

Kurzdarstellung der Begleitindizes

| | |
|-----------------|---|
| Toleranz | KLIWA-Index_{MZB} (Kl_{MZB}) |
|-----------------|---|

Anwendbar auf die Typen ...

| | | | | | | | | | |
|------|------|-----|-----|---------|-----|-----|-------|-----|----|
| 1.1 | 1.2 | 2.1 | 2.2 | 3.1 | 3.2 | 4 | | | |
| 5 | 5.1 | 6 | 6_K | 7 | 9 | 9.1 | 9.1_K | 9.2 | 10 |
| 11 | 12 | 14 | 15 | 15_groß | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21_N | 21_S | 22 | 23 | tFG | | | | | |

Beschreibung

Der als Temperaturäquivalent auf der Basis von Felddatenauswertungen abgeleitete und in Grad Celsius angegebene KLIWA-Index_{MZB} (Kl_{MZB}) ist ein Bioindikator für die Qualität der sommerlichen Atmungshabitatbedingungen (Monate Juli, August, September) des Makrozoobenthos von Fließgewässern. In der warmen Jahreszeit kann die Atmung bei vielen fließgewässertypischen Arten zum limitierenden Faktor für ihre Fitness und ihren Reproduktionserfolg werden und so deren Vorkommen und Populationsstärken maßgeblich mitbestimmen. Unter Atmungshabitatbedingungen der aquatischen Invertebratenfauna wird die Gesamtheit aller, die äußere und innere Atmung bestimmenden Einflussgrößen ihres Lebensraums verstanden.

Dazu gehören vor allem die nachfolgend aufgeführten Faktoren, für die jeweils die zu erwartenden Konsequenzen erhöhter Ausprägungen für die Sauerstoffversorgung (Verhältnis von Sauerstoffbedarf zu Sauerstoffverfügbarkeit) des Makrozoobenthos in Fließgewässern und damit für den KLIWA-Index_{MZB} dargestellt sind:

1. Erhöhte Wassertemperatur:
 (a) Erhöhung des Sauerstoffbedarfs der Organismen; (b) Verringerung der physikalischen Sauerstofflöslichkeit (= verminderte Sauerstoffkonzentration); (c) Erhöhung sauerstoffzehrender Abbauprozesse (= verminderte Sauerstoffkonzentration)
=> verminderte Sauerstoffversorgung = erhöhter KLIWA-Index_{MZB}
2. Erhöhte Fließgeschwindigkeit (und Turbulenz):
 (a) Erhöhung des physikalischen Sauerstoffeintrags (= erhöhte Sauerstoffkonzentration); (b) Erhöhung der Sauerstoffverfügbarkeit an den respiratorisch wirksamen Körperoberflächen der Wirbellosen (= erhöhte Sauerstoffaufnahme)
=> verbesserte Sauerstoffversorgung = erniedrigter KLIWA-Index_{MZB}
3. Erhöhte Pflanzennährstoffkonzentrationen und Besonnung:
 (a) Erhöhung der Primärproduktion und dadurch verursachte nächtliche Sauerstoffzehrung im Gewässer (= verminderte Sauerstoffkonzentration in der Nacht); (b) Wassertemperaturerhöhung mit den unter 1. beschriebenen Folgen
=> verminderte Sauerstoffversorgung = erhöhter KLIWA-Index_{MZB}
4. Erhöhte Konzentration leicht abbaubarer organischer Stoffe:
 (a) Erhöhung der Sauerstoffzehrung durch saprobielle Abbauprozesse (= verminderte Sauerstoffkonzentration)
=> verminderte Sauerstoffversorgung = erhöhter KLIWA-Index_{MZB}
5. Erhöhte Salzkonzentration:
 (a) Erhöhung des Sauerstoffbedarfs der Organismen in Folge erhöhten Energieverbrauchs für die Osmoregulation; (b) Verringerung der physikalischen Sauerstofflöslichkeit (= verminderte Sauerstoffkonzentration)
=> verminderte Sauerstoffversorgung = erhöhter KLIWA-Index_{MZB}

Formel

Die Grundform des KLIWA-Index_{MZB} (KI_{MZB}) wird analog zum Saprobienindex wie folgt berechnet:

$$KI_{MZB} = \frac{\sum_{t=1}^T SWP - T_t^k \times S_t \times a_t}{\sum_{t=1}^T S_t \times a_t}$$

| | |
|---------------|--|
| a_t | Abundanzklasse des t-ten Taxons in der Probe |
| $SWP - T_t^k$ | Korrigierte (transformierte) Schwerpunkttemperatur des t-ten Taxons in der Probe |
| S_t | Spezifität des t-ten Taxons in der Probe |
| T | Gesamtzahl der eingestuften Taxa in der Probe |

Referenzen

Entwicklung und Definition

- Halle, M., Müller, A., Sundermann, A. (1016, 2018, 2020)
- Sundermann, A., Müller, A., Halle, M. (2022)

Anwendung

- Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) Referat Nr. 83, Kristin Stolberg und Katharina Kätzel (2022)
- DWA-Report (2018)
- Projektteam Sydro Consult GmbH, umweltbüro essen, LimnoPlan (2019)
- Projektteam umweltbüro essen – chromgruen – DIE GEWÄSSER-EXPERTEN! (2019)

Ökologische Aussage

Bei gegebenen trophischen, saprobiellen und salinaren Rahmenbedingungen fungieren die sommerlichen Wassertemperaturen und Fließgeschwindigkeiten als Hauptantagonisten der Atmungs habitatbedingungen des Makrozoobenthos von Fließgewässern. Sie beeinflussen den KLIWA-Index_{MZB} in Abhängigkeit von den jährlich variierenden Wetter- und Abflussbedingungen in die eine oder andere Richtung (je wärmer und trockener der Sommer, desto höher der Index).

Dabei ist der Index jedoch nicht auf die Wassertemperaturen des Beprobungsjahres der Wirbellosenfauna, sondern auf den Wassertemperaturmittelwert der Monate Juli, August, September des Vorjahres beziehbar (bzw. bei mehrjährigen Wiederholungsmessungen und -beprobungen: der gleitenden, jeweils um ein Jahr versetzten Dreijahresmittel der Dreimonatsmittel). Der zeitliche Versatz zwischen Ursache und Wirkung erklärt sich u. a. durch die Art der Ableitung der dem Index zugrunde liegenden Schwerpunkttemperaturen der Index-Arten. Dafür wurden umfangreich vorliegende Makrozoobenthos-Probendaten der Bundesländer zu im Umfeld der Probestellen gemessenen Wassertemperaturdaten innerhalb eines bestimmten Zeitfensters in Bezug gesetzt. Die Bedeutung kurzfristiger Akutwirkungen von Extremereignissen (z. B. kurzfristige Maximaltemperaturen und/oder Dürren) werden durch diesen statistischen Ansatz verringert. Daher spiegelt der aus den Abundanzen der Index-Arten einer Probestelle berechnete KLIWA-Index_{MZB} vor allem mittel- bis längerfristige Besiedlungskonsequenzen der mittleren sommerlichen Atmungs habitatbedingungen wider.

Ein linearer Zusammenhang zwischen der mittleren sommerlichen Wassertemperatur und dem Index kann dabei nur bis zu einem gewässertypspezifischen Höchstwert angenommen werden. Auswertungen des Index im Abgleich mit modellierten Fließgeschwindigkeiten und Wassertemperaturen haben gezeigt, dass die mittleren Fließgeschwindigkeiten erst oberhalb typspezifischer Temperaturschwellen stark an Bedeutung für den Index gewinnen, während in diesem oberen Wassertemperaturbereich eine weitere Temperaturerhöhung keine zusätzliche Indexerhöhung mehr bewirkt. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass (1) der Index aufgrund der ihm zugrunde liegenden abgeleiteten Temperaturpräferenzen der Indexarten (sog.

Schwerpunkttemperaturen) nur bis zu einer bestimmten Maximaltemperatur (annähernd) linear ansteigen kann und anschließend einer Sättigungsfunktion folgt und, dass (2) der positive kompensatorische Strömungseinfluss auf die Sauerstoffverfügbarkeit und damit auch auf die Sauerstoffversorgung bzw. den KLIWA-Index_{MZB} sich erst ab einer bestimmten Mindesttemperatur und einem damit einhergehenden erhöhten Sauerstoffbedarf auswirken kann.

Reaktion auf Belastung

Je nachdem für welchen Fließgewässertyp der Index berechnet und mit welcher Art von Messdaten der Wassertemperatur (kontinuierliche Loggerdaten oder diskrete Stichproben) er verglichen werden soll, wurden verschiedene Index-Versionen entwickelt, um Rückschlüsse auf den Einflussanteil der Wassertemperatur in Relation zu anderen Atmungshabitatfaktoren zu ermöglichen. So kann beispielsweise ein im Vergleich zur gemessenen mittleren Vorjahreswassertemperatur der drei Sommermonate deutlich höherer gewässertypspezifischer Indexwert als ein Hinweis auf das Vorliegen anderer belastender Atmungshabitatfaktoren gelten (z. B. Strömungsverlangsamung/Rückstau oder trophische, saprobielle oder salinare Belastungen). Ist das Gegenteil der Fall, könnten dafür Rhithralisierungseffekte z. B. durch erhöhte Gefälle, Begradigungen oder Profilverengungen verantwortlich sein.

Indem der KLIWA-Index_{MZB} als Temperaturäquivalent die Atmungshabitatbedingungen des Makrozoobenthos von Fließgewässern ganzheitlich bioindiziert, spiegelt er in besonderer Weise die Folgen des Klimawandels für diese Lebensräume hinsichtlich zunehmender sommerlicher Wassertemperaturen und sinkender Niedrigwasserabflüsse wider.

Die gewässertypspezifische Version des KLIWA-Index_{MZB} ist bei den meisten LAWA-Gewässertypen hoch signifikant und mit hohen Bestimmtheitsmaßen sowohl mit dem Saprobienindex als auch dem Multimetrischen Index (MMI) von Perloides korreliert. Aufgrund dieser starken Zusammenhänge ist es möglich, gewässertypspezifische Maximalausprägungen des KLIWA-Index_{MZB} für eine hinreichende Wahrscheinlichkeit der Erreichbarkeit einer guten ökologischen Zustandsklasse des Makrozoobenthos im Sinne von Orientierungswerten abzuleiten.

Literatur

- Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) Referat Nr. 83, Kristin Stolberg und Katharina Kätzel (2022): Projektbericht „Auswertung und Beschreibung von Langzeittrends für die biologische Qualitätskomponente Makrozoobenthos. - Monitoring Biologie – Anpassung an neue Herausforderungen.“ 75 S.
- DWA-Report (2018): In_StröHmunG – Innovative Systemlösungen für ein transdisziplinäres und regionales ökologisches Hochwasserrisikomanagement und naturnahe Gewässerentwicklung. Abschlussbericht des BMBF-ReWaM-Projektes In_StröHmunG (Förderkennzeichen 033W017). DWA-Themenband. 141 S.
- Halle, M., Müller, A., Sundermann, A. (2020): Der KLIWA-IndexMZB - Ein biologischer Impact-Indikator des Klimawandels für Fließgewässer. Korrespondenz Wasserwirtschaft 2020(13) Nr. 9: 477-489.
- Halle, M., Müller, A., Sundermann, A. (2018): Praxistest KLIWA-IndexMZB: Praxistest des im Rahmen des KLIWA-Projektes zur Ableitung von Temperaturpräferenzen des Makrozoobenthos für die Entwicklung eines Verfahrens zur Indikation biozönotischer Wirkungen des Klimawandels in Fließgewässern entwickelten KLIWA-IndexMZB. Endbericht erarbeitet vom Projektteam umweltbüro essen, chromgruen & Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt im Auftrag des Arbeitskreis KLIWA (finanziert von Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz).
- Halle, M., Müller, A., Sundermann, A. (2016): KLIWA Temperatur-MZB-Projekt: Ableitung von Temperaturpräferenzen des Makrozoobenthos für die Entwicklung eines Verfahrens zur Indikation biozönotischer Wirkungen des Klimawandels in Fließgewässern. Endbericht. Erarbeitet vom Projektteam umweltbüro essen, chromgruen & Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt im Auftrag des Arbeitskreis KLIWA (finanziert von Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz), publiziert als KLIWA-Berichte Heft 20.
- Projektteam Sydro Consult GmbH, umweltbüro essen, LimnoPlan (2019): Teilbericht zum Projekt „Wasserführung Mittlere Rur (Eifel)“ im Auftrag der Bezirksregierung Köln.
- Projektteam umweltbüro essen – chromgruen – DIE GEWÄSSER-EXPERTEN! (2019): Abschlussbericht zum „Vorhabens- und Sanierungsplan OWK Spree-2“ im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie des Freistaats Sachsen.
- Sundermann, A., Müller, A., Halle, M. (2022): A new index of a water temperature equivalent for summer respiration conditions of benthic invertebrates in rivers as a bio-indicator of global climate change. *Limnologia* 95:125980.