

**Projektkennblatt**  
der  
**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**



|    |              |         |             |             |                      |
|----|--------------|---------|-------------|-------------|----------------------|
| Az | <b>10730</b> | Referat | <b>21/2</b> | Fördersumme | <b>185.006,00 DM</b> |
|----|--------------|---------|-------------|-------------|----------------------|

**Antragstitel**                      **System zur Verbesserung der Umweltqualität von Dachablaufwässern**

**Stichworte**                      Abwasser; Wasser

|                |                   |                   |                 |
|----------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Laufzeit       | Projektbeginn     | Projektende       | Projektphase(n) |
| <b>2 Jahre</b> | <b>01.10.1996</b> | <b>01.10.1998</b> |                 |

|  |       |              |
|--|-------|--------------|
| Förderbereich 1991 – 1998<br><i>Innovative Verfahrenstechniken und Wiederverwertung, Entsorgung und Emissionsminderung</i> | I.2.3 | Umweltechnik |
| <b>Behandlung gewerblicher Emissionen</b>  |       |              |

|                              |   |  |               |
|------------------------------|---|--|---------------|
| <b>Bewilligungsempfänger</b> | Weil Industrieanlagen GmbH<br>Heinrich-Hasemeier-Str. 33<br>49076 Osnabrück | Tel                                      | 0541/91333-0  |
|                              |   | Fax                                      | 0541/91333-66 |
|                              |   | Projektleitung<br>Hr. Prof. Gerhard Weil |               |
|                              |   | Bearbeiter<br>Fr. Dr. Sonja Priggemeyer  |               |

**Kooperationspartner**      KM Europa Metal AG  
Klosterstr. 29, 49074 Osnabrück

### **Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens**

Heutzutage wird verstärkt Dachablaufwasser aufgefangen, um es in Haus oder Garten einzusetzen. Die Wässer enthalten Einträge von Metallstäuben aus Luft und/oder Umgebung sowie Einträge durch die Bedachungsmaterialien. Mit den Dachablaufwässern erfolgt somit ein Eintrag von Metallen in Kläranlagen und Umwelt. Eine Minimierung der Metalleinträge würde die Umweltqualität von Gewässern, Böden und Kläranlagen (Verringerung des Metallgehalts des Klärschlammes) verbessern, machte Dachablaufwässer für weitere Anwendungen nutzbar und verringerte so den Verbrauch an Trinkwasser. Ziel des Projekts war es, ein Filtersystem zu entwickeln, das Metallionen (Cu, Zn, Pb) mittels Ionenaustausch (mittels Zeolith) aus Dachablaufwässern entfernt. Dieses System sollte in die Dachentwässerung integrierbar sein.

### **Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden**

Die Entwicklung des Filtersystems gliederte sich in die Bereiche Auswahl des Filtermaterials, Erfassung wichtiger Parameter zur Konstruktion des Filters und Tests von Filterprototypen. An einer Reihe von handelsüblichen Zeolithen wurden Tests hinsichtlich ihrer Verwendung als Filtermaterial für das Filtersystem durchgeführt. Von ausgewählten Zeolithen wurde dann die Austauschkapazität (Menge der austauschbaren Ionen pro Masseneinheit des Zeoliths) ermittelt. Parallel dazu wurden auf einem Freibewitterungsgelände der KM Europa Metal AG Versuchsdächer mit den gängigen Bedachungsmaterialien (Aluminium, Betonpfanne, Bitumen, Blei, Kupfer, PVC, Zink) aufgebaut und mit einer Wetterstation verknüpft. Damit konnten Angaben über Zeiten, Mengen und Art der Niederschlagswässer erhalten werden. Die anfallenden Dachablaufwässer wurden gesammelt und die Metallkonzentrationen ermittelt. Anhand der erhaltenen Daten über Niederschlagsmengen pro Zeiteinheit, Höhe der Metallkonzentrationen in den Dachablaufwässern und Austauschkapazität des Clinoptiloliths konnten Filterdimensionierungen berechnet und ein Filterkonzept (Fallrohrfilter, Regensammlerfilter und Druckfilter) erstellt werden. Die Filterprototypen wurden an einer größeren Dachfläche getestet. Es wurden Untersuchungen hinsichtlich eines einfach durchführbaren und möglichst ressourcenschonenden Verfahrens zur Regenerierung des Zeoliths durchgeführt und ein Recyclingkonzept erstellt.

## **Ergebnisse und Diskussion**

Für die Auswahl eines geeigneten Filtermaterials wurden Untersuchungen an 21 synthetischen bzw. natürlichen Zeolithen durchgeführt. Bei Umsetzungen der Zeolithe mit verschiedenen Cu-Prüflösungen unter statischen Bedingungen stellte sich heraus, daß neben der Entfernung von CU mittels Ionenaustausch auch eine Ausfällung des Kupfers als Hydroxid auftritt. Die Zeolithe reagieren in wäßriger Lösung unterschiedlich stark alkalisch, da ein Austausch von austauschfähigen Kationen (Na, K, Ca...) der Zeolithe gegen Protonen des Wassers erfolgen kann. Diese Fällung kann je nach Basizität des Zeoliths und Konzentration/Menge der eingesetzten Cu-Lösung unterschiedlich stark ausgeprägt sein. In den durchgeführten Versuchen wurde sowohl der Anteil des durch Ionenaustausch entfernten Kupfers als auch die Menge des über die Hydroxidfällung entfernten Kupfers bestimmt. Zum abschließenden Vergleich der Ionenaustauschfähigkeit der Zeolithe wurden Verteilungskoeffizienten berechnet. Vier Zeolithe zeigten hohe Verteilungskoeffizienten. Von diesen Zeolithen wurde jeweils die Austauschkapazität unter dynamischen Bedingungen bestimmt. Hierbei erwies sich der natürliche Zeolith Clinoptilolith für die Anforderungen an das Filtersystem am besten geeignet. Es konnte gezeigt werden, daß die Austauschkapazität des Clinoptiloliths durch Modifizierung auf 35 mg Cu pro g Clinoptilolith erhöht werden kann.

Zur Konstruktion der Filter waren u.a. Untersuchungen hinsichtlich Niederschlagsmengen und -häufigkeiten, Höhe der Metallkonzentrationen in den Dachablaufwässern und Verlauf der Metallkonzentrationen während eines Regenereignisses notwendig. Die Höhe der Metallkonzentration ist neben anderen Faktoren von der jeweiligen Niederschlagsmenge abhängig: Hohe Metallkonzentrationen treten meist nur in geringen Niederschlagsvolumina (bis zu 1 mm Niederschlag) auf. Betrachtet man den Verlauf der Metallkonzentrationen während eines Regenereignisses, so stellt man hohe Konzentrationen nur im ersten Millimeter Niederschlag fest. Die Verlaufskurven wurden für Kupfer-, Zink- und Blei-Dächer ermittelt.

In 90 % der Fälle betragen die Niederschlagsmengen pro 10 Minuten 0,2 bis 0,6 mm. Im Mittel fielen 0,4 mm/10 min.. Die Auslegung des Filtersystems muß so sein, daß Niederschlagsmengen dieser Größenordnung pro Zeitintervall filtriert werden können. Unter Berücksichtigung des durchschnittlichen Niederschlags pro Jahr und der mittleren Metallkonzentrationen wurde der Zeolithbedarf pro Jahr berechnet. Aufgrund dieser Daten zeigte sich, daß eine Anpassung des Filtersystems an die jeweilige Dachgröße und an den jeweiligen Anteil Metallfläche an der Gesamtgröße des Daches notwendig ist. Es wurde das nachfolgende Filterkonzept entwickelt. Die drei Filtersysteme sind zum Patent angemeldet.

- Fallrohrfilter: Dieser Filter wird direkt in das Regenfallrohr integriert. Die an diesem Fallrohr angeschlossene Niederschlagsfläche kann maximal 156 m<sup>2</sup> betragen. Wenn die Dachfläche nur zu einem Teil aus Metall besteht (10 – 20 %), hat der Filter eine Standzeit von ca. 5 Jahren.
- Regensammlerfilter: Dieser Filter wird im Bereich des Regensammlers integriert. Die angeschlossene Niederschlagsfläche kann bis zu 460 m<sup>2</sup> reine Metaldachfläche betragen.
- Druckfilter: Dieses Filtersystem kann kostengünstig installiert werden, wenn schon eine Regenwassernutzungsanlage vorliegt. Es wird in einem Druckbehälter an der Entnahmestelle eines Regenwassertanks installiert. Die Dimensionierung ist variabel der Tankgröße und der durchschnittlichen Wasserentnahme anzupassen.

Zur Schonung der Ressourcen wurde ein Recyclingkonzept zur Rückführung und Wiederaufbereitung des Clinoptiloliths erstellt. Dabei ist von besonderem Vorteil, daß die Modifizierung des Clinoptiloliths (zur Erhöhung der Kapazität) nach dem gleichen Verfahren durchgeführt werden kann, wie die Regenerierung des Clinoptiloliths. Vertrieb und Rückführung der Filter kann über eine Art „Pfandflaschensystem“ organisiert werden.

## **Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation**

Die Filtersysteme werden, sobald alle noch offenen Fragen und Probleme zur Serienreife (inkl. Logistik) und Markteinführung geklärt sind, auf verschiedenen Fachmessen präsentiert. Eine Veröffentlichung in entsprechenden Fachzeitschriften ist geplant.

## **Fazit**

Es wurde ein Fallrohrfilter und ein Regensammlerfilter zum Anschluß an die Dachentwässerung und ein Filtersystem zum Anschluß an eine Regenwassersammelanlage entwickelt. Die Aufteilung macht eine flexible Anpassung des Filters an die jeweilige Gegebenheiten bei der Dachentwässerung eines Gebäudes möglich. Tests an dem Fallrohrfilter, der das größte Anwendungspotential besitzt, wurden erfolgreich durchgeführt: Es konnte eine Verringerung des Metallgehalts der Dachablaufwässer von über 90 % erzielt werden.