



«Storm Birsig»

Biologische Erfolgskontrolle und Defizituntersuchungen
im schweizerischen Teil des Gewässersystems Birsig
mit Fokus Mischwasserentlastungen und landwirtschaftliche Grundbelastungen

Bericht

März 2019

Amt für Umweltschutz und Energie, Kanton Basel-Landschaft
Amt für Umwelt, Kanton Solothurn

«Storm Birsig»

Biologische Erfolgskontrolle und Defizituntersuchungen
im schweizerischen Teil des Gewässersystems Birsig
mit Fokus Mischwasserentlastungen und landwirtschaftliche Grundbelastungen

Bericht

Autoren

Daniel Küry, Dr. phil. Biologe

Nives Ramisberger, BA Geografin

Jakob Schmitz, stud. Geograf

Lydia King, Dr. phil. Biologin

Auftraggeber

Amt für Umwelt und Energie, Basel-Landschaft und Amt für Umwelt, Solothurn

Titelbild:

Fotos: © Life Science AG

Inhalt

Kurzfassung.....	4
1 Einleitung	5
2 Gewässer und untersuchte Strecken.....	6
2.1 Birsig 1 (ID Birsi005700)	6
2.2 Birsig 2 (ID Birsi007000)	6
2.3 Birsig 3 (ID Birsi007900)	7
2.4 Birsig 4 (ID Birsi011100)	7
2.5 Birsig 5	8
2.6 Birsig 6	8
2.7 Birsig 7.....	9
2.8 Birsig 8 (ID Biede002500).....	9
2.9 Birsig Zusatz (ID Biede002600).....	9
2.10 Birsig 9 (ID Biede003600).....	9
2.11 Marchbach 1 (ID March000200)	9
2.12 Marchbach 2 (ID March002800)	9
2.13 Marchbach 3 (ID March003350)	11
3 Vorgehen und Methoden.....	12
3.1 Äusserer Aspekt	12
3.2 Bewertung Makrozoobenthos	13
3.2.1 Probenahme Makrozoobenthos	13
3.2.2 EPT-Index: Anzahl Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera	14
3.2.3 Modulstufenkonzept Makrozoobenthos Stufe F (IBCH)	14
3.2.4 Makroindex.....	16
3.2.5 Saprobienindex	17
3.2.6 SPEAR _{pesticide}	18
3.3 Diatomeen	18
4 Äusserer Aspekt	21
5 Makrozoobenthos.....	23
5.1 Gesamtüberblick der Makrofauna und EPT-Index	23
5.2 Makrozoobenthos: IBCH – Makroindex – Saprobienindex – SPEAR	26
6 Diatomeen	29
8 Gesamtbeurteilung und Ausblick.....	32
Fazit	35
9 Literatur	36

Kurzfassung

Im Rahmen einer biologischen Erfolgskontrolle werden die Massnahmen zur Sanierung der Abwassersituation im Einzugsgebiet des Birsigs («Storm Birsig») untersucht. Zur Untersuchung des Ausgangszustands wurden an insgesamt neun Gewässerstrecken im Birsig und drei Strecken im Marchbach Erhebungen der folgenden Parameter durchgeführt: Äusserer Aspekt, vier Parameter des Makrozoobenthos IBCH, Makroindex Saprobienindex und SPEAR_{pesticide}-Index sowie Diatomeen-Index (DI-CH) und Kieselalgen-Differenzialanalyse.

Generell wurde im Gewässerverlauf eine Zunahme der Belastung beobachtet. Der Äussere Aspekt zeigte vor allem unmittelbar unterhalb von Abwasserreinigungsanlagen und im Bereich von Siedlungen leichte bis mittlere Beeinträchtigungen. Bewertet mit dem IBCH (Modulstufenkonzept Makrozoobenthos Stufe F) war der Gewässerzustand im Frühling unterhalb der Kläranlage Rodersdorf auf allen Strecken des Birsig und des Marchbachs mässig oder unbefriedigend (Birsig 1, Oberwil) und entsprach somit nicht den Zielen der Gewässerschutzverordnung. Der auf die Pestizide und toxische Mikroverunreinigungen reagierende SPEAR_{pesticide}-Index zeigte im Frühling im Birsig auf den Strecken unterhalb von Rodersdorf und auf allen Strecken des Marchbachs einen mässigen bis unbefriedigenden Zustand. Der Diatomeen-Index ergab auf den Birsig-Strecken oberhalb von Rodersdorf (Birsig 7) unbefriedigende und in Therwil (Birsig 3) mässige Verhältnisse.

Der Äusserer Aspekt veränderte sich im Sommer praktisch nicht. Im Sommer waren die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung beim IBCH an allen Stellen ausser Birsig 4 nicht erfüllt (mässiger Zustand), während der SPEAR_{pesticide}-Index im Sommer an einzelnen Stellen des Birsigs bessere Werte zeigte als im Frühling, aber mit einem mässigen Zustand die Ziele der Gewässerschutzverordnung immer noch verfehlte.

Bezüglich des Einflusses der Abwassersituation Birsig ist unterhalb der ARA Burg und der ARA Rodersdorf jeweils eine mässige Belastung erkennbar. Auf der Strecke in Leymen vermochte sich die Situation nicht zu verbessern, wobei neben Abwasser zunehmend auch toxische Belastungen aus der Landwirtschaft oder Haushalten eine Rolle zu spielen scheinen. Im Marchbach ist eine Grundbelastung aus häuslichen Abwässern und Belastungen aus der Landwirtschaft bereits auf der obersten Strecke in Ettingen erkennbar. Diese wird unterhalb der ARA Birsig in Therwil nochmals deutlich erhöht, wobei die Ursache vor allem durch toxische Substanzen wie Mikroverunreinigungen zurückzuführen sein dürfte.

Im Hinblick auf Massnahmen dürfte mit Sanierungen in der ARA Therwil am meisten erreicht werden können. Optimierungen in den ARA Rodersdorf und ARA Burg aber auch Massnahmen im elsässischen Leymen tragen zur weiteren Verbesserung des Gewässerzustands im Oberlauf bei. Massnahmen zur Vermeidung von Einträgen aus der Landwirtschaft können auf der gesamten Strecke der Gewässer südlich von Oberwil eine Verbesserung des Gewässerzustands bewirken.

1 Einleitung

Heute wohnen im Einzugsgebiet des Birsigs fast 60 000 Personen. Zudem bietet das Gebiet annähernd 15 000 Arbeitsplätze. Diese dichte Besiedlung beeinträchtigte sowohl den Gewässerraum als auch den Gewässerzustand und die Wasserqualität des Birsigs. Zum Schutz der immer dichter besiedelten Gebiete in Ufernähe wurde in den Jahren 1938–1949 die Strecke zwischen Oberwil und Binningen begradigt und kanalisiert. In den 1950er-Jahren und 1978 erfolgten auf zwei weiteren Strecken in Oberwil Hochwassersicherungsmaßnahmen. Als Folge des Bevölkerungswachstums nach dem zweiten Weltkrieg hat sich auch die Wasserqualität zunehmend verschlechtert. Mit dem Bau der ARA Birsig in Therwil sowie deren Sanierung 1997 hat sich die Wasserqualität wieder verbessert. In einem zweiten Schub sind ab 1970 auch die Ortschaften des hinteren Leimentals wie Rodersdorf, Flüh, Hofstetten stark gewachsen. Als Konsequenz mussten später auch in Rodersdorf (2005) und Burg (2000) Abwasserreinigungsanlagen saniert respektive errichtet werden. Die Abwässer des unteren Leimentals (ab Oberwil) fliessen zur Reinigung in einem Kanalisationssystem in die ARA der Pro Rheno nach Basel. Das Abwasser aus dem elsässischen Teil des Einzugsgebiets wird an den meisten Orten über individuelle «fosses séptiques» gereinigt. Die Gemeinde Leymen hat zudem seit wenigen Jahren eine Pflanzenkläranlage in Betrieb.

Im Birsig befinden sich zur Zeit viele Regenentlastungen aus der Kanalisation, die je nach meteorologischer Situation beträchtliche Stossbelastungen im Oberflächengewässer verursachen. Allein in den Gemeinden Oberwil, Bottmingen und Binningen existieren insgesamt 13 «markante» Mischwasserentlastungen. Dies sind Bauwerke, die mehr als 5 000 m³/a ungereinigte Abwässer bei mehr als 25 Ereignissen und während einer Dauer von mehr als 20 h/a in das Oberflächengewässer einleiten. Im Rahmen eines Projekts sollen die Mischwasserentlastungen optimiert werden.

Im Rahmen des interkantonalen Projekts «Storm Birsig» soll die Situation im Einzugsgebiet des Birsigs vor allem hinsichtlich der Mischwasserentlastungen verbessert werden. In diesem Zusammenhang wurde die Life Science AG mit der Durchführung einer Erfolgskontrolle beauftragt, in deren Rahmen die Wirkung der geplanten Verbesserungsmassnahmen überprüft werden soll. Mit der vorliegenden Untersuchung wird ein Ausgangszustand erhoben, bei dem auch festgehalten wird, ob allfällige Vorbelastungen aus elsässischen Zuflüssen des Gewässersystems auftreten und woher diese stammen.

Die vorliegende Untersuchung beschreibt den Ausgangszustand für eine Wirkungskontrolle nach der Umsetzung der zu treffenden Massnahmen.

2 Gewässer und untersuchte Strecken

Das Einzugsgebiet des Birsigs liegt im südöstlichsten Ausläufer des Sundgauer-Hügellandes. Dieses Gebiet war während der Zeit der grössten Vereisung (Riss) nicht von einem Gletscher bedeckt. Deshalb konnten sich dort Lössschichten ablagern, welche nur in geringem Ausmass wasserdurchlässig sind und heute als Folge der typischen Verwitterungsprozesse die sanften Hügelzüge der Landschaft bilden.

Tektonisch gehört das Gebiet zum Rheintalgraben, der sich zwischen den heutigen Gebirgen Vogesen und Schwarzwald durch deren Auseinanderstreben im Tertiär wieder gesenkt hat.

Von seinem Quellgebiet in der Gemeinde Burg bis zur Mündung in den Rhein in Basel legt der Birsig eine Strecke von 22,4 km zurück und überwindet einen Höhenunterschied von rund 395 m. Das hydrologische Einzugsgebiet besitzt eine Fläche von rund 89 km². Das Abflussregime des Gewässers weist einen typisch pluvialen (durch Regen beeinflussten) Charakter auf. Das heisst, der Jahresabfluss verteilt sich entsprechend der Niederschlagsereignisse relativ regelmässig über das ganze Jahr. Trockenere Monate sind in der Regel Juli, August und September, während die Abflussmengen von Januar bis April etwas höher liegen. Der durchschnittliche Abfluss an der Messstation in Binningen liegt bei 0,74 m³/s (Spreafico et al. 1992), die Mindestrestwassermenge (Q_{347}) liegt bei 0,17 m³/s. Zu jeder Jahreszeit kann es kurz nach intensiven Niederschlagsereignissen zu stark erhöhten Abflüssen kommen. Der Lauf des Marchbachs beginnt in einer Eindolung an der Grenze Ettingen-Witterswil. Er ist lediglich 4,2 km lang und weist ein Q_{347} von 0,13 m³/l auf.

Anlässlich eines orientierenden Abschreitens der Gewässer wurden am 5. März 2018 gemeinsam mit den Auftraggebern zwölf zu beprobende Strecken – neun am Birsig und drei am Marchbach – festgelegt (Tab. 1, Abb. 1, Abb. 2). Eine zusätzliche Strecke oberhalb der ARA Burg wurde im Frühling ins Programm genommen.

2.1 Birsig 1 (ID Birsig005700)

Birsig 1 liegt unterhalb des Siedlungsgebiets von Oberwil etwa auf der Höhe der Tramhaltestelle Stallen fast 600 m nach dem Zusammenfluss mit dem Marchbach. Das Flussufer ist hier in einem Trapezprofil verbaut und die Sohle ist wie auf der gesamten verbleibenden Strecke vollständig gepflästert ist. Linksufrig ist das Gewässer von einem baumreichen Gehölz begleitet, rechtsufrig gedeihen am Ufer dichte Brombeerbestände. Trotz Sohlverbauung hat sich über kurze Strecken Sediment abgelagert, sodass hier auch reguläre Proben des Makrozoobenthos entnommen werden konnten.

2.2 Birsig 2 (ID Birsig007000)

Die Strecke Birsig 2 befindet sich im Gebiet Langimatt oberhalb des Siedlungsgebiets von Oberwil. Die Laufentwicklung ist geprägt von Mäandern, in denen nur punktuell Ufersicherungen angebracht wurden. An das beidseitige Ufergehölz grenzen links Weide- und Wiesland und rechts ein Feldweg sowie Ackerland an. Die Sohle ist abhängig von der Fliessgeschwindigkeit stellenweise kiesreich und stellenweise sehr feinkörnig.

Tab. 1: Gewässerstrecken an Birsig und Marchbach im interkantonalen Programm «Birsig Storm».

Strecke	ID_Kanton BL	Gemeinde	Datum	Koordinate X	Koordinate Y	Höhe
Birsig 1	Birsi005700	Oberwil BL	16.03.18 04.07.18	2609362	1263083	291
Birsig 2	Birsi007000	Oberwil BL	16.03.18 04.07.18	2608562	1262134	296
Birsig 3	Birsi007900	Therwil/Oberwil BL	16.03.18 04.07.18	2608169	1261596	301
Birsig 4	Birsi011100	Biel-Benken BL	16.03.18 03.07.18	2605690	1261689	313
Birsig 5		Rodersdorf SO	14.03.18 30.06.18	2601465	1259777	352
Birsig 6		Rodersdorf SO	14.03.18 30.06.18	2601339	1259732	355
Birsig 7		Rodersdorf SO	14.03.18 30.06.18	2600436	1258678	373
Birsig 8	Biede002500	Burg i. L. BL	14.03.18 30.06.18	2600317	2156566	456
Birsig Zusatz	Biede002600	Burg i. L. BL	14.03.18	2600327	1256476	462
Birsig 9	Biede003600	Burg i. L. BL	14.03.18 30.06.18	2599725	1255888	524
Marchbach 1	March000200	Oberwil BL	16.03.18 03.07.18	2609056	1262385	295
Marchbach 2	March002800	Therwil BL	16.03.18 03.07.18	2608502	1260092	311
Marchbach 3	March003350	Ettingen BL	16.03.18 03.07.18	2608127	1259823	315

2.3 Birsig 3 (ID Birsi007900)

Die Strecke Birsig 3 befindet sich am Hangfuss auf der Höhe der Tennisplätze im Gebiet Birs-
matten in Therwil. An das Ufergehölz grenzt rechtsufrig der Parkplatz der Tennisplätze mit
einem wassergebundenem Belag an. Auf der linken Seite ist das Gehölz rund 10–15 m breit.
Die Sohle ist vergleichbar mit jener auf der Strecke Birsig 2.

2.4 Birsig 4 (ID Birsi011100)

Die Untersuchungsstrecke Birsig 4 liegt unmittelbar nach dem Grenzübertritt des Gewässers
im Gebiet Mühlmatten in der Gemeinde Biel-Benken. Die Strecke ist beidseitig von einem
relativ dichten Bestand aus Sträuchern bestockt. Die Laufentwicklung ist gestreckt und zeigt
höchstens Ansätze von Mäandern. Die Sohle wird dominiert von Kies und größerem Material.
Rund 1.3 km oberhalb der Strecke befindet sich die Pflanzenkläranlage der elsässischen Ge-
meinde Leymen.

2.5 Birsig 5 (Koord. 2601465 / 1259777)

Die Strecke Birsig 5 befindet sich unmittelbar unterhalb der Abwasserreinigungsanlage von Rodersdorf am Beginn einer Strecke mit einer leicht geschwungenen Laufentwicklung. Das Ufer ist beidseitig von einem lichten Gehölz aus Bäumen und Sträuchern bestockt.

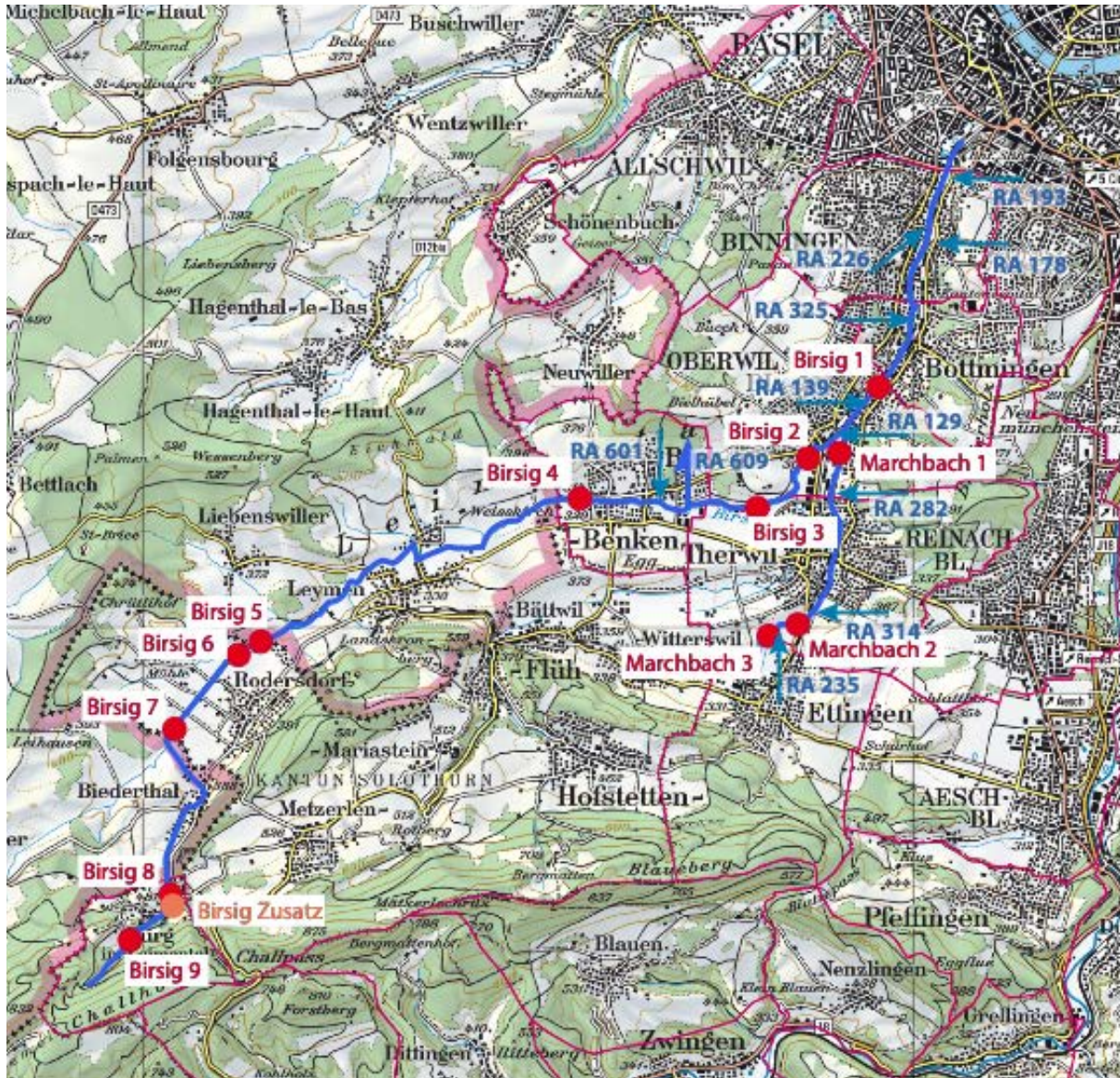


Abb. 1: Lage der beprobten Strecken zur Untersuchung des Gewässerzustands mit Hilfe der Lebensgemeinschaften im Birsig und im Marchbach

2.6 Birsig 6 (Koord. 2601339 / 1259732)

Die Strecke Birsig 6 liegt im langen Gewässerabschnitt, der während einer Melioration begründet und verbaut wurde. Sie befindet sich weniger als 100 m oberhalb der Abwasserreinigungsanlage Rodersdorf. Das Ufer ist mit Stauden bewachsen und auf der Böschungsoberkante mit einer alleartigen Reihe von Bäumen bestockt.

2.7 Birsig 7 (Koord. 2600436 / 1258678)

Die Strecke Birsig 7 befindet sich am Anfang der begradigten Strecke im meliorierten Gebiet nordwestlich von Rodersdorf unmittelbar nach dem Zusammenfluss von Biederthalbach und Börsegraben. Die Uferböschung ist stellenweise dicht mit Sträuchern bewachsen und an der Böschungsoberkante wurzeln alleeartig angeordnete Bäume.

2.8 Birsig 8 (ID Biede002500)

Birsig 8 liegt unter der Abwasserreinigungsanlage der Gemeinde Burg i. L. Die Strecke ist linksufrig von einem baumreichen Gehölz bestockt, während das rechte Ufer zum Schutz der Zufahrt teilweise befestigt ist. Als Strecke mit Oberlaufcharakter ist der Gefälle recht hoch und das Sediment relativ grobkörnig.

2.9 Birsig Zusatz (ID Biede002600)

Birsig Zusatz liegt oberhalb der Abwasserreinigungsanlage der Gemeinde Burg i. L. und wurde nur im Frühling untersucht, um einen allfälligen Einfluss einiger nicht an die Kanalisation angeschlossener Häuser in der Gemeinde auf den Gewässerzustand abschätzen zu können. In ihrem Charakter entspricht die Strecke weitgehend Birsig 8.

2.10 Birsig 9 (ID Biede003600)

Birsig 9 befindet sich oberhalb der Siedung im Weid- und Wiesland und ist mehrheitlich von niederwüchsigen Sträuchern bestockt. Das Gewässer ist sehr schmal und wird nur von Quellen im Wald gespiesen. Aufgrund der geringen Neigung des Geländes ist das Sediment relativ feinkörnig.

2.11 Marchbach 1 (ID March000200)

Die unterste Strecke des Marchbachs liegt rund 750 m unterhalb der Abwasserreinigungsanlage Therwil in der Gemeinde Oberwil. Die Strecke wurde in den 1990er-Jahren revitalisiert und ist Teil eines grösseren Kinderspielplatzes. Durch locker stehende Sträucher und Bäume wird Marchbach 1 leicht beschattet.

2.12 Marchbach 2 (ID March002800)

Marchbach 2 befindet sich auf der Höhe der Ettingermatten oberhalb des Siedlungsgebiets von Therwil. Das Gewässer hat sich relativ tief in die Talsohle eingegraben und ist von einem dichten Gehölz aus Bäumen und Sträuchern umgeben. Das Sediment ist mehrheitlich relativ feinkörnig.



Birsig 1 (ID Birsi005700) Oberwil, 16.3.2018



Birsig 2 (ID Birsi007000) Oberwil, 16.3.2018



Birsig 3 (ID Birsi007900) Therwil, 16.3.2018



Birsig 4 (ID Birsi011100) Biel-Benken, 16.3.2018



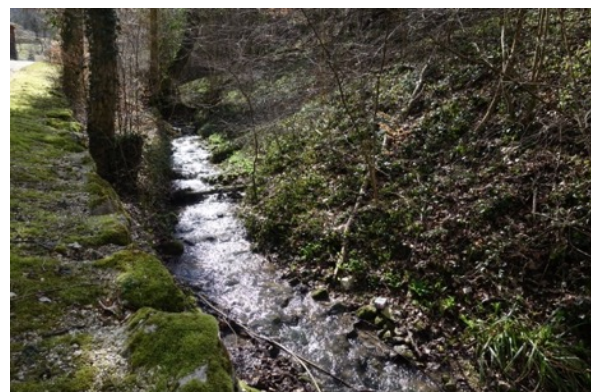
Birsig 5 Rodersdorf, 14.3.2018



Birsig 6 Rodersdorf, 14.3.2018



Birsig 7 Rodersdorf, 14.3.2018



Birsig 8 (ID Biede002500) Burg i. L., 14.3.2018



Birsig 9 (ID Biede003600) Burg i.L., 14.3.2018



Birsig Zusatz (ID Biede002600) Burg i. L., 14.3.2018



Marchbach 1 (ID March000200) Oberwil, 16.3.2018



Marchbach 2 (ID March002800) Therwil, 16.3.2018



Marchbach 3 (ID March003350) Ettingen, 16.3.2018

Abb. 2: Frühlingsaspekt auf den untersuchten Strecken im Birsig und Marchbach im Jahr 2018.

2.13 Marchbach 3 (ID March003350)

Die Strecke Marchbach 3 liegt unterhalb der Einmündung des Dorfbachs auf dem Gebiet der Gemeinde Ettingen. Die Gewässersohle besteht aus fein- und grobkörnigem Material und neigt stellenweise zur Versinterung. Die Ufer sind locker von Stauden, Sträuchern und einzelnen Bäumen bewachsen. Linkerhand von Gewässer und Uferbereich wird der Bach von einem Weg begleitet.

3 Vorgehen und Methoden

An den untersuchten Stellen kamen die folgenden Methoden des Modulstufenkonzepts zur Anwendung: Der Äussere Aspekt und die Ökomorphologie wurden mit Hilfe eines Feldbogens aufgenommen (BUWAL 2003, Stucki 2010). Für die Diatomeenproben wurden jeweils fünf Steine entnommen. Auf diesen wurde der Algenaufwuchs abgeschabt und in einer Schale mit Wasser aufgefangen (Hürlimann & Niederhauser 2007). Diese Algensuspension wurde in getrennte Transportgefäße überführt, mit Ethanol fixiert und zur weiteren Aufbereitung in ein Labor verschickt. Das Makrozoobenthos wurde entsprechend der Anleitung in «Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer, Makrozoobenthos Stufe F» des Bundesamts für Umwelt (Stucki 2010) auf acht Flächen mit einem Kicknetz beprobt. Die Proben wurden vollständig in Ethanol fixiert und zum Aussortieren und zur Bestimmung ins Labor mitgenommen.

Die Probenahme fanden in Birsig 5 bis 9 am 14. März und in Birsig 1 bis 4 sowie im Marchbach am 16. März statt. Im Sommer fand die Beprobung von Birsig 5 bis 9 am 30. Juni statt, jene von Birsig 4 und Marchbach am 3. Juli sowie jene von Birsig 1 bis 3 am 4. Juli.

3.1 Äusserer Aspekt

Nach dem Modul-Stufen-Konzept (Stufe F) der Schweiz (BUWAL 2003) und Perret (1977) gehören zum äusseren Aspekt die optisch erfassbaren Kriterien und der Geruch. Dazu gehören die folgenden Parameter, die Beurteilung erfolgte mit Hilfe der Kategorien fehlend, leicht, mittel und stark:

- Algen
- Moose (auf Steinen im Fliessgewässer über dem Wasserspiegel)
- Makrophyten
- heterotropher Bewuchs (festsitzende Ciliaten, Abwasserpilz)
- Eisensulfidflecken (FeS) als Folge starker Sauerstoffzehrung im Sediment
- Schlamm (Ablagerung organischer Partikel)
- Schaumbildung
- Trübung
- Verfärbung (mit Angabe der Farbe)
- Geruch (mit Charakterisierung des Geruchs)
- Kolmation (Abdichtung der Sohle durch Feinsedimente)
- Feststoffe (anthropogene Abfälle)

Die Befunde werden in drei Klassen bewertet und die möglichen Ursachen abgeschätzt (Tab. 1). Es gibt keine Gesamtbewertung des Äusseren Aspektes; die Parameter werden einzeln bewertet.

Eisensulfidflecken, Ciliaten und fadenförmige Bakterien wurden untersucht, indem jeweils fünf zufällig über die gesamte Breite entnommene Steine geprüft wurden. Trübung, Schaumbildung und Geruch wurden vom Ufer aus protokolliert.

Als erste grobe Beurteilung gibt der Äussere Aspekt Aufschluss über die Belastungssituation der jeweiligen Gewässerstrecke (Tab. 1, BUWAL 2003).

Tab. 1: Beeinträchtigung der Gewässerstrecken aufgrund des Äusseren Aspekts.

Ursachen natürlich			Ursachen unbekannt/anthropogen		
Beurteilung	Bewertung	Abklärung	Beurteilung	Bewertung	Abklärung
Klasse 1	Anforderungen GSchV erfüllt	keine	Klasse 1	Anforderungen GSchV erfüllt	keine
Klasse 2			Klasse 2	Erfüllung der An- forderungen GSCHV fraglich	Vorgehen nach GSCHV Art. 47
Klasse 3			Klasse 3	Anforderungen GSchV nicht er- füllt	

3.2 Bewertung Makrozoobenthos

3.2.1 Probenahme Makrozoobenthos

An acht Stellen wurden mit einem Kicknetz (Öffnung 25 x 25 cm, 500 µm Maschenweite) auf möglichst unterschiedlichem Substrat die Proben gewonnen. Dabei wurde der Rahmen des Netzes auf der Gewässersohle abgestellt und während einer Minute das Sediment luvwärts (oberhalb) des Netzes mit dem Fuss oder der Hand kräftig umgewühlt. Die für den Gewässerabschnitt typischen Choriotope wurden entsprechend ihres Anteils im Gewässerabschnitt beprobt. Die acht Einzelproben ergaben eine Probefläche von rund 0,5 m² pro Probestelle

In Suspension gebracht, konnte das feine Substrat und das Makrozoobenthos in sehr strömungsarmen Bereichen unmittelbar anschliessend mit dem Netz abgeschöpft werden. Bei grossen Steinen fand nach ihrer Entnahme eine Absammlung der sich daran befindenden sessilen oder semisessilen Organismen mit der Pinzette statt.

Das Probenmaterial der Strecken wurde vereinigt und anschliessend durch Dekantieren in eine anorganische und organische Fraktion getrennt. Dieser Vorgang wurde mehrfach wiederholt. Die gesamte organische Fraktion mit dem Makrozoobenthos wurde in 100 % Ethanol konserviert, wodurch eine Verdünnung von rund 80 % erreicht wurde. Im Labor wurden die Makrozoobenthos-Individuen vom übrigen organischen Material getrennt, aussortiert und auf das tiefstmögliche taxonomische Niveau bestimmt. Bei den Zweiflüglern (Diptera) erfolgte die Bestimmung nur bis zum Familienniveau. Auf eine Bestimmung der Wenigborster (Oligochaeta) und Milben (Hydrachnidia) wurde verzichtet.

Bei der Auszählung wurde die absolute Häufigkeit der Taxa erfasst. Daraus wurden später die Häufigkeitsklassen für die Berechnung des Saprobienindex berechnet. Die Einteilung in Häufigkeitsklassen erfolgte mit einer 7-teiligen Skala nach Nagel (1989) (Tab. 2).

Tab. 2: Häufigkeitsklassen zur Quantifizierung der Besiedlung durch Vertreter der Makrofauna (nach Nagel 1989).

Abundanzklasse	Abundanz (Individuen / m ²)	Gesamtschätzung
1	1-10	selten
2	11-30	sehr spärlich
3	31-70	spärlich
4	71-150	wenig zahlreich
5	151-300	zahlreich
6	301-700	sehr zahlreich
7	≥ 700	massenhaft

3.2.2 EPT-Index: Anzahl Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera

Die drei Insektenordnungen werden aufgrund ihrer hohen ökologischen Ansprüche und ihrer Empfindlichkeit gegenüber Gewässerverschmutzungen sehr häufig für die Bewertung des Gewässerzustandes herangezogen. Diese Taxa eignen sich aufgrund ihrer Lebensraumanprüche besonders gut für die Bewertung kleiner Fliessgewässer. Dieser EPT-Index wurde erstmals bei Untersuchungen 2018 in Basel-Landschaft zur Bewertung des Gewässerzustands eingesetzt. Dazu wurde der EPT-Index (Leib 2015, modifiziert nach NCDEHNR, 1997) herangezogen. Die Einstufung der Strecken in die fünf Zustandsklassen «sehr gut», «gut», «mässig», «unbefriedigend» und «schlecht» erfolgte auf der Basis der Anzahl vorhandener EPT-Taxa (Tab. 4).

3.2.3 Modulstufenkonzept Makrozoobenthos Stufe F (IBCH)

Die Bewertung nach Modulstufenkonzept Makrozoobenthos Stufe F (IBCH) ist das in der Schweiz gültige Bewertungsverfahren im Rahmen des Modulstufenkonzepts (Stucki 2010). Es beruht im Wesentlichen auf dem zuvor in der Westschweiz und in Frankreich weit verbreiteten IBGN, Indice Biologique Globale Normalisé (AFNOR 1992). Insgesamt werden bei der Auswertung 138 Taxa berücksichtigt, die in der Regel bis zur Familie bestimmt werden. Mit Hilfe dieser Taxa wird ein Mass für die Diversität bestimmt (Diversitätsklasse DK). Weitere 38 Taxa dienen als Indikatoren des Zustands (Indikatorgruppe IG).

Mit Hilfe einer Matrix wird ausgehend vom empfindlichsten in der Gruppe vertretenen Indikatoraxon (höchste IG) und der Taxazahl der Gesamtprobe (DK) direkt der IBCH bestimmt (Tab. 3). Die Berechnung erfolgt nach der folgenden Formel:

$$IBCH = IG + DK - 1, \text{ bei } IBCH < 21$$

Weitere Bestandteile der Ergebnisse sind eine verbale Beschreibung der Probestelle, ein Probenahmeprotokoll und eine faunistische Tabelle.

Tab. 3: Ermittlung der Diversitätsklasse (DK) und der Indikatorgruppe (IG)

DK	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Anzahl Taxa	> 50	49 bis 45	44 bis 41	40 bis 37	36 bis 33	32 bis 29	28 bis 25	24 bis 21	20 bis 17	16 bis 13	12 bis 10	9 bis 7	6 bis 4	3 bis 1

IG	9	8	7
Taxa	Chloroperlidae Perlidae Perlodidae Taeniopterygidae	Capniidae Brachycentridae Odontoceridae Philopotamidae	Leuctridae Glossosomatidae Beraeidae Goeridae Leptophlebiidae
IG	6	5	4
Taxa	Nemouridae Lepidostomatidae Sericostomatidae Ephemeridae	Hydroptilidae Heptageniidae Polymitarcidae Potamanthidae	Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae Rhyacophilidae
IG	3	2	1
Taxa	Limnephilidae ¹⁾ Hydropsychidae Ephemerellidae ¹⁾ Aphelocheiridae	Baetidae ¹⁾ Caenidae ¹⁾ Elmidae ¹⁾ Gammaridae ¹⁾ Mollusca	Chironomidae ¹⁾ Asellidae ¹⁾ Hirudinea Oligochaeta ¹⁾

1) Taxa müssen mit mindestens 10 Individuen vertreten sein – die übrigen mit mindestens 3 Individuen.

In einem letzten Schritt werden schliesslich die Gewässerstellen einer der fünf Qualitätsklassen zugeordnet (Tab. 4).

Tab. 4: Einstufung der fünf verschiedenen Makrozoobenthos-Indices zu den fünf Gewässerzustandsklassen.

Ökologischer Zustand	MSK; Stufe F (IBCH)	EPT-Index (Anzahl Arten)	Makroindex	Saprobienindex DIN	SPEAR _{Pesticides}	Farbe
sehr gut	17-20	>27	1-2	1.0-<1.8	≥ 0.99	Blau
gut	13-16	21-27	3	1.8-<2.3	0.74-0.98	Grün
mässig	9-12	14-20	4	2.3-<2.7	0.57-0.73	Gelb
unbefriedigend	5-8	7-13	5-6	2.7-<3.2	0.36-0.56	Orange
schlecht	1-4	0-6	7-8	3.2-<4.0	0-0.35	Rot

3.2.4 Makroindex

Damit die erhobenen Daten mit älteren Erhebungen verglichen werden können, wurden die Makrozoobenthos-Daten zusätzlich nach den beiden älteren Methoden Makroindex und Saprobienindex ausgewertet.

Tab. 5: Matrix zur Berechnung des Makroindex (nach Perret 1977). SE: Bestimmungseinheit

				SE Insecta/SE Non-Insecta			
				<1	1-2	>2-6	>6
1	SE Plecoptera	a	>4	-	-	2	1
		b	3-4	-	3	2	2
2	SE Plecoptera und SE Trichoptera mit larvalem Köcher	a	>4	-	3	3	3
		b	≤4	5	4	3	3
3	SE Ephemeroptera ohne Baetidae	a	>2	5	4	4	3
		b	≤2	6	5	5	-
4	<i>Gammarus</i> spp. und/oder <i>Hydropsyche</i> spp.			7	6	5	-
5	<i>Asellus</i> sp. und/oder Hirudinea und/oder Tubificidae			8	7	-	-

Das dem Makroindex zugrunde liegende Konzept geht davon aus, dass das durchschnittliche, unbelastete schweizerische Fliessgewässer mehrere Arten Plecoptera (Steinfliegen) und mehrere Arten köchertragende Trichoptera (Köcherfliegen, Unterordnung Inaequipalpia) aufweist. In unbelasteten Gewässern sind mehr Insekten-Taxa zu finden, als Nicht-Insekten-Taxa. Mit zunehmender Belastung nimmt der Nicht-Insektenanteil zu und der Anteil an Insekten (insbesondere Plecoptera, Trichoptera) nimmt dagegen ab. Die Anzahl der Insektentaxa ist dabei stets grösser als die Anzahl der Nicht-Insektentaxa.

Die durch die zivilisatorische Belastung veränderten Verhältnisse der Zusammensetzung der Biozönose wurden mit Hilfe einer Matrix dargestellt (Tab. 5) Der resultierende Index wird als Ziffer zwischen 1 und 8 ausgedrückt, wobei die Ziffer 1 für unbelastete, die Ziffer 8 für belastete Verhältnisse steht (Perret 1977). Die Bewertung des Gewässerzustands erfolgt nach den Kriterien des Modulstufenkonzepts.

3.2.5 Saprobienindex

Über die längste Tradition der biologischen Untersuchungsmethoden im Gewässerschutz verfügt der Saprobienindex. Er wurde zu Beginn des 20. Jahrhunderts begründet und seither mit vielen Ergänzungen und Verbesserungen versehen (Sládeček 1973). Heute ist er z. B. in Deutschland die verbreitetste Methode zur biologischen Beurteilung der Gewässergüte (z. B. ASTERICS 2013, vgl. Tab. 6).

Formel zur Berechnung des Saprobienindex

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n s_i * A_i * G_i}{\sum_{i=1}^n A_i * G_i}$$

S: Saprobienindex

i: i-tes Taxon

s_i: Saprobitätswert des i-ten Taxons

A_i: Abundanzwert des i-ten Taxon

G_i: Indikationsgewicht des i-ten Taxons

n: Anzahl der Taxa

Tab. 6: «Klassische» Saprobienologische Richtwerte zur Güteinteilung (DIN) von Fließgewässern. Aktuelle Einstufung siehe Tab. 4.

Saprobitätsstufe	Saprobienindex	Belastungsstufe
oligosaprob	1.0 – 1.49	unbelastet
oligo- bis beta-mesosaprob	1.5 – 1.79	gering belastet
beta-mesosaprob	1.8 – 2.29	mässig belastet
beta- bis alpha-mesosaprob	2.3 – 2.69	deutlich verschmutzt
Alpha-mesosaprob	2.7 – 3.19	stark verschmutzt
alpha-meso- bis polysaprob	3.2 – 3.49	sehr stark verschmutzt
polysaprob	3.5 – 4.00	übermässig verschmutzt

Jedem Gewässerorganismus wird aufgrund von Erfahrungswerten ein spezifischer Saprobienindex zugeteilt. Durch die unterschiedliche Gewichtung guter und weniger guter Indikatorarten erhält die Methode eine klare Aussagekraft. In Deutschland ist der Saprobienindex als DIN 38410 bundesweit vereinheitlicht worden (vgl. Nagel 1989).

3.2.6 SPEAR_{pesticide}

Aufgrund der Vermutung, dass aus der intensiv landwirtschaftlichen Umgebung auch Pestizide eine gewissen Beeinträchtigung herbeiführen könnten, wurde eine Auswertung mit Hilfe der SPEAR-Bioindikation (SPECies At Risk) durchgeführt, welche die Gewässer aufgrund der toxiologischen Empfindlichkeit des Makrozoobenthos beurteilt (Liess & Von der Ohe 2005). Bei erhöhter Schadstoffbelastung nimmt der Anteil sensitiver Arten ab. Sensitive Arten werden anhand von Physiologie, Lebenszyklus oder Verhalten bestimmt. Der SPEAR-Index einer Probestelle errechnet sich wie folgt:

$$SPEAR = \frac{\sum_{i=1}^n \log(x_i + 1) y}{\sum_{i=1}^n \log(x_i + 1)}$$

mit n = Anzahl der Taxa, x_i = Abundanz des Taxon i , $y = 1$ wenn Taxon i als empfindlich klassifiziert ist und $y = 0$ wenn Taxon i als unempfindlich klassifiziert ist.

Die Ergebnisse wurden ebenfalls der 5 Gewässerzustände zugeordnet (Tab. 4, Beketov et al. 2009). Zur Berechnung wurde das Programm «Indicate» (Version 2018.05: <https://www.ufz.de/index.php?de=38122>) verwendet.

Aus derselben Datengrundlage errechnet der SPEAR-Calculator auch die Toxizitätseinheiten (TU) basierend auf LC₅₀-Tests mit *Daphnia magna*. Die TU_{estimated} können in 3 Klassen eingeteilt werden und beurteilen den Kontaminationsgrad des Gewässers mit Pestiziden:

TU < -4	nicht kontaminiert (Referenz)
-4 < TU < -2	leicht kontaminiert
TU > -2	stark kontaminiert

3.3 Diatomeen

Diatomeen oder Kieselalgen sind gute Indikatoren für Trophie (Verfügbarkeit von limitierenden Nährstoffen wie Phosphat und/oder Nitrat), Saprobie (Gehalt organischer Substanzen, deren Abbau sauerstoffzehrend ist), Kalkgehalt und Salzgehalt, da die Artenzusammensetzung der Diatomeengesellschaft relativ schnell auf Veränderungen dieser Parameter reagiert.

Die Kieselalgen wurden gleichzeitig mit der Beprobung des Makrozoobenthos entnommen. Sie wurden von drei Steinen abgekratzt, die zuvor in der Gewässermitte sowie in der Nähe der beiden Ufer entnommen wurden (Hürlimann & Niederhauser 2007). Der gesamte Aufwuchs wurde in Wasser überführt, gekühlt transportiert und anschliessend in 100 % Ethanol konserviert.

Die Analyse der Diatomeenproben erfolgte auf der Grundlage der für das BAFU Modul Kieselalgen Stufe F entwickelten Methode (Hürlimann & Niederhauser 2007). Zur lichtmikroskopischen Auswertung der Diatomeenproben werden Dauerpräparate der Diatomeenschalen

verwendet. Zur Herstellung der Dauerpräparate wurden die Diatomeenproben nach Batterbee (1986) durch eine Oxidation mit Wasserstoffperoxid und Entkalkung mit Salzsäure aufbereitet und anschliessend gewaschen. Die erhaltene Diatomeensuspension wurde eingengt und in ein beschriftetes Schraubdeckelgefäss überführt. Auf gereinigte Deckgläschen wurden anschliessend jeweils 300 µl der gut durchmischten Diatomeensuspension aufgebracht und zur Einbettung in Naphrax auf Objektträger überführt.

In jedem Streupräparat wurden 400 bis 500 Diatomeenschalen bei 1000-facher Vergrößerung mindestens bis auf Artniveau bestimmt (Lichtmikroskop Zeiss Axio Scope A1, Ölimmersion mit DIC und Phasenkontrast). Bei der Zählung wurden sowohl in Schalenansicht liegende Taxa als auch Gürtelbänder erfasst.

Tab. 7: Zuordnung Diatomeen-Index DI-CH zu den Gewässer-Zustandsklassen

DI-CH	1,0–1,49	1,52–2,49	2,5–3,49	3,5–4,49	4,5–5,49	5,5–6,49	6,5–7,49	7,5–8,0
Zustand	sehr gut			gut	mässig	unbefriedigend	schlecht	

Auf der Grundlage der gegebenen Indikatorwerten und Gewichtungen für die einzelnen Taxa bei Hürlimann & Niederhauser (2007) wurde der schweizerische Diatomeenindex DI-CH berechnet und einer der fünf Zustandsklassen zugeordnet (Tab. 7).

Berechnung des schweizerischen Diatomeenindex DI-CH nach Hürlimann & Niederhauser (2007):

$$DI - CH = \frac{\sum_{i=1}^n D_i * G_i * H_i}{\sum_{i=1}^n G_i * H_i}$$

DI-CH: Diatomeenindex Schweiz

D_i: Indikationswert des Taxon i

G_i: Gewichtung des Taxon i

H_i: Häufigkeit der Art i in Prozent

Die zusätzlich durchgeführte Differentialartenanalyse (Lange-Bertalot 1978, 1979; Rott 1997) dient der Beurteilung der saprobiellen Belastung des Birsig. Dabei werden die Diatomeen gemäß ihrer Toleranz gegenüber organischer Belastung in folgende Gruppen eingeteilt und die relativen Häufigkeiten der zu einer Gruppe gehörenden Taxa addiert:

- **Hypersensible Arten (hs):** Hypersensible Arten verschwinden bereits bei mässiger organischer Belastung. Sie sind Differentialarten zur Abgrenzung gegenüber der Güteklasse II und schlechter.
- **Sensible Arten (s):** Sensible Arten können bis zur kritischen Belastung (beta-alpha-mesosaprob) vorkommen. Sie sind Differentialarten zur Abgrenzung gegenüber der Güteklasse III und schlechter und werden in zwei Untergruppen unterteilt: Die Hypersensiblen bis sensiblen (hs-s) Arten und die sensiblen bis toleranten (s-t) Arten.
- **Tolerante Arten (t):** Tolerante Arten sind auch in stark belasteten Gewässern (alpha-mesosaprob) noch vital. Sie sind Differentialarten zur Abgrenzung gegenüber den Güteklassen III-IV und IV.

- Resistente Arten (r): Resistente Arten können auch in sehr stark und übermässig belasteten Gewässern überleben.
- Nicht definierte Arten (nd): Nicht definierte Arten sind nicht eingestuft aufgrund unbekannter Autoökologie.

Die Summe der relativen Häufigkeiten der zu den verschiedenen Gruppen gehörigen Taxa wurde nach Tab. 8 als Indikator der Gewässerqualität herangezogen.

Tab. 8: Differentialanalyse der Diatomeen nach Krammer & Lange-Bertalot (1996).

Güteklasse		Anteil der Differentialartengruppen			
I	oligosaprob	hs	≥ 90%		
		s+t+r	≤ 10%		
I-II	oligo-β-mesosaprob	hs	≥10%		
		s	50 - 90%		
		t+r	<40%		
II	β-mesosaprob	hs	≤10%	hs+s	>50%
		s	≥50% oder	t+r	<50%
		t+r	<50%		
II-III	β-α-mesosaprob	hs+s	>10 - <50%		
		t+r	50 - <90%		
III	α-mesosaprob	hs+s	≤10%		
		t	≥50%		
		r	<50%		
III-IV	α-mesosaprob-polysaprob	hs+s+t	>10 - <50%		
		r	≥50%		
IV	polysaprob	hs+s+t	≤10%		
		r	≥90%		

4 Äusserer Aspekt

Die Untersuchungen des Äusseren Aspekts zeigten für die Parameter Verfärbung und Heterotropher Bewuchs und Eisensulfid in keiner der Proben Beeinträchtigungen (Tab. 9). Alle anderen Parameter weisen leichte bis mittlere Beeinträchtigungen auf. Schlamm wurde bei zwei Probestellen festgestellt, beide Male in den Frühjahrsproben (Birsig 2, Marchbach 2). Leichte bis mittlere Trübung wurde fünfmal festgestellt, jeweils bei den Sommerproben (Birsig 1, 2, 3 und Marchbach 2, 3) und meist auf natürliche Ursachen zurückzuführen. Schaum wurde bei Birsig 2 und Marchbach 1 jeweils an beiden Probeterminen festgestellt. Die Stellen Birsig 1 und 3 sowie Marchbach 2 und 3 wiesen im Sommer wenig bis mittel Schaum auf. Teilweise konnte die Schaumbildung auf natürliche Ursachen zurückgeführt werden. Geruch wurde nur an zwei Stellen festgestellt, bei Birsig 1 und 8 im Sommer. Bei Birsig 5 und 9 und Marchbach 3 war die Sohle im Frühjahr und im Sommer kolmatiert. Birsig 7 wies nur im Sommer Kolmation auf. In den meisten Fällen, war dies auf natürliche Gründe zurückzuführen. Abfälle der Siedlungsentwässerung wurden nur bei Birsig 1 im Sommer festgestellt. Andere Abfälle wurden in Birsig 1, 2, 4 und Marchbach 3 im Frühjahr notiert, auf der Strecke Birsig 7 hingegen im Sommer. Bei Birsig 8 und Marchbach 1 und 2 wurden an beiden Probeterminen Abfälle entdeckt. Verfärbungen des Wassers, Eisensulfidflecken auf der Unterseite von Steinen und auffälliger heterotropher Bewuchs wurden nie beobachtet.

Tab. 9: Äusserer Aspekt der untersuchten Gewässerstrecken 2018. ■ Klasse 1: Anforderungen GSchV erfüllt, ■ Klasse 2: Erfüllung der Anforderungen GSchV fraglich, ■ Klasse 3: Anforderungen GSchV nicht erfüllt, * natürliche Ursache, (k = kein/e, l = leicht, w = wenig, m = mittel, v = vereinzelt, vi = viel, s = stark)

Untersuchte Strecke	Datum der Erhebung	Schlamm	Trübung	Verfärbung	Schaum	Geruch	Eisensulfid	Kolmation	Abfälle Siedlungsentwässerung	andere Abfälle	Heterotropher Bewuchs
Birsig 1	16.03.18	k	k	k	k	k	k	k	k	v	k
Birsig 2	16.03.18	w/m*	k	k	w/m	k	k	k	k	v	k
Birsig 3	16.03.18	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
Birsig 4	16.03.18	k	k	k	w/m	k	k	k	k	v	k
Birsig 5	14.03.18	k	k	k	k	k	k	l/m*	k	k	k
Birsig 6	14.03.18	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
Birsig 7	14.03.18	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
Birsig 8	14.03.18	k	k	k	k	k	k	k	k	v	k
Birsig Zusatz	14.03.18	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k

Untersuchte Strecke	Datum der Erhebung	Schlamm	Trübung	Verfärbung	Schaum	Geruch	Eisensulfid	Kolmation	Abfälle Siedlungsentwässerung	andere Abfälle	Heterotropher Bewuchs
Birsig 9	14.03.18	k	k	k	k	k	k	l/m*	k	k	k
Marchbach 1	16.03.18	k	k	k	w/m	k	k	k	k	v	k
Marchbach 2	16.03.18	w/m*	k	k	k	k	k	k	k	v	k
Marchbach 3	16.03.18	k	k	k	k	k	k	l/m*	k	v	k
Birsig 1	04.07.18	k	l/m	k	w/m	l/m	k	k	v	k	k
Birsig 2	04.07.18	k	l/m*	k	w/m*	k	k	k	k	k	k
Birsig 3	04.07.18	k	l/m*	k	w/m*	k	k	k	k	k	k
Birsig 4	03.07.18	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
Birsig 5	30.06.18	k	k	k	k	k	k	l/m*	k	k	k
Birsig 6	30.06.18	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
Birsig 7	30.06.18	k	k	k	k	k	k	l/m*	k	v	k
Birsig 8	30.06.18	k	k	k	k	l/m	k	k	k	v	k
Birsig 9	30.06.18	k	k	k	k	k	k	l/m*	k	k	k
Marchbach 1	03.07.18	k	k	k	w/m	k	k	k	k	v	k
Marchbach 2	03.07.18	k	l/m*	k	w/m*	k	k	k	k	v	k
Marchbach 3	03.07.18	k	l/m*	k	w/m*	k	k	l/m	k	k	k

keine Beeinträchtigung	schwache bis mässige Beeinträchtigung	starke Beeinträchtigung
------------------------	---------------------------------------	-------------------------

5 Makrozoobenthos

5.1 Gesamtüberblick der Makrofauna und EPT-Index

In den untersuchten Abschnitten der beiden Fliessgewässer wurden 49 gemäss dem IBCH indizierte Taxa (taxonomische Ebene Familie) nachgewiesen (Tab. 10). Bei der Bestimmung auf das tiefst mögliche Niveau (taxonomische Ebene Art und Gattung) wurden insgesamt 88 Taxa erfasst (Anhang). Die grösste Vielfalt besaßen die Trichoptera (Köcherfliegen) und die Diptera (Zweiflügler) mit insgesamt 12 respektive 11 indizierten Taxa.

Die Anzahl Taxa, die im März 2018 in den einzelnen Gewässerabschnitten gefunden wurden, variiert zwischen 12 Taxa (Marchbach 1) und 28 (Birsig 9). Deutlich heben sich einerseits die Stellen mit natürlicherweise oder anthropogen geringen Lebensraumangebot ab (verbaute Strecken, Stellen mit Versinterung). Ein hoher Taxareichtum war andererseits typisch für die strukturell reichen Strecken und die oberste Strecke im Birsig.

Im Sommer 2018 zeigten sich ähnliche Trends bei der Taxazahl auf den verschiedenen Strecken wie im März (Tab. 11). Generell konnten jedoch etwas mehr Taxa unterschieden werden. An den untersuchten Probestelle variierte die Anzahl Taxa zwischen 15 (Marchbach 2) und 24 (Birsig 4).

Der für kleine Fliessgewässer geeignete und hier versuchsweise berechnete EPT-Index ergab für alle Strecken einen unbefriedigenden bis schlechten Zustand. Selbst der praktisch unbelastete Bachlauf oberhalb von Burg i. L. erwies sich aufgrund der anwesenden Arten der Ephemeroptera (Eintagsfliegen), Plecoptera (Steinfliegen) und Trichoptera (Köcherfliegen) als unbefriedigend. Der Index erwies sich als nicht geeignet, um für Gewässer wie den Birsig oder den Marchbach einen differenzierten Vergleich des Zustands im Längsverlauf durchzuführen. Er müsste vor einem valablen Einsatz in der Gewässerbewertung zudem mit Ergebnissen von Gewässern aus der gesamten Schweiz umfassend evaluiert und geeicht werden.

Tab. 10: Anzahl indizierter Taxa der Makrozoobenthos-Gruppen sowie EPT-Index (Summe Eintagsfliegen-, Steinfliegen- und Köcherfliegenarten) auf den beprobten Strecken im Birsig und Marchbach im Frühjahr 2018

	Birsig 1	Birsig 2	Birsig 3	Birsig 4	Birsig 5	Birsig 6	Birsig 7	Birsig 8	Birsig 9	Marchbach 1	Marchbach 2	Marchbach 3
Bryozoa Moostierchen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nemathelminthes Schlauchwürmer	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Platyhelminthes Plattwürmer	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1
Hirudinea Egel	0	0	2	1	1	2	2	0	0	0	2	2
Oligochaeta Wenigborster	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gastropoda Schnecken	2	2	2	2	0	1	1	2	0	2	2	1
Bivalvia Muscheln	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1
Arachnida/Acari Spinnentiere/Milben	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Amphipoda Flohkrebse	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Isopoda Asseln	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
Ephemeroptera Eintagsfliegen	2	1	1	1	3	1	3	2	3	3	2	2
Odonata Libellen	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Plecoptera Steinfliegen	0	1	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0
Megaloptera Grossflügler	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Coleoptera Käfer	1	1	1	1	2	2	1	2	2	0	0	1
Trichoptera Köcherfliegen	2	4	5	6	6	5	3	4	5	0	5	4
Diptera Zweiflügler	3	5	5	7	6	6	6	5	10	2	4	2
Summe Taxa	13	17	20	22	23	21	20	20	28	12	20	16
Summe EPT / EPT-Index	4	6	6	7	9	6	7	7	10	3	7	6

Tab. 11: Anzahl indizierter Taxa der Makrozoobenthos-Gruppen sowie EPT-Index (Summe Eintagsfliegen-, Steinfliegen- und Köcherfliegenarten) auf den beprobten Strecken im Birsig und Marchbach im Sommer 2018

	Birsig 1	Birsig 2	Birsig 3	Birsig 4	Birsig 5	Birsig 6	Birsig 7	Birsig 8	Birsig 9	Marchbach 1	Marchbach 2	Marchbach 3
Cnidaria Nesseltierchen	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Bryozoa Moostierchen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Platyhelminthes Plattwürmer	2	1	2	1	1	1	1	0	0	1	0	1
Nemathelminthes Schlauchwürmer	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1
Hirudinea Egel	2	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1
Oligochaeta Wenigborster	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gastropoda Schnecken	2	2	1	2	0	0	0	0	0	2	0	2
Bivalvia Muscheln	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Arachnida/Acari Spinnentiere/Milben	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
Amphipoda Flohkrebse	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Isopoda Asseln	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ephemeroptera Eintagsfliegen	2	2	2	2	3	2	2	3	4	2	1	2
Odonata Libellen	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Plecoptera Steinfliegen	0	1	1	1	1	1	0	0	2	0	0	0
Heteroptera Wanzen	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Megaloptera Grossflügler	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Coleoptera Käfer	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1
Trichoptera Köcherfliegen	1	3	4	4	3	4	4	4	5	0	3	5
Diptera Zweiflügler	4	4	3	6	6	6	5	7	4	6	5	4
Summe Taxa	21	20	18	24	19	20	19	21	23	19	15	21
Summe EPT / EPT-Index	3	6	7	7	7	7	6	7	11	2	4	7

5.2 Makrozoobenthos: IBCH – Makroindex – Saprobienindex – SPEAR

Mit dem gemäss Modulstufenkonzept Makrozoobenthos ermittelten IBCH (Index Biologie Schweiz) ergab sich im März auf den Strecken Birsig 1 sowie Marchbach 1 und 3 ein unbefriedigender Zustand. Birsig 2 bis 5 und Birsig 8 erreichten lediglich den Zustand mässig, während den Strecken Birsig 6, 7 und 9 sowie Marchbach 2 ein guter ökologischer Zustand attestiert wurde. (Tab. 12).

Tab. 12: Makrozoobenthos-Indices IBCH, Makroindex und Saprobienindex auf den untersuchten Strecken des Birsigs und des Marchbachs im März 2018 und Juni/Juli 2018 sowie Bewertung gemäss Gewässerschutzverordnung Anhang 1 und 2. DK: Diversitätsklasse, IG: Indikatorgruppe; IBCH: Indice biologique Suisse.

	Birsig 1	Birsig 2	Birsig 3	Birsig 4	Birsig 5	Birsig 6	Birsig 7	Birsig 8	Birsig 9	Marchbach 1	Marchbach 2	Marchbach 3
März 2018												
Σ Taxa	13	17	20	22	23	21	20	20	28	12	20	16
DK	5	6	6	7	7	7	6	6	8	4	6	5
IG	3	4	6	6	4	8	9	6	7	2	8	4
IBCH	7	9	11	12	10	14	14	11	14	5	13	8
Makroindex	5	3	4	4	3	3	3	3	2	6	4	4
Saprobienindex	2,05	2,02	2,02	1,90	1,78	1,70	1,68	1,57	1,62	2,08	2,13	1,87
Juni/Juli 2018												
Σ Taxa	21	20	18	24	19	20	19	21	22	19	15	21
DK	7	6	6	7	6	6	6	7	7	6	5	7
IG	3	7	7	7	5	7	4	6	6	2	4	8
IBCH	9	12	12	13	10	12	9	12	12	7	8	14
Makroindex	5	5	4	3	3	3	3	3	3	5	3	4
Saprobienindex	2,01	2,00	1,99	1,88	1,76	1,78	1,73	1,69	1,67	1,90	1,64	1,90

	sehr gut	ökologisches Ziel erreicht, Anforderungen erfüllt
	gut	ökologisches Ziel erreicht
	mässig	ökologisches Ziel knapp nicht erreicht, Anforderungen knapp nicht erfüllt
	unbefriedigend	ökologisches Ziel nicht erreicht
	schlecht	ökologisches Ziel nicht erreicht, Anforderungen nicht erfüllt

Die IBCH-Werte im Juni/Juli basieren aufgrund der variierenden Lebenszyklen der Makrozoobenthos-Arten auf einer geänderten Lebensgemeinschaft und haben für die Bewertung einen

orientierenden Charakter. Im Birsig und Marchbach bilden die Sommerwerte die Bewertung des Frühlings im Längsverlauf der Gewässer einigermaßen gut ab. Es zeigte sich jedoch eine mässige bis starke Verbesserung bei Birsig 1 und Marchbach 3 sowie eine starke Verschlechterung bei Marchbach 2. Im Birsig ist für die bessere Einstufung im Sommer eine höhere Anzahl nachgewiesener Taxa (v.a. in den Gruppen Turbellaria, Hirudinea) verantwortlich. Die Unterschiede im Marchbach sind auf das zahlreichere Vorkommen von *Odontoceram albicorne* im Frühling (Marchbach 2) resp. im Sommer (Marchbach 3) zurückzuführen.

Die Bewertungsverfahren Makroindex und Saprobienindex sind in der Schweiz keine offiziellen Methoden und wurden als Vergleich mit früheren Erhebungen eingesetzt. Die Bewertung mit dem Makroindex ergab einen vergleichbaren Verlauf in Fliessrichtung. Bei einzelnen Stellen ergaben sich jedoch deutliche Abweichungen vom IBCH: Im Frühling wurden die Strecken Birsig 2, 5, 8, 9 und Marchbach 3 besser bewertet. Schlechter war der Zustand hingegen auf der Strecke Marchbach 2. Auch im Sommer wurden viele Strecken in eine bessere Zustandsklasse eingestuft (Tab. 12), während sich jedoch der Zustand in den beiden Strecken Birsig 1 und 2 verschlechterte.

Beim Saprobienindex war der Trend zu einer besser Einstufung am stärksten. Das für Deutschland mit einem hohen Anteil an Tieflandgewässern entwickelte Bewertungsverfahren ergab im Birsig und in Marchbach zu gute Zustandsklassen.

Tab. 13: Bewertung der im März 2018 untersuchten Gewässerstrecken mit dem Index $\text{SPEAR}_{\text{pesticide}}$ und als toxikologische Einheiten (TU) bezogen auf Toxizitätstexts mit dem Wasserfloh *Daphnia magna*.

Toxizität	Birsig 1	Birsig 2	Birsig 3	Birsig 4	Birsig 5	Birsig 6	Birsig 7	Birsig 8	Birsig 9	Marchbach 1	Marchbach 2	Marchbach 3
März 2018												
$\text{SPEAR}_{\text{Pesticides}}$	0.17	0.55	0.50	0.50	0.64	0.72	0.99	0.87	0.96	0.11	0.64	0.52
TU _{predicted}	-0.19	-2.00	-1.76	-1.77	-2.39	-2.81	-4.09	-3.51	-3.91	0.09	-2.39	-1.83
Juni, Juli 2018												
$\text{SPEAR}_{\text{Pesticides}}$	0.25	0.57	0.67	0.66	0.58	0.78	0.72	0.82	1.07	0.00	0.58	0.52
TU _{predicted}	-0.59	-2.07	-2.55	-2.53	-2.11	-3.08	-2.81	-3.28	-4.46	0.61	-2.14	-1.84

Mit dem gegenüber Pestiziden und Mikroverunreinigungen empfindliche Index $\text{SPEAR}_{\text{pesticide}}$ wurden die Probestrecken im März 2018 überwiegend schlecht eingestuft (Tab. 13). Die Abschnitte Birsig 1 und Marchbach 1, die vom gereinigten Abwasser der ARA Therwil beeinflusst werden, zeigten einen sehr schlechten Zustand. Auf den Strecken Birsig 2 bis 4 und Marchbach 3, die im Bereich der intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebiete Leymen, Biel-Benken, Therwil und Oberwil liegen, erwies sich der Zustand als unbefriedigend. Die Abschnitte Birsig 5 und 6 sowie Marchbach 2 lagen in der Zustandsklasse mässig, während die ökotoxikologische

Situation bei den Stellen Birsig 6 (nur im Sommer), 7 (nur im Frühling), 8 und 9 als gut oder sehr gut bewertet wurde.

Die Bewertung auf der Basis der Toxizitätseinheiten (TU) für *Daphnia magna* entspricht weitgehend den SPEAR-Zustandsklassen: schlecht und unbefriedigend gelten als stark kontaminierte Situation, mässig und gut leicht kontaminierte Verhältnissen. Lediglich der Zustand sehr gut wird als nicht kontaminiert eingestuft.

6 Diatomeen

Insgesamt konnten in den 24 Proben 115 Diatomeentaxa nachgewiesen werden. An den am weitesten flussaufwärts gelegenen Gewässerabschnitten Birsig 9 und Marchbach 3 indizierte der DI-CH (Diatomeen-Index Schweiz) einen sehr guten ökologischen Zustand. Die Diatomeengesellschaften dieser Stellen zeichneten sich durch nährstoff-sensible Taxa aus und können als Referenzpunkt zur Beurteilung der Beeinträchtigung weiter flussabwärts angesehen werden.

Tab. 14: Ergebnisse der Diatomeen-Untersuchungen im Birsig und Marchbach im März und Juni/Juli 2018. DI-CH: Diatomeen-Index Schweiz.

	Birsig 1	Birsig 2	Birsig 3	Birsig 4	Birsig 5	Birsig 6	Birsig 7	Birsig 8	Birsig 9	Marchbach 1	Marchbach 2	Marchbach 3
DI-CH März 2018	4.45	4.21	4.50	3.84	3.98	3.73	5.68	3.71	2.06	3.96	3.69	3.25
DI-CH Juni, Juli 2018	4.61	4.56	4.34	4.84	4.25	4.22	4.56	4.13	2.40	4.70	3.74	3.21
Mittelwert	4.53	4.39	4.42	4.34	3.11	3.98	5.12	3.92	2.23	4.33	3.71	3.23

Für die meisten der verbleibenden Gewässerabschnitte des Birsigs, an denen grösstenteils bei mittlerer und höherer Trophie weit verbreitete Taxa auftraten, indizierte die Kieselalgenesellschaften nach DI-CH einen ökologischen Zustand zwischen den Zustandsklassen gut und mässig mit im Mittel flussabwärts zunehmenden Werten. Auf der Strecke Birsig 7 trat eine grössere Beeinträchtigung auf, v.a. im Frühjahr. Dort war der DI-CH deutlich höher als in den umliegenden Gewässerabschnitten. Die Gewässerabschnitte Birsig 8, 6 und 5 befanden sich zu beiden Probenahmezeitpunkten in einem guten Zustand. (Tab. 14). An den verbleibenden Gewässerabschnitten Birsig 1 bis Birsig 4 indizierten die Diatomeen eine grenzwertige Situation zwischen den Zustandsklasse gut und mässig.

Auch am Marchbach nahm der DI-CH flussabwärts kontinuierlich zu. Auf der Strecke Marchbach 2 indizierte der DI-CH einen guten Zustand, an Marchbach 1 lag er zwischen gut und mässig. Somit wurden die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung im Frühjahr an den Gewässerabschnitten Birsig 3 und Birsig 7 und im Sommer an den Abschnitten Birsig 1, Birsig 2, Birsig 4, Birsig 7 und Marchbach 1 verfehlt.

Nach Differentialartenanalyse (Lange-Bertalot, 1978, Rott, 1997) lag in allen Proben mit gesichertem Befund (Ausnahme: Birsig 8 Sommer) der Anteil der gegen organische Belastung hypersensiblen Arten bei weniger als 10%, die sensiblen Arten dominierten mit oft weit mehr als 50% die Kieselalgenesellschaften und die toleranten und resistenten Arten erreichten zusammen oft, v.a. im Sommer, weniger als 50% (Abb. 3). Somit ergibt die Differentialartenanalyse

für die Gewässerabschnitte Birsig 1, 2 und 3 eine Einstufung in den alpha-beta-mesosaprobien Bereich, Güteklasse II-III (Zustandsklasse mässig), für alle anderen Proben eine Einstufung in den beta-mesosaprobien Bereich, Güteklasse II (Zustandsklasse gut).

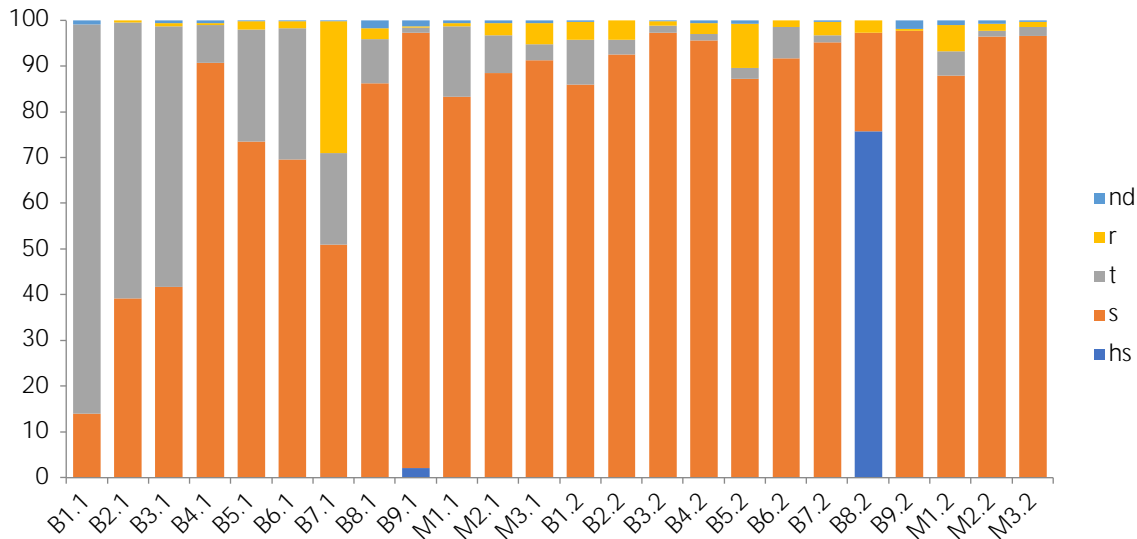


Abb. 3: Differentialanalyse: Relative Häufigkeit der Diatomeen-Differentialartengruppen (hs=hypersensibel, s=sensibel, t=tolerant, r=resistent, nd=nicht definiert; B=Birsig, M=Marchbach, BX.1=Frühjahr, BX.2=Sommer)

Die meisten Diatomeengesellschaften wurden, besonders im Sommer, von den kleinschaligen Pionierarten *Achnantheidium minutissimum* var. *minutissimum* und/oder *Amphora pediculus*-Gruppe dominiert (Frühjahr: Birsig 4, 7, 8 und Marchbach 1, 2, 3; Sommer: alle ausser Birsig 8 – siehe unten – und Marchbach 1). An der Stelle Marchbach 1 kamen im Sommer die eng am Substrat, oftmals auch fädigen Grünalgen, anliegenden *Cocconeis placentula*-Varietäten vermehrt vor. Durch ihre prostrate Wuchsform gelten sie als störungsresistent. Es handelte sich um Diatomeengesellschaften in einem relativ frühen Sukzessionsstadium, wie man sie nach Störungen z. B. durch starken Abfluss oder bei starker Beweidung durch Makroinvertebraten vorfindet.

Die Diatomeengesellschaften der Gewässerabschnitte Birsig 5 und Birsig 6 vom Frühjahr waren ähnlich und gut ausgeprägt ohne dominante Arten mit Vorkommen von *Diatoma moniliformis*, den gestielten Zellen von *Gomphonema olivaceum*, verschiedenen *Navicula*- und *Nitzschia*-Arten, die sich gleitend fortbewegen können, und *Surirella lacrimula*. Eine gewisse Belastung dieser Abschnitte durch Nährstoffeinträge ist jedoch nicht von der Hand zu weisen.

Am Gewässerabschnitt Birsig 9 zeigte sich eine der für den Referenzzustand eines karbonatischen Gewässers charakteristischen Diatomeengesellschaft recht nahe kommende Artenzusammensetzung mit gegen erhöhten Nährstoffeintrag sensiblen Arten wie *Achnantheidium affine*, *Achnantheidium pyrenaicum* oder *Encyonopsis minuta* mit beachtlichen Abundanzen. Generell ist an der Abnahme der Abundanz der gegenüber Nährstoffeintrag sensiblen Art *Achnantheidium pyrenaicum* im Verlauf des Marchbachs, die zunehmende Belastung direkt abzulesen. Im Birsig kommt diese Art nur an der Stelle Birsig 9 vor. Weiter unterhalb fehlt sie (Abb. 4).

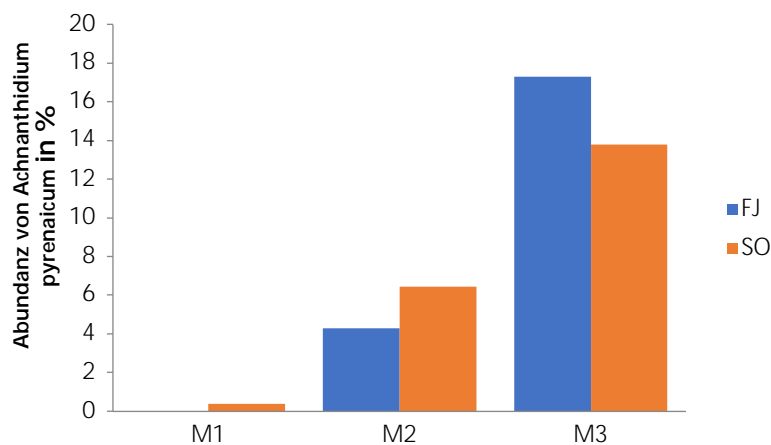


Abb. 4: Abundanzen der gegen Nährstoffeintrag sensiblen *Achnanthydium pyrenaicum* entlang des Marchbachs (FJ=Frühjahr, SO=Sommer)

Bei den toleranten Taxa, die im Frühjahr die Diatomeengesellschaft an den Stellen Birsig 1 bis Birsig 3 dominieren, handelte es sich v.a. um *Navicula lanceolata*, nach Hofmann (2011) eine der häufigsten Diatomeen, die höhere Trophie und kühlere Temperaturen bevorzugt, weshalb diese Art in den Winter- und Frühjahrsmonaten oft Massenvorkommen ausbildet und *Navicula gregaria*, die ebenfalls zu den häufigsten Diatomeen im Gebiet zählt (Hofmann 2011), jedoch bei erhöhter Trophie weitaus häufiger vorkommt als unter oligotrophen Bedingungen.

Auffallend war zum einen das Vorkommen von *Fistulifera saprophila* in der Probe Birsig 7 (Frühling) mit über 25% Abundanz, das zu der schlechten Einstufung dieses Gewässerabschnitts führte. Diese Art kam praktisch ausschliesslich in dieser Probe vor (sonst nur noch mit einer Schale in Birsig 3, Frühling). Nach Hofmann (2011) handelt es sich um «eine der resistentesten Arten» überhaupt mit «Schwerpunkt mit Massenentwicklungen in stark degradierten, hoch eutrophen Habitaten mit starker organischer Belastung bis in den polysaprophyten Bereich».

In der Probe Birsig 8 (Sommer) kam *Diadesmis contenta*, ein Besiedler wechselfeuchter Habitate, mit über 75% relativer Häufigkeit vor. Diese Art bewohnt den Luft-Wasser-Grenzbereich (Hofmann, 2011), weshalb ein gehäuftes Vorkommen ein Indiz für eine Probenahme auf einem Substrat sein kann, dass sich noch nicht lange im tieferen Wasser befindet. Das Ergebnis – vor allem jenes der Differentialanalyse – soll deshalb als ungesichert angesehen werden.

8 Gesamtbeurteilung und Ausblick

Das Gewässersystem Birsig und Marchbach ist aufgrund der biologischen Untersuchungen im Jahr 2018 generell als belastet zu betrachten. Im Trend nimmt die Belastung in beiden Gewässern in Fliessrichtung zu, was gleichermassen für den Äusseren Aspekt, die beiden Makrozoobenthos-Indices IBCH und SPEAR sowie den Diatomeen-Index gilt (Abb. 5 und 6). Die nachfolgende Gesamtsicht beruht, wo nichts anderes angegeben ist, auf den Werten der Frühlingsbeprobung.

Beim Äusseren Aspekt konnte geringe Schaumbildung festgestellt werden, deren Ursache auf den Strecken Birsig 1 und Birsig 4 durchaus auch natürlich (Huminstoffe) sein könnte. Bei Marchbach 1 ist sie jedoch am ehesten auf die Abwassereinleitung der ARA Therwil zurückzuführen. In Siedlungsgebiet oder unterhalb davon waren jeweils wenig Abfälle wie Verpackungen typisch. Im Sommer kam auf den Strecken Birsig 8 und Birsig 1 ein leichter Abwassergeruch dazu. Bei der Stelle Birsig 1 zudem wenige Abfälle aus der Siedlungsentwässerung. Die als Referenz zu betrachtende Stelle Birsig 9 zeigte einen sehr guten Zustand beim Äusseren Aspekt und beim Diatomeen-Index. Die beiden Makrozoobenthos-Indices IBCH und SPEAR entsprachen dem Zustand gut. Bereits unterhalb der ARA Burg an Birsig 8 verfehlten jedoch der Äussere Aspekt und der IBCH die gesetzlichen Ziele eines guten Zustands. Aufgrund der guten Zustandsklasse beim SPEAR dürfte es sich dabei mehrheitlich um eine Belastung mit häuslichem Abwasser handeln.

Der Zustand auf der Strecke Birsig 7 unmittelbar unterhalb des Zusammenflusses von Birsig / Biederthalbach und Börsegraben war im Frühling für den Äusseren Aspekt und die Makrozoobenthos-Parameter als gut resp. sehr gut zu taxieren. Der eine unbefriedigende Situation indizierende Diatomeen-Index steht hierzu in einem starken Widerspruch. Da er auf dem Massenvorkommen einer einzigen Art beruht, kann dieser Wert relativiert werden. Im Sommer zeigten auch die beiden Makrozoobenthos-Parameter einen nur mässigen Zustand, was auf eine jahreszeitlich bedingte Beeinträchtigung aus der Landwirtschaft hindeutet (Pestizide, Gülle). Ob der schlechte Diatomeen-Index ein zufälliger Ausreisser war oder auf eine andere Ursache zurückzuführen ist, müsste abgeklärt werden.

Die beiden Strecken direkt oberhalb (Birsig 6) und unterhalb (Birsig 5) der ARA Rodersdorf zeigten bezüglich des Äusseren Aspekts und des Diatomeen-Indexes keine Beeinträchtigung. Mit dem Makrozoobenthos war jedoch festzustellen, dass zu einer ökotoxikologischen Grundbelastung eine spürbare Belastung mit häuslichem Abwasser unterhalb der ARA hinzukommt. Tiefe IBCH-Werte bei Birsig 6 im Sommer und die Tatsache, dass sie sich nahe der Klassengrenze befanden, deuten darauf hin, dass die Belastung zwischen mässigem und gutem Zustand hin- und herschwankt.

Die oberhalb von Biel-Benken liegende Stelle Birsig 4 zeigte im Frühling mit Ausnahme des Diatomeen-Indexes einen mässigen bis unbefriedigenden (SPEAR) Zustand. Bei den Erhebungen im Sommer verbesserten sich IBCH und SPEAR um je eine Zustandsklasse auf einen guten (IBCH) respektive mässigen (SPEAR) Zustand, während der Diatomeen-Index in einen mässigen Zustand absank. Als Ursache der Beeinträchtigung kommen sowohl toxische Substanzen aus der Landwirtschaft als auch organische Belastungen in Frage.

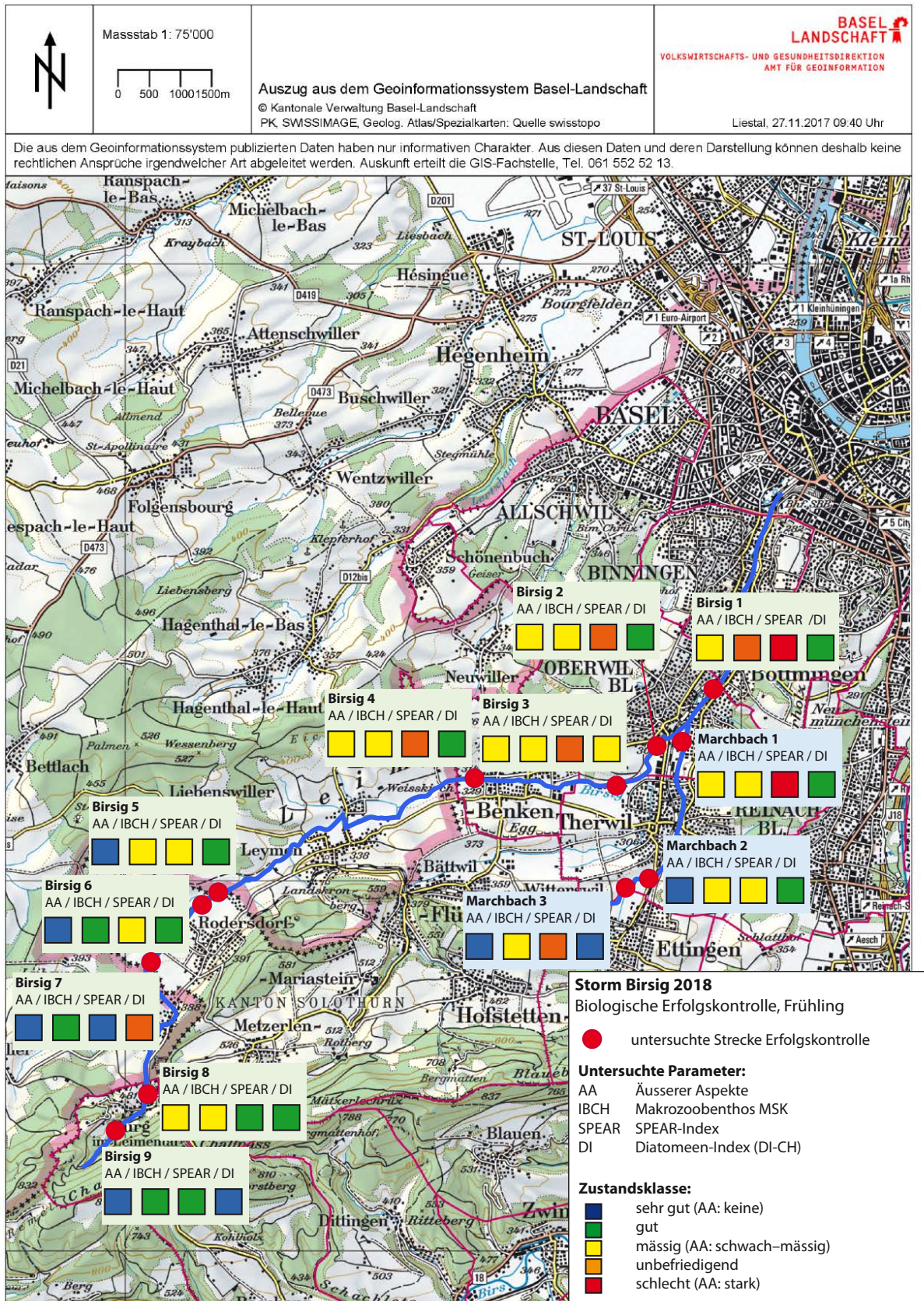


Abb. 5: Übersicht der Gesamtsituation (Äusserer Aspekt, IBCH, SPEAR und Diatomeen-Index) auf den untersuchten Strecken im Frühling 2018.

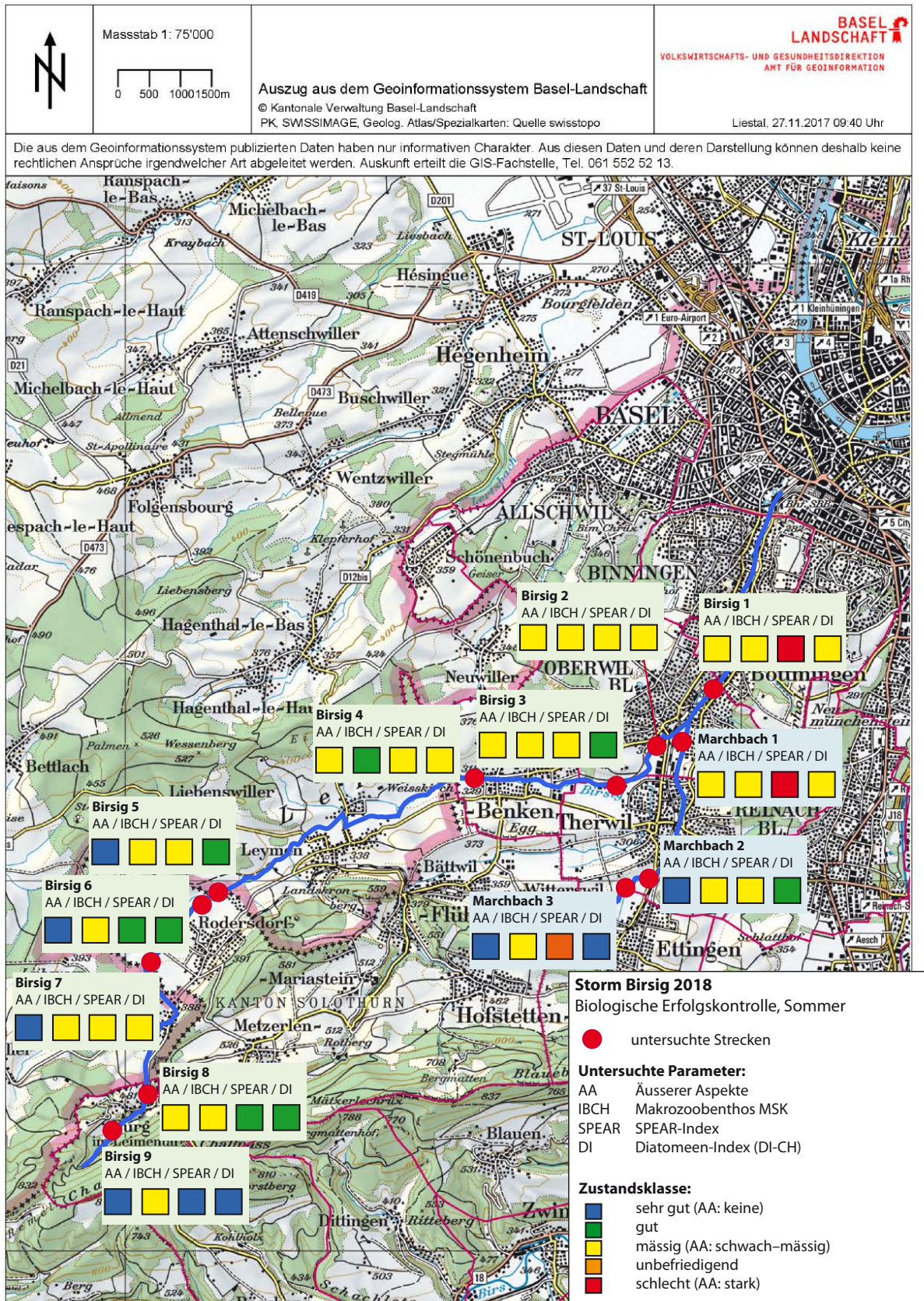


Abb. 6: Übersicht der Gesamtsituation (Äusserer Aspekt, IBCH, SPEAR und Diatomeen-Index) auf den untersuchten Strecken im Sommer 2018.

Auf den Strecke Birsig 3 in Therwil und Birsig 2 in Oberwil machte sich im Frühling ebenfalls eine hohe toxikologische Belastung (unbefriedigend) bemerkbar. Äusserer Aspekt, IBCH und Diatomeen-Index zeigten einheitlich einen mässigen Zustand (hingegen einen guten Zustand des Diatomeen-Indexes bei Birsig 2). Im Sommer hatten sich die Einstufungen von SPEAR und Diatomeen-Index um eine Zustandsklasse auf mässig respektive gut verbessert. Ähnliche wie bei Birsig 4 kommen als Ursache sowohl toxische Substanzen vermutlich aus der Landwirtschaft als auch organische Belastungen in Frage.

Ein schlechter Zustand beim SPEAR und eine unbefriedigende Situation beim IBCH prägen die unterste Strecke Birsig 1 zwischen Oberwil und Bottmingen. Während sich der IBCH im Sommer auf einen mässigen Zustand verbessert hatte, verblieb die Bewertung des Äusseren Aspekts im Sommer bei einem mässigen Zustand, und der Diatomeen-Index hat sich von gut auf mässigen Zustand verschlechtert. Als Ursachen kommen toxische Belastungen aus ARA und Landwirtschaft sowie organische Beeinträchtigungen in Frage.

Im Marchbach verschlechterte sich der Zustand im Längsverlauf, der IBCH zeigte jedoch durchwegs einen mässigen Zustand. Bereits auf Strecke Marchbach 3 indizierte der SPEAR einen unbefriedigenden Zustand, der sich nach einer leichten Besserung auf Strecke Marchbach 2 schliesslich auf einem schlechten Zustand bei Marchbach 1 änderte. Die gesamte Situation änderte sich im Sommer nur unwesentlich und lässt auf einen starken Einfluss von toxischen Substanzen aus der Landwirtschaft und der ARA sowie eine stetige organische Belastung zurückführen.

Fazit

Unterhalb der ARA Burg und der ARA Rodersdorf waren jeweils leichte Belastungen durch das gereinigte Abwasser erkennbar. Auf der Strecke in Leymen vermochte sich die Situation nicht zu verbessern, wobei neben Abwasser allenfalls auch toxische Belastungen aus der Landwirtschaft oder Haushalten zunehmend eine Rolle zu spielen scheinen. Auf der stark verbauten Strecke Birsig 1 in Oberwil ergibt die Belastung der ARA Birsig aus dem Marchbach trotz der Verdünnung unverändert einen beeinträchtigten Gewässerzustand. Im Marchbach sind eine Grundbelastung aus häuslichen Abwässern und Beeinträchtigungen aus der Landwirtschaft bereits auf der obersten Strecke in Ettingen erkennbar. Diese wird unterhalb der ARA Birsig in Therwil nochmals deutlich erhöht, wobei toxische Belastungen den grössten Einfluss zu haben scheinen.

Im Hinblick auf Sanierungen kann vermutlich mit Verbesserungen in der ARA Therwil am meisten erreicht werden. Optimierungen in den ARA Rodersdorf und ARA Burg können wie Massnahmen in Leymen zur weiteren Verbesserung des Gewässerzustands beitragen. Massnahmen zur Vermeidung von Einträgen aus der Landwirtschaft dürften auf der Gewässerstrecke südlich von Oberwil den Gewässerzustand verbessern.

9 Literatur

- AFNOR 1992: Détermination de l'indice biologique global normalisé (I.B.G.N.). 9 p.
- ASTERICS 2013: ASTERICS – einschliesslich Perloides – Deutsches Bewertungssystem auf Grundlage des Makrozoobenthos, Version 4.0.4, herausgegeben Juli/Dezember 2013. Software Handbuch für die deutsche Version, 120 S. (download: <http://www.fliessgewaesserbewertung.de/download/berechnung/>, 18.3.2019)
- Batterbee R.W. 1986: *Diatom analysis*. Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology. Berglund, B.E., John Wiley & Sons Ltd.
- Beketov M. A., Foit K., Schäfer R.B., Schriever C.A., Sachi A., Capri E., Bigs J., Wells C. & Liess M. 2009: SPEAR indicates pesticide effects in streams – Comparative use of species- and family-level biomonitoring data. *Environmental pollution* 157: 1841-1848.
- BUWAL (Hrsg.) 2003: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Äusserer Aspekt Stufe F, Entwurf, Bern, 44 S.
- EU Wasserrahmenrichtlinie (2000): Richtlinie 2000/60/EG: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32000L0060> (04.11.2015)
- Hofmann G., Werum M. & Lange-Bertalot H. (2011): Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa - A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell.
- Hürlimann J. & Niederberger P. 2007: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer, Kieselalgen Stufe F (flächendeckend), Umwelt-Vollzug Nr. 0740. Bundesamt für Umwelt, Bern, 130 S.
- Lange-Bertalot H. 1979: Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. *Nova Hedwigia*, Beiheft 64: 285-304.
- Lange-Bertalot H. 1978: Diatomeen-Differentialarten anstelle von Leitformen: ein geeignetes Kriterium der Gewässerbelastung. *Archiv für Hydrobiologie*, Supplementband 51: 393-427.
- Leib V. 2015: Makrozoobenthos in kleinen Fliessgewässern. Schweizweite Auswertung. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, 60 S.
- Liess M. & Von der Ohe P. 2005. Analyzing effects of pesticides on invertebrate communities in streams. *Toxicology and Chemistry* 18: 954-965.
- Nagel P. 1989: Bildbestimmungsschlüssel der Saprobien, Stuttgart (G. Fischer), 183 pp.
- NCDEHNR (Hrsg.) 1997: Standard operating procedures biological monitoring. North Carolina Department of Environment, Health, and Natural Resources, Environmental Sciences Branch Biological Assessment Group. Division of Water. Water Quality Section.
- Perret P. 1977: Zustand der schweizerischen Fliessgewässer in den Jahren 1974/1975 (Projekt MAPOS), Eidgenössisches Amt für Umweltschutz und EAWAG, Bern, 276 pp.
- Rott E. 1997: Indikatorlisten für Aufwuchsalgen, Teil 1: Saprobielle Indikation, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- Sladeczek V. 1973: A System of Water Quality from the Biological Point of View. *Archiv für Hydrobiologie Beihefte (Ergebnisse der Limnologie)* 7:1-218
- Spreafico M. et al. 1992: Hydrologischer Atlas der Schweiz (Hrsg.): Landeshydrologie und -geologie, Bern.
- Stucki P. 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrozoobenthos Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026: 61 p.