

Wasser -- Boden -- Zukunftsvorsorge: über unsere Verantwortung für morgen

Wasser -- Boden -- Zukunftsvorsorge: über unsere Verantwortung für morgen

Gedanken von Prof. Dr. Franz Makeschin / TU Dresden Prodekan Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften



Im Team analysieren und diskutieren Experten verschiedener Fachbereiche die Probleme vor Ort. Die fachübergreifende Kommunikation ist unerlässlich, um praktikable Lösungsansätze finden zu können. Foto: Makeschin

Die nachhaltige Bewirtschaftung, die Regeneration und der Schutz der Umweltressourcen Boden und Wasser stehen seit den letzten zwei Dekaden verstärkt im Zentrum nationaler wie internationaler Aktivitäten. Hintergrund hierfür ist v.a. ein nach wie vor extremes Bevölkerungswachstum, das einen starken Druck auf die Nutzung natürlicher Ressourcen nach sich zog. Nach einer Studie der Vereinten Nationen wird die Weltbevölkerung von heute rund 6,2 auf etwa 8 Milliarden Menschen anwachsen und bis 2050 etwa 9,3 Milliarden betragen. 99% dieses Wachstums findet in Entwicklungsländern statt, insbesondere in den Ländern, in denen bereits heute Wasserknappheit vorherrscht.

Aufgrund der unzureichenden Einkommenssituation und schlechten öffentlichen Infrastruktur in Entwicklungsländern wandern Menschen aus den ländlichen Regionen weiter in Ballungszentren ab. Trotzdem entspannt diese Landflucht flächig kaum den Bevölkerungsdruck in den ländlichen Regionen. Die massive Entwaldung und die landwirtschaftliche Übernutzung weiter Gebiete schreiten voran. Davon sind inzwischen selbst entlegene Regionen betroffen. Und so werden durch Zerstörung der Vegetationsdecke die letzten Refugien der natürlichen Tier- und Pflanzenwelt beseitigt. Konsequenz: ein dramatischer Verlust an Biodiversität und wichtiger Funktionen für die Umwelt.

Andererseits werden mit der einhergehenden Verstädterung in Form vieler Mega-Zentren dort nicht nur weitere Engpässe in der Grundversorgung mit Wasser, Nahrungsmitteln und medizinischer Infrastruktur geschaffen. Die Probleme bei der Entsorgung und Verwertung von Rest- und Abfallstoffen verschärfen sich, die Konzentration der Stoffströme in die Ballungszentren nimmt zu. Die intensive Industrialisierung baut auf unzureichenden, stark die natürlichen Ressourcen verbrauchenden Technologien auf und verursacht Verschmutzungen von Luft, Böden und Gewässern.

Aktuellen Erhebungen der Organisation der Vereinten Nationen für Ernährung und Landwirtschaft (FAO) zufolge werden derzeit rund 11% der Landoberfläche landwirtschaftlich genutzt. Weitere 11% wären prinzipiell nutzbar, jedoch v.a. auf Kosten natürlicher und naturnaher Ökosysteme wie subtropischer und tropischer Urwälder. In den restlichen 78% verhindern zu kühle Klimabedingungen, Steilheit des Terrains oder geringe Bodenfruchtbarkeit, Trockenheit und Nässe den Anbau landwirtschaftlicher Kulturpflanzen.

Gefährdung der Böden wächst

In den Industrienationen setzte nach dem zweiten Weltkrieg eine beispiellose Intensivierung der landwirtschaftlichen Bodennutzung ein. Bis in die achtziger Jahre des letzten Jahrhunderts schien die Bodenproduktivität unbegrenzt. Bald

machten sich jedoch Zeichen und Stimmen bemerkbar, die zum einen auf die sinkende Wirtschaftlichkeit eingesetzter Betriebsmittel, zum anderen auf massive Umweltprobleme durch Landbewirtschaftung hinwiesen. So ist heute unbestritten, dass in Mitteleuropa vereinfachte Fruchtfolgen und unsachgemäßer Einsatz von Maschinen, Dünger und Pestiziden zu hoher Bodenerosion und Bodenverdichtung sowie Stoffbelastung der Böden aber auch angrenzender Öko-systeme führen können (Beiträge Makeschin und Feger). Stoffeinträge aus der Luft reichern in Industrieländern bzw. Regionen mit intensiver Viehwirtschaft die Böden mit Stickstoff, Schwefel und Schadstoffen an. Nur ein Teil dieser Stoffe kann von den Böden bevorratet und abgepuffert werden; sie verlassen die Böden wieder und geben diese Stoffe an Oberflächen- und Grundwässer ab. Die Bodenwissenschaften haben durch intensive Forschung rechtzeitig darauf reagiert, und durch konsequente Umsetzung von Prinzipien der nachhaltigen Bodennutzung konnten z.B. in der BRD viele der Belastungen zumindest gemindert oder sogar beseitigt werden.

Global betrachtet stellt sich die Situation allerdings anders dar: Auf mehr als 6,1 Milliarden Hektar, das sind rund 47% der terrestrischen Landoberfläche, ist nicht oder nur beschränkt verfügbares Wasser im Boden Haupthemmnis für das Wachstum von Nutzpflanzen. Dieser Nachteil kann nur bedingt durch Bewässerungswasser aus Flüssen, Seen oder dem Grundwasser behoben werden. Schätzungen des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP) zufolge stehen weltweit rund 11 Milliarden Hektar Land, bislang ohne Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit, insgesamt 1,96 Milliarden Hektar Boden gegenüber, die als schwach bis extrem degradiert eingeschätzt werden. Als Hauptursachen dafür gelten Überbeweidung (34%), Waldzerstörung (29%), und diverse Beeinträchtigungen physikalischer, chemischer, und biologischer Bodeneigenschaften durch nicht nachhaltige Nutzung (36%). Im Rahmen eines möglichen Klimawandels wird zunehmend auch die Versalzung von Böden als global kritischer Einflussfaktor diskutiert. Nahezu 1 Milliarde Hektar sind Wüsten oder wüstenähnliche Regionen mit geringer biologischer Produktivität. Auf den restlichen 5,1 Milliarden Hektar Fläche lebt derzeit etwa ein Fünftel der Weltbevölkerung.

Lebensspender Wasser ist knapp

Im Bereich der Ressource Wasser stellt sich die Situation weltweit ähnlich kritisch dar. Schon heute ist in Teilen der Welt das Wasser knapp, teilweise erheblich verschmutzt und mit organischen und anorganischen Schadstoffen belastet. Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO) haben rund 1,1 Milliarden Menschen keinen Zugang zu sauberem Wasser, 2,4 Milliarden müssen ohne ausreichende sanitäre Anlagen auskommen, und mehr als 3 Milliarden Menschen sind von wasserbedingten Krankheiten betroffen! So werden z.B. in 4/5 der Grundwasservorkommen im ostchinesischen Tiefland die WHO-Normen durch Verunreinigung mit Nähr- und Schadstoffen überschritten. Für Gebiete mit weniger Niederschlägen spielt diese Problematik aufgrund der geringeren Grundwassererneuerung eine noch größere Rolle. In Oberflächengewässern führt dies zu Störungen der biologischen Gleichgewichte und vieler für die Umwelt wichtigen Funktionen. Letztlich können darin lebende Organismen nicht mehr für die menschliche Ernährung eingesetzt werden.

Die in vielen Regionen vorherrschende Wasserknappheit wird sich weiter verschärfen. Von 26 Ländern, in denen Wasser bereits heute ein sehr knappes Gut ist, liegen allein 13 im Nahen Osten und Nordafrika. Nach wie vor ist die Landwirtschaft der größte primäre Wassernutzer. Etwa 70% der landwirtschaftlichen Nutzfläche in den Nahostregionen und Nordafrika sind klimatisch als trocken oder halbtrocken zu bezeichnen. Deshalb werden dortige Süßwasservorkommen zu rund 80% für die landwirtschaftliche Produktion verwendet. Seit 1960 hat sich die bewässerte Fläche in diesen Regionen von 6 auf heute 11,8 Millionen Hektar nahezu verdoppelt. In vielen Gebieten Indiens und Pakistans fällt der Wasserspiegel derzeit mit einer Geschwindigkeit von 2-3 Metern pro Jahr aufgrund der steigenden Anzahl der Bewässerungsbrunnen (etwa einer Million pro Jahr) und der Wasserentnahme.

Die Knappheit von Wasser nimmt generell mit der wachsenden Bevölkerung, der Verstädterung und dem wirtschaftlichen Wachstum zu. In 15 bis 20 Ländern des nördlichen und südlichen Afrikas, und zwar in denen mit bereits heute überdurchschnittlichen Wasserverbrauch, wird 2025 mit massiven Problemen bei der Wasserversorgung gerechnet. Es gilt deshalb, Mittel und Wege zu finden, um in den industrialisierten Regionen den Wasserverbrauch zu senken und durch moderne, angepasste Technologien neben dem Verbrauch auch das durch Bevölkerung, Landwirtschaft, Gewerbe, Energiewirtschaft und Industrie genutzte Wasser wieder in den natürlichen Kreislauf zurückzuführen (Beitrag Krebs). In den meisten entwickelten Ländern sind zur Aufbereitung von Ab- und Brauchwässer moderne Technologien verfügbar oder werden weiter entwickelt. (Beitrag Lütznert) Große Anstrengungen müssen auch unternommen werden, den unproduktiven Wasserverbrauch für landwirtschaftliche Kulturen zu reduzieren (Beitrag Schmitz).

Abfallstoffe sinnvoll verwerten

Ein weiteres Augenmerk muss dem Umgang mit Rest- und Abfallstoffen aus Haushalten, Gewerbe und Industrie gelten. Aufgrund des in der BRD gesetzlich gegebenen Rahmens des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes sowie der TA-Siedlungsabfall ist die Deponierung von biogenen Abfällen über das Jahr 2005 hinaus gesetzlich nicht mehr gestattet. Alle Stoffe, die dann auf die Deponie verbracht werden, dürfen nur noch sehr geringe Gehalte an organischen Stoffen aufweisen. Auf europäischer Ebene werden (bisher) keine gesetzlichen Anforderungen an die auf Deponien verbrachten Stoffe gestellt. Vielmehr wird in der in diesem Jahr verabschiedeten Europäischen Deponierichtlinie vorgeschrieben, daß bis 2004 die deponierte Menge der biologisch abbaubaren Stoffe auf 75 Gew.-% und bis zum

Jahre 2007 auf 50 Gew.-% reduziert werden muß (Beitrag Bilitewski). In den Entwicklungsländern fehlen derartige Grundlagen noch weitgehend, obwohl lokale oder regionale Beispiele Hoffnung geben. Dort sind derartige Anstrengungen besonders bedeutsam, da die Wiedergewinnung und Rückführung nutzbarer Stoffe, insbesondere von Nährstoffen, in den Stoffkreislauf nicht nur aus ökologischen, sondern auch aus wirtschaftlichen Gründen von herausragender Bedeutung sein wird. Ein weiteres Problem schlummert um Mega-Zentren, Industrieregionen und ehemalige Bergbauggebiete in Form der Altlasten, deren Erfassung, Sanierung auch für die Ressource Wasser bedeutsam ist (Beitrag Werner). Die Analyse, Bewertung, Modellierung, Planung und Erstellung von Schutzkonzepten ist deshalb eine Hauptaufgabe wasserwirtschaftlicher und hydrowissenschaftlicher Aktivitäten.

Lösungsweg: Nachhaltigkeit

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen der Bundesregierung und die UNO-Aktion GLOBAL-COMPACT heben deshalb zur Lösung der Umweltverschmutzung, Bodenzerstörung und fortschreitenden Verwüstung ganzer Regionen die wegweisende Bedeutung eines umfassenden, langfristig angelegten Nachhaltigkeits-Konzeptes hervor. Damit soll die Behandlung ökologischer Probleme aus ihrer bisherigen Isolierung herausgeholt und als unabdingbare Voraussetzung in die gesellschaftlichen Gesamtentwicklung integriert werden. Es wird formuliert, dass der Umgang mit der Natur keine Randbedingung der gesellschaftlichen Entwicklung ist, sondern sich als ein Faktor erweist, ohne dessen verantwortliche Gestaltung letztlich alles Bemühen um wirtschaftliches Wachstum und soziale Konsolidierung in eine Sackgasse gerät. Für die Wissenschaft resultiert daraus die Aufgabe, systematisch die negativen Konsequenzen zusammen mit deren kausalen Ursachen aufzuzeigen, Problemlösungen im lokalen, regionalen wie internationalen Kontext zu erarbeiten und diese durch Technologietransfer bereitzustellen.

Die Professuren der TU-Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften haben sich deshalb die Aufgabe gestellt, mit dem fachlichen Hintergrund der Umwelt- und Ingenieurwissenschaften aktiv in Lehre und Forschung zur Zukunftsvorsorge beizutragen.

Boden- und Grundwasserschutz

Sickerwasserqualität in ballungsraumnahen Wäldern



Gewinnung von Bodensickerwasser durch ein Unterdruck-Pumpensystem



Angesichts der vielfachen Umweltbelastungen in urban-industriellen und agrarisch intensiv genutzten Regionen gewinnt sauberes Trinkwasser aus bewaldeten Einzugsgebieten eine immer größere Bedeutung. Vielerorts ist die Wassergewinnung heute sogar wichtiger als die Holzproduktion. Aber auch Wälder unterliegen einer Vielzahl menschlicher Einflüsse (historische und aktuelle Landnutzung, Erholung der Bevölkerung, Stoffeinträge aus der Atmosphäre = äsaurer RegenÖ). Die Beantwortung der Frage, inwieweit die Sickerwasserqualität unter Wald auch langfristig gesichert ist, erfordert eine umfassende ökosystemare Analyse des Stoffhaushalts. Hierbei spielt gerade der Bodenkörper wegen seiner komplexen Funktionen als Filter, Speicher, Puffer und Transformator eine Schlüsselrolle.

Aktuelle Forschungsarbeiten der Professur für Standortslehre und Pflanzenernährung befassen sich deshalb eingehend mit der Belastung und weiteren Belastbarkeit von Waldökosystemen -- gerade im Hinblick auf die Sickerwasserqualität. Regionaler Schwerpunkt sind Wasserschutzgebiete im Ballungsraum Rhein-Neckar. Die Untersuchungen laufen in Kooperation mit den Wasserversorgungsunternehmen und Forstbetrieben. Ausgangspunkt sind verschiedene Fragestellungen, die für eine nachhaltige forstliche und wasserwirtschaftliche Ressourcennutzung gleichermaßen bedeutsam sind:

- Inwieweit stellt die Versauerung der Oberböden auch eine Gefährdung des Grundwassers dar?
- Welche Bedeutung haben hierbei Säuren, die über die Atmosphäre in den Wald eingetragen werden?
- Wie mobil sind eingetragene Schwermetalle (z.B. Blei, Cadmium), die sich primär im Waldhumus angereichert haben?
- Wie wirkt sich die anhaltend hohe Stickstoff-Belastung aus? Momentan wird der eingetragene Stickstoff (Quellen: In-dustrie, Verkehr, Landwirtschaft) zwar noch weitgehend durch Baumbestand, Bodenvegetation und Bodenmikroorganismen im Ökosystem zurückgehalten. Dieses Retentionspotential ist jedoch begrenzt. Muss deshalb künftig auch unter Wald mit erhöhten Nitrat-Konzentrationen, wie sie in der Landwirtschaft auftreten, gerechnet werden?
- Welchen Beitrag kann eine multifunktionale Forstwirtschaft zur nachhaltigen Sicherung der Wasserqualität leisten? Dies betrifft die Baumartenwahl, Bestandespflege und nicht zuletzt auch die Intensität und Form der Holzernte. Zunehmend wichtig für die Stabilität von Wäldern und die Erfüllung ihrer Funktionen im Landschaftshaushalt ist auch eine ausreichende und ausgewogene Versorgung mit Nährstoffen.
- In welchem Umfang sind Maßnahmen erforderlich, den Bodenzustand zu verändern, z.B. durch Waldkalkung? Welche kurz- oder langfristigen Risiken für die Sickerwasserqualität stehen dabei einem möglichen Nutzen gegenüber?

Die methodischen Ansätze umfassen verschiedene chemische und mikrobiologische Bodenanalysen, die kontinuierliche Beprobung des Bodensickerwassers mit Saugkerzen sowie die Analyse von Blättern und Nadeln auf Nähr- und Schadstoffe. Massenbilanzen und Modellrechnungen ermöglichen eine Integration von Einzelergebnissen und stützen Prognosen. Mit Hilfe einfach zu bestimmender Indikatoren und Standortskarten gelingt es, punktuell gewonnene Daten auf die Fläche zu übertragen. Außerdem werden an Versuchsflächen die Auswirkungen verschiedener Bodenbehandlungen (u.a. Waldkalkung) langfristig beobachtet.

Die laufenden Arbeiten liefern wichtige Grundlagen für die wasserwirtschaftliche Planung. Außerdem sind sie bedeutsam für die Umsetzung neuer gesetzlicher Regelungen wie Bundesbodenschutzgesetz und EU-

Wasserrahmenrichtlinie.



Umweltbedingungen und Nutzungsanforderungen im Wandel:
Waldbestand in einem Wasserschutzgebiet im Großraum Mannheim um 1950 (links) und heute

Wasserqualität -- Erfassung, Bewertung und Sicherung

Wasser ist ein wesentlicher Bestandteil unserer Umwelt und Grundlage des Lebens. Qualität und Nutzbarkeit des Wassers werden durch seine Inhaltsstoffe bestimmt. Methoden und Verfahren, die geeignet sind, diese Inhaltsstoffe zu analysieren, zu bewerten und gegebenenfalls zu entfernen bzw. ihren Eintrag zu verhindern, sind Gegenstand der Forschung am Institut für Wasserchemie.

Das Institut verfügt hierfür über eine breite Palette an modernster Analystechnik (GC einschl. GC-MS, HPLC einschl. LC-MS, IC, AAS, CE, DOC, AOX etc.) sowie über verschiedenste technische Versuchsanlagen.

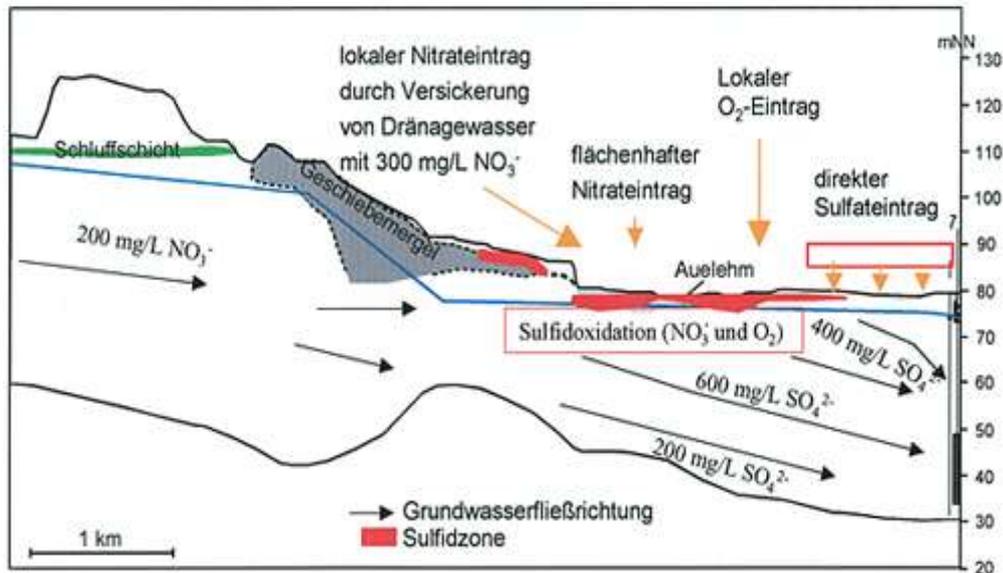
Ein aktuelles Projekt aus dem Forschungsgebiet des Instituts für Wasserchemie soll im folgenden vorgestellt werden. Es verdeutlicht beispielhaft die für die Forschung am Institut typische Verbindung von Analytik und Prozessuntersuchung.

Sulfat im Grundwasser

Im Bereich der Torgauer Elbaue beobachtet man seit einigen Jahren steigende Sulfatgehalte im Grundwasser. Zum Teil wird dabei der gegenwärtige Grenzwert und zukünftige Indikatorwert für Trinkwasser von 240 mg/L erreicht bzw. überschritten. In einem vom BMBF geförderten Verbundprojekt werden die möglichen Eintragspfade von Schwefelverbindungen quantifiziert und hydrogeochemische Reaktionen im Untergrund untersucht. Als Grundlage für die Quantifizierung der Schwefelpools im Untersuchungsgebiet wurde am Institut für Wasserchemie ein Analysenschema zur Erfassung der verschiedenen Schwefelspezies bzw. Schwefelbindungsformen in Feststoffproben entwickelt. Die ebenfalls am Institut durchgeführten Grundwasseranalysen erfolgten mittels Ionenchromatographie und Kapillarelektrophorese. Die bisherigen Ergebnisse zeigen ein komplexes Ursachenspektrum für die hohen Sulfatgehalte. Eine wesentliche Rolle spielt offensichtlich die Oxidation von im Untergrund vorhandenen Pyriteinlagerungen. Pyrit (Eisendisulfid) wird relativ schnell durch Sauerstoff zu Sulfat oxidiert. Wie durch Auswertung der Felduntersuchungen sowie durch parallele Laborsimulationen nachgewiesen werden konnte, kommt bei Sauerstoffmangel auch Nitrat als Oxidationsmittel in Betracht. Die Oxidation von Pyrit erfolgt dabei auf mikrobiologischem Wege durch autotrophe Denitrifikation. Nitrat gelangt über die Düngung in das Grundwasser und könnte damit eine Steuergröße für die Begrenzung der Sulfatfreisetzung sein.

Weitere Forschungsprojekte am Institut für Wasserchemie:

- Bedeutung von Polysulfiden für die Trinkwasseraufbereitung
- Bewertung der Adsorbierbarkeit organischer Wasserinhaltsstoffe im Hinblick auf die Trinkwasseraufbereitung
- Exportorientierte Wasserwirtschaft (Trinkwasseraufbereitung unter extremen Randbedingungen)
- Schadstofftransport in natürlichen Systemen (Grundwasser, Uferfiltrat, Sickerwasser)



Quellen der Sulfatbelastung im Untersuchungsgebiet

Status quo und ökologische Bewertung von Flugascheakkumulationen in Waldböden der Dübener Heide

Seit Beginn des 20. Jahrhunderts beeinflussen Nähr- und Schadstoffe aus Braunkohlekraftwerken des Wirtschaftszentrums Halle-Leipzig-Bitterfeld über den Luftweg die Agrar- und Forstökosysteme dieser Region. In den letzten 100 Jahren wurden dort etwa 17 Mio. t SO_2 und 12 Mio. t Flugasche emittiert, ein Teil davon gelangte in die Wälder der Dübener Heide. Die Flugaschen im Bitterfelder Raum bestanden vorwiegend aus basischen Komponenten (15 bis 20 % CaO, weiterhin MgO, K_2O , Oxide des Si, Al, Fe), diversen Schwermetallen (Cr, Se, As, Cd, Hg, Mo, Tl, Zn) und unverbranntem, sog. "schwarzem" Kohlenstoff. (Bild 1).

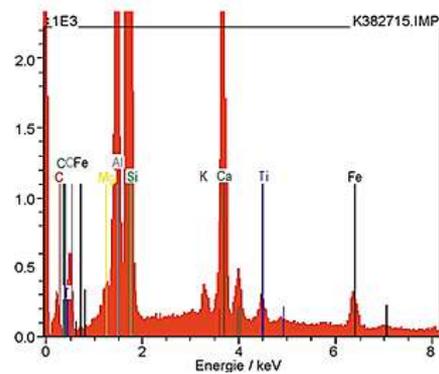
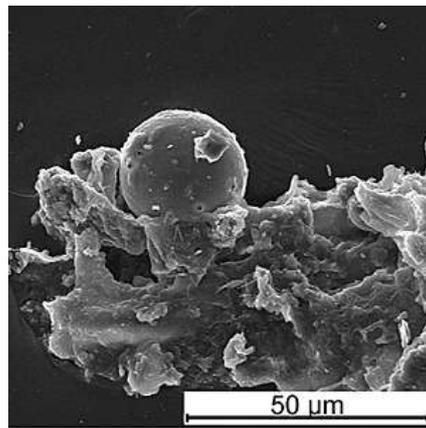


Bild 1: REM-Aufnahme und Elementenspektrum eines Flugaschepartikels ("stabiles Glas") aus der organischen Auflage des emissionsnahen Standorts 1 (Aufnahme E. Bäucker)

Am Institut für Bodenkunde und Standortlehre laufen seit 1998 Forschungsarbeiten, die von betroffenen sächsischen und sachsen-anhaltinischen Forstämtern unterstützt werden. Seit 1999 wurden die Untersuchungen auf Waldregionen der Oberlausitz ausgedehnt. Entlang von Flugaschedepositionsgradienten (Bitterfeld bzw. Turow / Hirschfelde) werden Oberböden in Kiefern- und Fichtenbeständen (Bild 2 und 3) gewonnen und auf ökologisch relevante physikalische, chemische und mikrobielle Parameter sowie die Freisetzungsdynamik von Schwermetallen untersucht.



Bild 2: Bestandesbild eines emissionsnahen (links) und eines emissionsfernen Standorts (rechts)

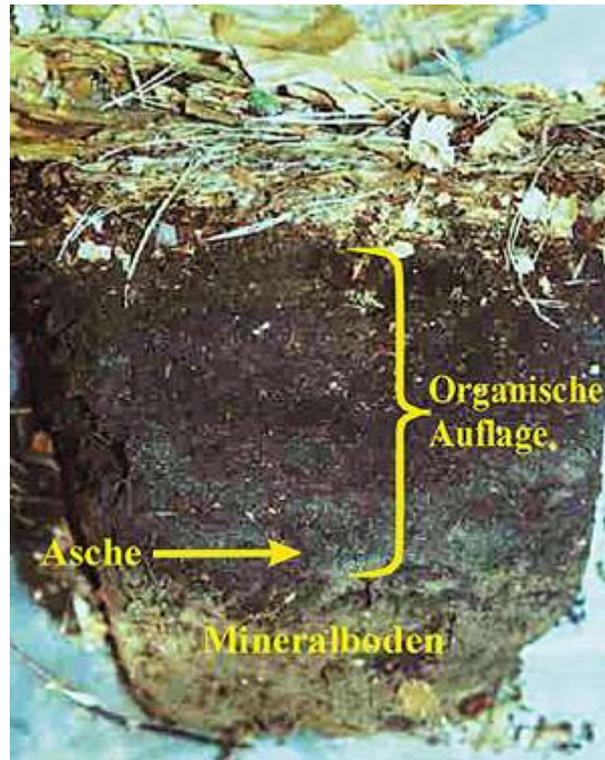


Bild 3: Morphologie der organischen Auflage eines emissionsnahen Standorts

Innerhalb des Depositionsgradienten nehmen die Gewichte organischer Auflagen, die pH-Werte und der Anteil basischer Kationen an der Summe NH_4Cl -extrahier-barer Kationen mit zunehmender Entfernung vom Emittenten ab. Im Vergleich mit den Untersuchungen aus den Jahren 1967 und 1988 ist im gesamten Untersuchungsgebiet ein deutlicher Verlust an basischen Kationen aus den Oberböden festzustellen (Bild 4).

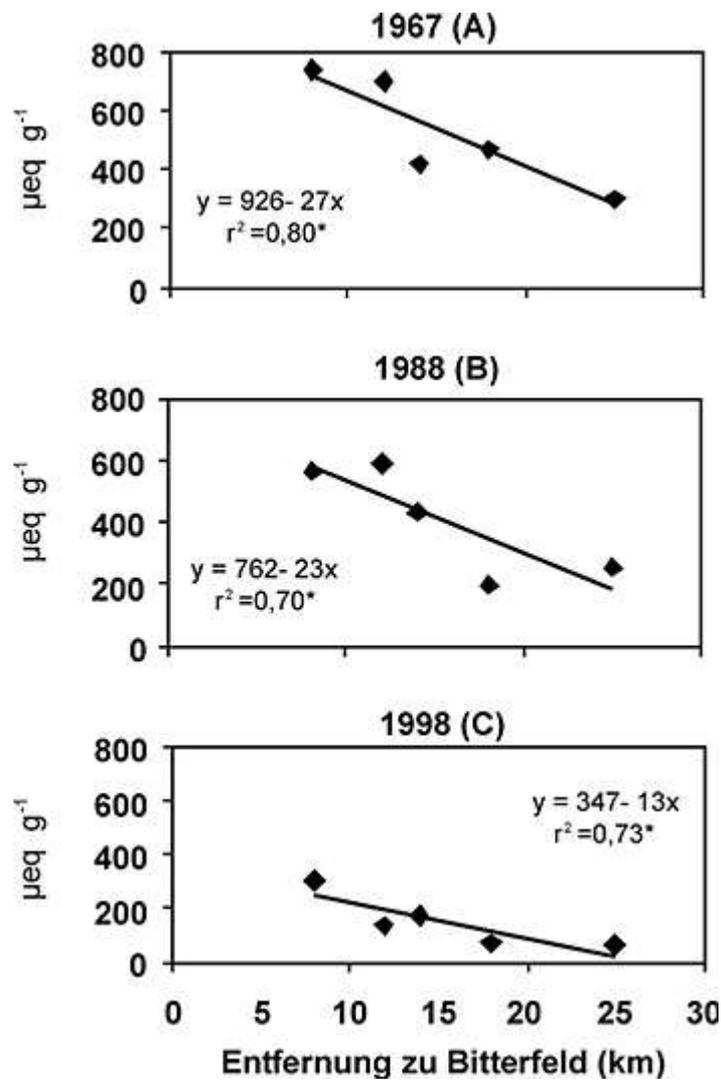


Bild 4: Summe der NH₄Cl-extrahierbaren Basenkationen in den organischen Auflagen

Diese Abnahme wird besonders auf den emittentennahen Flächen und während der vergangenen 10 Jahre (1988 bis 1998) nach Ausbleiben der Flugascheinträge deutlich. In den Oberböden dieser Region läuft damit eine starke Wieder-Versauerung ab. Infolge dessen werden v.a. in den organischen Humusaufgaben in höheren Mengen akkumulierte Schwermetalle (z.B. Blei) mobilisiert. Sie belasten biologische Prozesse in diesen Böden oder die Vegetation oder werden in das Grundwasser verlagert

NOVIHUM® -- Langzeitdüngemittel, Nährstoffspeicher und hochwertiger Humusersatzstoff

Resultierend aus einer langjährigen Forschung zur N-Modifizierung von Lignin wurde am Institut für Pflanzenchemie und Holzchemie der TU Dresden ein patentiertes Verfahren zur Herstellung von NOVIHUM®, einem neuartigen Humusersatzstoff, entwickelt.



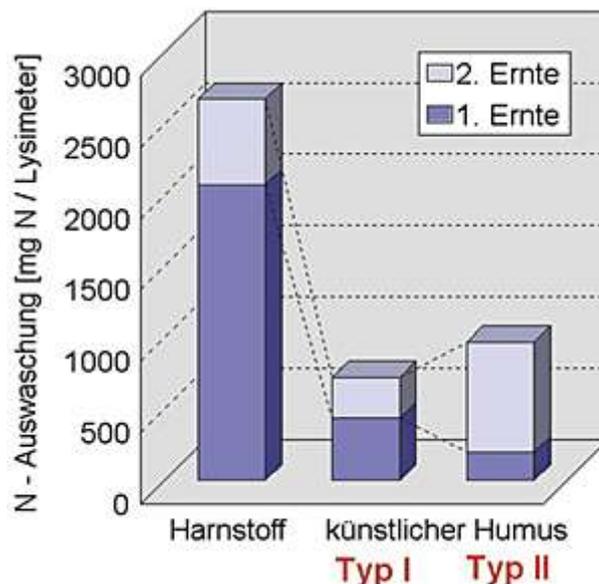
Bild 1: Winterroggenaufwuchs (Erstkultur) auf Kippen des Braunkohlebergbaus unter Verwendung von NOVIHUM[®] (Juni 2001)

Die ausreichende Versorgung des Bodens mit Nährstoffen und mikrobiell verwertbarer organischer Substanz ist für die Bodenentwicklung und das Pflanzenwachstum von außerordentlicher Bedeutung.

Im Gegensatz zur Nährstoffversorgung wird die Bereitstellung von Humus in ausreichender Menge und Qualität immer schwieriger, da die natürliche Bildung hochwertiger Humusfraktionen sehr langsam erfolgt.

Mit NOVIHUM[®] konnte nun ein Produkt entwickelt werden, das aufgrund seiner Eigenschaften als hochwertiger Humusersatzstoff und Langzeit-Düngemittel praktisch für alle Rekultivierungs- und Begrünungsmassnahmen eingesetzt werden kann.

Die Herstellung von NOVIHUM[®] erfolgt in einer Art beschleunigten natürlichen Humifizierung durch oxidative Ammonolyse von technischen Ligninen (Abprodukte der Papier- und Zellstoffherstellung) oder Weich-braunkohle. Ähnlich wie natürliche Humusfraktionen enthält NOVIHUM[®] rund 5 % Stickstoff bei C / N-Verhältnissen von 10 bis 12 und KAK(pot)-Werten von 300 bis 600 mval / kg. Da der Stickstoff in unterschiedlich leicht hydrolysierbaren Bindungsformen vorliegt, wird er zeitlich gestaffelt pflanzenverfügbar, so dass eine Düngewirkung über mehrere Wachstumsperioden erzielt werden kann. Hohe Stickstoffverluste durch Auswaschung (häufig bei Rekultivierungs- und Begrünungsmaßnahmen anzutreffen) können mit NOVIHUM[®] vermieden werden.



Im Rahmen eines durch das BMBF geförderten Projektes konnte im März 2000 eine Pilotanlage in Betrieb genommen werden, mit deren Hilfe bisher rund 30 t NOVIHUM[®] gleichbleibender Produktqualität hergestellt wurden (Bild 3).



Bild 3: Pilotanlage zur Herstellung von NOVIHUM® (August 2001)

Der überwiegende Teil des hergestellten Materials wurde zur Anlage mehrerer Feldversuche eingesetzt, um das Produkt unter breiter Variation der Standortbedingungen zu testen:

Deutschland

- Land- und forstwirtschaftliche Rekultivierung von Kippen des Braunkohlebergbaus (Tagebau Welzow, 10 / 2000)
- Aufforstung von Bergehalden des Uranbergbaus (Halde 309, Schlema, 05 / 2000)

Griechenland

- Aufforstung von Steilböschungen auf Halden des Bauxitbergbaus unter mediterranen Bedingungen (Itea, südliches Parnass-Gebirge, 12 / 2000)

Vereinigte Arabische Emirate

- Begrünung eines Wüstenstandortes mit Hibiskus, Hanfpalmen und Bermudagrass (Mussafah, Emirat Abu Dhabi, 04 / 2001)

Aufgrund der bisher vielversprechenden Ergebnisse auf allen geprüften Standorten sowie des weltweiten Bedarfes an hochwertigen Humusersatzstoffen wird gegenwärtig an der Überführung des Verfahrens in eine großtechnische Produktionsanlage gearbeitet.

Ziel weiterführender Untersuchungen sind u.a. die noch bessere Anpassung der Produkteigenschaften an die jeweiligen Standortbedingungen, die Erhöhung der Wasserspeicherkapazität der Produkte sowie die Auswahl und Testung von Roh- / Abfallstoffen aus Regionen, in denen das neue Material großflächig eingesetzt werden könnte.

In situ-Grundwassersanierung -- Kombination von Adsorption mit biologischem Schadstoffabbau

Problemstellung:

Ausgedehnte regionale Grundwasserschadensfälle wie im Raum Bitterfeld lassen sich mit konventionellen Techniken nicht sanieren. Funnel and gate-Verfahren sind technologisch und finanziell vielversprechend, um zumindest den Abstrom aus Schadensherden langfristig zu behandeln. Das vorgeschlagene Verfahren kombiniert adsorptive mit biologischer Eliminierung von Schadstoffen durch einen zweistufigen anaerob / aeroben Prozess. Damit soll ein weites

Spektrum von Mischkontaminationen auf Aktivkohle konzentriert und biologisch behandelt werden können.

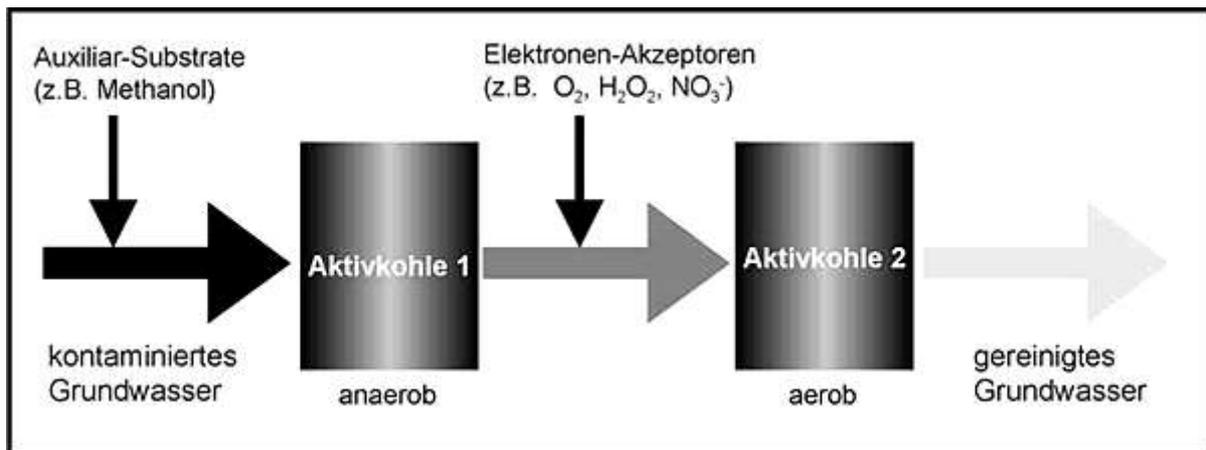


Abbildung 1: Verfahrensprinzip

Merkmale des Verfahrens:

- Hohe Sicherheit durch zuverlässiges Adsorptionsverhalten der Aktivkohle
- Biologische Schadstoffeliminierung erst nach teilweiser Beladung der Aktivkohle sinnvoll
- Anaerobe Stufe zur reduktiven Umsetzung von Schadstoffen, die unter aeroben Bedingungen metabolisch inert sind; zum Teil auch anaerobe Oxidationen
- Aerobe Stufe zum kontinuierlichen oder zyklischen Abbau von aerob nutzbaren Schadstoffen (z.B. niedrig halogenierte Kohlenwasserstoffe)
- Signifikante Verlängerung der Standzeit von Aktivkohle durch biologischen Schadstoffabbau, damit Kostenersparnis
- Modularer Aufbau der Systeme erlaubt flexible Prozesssteuerung und Anpassung an variierende Bedingungen



Abbildung 2: Blick in den Schacht der Forschungsanlage Bitterfeld

Stand der Forschung:

- Laborversuche mit einem Modellgemisch von Trichlorethen, Chlorbenzol und Benzol waren erfolgreich, die Tragfähigkeit des Konzeptes wurde bestätigt.
- Die Pilotanlage in Bitterfeld (Projekt SAFIRA) gestattet Experimente unter in situ-Bedingungen (Experimente laufen gegenwärtig).
- Zukünftige Forschungsschwerpunkte sind die Langzeitstabilität des Verfahrens, Leistungsgrenzen in

Abhängigkeit von physikalisch-chemischen und hydromechanischen Randbedingungen sowie die Untersuchung anderer sanierungsrelevanter Schadstoffgemische.

WEITERE LAUFENDE PROJEKTE AM LEHRSTUHL ALTLASTEN:

BIOCERE

"Biocere auf Basis bakterieller Membranproteine für metallbindende Filter zur Behandlung von industriellen Abwässern"

(Förderung durch BMBF)

BIOLEACHING

"Mikrokinetische und technologische Untersuchungen zur heterotrophen Laugung metallhaltiger Abfallstoffe und Altlasten"

(Förderung durch DBU)

HALOMIK

"Entwicklung biologischer Verfahren zur Reinigung hoch salzhaltiger Abwässer"

(Förderung durch BMBF)

WATCH

"Water catchment areas: Tools for management and control for hazardous compounds"

(Förderung durch EU)

ZUKÜNFTIGE VORHABEN:

NATURAL ATTENUATION

- "Verbundvorhaben Methyltertiärbuthylether (MTBE) -- Leuna als Referenzstandort zur Implementierung des Enhanced-Natural-Attenuation Ansatzes"
- "Bewertung und Prognose des natürlichen Abbau- und Rückhaltepotentials mittels prozessbezogener Analytik am Beispiel des teerkontaminierten Standorts Wülknitz"

Umwelttechnologien

Abwasseraufbereitung -- immer wieder eine neue Herausforderung an die Umweltforschung

Die Abwasserentsorgung gehört zu den ältesten Branchen im Umweltschutz. Global begrenzte Ressourcen erfordern eine Minimierung der durch den Menschen in Industrie, Landwirtschaft und Kommune verursachten Kontamination des wichtigsten Natur-Rohstoffs: des Wassers. Europas Wassernormen sind hoch und jedes Abwasser hat seine eigene Spezifik, an welche Reinigungsmethoden angepasst werden müssen.

Industrielle Anlagen zur Abwasserreinigung müssen häufig durch an die konkrete Belastung angepasste chemische oder chemisch-physikalische Behandlungsstufen ergänzt werden, um ihre Bioverfügbarkeit soweit zu erhöhen, dass eine biologische Endreinigung in klassischen Klärwerken möglich wird.

Viele toxische und/oder refraktäre Verbindungen lassen sich aber auch mit sehr starken Oxidationsmitteln ohne zusätzliche Aktivierung des Prozesses oxidativ nicht zu besser bioverfügbaren Spezies wandeln. Die Entwicklung praxistauglicher Aktivierungsverfahren ist ein Arbeitsschwerpunkt der Institut für Neuwertwirtschaft GmbH.

Zwei Aktivierungsprinzipien wurden bisher mit Erfolg erprobt. Sie sollen eine Alternative zur etablierten homogen-katalytisch induzierten nasschemischen Oxidation nach FENTON (Zugabe von Eisensalzen und H₂O₂) sein, mit dem Ziel, deren Nachteile, die umfängliche Chemikalienwirtschaft, den erheblichen Schlammanfall und die nachfolgende oft schwierige Schlammabtrennung, zu umgehen.

Das erste getestete Aktivierungsprinzip war eine homogene Katalysierung, allerdings ohne Eintrag von Salzen. Vielmehr wurden katalytisch aktive Fe-Ionen in einem separaten Gefäß elektrochemisch aus Eisenelektroden generiert

und in das Reaktionsgefäß mit dem Abwasser zudosiert. Das Verfahren gewährleistet einen effizienten Abbau persistenter Wasserschadstoffe wie z.B. poly-aromatischer Kohlenwasserstoffe und kondensierter Phenole, es arbeitet bei signifikant niedrigeren Peroxydzugaben als der FENTON-Prozess und es erfolgt keinerlei Schlamm- bildung. Kleintechnische Testversuche mit hoch kontaminierten Wässern wiesen das Abwasser nach der Behandlung als nicht toxisch aus.

Auch die heterogenkatalysierte Oxidation unter Einsatz von geträgerten Eisenoxidskatalysatoren und Wasserstoffperoxid ergab bei der Testung im Labormaßstab gute Abbauergebnisse, so dass die Optimierung des Verfahrens im Technikumsmaßstab unter Einsatz von kontaminierten Originalwässern mit sehr hohen CSB-Werten erfolgte. Auch bei diesen Versuchen konnten gute Abbauergebnisse erzielt werden. Die langen Standzeiten des Katalysators und die gute Regenerierbarkeit ohne Aktivitätsverlust empfehlen das Verfahren auch für den technischen Einsatz.

Das Verfahren hat bei einer industriellen Anwendung, der Reinigung von Abwässern aus der Kunststoffindustrie, auch den Praxistest bereits erfolgreich bestanden.



Kleintechnische Oxidationsanlage

INSTITUT FÜR NEUWERTWIRTSCHAFT GmbH

Das Institut für Neuwertwirtschaft ist eine Forschungs-GmbH, die auf die Verfahrensforschung im Bereich der chemischen Technologie sowie der Umwelttechnologien ausgerichtet ist.

Gegenwärtige Schwerpunkte der Tätigkeit sind Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf den Gebieten.

- Recyclingverfahren und -- technologien für Abfälle und Reststoffe
 - Entwicklung chemischer und chemisch-physikal-ischer Verfahren
 - Sanierung von Boden, Wasser, Luft
 - Verwertung nachwachsender Rohstoffe.
-

Entwicklung alternativer Sanierungsverfahren für den Uran- und Altbergbau

Zur unmittelbaren Gefahrenabwehr auf hochkontaminierten Flächen bzw. in Ortsnähe werden vorrangig geotechnische und geochemische Verfahren angewendet. Auch bei ökonomisch sehr aufwendigen ingenieurtechnischen Verfahren ist die Sicherheit zur Gefahrenabwehr (z.B. radioaktive Strahlung, Schwermetalle und Arsen im Sickerwasser) fraglich. Die Gewährleistung für den nachhaltigen Erfolg der Maßnahmen muss aber bei radioaktiven Altlasten mindestens Zeiträume von 200 bis 1000 Jahren erreichen. Hinzu kommt, dass sich die Anforderungen an die Qualität der Sanierung mit dem Erkenntnisfortschritt und der Überführung in gesetzliche Normen drastisch verschärfen können (EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie bis zum Jahre 2015).

Damit werden langfristige Überwachungen (Monitoring) und Bewertungen notwendig. Sanierungsverfahren, welche die Selbstorganisation und Stabilisierungskräfte natürlicher Ökosysteme (nachhaltige Ökotechnologien) nutzen, bilden die einzige Alternative.

In terrestrischen Lebensräumen, beispielsweise auf Halden, kann durch geeignete Bodenvorbereitung und gesteuerte Vegetationsentwicklung bzw. Aufforstung kostengünstig eine Belastungsminderung erreicht werden, ohne dass die forstliche Nutzung der Wälder eingeschränkt werden muss. Aufwendige und ständige Pflegemaßnahmen entfallen (Bild 1).

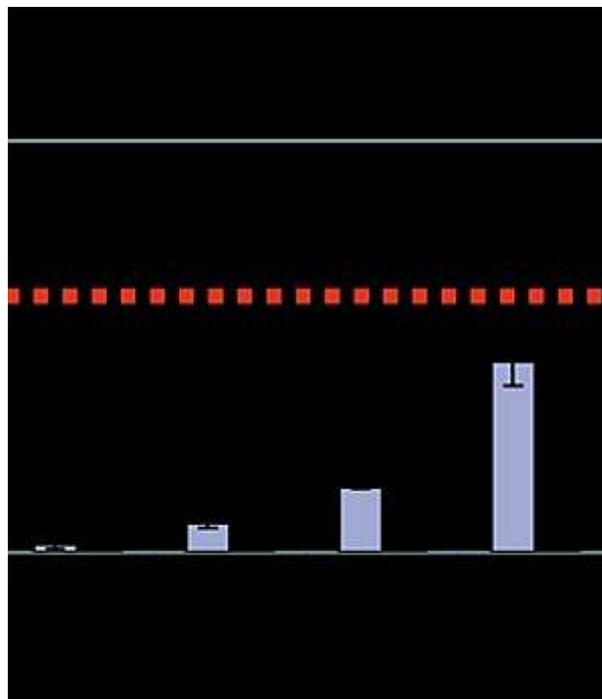


Bild 1: Abnahme der Aktivitätskonzentration von Uran (^{238}U) und Radium (^{226}Ra) im Zuge der Vegetations- und Bodenentwicklung in einem Erlenbestand Rechte Säulen (yC-Horizont): Haldenoberfläche-Bergematerial (verwittert); Säulen links (Of / Oh und L-Horizont): Organische Auflagen (nach 35-jähriger Entwicklung); Horizontale Linie: Richtwert (II) der Strahlenschutzkommission (SSK 1992): oberhalb 1.000 Bq / kg Trockenmasse Interventionsbedarf

Belastungen des Wasserpfades können durch die Leistungen spezieller Biozönosen aquatischer Lebensräume vermindert oder sogar vermieden werden (Bild 2). Diese Fähigkeit kann gezielt in naturadäquat konstruierten Feuchtgebieten genutzt werden ("natural attenuation").



Bild 2: Grünalgen (*Cladophora spec.*) mit Aufwuchsalgen (Diatomeen)
im Abstrom eines Uranbergbau-Tailings (^{238}U -Aktivitätskonzentration zwischen 1 bis 10 Bq / g;
bis zu 4,1 g (!) Arsen / kg Trockenmasse)

Für die Analyse und die Bewertung einschließlich der Zuarbeit für Planungen verfügt das Institut über praktische Erfahrungen und ein breites Spektrum anwendungsbereiter Methoden auf der Grundlage spezieller Analysetechnik insbesondere bezüglich:

1. Multielementanalytik incl. Isotope in natürlicher komplexer Matrix Methodik: ICP-MS, AAS, Gamma-Spektrometrie, Ionenchromatographie
2. Bioindikation und Biomonitoring von Schadstoffen nach zertifizierten DIN-Verfahren oder U.S. EPA oder OECD Norm
3. Bewertung der Belastung im Wasserpfad und Verfahrensentwicklung zur "Phytoremediation" und "natural attenuation" (Elimination oder Festlegung von Schadstoffen z.B. in "constructed wetlands")
4. Gutachten und Beratungsleistungen zur Aufforstung / Begrünung von Halden des Erzbergbaus unter Berücksichtigung von Nutzungsbeschränkungen bzw. der Holznutzung Nachnutzungskonzepte (z.B. objektbezogene Entscheidungsfindung: landwirtschaftliche Nutzung-Erholung-Waldbegründung) Langzeitüberwachung Boden- und Pflanzenpfad.

Projekte am Institut für Allgemeine Ökologie und Umweltschutz:

- Freisetzung radioaktiver und nichtradioaktiver Elemente aus offenen und abgedeckten Bergbauhalden -- Einflüsse auf eine land- und forstwirtschaftliche Nutzung
- Verlagerung von Schwerelementen / Radionukliden nach Aufforstung und Bewertung des Urantransfers in Abhängigkeit vom Bodentyp
- Expositionspfade, Nutzungskonzepte, Langzeitüberwachung (Boden-Wasser-Biopfad): Uran-Altlasten-Leitfaden, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung
- Nutzung von Umweltentlastungspotentialen natürlicher Prozesse im Wasserpfad für die Entwicklung ökotechnologischer in-situ-Verfahren im Altbergbau (Projektverbund TU Dresden und DGFZ e.V.)
- Rückhaltevermögen für Radionuklide durch Algen im Abstrom von industriellen Absetzanlagen
- Umbau von Siedlungsstrukturen unter Schrumpfungsbedingungen als Grundlage einer nachhaltigen Entwicklung: Modellvorhaben im Zentralen Erzgebirge um Johanngeorgenstadt (anteilig)

Praxispartner (Auswahl):

Sächsisches LfUG, Forstämter, Wismut GmbH, Gemeinde Breitenbrunn / Erzgeb., Dresdener

Terraclean® -- ein Verfahren zur Reinigung mineralölkohlenwasserstoffbelasteter Böden

Der Umgang mit Mineralölprodukten hat in der Vergangenheit weltweit zu einer erheblichen Belastung der Biosphäre, insbesondere von Wasser und Boden geführt.

Der Schutz des Bodens als eine unserer nicht reproduzierbaren Lebensgrundlagen, ist in den letzten Jahrzehnten verstärkt ins öffentliche Bewusstsein gerückt, was zu einer Reihe von gesetzlichen Regelungen und zu einer entsprechenden Suche nach geeigneten Möglichkeiten, die bereits existierenden Kontaminationen zu beheben, geführt hat.

Als eine gangbare Alternative hat sich die Nutzung des Abbaupotentials natürlich vorkommender Mikroorganismen etabliert. Der Vorteil mikrobieller Verfahren ist ihr geringer Energieverbrauch, die Mineralisierung der Schadstoffe zu ungefährlichen anorganischen Komponenten und die Möglichkeit viele natürliche Funktionen des Bodens zu erhalten. Eine solche Technologie stellt das terraclean-Verfahren dar, das sich in den vergangenen Jahren bei der Sanierung von Böden bewährt hat.

Verfahren:

Voruntersuchung

Der mikrobielle Schadstoffabbau vollzieht sich in einem komplexen Vielstoff- und Mehrphasensystem. Der erste Bearbeitungsschritt besteht in einer genauen Analyse des vorliegenden Schadensfalls. Neben der Charakterisierung des Schadstoffes und der Bestimmung der mikrobiellen Aktivität, gilt ein Hauptaugenmerk den Eigenschaften des Habitats.

Im nächsten Schritt erfolgt ein Datenbankabgleich, da empirisches Wissen die Grundlage einer erfolgreichen Sanierung ist.

Unter Berücksichtigung der angestrebten späteren Verwertung des zu reinigenden Materials, wird ein entsprechendes, auch klassiertechnisches Bearbeitungskonzept erstellt.

Vorbehandlung

Kontaminationen sind in der Regel nicht ausschließlich an gewachsene Böden gebunden. Die Entfernung von Fremdstoffen ist deshalb ein erster notwendiger Behandlungsschritt. Die Klassierung von Überkorn und die Herstellung definierter Korngrößen stellen die nächsten Schritte der Vorbehandlung dar.

Behandlung

Schadensfälle stellen sich in der Regel immer als inhomogen dar. Daher macht es sich erforderlich, vor Beginn der biochemischen Reaktion eine intensive Homogenisierungsphase vorzuschalten.

Soweit es das Behandlungskonzept vorsieht, werden dem zu reinigenden Material in diesem Behandlungsschritt Strukturverbesserer, Nährstoffe, Wasser und in speziellen Fällen auch Mikroorganismen zugegeben.

Der vorbehandelte Boden wird zur eigentlichen Entgiftungsreaktion zu einer Behandlungsmiete aufgesetzt, die mit einer saugenden Zwangsbelüftung versehen ist.

Die Überwachung des Prozesses erfolgt online mittels eines Temperaturprogrammes.

Auftretende Prozesslimitierungen werden innerhalb kürzester Zeit erkannt, so dass kurzfristig in den Prozess eingegriffen werden kann.

Ein laufendes Monitoring der Aktivität der Miete erfolgt durch begleitende Analysenprogramme.

In Abhängigkeit von Bodenart, Belastungsstärke und Schadstoffart durchläuft das Material einen oder mehrere Reaktionszyklen von ca. 4 bis 8 Wochen.

Auf Grund seiner großen Flexibilität lässt sich das Verfahren sowohl off-site als auch on-site einsetzen.

Zertifizierungen:

Entsorgungsfachbetrieb nach § 52 KrW / Abf

Qualitätsmanagement nach DIN EN ISO 9001:2000



Blick auf die Bodensanierungsanlage "Schildau"

Der Einsatz von Pflanzenkläranlagen zur dezentralen Abwasserbehandlung

Obwohl der Anschlussgrad der Einwohner und Einrichtungen von Gewerbe und Industrie an öffentliche Kanalisationen in der Bundesrepublik Deutschland sehr hoch ist, gibt es in ländlichen Gebieten Siedlungsstrukturen, die aus wirtschaftlichen Gründen über eine dezentrale Abwasserentsorgung (ohne Kanalanschluss und Abwasserreinigung in einer Orts- oder zentralen Kläranlage) als Dauerlösung verfügen. DOHMANN et al. (1999) schätzt den prognostizierten Anschlussgrad an öffentliche Kanalisationen bis 2015 mit rd. 93,5 % als niedrigen Wert und mit rd. 94,9 % als hohen Wert ein. Damit ergibt sich ein geschätzter Bedarf an Kleinkläranlagen von rd. 1,0 bis 1,3 Mio Stück mit einem erforderlichen Investitionskostenaufwand von rd. 7 bis 10 Mrd. EUR. Allein im Freistaat Sachsen wird davon ausgegangen, dass rd. 400.000 Einwohner dauerhaft Abwässer über Kleinkläranlagen reinigen.

Eine Möglichkeit der Abwasserbehandlung für diese dezentralen Lösungen besteht darin, Pflanzenkläranlagen einzusetzen (Abb. 1 bis 3). Vorteilhaft dabei ist u. a., dass es sich um ein naturnahes Verfahren handelt und in beträchtlichem Maße Eigenleistungen der Bürger erbracht werden können. Es gibt viele Anbieter dieser Pflanzenkläranlagen auf dem Markt.



Abb. 1: Vertikal durchflossenes Pflanzenbeet mit über dem Boden liegenden Abwasserverteilungssystem



Abb. 2: Pflanzenbeet während der Vegetationszeit

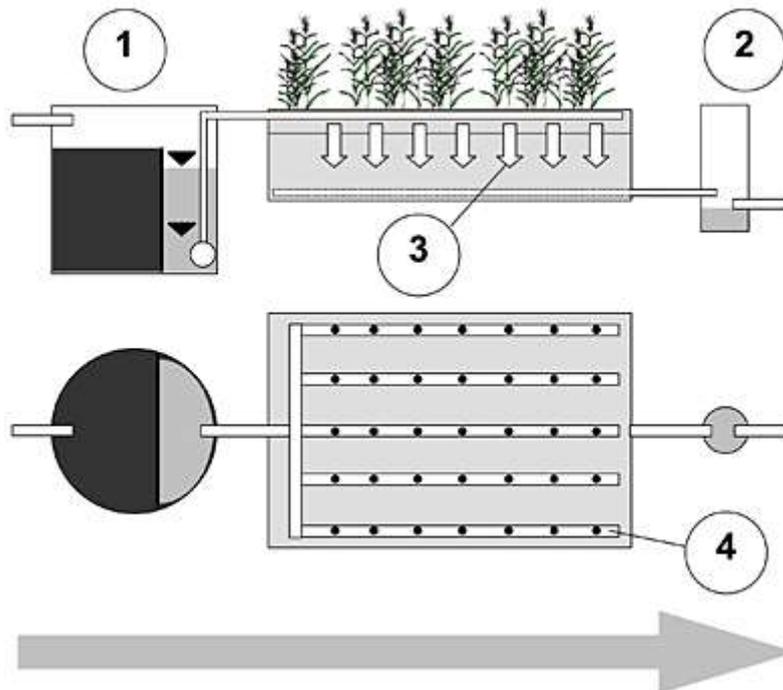


Abb. 3: Schematische Darstellung eines vertikal durchflossenen Pflanzenbeets
 1. Vorklärung mit Pumpenvorlage, 2. Ablaufschacht, 3. Bodenfilter,
 4. Abwasserverteilungssystem

Neben vielen funktionstüchtigen Anlagen gibt es auch eine Reihe von Anlagen mit Betriebsstörungen, häufig mit Verstopfungen des Bodenkörpers und damit verbunden mit drastischem Rückgang der Reinigungsleistung und mit Geruchsbelästigungen. Das ISI wurde deshalb vom Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie mit Untersuchungen zu den Ursachen der Verstopfungen beauftragt. Im Rahmen der dreijährigen Untersuchungen wurden im labor- und technischen Maßstab Bilanzierungen durchgeführt, die Aussagen zu den Ursachen der Verstopfungsgefährdung und Nutzungsdauer der Anlagen gestatten. Es wurden im Einzelnen Untersuchungen zum Sauerstoffhaushalt, zur Anreicherung bzw. zu Veränderungen von Biomasse und organischen und anorganischen partikulären Inhaltsstoffen und zu Phosphateinlagerungen im Bodenkörper durchgeführt.

Abb. 4 zeigt beispielhaft, dass von der dem Bodenkörper zufließenden CSB-Fracht 29 % veratmet wird, 7 % nicht abgebaut in den Ablauf gelangt und 64 % im Bodenkörper verbleibt.

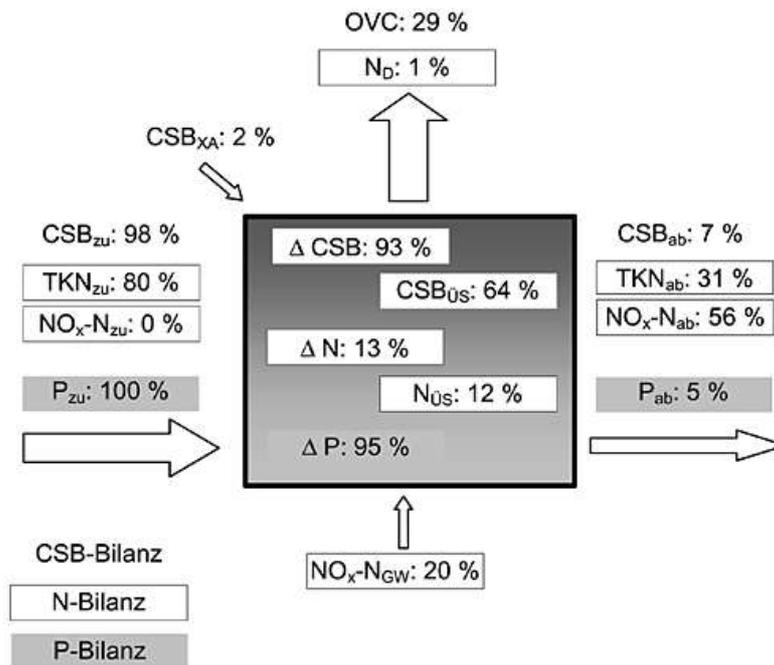


Abb. 4: CSB-Bilanz, Stickstoffbilanz und Phosphorbilanz an einer PKA, mittlere Temperatur 13,5 °C (aus LÜTZNER et al., 2001)

Die Feststoffeinlagerungen und damit die Verstopfungsgefährdung werden umso ge-ringer, je weniger Feststoffe dem Bodenkörper zufließen und je sicherer ständig aerobe Milieubedingungen gewährleistet sind. In Abb. 5 ist die theoretische Verstopfungszeit des Bodenfilters jeweils für eine mittlere und hohe CSB-Belastung dargestellt. Bei sehr günstigen Bedingungen kann die theoretische Verstopfungszeit auch über 20 Jahre liegen.

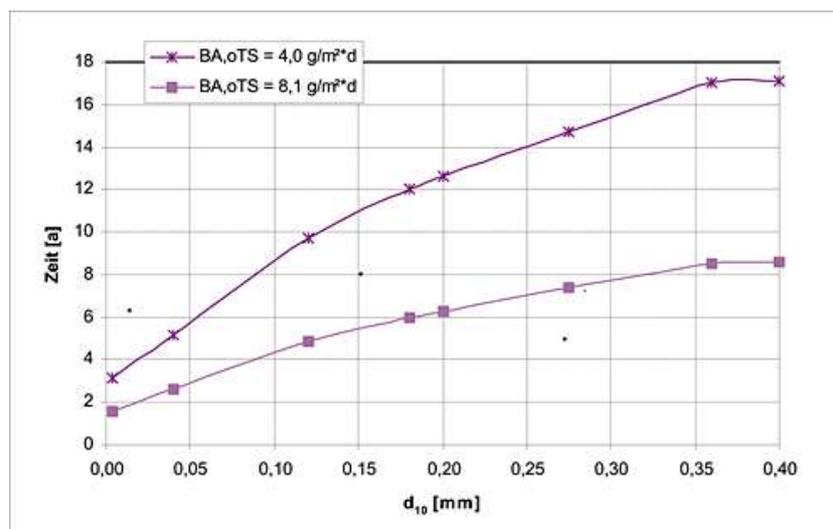


Abb. 5: Theoretische Verstopfungszeit bei konstanter Belastung mit der im Bodenkörper verbleibenden organischen Trockensubstanz (nach BLAZEJEWSKI und MURAT-BLAZEJEWSKA, 1997), bezogen auf eine CSB-Belastung von 25 g CSB / (m²·d), nach LÜTZNER et al. (2001)

Schlussfolgerungen sind gegenüber dem ATV-Arbeitsblatt A-262 (1998) veränderte Bemessungsgrundlagen und Angaben zur Nutzungsdauer für die Berücksichtigung der kalkulatorischen Kosten.

Grundwasser-Zentrum Dresden

Das im April 1995 in Betrieb genommene **Grundwasser-Zentrum Dresden** ist gemeinsamer Sitz sächsischer Leistungsträger, die Grundwasserprobleme in Forschung und Applikation bearbeiten.

Das **DGFZ e.V.** wurde 1990 als gemeinnütziger eingetragener Verein gegründet. Satzungsgemäß betreibt er in seinem Forschungsbereich (FB) die:

- Konzeptentwicklung für die Boden- und GW-Wirtschaft und den Boden- und Grundwasserschutz,
- die Entwicklung von Strategien und Verfahren zur in situ-Sanierung kontaminierter Böden und Grundwasserleiter sowie die Durchführung und Förderung von Weiterbildungsveranstaltungen und Tagungen.

Im Rahmen langfristiger FuE-Arbeiten besteht für den wiss. Nachwuchs die Möglichkeit zur Promotionserarbeitung. Das Dresdner Grundwasserforschungszentrum e.V. ist Herausgeber der Proceedings des DGFZ e.V. (ISSN 1430-0176) und Veranstalter der regelmäßig stattfindenden Dresdner Grundwasserforschungstage.

Das **GFI GmbH Dresden** wurde 1995 aus dem DGFZ e.V. ausgegründet und ist seither dessen institutionelles Mitglied. Satzungsgemäß hat es die folgenden Aufgaben:

- Applikative Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in den Bereichen der Boden- und GW- Wirtschaft und des GW-Schutzes, des GW- Monitorings und der Sanierung geschädigter Boden- und GW-Systeme durchzuführen;
- Berater- und Sachverständigentätigkeit zu o.g. Tätigkeitsfeldern zu leisten und Studien, Gutachten, Expertisen, Konzeptionen und wiss. Projekte zur GW-Bewirtschaftung, zum GW-Schutz, zur bergbaulichen Wasserwirtschaft, zur Melioration zu erarbeiten und interdisziplinäre, applikativ orientierte FuE-Vorhaben wiss. zu leiten.

Die **Stiftung** zur Förderung der "Wiss. Schule Zunker-Busch-Luckner" ist eine rechtsfähige sächsische Stiftung in Verwaltung des Stiftungsverbandes für die Deutsche Wissenschaft e.V..

Sie wurde als erste Umweltstiftung in den neuen Bundesländern begründet und steht unter der Schirmherrschaft des Bundespräsidenten.

Satzungsgemäßer Zweck der Stiftung ist es, Forschung, Bildung und Weiterbildung des unter den besonderen Schutz der Allgemeinheit stehenden Umweltgutes Grundwasser zu fördern. Dieser Zweck wird derzeit vor allem durch die Stiftung des Dresdner GW-Forschungspreises zu den Dresdner GW-Forschungstagen, durch die Stiftung von Förderstudienplätzen, durch die Vergabe von Dissertations- und Habilitationsstipendien im FB des DGFZ e.V. und durch die Stiftung von Auslandsstipendien angestrebt.

Die 1990 gegründete **DGC GmbH** ist ein interdisziplinär aufgebautes Ingenieurbüro, es ist institutionelles Gründungsmitglied des DGFZ e.V.. Die Bearbeitungsschwerpunkte der DGC GmbH sind der Wasserbau, Flussbau, Rohrleitungsbau, der Bau von Wassergewinnungsanlagen, Messnetzen, Anlagen zum Sauerstoff- oder Nährstoffeintrag in den GW-Leiter und das GW-Management sowie die Altlastensanierung.

In der DGC kann eine Problembearbeitung von der Voruntersuchung bis zur schlüsselfertigen Anlage erfolgen. DGC ist nach ISO 9001 zertifiziert.

Die **BGD GmbH** wurde 1994 aus dem DGFZ e.V. ausgegründet und ist seither dessen institutionelles Mitglied. 1998 erfolgte ihre Akkreditierung nach DIN EN 45001 und der OFD-Hannover / BAM-Vereinbarung für Arbeiten in den Bereichen Monitoring, Bodenphysik, Hydro- und Bodenchemie, Hydro- und Bodenbiologie sowie Prozessuntersuchungen zur Bewirtschaftung und Sanierung der Oberflächenwasser-, Boden- und Grundwasserressourcen. BGD ist eins der ersten deutschen Labore, das für die Ermittlung von Migrationsparametern im Boden- und GW-Bereich akkreditiert wurde.



Zu erreichen vom Hbf Dresden per Taxi (3 km) bzw. mit Bus Linie 76 bis vor die Haustür (Innsbrucker Straße)

Grundwasser-Zentrum Dresden

Die FuE-Arbeiten im Grundwasser-Zentrum Dresden sind applikativ orientiert. Sie erstreben prioritär eine Brückenfunktion zwischen Grundlagenforschung und ihrer Anwendung in den neuen Bundesländern. Hierzu bedarf es der engen Kooperation mit den Universitäten im Umfeld und dem Umweltforschungszentrum Leipzig / Halle einerseits und mit den Bedarfsträgern innovativer FuE-Ergebnisse in Behörden und der Wirtschaft andererseits.

Die Bearbeitung der FuE-Projekte erfolgt im Zentrum gruppenstrukturiert. Die Gruppen werden den aktuellen FuE-Aufgaben und -- Projekten entsprechend formiert und geleitet. Die Gruppenleiter haben die Möglichkeit, sich zu habilitieren. Die derzeit eingesetzten Leiter und die Bezeichnung ihrer FuE-Gruppen wurden nebenstehend ausgewiesen. In jeder dieser Gruppen sind in der Regel neben dem Leiter je ein bis zwei wiss. Mitarbeiter und Doktoranden sowie mehrere wissenschaftliche und studentische Hilfskräfte tätig.

Derzeit haben im FB des DGFZ e.V. zehn Nachwuchswissenschaftler eine Doktorandenstelle inne. Seit 1995 verteidigten neun Doktoranden des DGFZ an sieben Universitäten ihre Dissertationen mit sehr gutem Erfolg. Jährlich bearbeiten im GWZD etwa je fünf Studenten ihre Praktikums- und Diplomarbeit. Mindestens fünfzehn Studenten der nahegelegenen TU Dresden und der TU BA Freiberg stehen als studentische Hilfskräfte ständig unter Vertrag.

Das GWZD verfügt über eine moderne technische Ausstattung. Eine solide Labor- und Prozessmess- und Computertechnik gestattet durch die Ergänzung mit leistungsfähigen Indoor- und Outdooranlagen im Technikumsmaßstab die Durchführung von Prozessuntersuchungen in unterschiedlichen Maßstabsebenen. Auch für in situ-Pilottests und Monitoringaufgaben steht eine aufgabenadäquate Technik bereit.

Die **geophysikalischen FuE-Aufgaben** werden gegenwärtig von Entwicklungen zur GW-Monitoringtechnik (Einbohrlochmesssystem zur Ermittlung der Geschwindigkeit und Richtung des strömenden GW) sowie von Georadarmessungen zur Erkundung von Grenzflächen und Phasenverteilungen bestimmt.

Die **FuE-Aufgaben zur Bergbaufolgelandschaftsgestaltung** konzentrieren sich auf die wiss. und konzeptionelle Gestaltung der Restlochflutung im Lausitzer Braunkohlenrevier, auf die Entwicklung von Modell- Tools zur integralen Erfassung der Prozesse in Tagebaurestseen, Vorflutern und in den durch GW-Wiederanstieg betroffenen GW-Leitern sowie auf die Untersuchung innovativer Möglichkeiten zur Sanierung versauerter aquatischer Systeme.

Die **FuE-Aufgaben zur Mehrphasendynamik** fokussieren im GWZD auf den Einsatz reaktiver Gase zur in situ-Sanierung kontaminierter GW-Leiter. Die Arbeiten dienen der Technologieentwicklung des sogenannten "Gassparging" zur Sanierung im Schadstoffquellbereich und im Abstrom. Für letzteres Einsatzgebiet wurden prioritär Gasreaktoren als Gate-Elemente von "Funnel & Gate-" bzw. "Drain & Gate-Systemen" entwickelt. Es werden dabei sowohl technische Aerosol-Vakuum- und Dünnschicht-Reaktoren als auch natürliche Festbettreaktoren (Bubble-Walls / Bodys) im Technikum- und Pilotmaßstab getestet.

Die **FuE-Aufgaben zur Geohydrochemie** konzentrieren sich auf die modellgestützte, wiss. begründete Epignose und Prognose der komplexen Stoffmobilisierungs- und -akkumulationsprozesse bei der Änderung des Redox-Milieus durch Belüftung und den Einstau stillgelegter Erz- und Kohlegruben des Wismut- und Braunkohlebergbaus.

Die **FuE-Aufgaben der Umwelt-Hydrogeologie** widmen sich derzeit der Renaturierung von Auenökosystemen, Wasser- und Stoff-haushaltlichen Auswirkungen von Landnutzungs- und Klimaänderungen und Flussgebietsmanagementproblemen in Bergbaufolgelandschaften in Umsetzung der EU Wasserrahmenrichtlinie.

Weitere rezente FuE-Vorhaben im GWZ wenden sich dem natürlichen Abbau und Rückhalt sprengstofftypischer Verbindungen, der Alkoholwaschung stark ölkontaminierter GW-Leiterbereiche, der Sickerwasserprognose, der Infiltrationsbrunnentechnik und der nachhaltigen Landnutzung in Wassergewinnungsgebieten zur Sicherung einer nachhaltigen öffentlichen Trinkwasser-versorgung zund.

Rezente FuE-Ergebnisse des GWZD sind z.B. den Homepages des DGFZ & GFI entnehmbar. Die Proceedings des DGFZ publizieren prioritär die Beiträge der Dresdner GW-Forschungstage und Dissertationsschriften. Eine Reihe von Broschüren im Auftrag der LMBV und der Wismut unterrichteten die Fachöffentlichkeit über FuE-Ergebnisse im GWZD. Auch fassen eine Reihe von Patentanmeldungen innovatives applizierbares Know-how zusammen.

F&E-Leitung

Prof. Dr.-Ing. habil. L. Luckner
o.Prof. f. Wasserwirtschaft d. TUD bis 92
Gastprof. an d. Univ. für Bodenkultur Wien

Dipl.-Ing., Dr.-Ing.
Dr. Sc. u. habil. der
TU Dresden
geb. 23.01.1940



Geophysik/Messsysteme

Dr. Frank Börner

Dipl.-Geophysiker
Bergakad. Freiberg
Dr. rer. nat.
Bergakad. Freiberg
geb. 15.04.1957



Bergbaufolgelandschafts- gestaltung

Dr. Florian Werner

Dipl.-Geologe
TU Clausthal
Dr. rer. nat.
Universität Leipzig
geb.25.12.1962



Mehrphasendynamik

Dr. Ronald Giese

Dipl.-Ing. für Wa Wirt.
TU Dresden
Dr.-Ing.
Bergakad. Freiberg
geb. 02.12.1967



Geohydrochemie

Dipl.-Ing. Andrea Kassahun M.Sc.

Dipl.-Ing. für Wa Wirt.
TU Dresden
M.Sc. für Boden-
chemie
Wageningen
geb. 11.04.1969



Umwelt-Hydrogeologie

Dr. Thomas Sommer

Dipl.-Geologe
Bergakad. Freiberg
Dr. rer. nat.
Universität Jena
geb. 12.10.1958



Wertstoffrückgewinnung

Werterhaltung und Wertstoffrückgewinnung -- ein Ingenieurbüro stellt sich vor

Seit 1995 arbeitet das Ingenieurbüro Dr.-Ing. Fred Winkler auf den Gebieten Umweltschutz und Beratung, nach den Prinzipien Umweltentlastung, Umwelterhaltung und Wertstoffrückgewinnung. Wir be- und erarbeiten erfolgreich Projekte für klein- und mittelständische Unternehmen und für Kommunen.

Die Integration des Umweltschutzes in unternehmerisches Handeln und Tun ist nicht nur für Großunternehmen, sondern auch für klein- und mittelständische Unternehmen wichtig.

Vorausschauender Umweltschutz, hinsichtlich der Produkte und des Standortes, dient der Langzeitsicherung des Unternehmens.

Umweltorientierte Unternehmensführung ist innovativ, denn sie stellt alte Lösungen in Frage und ist zukunftsorientiert. In der Erkenntnis, dass auch die Umwelt ein begrenzter Produktionsfaktor ist, gleichbedeutend neben den Faktoren Arbeit und Kapital, und damit nicht frei und unbegrenzt verfügbar, muss ein umweltbewusst geführtes Unternehmen bereit sein, neue, zukunftsfrüchtige Wege zu gehen.



Stark kontaminiertes Wohnhaus in Meißen

Schwerpunkte des Dienstleistungsangebotes sind:

- Altlastenerkundung nach SALM,
- Abfallberatung und Erarbeitung von objektbezogenen Studien,
- ingenieurtechnische Begleitung von Projekten,
- Außenwirtschaftsberatung von Unternehmen, die Außenwirtschaftskontakte aufzubauen planen,
- Erarbeitung von Marktstudien, Bearbeitung von umweltbezogenen F. / E. Themen,
- Erstellung von Gutachten und Stellungnahmen auf den Gebieten Umweltschutz und Verfahrenstechnik.

Das Ingenieurbüro unterhält selbst inter-nationale Geschäftsbeziehungen zu Partnern in Tschechien, Polen, Russland, Ungarn, VAE und nach Saudi Arabien.

Im Vorfeld des geplanten EU-Beitrittes osteuropäischer Länder ist der Schwerpunkt unserer Arbeit die Beratung sächsischer Unternehmen, sowie die Vermittlung von Partnern in diesen Ländern.

So haben wir z.B. erfolgreich die Fa. KIMMEL GmbH Sebnitz in Ungarn, das Unternehmen Dr. Schiller & Partner in Tschechien beraten und vertreten.

Unser Ingenieurbüro arbeitet daher eng mit den zuständigen Behörden und Ämtern Sachsens und der Stadt Dresden

zusammen. Ebenso engagieren wir uns in Vereinen und auf Veranstaltungen.

Eine Zielgruppe unseres Handelns sind kleine- und mittelständische Unternehmen des Freistaates Sachsen.



Dresdner Papierkörbe: Metallbehälter an der Frauenkirche
(Fallstudie des Ingenieurbüros zur Optimierung für die Stadt Dresden)

Unsere Grundsätze, von denen wir uns leiten lassen sind:

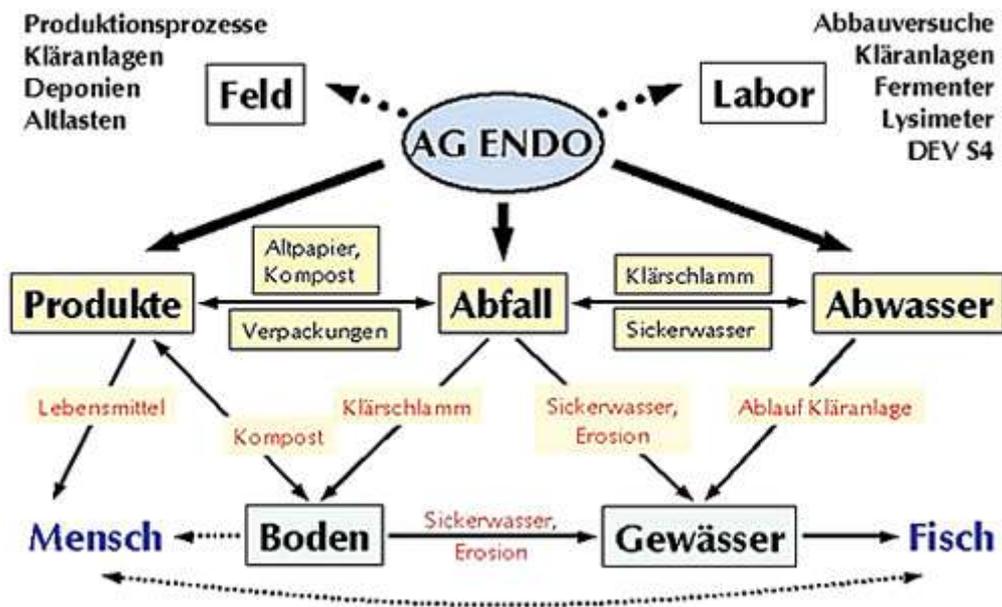
1. Die Erhaltung unserer Umwelt ist ein Grundbedürfnis und die Grundlage des Lebens.
2. Die Entwicklung von neuen Technologien und deren komplexer Einsatz sind hierfür unverzichtbar. Dabei hat eine stoffliche Verwertung Primat gegenüber der thermischen.
3. Umweltschutz muss ein fester Bestandteil des gesellschaftlichen Handelns sein.
4. Umweltschutz ist ein Faktor für techn. und wirtschaftliche Innovation.
5. Er ist Aufforderung und Herausforderung zur Nachhaltigkeit für Ökologie und Ökonomie

Schadstoffe in der Umwelt -- Vorkommen und Verhalten

Forschung zu endokrin wirksamen Substanzen -- die Arbeitsgruppe ENDO am IAA der TU Dresden

Einführung Endokrin wirksame Substanzen, d.h. Stoffe mit einer (unerwünschten) Wirkung auf das Hormonsystem, sind in den vergangenen Jahren verstärkt in den Blickpunkt von Wissenschaft und Öffentlichkeit gerückt. Die

Arbeitsgruppe ENDO am IAA führt seit mehreren Jahren intensive Untersuchungen zu Vorkommen und Verhalten dieser Verbindungen in der Umwelt durch.



Abwasserreinigung und Klärschlammbehandlung

- Untersuchung und Vergleich großtechnischer Verfahren der Abwasserreinigung bezüglich ihrer Eliminationsleistung von endokrin wirksamen Substanzen
- Abbauversuche in Laborkläranlagen zur Erstellung detaillierter Massenbilanzen
- Vergleich von Messwerten von Labor- und großtechnischen Kläranlagen
- Laborversuche zur Klärschlammbehandlung
- Untersuchung der Klärschlammkompostierung, -vererdung und -deponierung

Boden

- Ermittlung der Mobilität endokrin wirksamer Substanzen in mit Klärschlamm beaufschlagten landwirtschaftlichen Böden
- Langzeitversuche mit Laborlysimetern und Säulen und Ermittlung des vertikalen Transports
- Bestimmung des Oberflächenaustrags durch Erosion (Run-off) von Lehm- und Sandboden mittels Abschwemmversuchen

Untersuchte Substanzen

- 17 β -Estradiol
- Estron
- Estriol
- 17 α -Ethinylestradiol
- Mestranol
- Bisphenol A
- Nonylphenol
- Octylphenol
- Nonylphenolmonoethoxylat
- Nonylphenoldiethoxylat

Abfälle, Deponie, Sickerwasser, Altpapier

- Langzeitlysimeterversuche mit Abfall aus einer Siedlungsabfalldeponie
- Umfangreiche Auslaugversuche mit verschiedenen Abfallfraktionen und Altpapier
- Ermittlung des Freisetzungspotentials an endokrin wirksamen Substanzen aus gedichteten und ungedichteten Deponien

- Vergleich verschiedener Sickerwasserbehandlungsverfahren bezüglich ihrer Eliminationsleistung
- Vorkommen und Eliminierung von endokrin wirksamen Substanzen in Produktionsprozessen, z.B. Papierherstellung

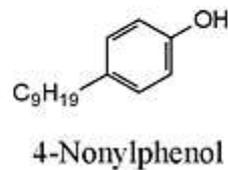
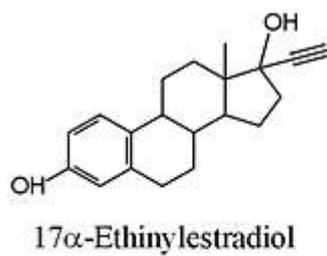
Untersuchte Matrices

- Kläranlagenzu- und -ablauf
- Klärschlamm (Primär-, Überschuss-, Faul-, entwässerter Schlamm)
- Deponiesickerwasser
- Boden, Kompost, Co-Vergärungssubstrat
- Papier



Abbauversuche mit Laborkläranlagen

Chemische Struktur einiger Stoffe



Nutzerspezifische Lösungen mit innovativer UV Technologie zur Trink- und Abwasserbehandlung

Die UMEX GmbH Dresden stellt erstmals auf der Messe IFAT 2002 (13.05. bis 17.5.02) ihr komplettes Anlagenkonzept "Custom Made -- VARY plus" vor. Mit innovativer UV-Technologie kann eine Desinfektion von Trinkwasser, Prozesswasser und Abwasser ohne Einsatz von Chemikalien realisiert werden.

Vorteile der UV-Desinfektion:

- keine Zugabe von Chemikalien
- keine Umweltbelastung
- keine Geschmacks- und Geruchsbeeinträchtigung des Wassers
- keine Bildung von gesundheitsgefährdenden Nebenprodukten (u.a. keine THM-Bildung)
- keine Korrosionsprobleme
- keine Reaktionsbehälter
- Inaktivierung von Mikroorganismen erfolgt innerhalb von Sekunden
- wartungsarmes Verfahren und einfache Handhabung
- niedrige Betriebskosten; höchste Betriebssicherheit

Des Weiteren besitzt die Firma große Erfahrungen beim Einsatz der UV-Nassoxidação. Mit Hilfe dieses Verfahrens können organische Wasserinhaltsstoffe vollständig bis zum Wasser, Kohlendioxid und ggf. anderen Stoffen, wie HCl oder Nitrat oxidiert werden.

Vorteile der UV Nassoxidação:

- keine großer Flächenbedarf durch biologische Abwasserbehandlungsanlagen
- keinerlei Aufsatzung durch Chemikalieneintrag.
- reststofffrei, keine beladene Aktivkohle, noch Schlämme
- leichte Überwachung und hohe Betriebsstabilität
- biologisch schwer abbaubare Verbindungen werden nach der Nassoxidação biologisch verfügbar

Für diese Problemstellungen sind im Konzept "Custom Made -- VARY plus" eine Vielzahl von Standardanlagen und sowie nutzerspezifische Lösungen verfügbar.

Besonders soll auf die neue Generation der weltweit patentierten elektrodenlosen UV-Strahler vom Typ UV-EL[®] mit den folgenden entscheidenden Vorteilen hingewiesen werden:

- Extrem verlängerte Lebensdauer der UV-Strahler
- Keine Abhängigkeit der Lebensdauer von der Anzahl der Ein- und Ausschaltvorgänge der Anlage
- Höhere Leistungsdichten im Reaktor
- mögliche Quecksilberfreiheit der variablen Gasfüllungen

Innovative UV-Technologie- und Anlagenkonzepte zur Desinfektion von:

- Trinkwasser
- Prozesswasser
- Abwasser
- Luft- und Oberflächen

sowie zur Nassoxidação, z.B:

- Grundwässer belastet mit Pestiziden, LHKW's, BTEX, Phenolen u.a.
- Industrieabwässer
- Wässer mit hohen AOX-Gehalten
- Toxische Waschwässer
- Entfärbung von Färbereiabwässern

UV-EL[®]
Electrodeless UV Lamp

Custom Made - VARY plus

- Elektrodenlose Strahler >120 W
- Niederdruckstrahler 4 – 64 W
- Amalgam-Strahler 60 – 310 W
- Mitteldruckstrahler 50 W – 10 KW
- 1 – 9 Strahler je Reaktor

- Reaktordurchmesser: 4 - 50 cm
- Reaktorlängen: 36 - 210 cm

Standardisierte Tauchrohrsysteme (auch als OEM Komponente):

- 23 mm
- 32 mm
- 45 mm
- 60 mm

50 l/h - 300 m³/h je Reaktor

- Flanschdurchmesser 1/2" – DN 200
- Sonderflansche z. B. für Pharma

Reaktorauslegung mit der Software „UMEX UV-CAL“:

- Transmissionen zwischen 14% - 100% je 1 cm
- Bestrahlung H von 250 J/m² - 1600 J/m²

www.umex.de
www.uv-el.de
info@umex.de

Messtechnik

Erster Sauerstoffsensor für den Einsatz in aggressiven Medien

Sauerstoffsensoren gehören heute zur Standardausstattung vieler Messeinrichtungen und sind verteilt auf fast alle Branchen unserer Industrie. Dabei wurden im Laufe der Zeit für bestimmte Anwendungen spezifische Technologien optimiert. Sauerstoffsensoren auf elektrochemischer Basis für die Medizintechnik, Zirkoniumoxid-Sensoren für die Rauchgasanalyse, die Lambda-Sonde in der Anwendung der Automobilindustrie oder die klassische Clarke-Zelle im Abwasserbereich sind Stand der Technik. Entsprechend viele Hersteller bieten Variationen in diesen Technologien an. Grundsätzliche Neuerungen werden allerdings kaum geboten, da die Messprinzipien bei vielen Anwendungsfällen technologisch ausgereizt sind und hier nur eine komplett neue Technologie eine entscheidende Eigenschaftsänderung sichern kann.

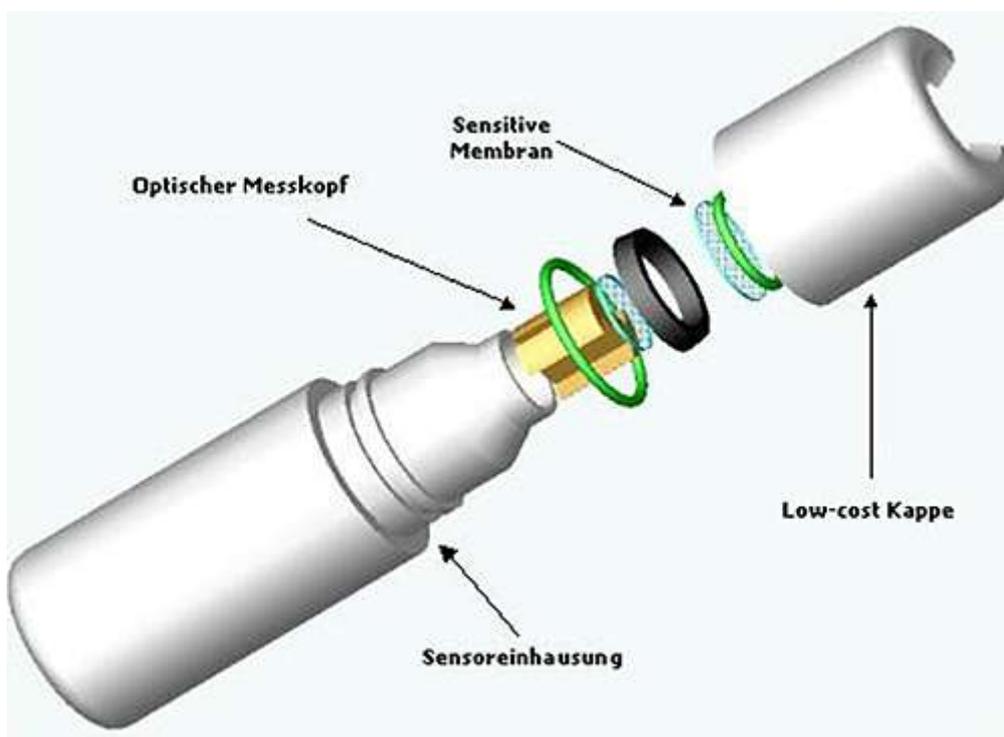


Messkopf des SentrOxy[®] -- CR in Edelstahlausführung

Deshalb waren bis dato spezielle Anwendungsbereiche, etwa in der chemischen Industrie oder bei der Behandlung speziell kontaminierter Abwässer noch unzureichend mit Sauerstoffsensoren ausgestattet.

Genau an diesem Punkt setzte die Idee und Verwirklichung des optischen Sauerstoffsensors SentrOxy®-CR für den Einsatz in chemisch aggressiven Medien bei der Firma Sentronic an. Übliche Sauerstoffsensoren mit konventionellen Messprinzipien stoßen beim Einsatz in derartigen flüssigen oder gasförmigen Medien schnell an ihre Grenzen und arbeiten dann unwirtschaftlich oder gar nicht mehr, da diese aggressiven Gase oder Flüssigkeiten einen Teil der Messzelle innerhalb kurzer Zeit zerstören. Das Resultat ist ein nicht unerheblicher finanzieller und zeitlicher Aufwand, beispielsweise beim Erneuern des Elektrolyten und dem dann notwendigen Kalibrieren des Sensors.

Das optische Messprinzip des neuen Sensors SentrOxy®-CR macht es möglich, selbst in heißen Säuren über längere Zeit den Sauerstoff-Gehalt zu kontrollieren. Spezielle Dünnschichtmethoden und ein ausgeklügeltes Handlingkonzept machen einen Einsatz in dieser aggressiven Umgebung möglich, und auch wirtschaftlich attraktiv. Hinzu kommt eine relativ unkomplizierte Integration der Sensoren in explosionsgefährdete Bereiche, da hier ein rein optisches Messprinzip zum Tragen kommt.



Patentiertes Prinzip mit low-cost Sensorkappen

Kernstück von SentrOxy®-CR ist eine low-cost Kappe, die ein Sauerstoff-sensitives Membransystem trägt. Dieses Membransystem ist gegenüber den entsprechenden Chemikalien resistent -- und trotzdem Sauerstoff-permeabel. Dieses Beschichtungskonzept ist so flexibel gehalten, dass hierbei Spielraum für individuelle Beschichtungen der Kunden bleibt. Ein wichtiger wirtschaftlicher Vorteil dieses Sensors ist sein patentiertes low-cost-Kappen Konzept. Dabei wird die sensitive Membran in der Kappe nach einiger Zeit einfach durch eine neue Membran mit einer neuen Kappe ersetzt. Das spart Zeit und die Einweg-Kappen sind im Vergleich zum Zeit- und Materialaufwand herkömmlicher Sauerstoffsensoren nicht so kostenintensiv.

Sentronic hat in Kooperation mit großen Produzenten aus der chemischen Industrie diesen Sensor für erste Applikationen entwickelt, in denen vorher der Einsatz herkömmlicher Sauerstoffsensoren nicht möglich war.

Sentronic bietet diesen Sensor als Sensorplattform OEM-Kunden, wie Anlagenproduzenten mit entsprechenden speziellen Anforderungen an. Dabei werden die Sensoren auf die entsprechenden Umgebungsparameter abgestimmt und angepasst. Die Produktpalette reicht dabei vom einzelnen Sensor bis zum kompletten Prozessanalysator mit mehreren Sensoren für Kunden aus Prozess- und Verfahrenstechnik.

Prozessmodellierung

Europäische Zusammenarbeit in der Siedlungsentwässerung

Es ist die Aufgabe der Siedlungsentwässerung, Abwasser und Regenwasser hygienisch und effizient aus dem Bereich urbaner Regionen zu leiten und gleichzeitig durch eine adäquate Reinigung und Behandlung die Oberflächengewässer und das Grundwasser vor Verschmutzung zu bewahren. In Deutschland hat die Berufsvereinigung der Abwasserfachleute, die ATV, ein breit gefächertes und detailliertes Regelwerk zur Dimensionierung und zum Betrieb der abwassertechnischen Bauwerke geschaffen.

Trotzdem stehen der Wissenschaft und der Praxis tiefgreifende Veränderungen bevor. Ende 2000 wurde die Europäische Wasserrichtlinie (WRRL; EU, 2000) erlassen, die eine Veränderung der Sichtweise auf Planung und Betrieb von Siedlungsentwässerungsanlagen auslösen wird. Während bisher durch das Regelwerk die Dimensionierung der einzelnen Bauwerke auf die Charakteristika des Siedlungsgebietes bezogen wurde, wird nach der WRRL als Zielvorgabe eine gute Gewässerqualität gefordert, ohne vorzuschreiben, mit welchen technischen Mitteln dies erreicht werden soll. Dies ist gleichbedeutend mit einem Übergang vom Emissions- zum Immissionsprinzip (s. Abbildung 1). Daraus ergeben sich für die Umsetzung Fragestellungen, die von der Wissenschaft beantwortet werden müssen. Das Institut für Siedlungs- und Industriewasserwirtschaft (ISI) der TU Dresden ist an zwei europäischen Forschungsprojekten beteiligt, in denen es um die Beantwortung derartiger Fragestellungen geht.

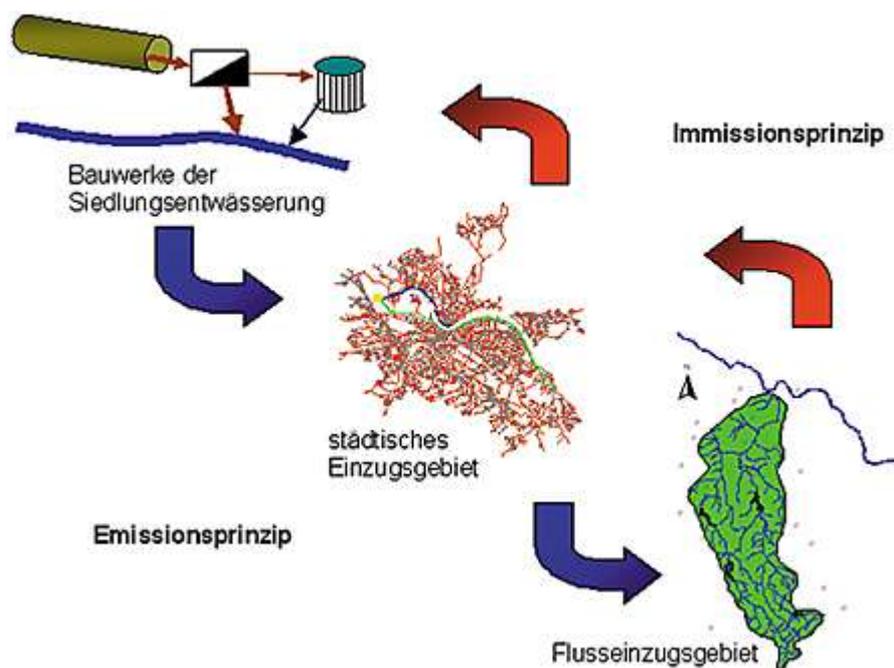


Abb. 1: Gegenüberstellung des Emissions- und des Immissionsprinzips.

Im seit Januar 2001 laufenden EU-Projekt APUSS werden Methoden zur Bestimmung des Grundwassereintritts in die Kanalisationen (Abbildung 2 zeigt in Messbeispiel) und des Abwasserverlustes aus Kanalisationen entwickelt sowie Modelle zur Beschreibung und Vorhersage dieser Prozesse. Grundwassereintritt in die Kanalisation belastet die Kläranlagen und führt in Mischsystemen dazu, dass bei Regenwetter die so genannten Entlastungen, die zu einer direkten Einleitung eines Gemisches aus Schmutz- und Regenwasser in Oberflächengewässer führen, zu einem früheren Zeitpunkt anspringen. Umgekehrt, wenn der Grundwasserspiegel unter der Kanalisation liegt und diese undichte Stellen aufweist, besteht die Gefahr einer Grundwasserverschmutzung. Insgesamt ist die aus beiden Prozessen resultierende Gewässerbelastung erheblich.

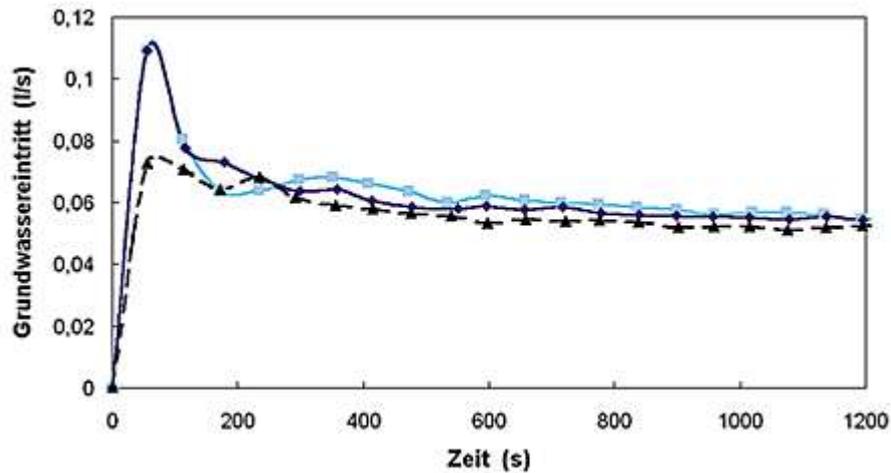


Abb. 2: Messungen des lokalen Grundwassereintrittes

Im vom ISI koordinierten und voraussichtlich Anfang 2003 anlaufenden EU-Projekt CD4WC soll eine Leistungsoptimierung der bestehenden Siedlungsentwässerungssysteme angestrebt und Entscheidungshilfe beim durch die WRRL initiierten Systemausbau entwickelt werden. Insbesondere wird Wert gelegt auf die Identifikation von Synergiepotenzialen durch einen Betrieb, der die Wechselwirkungen zwischen Kanalisation, Kläranlage und Fließgewässer berücksichtigt.

Heute wird beispielsweise die zulässige Kläranlagenbelastung bei Regenwetter als fixes Maximum vorgegeben. Als Variante könnte die zulässige Belastung der Kläranlage mittels Informationen von Messsonden und Computersimulationen, mit denen die in Kanalisation und Kläranlage ablaufenden Prozesse vorhergesagt werden, zeit- und ereignisabhängig bestimmt werden (Krebs und Rauch, 2002).

An beiden Projekten haben diverse Entwässerungsbetriebe in Europa ihr Interesse bekundet. Entsprechend ist in der Endphase mittels Schulung, Workshops und der Produktion einer CD ein Transfer des Know-hows in die Praxis geplant.

Literatur

EU (2000). Directive 2000 / 60 / EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. Brussels.

Krebs P. und Rauch W. (2002). Von der Abflusssteuerung zur immissionsorientierten Steuerung. Dresdner Berichte, Band 19, pp. 87-109, Institut für Siedlungs- und Industrierwasserwirtschaft, TU Dresden.

ISSN 1615-083X

Neuronale Netze zur Steuerung des Wassertransportes in der Bewässerungslandwirtschaft

Die Sicherung der Ernährung der Weltbevölkerung gilt nach dem jüngsten Bericht von Worldwatch als dringendstes Menschheitsproblem. Im zurückliegenden Jahrhundert waren Landerschließung und die enorme Intensivierung der Produktionsmethoden die Antworten auf das unvermindert anhaltende Bevölkerungswachstum auf der Erde. Mittlerweile können Erträge auf fruchtbaren Flächen nur noch durch geeignete Bewässerungsmaßnahmen signifikant gesteigert werden. In der Landwirtschaft werden, global gesehen, jedoch schon mehr als 75 % des Wassers verbraucht.



Bild 1: Bewässerungslandwirtschaft in Pakistan

Eine bessere Ausnutzung der Wasserressourcen durch eine Erhöhung des Bewässerungswirkungsgrades (derzeit etwa 40-50 %) ist ein sehr altes, aber ungelöstes Problem in der Oberflächenbewässerung. Die Verfahren zur Furchen-, Becken- und Landstreifenbewässerung finden wegen ihrer Einfachheit weltweit immer noch die größte Verbreitung.

Das Institut für Hydrologie und Meteorologie entwickelt in einem DFG-Forschungsprojekt geeignete Methoden zur optimalen Steuerung von Bewässerungsgaben. Auf den ersten Blick scheinen die Anforderungen an ein solches Werkzeug unvereinbar: einerseits müssen die Wassergaben mit einer bestimmten Zuverlässigkeit den Wurzelraum der Pflanzen erreichen, die nur durch den Einsatz gekoppelter numerischer Strömungsmodelle erzielt wird -- andererseits sollten die Anwender in der Praxis ein möglichst einfach zu bedienendes Gerät verwenden.

Die im Projekt entwickelte Technologie löst dieses Dilemma durch die Verwendung selbstorganisierender topologischer Merkmalskarten, kurz SOM (einer speziellen Architektur künstlicher neuronaler Netze). In einem ersten aufwendigen Verfahren erlernt das SOM wesentliche Eigenschaften des Wassertransportes auf dem zu bewässernden Feld und im Boden anhand zahlreicher Simulationsbeispiele, die von einem numerischen Strömungsmodell generiert werden.

Im Ergebnis kann das autonome SOM einfach und zuverlässig die notwendige Wassermenge, Wasserintensität und Bewässerungsdauer vorhersagen. Bild 2 zeigt die Güte der Vorhersage der erforderlichen Bewässerungsdauer für einen 1 D Infiltrationsprozess.

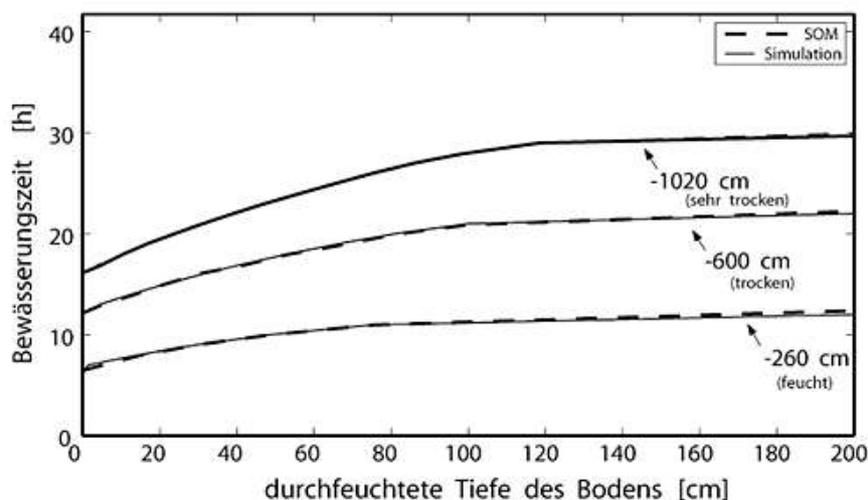


Bild 2: Vorhersageergebnisse des SOM im Vergleich mit numerischen Simulationen

Zur Verifikation dieser Technologie wurde in Kooperation mit dem Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik und dem Institut für Bewässerung der CEMAGREF (Frankreich) ein Modellfeld im Labormaßstab (Länge: 24,5 m, Breite: 1 m, Tiefe: 1 m) eingerichtet (siehe Bild 3).

Die Daten von etwa 100 Sonden aus Messungen der Feuchte, Saugspannung, Wasserstand, Durchfluss und Trübung lassen umfassende Rückschlüsse auf die Güte der verwendeten numerischen Strömungsmodelle und des neuen Optimierungsverfahrens zu.



Bild 3: Laborexperiment

[Carl Zeiss -- Mikroskopie](#)

[Deutsch-Nordamerikanische Umweltkonferenz](#)

Impressum

Herausgeber:

[TU Dresden Forschungsförderung / Transfer](#)

[TechnologieZentrumDresden GmbH](#)

[BTI -- Beratungsgesellschaft für Technologietransfer und Innovationsförderung mbH](#)

Redaktion:

Dipl.-Journ. Eva Wricke (TU Dresden)

E-Mail:

eva.wricke@mailbox.tu-dresden.de

Dr. Dietmar Herglotz (TechnologieZentrumDresden)

E-Mail:

herglotz@tzdresden.de

Dipl.-Ing. Ute Kedzierski (BTI mbH)

E-Mail:

kedzierski@bti-dresden.de

Anschrift:

Dresdner Transferbrief

c / o TechnologieZentrumDresden mbH

Dr. Dietmar Herglotz

Gostritzer Straße 61-63

D-01217 Dresden

Telefon: +49-351-8-71-86-63

Telefax: +49-351-8-71-87-34

E-Mail:

herglotz@tzd.tz-dd.de

Gestaltung und Satz der gedruckten Ausgabe und für das Internet (html-version):

progressmedia

Verlag und Werbeagentur GmbH

Liebigstraße 7

D-01069 Dresden

Telefon: +49-351-4-76-67-26

Telefax: +49-351-4-76-67-39

E-Mail:

progress.media@advis.de

Internet:

<http://www.progress-media.com>