

Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

Band: 21 (1964)

Heft: 5

Artikel: Zur biologischen Beurteilung stehender und fliessender Gewässer

Autor: Ambühl, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-783796>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zur biologischen Beurteilung stehender und fliessender Gewässer

Von Dr. H. Ambühl, Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz an der ETH, Zürich

In diesem Korreferat soll ein Punkt betrachtet werden, der für die biologische Gütebeurteilung von Gewässern eine grosse Bedeutung besitzt oder besitzen kann, und der bei den heute gebräuchlichen Beurteilungssystemen zu wenig berücksichtigt wird, nämlich der *Einfluss der Wasserströmung*. Wir haben diesen Fragenkomplex an der EAWAG vor einigen Jahren aufgegriffen, um die ökologische und physiologische Wirkung der Strömung auf bestimmte Organismen des fliessenden Wassers und auf ganze Lebensgemeinschaften zu analysieren.

Dabei wurde beispielsweise festgestellt, dass es eine ganze Reihe von Fliesswassertieren gibt, welche Strömungsreize in sehr sinnvoller Weise zu beantworten imstande sind — anders wäre es wohl auch nicht denkbar, dass sich in den Fliessgewässern überhaupt eine typische Tier- und Pflanzenwelt halten kann. Es finden sich hier Formen von erstaunlicher Spezialisierung und Anpassung nicht nur in ökologischer, sondern sogar in physiologischer Hinsicht, welche, ohne sie hier näher zu benennen, allesamt darauf hinweisen, dass die Wasserströmung für die Organismen des Fliesswassers eine ausgezeichnete, in gewissen Fällen sogar erstrangige Bedeutung besitzt.

Diese Feststellungen, die in einer Arbeit von *H. Ambühl* (1959) niedergelegt sind, wurden durch eine experimentelle Untersuchung von *P. Zimmermann* (1961) bestätigt. Die wichtigsten Ergebnisse daraus: Die Strömung formt die Ausbildung der Gewässersohle; je nach Geschwindigkeit und damit je nach der Schleppkraft des Wassers gelangt mehr oder weniger suspendiertes Material zur Sedimentation und legt damit die Physiographie des Bach- oder Flussbettes fest, indem Hohlräume, Lücken zwischen einzelnen Erhebungen, z. B. Steinen oder Pflanzenbüscheln, mit Sand oder Schlamm mehr oder weniger stark ausgefüllt werden. Mit dieser direkten Beeinflussung der Gestalt der Gewässersohle ist aber bereits auch eine erste Auslese der Organismen vorbereitet, welche nun nicht durch die Strömung selbst, sondern auf dem Umweg über den Chemismus dieses Lebensraumes erfolgt; dieser ist seinerseits von der Beschaffenheit des Sedimentes abhängig. Derartige Reaktionsketten bewirken, dass alle Glieder einer Fliesswasser-Lebensgemeinschaft, Pflanzen und Tiere, direkt oder indirekt unter dem Einfluss der Strömung stehen.

In mehrjährigen Versuchen in künstlichen Fliesswassergerinnen, beschickt mit ebenfalls künstlich zusammengesetztem Wasser, zeigte sich, dass die Fliessgeschwindigkeit die Zusammensetzung der entstandenen Organismengesellschaften sehr wesentlich beeinflusst. Nach dem Saprobiensystem (Kolkwitz-Marschall oder Liebmann) bewertet, ergab sich, dass die Organismengemeinschaften aus der stärkeren Strömung einer niedrigeren Saprobiestufe angehörten als

diejenigen aus dem langsamer fliessenden Kanal, und dies trotz genau gleicher chemischer Beschaffenheit des Wassers. Somit wird von zwei Biotopen mit gleicher chemischer Beschaffenheit derjenige als besser beurteilt werden, der die stärkere Strömung aufweist. Ferner wurde festgestellt, dass etwa 30 % aller Arten, welche während der Experimente aufgetreten waren, auf die Strömungsgeschwindigkeit stärker ansprechen als auf den Belastungsgrad mit Abwasser, und nur rund 10 % zeigten eine eindeutige, den Einfluss der Strömung überdeckende Reaktion auf den Chemismus, während rund 60 % der Arten gleichermaßen auf die Strömung wie auf den Chemismus reagierten. *Die Strömung besitzt somit in manchen Fällen eine grössere ökologische Wirkung als der Chemismus.* Dabei ist es ausgerechnet für die Zusammenstellung von Organismen in einem Saprobiensystem eine Voraussetzung, dass die Wirkung chemischer Faktoren diejenige physikalischer Faktoren überwiegt. Bei starrer Anwendung des Saprobiensystems wird man deshalb, um auf die Ergebnisse des Experimentes zurückzugreifen, ein Gewässer um so besser beurteilen, je rascher es fliessst. Die Ursache für eine solche Fehlermöglichkeit liegt nun aber nicht bei der Strömung, sondern beim Beurteilungssystem, indem Organismen, welche im System einer bestimmten Saprobiestufe zugeteilt sind, je nach Strömung auch ausserhalb dieser Stufe auftreten und auf diese Weise die Beurteilung verschieben.

Ich stimme deshalb mit Prof. Liebmann sehr überein, wenn er erwähnt, dass es Sache kommender Untersuchungen sein muss, namentlich die Fragen der Strömung genau zu prüfen. Dass aber eine solche experimentelle Prüfung Jahre und Jahrzehnte beanspruchen wird, ist klar, und ich möchte deshalb empfehlen, dass bei biologischen Aufnahmen und Beurteilungen die Strömungsverhältnisse in sinnvoller Weise mitzuberücksichtigen sind und dass dies in einer künftigen methodischen Vereinbarung entsprechend formuliert wird.

Wenn nun schon innerhalb der Skala des fliessenden Gewässers strömungsbedingte biologische Unterschiede auftreten, so ist es nicht verwunderlich, wenn wir mit dem Schritt ins Extreme, d. h. zum stehenden Wasser, zum See, nun eine Organismenwelt vorfinden, welche mit derjenigen des Fliesswassers sehr wenig gemeinsam hat und eigenen Gesetzen gehorcht.

Während das Saprobiensystem in erster Linie dazu dienen soll, die Belastung eines Fliessgewässers mit organischen Stoffen zu beurteilen, und demnach sein Schwergewicht auf dem Indikationswert heterotropher Organismen liegt, findet man im See vorab autotrophe, planktisch lebende Mikroorganismen. Es sind nicht Konsumenten organischer, sondern anorganischer Nährstoffe und stellen damit eine grundsätzlich andersgeartete Lebensgemeinschaft dar. Ein See ist im gesamten gesehen ein andersgearteter, viel mehr ge-

schlossener Lebensraum als jedes fliessende Gewässer. Seine Organismen, wenn wir von der Organismenwelt der Uferzone und des Seegrundes absehen, sind keine Schmutzwasserindikatoren, sondern sie reagieren auf das Angebot an organischen Nährstoffen. Sie in einem *Saprobiensystem* zu plazieren, führt zu grundsätzlichen Fragen. Um den Zustand von Seen zu beschreiben, verwenden wir nicht die Begriffe der Saprobie, sondern der Trophie (ein See ist nicht oligo- oder mesosaprob, sondern oligo- oder meso- oder eutroph), und damit kennzeichnet man letztlich seine Belastung mit anorganischen Nährstoffen. Die Saprobieverhältnisse in der Tiefenzone sind nur eine Folge der Trophieverhältnisse. Im Falle zunehmender Eutrophie eines Sees teilt sich diese dem Saprobiezustand des Benthos, also des Seegrundes, mit zeitlicher Verzögerung mit, und zwar um so mehr, je tiefer der See ist. Eine Bewertung des Benthos allein würde in solchen Fällen ein unrichtiges, weil zu gutes Bild liefern. Aus diesem Grunde wohl weist auch Prof. Liebmann darauf hin, dass die verschiedenen typischen Zonen eines Sees getrennt zu bewerten sind. Allerdings muss dann die Gesamtbewertung des Sees wieder unter einem einheitlichen Gesichtspunkt erfolgen.

In diesem Zusammenhang seien hier noch einige Gedanken geäussert, die sich aus unserer eigenen Praxis aufdrängen:

Namentlich bei noch nicht allzusehr eutrophierten Seen, und dazu gehören gerade jene, welche für die Trinkwasserversorgung des Alpengebietes eine zukunftsschwere Rolle spielen, ist es gegeben, nicht nur nach der biologischen Methode vorzugehen, sondern man wird hier die gesamte limnologische Untersuchung inklusive Chemie heranziehen müssen. Ein See als Ganzes kann nur gesamtlimnologisch beurteilt werden. Diese limnologische Analyse, welche eine gründliche biologische Untersuchung natürlich miteinschliesst, bedarf nun auch einer chemischen Untersuchung, welche hier jedoch, angesichts der verhältnismässig langsam laufenden chemischen Veränderungen des Seewassers, nicht Momentanwerte mit grosser Streuung liefert, wie es im Fliesswasser normalerweise der Fall ist, sondern vollgültige Werte, die den Zustand des Sees sehr wohl zu charakterisieren vermögen, besser vielleicht als die gleichzeitige biologische Aufnahme. Hierzu gesellt sich allerdings eine Schwierigkeit: Die chemische Seewasseranalyse erfordert andere Maßstäbe der Präzision als die übrige Wasseranalytik. So gut ein sauberes Flusswasser in einem See möglicherweise gar nicht tragbar wäre, so gut genügt im See die normale Routineanalytik (wenigstens bei der Bestimmung einiger Komponenten) nicht; ihre Genauigkeit reicht einfach nicht aus. Mit der gebräuchlichen Routineanalytik ist man z. B. nur schwerlich oder gar nicht imstande, den Phosphorgehalt des Bodensees oder

eines chemisch ähnlich beschaffenen Sees genau und sicher (das letztere ist wesentlich!) zu bestimmen; dabei stellt in diesem See der Phosphor heute die meistdiskutierte und offenbar tatsächlich auch die wichtigste Komponente dar! Gleches gilt für den Vierwaldstättersee und dürfte auch für den Genfersee gelten, also für die wichtigsten westeuropäischen Trinkwasserreservoir. Hier ist es nötig, dass man mit einer verfeinerten Analytik vorgeht. Wir haben uns selber darum bemüht und haben die Phosphor-Analytik in letzter Zeit so weit verfeinert, dass wir Phosphorgehalte mit einer Genauigkeit von $0,5 \text{ } \mu\text{L PO}_4-\text{P}$ und von $1 \text{ } \mu\text{L Gesamt-P}$ (gelöst oder ungelöst, aus dem nassen Aufschluss mit Schwefelsäure) sicher bestimmen können, und haben mit dieser Methode die zwar nicht neue, aber doch wieder überraschende Feststellung gemacht, dass der Phosphorkreislauf des Sees namentlich in den oberen Wasserschichten außerordentlich intensiv ist, so dass es deshalb sehr wenig Phosphor braucht, um eine starke Produktion organischer Materie, d. h. Plankton, in Gang zu halten. Um so nötiger ist es, dass man diesen wenigen Phosphor sicher bestimmen kann.

Diese Einzelheit aus der chemischen Analytik passt zwar nicht zum gestellten Thema; sie ist aber von der biologischen Beurteilung von Seen nicht zu trennen.

Bei der Durchsicht der verdankenswerten Zusammenstellung der Bewertungsmethoden im Manuskript von Herrn Prof. Liebmann mag auffallen, dass heute eine ganze Reihe von solchen Methoden in Anwendung steht, und welche sich zum Teil noch ganz wesentlich voneinander unterscheiden. Es ist hier zu berücksichtigen, dass die verschiedenen Systeme und Bewertungsmodi aus einer jeweiligen spezifischen Notwendigkeit hervorgegangen sind, und dass sie den Bedingungen derjenigen Gewässer, welche der Bearbeiter zu klassifizieren hatte, gerecht werden mussten. Auf diese Weise sind die verschiedenen Erweiterungen des Kolkwitz-Marsson-Systems, z. B. durch Unterteilung des Reinwasserbereiches oder des polysaproben Bereiches, zu verstehen. Ob diese Erweiterungen indessen auch einer allgemeinen, d. h. europäischen Anwendung im Rahmen der FEG standhalten, wird noch zu diskutieren sein. Es ist die Aufgabe des Methodenausschusses, aus dem reichlichen Angebot an Methoden diejenige auszuwählen, die in allen Gebieten Europas, im Gebirge und im Flachland, in Industriegebieten und in ländlichen Bezirken, Anwendung finden kann. Diese einfache, nicht mit lokal bedingten Modifikationen belastete «FEG-Einheitsmethode» soll das Rückgrat einer biologischen Bewertung sein. Ein ebenso gut durchdachtes, klares und einfaches Verfahren zur Darstellung der Befunde, etwa im Sinne des Münchner Verfahrens, soll dann die gemeinsame, überall verstandene Sprache sein.