

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 360 12 018
UBA-FB 001249



Incorporation of Metal Bioavailability into Regulatory Frameworks

Deutsche Kurzfassung /
English Summary

von

Wolfgang Ahlf
Susanne Heise

Technische Universität Hamburg-Harburg
Institut für Umwelttechnik und Energiewirtschaft

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Berücksichtigung aktueller Konzepte zur Bioverfügbarkeit in der Umweltrisikobewertung von Metallen

Inwiefern Metalle für Organismen verfügbar sind, hängt unter anderem von den geochemischen Gegebenheiten ab, welche die Metallspeziation bestimmen. Das Bioligandenmodell (BLM) und das Konzept von sulfid-gebundenen und somit nicht verfügbaren Metallen (SEM/AVS) wurden entwickelt, um die Bioverfügbarkeit von Metallen abzuschätzen. Basierend auf einer Literaturstudie mit besonderem Augenmerk auf unterschiedliche Herangehensweisen, diskutiert dieses Gutachten die Einbeziehung der Bioverfügbarkeit von Metallen in der Risikoabschätzung im Kontext der Altstoffbewertung und Bestimmung von Umweltqualitätszielen. Hierzu wurden die vom Internationalen Metallverband (ICMM) verfasste Anleitung zur Risikoabschätzung von Metallen (MERAG) und die Wasserrahmenrichtlinie herangezogen. Das Gutachten geht der Frage nach, was die Hauptaufnahmewege von Metallen in den Kompartimenten Wasser, Sediment und Boden sind, ob diese Aufnahmepfade durch die vorgeschlagenen Modelle und Konzepte hinreichend abgedeckt werden und was zu berücksichtigen ist, wenn die Bioverfügbarkeit von Metallen in der Regulation einbezogen wird.

Das Gutachten zieht den Schluss, dass Metallkonzentrationen durch adäquate Bioverfügbarkeitsfaktoren berücksichtigt werden sollten, dass aber die vorgeschlagenen Modelle und Konzepte BLM und SEM/AVS dies nur unzureichend abdecken, da hier angenommen wird, dass die freie Ionenkonzentration die wichtigste ist. Neben dem geochemischen Zustand, welcher die freie Ionenkonzentration bestimmt, fallen jedoch ebenfalls partikulär oder labil gebundene und komplexierte Metallionen ins Gewicht. Außerdem ist das Verhalten des jeweiligen Organismus in der Umwelt, z.B. durch das Fressverhalten und die Bioturbation im Sediment bei der Betrachtung der Bioverfügbarkeit relevant. Die Berücksichtigung der Bioverfügbarkeit sollte deshalb durch diese Optionen erweitert werden. Das Gutachten schlägt als Alternative eine Erweiterung des DYNBAM vor, welches als ein biodynamisches Modell zusätzlich zu frei gelösten Metallionen auch die Aufnahme von Metallen über die Nahrung mit berücksichtigt. Das vorgeschlagene erweiterte konzeptionelle Modell bezieht bei der Bioverfügbarkeit auch labil gebundene und komplexierte Metalle mit in die Betrachtung ein. Anhand von Fallbeispielen erläutert das Gutachten, wie wichtig bei der Herleitung von Umweltqualitätszielen im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie die Einbeziehung der Sedimente ist; dass allgemeine Umweltqualitätsziele unsicher sind und daher das Metallo-Region Konzept bevorzugt werden sollte.

Incorporation of Metal Bioavailability into Regulatory Frameworks

The degree to which metals are available to organisms varies depending in part on the site-specific geochemical conditions controlling metal speciation. The Biotic Ligand Model (BLM) and the concept of sulphide bound metals described by the ratio of Simultaneously Extracted Metals and Acid volatile sulphide concept (SEM/AVS) have been developed to consider the bioavailability of metals. On the basis of a review on the literature relating to bioavailability approaches, this work discusses the incorporation of metal bioavailability into the risk assessment of metals in the context of the Existing Substances Regulation and into guidelines such as the guidelines for establishing Ambient Quality Criteria. Focus is put onto the metal risk assessment guidance documents for environment and health, MERAG (2007), published by the International Council on Mining and Metals and the Water Framework Directive. This report addresses current knowledge of bioavailability and reviews experimental evidence of the main exposure routes of metals for the compartments water, sediment, and soil. The question whether the suggested approaches are suited to assess the bioavailability of metals in the different compartments and what has to be considered in order to incorporate bioavailability of metals into regulatory frameworks is being addressed.

The report concludes that metal concentrations should be adjusted by appropriate bioavailability factors but that the current suggested approaches BLM and SEM/AVS are insufficient. Both approaches assume that the free ion concentration is the most relevant exposure pathway. However apart from geochemical conditions, which control free metal concentration, bioavailability is additionally a result of contaminant/particle interaction and can be superimposed by organisms' activity, like feeding or burrowing behaviour. The report proposes that the influence of labile bound metals and metal complexes should be implemented in refined models and to extend the scope of bioavailability. The report suggests a synopsis with basic model DYNBAM which is a dynamic multi-pathway bioaccumulation model and also considers the uptake of metals via food. As an extension of DYNBAM the authors suggest a conceptual model which also considers, labile bound and complexed metals as an additional source. Concerning the Water Frame Directive the report states that generalized Environmental Quality Standard (EQS) would face a high uncertainty and shown on case studies that ignoring sediment in the risk assessment schemes could lead to major risks. Hence, sediments should be included in EQS derivation, the metalloregion concept should be applied and metal-specific biodynamics should be considered using DYNBAM.