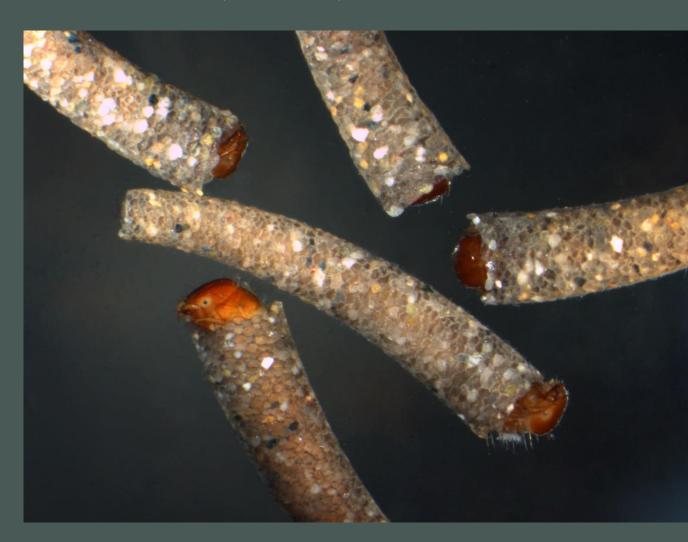
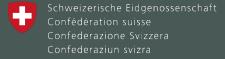
2019 | Umwelt-Vollzug Gewässerschutz

Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer

Makrozoobenthos – Stufe F (flächendeckend). Stand 2019





2019 | Umwelt-Vollzug Gewässerschutz

Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer

Makrozoobenthos - Stufe F (flächendeckend). Stand 2019

Impressum

Rechtliche Bedeutung

Diese Publikation ist eine Vollzugshilfe des BAFU als Aufsichtsbehörde und richtet sich primär an die Vollzugsbehörden. Sie konkretisiert die bundesumweltrechtlichen Vorgaben (bzgl. unbestimmten Rechtsbegriffen und Umfang/ Ausübung des Ermessens) und soll eine einheitliche Vollzugspraxis fördern. Berücksichtigen die Vollzugsbehörden diese Vollzugshilfe, so können sie davon ausgehen, dass sie das Bundesrecht rechtskonform vollziehen; andere Lösungen sind aber auch zulässig, sofern sie rechtskonform sind.

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt,

Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Autoren

Pascal Stucki, Nicolas Martinez, Tobias Roth, Daniel Küry

Begleitgruppe

Simone Baumgartner, Régine Bernard, Maxime Chèvre, Christiane Ilg, Sandra Knispel, Vera Leib, Brigitte Lods-Crozet, Vinzenz Maurer, Nathalie Menétrey, Christian Michel, Nadine Remund, Peter Rey, Nele Schuwirth, Patrick Steinmann, Yael Schindler Wildhaber, Lukas Taxböck

Zitierung

BAFU (Hrsg.) 2019: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung von Fliessgewässern (IBCH_2019).

Makrozoobenthos – Stufe F. 1. aktualisierte Ausgabe,

November 2019; Erstausgabe 2010. Bundesamt für Umwelt,

Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026: 59 S.

Übersetzung

Daniel Küry

Gestaltung

Cavelti AG, Marken. Digital und gedruckt, Gossau

Titelbild

Notidobia ciliaris (Linnaeus, 1760) © Pascal Stucki

PDF-Download

www.bafu.admin.ch/uv-1026-d Eine gedruckte Fassung liegt nicht vor.

Diese Publikation ist auch in französischer Sprache verfügbar. Die Originalsprache ist Französisch.

Aktualisierte Fassung vom November 2019. © BAFU 2019

Inhaltsverzeichnis

Abstracts	<u>5</u>	5 Künftige Weiterentwicklungen und Perspektiven	34
Vorwort	6	Anhang	35
		A1 Feldprotokolle	35
1 Einleitung	7	A2 Beispiele	38
1.1 Das Modul-Stufen-Konzept	7	A3 Klassifizierung der Substrate	45
1.2 Rechtliche Grundlagen	7	A4 Laborprotokoll	49
1.3 Beurteilung von Fliessgewässern anhand des		A5 Ausrüstung und Material	50
Makrozoobenthos	8	A6 Sicherheitshinweise	51
		A7 Berechnung des Qualitätsindexes IBCH_2019	52
2 Ziel, Zweck und Anwendung der Methode IBCH 2019	10	A8 Gewässertypen, bei denen die IBCH-Resultate sorgfäl	tig
2.1 Allgemeine Zielsetzungen	10	interpretiert werden müssen	53
2.2 Zweck und Fragestellungen der Methode auf Stufe F		A9 Entscheidungsdiagramm zur Ermittlung des IBCH-	
(IBCH 2019)	10	Abflussregime (IBCH-Q-Regime)	54
2.3 Anwendungsbereich und Grenzen der Methode	10		
2.4 Weitere orientierende Gewässerbeurteilungen	12	Verzeichnisse	<u>55</u>
		Abbildungen	55
3 Beschreibung der Methode IBCH	13	Tabellen	56
3.1 Prinzip	13		
3.2 Planung der Probenahmen	15	Literatur	57
3.3 Feldarbeiten	18		
3.4 Laborarbeiten	21	Glossar	58
3.5 Auswertung der Resultate	23		
3.6 Arbeits- und Zeitaufwand	27		
4 Interpretation der Resultate	28		
4.1 Basisinformationen: Taxaliste, taxonomische Diversität,			
Indikatorgruppe	28		
4.2 Interpretation und Zuverlässigkeit der Resultate	28		
4.3 Beeinflussung der Resultate durch natürliche Faktoren	29		
4.4 Beeinflussung der Resultate durch anthropogene			
Faktoren	30		

Abstracts

This report describes a method, developed as part of the Modular Stepwise Procedure, whereby watercourses can be assessed on the basis of populations of bottom-dwelling creatures (benthic macroinvertebrates). Using the described semi-quantitative sampling of benthic macroinvertebrates, the biological condition of the watercourse can be roughly determined and the watercourse assigned to one of five condition classes. The assessment of samples at the regional (R) level is based on the standardised calculation of the IBCH quality index. The IBCH has now been revised, drawing on expert knowledge and detailed statistical analyses of the data obtained since its launch in 2010. The resulting upgraded version, IBCH_2019, is described here.

Der vorliegende Bericht beschreibt eine im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts entwickelte Methode, mit welcher Fliessgewässer anhand ihrer Besiedlung mit wirbellosen Kleinlebewesen am Gewässergrund (Makrozoobenthos) beurteilt werden können. Mit Hilfe der beschriebenen halbquantitativen Beprobung des Makrozoobenthos kann eine grobe Bestimmung des biologischen Gewässerzustandes des Fliessgewässers sowie dessen Zuordnung in fünf Zustandsklassen durchgeführt werden. Die Probenauswertung auf Stufe F basiert auf der standardisierten Berechnung des Qualitätsindexes IBCH. Der 2010 eingeführte IBCH wurde anhand von detaillierten statistischen Auswertungen der seither gewonnenen Daten sowie Expertenwissen überarbeitet und zum hier beschriebenen IBCH 2019 weiterentwickelt.

Ce rapport présente une méthode développée dans le cadre du système modulaire gradué permettant d'apprécier l'état des cours d'eau suisses sur la base de la faune invertébrée qui en colonise le fond (macrozoobenthos). À l'aide d'échantillonnages semi-quantitatifs des macroinvertébrés benthiques, décrits ici, il est possible déterminer de manière globale l'état biologique d'un cours d'eau et de lui attribuer l'une des cinq classes de qualité. L'analyse des échantillons au niveau R se fonde sur le calcul standardisé de l'indice de qualité IBCH. Cet indice, introduit en 2010, a été révisé au moyen de connaissances d'experts et d'analyses statistiques détaillées des données recueillies depuis lors. Désormais dénommé IBCH_2019, il est décrit dans la présente publication.

Il presente rapporto descrive un metodo sviluppato nel quadro del sistema modulare graduale che consente di analizzare i corsi d'acqua in base alle popolazioni di piccoli invertebrati (macrobenthos) presenti sul loro fondo. Il campionamento semiquantitativo dei macrobenthos esposto consente di determinare in modo approssimativo lo stato biologico delle acque e la loro attribuzione a cinque classi di stato. La valutazione di livello F dei campioni si fonda su un calcolo standardizzato dell'indice qualitativo IBCH. Questo indice, introdotto nel 2010, è stato rielaborato in base ad analisi statistiche dettagliate dei dati acquisiti finora e alle conoscenze degli esperti, dando origine all'indice IBCH_2019 qui illustrato.

Keywords:

Modular Stepwise

Procedure, regional level,
water assessment, benthic
macroinvertebrates,
macroinvertebrates

Stichwörter:

Modul-Stufen-Konzept, Stufe F, Gewässerbeurteilung, Makrozoobenthos, wirbellose Kleinlebewesen

Mots-clés:

système modulaire gradué, niveau R, appréciation des cours d'eau, macrozoobenthos, petits invertébrés

Parole chiave:

sistema modulare graduale, livello F, analisi dei corsi d'acqua, macrobenthos, piccoli invertebrati

Vorwort

Der umfassende Schutz der Gewässer und ihrer vielfältigen Funktionen als Lebensräume für Pflanzen und Tiere sowie die nachhaltige Nutzung der Gewässer sind zentrale Ziele des Gewässerschutzgesetzes. Bei der Beurteilung des Zustandes der Fliessgewässer im Rahmen des Vollzuges steht neben der Bewertung der chemischen Wasserqualität und der morphologischen sowie hydrologischen Bedingungen die Untersuchung der Lebensgemeinschaften im Zentrum. Nur die Erfassung des biologischen Zustandes lässt schliesslich einen direkten Vergleich mit den ökologischen Zielen für die Gewässer zu. Die wirbellosen Kleinlebewesen der Fliessgewässersohle (Makroinvertebraten, Makrozoobenthos) sind dazu besonders geeignet, da sie den Zustand des Gewässers über ihre gesamte Lebensdauer im Wasser integrieren.

Im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts (MSK) wurde im Jahr 2010 eine Methodenempfehlung zur Untersuchung und Beurteilung der Schweizer Fliessgewässer anhand des Makrozoobenthos publiziert (Modul Makrozoobenthos, auch IBCH genannt; Stucki et al, 2010). Diese Anleitung legte den Grundstein für ein harmonisiertes Vorgehen bei der Beurteilung der Fliessgewässer der Schweiz anhand des Makrozoobenthos. Heute ist das Modul Makrozoobenthos die am häufigsten im Schweizer Fliessgewässer-Monitoring eingesetzte Bewertungsmethode. Die Methode wird sowohl in der nationalen Oberflächengewässerqualität (NAWA), dem Biodiversitätsmonitoring (BDM) sowie Untersuchungen angewendet. So konnten über die letzten Jahre wertvolle Erfahrungen gesammelt werden. Dabei zeigten sich auch Probleme. Es war daher an der Zeit, wie bereits in der Originalpublikation vorgesehen, eine Validation anhand der Monitoringdaten durchzuführen.

Der 2010 publizierte IBCH wurde dabei anhand von detaillierten statistischen Auswertungen sowie Expertenwissen zum neuen IBCH_2019 überarbeitet. Generell wurden die neuen Werte für einzelne Stellen von den kantonalen und weiteren Fachleuten als passender empfunden, d.h. sie spiegeln den Gewässerzustand besser wider und regional bedingte Unterschiede wurden verringert (z.B. niedrigere Makrozoobenthos-Diversität in glazial geprägten Fliessgewässern). Zudem führen die Anpassungen dazu, dass die Bewertung stärker mit menschlichen Einflussfaktoren (z.B. Zustand Ökomorphologie, Landwirtschaftsanteil im Einzugsgebiet) korreliert. Die Korrekturen führten also zu den gewünschten Verbesserungen.

Das BAFU dankt allen, die zum Gelingen der Überarbeitung des IBCHs beigetragen haben, insbesondere dem Autorenteam, den Mitgliedern der Begleitgruppe sowie den zuständigen kantonalen Fachleuten, die alle eine grosse Offenheit und Unterstützung gezeigt haben.

Stephan Müller Abteilungsleiter Wasser Bundesamt für Umwelt (BAFU)

1 Einleitung

1.1 Das Modul-Stufen-Konzept

Bäche und Flüsse der Schweiz sind Teil einer vielfältig und intensiv genutzten Landschaft. Sie sind von Siedlungen, Landwirtschaftsland und Strassen umgeben, sie werden zur Energiegewinnung gestaut, zur Sicherung gegen Hochwasser verbaut, und sie nehmen gereinigtes Abwasser aus Kläranlagen auf. Diese Nutzungen beeinflussen die vielfältigen Funktionen der Gewässer, den Lebensraum für eine reiche Tier- und Pflanzenwelt etwa, aber auch für den Menschen wichtige Ökosystemleistungen wie die Versorgung mit Trinkwasser oder den Hochwasserrückhalt.

Während sich der Gewässerschutz früher auf die Reduktion der chemischen Belastung konzentrierte, steht heute der ganzheitliche Schutz der Gewässer als Ökosysteme im Vordergrund. Ein umfassender Schutz der Gewässer bedingt genaue Kenntnisse über ihren Zustand. Dies macht die Untersuchung nicht nur der Wasserchemie sondern auch der Gewässerstruktur, der Abflussverhältnisse sowie der Lebensgemeinschaften von Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen nötig. Das Modul-Stufen-Konzept (MSK) bildet die Grundlage für eine solche ganzheitliche Untersuchung und Bewertung der Fliessgewässer¹.

Im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts erarbeitet das Bundesamt für Umwelt BAFU zusammen mit der Eawag und den kantonalen Fachstellen Methoden, mit denen der Zustand der Fliessgewässer in der Schweiz einheitlich untersucht und beurteilt werden kann. Die Methoden erfassen chemisch-physikalische, hydromorphologische, biologische sowie ökotoxikologische Aspekte der Gewässerqualität. Sie sind in verschiedene Stufen gegliedert, die sich in ihrer Bearbeitungsintensität und ihrem räumlichen Bezug unterscheiden.

- Flächendeckend (Stufe F): Flächendeckende Untersuchungen mit geringer Untersuchungstiefe, Überblick über den Gewässerzustand anhand des Makrozoobenthos, grobe Orientierung über die Verbreitung der Organismen in einem grösseren Gebiet. Diese Untersuchungen dienen dazu, Beeinträchtigungen mit deutlichen biologischen Auswirkungen zu erkennen und die Notwendigkeit vertiefter Untersuchungen abzuschätzen.
- Systembezogen (Stufe S) und abschnittbezogen (Stufe A): Detailliertere Untersuchung ausgewählter Einzugsgebiete, Einzelgewässer oder bestimmter Gewässerstrecken, die eine differenzierte Untersuchung und Interpretation erfordern. Für diese Fälle kommen projektspezifische Untersuchungsansätze zur Anwendung, die von den Zielen des Projekts (z. B. Erfolgskontrollen von Revitalisierungen) abhängig sind².

1.2 Rechtliche Grundlagen

Das Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (GSchG, SR814.20) beauftragt in Artikel 57 den Bund und in Artikel 58 die Kantone, Abklärungen über Gewässer vorzunehmen. Darunter fallen unter anderem Erhebungen darüber, ob die in Anhang 1 Ziffer 1 der Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober

¹ BUWAL 1998: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Modul-Stufen-Konzept. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 26, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern

² Woolsey et al. 2005: Handbuch zur Erfolgskontrolle bei Fliessgewässerrevitalisierungen. https://plattform-renaturierung.ch/wp-content/uploads/2018/11/Woolsey 2005 dt.pdf

1998 (GSchV, SR 814.201) definierten ökologischen Ziele für oberirdische Gewässer, welche gemäss Artikel 1 Absatz 2 GSchV beim Vollzug der Gewässerschutzgesetzgebung zu berücksichtigen sind, erreicht werden.

Anhang 1 Ziffer 1 Absatz 1 GSchV sagt:

Die Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen oberirdischer Gewässer und der von ihnen beeinflussten Umgebung sollen:

- a. naturnah und standortgerecht sein sowie sich selbst reproduzieren und regulieren;
- b. eine Vielfalt und eine Häufigkeit der Arten aufweisen, die typisch sind für nicht oder nur schwach belastete Gewässer des jeweiligen Gewässertyps.

Bund und Kantone führen auch Erhebungen darüber durch, ob die in Anhang 2 Ziffer 1 GSchV genannten Anforderungen an die Wassergualität oberirdischer Gewässer erfüllt sind.

Die Ergebnisse der Erhebungen werden vom Kanton den Bundesstellen mitgeteilt (Art. 58 Abs. 1 GSchG)

Die vorliegende Publikation zeigt auf, wie solche Abklärungen mittels der Untersuchung des Makrozoobenthos vorgenommen werden können.

1.3 Beurteilung von Fliessgewässern anhand des Makrozoobenthos

Methoden zur biologischen Zustandsbeschreibung der Fliessgewässer sind ein wichtiger Bestandteil für die Erfolgskontrolle im Gewässerschutz. Die im Bach oder Flusslebenden Tiere, insbesondere die wenig mobilen, aber oft empfindlichen Makroinvertebraten der Gewässersohle, widerspiegeln die Gesamtheit aller auf sie einwirkenden Umgebungsfaktoren. Dies gilt nicht nur für die Wasserqualität, sondern auch für die morphologischen und hydrologischen Bedingungen und für die Dynamik im Gewässer. Entsprechend stellt die Artengemeinschaft, welche ein Gewässer besiedelt, ein Abbild des Gesamtzustandes des Ökosystems Fliessgewässer dar und kann als integrierendes Überwachungsinstrument für dessen ökologischen Zustand verwendet werden. Eine gute biologische Überwachung kann dazu beitragen, noch unbekannte Beeinträchtigungen zu erkennen, um nachfolgend geeignete Gegenmassnahmen ergreifen zu können.

Gewässerschutzmassnahmen werden zunehmend international diskutiert. Auch innerhalb der EU werden von allen Mitgliedstaaten verbindlich einheitliche ökologische Zielsetzungen sowie vergleichbare, standardisierte Gewässeruntersuchungen verlangt (EU-Wasserrahmenrichtlinie³). Die Mehrzahl unserer Nachbarländer verfügt bereits seit längerem über biologische Untersuchungsverfahren zur Zustandsbeurteilung der Fliessgewässer anhand des Makrozoobenthos⁴. Bei der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie haben die EU-Länder ihre Bewertungsverfahren im Rahmen einer gemeinsamen Kalibrierung abzugleichen. Um die Situation der schweizerischen Fliessgewässer im europäischen Rahmen einordnen zu können, wird es immer wichtiger, dass die Schweiz über eine vergleichbare biologische Methodik zur Gewässerbeurteilung verfügt.

Das Modul Makrozoobenthos Stufe F des Modul-Stufen-Konzepts ermöglicht anhand einer halbquantitativen Beprobung des Makrozoobenthos eine rasche Beurteilung des generellen Zustands der Fliessgewässer einer

³ Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Massnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.

⁴ Zum Beispiel: Deutschland: Saprobiensystem, DIN 38410; Österreich: ÖNORM M 6231; Frankreich: Index Biologique Global Normalisé, AFNOR T 90–350; Belgien: Belgian Biotic Index, NBN T 92–402; England: BMWP (Biological Monitoring Working Party)-Score und ASPT (Average Score per Taxon); ISO TC 147 SC5 WG 6N40; Int. Standards: ISO/FDIS 8689-1, ISO/FDIS 8689-2.

Region mithilfe von fünf Zustandsklassen (Stucki, 2010). Die 2010 veröffentlichte Methode ist heute die wichtigste standardisierte Methode zur biologischen Bewertung des Zustands kleiner und mittlerer Fliessgewässer in der Schweiz. Die bisherigen Erfahrungen bestätigen die Robustheit der Methode, machen aber auch einzelne Anwendungsprobleme deutlich. So können die natürlichen Standortfaktoren den IBCH respektive seine beiden Komponenten, die Diversitätsklasse (DK) und die Indikatorgruppe (IG), stark beeinflussen.

Im Anschluss an a) eine detaillierte statistische Auswertung der seit 2010 in MIDAT erfassten Daten und b) einer Zusammenstellung der von den Zuständigen in den Kantonen gemeldeten Problemen wurde eine Reihe von Anpassungen vorgenommen, mit denen die Bewertung des Einflusses menschlicher Faktoren auf die Fliessgewässer verbessert werden soll. Diese methodischen Anpassungen, die in Absprache mit einer Gruppe von Expertinnen und Experten vorgenommen wurden, erlauben eine Lösung oder mindestens eine Minimierung zahlreicher bei der Anwendung der IBCH-Methoden aufgetretener Probleme.

Der neue Index **IBCH_2019** beinhaltet im Wesentlichen sowohl Anpassungen auf der Ebene des Gesamtindexes IBCH als auch eine detailliertere Bewertung mithilfe von ergänzenden Indizes. Das Vorgehen bei der Probenahme im Feld und das Bestimmungsniveau des Makrozoobenthos haben sich bewährt und bleiben verglichen mit der Version von 2010 unverändert. Dies gewährleistet die Kontinuität der erhobenen Daten und die Vergleichbarkeit alter und neuer Untersuchungen.

Mit der vorliegenden Methode liegt ein einheitliches Verfahren für die Probenahme und die Auswertung der Makrozoobenthosproben vor. Sie umfasst ein standardisiertes Erhebungsprotokoll, ein standardisiertes Probenahmegerät sowie eine standardisierte Liste der Makroinvertebraten, welche das Bestimmungsniveau der Organismen auf Stufe F festlegt. Ein methodischer Anhang beinhaltet alle technischen Details für die Probenahmen im Feld und für die Bearbeitung der Proben im Labor. Zusätzlich werden digitale Feld- und Laborprotokolle zur Verfügung gestellt, die unter www.modul-stufen-konzept.ch/d/mzb.htm abgerufen werden können. Damit werden die Erfassung sowie die Aufnahme der Daten in die Datenbank (MIDAT) erleichtert.

Zusätzlich zur Bewertung der Fiessgewässer ermöglichen die Erhebungen von Gewässerwirbellosen (Makrozoobenthos) auch die Dokumentation der Entwicklung der Biodiversität in den Bächen und Flüssen (Programme BDM und NAWA des BAFU).

2 Ziel, Zweck und Anwendung der Methode IBCH_2019

2.1 Allgemeine Zielsetzungen

Untersuchungen des Makrozoobenthos in Fliessgewässern haben allgemein zum Ziel:

- die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft des Fliessgewässers zu beurteilen und im Hinblick auf den biologischen Gewässerzustand und die ökologischen Ziele gemäss Anhang 1 GSchV zu bewerten;
- einen Beitrag zu liefern für die Dokumentation allfälligen Handlungsbedarfes im Hinblick auf die Verbesserung des Gewässerzustandes;
- · Kenntnisse zu gewinnen über die Organismenvielfalt der Lebensgemeinschaft auf und in der Gewässersohle.

Entsprechend dem Modul-Stufen-Konzept werden mit Hilfe dreier Stufen unterschiedlicher Bearbeitungsintensität verschiedene Teilziele angestrebt (siehe Kap. 1.1).

2.2 Zweck und Fragestellungen der Methode auf Stufe F (IBCH 2019)

Das Modul Makrozoobenthos Stufe F des Modul-Stufen-Konzepts ermöglicht anhand einer halbquantitativen Beprobung benthischer Makroinvertebraten eine rasche und grobe Bewertung der Fliessgewässer mithilfe von fünf Zustandsklassen. Insbesondere ist es möglich, mit einfachen Mitteln das Ausmass der Veränderungen der Zusammensetzung des Makrozoobenthos zu beurteilen und Grundlagendaten zum Vorkommen und zur Verbreitung der häufigsten Makroinvertebraten zu sammeln⁵.

In Kombination mit anderen Modulen können mit der vorliegenden Methode Hinweise auf die Ursache der Beeinträchtigung (z.B. akute oder chronische stoffliche, morphologische, hydraulische, toxische Ursachen) gewonnen werden.

2.3 Anwendungsbereich und Grenzen der Methode

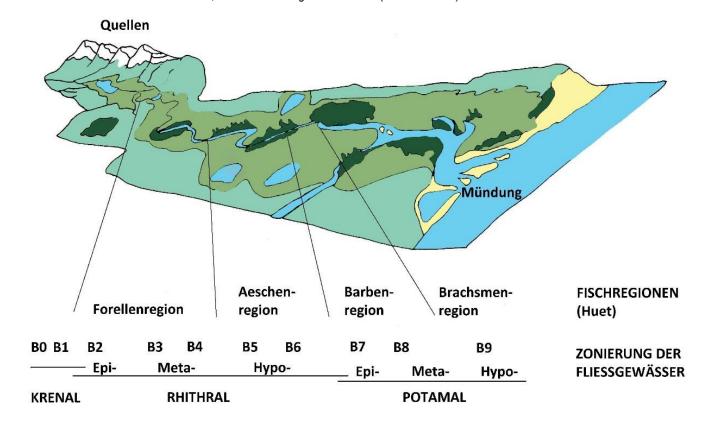
Die Methode Makrozoobenthos – Stufe F (IBCH) eignet sich für kleine und mittelgrosse Gewässer der Schweiz. Die Untersuchungsstandorte müssen gefahrenlos mit Watstiefeln begehbar sein. Die Methode kann in Fliessgewässern des Epirhithrals (obere Forellenregion, B3) bis zum Epipotamal (mittlere Cyprinidenregion, B8) angewandt werden. Ausserhalb dieser typologischen Bandbreite können die erreichbaren Maximalwerte nichtbeeinträchtigter Fliessgewässer natürlicherweise deutlich geringer oder höher sein (s. Abb. 1 und Kap. 4.3.1).

⁵ Diese Kenntnisse können im Rahmen des Archivierens und einer detaillierten Bearbeitung der Proben (Kap. 3.4.5) vertieft werden.

Abbildung 1

Zonierung der Fliessgewässer und Fischregionen

Die Methode kann in den Bereichen B0, B1 et B9 nicht angewandt werden (Verneaux 1973).



Die Methode kann in zu tiefen oder schnell fliessenden Fliessgewässern (wie der Rhone, dem Rhein, der Aare, einem Teil der Reuss und der Limmat) meist nicht angewandt werden. Um in grossen Fliessgewässern Benthosproben entnehmen zu können, muss mindestens ein Drittel der untersuchten Fläche mit Watstiefeln begehbar sein.

Auf der anderen Seite eignet sich diese Methode nicht für Untersuchungen von Quellen⁶ und nur teilweise für direkt darunter gelegene Quellbäche. Kleine Fliessgewässer müssen genügend grosse Breiten, Wassertiefen und Abflüsse aufweisen, so dass die Methode des Kick-Sampling und das Aufnahmeraster des IBCH angewandt werden können.

In einzelnen Fliessgewässertypen können die erzielten Werte aufgrund natürlicher Einflüsse stark vom erwarteten Zustand abweichen. In diesen Fällen sind Erhebungen möglich. Sie sollen jedoch vorsichtig interpretiert werden und lassen sich nur beschränkt mit den Ergebnissen anderer Gewässer desselben Typs vergleichen. Eine Liste der Spezialfälle findet sich im Anhang 8.

Die Probenahme muss ausserhalb von Hochwasserperioden oder ausgeprägten Trockenzeiten stattfinden. Es muss gewährleistet sein, dass sich aussergewöhnliche hydrologische Ereignisse nicht negativ auf die Resultate

⁶ Lubini V., Stucki P., Vicentini H., Küry D. 2014, update 2016: Bewertung von Quell-Lebensräumen in der Schweiz. Entwurf für ein strukturelles und faunistisches Verfahren. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU. 33 S.

auswirken. Spezielle Abflüsse führen entweder zu einem Verschwinden eines Teils der Biozönose, zu einem Zurückziehen der Tiere in tiefe Substratbereiche (Trockenzeiten) oder zu einer Verschiebung der Gemeinschaften. Vor einer Probenahme gilt es deshalb, eine Normalisierung der hydrologischen und biozönotischen Verhältnisse abzuwarten. Der Bearbeiter muss die Folgen eines Ereignisses und die Dauer abschätzen. Letztere kann je nach Substratbeschaffenheit und Morphologie der Sohle stark variieren. Theoretisch kann die Wiederbesiedlung im Mittel zwischen zehn Tagen und drei Wochen dauern; in Gebirgsbächen mit sehr grobem Sediment beispielsweise jedoch deutlich länger (ein bis zwei Monate⁷).

2.4 Weitere orientierende Gewässerbeurteilungen

Begleitend zur zoobenthologischen Erhebung wird empfohlen, ein Fliessgewässer gleichzeitig gemäss den Modulen «Ökomorphologie» und «Äusserer Aspekt» (siehe www.modul-stufen-konzept.ch) zu beurteilen sowie die Parameter gemäss Anhang A1 aufzunehmen. Das Modul «Äusserer Aspekt» ist ein Instrument zur Beurteilung des makroskopischen Zustands der Fliessgewässer im Hinblick auf die Anforderungen von Anhang 2 GSchV an oberirdische Gewässer (z.B. Eisensulfidflecken, Trübung, Verfärbung des Wassers, Schaum, Geruch, unnatürliches Wuchern von Algen oder Wasserpflanzen, Schlamm, Abfälle oder von blossem Auge sichtbarer Bewuchs von Bakterien, Pilzen oder Protozoen).

⁷ C. GAY et al. 2000. Indice biologique global normalisé I.B.G.N. NF – T 90-350. Guide technique. Agences de l'eau.

⁸ BUWAL (Hrsg.) 1998: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Ökomorphologie Stufe F (flächendeckend).). Hütte, M., et Niederhauser, P. (Autoren). Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 27, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 49 S.

⁹ BAFU (Hrsg.) 2007a: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Äusserer Aspekt.. Binderheim, E., Göggel, W. (Autoren) Umwelt-Vollzug Nr. 0701. Bundesamt für Umwelt, Bern. 43 S.

3 Beschreibung der Methode IBCH

3.1 Prinzip

3.1.1 Übereinstimmungen zwischen IBCH 2019, IBCH und IBGN

Die nachfolgend beschriebene Methode basiert darauf, dass zwischen einer Biozönose und einem Fliessgewässerhabitat stets ein Zusammenhang besteht. Ändern sich gewisse natürliche oder anthropogene Parameter des Fliessgewässerhabitats, hat dies mehr oder weniger starke Auswirkungen auf die dortige Benthospopulation. Wird nur ein einzelner Standort untersucht, gibt dies Auskunft über dessen Zustand. Werden dagegen mehrere Standorte untersucht (z.B. «oberhalb – unterhalb» oder «vorher – nachher»), kann bestimmt werden, wie sich veränderte Umweltbedingungen auf das Benthos auswirken.

Der IBCH wird direkt vom IBGN abgeleitet und übernimmt einen Grossteil dieser Methode: Anhand einer Analyse der Wirbellosenbesiedlung des Substrates wird die Qualität eines Lebensraums beurteilt. Dabei wird die Diversität der erhobenen Organismen (Anzahl vorhandener systematischer Einheiten) und die Empfindlichkeit gewisser Taxa (Indikatororganismen) in Beziehung zu den abiotischen Einwirkungen gesetzt. Das Verzeichnis der Organismen (s. Anhang A7-1), auf der die Berechnung dieses Indexes beruht, enthält 142 Taxa. Mit Ausnahme einiger faunistischer Gruppen, die nur bis auf den Stamm oder die Klasse bestimmt werden, wird als taxonomische Einheit die Familie verwendet. Von den 142 berücksichtigen Taxa werden deren 38 in 9 Indikatorgruppen (IG) eingeteilt. Diese werden in der Tabelle zur Bestimmung des Indexes (s. Anhang A7-2) mit zunehmender Empfindlichkeit gegenüber Verschmutzungen von 1–9 durchnummeriert. Eine automatische Berechnung des Indexes ergibt sich beim Ausfüllen der Taxaliste der Excel-Tabelle «Labor-Protokoll» (s. Anhang A4), das unter www.modul-stufen-konzept.ch/d/mzb.htm.ch heruntergeladen werden kann.

Der grösste Unterschied zwischen dem IBCH und dem IBGN besteht in der Wahl des Probenahmegerätes. Ein Vergleich verschiedener gängiger Methoden¹⁰ hat die Vorteile der Technik des «Kicksamplings» im Vergleich zur Probenahme mittels Surber-Netz bei den in der Schweiz vorkommenden Fliessgewässertypen klar aufgezeigt. Der Wechsel des Probenahmegerätes führt zu einer grösseren Diversität der erhobenen Taxa (zusätzlich wird auch die hyporheische Fauna erfasst), ohne dass dadurch die Variabilität der Resultate verändert wird. Der Wechsel des Probenahmegeräts bedingt weiter Änderungen des Aufnahmerasters, welches im Vergleich zur französischen Norm von 1992 (IBGN) leicht angepasst wurde.

Der **IBCH_2019** übernimmt alle Vorgaben zu den Feldarbeiten des IBCH¹¹: Wahl der Probenahmeorte, Zeitfernster und Feldprotokolle der Probenahme, Probenahmetechnik und Aufbereitung der Proben (Kapitel 3.2 und 3.3). Die Weiterverarbeitung und die Zählung im Labor wurden präzisiert und das Laborprotokoll wurde mit den potenziell in der Schweiz vorkommenden Neozoen ergänzt (Kapitel 3.4). Basierend auf einer Analyse der gesamtschweizerischen Artenlisten der Datenbank MIDAT¹² wurden einerseits im IBCH einige Änderungen vorgenommen, um die anthropogenen Einflüsse bei der Betrachtung der natürlichen Veränderungen der in

¹⁰ Stucki P. et al. 2008: Vergleich von drei in der Schweiz angewandten Probenahmemethoden des Makrozoobenthos. CSCF, EAWAG, OFEV, Hintermann & Weber.

¹¹ Stucki P. 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrozoobenthos – Stufe F (flächendeckend). Umwelt-Vollzug Nr. 1026.Bundesamt für Umwelt. Bern. 61 S.

¹² Stucki P, et al. 2018. PROJEKT IBCH update: Überarbeitung Modul Makrozoobenthos Stufe F / IBCH. Eawag & BAFU Technischer Bericht 112 p.

Schweizer Gewässern vorkommenden Gemeinschaften verstärkt zu berücksichtigen . Andererseits wurde auch dem Einfluss der Abflussregimes der Schweizer Fliessgewässer auf die maximale faunistische Vielfalt unter natürlichen Verhältnissen Rechnung getragen.

Die folgenden Anpassungen wurden bei der Überarbeitung des IBCH zum IBCH 2019 vorgenommen:

- Korrektur der Anzahl beobachteter Taxa in Abhängigkeit vom Abflussregime (IBCH-Q-Regime).
- Anpassung der Indikatorwerte für die folgenden sechs Taxa: Taeniopterygidae (von 9 zu 7), Leuctridae (von 7 zu 6), Leptophlebiidae (von 7 zu 6), Odontoceridae (von 8 zu 7), Nemouridae (von 6 zu 5) und Beraeidae (von 7 zu 8).
- Berücksichtigung der Einzelwerte Indikatorgruppe (IG) und Diversitätsklasse (DK) als zusätzlich Indikatoren zur Gesamtbewertung IBCH_2019. Der IBCH_2019 wird aus dem gewichteten Mittel von Indikatorgruppe (IG) und Diversitätsklasse (DK) berechnet.
- Einführung eines metrischen Masses zwischen 0 und 1 für IG, DK und IBCH, wobei 1 einem Zielerreichungsgrad von 100 % entspricht.
- Die Bewertung mithilfe der fünf Zustandsklassen ist identisch für IG, DK und IBCH: < 20 % Zielerreichungsgrad entspricht dem Zustand «schlecht», < 40 % «unbefriedigend», < 60 % «mässig», < 80 % «gut», ≥ 80 % «sehr gut».
- Systematische Ermittlung der Vertrauenswürdigkeit des Resultats (Robustheits-Test), indem der Index unter Weglassung des empfindlichsten Taxons gemäss Taxaliste neu berechnet wird. Eine grosse Differenz zum ursprünglich berechneten Wert zeigt, dass der IBCH 2019 vermutlich überschätzt wurde.

Alle Anpassungen wurden in die Version 2019 der Excel-Tabelle «Laborprotokoll» integriert, welches unter http://www.modul-stufen-konzept.ch/fg/module/mzb heruntergeladen werden kann. Die Excel-Datei berechnet automatisch die neuen Indizes IG, DK und IBCH_2019, nachdem die Taxaliste ausgefüllt und das «IBCH-Abflussregime» (vgl. Anhang A4) bestimmt wurde. Eine manuelle Berechnung des alten IBCH bleibt möglich dank der Anzeige der Werte der Diversität «∑ Taxa» und der Indikatorgruppe «IG (max.)».

Details zu allen durchgeführten Arbeiten und den zu Grunde liegenden Überlegungen können im technischen Bericht zum IBCH-update nachgelesen werden (Stucki et al, 2019, online abrufbar auf www.modul-stufenkonzept.ch).

3.1.2 Bedeutung des Substrates

Fliessgewässer weisen natürlicherweise eine grosse strukturelle Diversität auf. Dies zeigt sich in einer grossen Varietät an Substraten wie sandigen Bereichen, Ansammlungen von Laub und anderem Detritus, Bereichen mit starker Strömung, einer steinigen Sohle, anstehendem Fels etc. Viele in Fliessgewässern vorkommende Wirbellose weisen sehr spezielle Anpassungen an diese Habitate auf und besiedeln nur Bereiche, in denen für sie günstige Bedingungen herrschen. Reich strukturierte Fliessgewässer werden somit von einer sehr diversen und artenreichen Wirbellosenfauna besiedelt. Eine Beschreibung der verschiedenen Substrattypen ist in Anhang A3-1 und A3-2 dargestellt. Substrate mit einem Anteil (Deckungsgrad) von weniger als 1% über die gesamte Aufnahmefläche werden nicht beprobt.

Die Substratdiversität eines Standortes hat grosse Auswirkungen auf die Zusammensetzung der erhobenen Organismen. Es ist deshalb von grösster Wichtigkeit, diese bei den Probenahmen entsprechend zu berücksichtigen. Gleichzeitig ist festzuhalten, welche typischen Habitate vorkommen, welchen Prozentsatz der Probefläche sie ausmachen und wie häufig sie sind.

Tabelle 1
Einteilung der Substrate nach ihrer Häufigkeit

Vorkommen	Flächenmässiger Anteil
(4) sehr häufig (dominant)	Mehr als 50% der Fläche des Gewässerabschnittes
(3) häufig	Zwischen 11% und 50% der Fläche des Gewässerabschnittes; prägen den Charakter eines Abschnittes
(2) selten	Zwischen 5% und 10% der Fläche des Gewässerabschnittes; sind aber trotzdem typisch für den Abschnitt
(1) sehr selten	Weniger als 5% der Fläche des Gewässerabschnittes; marginale Habitate, die eine spezifische Fauna beherbergen

Das in Anhang A1 dargestellte Aufnahmeraster IBCH berücksichtigt diese Klassierung. Es erlaubt es, die Aufnahmen gemäss nachlassender Eignung des Substrates für Wirbellose durchzuführen. Diese präzise Erhebungsmethode hat zum Ziel, mit einem entsprechenden methodischen Vorgehen zu gewährleisten, dass Substrate mit grossem biogenem Potenzial auch wirklich beprobt werden, gleichzeitig aber auch Taxa erfasst werden, welche nur in speziellen Substraten vorkommen. Dadurch sollen die an einem Standort vorhandenen Taxa möglichst vollständig erfasst werden und dies mittels einer Technik, bei der die Abweichungen zwischen verschiedenen Bearbeitern minimiert werden (Verneaux 1982).

Bei der wiederholten Untersuchung eines bestimmten Standortes ist es wichtig, dass die Häufigkeit der verschiedenen Substrattypen bei jeder Feldkampagne überprüft und bei allfälligen grundlegenden Veränderungen ein neues Aufnahmeraster erstellt wird (z.B. nach Veränderung der Sohle und Geschiebetrieb bei Hochwasser).

3.2 Planung der Probenahmen

3.2.1 Auswahl der Probenahmestandorte

Es gibt keine Kriterien für die Auswahl der Probenahmestandorte, die einfach anzuwenden und für die gesamte Schweiz gültig sind. Generell müssen die ausgewählten Standorte repräsentativ für das Fliessgewässer sein und den gesetzten Zielen angepasst werden. Extreme, für das Gewässer nicht typische Bereiche, sollen nicht erfasst werden.

Tabelle 2
Wichtigste Typen von Probenahmestandorten

Standorttyp	Prinzip	Ziel
Problemstellen bei Gewässerbeeinträchtigungen	Stellen oberhalb und unterhalb von Punkten, von denen eine Beeinträchtigung des Gewässers ausgeht (z.B. Abwassereinleitungen, Wasserentnahmen)	Effekte von Beeinträchtigungen und Sanie- rungsmassnahmen betreffend Wasserqualität, Hydrologie oder Morphologie erkennen
Repräsentative Stellen für Einzugsgebiete oder Geländekammern	Jedes wichtige Teileinzugsgebiet resp. jede grössere Geländekammer (Haupttal, Nebentäler) ist mit mindestens einer Probenahmestelle repräsentiert (möglichst im untersten Drittel des Hauptgewässers).	Kenntnisse über das Organismenspektrum des Makrozoobenthos in den jeweiligen Geländekammern oder Einzugsgebieten; Erkennen von Veränderungen; Monitoring über längere Zeiträume; Erfolgskontrolle grossflächig wirkender Massnahmen (ev. Beitrag zum Biodiversitätsmonitoring = BDM).
Referenzstellen mit möglichst geringer anthropogener Beeinträchtigung	Auswahl von bezüglich Wasserqualität, Hydrologie oder Ökomorphologie möglichst unbeeinflussten Stellen. Die Möglichkeit vertiefter taxonomischer Bearbeitung soll möglichst berücksichtigt werden.	Kenntnisse über das Organismenspektrum des Makrozoobenthos, welches natürlicher- weise (d. h. ohne anthropogene Beeinträchtigung) die verschiedenen Gewässertypen auszeichnet (ev. Beitrag zum BDM).

Damit eine längerfristige Konstanz und Vergleichbarkeit der Ergebnisse sichergestellt wird, sind die Probenahmestellen mit Vorteil so auszuwählen, dass sie auf absehbare Zeit beibehalten werden können. Ausgenommen davon sind die Problemstellen, welche in der Regel aufgegeben werden, sobald das Gewässer saniert ist. Zudem sollen eventuell vorhandene frühere Untersuchungen bei der Festlegung der Stellen berücksichtigt werden. Bei der Stellenwahl empfiehlt es sich zudem darauf zu achten, dass die Zugänglichkeit zu allen Jahreszeiten gewährleistet ist. (s. Kap. 3.2.3).

Es ist wünschenswert, vorgängig Informationen über die Struktur und die Morphologie des vorgesehenen Untersuchungsgebietes einzuholen, z.B. anhand der Resultate des Moduls «Ökomorphologie – Stufe F». Diese Resultate können zusätzliche Angaben für die Auswahl der Untersuchungsstandorte liefern.

3.2.2 Definition günstiger Probenahmeperioden (Zeitfenster)

Der Zeitpunkt der Probenahme stellt einen wichtigen Faktor dar, der die erhaltenen Resultate signifikant beeinflusst¹³. Es ist daher von entscheidender Bedeutung, den Zeitpunkt der Probenahmen zu standardisieren, damit die Vergleichbarkeit der Daten im Rahmen eines Überwachungsprogramms der Wasserqualität und der Biodiversität gewährleistet ist. Ein Vorschlag der Verteilung solcher Zeitfenster in Abhängigkeit der Meereshöhe ist in Tabelle 3 aufgeführt.

Die Methode sieht für eine flächendeckende Erhebung auf Stufe F eine einzige Probenahme pro Jahr innerhalb des vorgeschlagenen Zeitfensters vor. Diese optimale theoretische Zeitspanne muss in Abhängigkeit der klimatischen und hydrologischen Verhältnisse des laufenden Jahres angepasst werden. Perioden mit Gletscherund Schneeschmelze wie auch extreme Trockenperioden (z.B. im Süd-Tessin) sind zu vermeiden. Falls Gletscher- und Schneeschmelze die hydrologischen Verhältnisse im Gewässer massgeblich beeinflussen, ist die Probenahme auf die Periode Oktober bis März zu verschieben. Gleichzeitig sind bei der Planung der Probenahme tägliche und wöchentliche Abflussvariationen (Gletscherschmelze, Kraftwerksregime,

¹³ Stucki P. et al. 2008: Vergleich von drei in der Schweiz angewandten Probenahmemethoden des Makrozoobenthos. CSCF, EAWAG, OFEV, Hintermann & Weber.

Schwall/Sunk, Stauraum- und Entsanderspülungen) zu berücksichtigen, indem hydrologisch möglichst stabile Situationen ausgewählt werden.

Kommen in einer Höhenstufenklasse mehrere Standorte vor, sollen die untersten als Erstes beprobt werden, während die obersten gegen Ende des Zeitfensters untersucht werden. Vor und nach dem eigentlichen Zeitfenster der Aufnahmen ist ein Puffer-Zeitfenster von 15 Tagen vorgesehen, um spezielle klimatische Ereignisse zu berücksichtigen (speziell warmer oder kalter Frühling, Perioden mit langanhaltenden Niederschlägen).

Tabelle 3
Empfohlene prioritäre Zeitfenster für Erhebungen in Abhängigkeit der Meereshöhe

Monat	Januar		Februa	ar	März		April		Mai		Juni		Juli		August	t
Zeitfenster / Meereshöhe	01.–15.	16.–31.	01.–15.	16.–28.	01.–15.	16.–31.	01.–15.	16.–30.	01.–15.	16.–31.	01.–15.	16.–30.	01.–15.	16.–31.	01.–15.	16.–31
200–600 m				Р	Z	Z	Р									
601–1000 m						Р	Z	Z	Р							
1001–1400 m							Р	Z	Z	Р						
1401–1800 m								Р	Z	Z	Р					
> 1800 m										Р	Z	Z	Р			

Z = Zeitfenster; P = Puffer für hydrologische Sonderfälle

Tabelle 4
Zeitfenster für fakultative Feldkampagnen

	200–600 m	601–1000 m	1001–1400 m	1401–1800 m	> 1800 m
Kampagne II (facultativ)	16.05.–15.06.	16.06.–15.07.	01.07.–30.07.	16.09.–15.10.	16.09.–15.10.

Die Methode IBCH begnügt sich mit einer einzigen Feldkampagne pro Jahr (prioritäre Kampagne). Es kann aus verschiedenen Gründen angezeigt sein, eine zweite oder noch weitere, fakultative Kampagnen durchzuführen, beispielsweise zur Weiterführung langjähriger Datenreihen mit mehr als einer Probenahme pro Jahr, zur Dokumentation von Beeinträchtigungen durch die Landwirtschaft im Sommer oder durch den Tourismus im Winter. Eine zweite (fakultative) Kampagne kann saisonale Schwankungen eines Fliessgewässers aufzeigen oder im Gegenteil die Stabilität der Standorte bekräftigen. Je nach Ziel der Untersuchung muss der Zeitpunkt der Probenahme angepasst werden. Die in Tabelle 4 aufgeführten Zeitfenster der fakultativen Feldkampagne stellen Richtwerte dar. Solche bei eventuellen Zusatzkampagenen erhaltenen Resultate werden niemals gemittelt oder kumuliert.

3.2.3 Sicherheitsmassnahmen und -vorschriften

Die Probenahme von Makrozoobenthos in Fliessgewässern kann nur mit einer entsprechenden Vorbereitung und spezifischem Material durchgeführt werden. Je nach Kanton, Fliessgewässer oder Gewässerabschnitt muss teilweise eine Genehmigung eingeholt werden. In Anhang A6 werden die wichtigsten Sicherheitsregeln und Vorsichtsmassnahmen solcher Feldkampagnen dargestellt. Sie betreffen insbesondere Vorsichtsmassnahmen in folgenden Fällen/Bereichen:

- · Zugang und Fortbewegung im Fliessgewässer;
- · Zugang/Verhalten in Bereichen, die von Wasserkraftwerken genutzt werden;

- · Zugang zu speziell geschützten Abschnitten;
- Hochwassergefahr;
- · Risiko des Verschleppens von Krankheitserregern.

3.3 Feldarbeiten

3.3.1 Aufnahmefläche

Die Aufnahmefläche entspricht einem repräsentativen Abschnitt des untersuchten Gewässers, dessen Länge zehnmal grösser ist als die mittlere Breite der benetzten Fläche des Fliessgewässers. Innerhalb dieser Fläche werden mit Hilfe des Aufnahmerasters (s. Anhang A1-2) 8 Probestellen bestimmt. Mit dieser Methode wird das biogene Potenzial des Gewässers erfasst; die Abweichungen zwischen verschiedenen Bearbeitern werden reduziert.

Mit den Koordinaten XY (CH-1903 / LV03) des Standorts wird der unterste Punkt des untersuchten Abschnitts angegeben. Dieser wird in der Mitte des Gewässers erhoben.

3.3.2 Aufnahmeraster (Anhang A1-2)

Das Aufnahmeraster stellt eine Hilfe bei der Auswahl der genauen Probestellen dar. Es wird ausgefüllt, indem die 8 (bzw. 8 + 4) Stellen in einem Maximum der Zellen der Tabelle resp. in möglichst vielen Substrat-Fliessgeschwindigkeits-Kombinationen des Untersuchungsstandortes verteilt werden.

Das Ausfüllen des Rasters wird in Anhang A1-3 erklärt und geschieht folgendermassen:

- Ausfüllen der Spalte «Deckungsgrad», indem pro Substrat die prozentuale Fläche abgeschätzt wird (s. «optische Hilfe zur Bestimmung des Deckungsgrades»); nur Substrate, die einen Deckungsgrad von 1% der gesamten Aufnahmefläche erreichen, werden beprobt;
- Jede Probenahme wird in einer anderen Kombination Substrat-Fliessgeschwindigkeit vorgenommen.
 Begonnen wird mit dem Substrat mit der höchsten Bewohnbarkeit und der günstigsten Fliessgeschwindigkeit.
 Es wird versucht, alle vorhandenen Substrate zu berücksichtigen;
- Die Bewohnbarkeit der Substrate und Fliessgeschwindigkeiten ist in der Spalte S = Substrat (abnehmende Bewohnbarkeit von 10 bis 0) resp. V = Fliessgeschwindigkeit (abnehmende Bewohnbarkeit von 5 bis 1) angegeben;
- Sind weniger als 8 verschiedene Substrattypen vorhanden, wird eine zweite Probenahme in den Substraten mit der grössten Bewohnbarkeit vorgenommen. Diese müssen jedoch eine andere Fliessgeschwindigkeit aufweisen, wobei die zweitgünstigste Kombination Substrat-Fliessgeschwindigkeit berücksichtigt wird. Dabei wird jeweils nach abnehmender Bewohnbarkeit vorgegangen;
- In jeder Zelle, die der berücksichtigten Kombination Substrat-Fliessgeschwindigkeit entspricht, wird jeweils die Nummer der Probenahme notiert (1 bis 8 resp. 9 bis 12); evtl. wird zudem der beprobte Substrattyp angegeben.

3.3.3 Ausrüstung und Material für die Probenahme

Eine komplette Liste der benötigten Ausrüstung und des Materials für die Probenahmen ist in Anhang A5 aufgeführt. Benötigt werden insbesondere:

Adäquates Feldmaterial (Stiefel/Fischerstiefel/Watstiefel; Schwimmweste);

- Desinfektionsmittel für die Stiefel und das Probenahmematerial, sofern Probenahmen am gleichen Tag in unterschiedlichen Einzugsgebieten durchgeführt werden, um bei der Feldkampagne keine Krankheitserreger zu verschleppen;
- · Material zum Markieren und Vermessen des Standortes;
- Material für die Probeentnahme, darunter auch das normierte Kicknetz 25 x 25 cm, Konservierungsmittel und Behälter zum Aufbewahren der erhobenen Proben.

3.3.4 Technik des «Kick-Samplings»

Die Proben werden mit der Kicknet-Methode erhoben. Dabei wird die benthische Fauna durch Umwühlen der Sohle mit dem Fuss in das Netz gespült (bearbeitete Fläche = Quadrat der Fusslänge). Das Netz wird dabei direkt unterhalb der zu untersuchenden Fläche auf der Sohle positioniert. Dieses «Kick-Sampling» dauert maximal 30 Sekunden. Je nach Substrat muss das Vorgehen entsprechend angepasst werden (s. Anhang A1-2).

Falls unter einer grobkörnigen mineralischen oder organischen Substratschicht Sedimente vorhanden sind, muss am Ende des «Kick-Samplings» immer die gesamte Fläche noch einmal umgewühlt werden ¹⁴ .

Das Netz soll möglichst nach jeder Einzelprobe in ein Becken (oder Eimer) mit Wasser geleert werden. Dies verhindert das Entweichen von Organismen aus dem Netz zwischen den einzelnen Netzzügen und ermöglicht eine Kontrolle der Einzelproben¹⁵.

3.3.5 Aufbereiten der Proben

Nach der Entnahme der Probe mit dem Kicknetz wird das Material so aufbereitet, dass es in 95%-igem Ethanol fixiert zur weiteren Bearbeitung ins Labor überführt werden kann. Diese Phase umfasst folgende Schritte:

- Die Proben werden im Feld von Feinsedimenten, Sand und Steinen befreit. Dazu wird die Probe noch im Netz so lange gespült, bis keine Trübstoffe mehr ausgeschwemmt werden. Ein gründliches Reinigen der Proben im Feld erleichtert ihre weitere Bearbeitung und verhindert das Verstopfen von Rohren im Labor.
- Jede derart gereinigte Probe wird anschliessend in einem Laborbecken, das einige Zentimeter hoch mit frischem Wasser gefüllt ist, ein paar Minuten ruhig stehen gelassen. Vorhandene Fische und Amphibien werden entfernt und ins Gewässer zurückgegeben. Allfällig vorhandene Flusskrebse werden bestimmt, im Feldprotokoll notiert und ebenfalls ins Gewässer zurückgegeben.
- In einer nächsten Phase werden Pflanzenbestandteile, Äste und Steine aus dem Becken entfernt, wobei mit der Augenlupe kontrolliert wird, dass sich keine Benthosorganismen darauf befinden. Moose dürfen dabei nicht entfernt werden, da sie viele Organismen enthalten, die im Feld nicht mit der Pinzette entnommen werden können. Moose werden deshalb direkt in den Aufbewahrungsbehälter gegeben.
- Danach werden mit der Pinzette möglichst rasch grosse und gefrässige, räuberische Insektenlarven wie Rhyacophila sp. (Trichoptera), Sialis sp. (Megaloptera), Tabanus sp. (Diptera), Larven von Libellen und Perlidae (Plecopteren), weit entwickelte Larven, Nymphen und Imagos sowie grosse Makroinvertebraten, die in geringer Zahl in der Probe vorhanden sind, entnommen. All diese Larven werden in eine Dose mit 85%-igem Alkohol überführt.

¹⁴ Das Kicksampling stellt eine semi-quantitative Methode dar, bei der man mit der normierten Fläche des Netzes (25x25 cm) eine mit dem Fuss erzeugte Faunenwolke auffängt, deren Fläche dem Quadrat eines Fusses entspricht. Für quantitative Studien, bei der die Benthosbiomasse erhoben werden muss, kann das Kicknetz mit einem abnehmbaren Rahmen ausgerüstet werden, der auf die Sohle gestellt wird und mit Leitblechen versehen ist, damit die Organismen nicht seitwärts entkommen können.
¹⁵ Fehlen in einer Einzelprobe aquatische Tiere, besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass die Probenahme auf einer Fläche stattfand, die periodisch trockenfällt (beispielsweise ufernahe Bereiche auf Schwall-Sunk-Strecken). In diesem Fall wir die Einzelprobe wiederholt an einer anderen Stelle mit identischem Substrat- und Fliessgeschwindigkeitsverhältnissen. Diese Kontrolle ist nur möglich, wenn das Kicknetz nach jeder Einzelprobe entleert wird.

- · Danach wird das anorganische Material (Sand, Kies) durch mehrmaliges Dekantieren vom organischen Material getrennt. Dabei geht man ähnlich vor wie beim Goldwaschen, indem das Becken etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt und einige Male sanft hin und her geschwenkt wird. Sobald sich das anorganische Material mehrheitlich abgesetzt hat, das organische aber immer noch suspendiert ist, wird das Wasser zusammen mit den sich darin befindenden Tieren in das Netz oder in ein Sieb mit einer Maschenweite von 500 µm geleert. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis sich praktisch nur noch Sand und Steine im Becken befinden. Der Inhalt des Siebes wird darauf in den Aufbewahrungsbehälter entleert¹⁶.
- Nach dieser Etappe wird das Becken noch ein letztes Mal für einige Minuten ruhig stehen gelassen, um eine Endkontrolle durchzuführen, Trichopteren mit Köcher zu entnehmen, am Grund des Beckens haftende Tiere (Mollusken, Turbellarien, Blephariceriden) loszulösen und alles in den Aufbewahrungsbehälter zu überführen. Erst nach dieser Kontrolle werden Sand und Steine wieder in das Fliessgewässer zurückgegeben.
- Turbellarien müssen lebend bestimmt, separat mit einer Formol-/Essigsäure-Lösung fixiert und in Alkohol aufbewahrt werden.
- Schliesslich werden die acht Proben vereinigt und im gleichen Behälter aufbewahrt. Alle verwendeten Behälter sind sofort mit normierten, vorgängig vorbereiteten Etiketten zu beschriften (s. Abb. 2). Diese werden direkt in die verwendeten Dosen und Becken gegeben.
- In gewissen Fällen kann es nützlich sein, jede Einzelprobe separat aufzubewahren, um eine verfeinerte Auswertung der Ergebnisse zu erreichen (z.B. Analyse verschiedener Substrat-Fliessgeschwindigkeits-Kombinationen).

3.3.6 Aufbewahrung der zu verarbeitenden Proben

Mit Ausnahme von gröberem Material (Blätter, Äste), das im Feld überprüft werden kann, wird das organische Material ins Labor mitgenommen und dort aussortiert. Nach dem Abtropfen in einem Sieb mit einer Maschenweite von 500 µm werden die Proben zusammen in ein Gefäss geleert (z.B. Kübel mit hermetisch verschliessbarem Deckel), mit 95%-igem Ethanol fixiert und beschriftet (im Behälter mittels einer im Voraus per Laserdruck beschrifteten Etikette; auf dem Behälter mit einer Etikette, die mit einem weichen Bleistift beschriftet wird).

Die standardisierten Etiketten können vor der Felderhebung vorbereitet und mit einem Laserdrucker ausgedruckt werden. Die Beschriftung der Probe enthält folgende Informationen: «HELVETIA, Abkürzung des Kantons, Code des Standorts, Name des Fliessgewässers, Ortsname des Standorts, CH-Koordinaten des Standorts, Meereshöhe des Standorts, Datum der Probenahme, Bearbeiter (leg.)».

Abbildung 2 Beispiel einer zur Beschriftung der Proben verwendeten Etikette

HELVETIA ID JU DO 13 Doubs, Le Theusseret 563360/232709

Leg. H. Muster 14.04.2018

Es wird empfohlen, die Proben bis zur weiteren Bearbeitung im Labor in genügend konzentriertem Ethanol (85%) an einem kühlen Ort aufzubewahren.

495 m

¹⁶ Falls die gesamte Probe ungereinigt in einem Behälter aufbewahrt wird, wird empfohlen von allen empfindlichen Taxa einige Exemplare separat zu konservieren, um den Verlust der zur Bestimmung wichtigen Kiemen, Beine oder Hinterleibanhänge, während des Transports zu vermeiden.

3.4 Laborarbeiten

3.4.1 Laborausrüstung

Eine komplette Liste des nützlichen Labormaterials ist in Anhang A5 dargestellt. Es handelt sich insbesondere um:

- optische Ausrüstung (Stereomikroskop) mit genügend grosser Vergrösserung (mindestens 40-fach) für das Auslesen und Bestimmen des Materials.
- · Laborprotokolle (Anhang A4) und standardisierte Etiketten für die Archivierung des Materials.
- Entomologisches Material für die Fixierung und die Aufbewahrung der Proben.

3.4.2 Technik des Sortierens

Ein der erhobenen Probe entsprechendes Sortieren muss gewährleisten, dass damit die Organismen der 142 Taxa umfassenden Liste (s. Kap. 3.1.1) vollständig erfasst werden. Zudem müssen für jedes Taxon Angaben über dessen Abundanz gemacht werden können (s. Laborprotokoll Anhang A4).

Das Sortieren der Proben geschieht mittels Stereomikroskop. Dabei wird sukzessive ein Teil der Proben in einer gläsernen Petrischale ausgebreitet und mit 85 %-igem Alkohol bedeckt. Die gesamte Probe wird unter einem Mikroskop aussortiert, welches eine genügende Vergrösserung und eine gute Beleuchtung besitzt. Beim Sortieren werden die Organismen von Hand vom organischen und anorganischen Material getrennt, um sie anschliessend bis auf die von dieser Methode vorgesehene taxonomische Stufe bestimmen zu können. Dies geschieht mit weichen Pinzetten, damit die Tiere beim Sortieren nicht beschädigt werden. Ein alternatives Aussortieren der Proben mit Wasser erfordert eine spezielle Vorsicht, um das Material nicht zu beschädigen. Die Tiere dürfen nur kurze Zeit im Wasser bleiben und müssen rasch wieder in Alkohol überführt werden¹⁷.

Damit die Proben optimal aufbewahrt werden können, werden sie in der Regel nicht gesiebt. Zum Aussortieren der Tiere wird das Material (z.B. mit einem Plastiklöffel) in kleinen Portionen nacheinander in eine Petrischale gegeben. Dabei sollte das zu sortierende Material nicht mehr als die Hälfte des Bodens der Schale bedecken (die Hälfte der Fläche der Schale ist mit zu untersuchendem Material bedeckt). Ist sehr viel organisches oder anorganisches Material vorhanden, kann sich ein Sortieren mit Siebsätzen als unumgänglich erweisen.

Welche Technik auch immer ausgeführt wird, Ziel ist es: 1) eine vollständige faunistische Taxaliste mit einem Abundanzwert für jedes bestimmte Taxon zu erhalten; 2) eine Probe des Materials mit mindestens 20 Individuen von allen bestimmten Taxa zu archivieren. Die Anzahl der zu archivierenden Individuen kann abhängig von den Zielen der Studie (Bewertung mit Artvorkommen, faunistische Arbeiten oder Zustandsbewertungen) höher sein.

3.4.3 Bestimmung

Eine Liste der verwendeten Taxa ist im Laborprotokoll (Anhang A4) aufgeführt. Beim IBCH werden die Tiere bis auf die Stufe Familie bestimmt. Ausnahmen bilden einige faunistische Gruppen, bei denen aus praktischen Gründen eine Bestimmung bis auf Stufe Stamm oder Klasse in der Praxis ausreicht. Die Stufe der Familie wurde deshalb herangezogen, weil es sich gezeigt hat, dass zahlreiche, von «Nicht-ExpertInnen» durchgeführte Bestimmungen bis auf Stufe Gattung angezweifelt werden müssen, dass die Kenntnisse der Taxonomie verschiedener Stadien unterschiedlich gut sind und dass eine detailliertere Auswertung einen zu hohen Zeitaufwand bedeuten würde. Vom typologischen Standpunkt aus gesehen stellt zudem die Familie eine stabilere

¹⁷ Proben können während dem Sortieren mit Wasser kurzfristig in einem Kühlschrank bei 2°C aufbewahrt werden.

taxonomische Einheit dar als die Gattung, was dem Index eine grössere Stabilität verleiht. Zudem haben die Resultate des Methodentests im Rahmen des BDM-MSK¹⁸ eine sehr deutliche Korrelation zwischen der Diversität der Familien und jener der Gattungen einer Probe gezeigt. Einige faunistische Gruppen werden nur bis auf die Stufe Stamm oder Klasse bestimmt, da der Bestimmungsaufwand zu gross ist im Verhältnis zu den Aussagen, die bei einer detaillierteren Bestimmung gemacht werden könnten. Es wird empfohlen, für die Bestimmung des Materials das Standardwerk von Tachet et al.¹⁹ zu verwenden. Die Bestimmung des Makrozoobenthos erfordert keine spezielle Präparation der Tiere, einzig die Turbellarien müssen direkt im Feld bestimmt werden.

3.4.4 Auszählen der aussortierten Individuen

Die Abundanz/Häufigkeit jedes Taxons wird ausgezählt oder für Taxa mit hoher Abundanz abgeschätzt. Dabei soll das Resultat der Zählung bzw. Schätzung mindestens mit folgender Genauigkeit angegeben werden:

1-50 Individuen als absolute Anzahl

51-100 Individuen Schätzung auf 10 Individuen genau

101–300 Individuen auf 50 Individuen genau

> 300 Individuen auf 100 Individuen genau

Für Taxa mit hoher Abundanz wird empfohlen, die Individuen mit einer der beiden folgenden Möglichkeiten auszuzählen: a) qualifizierte Schätzung, b) Schätzung mit Auszählung einer zufällig ausgewählten Stichprobe.

3.4.5 Archivieren und Aufbewahren des bestimmten Materials

Die Wirbellosenproben sind so aufzubewahren, dass sie zumindest bis zum Ende der laufenden Untersuchungen noch verwendet werden können. Von jedem bestimmten Taxon werden bis zu 20 Individuen archiviert (möglichst gut entwickelte Larven), damit das Material nachträglich überprüft oder evtl. eine detailliertere taxonomische Analyse durchgeführt werden kann. Dabei sind insbesondere Proben aus Gebieten, in denen weiterführende Untersuchungen durchgeführt werden, und deren Benthos deshalb detailliert bestimmt werden muss, komplett aufzubewahren.

Nach der Trennung und Bestimmung der Taxa wird in jede Dose eine zweite Etikette mit dem Namen des Taxons gelegt (Beschriftung mit wasserfester Tusche, weichem Bleistift oder Laserdrucker, vgl. Abb. 3).

Abbildung 3

Beispiele von Etiketten zur Beschriftung des bestimmten Materials

Hydrobiidae Det. H. Muster

oder

Lithoglyphus naticoidesDet. H. Muster

Es wird geraten, möglichst viele Arten (verschiedene Formen) der Familien der Roten Listen der «MEPTOC» (Mollusca, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Odonata, Coleoptera) aufzubewahren. Durch eine spätere genauere Auswertung dieser Proben können die Kenntnisse über diese Gruppen erweitert und die Entwicklung gefährdeter aquatischer Wirbellosenbestände verfolgt werden.

¹⁸ Stucki P. et al. 2008: Vergleich von drei in der Schweiz angewandten Probenahmemethoden des Makrozoobenthos. CSCF, EAWAG, OFEV, Hintermann & Weber.

¹⁹ Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Usseglio-Polatera P. 2000: Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie. CNRS Editions, Paris, 588 p.

Falls das Material detailliert (bis auf die Stufe der Art) ausgewertet werden soll, können die hierfür notwendigen Informationen beim Schweizer Zentrum für die Kartografie der Fauna (SZKF) in Neuchâtel eingeholt werden (www.cscf.ch).

Bei der Aufbewahrung des Materials muss gewährleistet sein, dass alle im Zusammenhang mit der Probe eingeholten Informationen wie das Feldprotokoll und die Taxaliste (Laborprotokoll) sowie alle Taxa (in Alkohol eingelegte Sammlung) ebenfalls entsprechend archiviert werden. Hierfür muss für jede pro Gewässerabschnitt und Datum ausgeführte Probenahme eine Identifikationsnummer (ID) festgelegt werden. Die ID- Nummer beginnt mit der Abkürzung des Kantons und schliesst mit der üblicherweise vom betreffenden Kanton benutzten Identifikationsnummer.

Abbildung 4

Beispiel einer Identifikationsnummer (ID) für die Archivierung der Daten und des bestimmten Materials

HELVETIA ID JU DO 13 **Doubs, Le Theusseret**

563360/232709 495 m Leg. H. Muster 14.04.2018

Beispiel ID : JU_DO_13

Eine ID-Nummer muss deshalb sowohl auf dem Feld- und Laborprotokoll wie auch auf den standardisierten Etiketten in den Referenzsammlungen im Alkohol aufgeführt sein.

3.4.6 Aufbewahren der Taxalisten

Die Taxalisten werden als Excel-Dateien archiviert entsprechend dem Laborprotokoll (Anhang A4).

Dieses Protokoll berechnet nach Eingabe der bestimmten Taxa automatisch die Indizes IBCH_2019, DK, IG und SPEAR_{pesticide}. Treten weitere Neozoenarten auf, müssen diese in den Feldern des unteren Tabellenbereichs manuell eingegeben beziehungsweise aus einer «Dropdown-Liste» am unteren Ende der Tabelle» ausgewählt werden (Liste der benthischen Neozoen der Schweiz und benachbarter Länder). Die automatische Berechnung wird erst aktiviert, wenn das IBCH-Abflussregime der untersuchten Strecke in das Feld «IBCH-Q-Regime» eingegeben wurde. Schliesslich gibt das Tabellenblatt die Summe der EPT-Taxa, der Neozoen und die Gesamt-Abundanz für die Probe an.

Gleichzeitig dient es als Erfassungsformular für die Integration dieser Resultate in die zentrale Datenbank MIDAT. Dafür werden die ordnungsgemäss ausgefüllten Protokolle an das info fauna / SZKF gesandt (www.cscf.ch). Das Laborprotokoll kann unter www.modul-stufen-konzept.ch/d/mzb.htm heruntergeladen werden.

3.5 Auswertung der Resultate

3.5.1 Berechnung des Indexes IBCH_2019

Der IBCH_2019 übernimmt das Prinzip der Berechnung des IBCH, der die Vielfalt der gesammelten Taxa (Diversitätsklasse, DK) und die Empfindlichkeit einiger Indikatortaxa (Indikatorgruppe, IG) berücksichtigt. Die

Taxaliste mit 142 taxonomischen Einheiten, davon 38 Indikatortaxa, bleibt im Vergleich zur 2010 publizierten Methode unverändert.

Der IBCH_2019 berechnet sich aufgrund der Diversitätsklasse **DK** und der empfindlichsten Indikatorgruppe **IG.** DK und IG werden als Wert zwischen 0 und 1 ausgegeben, wobei 1 einem Zielerreichungsgrad von 100 % entspricht. Die Diversitätsklasse DK und die Indikatorgruppe IG sind zusätzliche Indikatorwerte, die jeweils separat den fünf Zustandsklassen zugeordnet werden können. Dies erlaubt es, die Bewertung der untersuchten Fliessgewässerstrecke zu verfeinern.

Die auf der Basis der Anzahl beobachteter Taxa ermittelte Diversitätsklasse DK wird abhängig vom IBCH-Abflussregimetyps (IBCH-Q-Regime) korrigiert. Die Korrekturwerte sind in Tabelle 5 wiedergegeben. Die korrigierte Diversität berechnet sich nach der folgenden Formel:

$$n_{\text{korrigiert}} = e^{ln(n_{\text{beobachtet}}) + KW}$$

Wobei $n_{\rm korrigiert}$ der korrigierten Diversität entspricht, $n_{\rm beobachtet}$ der beobachteten Diversität (= Summe der IBCH-Taxa) und KW dem Korrekturwert (vgl. Tabelle 5). Die unterschiedenen IBCH-Q-Regimetypen entsprechen weitgehend den 16 Abflussregimetypen nach Aschwanden & Weingartner (1985) und werden ergänzt mit einem 17. Typ, der die kleinen Fliessgewässer des Mittellands und des Juras umfasst (vgl. Anhang 8). Der Korrekturwert der untersuchten Gewässerstrecke kann *auf der IBCH Web App* ermittelt werden²⁰. Es sei angemerkt, dass ein pragmatischer Ansatz angewendet werden musste, um dem gesamten schweizerischen Fliessgewässernetz einen Korrekturwert zuzuordnen. Deshalb dürfen die verschiedenen IBCH-Abflussregimetypen im GIS-Layer nicht mit den Abflussregimes von Aschwanden & Weingartner (1985) gleichgesetzt werden.

Tabelle 5
Ermittlung des Korrekturwertes auf der Basis des IBCH-Abflussregimetyps (IBCH-Q-Regime)

IBCH Q-Regimetyp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Korrekturwert KW	0,98	0,98	0,85	0,78	0,79	0,40	0,30	0,22	-0,13	0,00	-0,32	-0,24	0,61	0,31	-0,06	0,21	0,06

Aus der ermittelten korrigierten Diversität ($n_{\text{korrigiert}}$) ergibt sich die Diversitätsklasse DK gemäss der folgenden Tabelle:

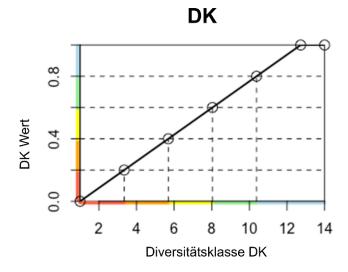
Tabelle 6 Ermittlung der Diversitätsklasse

$n_{korrigiert}$	≥ 50	49-45	44-41	40-37	36-33	32-29	28-25	24-21	20-17	16-13	12-10	9-7	6-4	3-1
Diversitätsklasse	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Anschliessend wird der Diversitätsklasse, entsprechend der Beziehung im folgenden Diagramm, ein numerischer Wert zwischen 0 und 1 zugewiesen:

²⁰ Der Korrekturwert der untersuchten Gewässerstrecke kann auf dieser Webseite ermittelt werden: www.gis-service.ch. Der gesamte Datensatz kann auf dieser Seite auch herunterseladen werden

Abbildung 5 Umrechnung der Diversitätsklassen DK 1 bis 14 in eine metrische Skala von 0 bis 1



Alle Werte werden automatisch berechnet, nachdem die faunistischen Daten in das Excel-Laborprotokoll eingegeben wurden (vgl. Anhang A4).

Die Indikatorgruppe **IG** wird auf der Grundlage der untenstehenden Tabelle bestimmt, indem die empfindlichste Indikatorgruppe (höchster IG-Wert) berechnet wird, die mit der notwendigen Mindestanzahl Individuen in der Probe vertreten ist (üblicherweise ≥ 3 Individuen; ≥ 10 Individuen für Taxa mit Stern*).

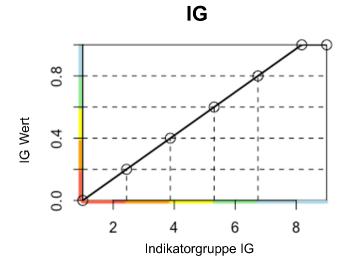
Tabelle 7
Ermittlung der Indikatorgruppe

Taxa	Chloroperlidae	Capniidae	Glossosomatidae	Leuctridae	Hydroptilidae
	Perlidae	Brachycentridae	Goeridae	Leptophlebiidae	Heptageniidae
	Perlodidae	Philopotamidae	Odontoceridae	Lepidostomatidae	Nemouridae
		Beraeidae	Taeniopterygidae	Sericostomatidae	Polymitarcidae
				Ephemeridae	Potamanthidae
IG	9	8	7	6	5
IG Wert	1,00	0,97	0,84	0,70	0,56
Qualitätsklasse	sehr gut	sehr gut	sehr gut	gut	mässig

Taxa	Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae Rhyacophilidae	Limnephilidae* Hydropsychidae Ephemerellidae* Aphelocheridae	Baetidae* Caenidae* Elmidae* Gammaridae* Mollusca	Chironomidae* Asellidae* Hirudinea Oligochaeta*
IG	4	3	2	1
IG Wert	0,42	0,28	0,14	0,00
Qualitätsklasse	mässig	unbefriedigend	schlecht	schlecht

Anschliessend wird der Indikatorgruppe, entsprechend der Beziehung im folgenden Diagramm, ein numerischer Wert zwischen 0 und 1 zugewiesen:

Abbildung 6 Umrechnung der IG-Werte 1 bis 9 in eine metrische Skala von 0 bis 1



Der Wert IG wird automatisch berechnet, nachdem die faunistischen Daten in das Excel-Laborprotokoll eingegeben wurden (vgl. Anhang A4):

Der IBCH_2019 wird mit der folgenden Formel berechnet: IBCH = (0.62 x DK-Wert) + (0.38 x IG-Wert), mit IBCH zwischen 0 und 1

Diese Beziehung DK : IG für die Berechnung des IBCH_2019 entspricht jener des alten IBCH und des IBGN. Die Werte von DK, IG und IBCH_2019 werden in gleicher Weise den fünf Zustandsklassen zugeordnet: < 20 % (0,2) Zielerreichung entspricht der Zustandsklasse «schlecht», < 40 % (0,4) bedeutet «unbefriedigend», < 60 % (0,6) «mässig», < 80 % «gut», \geq 80 % (0,8) «sehr gut».

3.5.2 Qualitätsklassen und kartografische Darstellung

Um die Resultate kartografisch darstellen zu können, wird jedem untersuchten Gewässerabschnitt in Abhängigkeit des ermittelten IBCH eine Farbe zugeordnet, die einer Qualitätsklasse entspricht.

Tabelle 8

Zuordnung einer Gewässerstelle zu einer der fünf Qualitätsklassen anhand des Wertes des IBCH_2019

Biologischer Zustand	DK, IG, IBCH_2019	Farbe	
Sehr gut	≥ 0.8 (≥ 80%)	blau	
Gut	0.6 - < 0.8 (< 80%)	grün	
Mässig	0.4 - < 0.6 (< 60%)	gelb	
Unbefriedigend	0.2 - < 0.4 (< 40%)	orange	
Schlecht	< 0.2 (< 20%)	rot	

3.6 Arbeits- und Zeitaufwand

Es wird geschätzt, dass pro Standort eine Stunde benötigt wird, um das Substrat zu erfassen und die acht Einzelproben (Teilproben) mit dem Kicknetz zu entnehmen. Für Standorte, in denen zusätzliche Parameter erhoben werden müssen oder die sich in grösseren Fliessgewässern befinden, ist entsprechend mehr Zeit einzuberechnen.

Zum Aufwand für die eigentliche Probenahme muss die Zeit für das Sortieren der Proben sowie für das Bestimmen der Tiere im Labor einberechnet werden. Wenn diese Arbeiten von einer erfahrenen Fachperson durchgeführt werden, sind hierfür je nach Reichhaltigkeit der Probe zwischen 4 und 12 Stunden zu veranschlagen. Es sei darauf hingewiesen, dass das Ausführen der hier beschriebenen Methode keinesfalls unerfahrenen Personen anvertraut werden kann.

Der Arbeitsaufwand hängt unter anderem von der Vielfalt und der Häufigkeit der Taxa ab sowie von der Menge an organischem Material und Fadenalgen in den Proben. So erfordert die Aufbereitung und Bestimmung von Proben aus einer Vielfalt von Substraten eines Gewässers in tiefen Lagen des Juras etwa dreimal so viel Zeit wie bei Proben aus grobem mineralischem Substrat eines Fliessgewässers im Gebirge. Für Projekte wie NAWA oder BDM, wo detailliertere Auswertungen vorgesehen sind, ist mit einem zusätzlichen Sortier- und Archivierungsaufwand zu rechnen.

4 Interpretation der Resultate²¹

4.1 Basisinformationen: Taxaliste, taxonomische Diversität, Indikatorgruppe

Die Basis für Berechnung des Indexes ist eine Taxaliste, anhand welcher die Indikatorgruppe (IG) und die Diversitätsklasse (DK) auf der Basis der Anzahl Taxa (∑t) bestimmt werden. Alle diese Parameter müssen bei der Interpretation des Gewässerzustands und der abschliessenden Beurteilung berücksichtigt werden.

Die Indikatorgruppe (IG) weist gewöhnlich eine gute Korrelation mit der physikalisch-chemischen Wasserqualität auf, was die klassischen organischen Belastungsparameter betrifft (GREBE 1992)²². Diese Beziehung zur allgemeinen Wasserqualität (inkl. der Belastung mit Mikroverunreinigungen) wird gestützt durch eine starke Korrelation zwischen der Indikatorgruppe und dem SPEAR_{pesticide}-Index²³, welche im Rahmen einer Auswertung der Daten aus MIDAT festgestellt wurde (Stucki et al. 2018).

Die Diversitätsklasse (DK) wird weniger stark von der physikalisch-chemischen Wasserqualität beeinflusst, da die Tiere nur bis auf die Stufe Familie bestimmt werden, welche eine mehr oder weniger grosse Anzahl Gattungen enthalten kann. Die Diversitätsklasse korreliert meist gut mit den Typen und der Vielfalt der Habitate, sofern die Wasserqualität nicht limitierend wirkt.

Anhand der Taxaliste können diese Resultate verfeinert werden. Deren Analyse verlangt eine gewisse Erfahrung über das Auftreten/Fehlen sowie das Verhältnis der verschiedenen Taxa. Beispielsweise kann eruiert werden, in welchen Habitaten die höchste Indikatorgruppe vorkommt und ob belastungsempfindliche Gruppen selten oder zahlreich auftreten. In diese Diagnose werden alle bekannten Umweltparameter einbezogen (physikalischchemische Wasser- und Sedimentqualität, Art der Habitate, anthropogene Beeinflussungen, Charakteristik des Einzugsgebietes, Hydrologie, unbeeinträchtigter Referenzstandort ...). Solche Vergleiche erlauben eine Kontrolle der Aussagekraft der Resultate sowie eine zusätzliche Feininterpretation des Indexes.

Diese Grundlageninformationen werden gleichwertig wie der IBCH in die Auswertung der Resultate einbezogen. Dadurch kann vermieden werden, dass Phänomene, die durch externe Beeinträchtigungen zustande kommen, auf natürliche Bedingungen zurückgeführt werden.

4.2 Interpretation und Zuverlässigkeit der Resultate

Gewisse gegenüber schlechter Wasserqualität empfindlich reagierende Familien können eine einzelne Gattung oder Art enthalten, die weniger empfindlich ist. Die Bewertung fällt in solchen Fällen zu hoch aus. Der IBCH_2019 berücksichtigt die geringere Belastungsempfindlichkeit dominanter Arten bei den Familien Taeniopterygidae, Leuctridae, Leptophlebiidae, Odontoceridae und Nemouridae, deren IG deshalb gegenüber dem alten IBCH reduziert wurde. Dank dieser Anpassung werden die menschlichen Belastungen im IBCH_2019 nun besser berücksichtigt (Stucki et al. 2018).

²¹ Diese Interpretationshilfe der Resultate wurde in extenso dem «Guide technique de l'IBGN, Agences de l'Eau, 2ème Editon 2000, entnommen

²² G.R.E.B.E. 1992; L'indice biologique global (AFNOR T 90 350) – Bilan d'application au réseau nationalde bassin – Ordonnancement des taxons indicateurs – Etude Inter-Agences, hors série.

²³ Der SPEAR-Index (SPEcies At Risk) zeigt die Belastung mit Pestiziden und Mikroverunreinigungen eines Fliessgewässer auf der Basis der Zusammensetzung des Makrozoobenthos (offizielle Abkürzung: SPEAR_{nesticie}).

Der Robustheits-Test [IBCH_R] ist ein zusätzliches Werkzeug zur Prüfung der Verlässlichkeit der Ergebnisse. Bei diesem Test wird die empfindlichste Indikatorgruppe der Taxaliste ausgeschlossen und der IBCH auf der Basis der übrigen Arten nochmals berechnet. Ein markanter Unterschied zwischen dem erhaltenen Wert [IBCH_R] und dem zuerst errechneten IBCH_2019 deutet darauf hin, dass der IBCH vermutlich überschätzt wurde.

4.3 Beeinflussung der Resultate durch natürliche Faktoren

Der aus dem IBGN abgeleitete IBCH_2019 wurde so konzipiert, dass damit grundsätzlich jede Fliessgewässerstrecke von der oberen Forellenregion (B3, Epirhithral, vgl. Abb. 1) bis zur mittleren Cyprinidenregion (B8) einen Wert nahe 1 (Zielerreichung 100%) erhalten kann. Ausserhalb dieser Spanne der Fliessgewässertypen oder bei speziellen geologischen, hydrologischen oder klimatischen Bedingungen kann dieser Wert auch in nicht beeinträchtigten Fliessgewässern deutlich geringer sein (vgl. Kap. 2.3 und Anhang A8).

4.3.1 Zonierung der Fliessgewässer (Fischregion) und spezielle Bedingungen

In Quellen und direkt darunterliegenden Bereichen (B0–B2, Krenal) sowie in strömungsberuhigten Bereichen der Tieflandflüsse (B9) kann der Maximalwert des IBCH von 1 kaum erreicht werden, da die faunistische Diversität zu gering ist (Quellbereiche) oder empfindliche Indikatorgruppen fehlen (unteres Potamal). Aufgrund dieser Tatsache ist ein Vergleich zwischen Standorten besonders aussagekräftig, wenn diese derselben Fliessgewässerregion angehören.

Mit den Anpassungen der Diversitätsklassen in Abhängigkeit vom Abflussregime der Gewässer konnte bei der Berechung des IBCH_2019 der Einfluss der natürlichen Faktoren reduziert werden, die auf des Makrozoobenthos einwirken. Damit wurden auf einfache Art und Weise der Einfluss von natürlichen Faktoren wie Höhe, Geschiebe, Trübung und Produktivität des Gewässers bei der biologischen Bewertung der Fliessgewässer berücksichtigt.

Trotz dieser Verbesserungen können beim Einsatz der Methode in gewissen Situationen Probleme auftreten. So können spezielle Gewässerstrecken wie See- oder Moorausflüsse, Bachläufe in sehr kalkreichen Gebieten, Gewässer mit einer homogenen Sohle aus Sand oder Molasse, Kanäle usw. zwar mit der Methode untersucht werden, die Resultate müssen jedoch unter Einbezug der speziellen Voraussetzungen der Gewässer mit Zurückhaltung intepretiert werden. Anhang 8 enthält eine Liste der häufigsten Probleme.

4.3.2 Saisonale Einflüsse

Der Wert des IBCH kann im Laufe eines Jahres temporäre Unterschiede aufweisen. Dies kann ohne äussere Einflussfaktoren auf folgenden Ursachen beruhen:

- biologischer Zyklus der benthischen Invertebraten (Schlüpfen adulter Insekten, Zurückziehen gewisser Larvenstadien in das Hyporheal ...).
- · Veränderung der Bewohnbarkeit eines Standorts im Laufe eines Jahres (Tieflandflüsse weisen häufig im Sommer maximale IBCH-Werte auf, wenn die Wasserpflanzen gut entwickelt sind).

Das Festlegen von standardisierten Probenahme-Zeitfenstern hat zum Ziel, solche Einflüsse zu minimieren (s. Kap. 3.2.2). Aufgrund der teilweise grossen klimatischen Unterschiede zwischen den verschiedenen Jahren können sie jedoch nicht ganz ausgeschlossen werden. Falls die Probenahme aufgrund bestimmter Zielsetzungen der Untersuchungen ausserhalb der vorgeschlagenen Zeitfenster stattfindet, muss dies bei der Interpretation der Resultate berücksichtigt werden.

Die Auswertung der Daten aus MIDAT hat gezeigt, dass Probenahmen vor dem festgelegten Zeitfenster problematisch sind. Die berechneten Werte sind tiefer als erwartet, ohne dass jedoch ein anthropogener Einfluss nachweisbar wäre²⁴.

4.3.3 Einflüsse durch verdriftende Organismen

Entlang eines Fliessgewässers findet generell ein Transport der Organismen flussabwärts statt, ein Phänomen, das auch unter dem Namen «Drift» bekannt ist. Die aquatischen Wirbellosen werden entweder direkt in der Wassersäule oder aber zusammen mit dem Substrat (Geschiebetrieb) abgetrieben. Diese Drift kann zur Folge haben, dass gegenüber Gewässerverschmutzung besonders empfindliche Taxa aus dem Oberlauf in flussabwärts liegenden, belasteten Gebieten vorkommen. Dies wird in der Methode berücksichtigt, indem das Vorhandensein einer Indikatorgruppe nur dann berücksichtigt wird, wenn mindestens 3 resp. 10 Individuen dieser Familien vorkommen.

4.4 Beeinflussung der Resultate durch anthropogene Faktoren

Die Beeinträchtigung eines Fliessgewässers äussert sich generell darin, dass sich die ursprüngliche Biozönose mehr oder weniger plötzlich verändert, gewisse gegenüber dieser Beeinträchtigung empfindliche faunistische Gruppen verschwinden, evtl. an den veränderten Lebensraum besser adaptierte Organismen auftreten, und ubiquistische oder resistente Taxa massenhaft vorkommen, sofern die Lebensraumbedingungen dies noch zulassen (ansonsten können auch sie verschwinden). Im Prinzip muss der IBCH_2019 aufgrund seines Aufbaus jede Beeinträchtigung widerspiegeln, sowohl Beeinträchtigungen des Lebensraums wie auch solche der Wasserqualität – resp. beide zusammen. In der Praxis hat sich gezeigt, dass die Methode je nach Art der Störung diese mehr oder weniger gut widerspiegelt. Dies kommt zustande, weil Makroinvertebraten je nach Art der Beeinträchtigung verschiedene Empfindlichkeitsstufen aufweisen und der Index eine qualitative Methode darstellt, gewisse Störungen aber hauptsächlich quantitative biozönotische Veränderungen bewirken, und weil aquatische Standorte je nach Zonierung und biogeografischen Charakteristiken unterschiedlich auf Beeinträchtigungen reagieren können. Es kann deshalb sein, dass bei der Untersuchung gewisser Beeinträchtigungen oder zum Feststellen erster Anzeichen von Schädigungen spezielle Techniken angewandt werden müssen, um die Diagnose verfeinern zu können.

Beim Vorhandensein von Beeinträchtigungen kann es nützlich sein, für den jeweiligen Standort die faunistische Analyse für die acht Einzelproben des Standorts getrennt durchzuführen, den genauen prozentualen Anteil dieser Habitate zu ermitteln und die Tiere detailliert auszuzählen sowie genauer zu bestimmen.

4.4.1 Organische Belastung

Bereits der IBG²⁵ (Vorläufer des IBGN) wies eine gute Korrelation mit den Parametern organischer Verschmutzung auf. Diese Korrelation wurde bei der Neueinschätzung der verschiedenen Taxa, die im Rahmen der Erarbeitung des IBGN vorgenommen worden ist, nochmals verbessert. Diese Methode liefert somit aussagekräftige Resultate für diese Art der Belastung. Organische Belastungen können unterschiedliche Auswirkungen auf das Gewässerökosystem haben:

· Sofern der Eintrag organischer Substanzen vom System assimiliert werden kann (je nach Abfluss, den morphodynamischen und thermischen Charakteristiken und seiner Typologie), kommt es zu einer

²⁴ Stucki P. et al. 2018. PROJEKT IBCH_update: Überarbeitung Modul Makrozoobenthos Stufe F / IBCH. Eawag & OFEV Technischer Bericht 112 p.

²⁵ G.R.E.B.E. 1992; L'indice biologique global (AFNOR T 90 350) – Bilan d'application au réseau nationalde bassin – Ordonnancement des taxons indicateurs – Etude Inter-Agences, hors série.

Eutrophierung des Lebensraums. Dies führt in Tiefland-Fliessgewässern zu einer Entwicklung von Algen oder Wasserpflanzen, begleitet von einer Zunahme sowohl der Anzahl Individuen als auch der Diversität in der benthischen Biozönose (Taxa, die in Pflanzenhabitaten oder in verwesendem Material vorkommende), insbesondere durch die Entstehung neuer Lebensräume: Pflanzensubstrate, organische Ablagerungen, mehr oder weniger organische Feinsedimente. Als Folge kann der Index erhöht werden.

Sofern der Eintrag organischer Substanzen eine gewisse Schwelle übertrifft und nur ein Teil davon assimiliert werden kann, kommt es zu einer Verarmung der Biozönosen: Algen oder Wasserpflanzen bedecken massenhaft die Sohle, wodurch die Habitatvielfalt abnimmt. Organische und andere Schwebepartikel werden abgelagert, die Sohle und die verschiedenen Substrate kolmatieren. Die empfindlichsten Makroinvertebraten verschwinden, neue Arten, die in organischem Material vorkommen, treten auf, der Index nimmt ab.

An dieser Stelle sei erwähnt, dass lotische Systeme (rasch fliessende Oberläufe) weniger empfindlich sind als lenitische Systeme (langsam fliessende Unterläufe), da sie organisches Material nur geringfügig assimilieren. Dieses Material gelangt flussabwärts, wo es sich ablagert und umgewandelt wird. Aus diesem Grund ist der Unterschied des Index zwischen einem beeinträchtigten und einem unbeeinträchtigten Standort bei gleicher Belastung in Gebirgsflüssen oft geringer als in der Talebene. Dieses Phänomen kann auch innerhalb eines einzelnen Standortes auftreten, in dem lotische Bereiche weniger beeinträchtigt sind als lenitische Habitate. Dies führt für gegenüber Verschmutzung empfindliche Organismen zu einer «aufgezwungenen Verschiebung des Habitats» (Verneaux 1980)²⁶. Diese vermeiden belastete lenitische Habitate und treten vermehrt in lotischen Habitaten auf.

4.4.2 Belastung durch toxische Substanzen

Beeinträchtigungen durch toxische Substanzen haben meist sowohl qualitative (Verschwinden von faunistischen Gruppen) wie auch quantitative Auswirkungen (Abnahme der Anzahl Tiere aller Taxa). Im Gegensatz zu «klassischen» organischen Belastungen führt eine toxische Beeinträchtigung meist zu keiner Zunahme resistenter Taxa. Eine solche Verschmutzung (Pestizide, Säuren, Detergentien, gewisse Metalle ...) kann zu einem mehr oder weniger schnellen und mehr oder weniger totalen Verschwinden des biologischen Gefüges führen. Die Reaktion auf solche Substanzen ist weniger präzis und progressiv als bei einer organischen Verschmutzung. In solchen Fällen ist eine Analyse der Taxaliste unerlässlich, um den Index korrekt interpretieren zu können. Bei Studien über Beeinträchtigungen durch Metalle sollten die Standorte so ausgewählt werden, dass deren Index kaum von den Parametern des Habitates beeinflusst wird. Die Tiere müssen ausgezählt werden. Für andere toxische Beeinträchtigungen (organische Mikroverunreinigungen) liegen nur wenige Untersuchungen mittels IBGN vor. Zudem kommen solche Verschmutzungen häufig zusammen mit anderen Beeinträchtigungen vor, so dass ihre eigentlichen Auswirkungen schwer abschätzbar sind.

Bei toxischen Belastungen kann ein Auszählen der Organismen sowie eine detaillierte Analyse der Taxaliste hilfreich sein.

4.4.3 Belastung durch Schwebstoffe

Inerte Schwebstoffe natürlicher (Einzugsgebiet) oder anthropogener Herkunft (Abwässer aus Kieswerken, aus Stauraumentleerungen, Landwirtschaft...) verändern die Habitate, insbesondere lenitische Bereiche, indem die Sohle kolmatiert. Zudem haben Schwebstoffe direkte Auswirkungen auf empfindliche Organismen. Solche Beeinträchtigungen können analoge Auswirkungen wie gewisse Fliessgewässerverbauungen haben, da sie das vielfältige Mosaik der Habitate reduzieren. Solche Störungen haben sowohl quantitative (Verringerung der

²⁶ Verneaux, 1980: Fondements biologiques et écologiques de l'étude de la qualité des eaux continentales - Principales méthodes biologiques - In : la pollution des eaux continentales, Éd Gauthier - Villars

Individuenzahl eines Grossteils der Taxa) wie auch qualitative Auswirkungen (Verschwinden von faunistischen Gruppen). Es sind jedoch nicht immer die empfindlichsten Taxa, die am stärksten auf diese Art Belastung reagieren. Alles hängt vom betroffenen Habitattyp ab: So werden beispielsweise während einer Stauraumentleerung in einem Fliessgewässer mit grossem Gefälle hauptsächlich die lenitischen Habitate zerstört. In lotischen Habitaten kann in gewissen Fällen die rheophile Fauna erhalten bleiben, insbesondere Organismen von Indikatorgruppen mit hohen Werten.

4.4.4 Veränderungen des pH-Wertes

Zahlreiche Arbeiten haben aufgezeigt, dass es mit dem Sinken des pH-Wertes zu einer Reduktion der Invertebraten-Biozönose kommt (sowohl Abundanz wie auch Diversität). Die Ursachen sind noch kaum bekannt. Die Empfindlichkeit aquatischer Insekten gegenüber den Bedingungen in saurem Wasser variiert je nach Taxon, wobei drei unterschiedliche Reaktionen unterschieden werden können: 1) Extreme Empfindlichkeit von rheophilen Ephemeropteren (mit Ausnahme der Leptophlebiidae) sowie den Plecopteren Perloidea; 2) Grosse Empfindlichkeit gewisser Trichopteren (Hydropsychidae, Philopotamidae, Glossosomatidae) sowie der Coleopteren; 3) Toleranz der filipalpen Plecopteren, den Trichopteren Rhyacophilidae, Polycentropodidae und Limnephilidae, den Dipteren Chironomidae und Simuliidae. Somit gibt der Index gute Auskunft über diese Art der Gewässerbelastung, da gewisse, sehr empfindliche Indikatortaxa in saurem Wasser (pH < 6) verschwinden und gleichzeitig ein Rückgang der faunistischen Diversität verzeichnet wird. Die Auswirkungen von stark basischen pH-Werten sind hingegen kaum bekannt.

4.4.5 Thermische Belastungen

Die Auswirkungen thermischer Belastungen sind kaum bekannt, da diese v. a. grössere Fliessgewässer betreffen, die auch andere Belastungen erfahren und in denen Temperaturabweichungen abgepuffert werden. Es ist jedoch anzunehmen, dass der Index auf thermische Belastungen reagiert, da die empfindlichsten faunistischen Indikatorgruppen dieses Indexes in der Regel grössere Temperaturschwankungen schlecht ertragen (insbesondere Plecopteren). Gemäss Verneaux (1977)²⁷ bestimmt der thermische Faktor etwa zur Hälfte die biotypologische Struktur der Fliessgewässerökosysteme. Statistische Auswertungen vorhandener Daten zeigen, dass eine Erhöhung der mittleren Maximaltemperatur der 30 heisstesten Tage des Jahres um 1,8 °C einer Veränderung der Fliessgewässerregion um eine Stufe entspricht (vgl. Abb. 1). Somit bewirken Temperaturerhöhungen von lediglich einigen Graden eine Veränderung der Biozönose, was sich evtl. auch im Index widerspiegelt. Da dieser Index jedoch auf der Stufe der Familie basiert, wird die Reaktion des Index gegenüber solchen Belastungen abgeschwächt, insbesondere für nur geringe Temperaturabweichungen. Zudem reagieren in den Unterläufen vorkommende Taxa weniger stark auf Temperaturveränderungen, weshalb der Index dort wenig aussagekräftige Resultate bezüglich thermischer Belastungen liefern kann.

4.4.6 Veränderung des natürlichen Abflussregimes

Veränderungen der Fliessgeschwindigkeiten haben starke Auswirkungen auf die Wirbellosenfauna; dieser Parameter spielt eine entscheidende Rolle für die Verbreitung dieser Organismen. Wie Erfahrungen gezeigt haben, reagiert der Index relativ schlecht auf eine Abnahme des Abflusses, wenn alle anderen Lebensraumparameter (insbesondere Temperatur und Wasserqualität) dadurch nicht verändert werden, da auch in Restwasserstrecken meist schnell fliessende Bereiche vorhanden sind, in denen sich die ursprüngliche Fauna zurückziehen kann, insbesondere in Fliessgewässern mit grossem Gefälle. In langsam fliessenden Unterläufen fallen Veränderungen durch Abflussreduktion manchmal deutlicher aus (Beispiel Rhone, wo potamale rheophile Arten in den Restwasserstrecken stark abgenommen haben), da die Fliessgeschwindigkeiten auf der gesamten

²⁷ Verneaux 1977: Biotypologie de l'écosystème eau courante – Déterminisme approché de la structure biotypologique – C.R. Acad. Sci. Paris, t. 284, Série D: 77–79.

Gewässersohle reduziert sein können und die Abnahme der benetzten Breite zu einem Verschwinden spezieller Uferhabitate führen kann (verzweigte Seitenarme, Altarme ...).

Die Auswirkungen von Schwall-Sunk-Betrieb (rasches Ansteigen und Absinken des Wasserpegels in Folge des Betriebs von Wasserkraftwerken) sind noch wenig bekannt. Die Analyse der diesbezüglichen Untersuchungen zeigt auf, dass solche künstlichen Abflussschwankungen durch eine Verstärkung der Drift zu einer quantitativen und qualitativen Verarmung des Benthos führen, wobei gewisse Taxa stärker reagieren als andere. In Bereichen mit Schwall/Sunk ist die Fauna generell weniger artenreich (tieferer Indexwert) und weniger dicht als an unbeeinflussten Vergleichsstandorten. Häufig dominieren rheophile Taxa. Die Veränderung des Index hängt von verschiedenen Faktoren ab wie dem Ausmass der Abflussschwankungen, den Wiederbesiedlungsmöglichkeiten aus dliegenden Gebieten oder aus Zuflüssen und der Art der Habitate, die im Extremfall zu einem praktisch vollständigen Verschwinden des Benthos in den betroffenen Abschnitten führen.

Beim Vorhandensein von Beeinträchtigungen durch ein künstliches Abflussregime kann es nützlich sein, die faunistische Analyse für die 8 Habitaten des Standorts getrennt durchzuführen.

4.4.7 Wasserbaumassnahmen in Fliessgewässern

Jede Wasserbaumassnahme bewirkt Veränderungen der hydromorphologischen Gegebenheiten eines Gewässers (Fliessgeschwindigkeit, Wassertiefe, Substratzusammensetzung). Die dadurch entstehenden Auswirkungen sind sehr unterschiedlich und hängen von der Massnahme sowie den betroffenen Fliessgewässern ab: Die faunistische Diversität weist in der Regel eine hohe Korrelation mit der Art der Habitate auf, weshalb der Index signifikant auf solche Beeinträchtigungen reagieren kann. So führen Begradigungen oder starke Ausbaggerungen gewöhnlich zu einer Abnahme der faunistischen Diversität, während das Schaffen von kleinen Schwellen und Buhnen, eine Lockerung des Substrates (Dekolmation) oder ein angepasster Unterhalt der Ufervegetation und der Wasserpflanzen meist eine Zunahme der Artenvielfalt bewirken, da dadurch neue Habitate geschaffen werden. Die Veränderung des Index ist jedoch nicht immer sehr deutlich, da die Indikatororganismen durch solche Massnahmen nicht zwingend beeinflusst werden. Die Auswirkungen von Aufwertungs- und Revitalisierungsmassnahmen in Fliessgewässern auf das Makrozoobenthos sind von verschiedenen anderen Faktoren abhängig, z.B. der Wasserqualität, dem Abfluss oder der Vernetzung des Standortes mit naturnahen Gewässerstrecken, von denen eine Wiederbesiedlung ausgehen kann. Diese sind bei der Interpretation des IBCH an einer solchen Stelle zu berücksichtigen. Für die Erfolgskontrolle von Revitalisierungen sei auf entsprechende Literatur verwiesen²⁸.

5 Künftige Weiterentwicklungen und Perspektiven

Um langfristig vergleichbare Ergebnisse und Beurteilungen für die gesamte Schweiz zu erhalten, müssen die Erhebungen mit hoher und gleichbleibender Qualität durchgeführt werden und müssen reproduzierbare Resultate liefern. Um diese Ziele zu erreichen, müssen die folgenden Massnahmen vorgesehen werden:

- Es wird ein Feldprotokoll zur Verfügung gestellt. Darin sind alle Abläufe und Angaben für eine präzise und standardisierte Probenahme enthalten (herunterzuladen unter: http://www.modul-stufen-konzept.ch/fg/module/mzb/index).
- Es wird ein Laborprotokoll zur Verfügung gestellt, mit dem die Resultate erfasst und in die Datenbank MIDAT übertragen werden können. Automatische Berechnung des Qualitätsindexes IBCH anhand der Taxaliste (herunterzuladen unter: http://www.modul-stufen-konzept.ch/fg/module/mzb/index).
- Zentrale Sammlung aller Daten des Bundes und der Kantone in einer Datenbank (MIDAT), welche registrierten Benutzern offensteht. Entwicklung einer Qualitätskontrolle der abgelieferten IBCH-Daten.
- Auswertung der auf nationaler Ebene in der Datenbank MIDAT archivierten Taxalisten, um den IBCH_2019 an die Veränderungen des Makrozoobenthos anzupassen (Ausbreitung der Neozoen, Veränderungen aufgrund des Klimawandels) und zusätzliche Indizes zu entwickeln.
- Regelmässige Organisation von Kursen zur Fortbildung und zum gegenseitigen Abgleich (Weiterbildung).
- Auswertung von Benthosproben, die im Rahmen von Überwachungsprogrammen mit der Methode IBCH erhoben wurden. Dies würde es erlauben, das für die Berechnung des Indexes verwendete Material zu einem späteren Zeitpunkt detaillierter auszuwerten und dadurch den Wissensstand über die Wirbellosenfauna zu erweitern sowie die Entwicklung gefährdeter Arten in Zusammenarbeit mit Projekten der Re-Aktualisierung von Roten Listen zu verfolgen.
- Entwicklung von vergleichbaren Methoden, die in grossen Fliessgewässern und in Quellbereichen angewandt werden können.

Anhang

A1 Feldprotokolle

A1-1 Protokoll MSK «Ökomorphologie" und "Äusserer Aspekt»

IBCH F	eld-Protokollblatt-	Konfdaten	ID:
	9881 98		1
Gewässer:	Datum :	Startpunkt (X/Y) :	
Ortsname : ÖKOMORPHOLOGIE (Nähe Startpunkt)	Höhe : ÄUSSERER ASPEKT	FeldbearbeiterIn (leg) :	Zutreffendes ankreuzen ⊠
OROMORPHOLOGIE (Walle Statebulkty			
mittlere Sohlenbreite Angaben in [m]	Schlamm kein wenig/mittel	natürlich starker anthropogen Abwassere	Bemerkungen Laubfall Gülle inleitung Drainage
Eindolung ja nein	viel	unbekannt	4 Anders 🗆
viele natürliche Abstürze ja nein	Präse Trübung keine	natürlich Abwassere	Semerkungen inleitung Moorausfluss
Variabilität der ausgeprägt	leicht/mittel	=	Baustelle Seeausfluss
Wasserspiegelbreite eingeschränkt keine keine	stark	unbekannt Wasserk Uferro	raftwerk Gletscher Bergbach
Variabilität der Wassertiefe ausgeprägt eingeschränkt keine keine	Präss Verfärbung keine leicht/mittel stark	natürlich Fart	Bemerkungen ve gelöst Baustelle artikulär Moorausfluss Seeausfluss Seeausfluss Andere
Sohlenverbauung keine	Präse Schaum kein	natürlich starker	Bemerkungen Laubfall Drainage
vereinzelt <10% mässig 10-30% mässig 10-30%	wenig/mittel viel	anthropogen Abwassere unbekannt	Gülle Seeausfluss
grössere 30-60% Uberwiegend >60%	Präse		Andere Ranunculus Bemerkungen
vollständig 100%	Geruch kein	natürlich Abwassere	
Material der Steinschüttung Rauhbett	leicht/mittel		chmittel faulig
Sohlenverbauung andere (dicht)	stark	unbekannt	< Andere
Totholz im Bachbett Ansammlungen Lerstreut kein_vereinzelt	Prass Eisensulfid kein 0% mittel <25% viel >25%		Bemerkungen Laubfall Gülle inleitung Drainage
Verbauung des links rechts	Präse	enz Ursache	Bemerkungen
Böschungsfusses keine vereinzelt <10% mässig 10-30%	Kolmation keine leicht/mittel stark	natürlich anthropogen unbekannt	
grössere 30-60%	Feststoffe* keine	andere Abfälle	Bemerkungen keine Hygieneartikel
vollständig 100%	vereinzelte	ve	reinzelte WC-Papier
	viele * (aus Siedlungsentwässerun	g)	viele Kehrichtsäcke Verpackungen < Andere
Durchlässigkeit des Verbauungsmaterials durchlässig undurchlässig	Heterotroph. Präss Bewuchs kein vereinzelt wenig mittel	enz Ursache natürlich anthropogen unbekannt	Bemerkungen Gülle Drainage starker Laubfall Abwassereinleitung
Breite Uferbereich links rechts	viel	j	,
Angabe in [m]	-		< Andere
Beschaffenheit links rechts Uferbereich gewässergerecht gewässerfremd künstlich	М	keine / wenig <10% gen oose akrophyten	mittel viel >50%
Zusätzliche Bemerkungen (BDM-EPT & NAWA)		Ephem	eroptera
Verschiebung der Aufnahmefläche Grund :			ecoptera
Abbruch Grund:		Tri	choptera

IBCH : Aufnahmeraster						ID:		A1-
Gewässer:			Datum :		Startpunkt unten (X/Y) :			2 Au
Ortname :			Höhe :		FeldbearbeiterIn (leg):			fnal
Fliessgeschwindigkeit (Klassen in ~ cm/s)	~ cm/s)	V > 150	150 > V > 75	75 > V > 25	25 > V > 5	V < 5		hm
	*	2	4	5	3	1	Bemerkungen	er
Substrate Deckungsgrad ←	20							as
mobile Blöcke > 250 mm	10							ter IB
Moose (Bryophyten)	б							CH
untergetauchte Samenpflanzen (Hydrophyten)	ω							***************************************
grobes organisches Material	1							
(Laub, Holz, Wurzeln)	_							
grössere mineralische Sedimente (Steine, Kreselsteine) 250 mm > Ø > 25 mm	9							
Kies 25 mm > Ø > 2,5 mm	υ.							
Amphibische Samenpflanzen (Helophyten)	4							
feine Sedimente +/- organisch "Schlamm" Ø < 0.1 mm Randpfützen	ю							August
Sand und Schluff	c							
Ø < 2,5 mm	7							
Natürliche und künstliche Oberflächen (Fels, Steinplatten, Boden, Wand) Block > Ø 250 mm	-							
Algen oder (falls fehlend) Mergel und Ton	0							
AO/ps_ver_20140219	Deckung	A Substrate nach abnehmender Bewohnbarkeit von 10 (sehr gut) bis 0 (minimal) geordnet Deckungsgrad : (1) wenig (1-5%) / (2) mittel (6-10%) / (3) häufig (11-50%) / (4) sehr häufig (>50%)	ohnbarkeit von 10 (sehr gut) bis 0 el (6-10%) / (3) häufig (11-50%) / I	(minimal) geordnet (4) sehr häufig (>50%)	V*Fliessgeschwindigkeit, S**Substrate dor	ostrate dominantes Substrat :		
		Gewässerabsch	Gewässerabschnitt / mittlere Breite [m] :_		x 10 = Länge	x 10 = Länge Gewässerabschnitt [m] :		

Elektronisch verfügbar unter www.modul-stufen-konzept.ch

IBCH : AUFNAHMERASTER

Prinzip: Für das Ausfüllen des Probenrasters IBCH werden 8 (8+4)* Stellen für das Combinationen von Substrat und Fliessgeschwindigkeit, welche im untersuchten Kicknetz-sampling ausgesucht und in die Kästchen eingetragen. Es sind die Probennahme-Abschnitt gefunden werden.

- Das Netz wird unmittelbar (in Fliessrichtung) unterhalb der beprobten Fläche aufgestellt (25x25cm) die benthische Fauna aufgefangen, welche durch Fussbewegungen auf der Das Aufwühlen der Sohle dauert maximal 30 Sekunden (beachten Sie die weiter unten seprobt werden, muss immer auch das darunterliegende Sediment der Probenstelle Wenn grössere organische oder anorganische Elemente (z.B. Holz, grosse Steine) Methode: mit der Kicksampling-Methode (KSM) wird mit einem genormten Netz angegebenen methodischen Anpassungen je nach untersuchtem Substrattyp). Gewässersohle (auf einer Quadratfuss Fläche) aufgewirbelt wird. peprobt werden r)
- Untersuchter Abschnitt: die Länge des untersuchten Abschnittes entspricht der benetzten Gewässerbreite x 10. Dieses Vorgehen erlaubt, die untersuchte Gesamtfläche grob zu berechnen und die prozentualen Anteile der Substrattypen abzuschätzen က်
- Ausfüllen des Protokolls: Die Koordinaten XY (CH-1903) der Stelle geben das untere Angaben ganz oben im Protokoll sind obligatorisch und diejenigen am unteren Ende Die Ende des untersuchten Abschnittes an, und zwar in der Mitte des Gewässers. richten sich nach den kantonalen Vorgaben 4

Festlegung der Probenflächen: um die 8 (8+4)* Probenstellen im Raster des Protokolls einzutragen, müssen folgende Prioritäten beachtet werden

ERLÄUTERUNG

- => die Kolonne der prozentualen Anteile der Sohlensubstrate ausfüllen. Beachten Sie dazu die unten angegebene optische Hilfe für die Flächenschätzung:
- wählen Sie Kombinationen von Substrat-Fliessgeschwindigkeit aus, beginnend mit dem Fliessgeschwindigkeit. Dann fahren Sie in diesem Sinne weiter (das nächst-günstige am besten besiedelbaren Substrat mit der für die Besiedlung günstigsten etc.) bis alle Substrate ausgeschöpft sind. ٨

A1-3 Aufnahmeraster IBCH (Erläuterung)

- Die Eignung der Substrate und Fliessgeschwindigkeiten sind in den Kolonnen S=Substrat (0 minimal bis 10 sehr gut) und V=Geschwindigkeit (1 minimal bis 5 sehr gut) angegeben ٨
- => Wenn weniger als 8 Substrattypen zu finden sind, wiederholt man die Auswahl mit dem günstigeren Kombinationen zuerst gewählt werden; also immer in der Reihenfolge der besten Substrat, aber mit einer anderen Fliessgeschwindigkeit, wobei wieder die abnehmenden Bewohnbarkeit der Substrate vorgehen
- bei jeder Probeflächen-Wahl soll die laufende Nummer der Probe (1 bis 8, 9 bis 12) ins entsprechende Feld des Rasters eingetragen werden, evtl. mit Angabe des Substrattyps Die Anzahl Proben wird dann um 4 (9 bis 12) erhöht, wenn es sich um ein reich strukturiertes Gewässer handelt, z.B. ein Fliessgewässer in einer Aue. *NB:

auszureissen, Stengel der Helophyten abreiben, MZB mit Kämmen und Schütteln der Pflanzen im Netz, ohne sie Netz auffangen. Darunterliegendes Substrat mit KSM Samenpflanzen, untergetaucht Hydrophyten) und amphibisch

peproben.

delophyten)

Seitlich den Stein anheben, ihn mit den Händen abreiben

und mit dem Netz das abdriftende MZB auffangen.

Mobile Blöcke

-250 mm

Methodische Anpassungen bezüglich der Substrat-Fliessgeschwindigkeit Kombinationen:

Festsitzende Fauna absammeln. Das unter dem Stein

befindliche Substrat mit der KSM bearbeiten.

auffangen. Bei geringer/fehlender Strömung mit Hin-undher-Bewegungen des Netzes Tiere auffangen. Netz im Wasser bewegen, um Feinsedimente auszuspülen. Sediment aufwühlen und Suspension mit Netz

Netzbewegungen auffangen (diese Methode funktioniert auffangen. Bei geringer/fehlender Strömung Tiere mit Mit Stiefel Sediment aufwühlen und Wolke mit Netz generell bei geringer/fehlender Strömung)

Sand, Schluff (Feinsedimente)

jeweils Tiere mit Netz auffangen). Nachher gröbste Teile

obes organisches Material Laub, Holz, Wurzeln)

Die groben Teile abreiben, Wurzeln ausschütteln (und

aus dem Netz entfernen, evtl. vorher im Netz abreiben.

Darunterliegendes Substrat mit KSM beproben.

Grosse Steine vor der Netzöffnung umdrehen und wenn nötig festsitzendes MZB abreiben. Die Fläche weiter mit KSM beproben.

5cm2 Moose abreissen und sie ins Netz befördern. Evtl.

darunterliegendes Substrat mit KSM beproben

sie auszureissen (Tiere mit Netz auffangen). Maximal

Moose mit der Hand durchkämmen und schütteln ohne

2 < 2,5 mm

Schlamm" Ø < 0.1 mm

fernahe Pfütze

organischem Anteil einsedimente mit

Oberfläche mit Stiefel oder Händen abreiben, Tiere mit Vetz auffangen. Festsitzende Fauna absammeln.

Beton)

Fels, Platten, Pflaster,

schlecht bewohnbarte /auer > Ø 250 mm

Algen oder Mergel, Ton

Sedimentwolke mit dem Netz auffangen (brauchbare

Technik für alle Feinsedimente)

25 mm > Ø > 2,5 mm

Optische Hilfen zur Bestimmung der Substratdeckung (nach Northcote 1979):

Fusses das Feinsediment bewegen und die

Mit rotierenden, vorsichtigen Grabbewegungen des

250 mm > Ø > 25 mm

nente (Steine,

Substrate

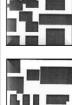
tliche und natürliche

Algen und darunterliegendes Sediment mit dem Fuss beproben. Die Methode soll dem Substrattyp angepasst sein (wie weiter oben beschrieben).

%09















--

.

ı

:











30%

20%

15%

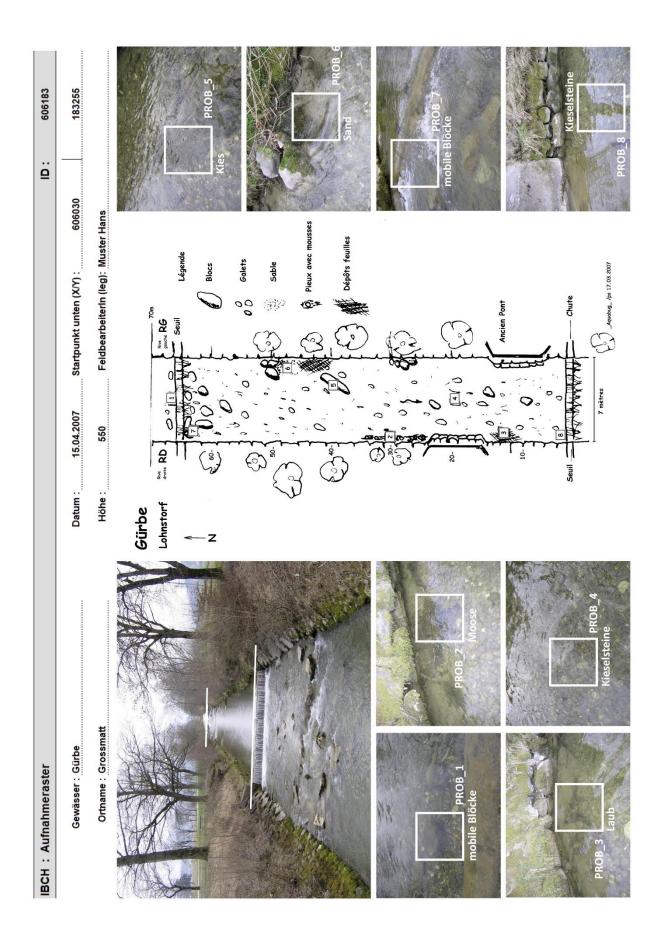
10%

2%



A2 Beispiele

IBCH: Aufnahmeraster	7					ID-Nummer :	606183
Gewässer:			GÜRBE	Datum :	15.04.2007	Startpunkt unten (X/Y) :	606030 / 183255
Ortname Aufnahmefläche :			Grossmatt	Höhe:	550 m	BearbeiterIn :	Hans Muster
Fliessgeschwindigkeit (Klassen in ~ cm/s)	ssen in	~ cm/s)	V > 150	150 > V > 75	75 > V > 25	25 > V > 5	V < 5
Substrate Deckingsgrad U	Bewohnbarkeit	* *	2	4	S	8	-
cke	2	9 9		PROB 7	PROB 1		
> 250 mm							
Moose (Bryophyten)	Ξ	ი				PROB 2	
untergetauchte Samenpflanzen (Hydrophyten)		80					
grobes organisches Material	5	,					c aCaa
(Laub, Holz, Wurzeln)	Ξ						Laub
grössere mineralische Sedimente (Steine, Kieselsteine) 250 mm > Ø > 25 mm	<u>4</u>	9		PROB 8 Kieselsteine	PROB 4 Kieselsteine		
Kies 25 mm > Ø > 2,5 mm	(3)	5			PROB 5		
					Kles		
Amphibische Samenpflanzen tiefer Strate		4					
feine Sedimente +/- organisch "Schlamm" Ø < 0.1 mm Randpfützen		е					
Sand und Schluff	5	,					y aCad
Ø < 2,5 mm	Ē	N					Sand
Natürliche und künstliche Oberflächen (Fels, Steinplatten, Boden, Wand) Block > Ø 250 mm		-					
Algen oder (falls fehlend) Mergel und Ton		0					
		4	Substrate nach zunehmender Bewohnbarkeit von 10 bis 0 geordnet	nbarkeit von 10 bis 0 geordnet		V*Fliessg	V*Fliessgeschwindigkeit, S**Substrate
	\leftarrow	Deckun	Deckungsgrad: (1) wenig (<5%) / (2) mittel (5-10%) / (3) häufig (10-50%) / (4) sehr häufig (>50%)	(5-10%) / (3) häufig (10-50%) / (4)	sehr häufig (>50%)	dominantes Substrat:	Kieselsteine



dominantes Substrat: Steine/Kieselsteine

IBCH: Aufnahmeraster						ID-Nummer :	559204
Gewässer:			Seyon	Datum :	01.10.2008	Startpunkt unten (X/Y):	559'814 / 204'425
Ortname Aufnahmefläche:			Gor	Höhe:	480	BearbeiterIn:	Hans Muster
Fliessgeschwindigkeit (Klassen in ~ cm/s)	sen in	~ cm/s)	^	150 > V > 75	75 > V > 25	25 > V > 5	V < 5
Substrate Deckungsgrad ↓	barkeit	* *s	2	4	5	3	-
mobile Blöcke > 250 mm		10					
Moose (Bryophyten)		თ					
untergetauchte Samenpflanzen (Hydrophyten)		ω					
grobes organisches Material (Laub, Holz, Wurzeln)	£	7					1 Laub
grössere mineralische Sedimente (Steine, Kieselsteine) 250 mm > Ø > 25 mm	(3)	9		7 Steine/Kieselsteine	2 Steine/Kieselsteine		
Kies 25 mm > Ø > 2,5 mm	(2)	2		8 Kies	3 Kies		
Amphibische Samenpflanzen tiefer Strate		4					
feine Sedimente +/- organisch "Schlamm" Ø < 0.1 mm Randpfützen		ю					
Sand und Schluff Ø < 2,5 mm	(2)	2					4 Sand
Natürliche und künstliche Oberflächen (Fels, Steinplatten, Boden, Wand) Block > Ø 250 mm	(1)	-			5 Fels		
Algen oder (falls fehlend) Mergel und Ton	(3)	0				6 Algen	
]	Substrate nach zunehmender B	Substrate nach zunehmender Bewohnbarkeit von 10 bis 0 geordnet		V*Fliessç	V*Fliessgeschwindigkeit, S**Substrate

Substrate nach zunehmender Bewohnbarkeit von 10 bis 0 geordnet
 Deckungsgrad : (1) wenig (<5%) / (2) mittel (5-10%) / (3) häufig (10-50%) / (4) sehr häufig (>50%)

IBCH: Aufnahmeraster							: <u>□</u>	559204
Gewässer: Seyon		Datum : 01.10.2008	01.10.2008	Startpun	Startpunkt unten (X/Y) :	559814		204425
Ortname : Gor		Höhe:	480	Feldbe	FeldbearbeiterIn (leg): Muster Hans	Muster Hans		
		Fliessgeschwindigkeit (Klassen in ~ cm/s)		V > 150	150 > V > 75	75 > V > 25	25 × V > 5	V<5
		Bewohnbarke Substrate Deckunosorad ←		2	4	5	3	*
		a A						
	PROB 1	Moose (Bryophyten)	o.					
	qnel	untergetauchte Samenpflanzen (Hydrophyten)	60					
		ē	7 (1)					1 Laub
		grössere mineralische Sedimente (Steine, Klæelsteine)	(3)	S	7 Steine/Kieselsteine	2 Steine/Kieselsteine		
			(2)		8 Kies	3 Kies		
		Amphibis che Samenpflanzen tiefer Strate	4					
		feine Sedimente +/- organisch "Schlamm" Ø < 0.1 mm Randpfutzen	n					
			(2) 2					4 Sand
		Naturitiche und künstliche Oberflächen (Fels, Steinplatten, Boden, Wand) Block > Ø 250 mm	- 1			5 Fels		
PROB_2	PROB_3 Kies		0 (5)				6 Algen	
allasc			↑ Substrate nach zur ↑ Deckungsgrad : (1) wenig	nehmender Bewohnba (<5%) / (2) mittel (5-10	A. Substrate next zunehmender Bewohnbarkeit von 10 bis Daoodnest Deokungsgrad : (1) wenig (<5%) // 2) mittel (5-10%) // 3) häufs (10-50%) // 4) gehr häufs (>50%)) sehr häufg (>50%)	V*V dominantes Substra	V*Plesgeschwindigkeit, S**Substrate dominantes Substrat: SteinelKieselsteine
		PROB	ů,				PRC	38 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8
PROB_4 Sand	PROB 5 Fels	Algen			PROB_7 Kieselst	sisteine		S S S S S S S S S S S S S S S S S S S

le: (lassen in ~ cm/s) chnbarkeit V* grad ↓ S** (en 8	Chiene (Gamchibach) Gamchi V > 150 2	Höhe: 150 > V > 75	16.06.2007 1640 75 > V > 25	Startpunkt unten (X/Y): BearbeiterIn:	626'585 / 153'360 Hans Muster
Ortname Aufnahmefläche: Fliessgeschwindigkeit (Klassen in ~ cm/s) Bewohnbarkeit V* Substrate Deckungsgrad ↓ S** mobile Blöcke 10 > 250 mm 9 Moose (Bryophyten) 9 untergetauchte Samenpflanzen (Hydrophyten) 8	Gamchi	Höhe: 150 > V > 75	1640 75 > V > 25	BearbeiterIn:	Hans Muster
Fliessgeschwindigkeit (Klassen in ~ cm/s) Bewohnbarkeit V* Substrate Deckungsgrad ✓ S** mobile Blöcke > 250 mm Moose (Bryophyten) 9 untergetauchte Samenpflanzen 8	V > 150 2 2	150 > V > 75 4	75 > V > 25) DE : 11 - E	
Darkeit d ←	2	4		25 > 7 > 5	V < 5
			2	3	-
(1) 7 (Laub, Holz, Wurzeln)			1 Wurzeln		5 Wurzeln
grössere mineralische Sedimente (Steine, Kieselsteine) 250 mm > Ø > 25 mm		6 Kieselsteine	2 Kieselsteine	8 Kieselsteine	
Kies 25 mm > Ø > 2,5 mm		7 Kies	3 Kies		
Amphibische Samenpflanzen 4 tiefer Strate					
feine Sedimente +/- organisch "Schlamm" Ø < 0.1 mm Randpfützen					
Sand und Schluff (1) 2 Ø < 2,5 mm				4 Schluff	
Natūrliche und künstliche Oberflächen (Fels, Steinplatten, Boden, Wand) Block > Ø 250 mm					
Algen oder (falls fehlend) Mergel und Ton					

IBCH: Aufnahmeraster					_	:: Q	626163
Gewässer: Chiene (Gamchibach)	Datum:	16.06.2007	Startpunkt unten (X/Y) :		626585		163360
Ortname : Gamchi	Höhe:	1640	FeldbearbeiterIn (leg): Muster Hans	(leg): Muster H	lans		
	Fliessgeschwindigkeit (Klass		V > 150	75>V>25	.25	25> V > 5	V<5
						6	1
	Substrate Deckungsgrad ↓	*S →P	2 2	(8 × 1			
	mobile Blödke > 250 mm	01					
	Moose (Bryophylen)	o					
	untergetauchte Samenpflanzen (Hydrophyten)	60					
	grobes organisches Material (Laub, Holz, Wurzeln)	7 (1)		1 Wurzeln	Ę		5 Wurzeln
	grössere mineralische Sedimente (Steine, Kræelsteine)	0 (4)	6 Kieselsteine	2 Kieselsteine		8 Kieselsteine	
Wurzelne	Kies 25 mm > Ø > 2,5 mm	(3)	7 Kies	3 Kies			
	Amphibis che Samenpflanzen tiefer Strate	4					
	feine Sedimente +/- organisch "Schlamm" Ø < 0.1 mm Randpfützen	m					
	Sand und Schluff Ø < 2,5 mm	(1) 2				4 Schluff	
	Naturilidhe und künstliche Oberflächen (Fels, Steinplatten, Boden, Wand) Block > Ø 250 mm	-					
PROB_2 PROB_3 Kieselsteine	Algen oder (falls fehlend) Mergel und Ton	0					
Kies		Substrate nach z Deckungsgrad : (1) weni	Substrate nach zunehmender Bewöhnbarkeit von 10 bis Opeodne) Dedungsgrad - (1) wenig (<5%) / (2) matel (5-10%) / (3) häufig (10-50%) / (4) sehr häufig (>50%)	geordnet 0-50%) / (4) sehr häufg (>50	(%)	V*Files dominantes Substrat	V*Fliessgeschwindigkeit, S**Substrate bstrat: Kieselsteine
					15.42	V	
PROB 5 Wurzeln	Kieselsteine	ROB_6	PREL_7 Kies		PREL_8	8 Kieselsteine	eine

Abbildung 7
Kicknetz-Erhebung «Mobile Blöcke/Steine» Anheben eines Steins

a) und b) Abreiben und Auffangen des abdriftenden Materials mit dem Netz. c) Bearbeiten des darunter liegenden Materials mit dem Fuss.



Abbildung 8
Reinigen und mehrmaliges Dekantieren.
Das Material in Suspension wird aufbewahrt.



Abbildung 9
Entfernen grosser Larven und Endkontrolle des mineralischen Materials





A3 Klassifizierung der Substrate

Illustration der Substrate

Abbildung 10 Mobile Blöcke Blöcke, Felsen > 25 cm



Abbildung 12 Bryophyten Moose



Abbildung 11 Mobile Blöcke Grosse Steine > 25 cm



Abbildung 13 Untergetauchte Samenpflanzen Wasserpflanzen generell



Abbildung 14
Grobes organisches Material
Falllaub



Abbildung 16
Grössere mineralische Sedimente
Steine 6–20 cm, evtl mit Feinkies und Sand



Abbildung 15 Grobes organisches Material Totholz



Abbildung 17 Grössere mineralische Sedimente Grobkies 2,5–6 cm, evtl mit Feinkies und Sand



Abbildung 18
Kies
Mittel- bis Feinkies 0,25–2,5 cm



Abbildung 19
Amphibische Samenpflanzen (Helophyten)



Abbildung 20 Feinsedimente +/- organisch Feinsedimente <0,1 mm



Abbildung 21 Sand und Schluff Sand < 25 mm



Abbildung 22 Natürliche und künstliche Oberflächen



Abbildung 23
Algen
Filamentöse Algen



Tabelle 9
Substratliste mit abnehmender Bewohnbarkeit

Substrats	Bewohnbarkeitsgrad* (10: sehr gut, 0: minimal)
Mobile Blöcke > 250 mm	10
Moose	9
Untergetauchte Samenpflanzen (Hydrophyten)	8
Grobes organisches Material (Laub, Holz, Wurzeln)	7
Grössere mineralische Sedimente (Steine, Kieselsteine) 250 mm > Ø > 25 mm	6
Kies 25 mm > Ø > 2,5 mm	5
Amphibische Samenpflanzen (Sumpfpflanzen)	4
Feinsedimente +/- organisch, «Schlamm» \emptyset < 0,1 mm Benetzter Randbereich	3
Sand und Schluff Ø < 2,5 mm	2
Natürliche und künstliche Oberflächen (Fels, Pflaster, Wand, Hartverbau)	1
Algen oder bei deren Fehlen Mergel und Ton	0

^{*} Der Bewohnbarkeitsgrad eines Substrats hängt einerseits von seinen Eigenschaften, andererseits aber auch von seiner Stabilität ab. In Abhängigkeit seiner Art, Granulometrie und den Abflusscharakteristiken kann die Beweglichkeit des Substrats null (anstehender Fels), gering (Bryophyten, Felsblöcke/Steine bei geringem Abfluss), mittel (Grobkies) oder stark (z.B. Sand) sein. Bei den Probenahmen für den IBCH wird diese Bewohnbarkeit berücksichtigt, indem die bio- gensten Substrate prioritär beprobt werden. Daraus geht ein Qualitätsindex hervor, der das biogene Potential eines Fliessgewässers widerspiegelt.

A4 Laborprotokoll

IBCH		Labor-P	rotokol	lblatt	II	D :	
Gewässer:			Datum:		Startpunkt (X	(/Y):	
Orts name :			Höhe:		Bestimme	erin :	
TAXALISTE					IBCH-Q-Reg		V :
PORIFERA			I	Heteroptera			
CNIDARIA BRYOZOA		C. sowerbii*		A phelocheiridae Corixidae			
				Gerridae			
PLATYHELMINTHES Dendrocoelidae		1		Hebridae Hydrometridae			
Dugesiidae		D. tigrina*		M esoveliidae			
Planariidae "NEMATHELMINTHES"				Naucoridae Nepidae			
				Notonectidae			
ANNELIDA Hirudinea				Pleidae Veliidae			
Erpobdellidae				Megaloptera			
Glossiphoniidae Hirudidae (Tachet)				Sialidae Neuroptera			
Piscicolidae				Osmylidae			
Oligochaeta		1		Sisyridae Coleoptera			
		Polychaeta*		Curculionidae			
MOLLUSCA Gastropoda				Chrysomelidae Dryopidae			
Acroloxidae				Dytiscidae			
Ancylidae (Tachet) Bithyniidae				Elmidae Gyrinidae			
Ferrissiidae (Tachet)				Haliplidae			
Hydrobiidae Lymnaeidae		P. antipodarum*		Helophoridae (Tachet) Hydraenidae			
Neritidae				Hydrochidae (Tachet)			
Physidae Planorbidae		H. acuta*		Hydrophilidae Hydroscaphidae			
V alvatidae				Hygrobiidae			
Viviparidae Bivalvia				Noteridae Psephenidae			
Corbiculidae*				Scirtidae			
Dreissenidae* Sphaeriidae				Spercheidae (Tachet)			
Unionidae				Hymenoptera T-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1			
ARTHROPODA				Trichoptera Apataniidae			
Arachnida (InfCl.) Acari		ī		Beraeidae			
Hydracarina Crustacea				Brachycentridae Ecnomidae			
Branchiopoda		Crangonyctidae*		Glossosomatidae Goeridae			
Amphipoda Corophiidae*		Crangonycudae*		Helicopsychidae			
Gammaridae Niphargidae		Dikerogammarus sp.*		Hydropsychidae Hydroptilidae			
Isopoda				Lepidostomatidae			
A sellidae Janiridae*				Leptoceridae Limnephilidae			
Mysida				M olannidae			
Mysidae* Decapoda				O dontoc eridae P hilopotamidae			
Astacidae				Phryganeidae			
Cambaridae* Insecta				Polycentropodidae Psychomyiidae			
Ephemeroptera		-		Ptilocolepidae			
A meletidae Baetidae				Rhyacophilidae Sericostomatidae			
Caenidae							
Ephemerellidae Ephemeridae				Lepidoptera Diptera			
Heptageniidae				Anthomylidae/Muscidae			
Leptophlebiidae Oligoneuriidae				Athericidae Blephariceridae			
Polymitarcyidae				Ceratopogonidae			
Potamanthidae Siphlonuridae				Chaoboridae Chironomidae			
Odonata		1		Culicidae			
A eshnidae Calopterygidae				Cylindrotomidae Dixidae			
Coenagrionidae Cordulegastridae				Dolichopodidae Empididae			
Corduliidae				Ephydridae			
Gomphidae Lestidae				Limoniidae/Pediciidae Psychodidae			
Libellulidae				Ptychopteridae			
Platycnemididae Plecoptera				Rhagionidae Scathophagidae			
Capniidae				Sciomyzidae			
Chloroperlidae Leuctridae				Simuliidae Stratiomyidae			
Nemouridae				Syrphidae			
Perlidae Perlodidae				Tabanidae Thaumaleidae			
Taeniopterygidae				Tipulidae			
weitere Neozoa				weitere Neozoa			
Ergebnisse IBCH		Σ EPT :	0	Σ Taxa n _{beobacktet} :	0	Werte VT	
Feldbearbeiterin (leg) änd	lern falls anders	Σ Neozoa* : Σ A bundanzen :	0	Taxan _{kontgent} : Zeigergruppe GI(max.):	0	0 bis 1 GI IBCH_2019	
 AΩ.þs_ver_20191106		Z Abundarzen .	0	SPEAR_2018 :	U	IBCH_2019_R	

A5 Ausrüstung und Material

Tabelle 10

Liste Feldmaterial

Ausrüstung bezüglich Sicherheit	 Stiefel/Fischerstiefel/Watstiefel (je nach Wassertiefe); Selbstaufblasende Schwimmweste; Handy; Zeitplan (bei einem Dritten hinterlassen); Desinfektionsmittel (z.B. Chlor-Brausetabletten, Kalium-Peroxomonosulphat, Javelwasser, virkon®).
Vermessung und Probenahme	 GPS; Messband 50 m; Strömungsmessgerät; digitaler Fotoapparat; Schreibunterlage, Papier und weicher Bleistift HB bis 2B;
Dokumente	 Karte des Standorts 1: 25 000; Feldprotokolle 2x (Anhang A1: A1.0, A1.1 & A1.2); standardisierte Etiketten, Laserdruck (s. Kap. 3.3.6).
Probenahme	 Kicknetz, normiert 25x25 cm (Rahmen 25x25cm, Netz mit Maschenweite von 500 µm und Länge von 50 cm, z.B. Bioform Art. A56a); Normiertes Netzsieb 500 µm; Ethanol 95% (Kanister 5 Liter) und Ethanol 85% (im Voraus gefüllte Röhrchen 40 & 50 ml); Rostfreie Entomologische Federstahlpinzette (z.B. Bioform Art. B31b); Taschen- oder Augenlupe; Laborbecken (240x300mm Semadeni Art.3616); Röhrchen (PS 40 ml Semadeni Art. 2277 & PS 50 ml Semadeni Art.2278); Pulvertrichter (Semadeni Art.211); Viereckeimer mit hermetisch abschliessbarem Deckel (PE-HD 270x200x150mm Semadeni Art. 2073); Spritzflasche (PE-LD 250 ml Semadeni Art.16).

Tabelle 11 Liste Labormaterial

Optische Ausrüstung	 Stereomikroskop 40x; Glasfaser-Halogenbeleuchtung 100 W; Petrischalen aus Glas, Durchmesser 10 cm.
Dokumente	 Laborprotokoll (Anhang A4); Standardisierte Etiketten, Laserdruck (s. Kap 3.3.6).
Labor	 Entomologische, rostfreie Federstahlpinzette (z.B. Bioform Art. B31b); Normiertes Netzsieb 500 μm; Ethanol 85%; Röhrchen (PS 40 ml Semadeni Art.2277 & PS 50 ml Semadeni Art.2278); Pulvertrichter (Semadeni art.211); Spritzflasche (PE-LD 250ml Semadeni Art.16).

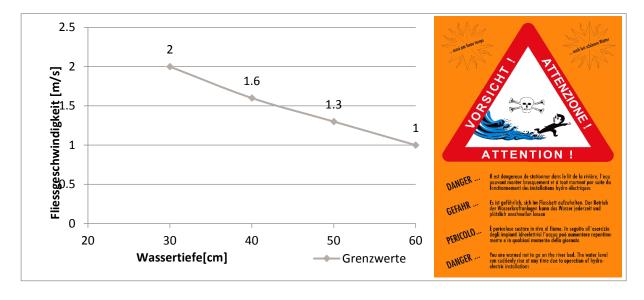
A6 Sicherheitshinweise

Folgende 5 Sicherheitshinweise sind bei der Probenahme von Benthos zu beachten

- 1. Sicherheit bei Zugang und Probenahme: Der Standort muss zugänglich sein (keine Steilufer); der gesamte Bereich muss gefahrlos mit Fischer-/Watstiefeln begangen werden können. Folgende Situationen sind riskant: 1. Grosse Abflüsse und Fliessgeschwindigkeiten, 2. zu grosse Wassertiefen, 3. steiles Gefälle, 4. unzugängliche Ufer. Bei solchen Situationen muss der Bearbeiter eine persönliche Einschätzung der Lage machen und im Zweifelsfall auf die Probenahme verzichten. In riskanten Fliessgewässern sollte eine selbstaufblasende Schwimmweste getragen werden und eine Begleitperson anwesend sein.
- 2. Von einem Wasserkraftwerk genutzter Abschnitt: Vor dem Betreten des Gewässers muss Kontakt mit dem Betreiber aufgenommen und über Datum und Zeit der Probenahme orientiert werden. Der Betreiber informiert über genaue Abflussschwankungen, während der Bearbeiter das Kraftwerk im Voraus über das Datum, die Zeit und die Dauer der Probenahme orientiert. Die Probenahme kann nur vorgenommen werden, wenn seitens des Betreibers entsprechende Garantien abgegeben werden. Besondere Vorsicht ist bei automatisch betriebenen Einrichtungen (z.B. automatische Spülungen) geboten.
- **3. Hochwasserrisiko:** Vor jeder Feldkampagne muss sich der Bearbeiter über die hydrologischen (https://www.hydrodaten.admin.ch/de/) und meteorologischen (https://www.meteoschweiz.admin.ch/home.html? tab=overview) Bedingungen orientieren, um dadurch das Risiko von plötzlichem Wasseranstieg oder Hochwassersituationen in den zu untersuchenden Fliessgewässern abschätzen zu können.
- **4. Kontaminationsrisiko von Fliessgewässern:** Damit keine pathogenen Keime oder sonstige Kontaminationen auf andere Einzugsgebiete übertragen werden, desinfiziert der Bearbeiter im Zweifelsfall das Probenahmematerial und die Stiefel bei jedem Wechsel in ein anderes Einzugsgebiet mit einem geeigneten Produkt (z.B. Chlor- Brausetabletten, Kalium-Peroxomonosulphat, Javelwasser, Virkon®), insbesondere bei Arbeiten im Bereich von Fischzuchten und falls Einzugsgebiet-aufwärts gearbeitet wird.
- **5. Einholen einer Bewilligung:** Der Bearbeiter informiert sich über die gesetzlichen Vorschriften der vorgesehenen Standorte.

Abbildung 24
Grenzwert für sicheres Arbeiten auf der Flusssohle und Gefahrenschild.

NB: Die angegebenen Grenzwerte variieren in Abhängigkeit von Gewicht und Grösse des Bearbeiters und der Rauigkeit des Substrats (z.B. Bedeckung von mineralischem Substrat mit Algen)



A7 Berechnung des Qualitätsindexes IBCH_2019

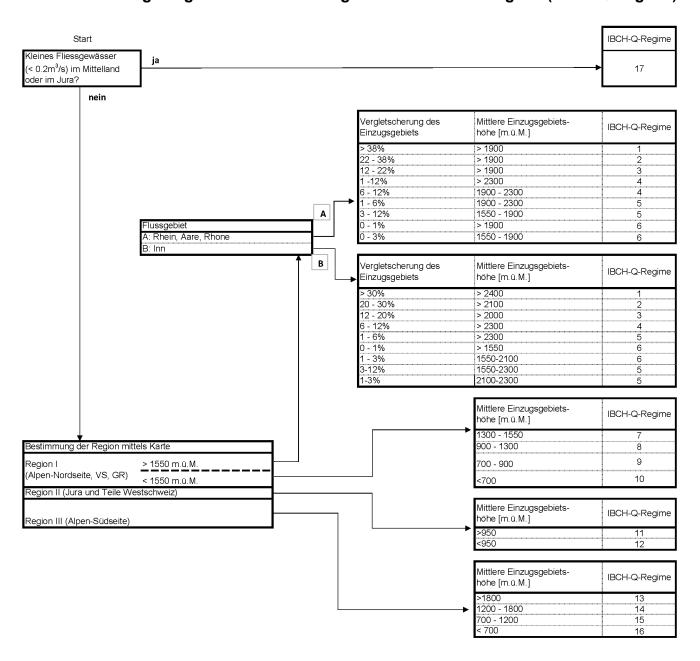
Tab. 12 Liste der verwendeten Taxa (Verzeichnis der Organismen). Die 38 Zeigertaxa sind in Fettschrift dargestellt.

<u>INSECTA</u>	HETEROPTERA	Ptychopteridae	DECAPODA
PLECOPTERA	Aphelocheiridae	Rhagionidae	Astacidae
Capniidae	Corixidae	Scathophagidae	Cambaridae
Chloroperlidae	Gerridae	Sciomyzidae	
Leuctridae	Hebridae	Simuliidae	MOLLUSCA
Nemouridae	Hydrometridae	Stratiomyidae	BIVALVIA
Perlidae	Mesoveliidae	Syrphidae	Corbiculidae
Perlodidae	Naucoridae	Tabanidae	Dreissenidae
Taeniopterygidae	Nepidae	Thaumaleidae	Sphaeriidae
	Notonectidae	Tipulidae	Unionidae
TRICHOPTERA	Pleidae		
Apataniidae	Veliidae	ODONATA	GASTROPODA
Beraeidae		Aeshnidae	Ancylidae (Tachet)
Brachycentridae	COLEOPTERA	Calopterygidae	Acroloxidae
Ecnomidae	Curculionidae	Coenagrionidae	Ferrissiidae (Tachet)
Glossosomatidae	Chrysomelidae	Cordulegastridae	Bithyniidae
Goeridae	Dryopidae	Corduliidae	Hydrobiidae
Helicopsychidae	Dytiscidae	Gomphidae	Limnaeidae
Hydropsychidae	Elmidae	Lestidae	Neritidae
Hydroptilidae	Gyrinidae	Libellulidae	Physidae
Lepidostomatidae	Haliplidae	Platycnemididae	Planorbidae
Leptoceridae	Helophoridae (Tachet)		Valvatidae
Limnephilidae	Hydraenidae	MEGALOPTERA	Viviparidae
Molannidae	Hydrophilidae	Sialidae	
Ondotoceridae	Hydrochidae (Tachet)		<u>ANNELIDA</u>
Philopotamidae	Hydroscaphidae	NEUROPTERA	HIRUDINEA
Phryganeidae	Hygrobiidae	Osmylidae	Erpobdellidae
Polycentropodidae	Noteridae	Sisyridae	Glossiphoniidae
Psychomyidae	Psephenidae		Hirudidae (Tachet)
Ptilocolepidae	Scirtidae	HYMENOPTERA	Piscicolidae
Rhyacophilidae	Spercheidae (Tachet)		
Sericostomatidae		LEPIDOPTERA	PLATYHELMINTHES
	DIPTERA		Dendrocoelidae
EPHEMEROPTERA	Anthomyiidae/Muscidae		Dugesiidae
Ameletidae	Athericidae	CRUSTACEA	Planariidae
Baetidae	Blephariceridae	BRANCHIOPODES	
Caenidae	Ceratopogonidae	AMPHIPODES	OLIGOCHAETA
Ephemerellidae	Chaoboridae	Corophiidae	
Ephemeridae	Chironomidae	Gammaridae	«NEMATHELMINTHES»
Heptageniidae	Culicidae	Niphargidae	
Leptophlebiidae	Cylindrotomidae		<u>HYDRACARINA</u>
Oligoneuriidae	Dixidae	ISOPODA	<u>CNIDARIA</u>
Polymitarcyidae	Dolichopodidae	Asellidae	<u>PORIFERA</u>
Potamanthidae	Empididae	Janiridae	BRYOZOA
Siphlonuridae	Ephydridae		
	Limoniidae/Pediciidae	MYSIDA	
	Psychodidae	Mysidae	

A8 Gewässertypen, bei denen die IBCH-Resultate sorgfältig interpretiert werden müssen

- Mündungsbereich zweier Fliessgewässer: Im Mündungsbereich zweier Fliessgewässer ist der IBCH-Wert im Allgemeinen leicht erhöht. Dieser Effekt wird vor allem bei Fliessgewässern mit sehr unterschiedlicher Typologie beobachtet. In diesen Abschnitten vermischen sich die Lebensgemeinschaften, was zu einer Erhöhung der Anzahl Taxa und damit der Diversitätsklasse DK führt.
- Einfluss von Grundwasser: Grundwasseraufstösse in der Fliessgewässer-sohle können punktuell oder auf begrenzten Strecken die Lebensbedingungen für das Benthos verändern. So können typische Arten der Bachoberläufe in Flüssen oder Ableitungskanälen von Flüssen vorkommen und zu einer nicht repräsentativen Bewertung des Gewässerzustands führen.
- natürlicherweise versinterte Bäche: Die in gewissen Fliessgewässer-abschnitten beobachtete Ausfällung von Kalk beeinflusst die Entwicklung vieler benthischer Arten auf negative Weise. Durch Kalkablagerungen kolmatiert das Bachbett und die Körper von Wirbellosen verkrusten. Diese Ablagerungen auf dem Körper der Tiere können nur durch regelmässige Häutungen entfernt werden. Einige Taxa sind besser an solche Bedingungen angepasst als andere (z. B. Gammaridae). Im Allgemeinen haben die von Kalksinter beeinflussten Abschnitte eine geringere Anzahl Taxa und damit niedrige Diversitätsklassen (DK).
- Fliessgewässer im Tiefland mit natürlicherweise geringe Substratdiversität (Molasse, Fels, grobes Geröll): Die Gewässersohle in Fliessgewässern, die über «einheitliche» geologische Formationen fliessen, weisen eine reduzierte Substratvielfalt auf. Der benthischen Fauna steht dadurch natürlicherweise nur eine geringe Vielfalt an Mikrohabitaten zur Verfügung. Fliessgewässerabschnitte, über Molasse – einem sandsteinartiges Substrat – oder mit grobkörnigen Kieseln, besitzen in der Folge eine reduzierte Taxazahl und damit ein tiefere Diversitätsklassen (DK).
- · Moor-Ausfluss: Der Einfluss eines Moors kann die IBCH-Bewertung sowohl positiv als auch negativ beeinflussen. Dies hängt insbesondere von der Höhenlage und den Charakteristika der Aufnahmestelle ab (eutrophes Moor, Hochmoor, Flachmoor in Hanglage, usw.).
- Kanäle und Seebeeinflusste Gewässerabschnitte: Kanäle und durch Stehgewässer beeinflusste Abschnitte beherbergen häufig Gemeinschaften aus Fliess- und Stehgewässern. Die Dominanzverhältnisse können sich zwischen verschiedenen Abschnitten in Abhängigkeit der Lage und von natürlichen Zuflüssen stark unterscheiden. In der Folge sind IBCH-Werte entlang eines Kanals oftmals variabler als in einem natürlichen Wasserlauf.
- Fliessgewässer mit spezieller Typologie wie Quelllebensräume (Krenal), Quellbäche (Epirhithral), Temporärgewässer oder Flüsse (Potamal) können nicht mit der IBCH-Methode bewertet werden, weil sie von einer spezialisierten Lebensgemeinschaft besiedelt werden. Für die Quellen empfehlen wir die Verwendung der Bewertungsmethode von Quellen (Lubini et al. 2014). Bei den anderen oben genannten Gewässertypen können IBCH-Aufnahmen durchgeführt werden, die Ergebnisse müssen jedoch mit Vorsicht interpretiert werden und sollten nicht direkt mit den Ergebnissen für «normale» Fliessgewässer verglichen werden.

A9 Entscheidungsdiagramm zur Ermittlung des IBCH-Abflussregime (IBCH-Q-Regime)



Verzeichnisse

Abbildungen

Abbildung 1

Zonierung der Fliessgewässer und Fischregionen

Abbildung 2

Beispiel einer zur Beschriftung der Proben verwendeten Etikette

Abbildung 3

Beispiele von Etiketten zur Beschriftung des bestimmten Materials

Abbildung 4

Beispiel einer Identifikationsnummer (ID) für die Archivierung der Daten und des bestimmten Materials

Abbildung 5

Umrechnung der Diversitätsklassen DK 1 bis 14 in eine metrische Skala von 0 bis 1

Abbildung 6

Umrechnung der IG-Werte 1 bis 9 in eine metrische Skala von 0 bis 1

Abbildung 7

Kicknetz-Erhebung «Mobile Blöcke/Steine» Anheben eines Steins

Abbildung 8

Reinigen und mehrmaliges Dekantieren.

Abbildung 9

Entfernen grosser Larven und Endkontrolle des mineralischen Materials

Abbildung 10

Mobile Blöcke

Abbildung 11

Mobile Blöcke

Abbildung 12

Bryophyten

Abbildung 13

Untergetauchte Samenpflanzen

Abbildung 14

Grobes organisches Material

Abbildung 15

Grobes organisches Material

Abbildung 16

Grössere mineralische Sedimente

Abbildung 17

Grössere mineralische Sedimente

Abbildung 18

Kies

Abbildung 19

Amphibische Samenpflanzen (Helophyten)

Abbildung 20

Feinsedimente +/- organisch

Abbildung 21

Sand und Schluff

Abbildung 22

Natürliche und künstliche Oberflächen

Abbildung 23

Algen

Abbildung 24

Grenzwert für sicheres Arbeiten auf der Flusssohle und Gefahrenschild.

Tabellen

Tabelle 1

Einteilung der Substrate nach ihrer Häufigkeit

Tabelle 2

Wichtigste Typen von Probenahmestandorten

Tabelle 3

Empfohlene prioritäre Zeitfenster für Erhebungen in Abhängigkeit der Meereshöhes

Tabelle 4

Zeitfenster für fakultative Feldkampagnen

Tabelle 5

Ermittlung des Korrekturwertes auf der Basis des IBCH-Abflussregimetyps (IBCH-Q-Regime)

Tabelle 6

Ermittlung der Diversitätsklasse

Tabelle 7

Ermittlung der Indikatorgruppe

Tabelle 8

Zuordnung einer Gewässerstelle zu einer der fünf Qualitätsklassen anhand des Wertes des IBCH_2019

Tabelle 9

Substratliste mit abnehmender Bewohnbarkeit

Tabelle 10

Liste Feldmaterial

Tabelle 11

Liste Labormaterial

Tabelle 12

Liste der verwendeten Taxa (Verzeichnis der Organismen). Die 38 Zeigertaxa sind in Fettschrift dargestellt.

Literatur

Grundlagen für die Bestimmung der Taxa für Makrozoobenthos auf Stufe F [IBCH_2019]

Eiseler B. 2010 : Taxonomie für die Praxis. Bestimmungshilfen – Macrozoobenthos (1). LANUV-Arbeitsblatt 14. 181 S.

Eiseler B. 2013 : Taxonomie für die Praxis. Bestimmungshilfen – Macrozoobenthos (2). LANUV-Arbeitsblatt 20. 291 S.

Faasch H. 2015: Bestimmungshilfe für aquatische und semiaquatische Dipterenlarven. Deutsche Gesellschaft für Limnologie e.V. (DGL). 179 S.

Faasch H. 2017: Bestimmungshilfe für aquatische Käferlarven-Gattungen. Deutsche Gesellschaft für Limnologie e.V. (DGL). 136 S.

Glöer, P. 2017, Süsswassermollusken. Ein Bestimmungsschlüssel für die Muscheln und Schnecken im Süsswasser der Bundesrepublik Deutschland [DJN 15. korrigierte Auflage]. 135 S.

Mauch E. 2017: Aquatic Diptera larvae in Central, Northwest and North Europe. The forms and their identification, a survey. Lauterbornia no 83.

Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Dessaix P., Pattee E 2009: Initiation aux invertébrés des eaux douces. AFL Editions. 188 S.

Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Usseglio-Polatera P. 2010 : Invertébrés d'eau douce, systématique, biologie, écologie. Nouvelle édition revue et augmentée. CNRS Editions. 607 S.

Glossar

Äusserer Aspekt

Der Äussere Aspekt umfasst die Gesamtheit der Parameter, mit denen die Wasserqualität auf sensorische Weise im Feld bewertet werden kann: Schlamm, Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch, , Eisensulfid, Kolmatierung, Abfälle, heterotropher Bewuchs Pflanzenbewuchs (Binderheim & Göggel 2007).

Aufnahmeraster

Matrix bestehend aus der Fliessgeschwindigkeit (Verteilung auf Klassen) und dem Substrat (Verteilung auf Typen). Diese Matrix erlaubt die Kombination von Fliessgeschwindigkeit und vorhandenem Substrat für die Probenahme festzulegen (Beprobung mit Kicknetz) (Stucki 2010).

BDM-EPT

Programm zum Monitoring der Biodiversität der Wasserinsekten (EPT: Eintagsfliegen, Steinfliegen, Köcherfliegen) in der Schweiz. In diesem Rahmen werden in einem Abstand von fünf Jahren > 500 Stellen in Fliessgewässern nach der IBCH-Methode beprobt und bis zur Art bestimmt.

Bearbeiter/-in

Person, die mit der faunistischen Probenahme im Feld und dem Konservieren der Proben in nicht denaturiertem Alkohol beauftragt ist.

DK

Diversitätsklasse, die ausgehend von der Anzahl vorhandener IBCH-Taxa ermittelt wird.

EPT-Taxon

Art- oder Artengruppe, die zu einer der aquatischen Insektenordnungen Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera gehört.

Erhebungs-Zeitfenster

Zeitfenster, während dem eine Erhebung ausgeführt werden muss. Die IBCH-Methode definiert fünf Zeitfenster zwischen März und Juni in Abhängigkeit von der Meereshöhe (Tab. 3).

IG

Indikatorgruppe, welche im Rahmen des IBCH Aufschluss über die Empfindlichkeit gibt (Familie aus der Taxaliste mit der höchsten Empfindlichkeitsklasse).

IBCH

Der IBCH oder Biologischer Index CH basiert auf der Beprobung des Makrozoobenthos (Fauna der auf dem Substrat lebenden Makroinvertebraten) und erlaubt die Bewertung der Qualität eines Fliessgewässers. Der Index mit Werten zwischen 0 und 20 basiert auf der Anwesenheit oder dem Fehlen gewisser belastungsempfindlicher (z.B. Steinfliegen) oder -toleranter Bioindikatoren kombiniert mit der Diversität der beobachteten Taxa.

IBCH 2019

Angepasste Version des IBCH aus dem Jahr 2019.

IBCH_R

Mass für die Robustheit des IBCH; wird ermittelt, indem die empfindlichste Indikatorgruppe der Taxaliste weggelassen und anschliessend der Index neu berechnet wird.

Makrozoobenthos

Das Makrozoobenthos (MZB) bezeichnet die aquatischen, von blossem Auge erkennbaren Wirbellosen, welche die Sohle der fliessenden und stehenden Gewässer besiedeln (auch Benthosfauna genannt).

Methoden MSK

Methoden des Modul-Stufen-Konzepts : www.modulstufen-konzept.ch

MIDAT

In der Datenbank MIDAT rivière werden die nationalen und kantonalen IBCH Daten zentral gesammelt (www.cscf.ch).

NAWA

Nationale Überwachung des Zustands der Oberflächengewässer (Netz und Programm).

SPEAR_{pesticide}

Ursprünglich konzipiert als Indikator für den Stress, den Pestizide aus der Landwirtschaft für das MZB verursachen. Neuere Studien zeigen, dass der SPEAR_{pesticide} auch auf den toxischen Stress anspricht, der durch einen Cocktail aus Mikroverunreinigungen (inkl. Medikamente, Körperpflegeprodukte und Pestizide) entsteht (Liess et al. 2008)²⁹.