

VOM IBCH ZUM IBCH_2019

METHODEN-UPDATE DES MODULS «MAKROZOOBENTHOS STUFE F» IM MODUL-STUFEN-KONZEPT

Der Schweizer Makrozoobenthos-Index IBCH genießt für die Zustandsbewertung von Fließgewässern bei den Kantonen eine hohe Akzeptanz. In den letzten zehn Jahren zeigte sich aber, dass nicht nur anthropogene Faktoren die Bewertung beeinflussen, sondern auch natürliche wie die Höhenlage oder die biogeografische Region. Basierend auf einer Analyse der bisherigen Ergebnisse wurde der IBCH_2019 entwickelt, der diese Mängel korrigiert und eine plausiblere Bewertung der Gewässer erlaubt.

Daniel Küry, Life Science AG*

Pascal Stucki, Aquabug

Nicolas Martinez; Tobias Roth, Hintermann & Weber AG

Nele Schuwirth, Eawag

Christian Michel, Grundbuch- und Vermessungsamt Basel-Stadt

Yael Schindler Wildhaber, BAFU

RÉSUMÉ

DE L'IBCH À L'IBCH_2019 – MISE À JOUR DE LA MÉTHODE DU MODULE «MACROZOOBENTHOS NIVEAU R»

L'indice macrozoobenthos IBCH est utilisé dans toute la Suisse pour l'évaluation de l'état des cours d'eau et il a déjà fait ses preuves. Des retours des cantons et de bureaux de conseil spécialisés ont cependant fait remarquer que l'évaluation avec l'indice IBCH différait, dans certains cas, du jugement des spécialistes. Sur la base des données récoltées jusqu'à présent, la corrélation de l'indice IBCH ainsi que ses paramètres partiels ont été analysés avec des facteurs d'influence naturels et anthropiques. Cette analyse a fait ressortir les différences systématiques de l'indice IBCH entre différentes régions ainsi qu'une influence indésirable de l'altitude. L'indice IBCH a donc été amélioré par des spécialistes cantonaux et des bureaux de conseil. Sur la base des types suisses des régimes d'écoulement, une valeur de correction a été introduite qui compense les différences systématiques entre les régions et les altitudes. Par ailleurs, la classification de 6 taxons dans les groupes indicateurs

AUSGANGSLAGE, PROBLEMATIK UND ZIELSETZUNG

Im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts (MSK) [1] wurde 2010 das Modul «Makrozoobenthos Stufe F» mit dem IBCH (*Indice Biologique Suisse*) entwickelt [2]. Dieser Index erlaubt es, basierend auf einer semi-quantitativen Erhebung der Makrozoobenthosgemeinschaft, eine schnelle flächendeckende Bewertung des Gewässerzustands in fünf Qualitätsklassen durchzuführen. Der IBCH leitet sich aus den beiden Teilparametern Familien-Diversität (Diversitätsklasse, DK) und Vorkommen von Indikatorgruppen (IG) ab und basiert überwiegend auf der französischen IBGN-Methode [3]. Dabei bildet die DK vor allem die Lebensraumqualität ab. Die IG beruhen auf einer empirischen Einstufung von 38 Taxa in neun Gruppen hinsichtlich ihrer Toleranz gegenüber Gewässerbelastungen. Bereits zu Beginn war vorgesehen, den IBCH anhand nationaler Daten zu validieren und an die schweizerischen Verhältnisse anzupassen [2]. Eine Umfrage des Bundesamts für Umwelt BAFU bei allen kantonalen Gewässerschutzfachstellen sowie ausgewählten

*Kontakt: daniel.kuery@lifescience.ch

Beratungsbüros ergab verschiedene Probleme, die sich in drei Hauptgruppen gliedern liessen:

- Am häufigsten wurde ein systematischer Einfluss natürlicher Standortfaktoren auf die Bewertung genannt, gefolgt von Problemen beim Bewertungsansatz selbst und zuletzt bei der Felderhebung [4]. Letzteres wurde nur vereinzelt vorgebracht, was darauf hindeutet, dass das Vorgehen bei der Felderhebung überwiegend als ausreichend eingeschätzt wird.
- Bei der Bewertung wurde hauptsächlich die Festsetzung der Grenzen zwischen den einzelnen Zustandsklassen bemängelt. Als Folge fallen (zu) viele Gewässerstrecken in die Klassen gut bis mässig.
- Bei den natürlichen Standortfaktoren wurde am häufigsten ein Einfluss der Höhenlage und der Gewässergrösse auf die Bewertung erwähnt, z. T. auch Spezialfälle wie Auen, Seeausflüsse oder Gletschereinflüsse [4].

Basierend auf diesen Rückmeldungen beauftragten das BAFU und die MSK-Koordinationsstelle eine Arbeitsgemein-

schaft bestehend aus den Firmen *Aqua-bug*, *Hintermann & Weber AG* und *Life Science AG* mit der Analyse und Überarbeitung der Gewässerbewertung anhand des IBCH.

ANPASSUNGSZIELE

1. Untersuchung des Einflusses natürlicher Standortfaktoren auf die Gewässerbewertung mit dem IBCH beziehungsweise auf die Teilparameter Familiendiversität und Indikatorgruppe.
2. Prüfen einer Anpassung des IBCH an die hydrographischen und faunistischen Besonderheiten des Schweizer Gewässersystems.
3. Übersicht und Priorisierung des Einflusses natürlicher Faktoren und weiterer Probleme, welche die Gewässerbewertung mit dem IBCH beeinflussen.
4. Aufzeigen konkreter Anpassungen der Methode IBCH, um die identifizierten Probleme zu lösen.
5. Implementieren der Anpassungen in die Methode «Makrozoobenthos Stufe F» im Modul-Stufen-Konzept sowie in die zentrale Datenbank MIDAT, in der schweizweit die Daten der Untersuchungen gespeichert sind.

Um eine Vergleichbarkeit mit früheren Untersuchungen zu gewährleisten, wurde entschieden, eine Änderung der Feldmethode und des taxonomischen Niveaus der Bestimmung zu vermeiden. Die Arbeiten sollten koordiniert von der MSK-Projektleitung und unter Einbezug einer bestehenden Expertengruppe aus Vertreterinnen und Vertretern von BAFU, Forschung, Kantonen und Ökobüros erfolgen.

VORGEHEN

Als Grundlage wurden alle in der MIDAT-Datenbank gespeicherten Informationen (IBCH und dessen Teilparameter Diversitätsklasse, DK, und Indikatorgruppe, IG) zusammengestellt und gesichtet (Stand MIDAT-Datenbank vom 8.12.2017). Diese stammen aus den problemorientierten Untersuchungen der Kantone sowie aus dem Biodiversitätsmonitoring (BDM, www.biodiversitymonitoring.ch) und der nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA) [5]. Weitere Grundlagen der Analyse waren ein von der Eawag zusammengestellter GIS-Datensatz mit natürlichen und mensch-

| Nr. | Grund | Reaktion auf DK | Reaktion auf IG | Häufigkeit | Bemerkung | Prio |
|-----|---------------------------------------------|-----------------|-----------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 | Jurassisches Abflussregime | +++ | 0 | häufig | DK im Jura ca. 1–2 Punkte erhöht | 1 |
| 2 | Tieflandgewässer | +++ | 0 | häufig | DK-, IG- und IBCH-Werte tiefer als in mittleren Lagen | 1 |
| 3 | Mittlere Höhenlage | +++ | +++ | häufig | IBCH-Wert auf 1300 m ü.M. um ca. 2 Punkte höher als auf 300 resp. 2300 m ü.M. | 1 |
| 4 | Rhone | - | 0 | selten | Problem auf Tiefland im VS beschränkt | 3 |
| 5 | See-Fluss Ökoton | + | - | selten | | 3 |
| 6 | Mündungsbereich | ++ | 0 | selten | Relevant nur beim Zusammenfluss grösserer FG | 3 |
| 7 | Resistente Arten einer sensiblen Taxagruppe | + | +++ | mittel | | 1 |
| 8 | Drift von sensiblen Arten | + | ++ | mittel | | 2 |
| 9 | Einfluss von Grundwasser | + | + | selten | | 3 |
| 10 | Glaziales Abflussregime | -- | - | mittel | | 1 |
| 11 | Nivales Abflussregime | - | 0 | mittel | | 1 |
| 12 | Kalksinter | - | - | selten | Spezialfall | 3 |
| 13 | Eintönige Substrate | -- | - | selten | Spezialfall | 3 |
| 14 | Typologie (Krenal, Epirhithral, temporär) | --- | - | selten | Spezialfall | 3 |
| 15 | Geschiebetrieb | --- | - | mittel | | 2 |
| 16 | Anwesenheit Neozoen | ± | ± | selten | zurzeit (noch) selten | 3 |
| 17 | Voralpine Gewässer | - | 0 | häufig | | 2 |
| 18 | Wenige Individuen mit hohem IG | + | +++ | häufig | bei rund 10% der Aufnahmestellen relevant | 1 |
| 19 | Punktuelle Einflussfaktor | k.A. | k.A. | k.A. | keine Auswertung, Methodenvorgabe | 3 |
| 20 | Progressive Veränderung | k.A. | k.A. | k.A. | Diese Veränderungen SOLLEN bemerkt werden. | 3 |
| 21 | Drift von Arten | + | ++ | mittel | | 2 |

Tab. 1 Priorisierung der 21 Problemparameter, ihre Auswirkungen auf den IBCH und die Häufigkeit des Auftretens solcher Fälle.

lichen Einflussfaktoren. Das detaillierte Vorgehen ist im technischen Bericht Schritt für Schritt dokumentiert [6]. Nach der Zusammenführung und Analyse aller Grundlagendaten wurden grossräumige sowie stellenspezifische natürliche und menschliche Einflussfaktoren auf den IBCH und dessen Teilparameter Diversität und Indikatorgruppe identifiziert. Mögliche Ursachen der Einflüsse wurden herausgearbeitet und mit der Begleitgruppe diskutiert.

Zusätzlich wurden die Gewässerschutzfachleute der Kantone befragt, um herauszufinden, an welchen Untersuchungsstellen der IBCH keine plausiblen Resultate ergibt und mögliche Gründe dafür zu diskutieren. Die Ergebnisse dieser Befragungen wurden zu einem Problemstellenkatalog zusammengefasst.

Die aufgrund der statistischen Analysen und des Problemstellenkatalogs identifizierten Probleme der IBCH-Berechnungsmethode wurden gemeinsam mit der Begleitgruppe priorisiert. In einem zweiten Schritt wurden Lösungsansätze für die prioritären Problemfelder erarbeitet, die wiederum gemeinsam mit der Begleitgruppe diskutiert und verfeinert wurden. Die Anpassungen wurden anhand von zwei Kriterien beurteilt:

- Führt die Anpassung zu einer Verbesserung der Beurteilung der Problemstellen?
- Wie wirken sich die Anpassungen auf die erhobenen Stellen aus, bei denen

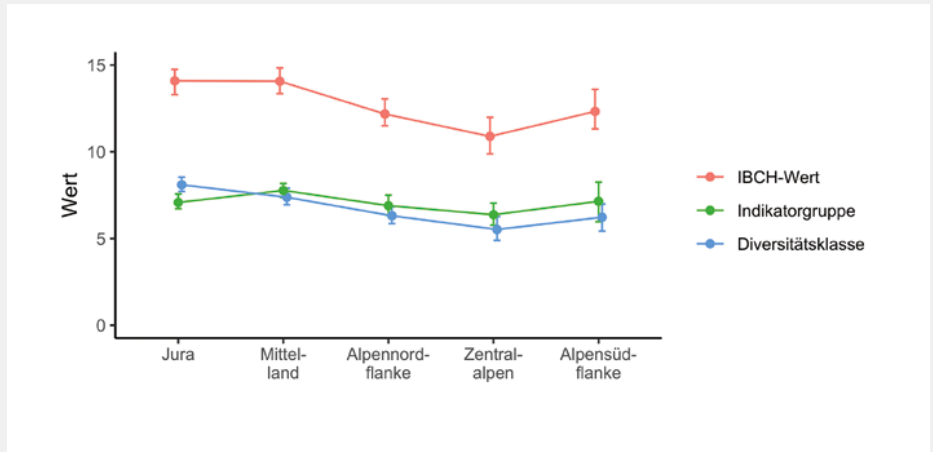


Fig. 1 Durchschnittlicher Wert der Diversitätsklasse, der Indikatorgruppe und des IBCH-Werts der verschiedenen biogeografischen Regionen vor der Anpassung.

der bisherige IBCH-Wert plausible Einstufungen ergab?

Die Diskussionen führten schlussendlich zur definitiven Entscheidung über die angepasste Berechnungsmethode des IBCH_2019. Zusätzliche Aspekte, die bei der Bearbeitung ebenfalls berücksichtigt wurden, waren der Umgang mit Neozoen im Rahmen der Gewässerbewertung und eine Bewertung aufgrund der Familiendiversität und der Indikatorgruppe.

PROBLEMFELDER UND IHRE AUSWIRKUNGEN AUF DEN IBCH

Die Befragungen zum Problemstellenkatalog ergaben 21 mögliche natürliche

und hydrographische Einflussfaktoren, die sich auf die Bewertung mit dem IBCH auswirken (Tab. 1). Es handelte sich im Wesentlichen um die gleichen Effekte, die bereits in einer früheren Diskussion in der Begleitgruppe ermittelt wurden [4].

PROBLEMFELD «REGION»

Der Einfluss der biogeografischen Region war markant, was auch den Beobachtungen in der Praxis entspricht: In grösseren Gewässern des Juras hat die DK selbst bei einer deutlichen Belastung durch Abwasser und/oder die Landwirtschaft oft Werte von 8 von 14 möglichen Punkten erreicht (Fig. 1). Ebenso deutlich war der Effekt der Meereshöhe: So wiesen Gewässer in tieferen Lagen deutlich tiefere DK-,

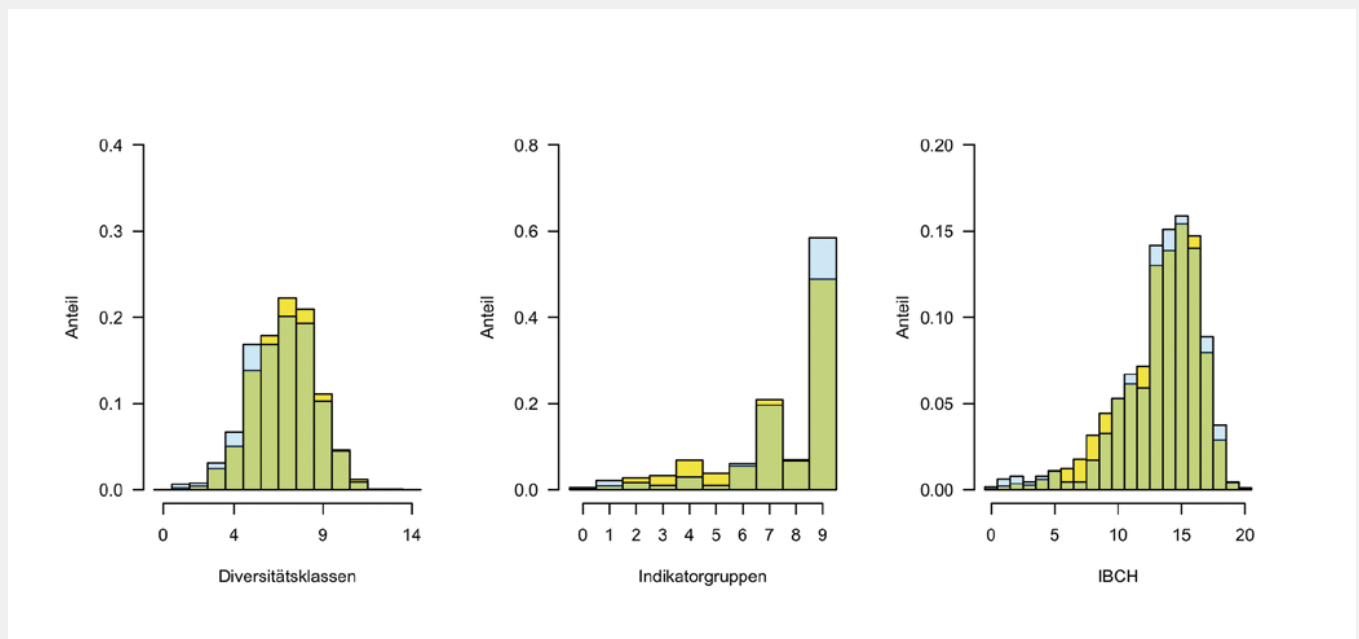


Fig. 2 Verteilung der Diversitätsklassen (links), Indikatorgruppen (Mitte) und der IBCH-Werte (rechts) vor der Anpassung. Gelb dargestellt sind die Anteile bezogen auf alle Aufnahmen, blau sind die Anteile bezogen auf die BDM Aufnahmen, grün: Schnittmenge.

WICHTIGSTE EINFLÜSSE AUF DEN IBCH

Übersicht der wichtigsten Effekte, die den IBCH beeinflussen, jedoch nicht auf eine Belastung durch den Menschen zurückzuführen sind:

Regionale Unterschiede

Mehrere Ursachen führen dazu, dass die maximal vorhandene Taxadiversität (DK) zwischen den Regionen der Schweiz stark variiert (Problemparameter: Biogeografie, Abflussregime usw.). Dies führt in gewissen Regionen zu einer Überbewertung des Gewässerzustands mit dem IBCH und in anderen Regionen zu einer Unterbewertung.

Probleme bei der Zuordnung zur Indikatorgruppe (IG)

Das Vorkommen einzelner Taxa kann zu starken Schwankungen des IG-Werts und so zu einer Fehleinschätzung des Gewässerzustands führen. Dies kann auf die folgenden Ursachen zurückzuführen sein:

- Der IG-Wert eines Taxons wurde zu hoch eingestuft. Alle Arten des Taxons sind weniger empfindlich gegenüber Gewässerbelastungen als ursprünglich gedacht.
- Ein Taxon mit mehrheitlich empfindlichen Arten umfasst auch einzelne tolerante Arten. Der Gewässerzustand, gemessen als IBCH, wird aus diesem Grund als zu gut eingestuft.
- Individuen aus Taxa empfindlicher Indikatorgruppen können verdriftet und noch bis weit unterhalb ihres eigentlichen Vorkommens nachgewiesen werden. Dies kann zu einer Überbewertung des Gewässerzustands führen.

Spezialfälle

Weitere Problemen wurden als wenig prioritär eingestuft, weil sie gegenwärtig und bezogen auf die gesamte Schweiz relativ selten vorkommen.

Box 1

IG- und IBCH-Werte auf als jene auf mittlerer Höhe (um rund 1300 m ü.M.). In Fliessgewässern höherer Lagen resultierten deutlich kleinere DK-, IG- und IBCH-Werte als in Gewässern mittlerer Lagen.

In Gewässern mit glazialelem oder nivalem Abflussregime war die Diversität verringert, was zur Einstufung in eine tiefere Diversitätsklasse und damit zu einer Abnahme des IBCH führt.

Neben diesen für den gesamten Datensatz und somit die Gewässer der Schweiz relevanten Einflüssen wurden weitere Einflüsse identifiziert, die sich nur geringfügig auswirken oder nur in wenigen Spezialfällen auftraten:

Grössere Fliessgewässer der Alpen wie die Rhone werden aufgrund von Trübungen oder wegen erhöhtem Geschiebetrieb etwas zu schlecht bewertet. Die Lage im Bereich von Seeausflüssen verursacht eine leichte Erhöhung der DK-Werte und eine schwache Verringerung der IG-Werte. Ebenfalls eine Erhöhung der DK verursacht die Lage einer Probestelle im Bereich von Einmündungen anderer Gewässer. Die Verdriftung von sensiblen Arten oder aufstossendes Grundwasser auf der Sohle können zu einer Überbewertung des Gewässerzustands führen. Lagert sich Kalk-

sinter auf der Sohle ab, können die betreffenden Stellen unterbewertet werden. Gewässer, die in Bachoberläufen und in den Voralpen liegen oder einen hohen Geschiebetrieb aufweisen, werden aufgrund einer Verminderung der DK zu schlecht bewertet.

PROBLEMFELD «INDIKATORGRUPPE»

Die Verteilung der Bewertungsergebnisse aus MIDAT ergab eine Tendenz hin zu hohen IG- und IBCH-Werten, also einem besseren Gewässerzustand. In erster Linie waren dafür die repräsentativ für die Schweizer Fliessgewässer gewählten Stellen des Biodiversitätsmonitorings (BDM) verantwortlich (Fig. 2). Hier war der Anteil Taxa der empfindlichsten IG 9 besonders hoch, weil es sich meist um unbelastete Gewässer handelte.

Bei den problemorientiert ausgewählten Stellen der Kantone und der NAWA-Programme war dieses Verteilungsmuster geringer, aber immer noch deutlich erkennbar. In vielen Fällen war hier der IG-Wert erhöht, weil in empfindlichen Indikatorgruppen (Familie) auch einzelne Arten vorkommen, die belastungstolerant sind. Als Folge war der IBCH erhöht, was jedoch nicht mit den übrigen Wasserqualitätsparametern korrespondierte. Eine Prüfung der «Robustheit» durch Weglassen des empfindlichsten Taxons bestätigte dies, indem bei 9,4% der Untersuchungen eine Verminderung des IG-Werts um drei und mehr Punkte eintrat. Verantwortlich dafür waren mit abnehmender Häufigkeit die Familien Taeniopterygidae (Steinfliegen), Leuctridae (Steinfliegen), Leptophlebiidae (Eintagsfliegen), Nemouridae (Steinfliegen), Perlodidae (Steinfliegen), Odontoceridae (Köcherfliegen), Hydroptilidae (Köcherfliegen), Chloroperlidae (Steinfliegen), Goeridae (Köcherfliegen) und weitere Taxa. Mehr als die Hälfte der Stellen veränderte sich nicht oder es zeigte sich eine Verminderung um nur einen Punkt.

KONSEQUENZEN FÜR DIE BERECHNUNG DES IBCH

Zusammengefasst zeigten die Auswertungen die folgenden übergeordneten Probleme der bisherigen IBCH-Bewertung (vgl. Box 1):

- Die Diversitätsklasse (DK) des Makrozoobenthos wird (neben menschlichen Einflüssen) stark von natürlichen Faktoren bestimmt (u.a. Meereshöhe, Region), was bei der bisherigen Bewertung nicht berücksichtigt wurde.
- Die Indikatorgruppe (IG) hingegen wurde, wie erwünscht, überwiegend von menschlichen Einflüssen bestimmt. Einzelne Taxa erwiesen sich aber als weniger sensitiv als ursprünglich vermutet. Ihnen sind zu hohe IG-Werte zugeordnet worden.

Da der IBCH sowohl von der Lebensraumqualität als auch von der Wasserqualität beeinflusst wird und diese jeweils gut durch die Teilparameter DK und IG abgebildet werden, schien es sinnvoll, auch für diese Teilparameter explizit eine Zustandsbewertung einzuführen. Diese separate Betrachtung wurde bisher oft weggelassen. Sie erlaubt jedoch eine deutlich differenziertere Interpretation der Ergebnisse bei der Bewertung des Gewässerzustands.

| IBCH Q-Regime-Typ | 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 |

Tab. 2 Korrekturwerte zur Berechnung der Diversitätsklasse (DK) in Abhängigkeit vom IBCH-Q-Regime

ANPASSUNGEN BEI DER BEWERTUNG MIT DEM IBCH

Zur Lösung der Probleme wurden schrittweise spezifische Korrekturvarianten für DK und IG getestet. Der Effekt der jeweiligen Korrekturen wurde anhand der existierenden Daten überprüft, insbesondere anhand der Stellen des Problemstellenkatalogs. Auf diese Weise wurden die bestmöglichen und hinsichtlich der Bewertung effektivsten Anpassungen identifiziert.

NEUES VORGEHEN ZUR ERMITTLUNG DER DIVERSITÄTSKLASSE DK

Die regionalen Unterschiede zwischen verschiedenen Gewässern der Schweiz wurden ausgeglichen, indem die Grenzen zwischen den verschiedenen Diversitätsklassen in Abhängigkeit von den regionalen Gewässertypen (IBCH-Q-Regime) angepasst wurden. Das IBCH-Q-Regime beruht auf den Abflussregimetypen der Schweiz, mit denen die Hydrologie der Fließgewässer aufgrund von Einflussgrößen wie zum Beispiel Region, Höhenlage und Gletscher beschrieben wird [7]. Da es sich im Wesentlichen um die Einflussgrößen handelt, welche die DK beeinflussen, war dies der einfachste Weg zur Korrektur des Problemfelds «Region». Die IBCH-Q-Regime-Typen stimmen nicht zwingend mit den Abflussregimetypen überein, zudem musste ein neuer Typ «kleine Fließgewässer des Mittellands» ergänzt werden. Nach Modellberechnungen und Feinanpassungen resultierten Korrekturwerte (KW, Tab. 2) zwischen 0,98 (glaziales Abflussregime) und -0,32 (nivo-pluviales Abflussregime des Juras), mit denen die korrigierte Diversität ermittelt wird. Die resultierende DK wird im Laborprotokoll bei der Datenerfassung automatisch berechnet. Der IBCH-Q-Regime-Typ wird auf der Website www.map.geo.admin.ch zur Verfügung gestellt (Box 2).

Für die neue Bewertung wird die mit der korrigierten Diversität ($n_{\text{korrigiert}}$) ermittelte DK für die Einstufung in die fünf Zustandsklassen gemäss Figur 3 und Tabelle 3 in Werte zwischen 0 (schlecht) und 1 (sehr gut) umgerechnet.

NEUES VORGEHEN ZUR ERMITTLUNG DER INDIKATORGRUPPE IG

Die Analysen ergaben, dass durch eine Umgruppierung einzelner Taxa plausiblere Ergebnisse erreicht werden. Dabei

wurden die folgenden Änderungen bei der Zuordnung zu den Indikatorgruppen (IG) vorgenommen (Tab. 4): 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, Beraeidae von 7 zu 8.

Auch der Teilparameter IG kann jetzt als Bewertungsindex verwendet werden. Dazu wird er wie die ermittelte DK in Werte zwischen 0 und 1 umgerechnet (Fig. 3, Tab. 3).

NEUES VORGEHEN ZUR BERECHNUNG DES IBCH_2019

Der IBCH wird wie bisher aus den beiden Parametern DK und IG berechnet. Analog zu DK und IG liegt aber die Skala des IBCH_2019 neu nicht mehr zwischen 1 und 20, sondern zwischen 0 und 1 (Tab. 3). Der IBCH_2019-Wert ist ein gewichtetes Mittel aus den metrischen IG- und den DK-Werten. Die ursprüngliche Gewichtung der Teilparameter im IBCH wurde bewusst nicht verändert. Aufgrund der Umrechnung in den Wertebereich zwischen 0 und 1 musste dem DK-Wert hierzu in der Formel ein Gewicht von 0,62 und dem IG-Wert ein Gewicht von 0,38 zugeordnet werden. Die neuen Werte des IBCH_2019 können

IBCH-Q-REGIME-TYP

Auf der Website www.map.geo.admin.ch kann der IBCH-Q-Regime-Typ für jedes Gewässer eruiert werden, indem man im Suchfenster den Begriff «Fließgewässertypisierung» eingibt und anschliessend auf den untersuchten Gewässerabschnitt klickt. Im Popup-Informationenfenster mit den Objektinformationen unter «Zusatzinformationen» können das IBCH-Q-Regime und der Korrekturwert herausgelesen werden. Der gesamte Datensatz kann auch heruntergeladen werden:

<https://data.geo.admin.ch/ch.bafu.typisierung-flieessgewaesser/>

Box 2

als Erreichungsgrad der ökologischen Ziele gemäss Gewässerschutzverordnung (GschV, Anhang 1, Art.1) interpretiert werden: z.B. IBCH = 0,78 (die Qualitätsziele sind zu 78% erreicht). Zur Berechnung wird die folgende Formel angewendet:

$$IBCH_{2019} = (0,62 \times DK) + (0,38 \times IG),$$

mit IBCH zwischen 0 und 1

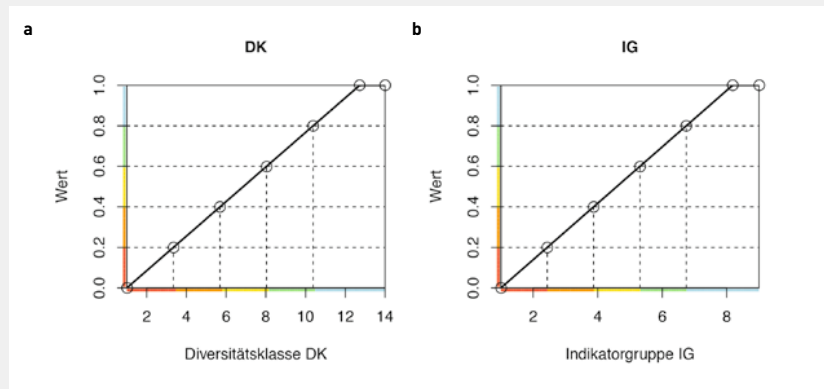


Fig. 3 Umrechnung der Diversitätsklassen 1-14 (a) und die Indikatorgruppen 1-9 (b) in die Werte der einheitlichen metrischen Skala zwischen 0-1. Um den Wert an den früheren IBCH anzugleichen, wurden die Kurven jeweils abgeflacht, d.h. DK 13 und 14 sowie IG 8 und 9 erhalten beide einen Wert von 1,0.

| 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 |

Tab. 3 Zuordnung einer Gewässerstelle zu einer der fünf Qualitätsklassen anhand der Werte DK, IG und IBCH_2019.

| | | | | | |
|------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Taxa | Chloroperlidae Perlidae Perlodidae | Capniidae Brachycentridae Philopotamidae Beraeidae | Glossosomatidae Goeridae Odontoceridae Taeniopterygidae | Leuctridae Leptophlebiidae Lepidostomatidae Sericostomatidae Ephemeridae | Hydroptilidae Heptageniidae Nemouridae Polymitarcidae 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 |

Tab. 4a Zusammensetzung der Indikatorgruppe (IG) für die Berechnung des neuen IBCH_2019.

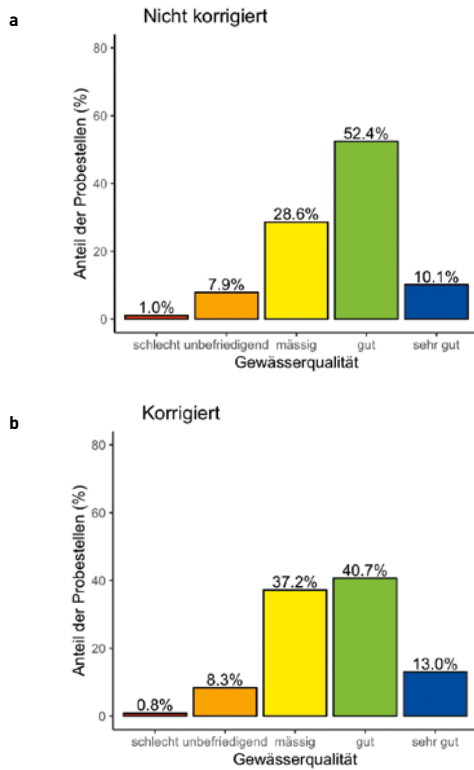


Fig. 4 Vergleich der Verteilung des IBCH (a) und IBCH_2019 (b).

Für die fünf Zustandsklassen sind die Einstufungen beim IBCH_2019 und den beiden Parametern DK und IG gleich: Ein sehr guter Zustand liegt vor, wenn der Wert 0,8 oder mehr erreicht, ein schlechter Zustand, wenn der Wert kleiner als 0,2 ist. Dazwischen sind die Abstufungen linear (Tab. 3). Der IBCH_19 entspricht damit dem Leitfaden zur Modulentwicklung, der im Rahmen des Konzepts zur Untersuchung Seen in der Schweiz entwickelt wurde [8].

ERGÄNZENDE ANPASSUNGEN

Um zu beurteilen, wie verlässlich die Bewertungen sind, wurde in das Laborprotokoll eine Prüfung der Robustheit respektive Anfälligkeit der Ergebnisse auf zufällige Schwankungen oder Abweichungen eingebaut. Der dazu im Laborprotokoll neu eingefügte «IBCH_R» wird berechnet, indem das empfindlichste Taxon weggelassen wird. Der Unterschied zwischen IBCH_2019 und IBCH_R ist dabei ein Mass für die Robustheit der Bewertung. In der angepassten Version der Taxaliste des Laborprotokolls sind weiter auch leicht kenntliche Neozoen aufgeführt. Diese fliessen jedoch nicht in die Bewertung des IBCH_2019 ein. Ihre Erfassung soll einerseits den Kenntnisstand der Ausbreitung der aquatischen Neozoen in der Schweiz verbessern. Andererseits ist es so möglich, erste Erfahrungen zu sammeln, im Hinblick auf einen allfälligen Einbezug der Neozoen in den IBCH_2019 bei einer späteren Überarbeitung. Im Laborprotokoll wird ebenfalls automatisch der SPEAR-Index berechnet. Dieser wird auf der Basis Einstufungen von Knillmann et al. [9] vorgenommen, jedoch ohne Übernahme der für die Schweizer Verhältnisse nicht geeigneten Bewertungsstufen

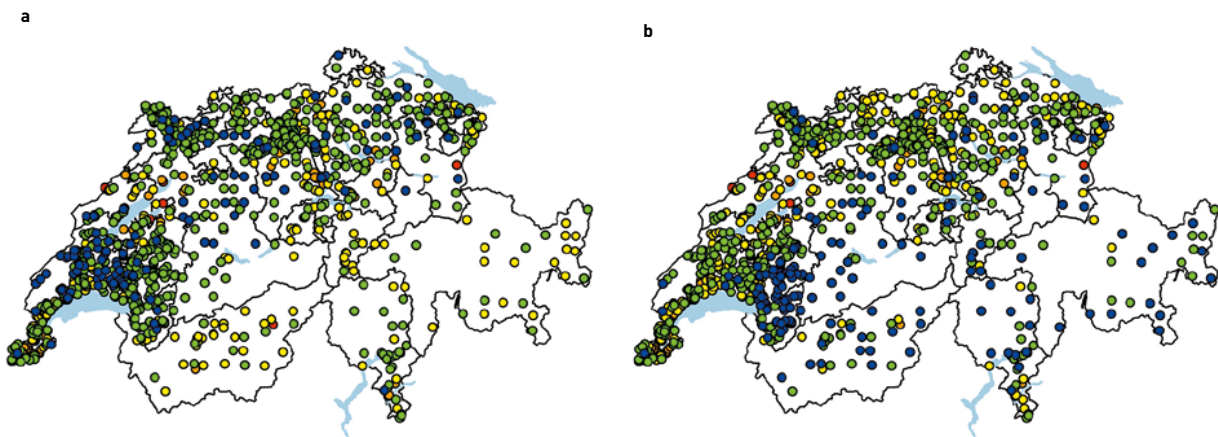


Fig. 5 Vergleich der Gewässerbeurteilung anhand des IBCH (a) und des IBCH_19 (b) für alle vorhandenen Aufnahmen.

| Taxa | Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae Rhyacophilidae | Limnephilidae* Hydropsychidae Ephemereilidae* Aphelocheridae | Baetidae* Caenidae* Elmidae* Gammaridae* Mollusca | Chironomidae* Asellidae* Hirudinea Oligochaeta* |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| IG | 4 | 3 | 2 | 1 |
| IG-Wert | 0,42 | 0,28 | 0,24 | 0,00 |
| Qualitätsklasse | mässig | unbefriedigend | schlecht | schlecht |

Tab. 4b Für Taxa mit * müssen mindestens zehn Individuen vorhanden sein, für alle anderen mindestens drei.

für deutsche Tieflandgewässer. Derselbe Index wird neu auch in MIDAT standardisiert berechnet.

IBCH_2019 – OPTIMIERTER INDEX ZUR BEWERTUNG DER FLIESSGEWÄSSER

Die kantonalen Gewässerschutzfachleute haben die Arbeitsschritte im Rahmen intensiver Diskussionen begleitet und anschliessend die Plausibilität des neuen IBCH_2019 anhand der Problemstellen überprüft. Darüber hinaus wurden die Auswirkungen der Änderungen auf alle zur Verfügung stehenden Probenstellen geprüft. Die Neuberechnung der DK-, IG- und IBCH-Werte führte im Mittel zu einer Anpassung des IBCH-Werts um -1,08 Punkte (bezogen auf die bisherige Skala 1–20).

Bei der Diversitätsklasse DK führten die Anpassungen nur zu geringfügigen Änderungen im Hinblick auf die prozentualen Anteile der fünf Zustandsklassen, während die Anpassungen bei der IG zu einem Rückgang des Anteils der als «sehr gut» bewerteten Stellen von 75 auf 55% führte. Auffällig war nach der Korrektur die Verschiebung zahlreicher Stellen der IBCH-Zustandsklassen «sehr gut» zur Klasse «gut». Dies liegt in vielen Fällen daran, dass mit den Leuctridae oder Leptophlebiidae gleich zwei der bisher sensitivsten Taxa («sehr gut») für den IBCH_2019 zurückgestuft werden (vgl. Tab. 4). Bezogen auf die bisherigen Bewertungen änderte sich der IBCH-Wert bei 64,3% der Stellen im Mittel um 1,02 Punkte. Dabei nahm der Anteil der als sehr gut bewerteten Stellen leicht von 10,1 auf 13,0% zu. Der Anteil der als gut bewerteten Stellen erreichte zuvor 52,4% und ging aufgrund der Anpassungen auf 40,7% zurück (Fig. 4). Der Anteil der als mässig bewerteten Stellen stieg von 28,6 auf 37,2%. Die bisherige Häufung von Stellen mit dem Zustand «gut» konnte somit verringert werden. Die im Vorfeld der Überarbeitung oft als mangelhaft bezeichnete Differenzierung im Bereich zwischen mässigem und gutem Zustand hat sich also verbessert. Die Veränderungen des IBCH entsprachen dem erwarteten geografischen Verteilungsbild (Fig. 5). Im Jura wurden die IBCH-

Werte teilweise nach unten korrigiert, während der IBCH_2019 in den Alpen und im Alpenvorland in Bereichen mit geringer Belastung jetzt einen sehr guten oder guten Zustand zeigt und nicht mehr ein Abbild der natürlicherweise geringen Diversität in hohen Lagen ist.

Beim Abgleich der IBCH-Werte mit den empirischen Bewertungen einer Auswahl sehr gut bekannter Stellen zeigte sich, dass sich der korrigierte IBCH_2019 in den meisten Fällen der gutachterlichen Einschätzung annähert.

Schliesslich konnte auch gezeigt werden, dass bezogen auf alle untersuchten Stellen sowohl die korrigierten DK und IG als auch der korrigierte IBCH_2019 eine bessere Korrelation mit der Ökomorphologie aufweisen als die nicht korrigierten Indizes (Tab. 5). Der Abwasseranteil und der Ackerlandanteil im Einzugsgebiet erklären im Modell zudem den IBCH_2019 besser als den nicht korrigierten IBCH.

Durch die getrennte Darstellung der Gewässerqualität als DK und IG werden in Zukunft differenziertere Aussagen zum Gewässerzustand möglich sein. So wird es künftig besser möglich sein, Hinweise darauf zu erhalten, welche anthropogenen Be-

DANK

Ein grosses Dankeschön geht an die Arbeitsgruppe «Anpassung Modul Makrozoobenthos» für ihre engagierte und konstruktive Mitarbeit bei der Ausarbeitung des Vorgehensvorschlags für die anstehenden Arbeiten und die hilfreichen Kommentare sowie Verbesserungen und Beiträge zur Überarbeitung des Moduls: Régine Bernard (ETEC), Simone Baumgartner (BAFU), Maxime Chèvre (CSCF, Info Fauna), Christiane Ilg (VSA-Plattform «Wasserqualität»), Sandra Knispel (Akuatik), Vera Leib (Amt für Wasser und Energie St. Gallen), Brigitte Lods-Crozet (DIREV – Protection des Eaux Vaud), Vinzenz Maurer (GBL Bern), Nathalie Menétrey (DIREV – Protection des Eaux Vaud), Peter Rey (Hydra), Patrick Steinmann (AWEL Zürich), Nadine Sarbach-Remund (CSCF Info Fauna, UNA – Atelier für Naturschutz und Umweltfragen AG) und Lukas Taxböck (Amt für Wasser und Energie St. Gallen).

| | DK nicht korrigiert | DK korrigiert | IG nicht korrigiert | IG korrigiert | IBCH nicht korrigiert | IBCH korrigiert |
|-----------------------------------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|-----------------------|-----------------|
| Klasse I: natürlich oder naturnah | 0,49 | 0,65 | 0,91 | 0,87 | 0,65 | 0,74 |
| Klasse II: wenig beeinträchtigt | 0,51 | 0,61 | 0,88 | 0,82 | 0,65 | 0,69 |
| Klasse III: stark beeinträchtigt | 0,54 | 0,59 | 0,83 | 0,77 | 0,65 | 0,66 |
| Klasse IV: naturfremd oder künstlich | 0,53 | 0,51 | 0,74 | 0,66 | 0,61 | 0,57 |

Tab. 5 Vergleich der Ökomorphologie eines Gewässers nach Modul-Stufen-Konzept mit dem Mittelwert aus den nicht korrigierten DK-Werten, den korrigierten DK-Werten, den nicht korrigierten IG-Werten, den korrigierten IG-Werten, den nicht korrigierten IBCH-Werten und den korrigierten IBCH-Werten. Datengrundlage: BDM-Daten.

lastungen sich auf die Qualität eines Gewässers auswirken. Alle Korrekturen sind in die aktualisierte Methode eingeflossen, die auf der Website der Modul-Stufen-Konzepts heruntergeladen werden kann [10]:

www.modul-stufen-konzept.ch

BIBLIOGRAPHIE

- [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] Stucki, P. (2010): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrozoobenthos – Stufe F (flächendeckend). Umwelt-Vollzug Nr. 1026. Bundesamt für Umwelt, Bern, 61 S.
- [3] AFNOR (1992, 2004): Qualité écologique des milieux aquatiques. Qualité de l'eau. Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN), Association française de normalisation, Norme homologuée T 90-350
- [4] Michel, C. et al. (2017): Überarbeitung des Makrozoobenthos-Index, Aqua & Gas, 4: 70-77
- [5] Kunz, M.; Schindler Wildhaber, Y.; Dietzel, A. (2016): Zustand der Schweizer Fliessgewässer. Ergebnisse der Nationalen Beobachtung Ober-

flächengewässerqualität (NAWA) 2011-2014. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 1620: 87 S.

- [6] Stucki, P. et al. (2018): Projekt IBCH_update: Überarbeitung Modul Makrozoobenthos Stufe F / IBCH. Eawag & Bafu Technischer Bericht 112 p.
- [7] Aschwanden, H.; Weingartner, R. (1985): Die Abflussregimes der Schweiz. Geographisches Institut der Universität Bern. Publikation Gewässerkunde Nr. 65
- [8] Schlosser, J. A. et al. (2013): Konzept für die Untersuchung und Beurteilung der Seen in der Schweiz.

Anleitung zur Entwicklung und Anwendung von Beurteilungsmethoden. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1326: 38 S.

- [9] Knillmann, S. et al. (2018): Indication of pesticide effects and recolonization in streams. Science of the Total Environment 630: 1619-1627
- [10] BAFU (Hrsg.) (2019): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung von Fliessgewässern (IBCH_2019). Makrozoobenthos – Stufe F. 1. aktualisierte Ausgabe, November 2019; Erstaussgabe 2010. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026: 58 S.

> SUITE DU RÉSUMÉ

a été modifiée. Désormais, le protocole de laboratoire mis à jour comprendra les taxons néozoaires facilement différenciables sans qu'ils ne soient intégrés à l'évaluation. Outre l'indice IBCH, les classes de diversité ainsi que les groupes indicateurs seront également traités comme des indices à part entière. Cela permettra une analyse détaillée des causes. Selon les spécialistes des cantons, les valeurs IBCH_2019 ont produit des évaluations plus plausibles de leurs tronçons d'analyse. En outre, la corrélation de l'indice IBCH_2019 avec différents facteurs d'influence anthropiques est plus claire comparé à l'ancien indice IBCH.

Trinkwasser-Flasche, einfach stilvoll

