

ANWENDBARKEIT VON BIOLIGANDENMODELLEN IM ROUTINE-MONITORING

FEASIBILITY OF BIOTIC LIGAND MODELS FOR ROUTINE MONITORING

Hintergrund

Bioligandenmodelle (BLM) wurden entwickelt, um den Einfluss von Gewässereigenschaften auf die biologische Verfügbarkeit und Wirkung von Metallen wie Kupfer (Cu), Nickel (Ni) und Zink (Zn) zu beschreiben. Hierbei werden die gemessenen gelösten Metallkonzentrationen unter Berücksichtigung lokaler Wasserparameter (insbesondere pH-Wert, gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), Calcium-Konzentration) bewertet. Auf diese Weise sollen in der Risikobewertung abgeleitete Umweltqualitätsnormen an lokale Wassereigenschaften angepasst werden.

Projektbeschreibung

Ziel eines im Auftrag des Umweltbundesamtes erstellten Gutachtens war, die Möglichkeit des Einsatzes sogenannter benutzerfreundlicher Versionen von BLM in Monitoring-Programmen der Wasserbehörden im Kontext der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) zu prüfen. Getestet wurde die auf Basis einer Standardsoftware programmierte BLM-Version Bio-met (www.bio-met.net), die 2011 im Rahmen eines EU-Workshops mit Akteuren aus dem Routine-Monitoring vorgestellt worden war. Der Schwerpunkt der Projektarbeiten lag auf der Untersuchung der Plausibilität der BLM-abgeleiteten Qualitätsnormen (QN), der Praktikabilität des BLM-Konzepts und der Eignung für die Umsetzung im Routine-Monitoring.

Ergebnisse

Eine Sensitivitätsanalyse ergab beispielsweise, dass die pH-Abhängigkeit der berechneten QN für Cu, Ni und Zn unterschiedlich ist. Dagegen stieg die QN für alle Metalle mit zunehmender DOC-Konzentration an. Da die getestete BLM-Version Nachschlagetabellen statt kontinuierlicher Funktionen verwendet, können kleinere Änderungen der Wasserparameter deutliche Sprünge der QN verursachen. Weitere Untersuchungen ergaben auch, dass ein relevanter Anteil der hier betrachteten Gewässer nicht angemessen bewertet werden kann. In Beispieldatensätzen für deutsche Flüsse, die von

Untersuchungsstellen aus drei Bundesländern zur Verfügung gestellt wurden, hatten teilweise über 40 % der Proben pH-Werte oder Calcium-Konzentrationen oberhalb der oberen BLM-Validitätsgrenzen (Übersicht: Table 1, Beispiel: Figure 1).

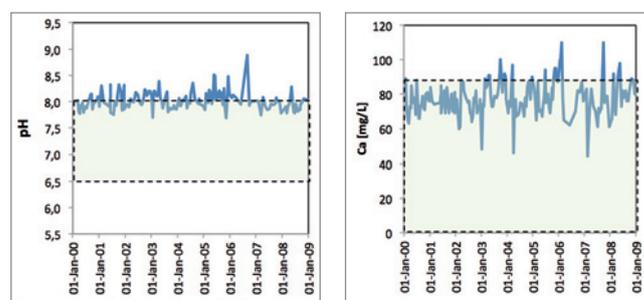


Figure 1: pH values and calcium (Ca) concentrations measured in the river Rhine at Kleve-Bimmen. The shaded areas indicate the range where BLMs for Cu, Zn and Ni are valid. Monitoring data were kindly provided by LANUV NRW, Düsseldorf.

Fazit

Auf Grundlage der Untersuchungen wurde die Empfehlung abgeleitet, für die Routineanwendung benutzerfreundlicher BLM-Versionen detaillierte Anleitungen zur Verfügung zu stellen sowie europaweit harmonisierte Ansätze für die Anwendung bei Wassereigenschaften außerhalb der bisherigen Validitätsgrenzen der BLM zu entwickeln. Die verwendeten BLM sollten transparent beschrieben sein. Es wird außerdem empfohlen zu prüfen, ob zur umfassenden Bewertung des Risikos von Metallen in Gewässern auch die Auswirkungen von Konzentrationsspitzen berücksichtigt werden müssen. Generell werden auch zusätzliche Messungen der Gesamtfractionen der Metalle im Wasser für Emissions- und Immissionsbilanzen als weiterhin notwendig erachtet.

Auftraggeber / Sponsor

Umweltbundesamt, FKZ 363 01 352



F 1

Background

Biotic ligand models (BLM) were developed to describe the influence of surface water properties on the biological availability and effects of metals such as copper (Cu), nickel (Ni) and zinc (Zn). This is conducted on basis of measured dissolved metal concentrations taking local water parameters into consideration, particularly pH, dissolved organic carbon (DOC) and calcium concentrations. This approach allows generic environmental quality standards derived from risk assessments to be adapted for local water conditions.

Approach

The major aim of this project, carried out on behalf of the German Federal Environment Agency, was to investigate the potential to apply so-called user-friendly BLM versions in water authority monitoring programs under the European Water Framework Directive (WFD). We therefore tested the Bio-met BLM tool (www.bio-met.net) programmed with standard software, which was introduced in 2011 during an EU workshop with stakeholders. The project focused on assessing the plausibility of BLM-derived quality standards (QS), the practicality of the BLM approach and its suitability for implementation in monitoring programs.

Table 1: Comparison of monitoring data for pH, calcium (Ca) and DOC with the validity ranges of the Bio-met BLM tool (Version of June 2011) for Cu, Ni and Zn. Percentage values represent the fraction of data beyond the corresponding boundary. For DOC no validity range is defined.

	North Rhine-Westfalia	Saxony-Anhalt*	Baden-Württemberg
Number of samples	10732	266	2597
pH range	4.6 - 10.3	6.8 - 8.6	4.7 - 9.0
pH < 6.5	1.5 %	0 %	1.3 %
pH > 8.0	21.7 %	40.5 %	44.5 %
Ca range (mg/L)	1.4 - 676	94 - 910	1.5 - 188
Ca < 5.0 mg/L	2.9 %	0 %	3.1 %
Ca > 88 mg/L	15.9 %	100 %	42.8 %
DOC range (mg/L)	0.4 - 55.0	2.2 - 5.8	0.3 - 16.1

* Not representative (salt-rich waters)

Results

Sensitivity analysis revealed that, for example, the pH-dependence of the calculated QS was different for Cu, Ni and Zn. However, the QS for all metals increased in line with the DOC concentration. Because the tested BLM tool applies look-up tables instead of continuous functions, small changes in the water parameters can introduce significant step changes in the QS. Further investigations showed that it is not possible to evaluate a relevant proportion of waters adequately. In sample data sets from rivers provided by water authorities in three German federal states, partly more than 40% of the samples had pH values or calcium concentrations above the upper BLM validity boundary (overview in Table 1, example in Fig. 1).

Conclusion

Based on the project results, we recommended the preparation of detailed manuals as well as Europe-wide harmonized approaches for the application of user-friendly BLM versions in water conditions beyond their current validity boundaries. The BLM should be documented transparently. Furthermore, we recommend that the effects of concentration peaks should also be considered to provide a comprehensive risk assessment for metals in waters. Generally, additional measurements of total metal fractions in water samples are deemed as necessary for emission and immission balances.

Contact / Ansprechpartner

Dr. Heinz Rüdell
 Tel: +49 2972 302 - 301
heinz.ruedel@ime.fraunhofer.de

Dr. Udo Hommen
 Tel: +49 2972 302 - 255
udo.hommen@ime.fraunhofer.de

Figure 2: River Weser.