

# ÖKOTOXIKOLOGISCHE TESTUNG VON WASSERBAUSTEINEN IN MESOKOSMEN

## ECOTOXICOLOGICAL TESTING OF ARMOR STONES IN MESOCOSMS

### Hintergrund und Ziele

Im Rahmen eines breit angelegten Untersuchungsprogramms zum umweltverträglichen Einsatz von Eisensilikatgestein im Wasserbau wurden die Freisetzung von Metallen aus der Kupfergewinnung und Wasserbausteinen sowie deren Effekte auf die Entwicklung der Lebensgemeinschaft in aquatischen Freilandmodellökosystemen (Mesokosmen) über ein Jahr erfasst. Ziel war die Bestimmung der Sand- oder Steinmenge, die ohne ökologisch schädliche Auswirkungen in ein Gewässer eingetragen werden kann.

### Projektbeschreibung

Die Studie wurde in insgesamt 25 Edelstahlzylindern von je 2 m<sup>3</sup> Volumen durchgeführt, die im Sommer 2009 in einen großen künstlichen Teich mit einer etablierten aquatischen Lebensgemeinschaft eingesetzt worden waren. Fünf dieser Zylinder dienten als Kontrolle, in die 25 g/L Brechsand und 100 g/L Wasserbausteine aus Basanit, einem natürlichen Alkaligestein, eingebracht wurden. In acht Zylindern wurden 3.25, 6.25, 12.5 und 25 g/L Eisensilikat-Brechsand mit jeweils zwei Replikaten und in weiteren zwölf Zylindern 12.5, 25, 50 und 100 g/L Eisensilikat-Wasserbausteine mit jeweils drei Replikaten eingesetzt (Figure 1 und 2). Dabei wurde jeweils noch so viel Basanitbrechsand und -wasserbaustein zugegeben, dass in allen Zylindern dieselbe Gesamtmenge an Brechsand und Wasserbaustein vorlag. Im Versuchsverlauf wurden die Metallgehalte mehrfach in Wasser- und Sedimentproben und bei Versuchsende in den Biota bestimmt. Zur Effektabschätzung wurde die Entwicklung der Population der Algen, Wasserpflanzen, des Zooplanktons und der Makroinvertebraten erfasst.

### Ergebnisse

In Abhängigkeit von der eingebrachten Menge Eisensilikat wurde ein leichter Anstieg der Kupfer-, Nickel-, Zink-, Blei-, Mangan- und Eisenkonzentration im Wasser beobachtet

(z. B. Figure 3). Für die Steine wurden im März 2010 maximale Gesamt-Kupferkonzentrationen von 14 µg/L gefunden, während das Maximum von 13 µg/L bei Sand eine Woche nach Beginn der Exposition gemessen wurde. Nach einem Jahr waren die Kupferkonzentrationen in der höchsten Behandlungsstufe mit Sand auf 3 µg/L und mit Stein auf 5 µg/L gefallen. Im Sediment wurden verglichen mit der Kontrolle keine erhöhten Metallgehalte gefunden. In Biota wurde Kupfer um maximal den Faktor fünf im Vergleich zu Organismen der Kontrollen angereichert. Andere Metalle wurden gar nicht oder weniger stark angereichert (Ausnahme Mn im Periphyton oder Sn in Schnecken mit Anreicherungsfaktoren von maximal 7 bzw. 10). Hinweise auf Metalleanreicherung in der Nahrungskette gab es nicht.

Bei bis zu 12,5 g Brechsand/L oder 50 g Wasserbaustein/L wurden insgesamt keine länger anhaltenden oder starken Effekte auf die Biozönose gefunden. Bei 25 g Brechsand/L und 100 g Wasserbaustein/L konnten dagegen Effekte über acht Wochen oder bis zum Ende der Studie auf Algen, Makrophyten, und teilweise Insekten nicht ausgeschlossen werden.

### Fazit

Insgesamt werden in dieser Studie 12,5 g Brechsand/L (1:80) und 50 g Wasserbaustein/L (1:20) als ökologisch akzeptable Einträge angesehen.

### Ansprechpartner / Contact

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

Dr. Burkhard Knopf  
Tel: +49 2972 302 - 208  
burkhard.knopf@ime.fraunhofer.de

**Kooperationspartner / Cooperation partner**  
MESOCOSM GmbH, Homberg (Ohm)



## Background and aims

The potential leaching of metals and their impact on the aquatic community in outdoor mesocosms was monitored for one year as part of a large research project considering the ecological risk assessment of sludge from copper production, particularly iron silicate stones used for hydraulic engineering, e.g. as armor stones. We measured the amount of crushed stone fines or armor stones that could be added to the mesocosms without ecologically adverse effects.

## Approach

We used 25 stainless steel enclosures (2 m<sup>3</sup> each) installed in a large artificial pond with an established aquatic community (Fig. 1 and 2). Five enclosures served as controls, including 25 g/L basanite crushed stone fines and 100 g/L basanite armor stones as a natural reference material. Crushed fine iron silicate stones were introduced into eight enclosures (3.25, 6.25, 12.5 and 25 g/L with two replicates each) and iron silicate armor stones were introduced into 12 enclosures (12.5, 25, 50 and 100 g/L with three replicates each). The appropriate amount of basanite stone fines and stones were also introduced to achieve the same amount stone fines and stones in all enclosures including the controls. We measured the concentrations of metals in the water and the sediment throughout the experiment, and determined metal concentrations in the biota at the end point. The effect of the armor stones was assessed by monitoring the populations of algae, macrophytes, zooplankton and macroinvertebrates.

## Results

The concentrations of Cu, Ni, Zn, Mn and Fe in the water increased in concert with the amount of iron silicate (Fig. 3). For example, the maximum Cu concentration was 14 µg/L in mesocosms treated with the highest doses of armor stones (March 2010) whereas the maximum total Cu concentration in the sand enclosures was approximately 13 µg/L seven days

after the stones were introduced. After one year of exposure, the Cu concentration in the water had fallen to 3 µg/L in the mesocosms treated with the highest dose of fines, and to 5 µg/L in those treated with the highest dose of stones. There was no dose-related increase in sediment metal concentrations. The Cu levels in the biota increased by up to a factor of five compared to the controls, whereas there were only small increases in the other metals (in some cases no increase at all). There was no evidence for biomagnification in the food chain. At doses of up to 12.5 g of fines/L or 50 g stones/L there were no long-term or pronounced effects on the biocoenosis, but at doses of 25 g fines/L or 100 g stones/L effects on algae, macrophytes and insects over more than 8 weeks or at the end of the study could not be excluded.

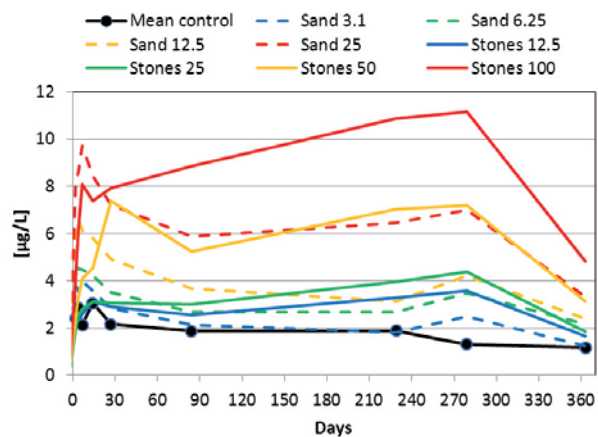


Figure 3: Mean dissolved copper concentration per treatment level.

## Conclusion

We consider 12.5 g fines/L (1:80) or 50 g armor stones/L (1:20) ecologically acceptable doses of iron silicate in this study.

## Sponsor / Auftraggeber

Aurubis Group, Hamburg, Germany

Figure 1 and 2: Introduction of the test items.