

Diss. ETH Nr. 6362

DIE VERUNREINIGUNG DER SEEN MIT SCHWERMETALLEN;
MODELLE FÜR DIE REGULIERUNG DER METALLKONZENTRATIONEN

A B H A N D L U N G
zur Erlangung
des Titels eines Doktors der Naturwissenschaften
der
E I D G E N O E S S I S C H E N T E C H N I S C H E N
H O C H S C H U L E Z U E R I C H

vorgelegt von
J U E R G T S C H O P P
dipl. Chemiker ETH
geboren am 1. Juli 1948
von Basel

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. W. Stumm, Referent
Prof. Dr. H. Ambühl, Korreferent

1979

KURZFASSUNG

Anhand von Felduntersuchungen am Greifensee (Kanton Zürich) und Modellrechnungen werden die historische Entwicklung von Metallbelastungen und die Spezierung von Metallen in Gewässern untersucht. Die für Wachstum und Metabolismus wichtigen Metalle Blei, Cadmium, Kupfer und Zink werden in dieser Arbeit eingehend betrachtet.

Die Schwermetallbelastung des Greifensees ist bei Blei hauptsächlich auf atmosphärische Beiträge zurückzuführen, während bei den andern drei Elementen die Frachten durch Zuflüsse und Niederschläge in der gleichen Grössenordnung liegen. Der grösste Teil des Metalleintrags wird im See zurückbehalten. Aus Sedimentanalysen lässt sich ableiten, dass in den letzten 50 Jahren die Schwermetallbelastung der natürlichen Gewässer zugenommen hat, und zwar für die einzelnen Elemente um folgende Faktoren:

Blei und Zink je etwa 5, Cadmium 4 und Kupfer 3.

Mit Hilfe von Computerberechnungen an Multi-Metall-Ligandensystemen wird gezeigt, dass die chemische Spezierung der Metalle durch anorganische Liganden (vor allem Hydroxid- und Carbonationen), organische Liganden und durch Partikeloberflächen reguliert wird. Kupfer als Uebergangsmetallion reagiert besonders empfindlich auf organische Liganden. Die Komplexbildungsmodelle (und auch die Ausfällung von Schwermetallen) genügen nicht zur Erklärung der im See beobachteten sehr niedrigen Metallkonzentrationen. Mit Massenbilanzmodellen, die die Adsorption von Metallen an Partikeloberflächen berücksichtigen, werden die Metallkonzentrationen berechnet und zeigen eine gute Uebereinstimmung mit gemessenen Werten.

ABSTRACT

The historic development of heavy metal pollution and the speciation of metals are investigated by analysing water and sediment samples from the Greifensee (lake in the province of Zurich) and by computer calculations. Important metals for growth and metabolism, lead, cadmium, copper and zinc, are examined.

For lead, the metal burden of the Greifensee results mainly from atmospheric contributions, whereas for the other three elements atmospheric fallout and river inflows are about of the same order of magnitude. Most of the metal input is held back by the lake. Sediment analyses show that the metal pollution of lakes has increased in the last 50 years by the following factors: lead and zinc 5x, cadmium 4x and copper 3x.

Computer calculations with multi-metal-multi-ligand systems show that chemical speciation is influenced by inorganic ligands (mainly hydroxy- and carbonate-ions), organic ligands with copper and solid surfaces.

A steady-state model explains the fact that only low concentrations of heavy metals are found in lake waters. In this model, sinking particles act as a conveyer belt transporting metals to the sediments.