

Ökologie und Umweltforschung
an der Universität Bayreuth

Umweltsystem Wasser: Stoffbelastungen
in Gewässern und deren Behandlung



Wasser



Wasser – das Element des Lebens – ist durch die intensive Nutzung durch den Menschen einer Vielzahl von Belastungen ausgesetzt. Menschliche Aktivitäten führen zum Eintrag zahlreicher Schadstoffe in die Gewässer. Um die davon ausgehenden Gefahren für Mensch und Umwelt einschätzen zu können, muss das teilweise sehr unterschiedliche Verhalten dieser Stoffe im Wasserkreislauf erfasst und verstanden werden:

- Welche Quellen setzen einen Stoff frei?
- Wie gelangt der Stoff ins Wasser?
- Findet ein Austausch der Stoffe zwischen dem Wasser und anderen Ökosystemkompartimenten wie Boden oder Pflanzen statt?
- Wird ein Schadstoff im Ökosystem abgebaut und kann man dies durch spezielle Verfahren unterstützen?

Erst das Verständnis der biogeochemischen Prozesse ermöglicht die Auswahl und Entwicklung geeigneter Verfahren, die die Gefährdung unseres Grund- und Oberflächenwassers minimieren können. Die Vertiefung dieses Verständnisses ist ein Ziel hydrologischer Forschung an der Universität Bayreuth.

1.

Pestizide im Bioabfall

Häuslicher Bioabfall setzt sich aus einer Vielzahl von Abfällen unterschiedlicher Herkunft zusammen, die zum Teil erheblich mit Rückständen an Pflanzenschutzmitteln belastet sind.

Seit Inkrafttreten der Technischen Anleitung für Siedlungsabfälle (TASi) im Jahr 1993 werden Bioabfälle getrennt vom Restmüll erfasst und verwertet. Aus diesem Grund hat sich das Aufkommen des Anteils des häuslichen Bioabfalls im Verhältnis zu dem schon vorher kompostierten Grünabfall aus Garten- und Parkanlagen deutlich erhöht.

Mit der Globalisierung der Märkte werden Pflanzenschutzmittel (PSM) in den Bioabfall eingebracht, die in Deutschland verboten sind. Am Lehrstuhl für Hydrologie wurden Untersuchungen über die Belastung des Bioabfalls mit PSM und über den Verbleib dieser Rückstände während der Bioabfallbehandlung durchgeführt. Dabei lag der Schwerpunkt auf der Durchführung von anaeroben Verfahren, wie sie bei der Behandlung des relativ nassen häuslichen Bioabfalls Stand der Technik sind.

Häuslicher Bioabfall ist im Mittel mit 1 mg Pflanzenschutzmitteln pro kg Trockensubstanz belastet. Bei der Behandlung des Bioabfalls ist bei hydrolysierbaren Stoffgruppen wie Phosphorsäureestern mit einem hydrolytischen Abbau zu rechnen. Allerdings kann es bei reaktiven und hydrophoben Wirkstoffen zur Akkumulation dieser Substanzen an der Festphase des Bioabfalls kommen, so dass in den Endprodukten Gär Schlamm oder Kompost noch Rückstände von PSM zu erwarten sind. Bei der Verwendung der Endprodukte als Dünger resultiert ein verdeckter Eintrag von PSM in die Umwelt.

Für die Energiegewinnung durch Vergärung von Bioabfällen und für die Verwendung von Gär Schlamm als Biodünger sollten hochkontaminierte Anteile wie Südfruchtschalen und Schnittblumen bei der Erfassung der Bioabfälle vermieden werden.

Info:

Lehrstuhl für Hydrologie

<http://www.geo.uni-bayreuth.de/hydrologie/taube/jt.html>

2.

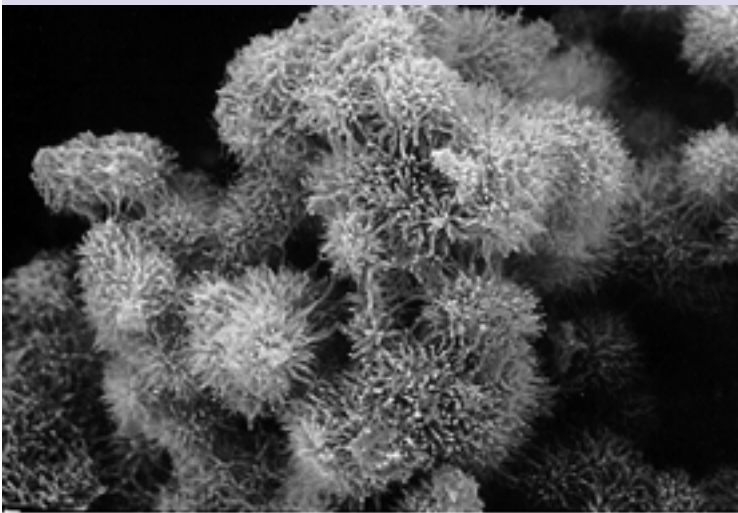
Schwertmannit - Ein unbekanntes Mineral mit erstaunlichen Fähigkeiten

Ein roter Schlamm aus Eisenmineralen bedeckt den Boden von Restlochseen des Braunkohle-Tagebaus. Dieses Mineral Schwertmannit hat eine große Oberfläche und wirkt als Filter für Giftstoffe.

Als Folge des Braunkohleabbaus entstehen in den ehemaligen Tagebauen Restlochseen. Deren oft blutrote Färbung wird durch winzige Eisenminerale verursacht, die im Wasser treiben und am Grund der Seen eine zentimeterdicke Schlamm-Schicht bilden.

Eines dieser Minerale ist der Wissenschaft erst seit wenigen Jahren unter dem Namen „Schwertmannit“ bekannt. Es bildet sich nur unter außergewöhnlichen Bedingungen, wobei vor allem ein hoher Säuregehalt für seine Bildung nötig ist. Seine winzigen Kristalle sind nur unter dem Elektronenmikroskop sichtbar und zeichnen sich durch eine stachelige Form aus. An der extrem großen Oberfläche (200 m²/g) dieses Minerals und innerhalb seiner porösen Struktur können viele giftige Stoffe gebunden - und somit aus dem Wasser herausgefiltert werden.

Ziel eines Projektes in der Limnologischen Station ist es, diesen Reinigungs-Mechanismus für einige Umweltgifte (Arsen und Chrom) zu untersuchen. Dazu werden Proben aus mehreren Restlochseen untersucht und mit im Labor gezüchteten Schwertmannit verglichen. Schwertmannit kann nach bisherigen Ergebnissen im Vergleich mit anderen Eisenmineralen deutlich mehr Giftstoffe aus dem Wasser aufnehmen und übt somit eine wichtige Reinigungsfunktion in belasteten Gewässern aus.



Schwertmannit-Kristalle unter dem Elektronenmikroskop bei 10.000-facher Vergrößerung.

Info:

Limnologische Forschungsstation
<http://www.geo.uni-bayreuth.de/hydrologie/peiffer/sp-imno.html>

3.

Aerosolgebundene Emission organischer Substanzen bei der Abwasserreinigung

Während der Abwasserreinigung wird an mehreren Stellen einer Kläranlage Luft in das Abwasser eingeblasen. Durch die an der Wasseroberfläche zerplatzenden Luftblasen werden daraufhin Tröpfchen in die Atmosphäre geschleudert. Dieser Prozess kommt als Quelle für Abwasserinhaltsstoffe in der Atmosphäre in Betracht. Am Lehrstuhl für Hydrologie wird die Bildung dieses Aerosols und die Zusammensetzung der Aerosolpartikel an organischen Substanzen untersucht.

Über dem Belebungsbecken einer kommunalen Kläranlage wurden frisch gebildeten Aerosolpartikel beprobt und mittels Gaschromatographie-Massenspektrometrie auf fäkale Sterole untersucht. Die ermittelten Konzentrationen liegen bei 50-70 pg/m³ Luft. Messungen am belüfteten Sandfang der Kläranlage ergaben Konzentration, die eine Größenordnung höher sind als über dem Belebungsbecken. Dies ist einerseits auf die höhere Konzentration der Stoffe im Abwasser zurückzuführen, andererseits aber auch auf eine andere Belüftungstechnik. Da in Kläranlagenfernem Aerosol keine Fäkalsterole nachweisbar sind, eignen sich diese Stoffe hervorragend als Marker für die aerosolgebundene Emission und den Transport von Abwasserinhaltsstoffen. Sie können verwendet werden, um die Emission anderer organischer Abwasserinhaltsstoffe wie zum Beispiel der zur Zeit intensiv untersuchten östrogenen und xenöstrogenen Substanzen abzuschätzen.



Info:

Lehrstuhl für Hydrologie
<http://www.geo.uni-bayreuth.de/hydrologie/radke/>

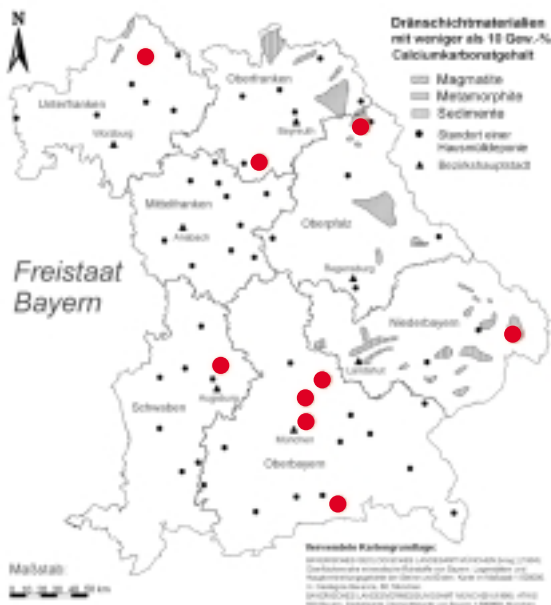
4.

Eignung von Kalksteinen zur Abdichtung von Deponien

Für einen Einbau in die Abdeckung einer Deponieoberfläche erlaubt die Technische Anleitung Siedlungsabfälle (TASi) nur Materialien, die einen maximalen Kalkgehalt von 10% aufweisen. In Bayern gibt es nur wenige lokal verfügbare Materialien, die diesen Grenzwert einhalten.

Die überwiegende Mehrzahl der bayerischen Deponien das Material über mehrere Hundert Kilometer zur Deponiebaustelle herantransportieren lassen, was mit großem Kostenaufwand, Umwelt- und Verkehrsbelastungen verbunden ist. Das Vorhaben untersucht, ob auch lokal verfügbare Materialien mit einem höheren Kalkgehalt die Funktion und Stabilität einer Gasdrännschicht gewährleisten können.

In Durchströmungsversuchen wurden für das Gebiet Bayerns repräsentative Materialproben (rote Punkte) feuchtem CO_2 ausgesetzt. Die Stabilität des Schotter gegenüber Deponiegas (bzw. CO_2) lässt sich dann anhand der Zusammensetzung des anfallenden Kondenswassers abschätzen. Dabei zeigte sich, dass die Auflösung des Gesteins nicht durch die chemische Auflösungsgeschwindigkeit des Gesteins auch bei sehr hohen CO_2 -Partialdrücken (40 Volumenprozent, zum Vergleich: die Atmosphäre enthält 0,036 Volumenprozent CO_2) bestimmt wird. Vielmehr ist der entscheidende Faktor die Geschwindigkeit, mit der das aufgelöste Material abtransportiert wird. Dies wiederum hängt von der Kondensationsrate im Schottermaterial ab. Eine Abschätzung zeigt, dass die Auflösungsrate sehr gering und unabhängig vom Material ist. Aus diesem Grunde ist nach unseren Untersuchungen die Beschränkung der Nutzung von kalkhaltigem Material im Deponiebau als wissenschaftlich zweifelhaft anzusehen.



Info:

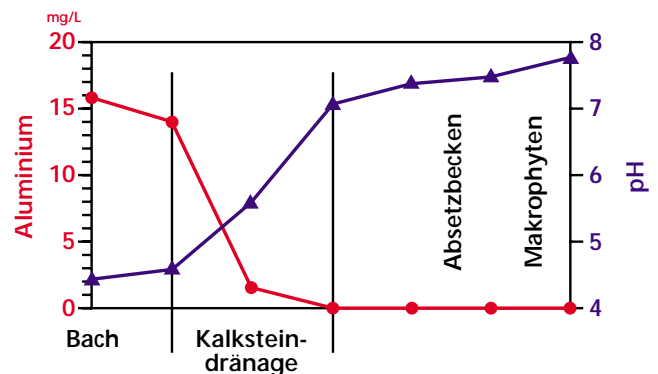
Limnologische Forschungstation
<http://www.geo.uni-bayreuth.de/hydrologie/rothenhoefer/pr.html>

5.

Reinigung von Bergbauabwässern

Beim Bergbau fällt Abraum an, der einen hohen Anteil des Minerals Pyrit enthält. Pyrit reagiert an der Atmosphäre unter Bildung von Schwefelsäure. Die Schwefelsäure laugt das umgebende Gestein aus. Dabei können große Mengen an Metallen freigesetzt werden. Dies und die hohe Säurekonzentration führen zu erheblichen Umweltproblemen, die typische Begleiterscheinungen in Bergbauregionen sind.

Bei der Gewinnung des Thüringer Dachschiefers im fränkisch/thüringischen Grenzgebiet mussten große Mengen des Schiefers wegen seines hohen Pyritgehalts entsorgt werden. Dies geschah in Form riesiger Abraumhalden mit bis zu 60 Metern Höhe. Bei der Verwitterung des Pyrits wird aus dem Schiefer Aluminium ausgelaugt, welches durch eindringendes Regenwasser aus der Halde gespült wird. Bäche, die die Halden entwässern, werden dadurch vergiftet, so daß dort keine Fische leben können. Häufig bildet sich ein schneeweißer Belag aus Aluminiumverbindungen auf dem Bachbett. Im Rahmen eines Forschungsprojekts hat die Limnologische Station der Universität Bayreuth zusammen mit dem Ingenieurbüro GEOS aus Freiberg/Sachsen Untersuchungen zur Dynamik der Auswaschung von Aluminium aus den Halden durchgeführt im Hinblick auf mögliche Massnahmen zur Minimierung der Sickerwasserfracht sowie zur Eliminierung von Mangan und Aluminium. Dabei wurde von uns ein Verfahren zur Entmanganisierung von Wässern zum Patent angemeldet. GEOS erprobte eine Passivbehandlungsanlage zur Entfernung von Aluminium aus dem Sickerwasser bestehend aus einer Kalksteindränage zur Neutralisierung des sauren Wassers, einem Absetzbecken und einem Schilfbeet. Aluminium ist im Wasser schon nach der Kalksteindränage nicht mehr nachweisbar.



Info:

Deutsche Bundesstiftung Umwelt
<http://www.geo.uni-bayreuth.de/hydrologie/peiffer/sp-limno.html>

6.

Verschmutztes Abwasser oder saubere Ressource?

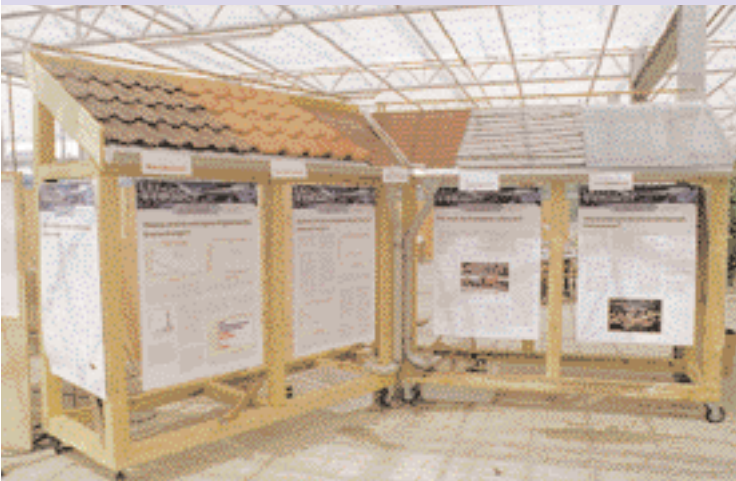
Die Schadstoffbelastung von Dachabfluss ist sehr variabel. Besonders belastend sind Schwermetalle, die in den Dachmaterialien verwendet werden.

Bisher wird in Deutschland das von Dachflächen ablaufende Niederschlagswasser meist gesammelt und durch das Kanalsystem zur Kläranlage geleitet. Dort wird es zusammen mit häuslichen und industriellen Abwässern gereinigt. Dieses Vorgehen ist sehr teuer: Kanalsystem, Kläranlagen, Regenrückhalte- und Regenüberlaufbecken müssen so dimensioniert sein, dass das Wasser auch bei Starkregen möglichst nicht ungereinigt in die Gewässer gelangt.

Die Alternative ist, Regenwasser zu nutzen oder versickern zu lassen. Hier stellt sich die Frage: Ist Dachabfluss verschmutztes Abwasser oder eine saubere Ressource?

Das nach jetzigem Kenntnisstand größte Belastungspotential von Dachabfluss für die Umwelt geht von Schwermetallen aus, da Dächer ohne Installationen und Zubehör aus Metallwerkstoffen in der Minderzahl sind. Deutlich erhöhte Schadstoffgehalte werden auch durch veraltete Heizsysteme, starken Autoverkehr und andere Quellen der Luftverschmutzung in der näheren Umgebung verursacht. Darüber hinaus gilt im allgemeinen, dass das Abflusswasser bei Beginn des Regens besonders stark verschmutzt ist (First Flush Effekt).

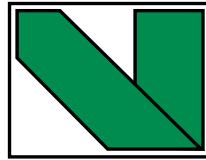
Bei Entscheidungen über den Umgang mit dem Abflusswasser müssen deshalb die lokalen Gegebenheiten berücksichtigt werden - sowohl was die Quelle der Schadstoffe als auch was die Verwendung des Abflusses angeht.



Modell verschiedener Dachflächen mit Erläuterung ihrer Abflusseigenschaften

Info:

Lehrstuhl für Hydrologie
<http://www.geo.uni-bayreuth.de/hydrologie/foerster/jf.html>



UNIVERSITÄT
BAYREUTH

Ökologie und Umweltforschung an der Universität Bayreuth

In dieser Reihe sind bisher erschienen:

Gesamtredaktion: Dr. Thomas Gollan



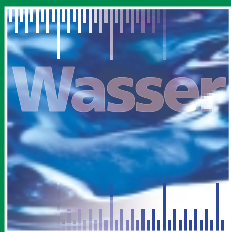
*Biodiversität:
Die Vielfalt des Lebens*

Redaktion:
Prof. Dr. Konrad Fiedler



*Ökosysteme:
Funktionelle Einheiten
der Landschaft*

Redaktion:
Prof. Dr. Egbert Matzner



*Umweltsystem Wasser:
Stoffbelastungen in
Gewässern und Ihre
Behandlung*

Redaktion:
PD Dr. Stefan Peiffer



*Umweltsystem Luft:
Stoffe und Prozesse in
der Atmosphäre*

Redaktion:
PD Dr. Otto Klemm

Ökologie und Umweltwissenschaften liefern einen maßgeblichen Beitrag dazu, das gesellschaftliche Leitbild der „nachhaltigen Entwicklung“ umzusetzen und auszufüllen. An der Universität Bayreuth werden dazu Kompetenzen aus verschiedenen Disziplinen gebündelt: aus der ökologischen Grundlagenforschung, den Ingenieurwissenschaften und aus den umweltbezogenen Themen der Kultur-, Rechts- und Wirtschaftswissenschaften. Daraus resultiert eine international herausragende wissenschaftliche Kompetenz zur Prognose und interdisziplinären Bewertung von Umweltproblemen in verschiedenen Regionen der Erde und zur Erarbeitung entsprechender Lösungsstrategien.

Die Kombination von prozessorientierter Forschung in natürlichen und anthropogenen Systemen, von technischer Umsetzung der Erkenntnisse und von ihrer sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen Bewertung ist ein Spezifikum der Umweltforschung an der Universität Bayreuth.

Die Entwicklung der Forschungsthemen erfolgt anwendungsorientiert in enger Abstimmung mit den Nutzern. Mit modernen Informationstechnologien wird die Kommunikation zwischen Forschung, Praxis und Öffentlichkeit erleichtert und optimiert (Wissensmanagement).

Den Studierenden werden die Inhalte der Ökologie und Umweltwissenschaften an der Universität Bayreuth in drei Studiengängen vermittelt: „Biologie-Diplom“ (Fachrichtung Ökologie) und „Geoökologie-Diplom“ zählen seit Gründung zu den Schwerpunkten der Universität.

Geoökologie wurde zu einem Markenzeichen und Vorbild der Umweltausbildung in Deutschland. „Umwelt- und Bioingenieurwissenschaften“ - im Jahr 1999 eingerichtet - zählt zu den innovativsten ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen.

Kontakt:

Dr. Thomas Gollan
BITÖK
Wissenschaftliches Sekretariat
Universität Bayreuth
D-95440 Bayreuth
Tel. 0921/55-5700
Fax 0921/55-5709
umwelt@uni-bayreuth.de



www.uni-bayreuth.de/Umwelt/