslauf	LU	22.3.2012	35	3.62	56	0.0	2.13
CH_015_VS	Rhône, Brig	VS	31.3.2012	26	2.49	74	0.4	2.81
CH_016_VS	Vispa, Visp	VS	31.3.2012	23	2.90	69	0.2	2.43
CH_017_VS	Rhône, Sion	VS	11.3.2012	13	1.13	96	0.0	2.40
CH_018_VS	Drance, Martigny	VS	15.3.2011	39	4.05	46	0.0	3.13
CH_018_VS	Drance, Martigny	VS	21.3.2012	25	2.77	69	0.0	2.08
CH_018_VS	Drance, Martigny	VS	12.3.2013	22	2.38	80	0.0	1.16
CH_020_VD	Venoge, Les Bois	VD	6.3.2012	23	2.81	75	0.8	4.97
CH_021_VD	Thièle, Yverdon	VD	8.3.2012	35	3.26	63	0.6	2.59
CH_022_VD	Broye, Domdidier	VD	8.3.2012	23	2.82	72	0.6	4.48
CH_023_SG	Steinach, Mattenhof	SG	14.3.2011	28	2.88	74	1.4	5.96
CH_023_SG	Steinach, Mattenhof	SG	6.3.2012	17	2.89	66	0.0	5.10
CH_023_SG	Steinach, Mattenhof	SG	18.3.2013	26	3.94	41	0.0	4.91
CH_025_SG	Sitter, Leebrugg	SG	6.3.2012	29	4.04	44	0.4	3.90
CH_026_SG	Thur, Golfplatz	SG	6.3.2012	30	4.14	44	0.0	3.38
CH_027_SG	Necker, Letzi	SG	14.3.2011	31	3.70	53	0.0	2.69
CH_027_SG	Necker, Letzi	SG	6.3.2012	30	4.06	44	0.0	3.65
CH_027_SG	Necker, Letzi	SG	18.3.2013	29	4.07	43	0.0	3.08
CH_028_SG	Glatt, Buechental	SG	6.3.2012	27	3.29	61	1.4	3.92
CH_032_AG	Pfaffnern, Rothrist	AG	12.3.2012	24	3.57	55	0.4	3.87
CH_033_AG	Wyna, Suhr	AG	12.3.2012	19	3.14	63	0.0	3.71
CH_034_AG	Bünz, Möriken	AG	14.3.2011	24	3.30	59	0.0	3.36
CH_034_AG	Bünz, Möriken	AG	7.3.2012	24	3.61	53	0.4	4.56
CH_034_AG	Bünz, Möriken	AG	13.3.2012	28	3.58	57	0.2	4.05
CH_034_AG	Bünz, Möriken	AG	19.3.2013	24	3.72	47	0.0	4.09
CH_035_AG	Surb, Döttingen	AG	13.3.2012	31	4.15	36	0.0	4.25
CH_036_AG	Sissle, Eiken	AG	13.3.2012	29	3.94	46	0.0	3.84
CH_039_AG	Suhre, Suhr	AG	12.3.2012	25	3.09	67	0.4	4.19
CH_040_ZH	Limmat, Hönnggersteg	ZH	28.3.2012	25	2.94	69	0.0	2.49
CH_041_ZH	Töss, Freienstein	ZH	27.3.2012	29	3.69	55	0.2	3.57
CH_042_ZH	Sihl, Sihlhölzli	ZH	28.3.2012	34	3.52	61	0.2	2.78
CH_043_ZH	Glatt, Rheinsfelden	ZH	9.3.2012	34	3.97	46	0.6	4.33
CH_044_ZH	Glatt, Abfluss Greifensee	ZH	14.3.2012	36	4.10	43	0.2	3.33
CH_045_ZH	Aabach, Mönchaldorf	ZH	14.3.2012	30	3.74	51	0.0	4.03
CH_046_ZH	Aa, Niederuster	ZH	14.3.2012	34	4.13	40	0.2	3.80
CH_047_ZH	Reppisch, Dietikon	ZH	28.3.2012	31	3.66	53	0.0	3.78
CH_048_ZH	Jona, Rüti	ZH	14.3.2012	29	3.58	53	0.0	3.44
CH_049_ZH	Furtbach, nach ARA O'fingen	ZH	21.3.2011	45	4.47	40	0.4	4.33
CH_049_ZH	Furtbach, nach ARA O'fingen	ZH	9.3.2012	36	4.28	44	0.0	3.84
CH_049_ZH	Furtbach, nach ARA O'fingen	ZH	7.3.2012	45	4.47	39	0.0	3.76
CH_049_ZH	Furtbach, nach ARA O'fingen	ZH	19.3.2013	45	4.30	47	0.6	4.42
CH_050_ZH	Thur, Andelfingen	ZH	27.3.2012	31	3.90	50	0.4	3.78
CH_054_FR	Sionge, Vuippens	FR	13.4.2012	29	3.74	52	0.0	3.44
CH_055_BE	Aare, Brienzwiler	BE	31.3.2012	38	3.88	46	0.6	2.40
CH_056_BE	Engstlige, ob. Frutigen	BE	6.4.2011	48	4.65	34	0.2	2.46
CH_056_BE	Engstlige, ob. Frutigen	BE	31.3.2012	30	3.47	55	0.0	1.80
CH_056_BE	Engstlige, ob. Frutigen	BE	3.4.2013	39	3.79	53	0.0	1.89
CH_058_BE	Chise, ob. Oberdiessbach	BE	10.3.2011	28	2.72	75	0.6	3.58
CH_058_BE	Chise, ob. Oberdiessbach	BE	1.3.2012	27	3.12	64	0.9	4.09
CH_058_BE	Chise, ob. Oberdiessbach	BE	4.3.2013	39	4.14	39	0.6	4.06

Tabelle B1: Fortsetzung.

Taxazahl: Zahl der Taxa (Arten, Variationen)
 Diversität H: Diversität H nach Shannon, C. & Weaver, W. (1949), Berechnung als log mit Basis 2
 Dominanzsumme [%]: Summe der relativen Häufigkeit der drei Taxa mit den höchsten Anteilen
 Teratologie [%]: Prozentualer Anteil an Teratologien (missbildete Schalen, 100 % = Anzahl total gezählte Schalen)
 DI-CH-Wert: Indexwert Kieselalgen gemäss BAFU Modul Kieselalgen Stufe F (BAFU 2007a)

Messstelle	Gewässer, Ort	Kanton	Datum	Taxa- zahl	Diver- sität H	Dominanz- summe [%]	Teratolo- gie [%]	DI-CH- Wert
CH_059_BE	Gürbe, vor Mündung in Aare	BE	7.3.2012	29	2.28	78	0.6	3.24
CH_060_BE	Sense, Thörishaus	BE	10.3.2011	37	3.44	62	1.2	2.46
CH_060_BE	Sense, Thörishaus	BE	7.3.2012	27	3.07	68	2.2	4.11
CH_060_BE	Sense, Thörishaus	BE	4.3.2013	45	3.38	60	0.0	2.83
CH_062_BE	Urtenen, bei Schalunen	BE	2.3.2012	22	1.73	86	0.4	3.40
CH_063_BE	Langete, Mangen, vor Rot	BE	2.3.2012	39	3.84	56	0.2	3.98
CH_065_ZH	Sihl, Hütten	ZH	28.3.2012	28	3.60	52	0.4	2.93
CH_066_ZH	Töss, Rämismühle (Zell)	ZH	14.3.2011	30	2.36	76	0.0	1.98
CH_066_ZH	Töss, Rämismühle (Zell)	ZH	14.3.2012	28	3.87	40	0.0	2.77
CH_066_ZH	Töss, Rämismühle (Zell)	ZH	7.3.2012	23	3.47	50	0.0	2.69
CH_066_ZH	Töss, Rämismühle (Zell)	ZH	18.3.2013	25	3.20	59	0.0	2.46
CH_067_BL	Ergolz, Augst	BL	12.3.2012	29	4.13	39	0.4	4.22
CH_068_JU	Sorne, Delémont	JU	12.3.2012	30	3.80	47	3.5	3.40
CH_069_JU	Scheulte, Vicques	JU	12.3.2012	33	2.88	74	0.5	2.57
CH_070_TG	Murg, Frauenfeld	TG	14.3.2011	32	3.71	54	0.0	3.44
CH_070_TG	Murg, Frauenfeld	TG	7.3.2012	26	3.82	43	0.4	3.95
CH_070_TG	Murg, Frauenfeld	TG	18.3.2013	22	3.57	52	0.0	3.70
CH_071_TG	Lauche, Matzingen	TG	7.3.2012	28	4.17	34	0.4	3.73
CH_072_TG	Chemmenbach, Märstetten	TG	7.3.2012	18	3.25	57	0.6	3.69
CH_073_TG	Salmsacher Aach, S'sach	TG	14.3.2011	27	3.97	46	0.2	4.18
CH_073_TG	Salmsacher Aach, S'sach	TG	6.3.2012	30	4.11	41	0.2	4.26
CH_073_TG	Salmsacher Aach, S'sach	TG	18.3.2013	33	4.00	45	0.0	4.36
CH_074_NW	Engelbergeraa, Oberdorf	NW	21.3.2012	19	2.44	83	0.0	2.21
CH_075_ZG	Lorze, Frauenthal	ZG	21.3.2012	37	4.54	28	0.4	4.84
CH_076_ZG	Lorze, Letzi	ZG	23.3.2011	32	3.93	49	1.2	2.85
CH_076_ZG	Lorze, Letzi	ZG	21.3.2012	30	3.38	64	0.6	2.92
CH_076_ZG	Lorze, Letzi	ZG	27.3.2013	21	3.01	71	0.0	2.72
CH_079_AG	Aabach, Niederlenz	AG	13.3.2012	19	3.01	68	0.2	3.80
CH_084_JU	Allaine, Boncourt	JU	11.3.2012	31	3.62	54	0.6	4.23
CH_085_NE	Areuse, Boudry	NE	11.3.2011	31	3.44	60	0.4	2.68
CH_085_NE	Areuse, Boudry	NE	12.3.2012	35	3.87	46	0.2	3.54
CH_085_NE	Areuse, Boudry	NE	9.3.2012	27	3.52	51	0.0	3.12
CH_085_NE	Areuse, Boudry	NE	5.3.2013	35	3.59	58	0.0	2.97
CH_086_GE	Arve, Ecole de médecine	GE	1.3.2012	25	3.10	65	0.4	2.84
CH_087_JU	Birs, Les Riedes-Dessus	JU	10.3.2012	29	3.77	53	1.2	3.18
CH_088_JU	Doubs, Ocourt	JU	12.3.2011	54	4.42	37	0.2	3.74
CH_088_JU	Doubs, Ocourt	JU	11.3.2012	33	3.45	58	0.0	3.98
CH_088_JU	Doubs, Ocourt	JU	7.4.2013	30	3.62	51	1.0	4.20
CH_089_SO	Dünnern, Olten	SO	12.3.2012	31	4.21	37	0.2	4.09
CH_091_GR	Inn	GR	19.4.2012	29	4.02	39	0.0	1.75
CH_092_BE	Kander, unt. Wfg Hondrich	BE	31.3.2012	39	4.11	41	0.7	2.91
CH_093_LU	Kleine Emme, Littau	LU	22.3.2012	26	3.70	52	0.2	3.37
CH_094_BE	La Suze, Biel	BE	28.3.2012	32	4.08	40	0.2	3.30
CH_095_GR	Landquart	GR	13.3.2012	27	3.13	68	0.4	3.14
CH_098_TI	Maggia, Locarno	TI	13.3.2012	27	2.74	80	0.0	1.40
CH_099_TI	Moesa, Lumino	TI	13.3.2012	32	3.58	57	0.4	2.76
CH_100_SZ	Muota, Ingenbohl	SZ	23.3.2011	30	3.71	56	0.0	2.31
CH_100_SZ	Muota, Ingenbohl	SZ	21.3.2012	15	2.15	86	0.0	2.31
CH_100_SZ	Muota, Ingenbohl	SZ	21.3.2012	15	2.11	87	0.0	2.09
CH_100_SZ	Muota, Ingenbohl	SZ	19.3.2013	23	2.67	76	0.0	2.15
CH_101_UR	Reuss, Attinghausen	UR	21.3.2012	25	3.34	61	0.0	2.22
CH_106_BE	Saane, Marfeldingen	BE	11.3.2012	17	2.52	78	0.6	3.12
CH_107_FR	Sarine, Broc	FR	7.4.2011	26	3.68	48	0.0	2.10
CH_107_FR	Sarine, Broc	FR	18.4.2012	19	2.38	76	0.0	1.84
CH_107_FR	Sarine, Broc	FR	7.4.2013	17	2.73	69	2.2	1.66

Tabelle B1: Fortsetzung.

Taxazahl: Zahl der Taxa (Arten, Variationen)
 Diversität H: Diversität H nach Shannon, C. & Weaver, W. (1949)
 Dominanzsumme [%]: Summe der relativen Häufigkeit der drei Taxa mit den höchsten Anteilen
 Teratologie [%]: Prozentualer Anteil an Teratologien (missbildete Schalen, 100 % = Anzahl total gezählte Schalen)
 DI-CH-Wert: Indexwert Kieselalgen gemäss BAFU Modul Kieselalgen Stufe F (BAFU 2007a)

Messstelle	Gewässer, Ort	Kanton	Datum	Taxa- zahl	Diver- sität H	Dominanz- summe [%]	Teratolo- gie [%]	DI-CH- Wert
CH_111_AG	Wigger, Zofingen	AG	12.3.2012	29	3.95	45	0.0	4.19
CH_114_BE	Emme, Emmenmatt	BE	28.3.2012	42	4.17	48	0.3	2.97
CH_115_AI	Sitter, Appenzell Sittertal	AI	6.4.2011	31	3.44	59	0.6	2.36
CH_115_AI	Sitter, Appenzell Sittertal	AI	19.4.2012	24	3.40	58	0.0	2.48
CH_115_AI	Sitter, Appenzell Sittertal	AI	9.4.2013	18	3.12	65	0.0	1.72
CH_116_LU	Ron, Hochdorf	LU	22.3.2012	35	4.49	27	0.2	4.83
CH_119_NE	Seyon, Valangin	NE	29.4.2012	31	3.25	70	1.0	5.32
CH_123_TI	Maggia, Brontallo	TI	13.3.2012	21	3.55	51	0.2	1.55
CH_126_VD	Mentue, Mauguettaz	VD	8.3.2012	27	3.89	41	0.0	4.56
CH_126_VD	Mentue, Mauguettaz	VD	21.3.2012	27	4.01	38	0.8	4.40
CH_127_VD	Talent, Chavornay	VD	11.3.2011	36	4.04	45	4.7	4.87
CH_127_VD	Talent, Chavornay	VD	8.3.2012	31	3.72	48	0.2	5.68
CH_127_VD	Talent, Chavornay	VD	12.3.2012	26	2.92	65	1.4	4.99
CH_127_VD	Talent, Chavornay	VD	5.3.2013	26	3.33	60	0.0	4.68
CH_128_VD	Promenthouse, Gland, Route Suisse	VD	6.3.2012	23	2.83	74	0.0	3.12
CH_129_VD	Boiron de Morges, Tolochenaz	VD	6.3.2012	29	3.75	45	1.0	4.69
CH_130_VD	Aubonne, Allaman ¹	VD	24.3.2011	44	4.40	36	0.9	3.04
CH_130_VD	Aubonne, Allaman	VD	14.3.2012	23	3.47	57	0.0	2.55
CH_130_VD	Aubonne, Allaman	VD	21.3.2012	21	2.86	71	0.0	2.34
CH_130_VD	Aubonne, Allaman	VD	1.3.2013	34	3.41	63	0.0	3.21
CH_131_VD	Veveyse, Vevey	VD	13.3.2012	31	3.48	59	0.2	3.47
CH_132_VD	Grande Eau, Aigle	VD	13.3.2012	20	3.07	62	0.2	2.22
CH_133_BE	Simme, Latterbach	BE	6.4.2011	40	3.72	55	0.0	1.87
CH_133_BE	Simme, Latterbach	BE	31.3.2012	22	2.72	75	0.0	1.54
CH_133_BE	Simme, Latterbach	BE	3.4.2013	24	2.01	83	0.0	1.29
CH_134_BE	La Birse, La Roche St. Jean	BE	10.3.2012	31	3.63	52	0.6	4.07
CH_135_AR	Urnäsch, Kubel	AR	19.4.2012	22	2.52	73	0.0	2.76

¹ da keine Kieselalgenprobe entnommen wurde, wurde das Restmaterial der Zoobenthosprobe (Kickproben) präpariert.