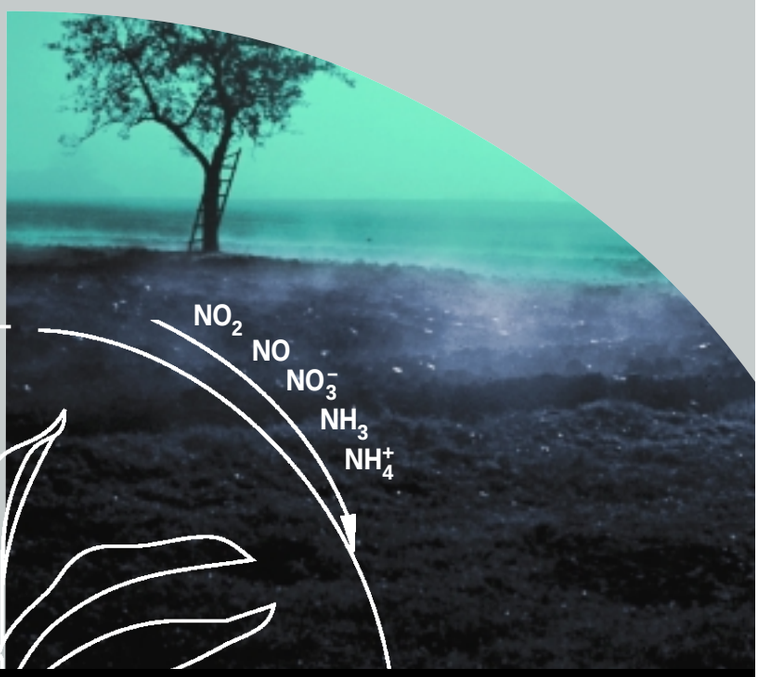
UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 37

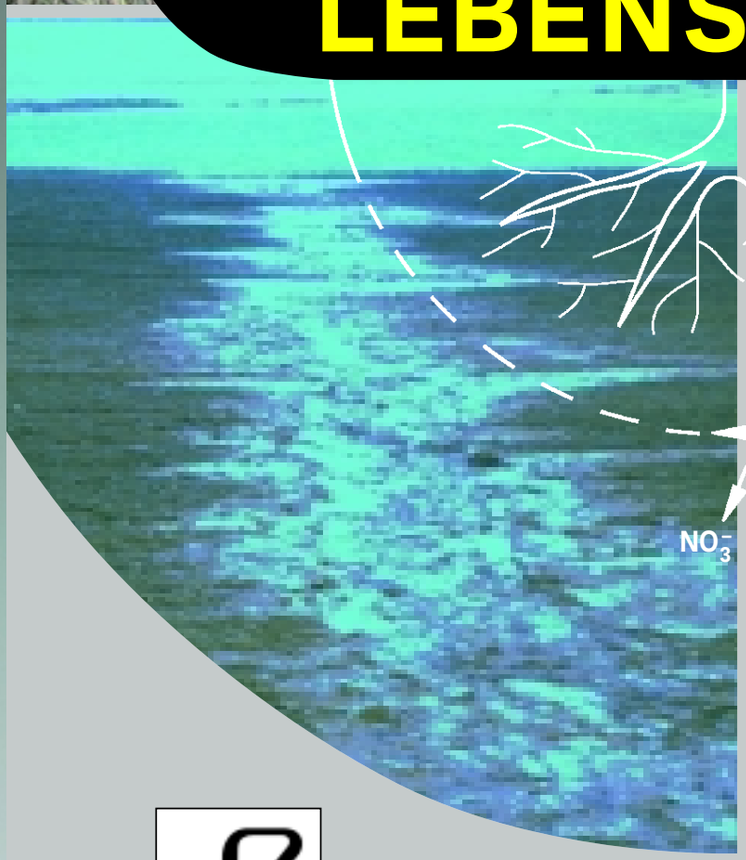
MAGAZIN

JUNI 2002 · AUSGABE 9

UFZ-UMWELTFORSCHUNGSZENTRUM LEIPZIG-HALLE GmbH in der Helmholtz-Gemeinschaft



LEBENSRÄUME



SCHWERPUNKTTHEMA

BLICK IN DEN BODEN

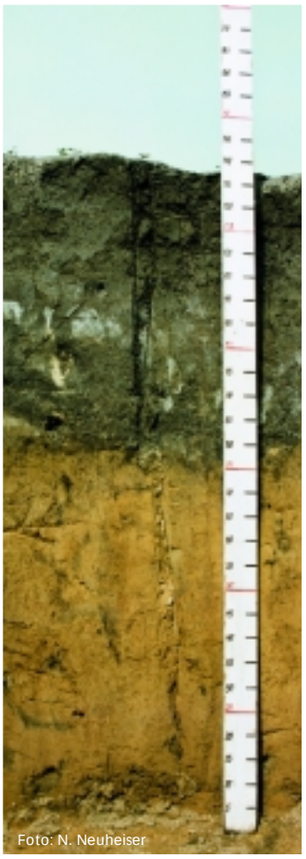


Foto: N. Neuheiser

Die neue Rolle

Die Ökosystemforschung steht vor einer nie dagewesenen Aufgabe: Das Kyoto-Protokoll zum Klimaschutz sieht vor, dass die Industrienationen bis zum Verpflichtungszeitraum 2008–2012 landesweite Kohlenstoff-Bilanzen aufstellen, um nachweisen zu können, dass ihre Gesamtemissionen an Treibhausgasen dann um mindestens 5% unter dem Niveau von 1990 liegen. Das Kyoto-Protokoll will aber nicht einfach nur die Reduktion der Emissionen erreichen, sondern eine auch im Sinne des Klimaschutzes nachhaltige Bewirtschaftung von Ökosystemen fördern. Deshalb können Länder sich die Schaffung zusätzlicher Kohlenstoff-Speicherkapazitäten wie Wälder, Feuchtgebiete, Acker- und Grünland gutschreiben lassen. Ein wesentlicher Teil der neuen Auf-

e der Bodenforschung

gabe für die Umweltforschung besteht nun darin, unterschiedliche Formen der Bewirtschaftung von Wald und Feld bezüglich deren Klimarelevanz quantitativ zu bewerten. Das ist die Grundlage für ein praktikables, transparentes und überprüfbares Kohlenstoff-Buchhaltungssystem.

Weil es hier nicht mehr nur um ökologische, sondern längst auch um massive finanzielle Belange geht, sind Disziplinen wie die Bodenforschung in den Fokus der Politik geraten.

Die Wissenschaftler der UFZ-Sektion Bodenforschung untersuchen die Mechanismen und Auswirkungen des Ein- und Austrags von Nährstoffen und das Verhalten von Fremdstoffen auf landwirtschaftlich genutzten Böden. Die daraus abgeleiteten Empfehlungen für nachhaltige Bewirtschaftungsformen zielen auf den Bodenschutz und damit auch auf den Schutz der Atmosphäre, des Grundwassers, der Oberflächengewässer und der Nahrungskette.

Das Methodenspektrum der UFZ-Bodenforscher geht von Labor- und Freilandversuchen über Lysimeter-Experimente bis zur Modellierung (Modelle in der Bodenforschung wurden bereits ausführlich in LEBENSRÄUME 7/2001 vorgestellt).

Die Redaktion

INHALT

THEMA Seite 6

Das Stickstoff-Überangebot beeinträchtigt die Vitalität der Bäume und kann das Grundwasser belasten. Wissenschaftler der Arbeitsgruppe Pflanzenphysiologie in der UFZ-Sektion Bodenforschung untersuchen mit eigens dafür entwickelten Verfahren die Mechanismen und die Dynamik der Stickstoffaufnahme und die Wechselwirkungen zwischen der Bodenvegetation, den Bäumen und dem Boden.

INTERVIEW Seite 10

Fragen an Prof. Neue zu Trends in der Bodenforschung und dem HGF-Forschungsbereich Erde und Umwelt

THEMA Seite 12

Der Reisanbau trägt zu 2 bis 5% zum globalen Methanhaushalt bei.
Frühere Schätzungen gingen von 10 bis 20% aus.

Vom Regen in die Traufe
Zuviel Stickstoff für Wälder in Ostdeutschland

Die Eintragsraten von Schwefel und basischen Flugstäuben sind in Ballungsräumen wie Halle-Leipzig-Bitterfeld um bis zu 85% zurückgegangen. Der Pflanzennährstoff Stickstoff jedoch wird jährlich in viel zu hoher Menge in Kiefernökosysteme eingetragen. **6**

Gespräch mit Prof. Heinz-Ulrich Neue,

Leiter der Sektion Bodenforschung am UFZ in Halle. **10**

Der Reis, das Klima und die Atmosphäre

Reis ist das wichtigste Grundnahrungsmittel der Erde. Will man den Bedarf in Zukunft decken, so muss die weltweite Reisproduktion jährlich steigen. Andererseits stand der Reisanbau bis vor kurzem in Verdacht, eine Spurengasquelle zu sein, die das Weltklima maßgeblich gefährdet. Ende der 90er Jahre konnte die tatsächliche Auswirkung des Reisanbaus auf das Weltklima aufgeklärt werden. **12**

Vagabundierender Stickstoff –
wenn ein Nährstoff zum Problemstoff wird

Mit der Entwicklung eigener Messmethoden gelang es Wissenschaftlern der UFZ-Sektion Bodenforschung erstmals, die Menge des aus der Luft eingetragenen Stickstoffs in Boden und Pflanzen annähernd real zu bestimmen. Die Ergebnisse zeigen, dass die N-Einträge erheblich höher sind, als generell angenommen. **16**

Gespräch mit Prof. William H. Patrick,

Emeritus und ehemaliger Direktor des Wetland Biogeochemistry Institute an der Louisiana State University (LSU; Baton Rouge, USA). **20**

Wieviel Humus braucht der Boden?

Seite 32

Dauerfeldversuche – zeitlose Klassiker

Der Statische Düngungsversuch in Bad Lauchstädt wird 100. Aufgrund seiner Langjährigkeit, der Variantenvielfalt, der besonderen Standortbedingungen und der Kontinuität bei der Bewirtschaftung ist er mittlerweile einer der wertvollsten Dauerversuche der Welt. 23

Lysimeterversuche – Schnittstelle zwischen Labor und Praxis

Lysimeterversuche haben sich als effektives Werkzeug bewährt, um Wirkungen gegenwärtiger Landnutzungen und künftiger Nutzungsänderungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt zu bewerten oder vorauszusagen. 25

Gespräch mit Dr. Ing. Manfred Seyfarth,

Geschäftsführer der UGT Umwelt-Geräte-Technik GmbH, Müncheberg, über erfolgreiche Kooperationen zwischen Forschung und Wirtschaft und neue Lysimetertechniken. 30

Wieviel Humus braucht der Boden?

Es fehlt an Kriterien, um den Zustand eines Ackerbodens bestimmen und überwachen zu können. Für eine nachhaltige Landschaftsplanung und Bodenbewirtschaftung müssen geeignete Indikatoren entwickelt werden. Dies ist eine der Aufgaben der Arbeitsgruppe Bodenchemie in der UFZ-Sektion Bodenforschung. 32

Vagabundierender Stickstoff – wenn ein Nährstoff zum Problemstoff wird

THEMA Seite 16

Die Bedeutung der N-Düngung aus der Luft für die Schutzgüter Boden und Wasser sowie für naturnahe Ökosysteme lässt sich noch gar nicht in ganzem Umfang abschätzen.
In umgekehrter Richtung werden Stickstoffverbindungen als klimarelevante Spurengase aus Agrarflächen freigesetzt.

INTERVIEW Seite 20

Prof. William H. Patrick spricht über die Kernprobleme in Feuchtgebieten an der US-Golfküste und über die Forschungsschwerpunkte des Wetland Biogeochemistry Institute.

Lysimeterversuche – Schnittstelle zwischen Labor und Praxis

THEMA Seite 25

Ein Lysimeter ist eine Experimentalanlage zur Erfassung von Transportprozessen im Boden unter weitgehend naturnahen Bedingungen.
Anhand unterschiedlicher Projekte der UFZ-Lysimeterstation in Falkenberg wird hier das Spektrum der Einsatzmöglichkeiten von Lysimetern dargestellt.

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:26 Uhr Seite 6

Vom Regen in die Traufe

Die Luftqualität über den neuen Bundesländern hat in den vergangenen 10 Jahren nahezu das Niveau von Reinluftgebieten erreicht. Besonders die Eintragsraten von Schwefel und basischen Flugstäuben sind in Ballungsräumen wie Halle-Leipzig-Bitterfeld um bis zu 85% zurückgegangen. Dies gilt jedoch nicht für den Pflanzennährstoff Stickstoff, der die für ein Kiefernökosystem verträglichen ca. 15 kg pro Hektar um ein mehrfaches überschreitet. Langfristig reichert sich Ammonium in der Humusauflage der Waldböden an. Das Stickstoff-Überangebot beeinträchtigt die Vitalität der Bäume und kann das Grundwasser belasten. Wissenschaftler der Arbeitsgruppe Pflanzenphysiologie in der UFZ-Sektion Bodenforschung untersuchen mit eigens dafür entwickelten Verfahren die Mechanismen und die Dynamik der Stickstoffaufnahme und die Wechselwirkungen zwischen der Bodenvegetation, den Bäumen und dem Boden.

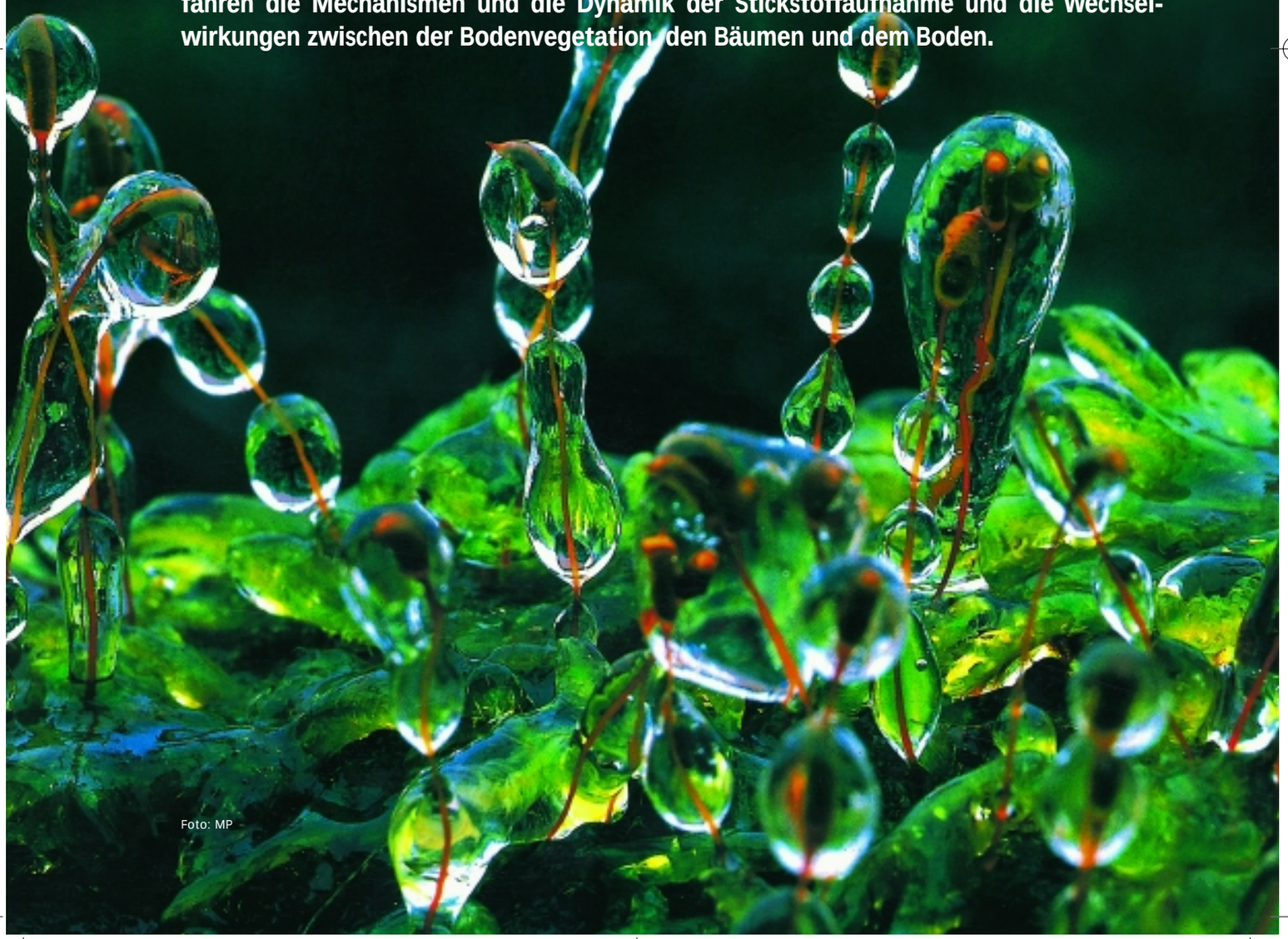
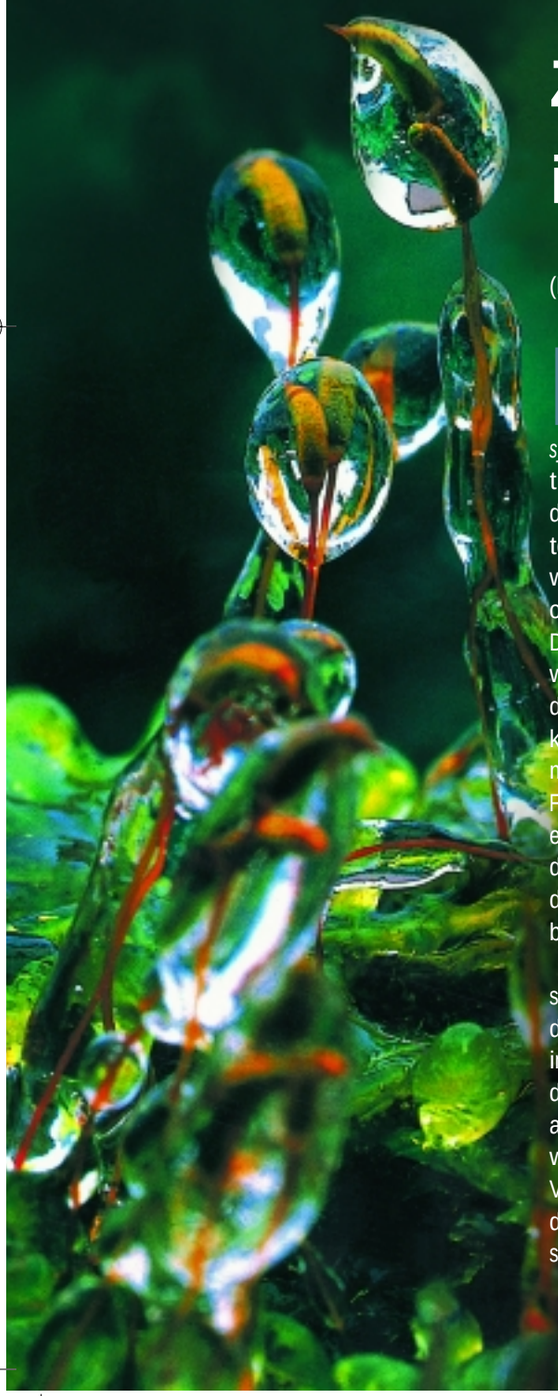


Foto: MP

Foto: R. Feldmann



Zuviel Stickstoff für Wälder in Ostdeutschland

(H. Schulz)

Bäume wie zum Beispiel die im nordostdeutschen Tiefland weit verbreiteten Waldkiefern (*Pinus sylvestris* L.) filtern in ihren Kronen Partikel aus der Luft und reichern sie auf den Nadeloberflächen an. Beim nächsten Regen werden diese Partikel abgewaschen und laufen den Stamm hinab oder tropfen direkt auf den Waldboden. Die Konzentration an Sulfat, einem Umwandlungsprodukt von Schwefeldioxid, das u.a. bei der Verbrennung von Braunkohle entsteht, kann unter Kronendächern mehr als dreimal so hoch sein wie im Freiland. Auch auf der Stammoberfläche erfolgt eine Anreicherung, weil die in der Kronentraufe gelösten Stoffe von der porösen Oberfläche der Kiefernborke regelrecht aufgesaugt werden.

Waldforscher haben diesen Effekt schon früh entdeckt und nutzten ihn für den Nachweis von Luftverschmutzungen in Wäldern. Die sogenannte Baumborkendiagnostik ist einfach und kostengünstig anwendbar. UFZ-Wissenschaftler entwickelten sie weiter zum praxisreifen Verfahren Babodia®, mit dem nun auch die flächendeckende Erfassung von Stickstoffeinträgen möglich ist. Entscheidender Vorteil gegenüber den derzeit angewendeten Routinemethoden (Bulk- bzw. Regensammlern) ist, dass mit der Borkenmethode der Gesamtstickstoffeintrag erfasst wird. Das heißt, es werden neben den im Niederschlag gelösten Stickstoffverbindungen Ammonium und Nitrat gleichzeitig auch die gasförmigen Anteile von Ammoniak und Stickoxiden gemessen. Auf die mit Babodia® ermittelten Eintragsraten für Gesamtstickstoff kann zurückgegriffen werden, um die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Emissionssenkung nachzuweisen und um Aussagen, z. B. zur Stickstoffbelastung von Kiefern-, Fichten- oder Eichenbeständen, zu treffen.

Messergebnisse von Dauerbeobachtungsflächen in der Dübener Heide, einem Kiefernforstsystem östlich von Bitterfeld, geben das veränderte Stoffeintragsgeschehen zwischen 1988 und 2001 exakt wieder. Vor der Stilllegung der Chemie- und Energieerzeugungsanlagen gingen auf diesen Waldflächen große Mengen basischer Flugstäube mit Sulfat, Kalzium, Eisen, Aluminium und Titan, einschließlich der Schwermetalle Blei, Cadmium und Chrom nieder.

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:26 Uhr Seite 8

Foto: R. Feldmann

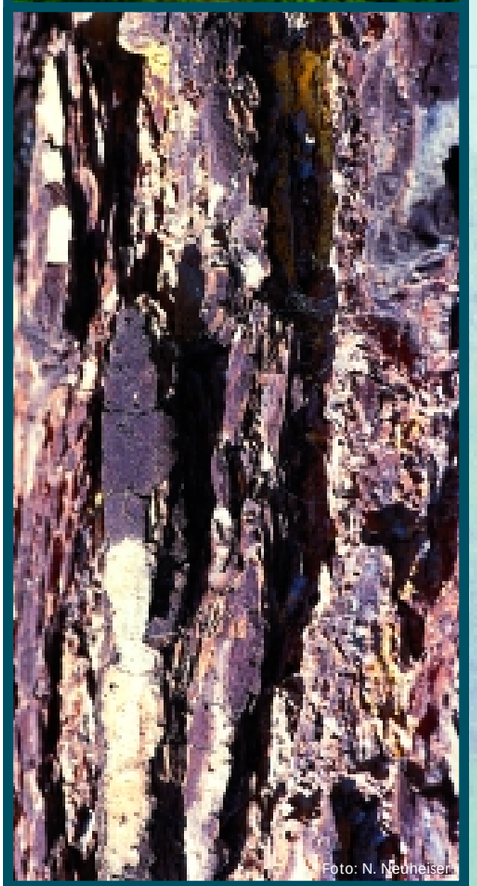


Foto: N. Nedneisen

Mit der Baumborkendiagnostik kann der Gesamtstickstoffeintrag einfach und kostengünstig erfasst werden.

In der letzten Dekade nahmen die Stoffeinträge drastisch ab – Schwefel- und Kalziumeinträge verringerten sich gegenüber dem Vergleichsjahr 1988 um rund 85%. Anders verhält es sich beim Stickstoff, dessen Einträge nahezu unverändert blieben. Trotz tiefgreifender Veränderungen auch in der ostdeutschen Landwirtschaft stiegen die Einträge an Ammonium und Nitrat in die Kiefernforste der Dübener Heide Mitte der 90er Jahre zeitweise sogar wieder an. Die Forste erhalten heute mit weit mehr als 15 kg Stickstoff jährlich viel zu viel von diesem Nährstoff, so dass die kritischen Belastungsgrenzen für Ökosysteme besonders in der Nähe von Tierhaltungsanlagen und mit Gülle gedüngten Ackerflächen deutlich überschritten werden. Mit der Stabil-Isotopen-Technik, einer speziellen Methode der Stickstoffanalyse, konnten die Bodenforscher eindeutig nachweisen, dass auf Oberflächen von Kiefernborken absorbiertes Ammoniak tatsächlich aus landwirtschaftlichen Quellen emittiert wurde, dass also die Agrarwirtschaft maßgeblich an den Veränderungen in benachbarten Forstökosystemen beteiligt ist.

Die Kiefernforste der Dübener Heide erhalten jährlich viel zu viel Stickstoff, so dass die Belastungsgrenzen, besonders in der Nähe von mit Gülle gedüngten Ackerflächen deutlich überschritten werden.

Seit Gründung des UFZ wurden von den Forschern der Arbeitsgruppe Pflanzenphysiologie grundlegende biochemisch-physiologische Untersuchungen zur Vitalitätsanalyse immissionsbeeinflusster Kiefern durchgeführt. Nach 10 Jahren intensiver Entwicklungsarbeit können jetzt mit aussagekräftigen Biomarkern Vitalitätszustände von Bäumen in Abhängigkeit vom Belastungszustand sicher bewertet werden. Das inzwischen durch die Marke Kivitan® geschützte Verfahren wird auch zur Frühindikation bzw. Ursachenanalyse eingesetzt und eignet sich damit hervorragend für das forstliche Umweltmonitoring auf Dauerbeobachtungsflächen. Die im Sinne dieser praxisorientierten Anwendung durchgeführten UFZ-Untersuchungen zeigen eindeutig, dass für eine verminderte Vitalität der Kiefern im nordostdeutschen Tiefland nicht allein der Schwefel, sondern auch der Stickstoff verantwortlich zeichnet. Im Detail wurden Störungen in der Schwefel-/Stickstoffernährung der Bäume diagnostiziert.

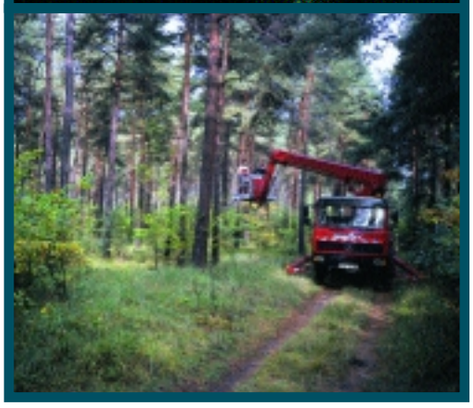
Inkubationsexperimente unter kontrollierten Bedingungen in Brutschränken zeigen, dass in Humusauflagen aus stickstoffbelasteten Kiefernbeständen ein hoher Pool an Ammonium existiert, der als Nährstoffquelle sowohl für Bäume und Bodenpflanzen als auch für Mikroorganismen verfügbar ist. Unter den oben beschriebenen Nährstoffbedingungen sind die Kiefern mit Stickstoff überernährt und stoppen die weitere Aufnahme. Die Folgen für den Boden und die Bodenvegetation sind gravierend. Nicht von den Pflanzen aufgenommenes Ammonium wird nahezu vollständig von Mikroorganismen zu Nitrat mineralisiert, was das rasche Vordringen nitratliebender Pflanzenarten in die Bestände ermöglicht. Auf diese Weise kommt es zum Wandel der standorttypischen Pflanzengesellschaften, ja ganzer Waldökosysteme, wie es von Botanikern der Sektion Biozönoseforschung am UFZ auch in der Dübener Heide nachgewiesen wurde.

Obwohl solche Veränderungen in der Zusammensetzung der Bodenvegetation bei Nährstoffeintrag bekannt sind, weiß man auch heute noch zu wenig darüber, warum sich einige Pflanzen besser als andere an die veränderten Standortverhältnisse anpassen können und so Diversitätsveränderungen hervorrufen. Die Pflanzenphysiologen der Sektion Bodenforschung vermuten, dass neben den veränderten Mineralisations-

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:26 Uhr Seite 9

Fotos: R. Feldmann

Bodenforscher konnten eindeutig nachweisen, dass die Agrarwirtschaft maßgeblich an der Veränderung benachbarter Forstökosysteme beteiligt ist.



verhältnissen vor allem biochemisch-physiologische Mechanismen der Stickstoffaufnahme eine Rolle spielen. Zur Aufklärung dieser Mechanismen werden natürlich vorkommende und invasive Arten im Gewächshaus kultiviert und mit verschiedenen Nährstoffen, die mit dem schweren Stickstoffisotop ^{15}N angereichert sind, ernährt. Die Wissenschaftler erhoffen sich neue Erkenntnisse zur Regulation der Stickstoffaufnahme bei Pflanzen, wodurch letztlich auch der Einfluss von Pflanzen auf den Austrag von Nitrat, Sulfat und beispielsweise Phosphat in das Grundwasser sowie die Freisetzung von Stickoxiden aus Denitrifikationsprozessen besser als bisher bewertet werden können.

Notwendig sind solche Untersuchungen, weil Wälder häufig auch Trinkwasserschutzgebiete sind und die erhöhte Nitratbildung in den organischen Auflagen dort ein ökotoxikologisches Potenzial darstellen. Inwieweit derartige Stoffausträge auch in den Kiefernforstökosystemen des nordostdeutschen Tieflandes mit seinen relativ geringen Jahresniederschlagssummen und damit auch geringen Grundwasserneubildungsraten tatsächlich ökologisch relevant sind, muss weiter intensiv untersucht werden. Die Programmanteile „Naturnahe Landschaften“ und „Integrierte Konzepte als Basis nachhaltiger Nutzung agrarischer und forstlicher Systeme“ in den neuen Forschungsprogrammen der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V. (HGF) bieten dafür den geeigneten Rahmen. ■

Die Folgen der Überernährung mit Stickstoff für den Boden und die Bodenvegetation sind gravierend. Es kommt zum Wandel der standorttypischen Pflanzengesellschaften in den Kiefernforsten.

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:26 Uhr Seite 10

Gespräch

mit Prof. Heinz-Ulrich Neue,

Leiter der Sektion Bodenforschung am UFZ in Halle

Frage: *Herr Prof. Neue, was sind die Themen und Aufgaben Ihrer Sektion?*

Prof. Neue: Aufgabe der Sektion Bodenforschung ist es, Expertise zu schaffen und vorzuhalten, die im Rahmen des UFZ-Programms bzw. demnächst der HGF-Programme benötigt wird. Problem dabei ist es, die Wunsch- bzw. Zielvorstellungen der einzelnen Wissenschaftler und die Vorgaben unter einen Hut zu bekommen. Das erfordert ein vielfältiges interaktives einvernehmliches Finden, Überzeugen und Führen.

Das UFZ ist ausgerichtet auf die Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen Mensch und Natur in genutzten und gestörten Landschaften mit dem Ziel, Kulturlandschaften nachhaltig zu gestalten. Eine in diesen Forschungsschwerpunkt integrierte landschaftsorientierte Bodenforschung bedeutet, Strukturen, Prozesse und Funktionen des Systems Boden in Raum und Zeit zu erfassen und im Rahmen einer nachhaltig umweltverträglichen Landnutzung hinreichend sicherzustellen. Dazu müssen Skalenbetrachtungen vernetzt werden mit prozessorientierten Untersuchungen der Bodenfunktionen, ihren Wechselbeziehungen zu Stoffströmen sowie Landnutzungen und Landschaftsstrukturen. Ziel ist es, Bodenfunktionen lokal, regional und großräumig zu modellieren. So kann einerseits der gegenwärtige Zustand von Böden und Bodenfunktionen in Landschaften bewertet werden. Andererseits ist es möglich, zukünftige Entwicklungen gezielt zu steuern.

Kernthema der Sektion Bodenforschung ist es, die Funktion der Böden im Rahmen der beiden wichtigsten biogeochemischen Stoffkreisläufe der Erde – den C- und den N-Kreislauf – zu verstehen und quantitativ zu erfassen. Kohlenstoff und Stickstoff sind nicht nur Schlüsselelemente des Bodens, sondern auch aller terrestrischen und aquatischen Ökosysteme.

Foto: IRRI

Das Kultivieren von Böden und die Verbrennung fossiler Brennstoffe haben zunehmend mehr Kohlenstoff in den globalen C-Kreislauf eingebracht. Die Auswirkungen sind offensichtlich und direkt: Mit der technogenen N-Fixierung, dem Einsatz von N-Düngemitteln in der Landwirtschaft und der N-Freisetzung durch Industrie und Kraftverkehr wurden dem globalen N-Kreislauf ständig steigende Mengen an Stickstoff zugeführt. Stickstoff ist in vielen Landschaften der Erde von einem ehemals für Organismen limitierenden Nährstoff zum Problemstoff geworden.

Frage: *Wo findet sich die UFZ-Bodenforschung im neuen HGF-Forschungsbereich Erde und Umwelt wieder?*

Prof. Neue: Erde und Umwelt sind ohne Verständnis des Bodens kaum zu begreifen. Der Begriff Erde ist ein Synonym für Boden, wenngleich im HGF-Forschungsbereich der Begriff Erde für Erdsystem steht und der Boden dabei nur – wenn auch wichtiges – Teilsystem ist. Ohne terrestrische Böden würde sich das Leben auf unserem Planeten im Wasser abspielen. Und selbst in Seen, Flüssen und Meeren sind die Funktionen aquatischer Böden unentbehrlich.

In der neuen HGF-Forschungsstruktur wird unsere Sektion sich überwiegend im vom UFZ koordinierten Programm 5, Nachhaltige Landschaftsnutzung, einbinden. Einige Kapazitäten werden dem vom Forschungszentrum Jülich koordinierten Programm 4, Agrarische und forstliche Biosysteme zugeordnet werden. Dabei wollen wir insbesondere die aufgebauten Kooperationen aus dem laufenden HGF-Strategiefondsprojekt aufrechterhalten und weiterentwickeln.

Frage: *Welche Bedeutung messen Sie der Bildung nationaler und internationaler Netzwerke in der Bodenforschung bei? Ist das UFZ bereits in solche Kooperationen eingebunden?*

Prof. Neue: Wissenschaft kennt keine Grenzen. Nur wer seine eigene Forschung national und international vielfältig einbindet, nimmt am weltweiten Streben nach Relevanz und Qualität der Forschung teil. Austausch und Verknüpfung von Ideen und Ergebnissen sind das Lebenselixier der Forschung.

Die Sektion Bodenforschung hat ihre Forschungskooperationen in den letzten Jahren beständig ausgebaut. Hervorzuheben sind dabei die Aktivitäten im Rahmen des europäischen Netzwerks zur organischen Bodensubstanz SOMNET, dessen Datenbank auch von uns geführt und verwaltet wird. Im Rahmen der HGF sind wir am Strategiefondsprojekt „Organische Substanz und mikrobielle Diversität als Parameter der Steuerung wichtiger Bodenfunktionen“ beteiligt. Intensive Kooperationen bestehen zu Forschungsinstituten in den Transformationsländern, z.B. im Rahmen des BMBF-Schwerpunktthemas „Wolga-Rhein“. Weitere Kooperationen bestehen mit Israel und Palästina. Es wird untersucht, wie atmosphärische N-Depositionen Wüstenökosysteme beeinflussen und wie organische Schadstoffe mit der organischen Bodensubstanz interagieren.

Will man Eigenschaften, Prozesse und Funktionen von Böden umfassend ver-

Fotos: N. Neuheiser

Foto: K. Heinrich

Wir müssen die Funktionen unserer Böden besser verstehen, um sauberes Trinkwasser, gesunde Nahrung, aber auch ganze Ökosysteme für unsere Zukunft zu erhalten und zu bewahren.

stehen, bedarf es der Untersuchung von Böden auf Sequenzen vom überfluteten bis hin zum trockenen Boden und von Böden in kalten bis hin zu warmen Klimaten. Daraus begründet sich meine Vision, die Bodenforschung des UFZ global zu vernetzen.

Auch in die vom UFZ mit initiierten Netzwerke mit den grossen europäischen Umweltforschungszentren ALTERRA (Niederlande), CEH (Großbritannien), NERI (Dänemark), CEMAGREF (Frankreich) und SYKE (Finnland) sollte sich die Forschungsstrategie der Sektion Bodenforschung bündig eingliedern lassen.

Frage: *Welche Trends erkennen Sie in der Bodenforschung? Was sind die langfristigen Ziele Ihrer Sektion?*

Prof. Neue: Böden werden anhaltend beeinträchtigt und zerstört, sei es als Ackerland oder unabdingbarer Bestandteil von zu erhaltenden Ökosystemen. Viele Gesellschaften haben ihren ursprünglich vorhandenen engen Bezug zum Boden verloren. Der ökologische und ökonomische Wert von Böden ist vielen nicht mehr bewusst und zugänglich. Wir müssen die Funktionen unserer Böden besser verstehen, um sauberes Trinkwasser, gesunde Nahrung, aber auch ganze Ökosysteme für unsere Zukunft zu erhalten und zu bewahren.

Unsere langfristigen Ziele bauen auf unserer bestehenden Forschungsexpertise auf. Das sind insbesondere unsere Expertise zu C- und N-Kreisläufen im Boden und deren Einfluss auf Nähr- und Schadstoffe sowie Ein- und Austräge atmosphärischer Spurengase. Dazu können wir experimentelle Forschung und Modellierungen hervorragend verknüpfen. Wie bereits oben erwähnt, wollen wir diese Expertise vertiefen und erweitern, um das Spektrum von trockenen bis hin zu überfluteten Böden und von Böden in kalten bis hin zu warmen Klimaten zu erfassen. Unsere lokalen Experimentierfelder sind dazu insbesondere der Versuchsstandort in Bad Lauchstädt auf der Querfurter Platte und unsere Versuchsstandorte in Auen der Elbe und Saale mit der Lysimeterstation Falkenberg.

Frage: *Reichen die politischen und rechtlichen Maßgaben, z. B. das Bundesbodenschutzgesetz aus, um die erkannten Gefährdungspotenziale für den Boden effektiv zu reduzieren?*

Prof. Neue: Politische und rechtliche Maßgaben sind zumeist Zielvorgaben. Die Ziele im Bundesbodenschutzgesetz sind klar gesteckt, wenngleich primär damit nicht der Boden, sondern die Nahrung, das Wasser und die Luft geschützt werden sollen. Erst, wenn befürchtet werden muss, dass Böden für diese Schutzgüter eine aktuelle oder potenzielle Gefährdung darstellen, sind Böden zu schützen bzw. ihre Eigenschaften und Funktionen so einzustellen oder wiederherzustellen, dass eine Gefährdung für die anderen Schutzgüter ausgeschlossen werden kann. Damit werden bestimmte Funktionen von Böden geschützt, nicht aber die jeweils umfassenden ökologischen Funktionen oder – vergleichbar zum Artenschutzgesetz – der Boden an sich. Da der Boden immer ein rückgekoppeltes System von Geo-, Hydro-, Bio- und Atmosphäre ist, mit Reaktionszeiten von Sekunden bis zu mehreren 100 Jahren, bedürfte es der Sicherung gesamtökologischer Zustände, um Böden zu erhalten und zu schützen. Böden haben auch immer eine räumliche Ausdehnung und können nicht wie Saatgut in Genbanken, sondern nur in der Natur erhalten werden.

Ein zerstörter Boden ist zumindest für überschaubare Zeiträume verloren. Erfolgreich managen können wir zurzeit noch nicht alle Funktionen des Bodens. Der Gesetzgeber hat sich auf das vermeintlich Machbare beschränkt. Es fällt bereits sehr schwer, selbst diesen beschränkten Schutz umzusetzen und klar zu definieren. Langfristig bräuchten wir den Schutz aller relevanten ökologischen Funktionen von Böden, wodurch auch erst die Böden selbst geschützt wären.

Frage: *Sie haben viele Jahre lang am Internationalen Reisforschungsinstitut auf den Philippinen Forschungsprojekte in Asien koordiniert, bevor Sie 1996 an das UFZ kamen. Wie bewerten Sie aus dieser Sicht Ihre jetzige Tätigkeit?*

Prof. Neue: Wissenschaftliches Arbeiten ist längst globalisiert und im Kern überall gleich. Wissenschaft muss an jedem Ort die gleichen Kriterien erfüllen. Wissenschaft muss relevant und von hoher Qualität sein sowie effektiv und effizient vollzogen werden. Die Relevanz der Forschung ist jedoch stark von regionalen bzw. lokalen Gegebenheiten beeinflusst. Das Bestreben des UFZ, lokal bedeutsame Forschungen einzubinden in einen relevanten globalen und damit internationalen Kontext, hat mich dazu bewogen, die Offerte des UFZ anzunehmen und meine Erfahrungen zur Chemie nasser Böden in warmen und gemäßigten Klimaten in die Bodenforschung des UFZ einzubringen. Ich freue mich, in der Sektion ein innovatives Team von Mitarbeitern mit hervorragender Expertise zu leiten und genieße die fächerübergreifende Zusammenarbeit mit anderen Sektionen. Die Arbeitsmöglichkeiten, Forschungsexpertise und programmatische Ausrichtung des UFZ entsprechen einem hohen internationalen Standard. Vergessen bzw. unterschätzt habe ich die administrativen und technischen Belastungen deutscher Forschung. Die programmorientierte Förderung wird eine größere forschungsunterstützende Managementtiefe erfordern, damit Wissenschaftler genügend Zeit haben, effektiv und effizient Wissen zu schaffen, anstatt das Schaffen von Wissen nur zu planen. Derzeit beklagen wir insbesondere den Mangel an technischen Mitarbeitern. Große Forschung bedarf nicht nur großer Forscher, sondern auch vieler unterstützender Hände. ■

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:26 Uhr Seite 12

Der Reis, das Klima und die Atmosphäre

Reis ist das wichtigste Grundnahrungsmittel der Erde. Will man den Bedarf in Zukunft decken, so muss die weltweite Reisproduktion binnen 20 Jahren von derzeit 585 auf 760 Mio Tonnen pro Jahr steigen. Andererseits stand der Reisanbau bis vor kurzem in Verdacht, eine Spurengasquelle zu sein, die das Weltklima gefährdet. Hätten sich die ursprünglichen Schätzungen bewahrheitet, so hätte ein Land wie Indien seinen Reisanbau um mindestens 47% reduzieren müssen, um den in internationalen Protokollen festgelegten globalen Mittelwert für Methan-Emissionen zu erreichen. Die damit verbundenen Kosten würden sich nach Berechnungen des Internationalen Reisforschungsinstituts in Manila auf unvorstellbare 3,1 Milliarden US $ jährlich belaufen. Ein UFZ-Wissenschaftler war an dem internationalen Forschungsprogramm beteiligt, das Ende der 90er Jahre zur Aufklärung der tatsächlichen Auswirkungen des Reisanbaus auf das Weltklima führte.

Foto: MP

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:26 Uhr Seite 13

Methan (CH_4) ist neben CO_2 das wichtigste atmosphärische Treibhausgas. Die Methan-Konzentration in der Atmosphäre hat sich während der letzten 200 Jahre mehr als verdoppelt, von 0,7 ppm in der vorindustriellen Zeit auf gegenwärtig 1,8 ppm. Gegenüber der CO_2-Konzentration von 345 ppm erscheint das nicht viel, aber Methan ist als Treibhausgas ungefähr 30 mal wirksamer als CO_2. Außerdem werden beim Abbau des Methans Hydroxylradikale verbraucht; diese Moleküle wirken in der Atmosphäre wie ein Reinigungsmittel. Bei der Oxidation von Methan, das bis in die Stratosphäre gelangt, entsteht Wasser, das in Form von Eiskristallen die Strahlungseigenschaften der Stratosphäre verändert. Die jährlichen globalen Methan-Einträge in die Atmosphäre betragen ca. 500 Mio Tonnen. 92% davon werden jedes Jahr wieder abgebaut. Unterm Strich bleibt ein jährlicher Anstieg von ca. 40 Mio Tonnen Methan in der Atmosphäre.

Während der globale Methan-Haushalt recht gut und sicher abgeschätzt werden kann, ist die Bestimmung einzelner Quellen mit großen Unsicherheiten behaftet. Immerhin lässt sich mit Hilfe von Isotopenmessungen atmosphärisches Methan, das fossilen Lagerstätten entstammt, von dem unterscheiden, das bei biologischen Prozessen neu gebildet wird. Nur 1/5 aller Methan-Einträge in die Atmosphäre entstammt der Nutzung von Kohle, Öl und Erdgas. Insgesamt sind die anthropogenen Quellen mehr als doppelt so groß wie die natürlichen Quellen.

Geschätzte Quellen und Senken des atmosphärischen Methans
Anfang der neunziger Jahre (Mio. Tonnen/Jahr).

QUELLEN	
Natürliche Quellen	
• Feuchtlandschaften	+120
• Seen und Flüsse	+20
• Ozeane	+10
• Termiten	+10
Total	**+160**
Anthropogene Quellen	
• Bergbau, Verarbeitung und Verbrauch von Kohle, Öl und Erdgas	+100
• innere Fermentation bei Tieren (hauptsächlich Rinder)	+80
• Reisfelder	+50 ?
• Verbrennung von Biomasse	+30
• Landfills	+30
• Tierexkremente	+30
• häusliche Abwässer	+20
Total	**+340**
SENKEN	
Reaktion mit OH-Radikalen in der Atmosphäre	-420
Aufnahme (Oxidation) in Böden	-30
Abbau in der Stratosphäre	-10
Total	**-460**
JÄHRLICHER ATMOSPHÄRISCHER ANSTIEG	**+40**

Quelle: IPCC Second Assessment - Climate Change 1995. Cambridge (UK) University Press.

Entgegen den ursprünglichen Schätzungen betragen die jährlichen Methanemissionen aus Reisfeldern nach aktuellen Messungen lediglich 6,5 bis 17,4 Mio Tonnen. Das sind zwischen 2 und 5% des Globalhaushaltes und nicht wie ursprünglich angenommen 10, 20 und mehr Prozent.

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 14

Fotos: H.-U. Neue

Reispflanzen besitzen Gewebeleitbahnen, über die ihre Wurzeln mit Luftsauerstoff versorgt werden und in umgekehrter Richtung Methan aus dem Boden entlassen. Im Nassreisanbau glaubte man, einen Hauptverursacher des Methan-Anstieges in der Atmosphäre gefunden zu haben.

Bei der Suche nach den Quellen für den Methan-Anstieg in der Atmosphäre glaubte man im Nassreisanbau einen der Hauptverursacher ausgemacht zu haben. Aus organischer Substanz, die in gefluteten Reisfeldern anaerob fermentiert wird, entstehen CO_2 und Methan. Reispflanzen besitzen wie alle Sumpfpflanzen gesonderte Gewebeleitbahnen, über die ihre Wurzeln mit Luftsauerstoff versorgt werden. Diese Leitbahnen funktionieren auch in umgekehrter Richtung und entlassen CO_2 und Methan aus dem Boden zehntausend mal schneller an die Luft, als dies über das wassergesättigte Porensystem des Bodens geschehen würde. Nachgewiesen wurde, dass der Gasaustausch effizienter erfolgt, je mehr Pflanzensprosse und -wurzeln gebildet werden. Daraus wiederum schloss man, dass nicht nur die Ausweitung der Reisanbaufläche und intensivere Bewässerung, sondern auch der Anstieg der Reiserträge selbst zu erhöhten Methan-Emissionen führt.

Das war Ende der 80er Jahre die Ausgangssituation, als Prof. H.-U. Neue, damals noch Leiter der Abteilung für Boden- und Wasserforschung am Internationalen Reisforschungsinstitut IRRI in Manila/Philippinen, den Aufbau eines globalen Forschungsnetzwerkes initiierte. Ziel des Programms war es zum einen, Forschungsinstituten in reisanbauenden Ländern zu helfen, ökonomisch-ökologische Probleme zu lösen und gleichzeitig die Faktoren und Prozesse, die die Methan-Bildung kontrollieren, im globalen Zusammenhang zu klären. Mit Unterstützung des Fraunhofer Instituts für Atmosphärische Umweltforschung in Garmisch-Partenkirchen wurden in China, Indien, Thailand, Indonesien und den Philippinen neun, für unterschiedliche Reissysteme repräsentative Messstationen konzipiert und aufgebaut, um mehrjährige kontinuierliche Messungen rund um die Uhr zu ermöglichen. Die Kontinuität der Messungen ist deswegen wichtig, weil Methan-Emissionen aus Reisfeldern im Tagesgang von

der Temperatur geprägt sind und saisonal vom Pflanzenwachstum beeinflusste Variationen zeigen. 14 Forschungsinstitute aus Europa, den USA und Japan und sieben auf Reisanbau spezialisierte nationale Forschungsinstitute aus Asien trugen zum Erfolg des insgesamt neun Jahre laufenden Forschungsprogramms bei. Die Erfassung der jahreszeitlich und standort- und bearbeitungsbedingten Variationen im Rahmen der umfang-

WISSENSWERTES

Nahrungsmittel Reis

Reis, nach dem Weizen das wichtigste Nahrungsmittel der Erde, ist ein Getreidegras, das vermutlich aus China stammt. Es liebt warme und sumpfige Regionen, weshalb Reisfelder während der Wachstumsperiode überschwemmt werden. Heute wird Reis außer im subtropischen Asien auch in Italien, Frankreich, Spanien und den USA angebaut. Es wird zwischen Langkorn-, Mittelkorn- und Rundkorn-Reissorten unterschieden.

Nach der Ernte wird der ungenießbare Strohmantel von den Reiskörnern entfernt. Die darunter liegende silbrige Haut umschließt wertvolle Mineralien, Vitamine, Eiweiß und Fett, die bei weißem Reis abgeschliffen wird. Bei Natur- und Parboiled-Reis bleiben sie erhalten.

http://www.kueche-genuss.de/lex105.htm

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 15

reichen Freilandstudien erlaubte es, in Kooperation mit der Cranfield Universität in England ein prozessorientiertes Modell zu entwickeln und zu verifizieren. Unter Einbeziehung geografischer Informationssysteme gelang es so, die bedeutenden Faktoren der Methan-Emissionen – Klima und Wetter, Bodeneigenschaften und Wasserhaushalte, Reissorten und Feldmanagement – zu simulieren und zu quantifizieren. Abhängig von der Genauigkeit der verfügbaren Daten lassen sich mit dem Computermodell MERES (Methane Emissions from Rice Ecosystems) Methan-Austräge für spezifische Standorte, aber auch für Provinzen, Länder und Regionen berechnen. Besonderer Vorteil dieses Modells ist die gleichzeitige, integrierte Berechnung von Methan-Freisetzung und Reiserträgen. Nur diese kombinierte Information erlaubt es, relevante und machbare Optionen zur Reduzierung von Methan-Emissionen prognostisch zu identifizieren und zu testen.

Die langjährigen und alle Reisökosysteme repräsentierenden Feldmessungen im Rahmen des interregionalen Forschungsprogramms ließen bereits nach kurzer Zeit erkennen, dass die bis dahin vorliegenden Schätzungen globaler und nationaler Methan-Emissionen aus Reisfeldern viel zu hoch ausgefallen waren. Die ursprünglichen Messungen waren fast ausschließlich in Feldern vorgenommen worden, in denen die Böden von der Feldbearbeitung an bis zur Reisernte permanent mit Wasser geflutet blieben. Außerdem waren solche Böden ausgesucht worden, die relativ hohe Gehalte an organischen Substanzen enthielten bzw. zugeführt bekamen.

Die Reisflächen in China, Indien, Indonesien, Thailand und den Philippinen repräsentieren zusammen 67% der Weltreisanbaufläche von insgesamt 150 Mio Hektar. Eine von den momentanen Reisanbaupraktiken ausgehende MERES-Simulation der jährlichen Methan-Emissionen ergab für die genannten Länder je nach gewähltem Szenario zwischen 6,5 und 17,4 Mio Tonnen. Die nunmehr auf repräsentativen Messungen beruhende Schätzung der jährlichen Methan-Emissionen aus Reisfeldern beträgt lediglich zwischen 2% und 5% des Globalhaushaltes und nicht wie ursprünglich angenommen 10, 20 oder mehr Prozent. Reisfelder sind demnach keine bedeutenden, das Klima gefährdenden Methan-Quellen. Überlegungen, die Methan-Emissionen aus Reisfeldern zu reduzieren, verlieren damit ihre Relevanz, zumal in Zukunft veränderte Bewässerungspraktiken, die auch zu einer Senkung der Emissionen führen, alleine schon deswegen von den Reisbauern aufgegriffen werden, weil sie Wasserressourcen sparen helfen und die Produktionskosten verringern.

Reisfelder sind nach nunmehr realistischen Einschätzungen keine bedeutenden Methan-Quellen. Die Forscher müssen nun klären, woher die überschüssigen 25 Mio. Tonnen in der Gesamtbilanz statt dessen stammen.

Prof. Neue, der auch nach seinem Wechsel an das UFZ im Jahr 1996 weiter am Reisprojekt beteiligt war, verweist auf neue Fragen, die die Ergebnisse seines Projektes aufwerfen: Durch die nunmehr realistische Einschätzung des Einflusses des Reisanbaus auf den globalen Methan-Haushalt fehlt jetzt die Erklärung für mindestens 25 Mio Tonnen aus biogenen Quellen in der Gesamtbilanz. Woher kommt dieses Methan in der Atmosphäre, wenn nicht aus Reisfeldern? ■

http://www.ufz.de/spb/bdf/index.html
http://www.irri.org/

WISSENSWERTES

Goldener Reis

Der Goldene Reis ist eine gentechnisch veränderte Reispflanze, die von den deutschen Wissenschaftlern Ingo Potrykus und Peter Beyer entwickelt wurde. Der Goldene Reis soll der an Eisen- und Vitamin A-Mangel leidenden Bevölkerung in den Entwicklungsländern zugute kommen. Die neue Reispflanze ist auf Basis 70 geschützter Patente entstanden. Dazu mussten die Wissenschaftler die kostenlose Lizenz von 32 Patentinhabern (Unternehmen und Universitäten) erwerben. Bei den komplizierten Verhandlungen um diese Rechte einigten sich die Beteiligten auf eine kostenlose humanitäre Nutzung bis zu einem Einkommen von US $ 10000. Die kommerziellen Exklusivrechte bei Überschreitung dieser Grenze gehören dem Unternehmen Zeneca. In der wissenschaftlichen Fachwelt und bei zahlreichen Unternehmen, die sich in der Gentechnik engagieren, ist diese Vorgehensweise als positives Beispiel für die Anwendung der „Grünen Gentechnik“ in den Entwicklungsländern gelobt worden.

http://www.goldenerreis.de/

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 16

Vagabundierender Stickstoff – wenn ein Nährstoff zum Problemstoff wird

Mit der Entwicklung eigener Messmethoden gelang es Wissenschaftlern der UFZ-Sektion Bodenforschung erstmals, die Menge des aus der Luft eingetragenen Stickstoffs (N) in Boden und Pflanzen annähernd real zu bestimmen. Die Ergebnisse zeigen, dass die N-Einträge erheblich höher sind, als generell angenommen. Die Bedeutung dieser Düngung aus der Luft für die Schutzgüter Boden und Wasser sowie für naturnahe Ökosysteme lässt sich noch gar nicht in ganzem Umfang abschätzen. In umgekehrter Richtung werden N-Verbindungen als klimarelevante Spurengase aus Agrarflächen freigesetzt. Auch dieser Vorgang wurde erforscht, um die Bildungsprozesse und Mengen bestimmen und bewerten zu können.

Die Tatsache, dass biologisch aktiver Stickstoff aus der Luft in Böden und Pflanzen eingetragen wird, ist der Wissenschaft lange bekannt. Die entsprechenden Mengen wurden in Deutschland bisher mit 25 bis 30 kg N pro Hektar und Jahr veranschlagt, wobei natürlich regional erhebliche Unterschiede vorliegen. Bei der Aufstellung von Stickstoffbilanzen für die Düngung von Agrarflächen wurden sie oft für zu gering erachtet, um berücksichtigt zu werden. Neueste Untersuchungen der Arbeitsgruppe von Dr. Russow am UFZ in Halle zeigen, dass die N-Einträge z.B. auf der Querfurter Platte in Wirklichkeit eine Größenordnung von 60 kg pro Hektar und Jahr besitzen, was zur Überversorgung der Böden führt, wenn man sie nicht bei der Düngungsempfehlung berücksichtigt. Die Ergebnisse von Dauerbeobachtungsflächen in Deutschland, England, Dänemark und Tschechien bestätigen inzwischen diese Größenordnung. Für die heute bei uns angebauten Getreide- und Hackfruchtsorten stellt die Zusatzdüngung aus der Luft keine Belastung dar, weil sie auf eine hohe N-Aufnahme gezüchtet wurden. Anders bei den Wildpflanzen in naturnahen Ökosystemen wie Magerrasen, Heidegebieten oder auch Wäldern. Hier werden langsam wachsende Pflanzen, die sich im Laufe der Evolution an die Bedingungen auf kargen Böden angepasst haben, immer stärker von N-liebenden Allerwelts-Arten zurückgedrängt.

Die hohe atmogene N-Deposition führt aber auch zur Versauerung der Böden, zur Auswaschung von Nitrat ins Grundwasser, zur Eutrophierung von Gewässern und zur Emission von klimarelevanten Spurengasen. N-haltige Spurengase werden in Abhängigkeit vom Bodenzustand, vom Klima und von sonstigen Parametern durch Mikroorganismen aus dem nicht von Pflanzen aufgenommenen Stickstoff gebildet. Es handelt sich dabei um die Gase Lachgas (N_2O) und Stickstoffmonoxid (NO). Bei hoher Bodenfeuchte, d.h. unter anaeroben Bodenbedingungen, tritt auch die Emission molekularen Stickstoffs auf. Dieser Prozess ist jedoch ökologisch unbedenklich – unsere Atemluft besteht ja zu ca. 80% aus Stickstoff. Um herauszufinden, unter welchen Bedingungen die Spurengase in welchen Konzentrationen emittiert werden, entwickelten Dr. Russow und seine Kollegen einen mit einem Gas-Chromatografen und weiterer Analytik gekoppelten Bodenreaktor. Der erlaubt es, die Konzentrationen von N_2O, NO und N_2 gleichzeitig zu messen und beim Einsatz von Markern zusätz-

Foto: R. Feldmann

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 17

lich die jeweiligen ^{15}N-Anteile zu bestimmen. Die Markierung von Testsystemen mit dem stabilen Isotop ^{15}N stellt eine sehr bewährte und effektive Methode dar, um den Transport und Metabolismus des Stickstoffs verfolgen zu können.

Die der Spurengasbildung zugrunde liegenden Prozesse der Nitrifikation und Denitrifikation können, obwohl sie gegengerichtet sind, zeitgleich stattfinden, weil Böden in der Regel heterogen sind und aerobe wie anaerobe Mikrobereiche auf relativ engem Raum nebeneinander aufweisen. Welcher Prozess jeweils dominiert, hängt von der Bodenart und insbesondere vom Grad der Wassersättigung ab. Unter aeroben Bedingungen bilden Mikroorganismen durch Nitrifikation von Ammonium Nitrat, wobei NO als Nebenprodukt auftritt. In anaeroben Mikrobereichen der Böden werden hingegen aus Nitrat durch Denitrifikation N_2O und teilweise molekularer Stickstoff freigesetzt. Die gasförmigen N-Emissionen

Foto: S. Mehlert

Foto: N. Neuheiser

Wildpflanzen in naturnahen Ökosystemen, die sich im Laufe der Evolution an die Bedingungen auf kargen Böden angepasst haben, werden immer stärker von stickstoffliebenden Allerwelts-Arten verdrängt. Die aus der Luft in Boden und Pflanzen eingetragenen Stickstoffmengen wurden oft für zu gering erachtet, um bei der Düngung von Agrarflächen berücksichtigt zu werden. Die tatsächlichen Größenordnungen führen jedoch zur Überversorgung, wenn man sie nicht in die Düngemittelbemessung einbezieht.

Foto: A. Weigel

Foto: S. Mehlert

WISSENSWERTES

Das ITNI Messsystem
(Integrated Total Nitrogen Input)

Mit dem ITNI-System ist es erstmals gelungen, alle Formen des N-Eintrages (nasse und trockene einschließlich der gasförmigen Deposition) integriert hinreichend genau zu bestimmen. Zur Messung der N-Immission werden mit geeigneten Arten bepflanzte Gefäße ausgebracht, die eine definierte Menge ^{15}N-markierten Ammoniumnitrats enthalten. Der aus der Luft aufgenommene Stickstoff verdünnt die Isotopenkonzentration im Boden-Pflanze-System und kann so quantitativ bestimmt werden. Wie sich zeigte, werden bei Getreide ca. 25% des Stickstoffs direkt von den oberirdischen Pflanzenteilen aufgenommen.

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 18

Fotos: F. Böhme

WISSENSWERTES

Neue Verfahren in der Bodenforschung

Neue Forschungsansätze machen es nötig, dass die UFZ-Bodenforscher auch dazu notwendige analytische Verfahren entwickeln oder anpassen. Die neuen Verfahren und Vorrichtungen werden bei hinreichendem Neuheitswert patentiert und in die Praxis überführt. Beispiele sind das ATC-System zur automatischen Spurengasprobenahme im Feld (inzwischen produziert von der Fa. UIT, Dresden) und das SPINMAS, eine Kopplung der speziell entwickelten Probenpräparations-Vorrichtung SPIN mit einem Massenspektrometer zur automatischen ^{15}N-Bestimmung von anorganischem Stickstoff in wässrigen Proben wie Bodenextrakten, Sickerwässern oder Urin (Prototyp gemeinsam mit der Fa. InProcess Instruments, Bremen, entwickelt und gebaut). Ein Verfahren, das ursprünglich zur Bestimmung der ^{15}N-Stickstoffmonoxid-Freisetzung aus Böden entwickelt wurde, zeigte sich inzwischen auch als geeignet für die Diagnostik von Lungenerkrankungen des Menschen (Zusammenarbeit mit der Kinderklinik der Uni Rostock und der UFZ-Sektion Expositionsforschung und Epidemiologie).

wurden bisher teilweise unterschätzt. Das liegt einerseits daran, dass die N_2O-Emission zeitlich und örtlich extrem starken Schwankungen unterliegt und die Messungen nicht mit der notwendigen Auflösung vorgenommen wurden. Hinzu kommt, dass bestimmte Formen der N-Emission – insbesondere NO und molekularer N – sehr schwierig zu messen sind und daher bisher wenig Messergebnisse vorliegen.

In umgekehrter Richtung werden stickstofhaltige Spurengase aus Agrarflächen freigesetzt. Lachgas (N_2O) ist ein effektives Treibhausgas, das mit zur Erwärmung der Erdatmosphäre beiträgt.

Schätzungen besagen, dass die Lachgas-Freisetzungen aus landwirtschaftlichen Böden einen Anteil von 75% an der globalen N_2O-Gesamtemission haben. N_2O ist ein effektives Treibhausgas, das mit zur viel diskutierten globalen Erwärmung unserer Erdatmosphäre und damit zur Klimaveränderung beiträgt. Im Vergleich zu CO_2 und Methan, den wichtigsten anthropogenen Treibhausgasen, sind die N_2O-Emissionen zwar gering; aufgrund seiner Langlebigkeit und seines hohen Treibhauspotenzials, das ca. 150 mal größer ist als das von CO_2, darf seine Wirkung bei Vorsorgemaßnahmen zur Dämpfung des Treibhauseffektes jedoch nicht vernachlässigt werden. Außerdem trägt N_2O auch zum Ozonabbau in der Stratosphäre bei. So wird Stickstoff von einem limitierenden Nährstoff zunehmend zu einem Problemstoff für die Umwelt.

Eingeleitet wurde diese Entwicklung mit der Erfindung der Haber-Bosch-Synthese im Jahr 1913. Die Herstellung von künstlichem N-Dünger wurde zunächst als segensreiche Erfindung zur Steigerung der Nahrungsmittelproduktion und damit zur Bekämpfung des Hungers nach dem 1. Weltkrieg gefeiert. Durch die enorme Steigerung der Mineral-Düngung ab den 50er Jahren entstand in Verbindung mit der Freisetzung von Stickoxiden aus dem zunehmenden Straßenverkehr eine erhebliche Belastung für unsere Natur. Durch die Berücksichtigung der tatsächlichen N-Einträge aus der Luft bei der Düngungsempfehlung können langfristig der N-Überschuss von derzeit mehr als 100 kg pro Hektar und Jahr und damit rückgekoppelt auch die N-Immissionen reduziert werden. Eine ihrer zukünftigen Aufgaben sehen

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 19

Foto: N. Neuheiser

Die künstliche Herstellung von Stickstoff-Dünger – einst als segensreich empfundene Erfindung zur Bekämpfung des Hungers nach dem 1. Weltkrieg – stellt im Laufe der Jahre eine erhebliche Belastung für unsere Natur dar. Durch Berücksichtigung der tatsächlichen Stickstoffeinträge aus der Luft bei Düngungsempfehlungen kann diese reduziert werden.

die Bodenforscher darin, mechanistische Modelle zur Produktion, Transformation und zum Transport von Spurengasen in Ökosysteme und die Atmosphäre zu erarbeiten. Um diese Aufgabe erfüllen zu können, gehen die Wissenschaftler nationale und internationale Kooperationen ein, in deren Rahmen auch der überregionale Einsatz ihrer Stickstoff-Messverfahren möglich wird. ■

WISSENSWERTES

Klimaerwärmung am Südpol

Nur wenige Tage nach dem Auseinanderbrechen von 720 Mrd. Tonnen Eis des Larsen-B-Eisschelfs auf der Antarktischen Halbinsel ist in der Westantarktis ein Großteil des Thwaites-Gletschers als ganzes Stück abgerissen. Damit entstand eine »schwimmende Insel« von der Größe Mallorcas.
Dieses Ereignis aus dem März 2002 wird von Experten als alarmierend angesehen, da Modellrechnungen den nächsten Abriss des Gletschers erst in 10-20 Jahren hatten erwarten lassen. Auf der antarktischen Halbinsel wurden in diesem Jahr ungewöhnlich hohe Temperaturen gemessen, Niederschlag fiel als Regen statt als Schnee und es wurde das geringste Packeisaufkommen seit langer Zeit beobachtet. Die Temperatur auf der Antarktischen Halbinsel ist in den letzten 50 Jahren um 2,5 °C gestiegen.

http://www.dfd.dlr.de/thwaites_abbruch/

Anzeige

Creative solutions to environmental problems

Gas/Transpiration

- Automatic Soil Gas Probe Sampler (under licence of UFZ GmbH)
- Tunnel Evapotranspiration Gauge (cooperation with Prof. Werner, University of Münster)

Laboratory

- Column Test Apparatus
- Vacuum Test Apparatus
- Microcosmos Systems

Soil

- Soil Measurement Stations (incl. Weather Station, Power Supply
- Lysimeter Stations

Water

- Multi-Sensor Modules, Water Level Recorder
- Water Quality Monitoring Stations

???

... which measurement equipment do you need for your research project?

- Customized Solutions

Since 1990 our name has been the hallmark for imaginative and creative solutions to complex environmental problems. Our commited team of scientists, engineers and software developers is well equipped to help you comply with increasingly stringent requirements demanded by modern environmental legislation.

UIT

Umwelt- und Ingenieurtechnik GmbH Dresden
Zum Windkanal 21, 01109 Dresden, Germany, www.uit-gmbh.de
Tel.: +49-(0)351-886 4682; Fax: +49-(0)351-886 5775; e-mail: uit.vertrieb@t-online.de

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 20

Gespräch

mit Prof. William H. Patrick,

Emeritus und ehemaliger Direktor des Wetland Biogeochemistry Institute an der Louisiana State University (LSU; Baton Rouge, USA)

Fotos: Wetland Biogeochemistry Institute, LSU, USA

Forschungsschwerpunkt des Institutes sind biogeochemische Prozesse in Feuchtlandschaften und Sediment-Wasser-Systemen.

Frage: *Herr Prof. Patrick, was sind gegenwärtig die Hauptprobleme der Ökosysteme an der Golfküste der USA?*

Prof. Patrick: An der Golfküste haben wir mehrere zentrale Probleme. Einige betreffen alle Küstenregionen, an die Flüsse Stoffe aus dem Landesinneren transportieren, während mindestens zwei Probleme ganz spezifisch für die zentral gelegene Küste von Louisiana sind. Das größte Problem ist hier der hohe Flächenverlust von ca. 60 Quadratkilometern pro Jahr, verursacht durch die Bodenabsenkung im Mississippidelta. Alluviale Sedimente, die in den letzten Jahrhunderten abgelagert wurden und bis zu 100 Metern mächtig sind, verdichten sich weiter, und die gegenwärtige Nachlieferung von Sediment durch den Fluss kann die Absenkungen nicht ausgleichen. Ein zusätzlicher Faktor ist der Anstieg des Meerwasserspiegels; allerdings macht er im Vergleich zur Absenkung nur 20% aus. Der Landverlust hat sich im 20. Jahrhundert beschleunigt, was im Wesentlichen darauf zurückgeht, dass der Mississippi sich weit in den Golf von Mexico ausgedehnt hat, so dass die Sedimente außerhalb der Sümpfe abgelagert werden. Ein weiterer Faktor ist die niedrige Sedimentfracht im Fluss, die durch den Dammbau und die Erosionskontrolle flussaufwärts nur noch halb so hoch ist wie vor 50 Jahren.

Das zweite spezifische Problem der Golfküste ist das saisonale Auftreten anaerober oder sauerstoffarmer Zonen entlang großer Bereiche des nördlichen Golfs, wo toxische Bedingungen für Fische und sedimentbewohnende Organismen auftreten. Verursacht wird diese anaerobe Zone durch die Ablagerung von Nährstoffen aus dem Mississippi – hauptsächlich Stickstoff, aber auch Phosphor. Hauptquelle dieser zusätzlichen Nährstoffe sind Auswaschungen von Getreideflächen im mittleren Westen der USA, die stark gedüngt werden.

Frage: *Worin sehen Sie aktuell und zukünftig die größten Herausforderungen für die Feuchtgebiets-Forschung – regional wie international?*

Prof. Patrick: Das überall gleiche Kernproblem ist die fortwährende weltweite Zerstörung von Feuchtgebieten durch Trockenlegung und Konversion für andere Nutzungen. Es ist immer noch wenig bekannt, welchen Beitrag diese einmaligen Ökosysteme für Wirtschaft und Gesellschaft leisten, und es ist Aufgabe der Forschung, diesen Beitrag zu identifizieren und zu quantifizieren. Wir müssen besser verstehen, welche Rolle Feuchtgebiete für die Sicherung der Wasserqualität und die Bewahrung einzigartiger Pflanzen- und Tiergesellschaften spielen.

Frage: *Vor einigen Jahren initiierten Sie eine National Science Foundation-geförderte Zusammenarbeit mit dem UFZ. Darin ging es um die Wirkung von Schwermetallen in Feuchtgebieten, insbesondere auf die Entstehung von flüchtigen Schwefel-Komponenten. Ein Spezialgebiet Ihrer Einrichtung ist ja die Entwicklung spezieller Methoden zur Erfassung und quantitativen Analyse solcher Verbindungen. Worin liegt die Relevanz dieser Forschung?*

Prof. Patrick: Eines unserer Ziele im National Science Foundation Projekt ist der Austausch von Ideen und Methoden zwischen dem LSU Wetland Biogeochemistry Institute und der UFZ-Sektion Bodenforschung, woraus sich dann For-

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 21

Das Kernproblem ist die fortwährende weltweite Zerstörung von Feuchtgebieten durch Trockenlegung und Konversion für andere Nutzungen. Es ist zu wenig bekannt, welchen Beitrag diese einmaligen Ökosysteme für Wirtschaft und Gesellschaft leisten, welche Rolle Feuchtgebiete für die Sicherung der Wasserqualität und die Bewahrung einzigartiger Pflanzen- und Tiergesellschaften spielen.

schungskooperationen ergeben. Inzwischen besuchten LSU-Wissenschaftler die UFZ-Laboratorien. Uns interessiert besonders die Biogeochemie von Schwefel und Quecksilber.

In einem ähnlichen NSF-geförderten Projekt der LSU untersuchten Dr. R.D. DeLaune und Dr. Istvan Devai die verschiedenen Formen reduzierter gasförmiger Schwefel-Verbindungen in Küsten-Feuchtgebieten vom Süß- bis zum Salzwasserbereich. Feuchtgebiete sind eine maßgebliche Quelle für Schwefelfreisetzungen in die Atmosphäre. Die beiden Wissenschaftler fanden heraus, dass Schwefelwasserstoff und verschiedene organische Sulfid-Verbindungen produziert werden, wobei erstere vorwiegend unter reduzierenden Bedingungen entstehen, während unter aeroben Konditionen oxidierte Schwefel-Formen dominieren.

Ein anderes gemeinsames Interessensfeld ist die Entstehung von Methyl-Quecksilber in Feuchtgebieten und sein Weg in der Nahrungskette. Anaerobe Sedimente sind die Hauptquelle dieser wichtigen toxischen Verbindung, die in der Nahrungskette eines Ökosystems bis zum Faktor 106 angereichert wird. Am Beginn stehen die Bakterien, die Methyl-Quecksilber bilden, am Ende Fische mit Schwermetall-Gehalten, die in vielen Flüssen und Seen der Welt die Grenzwerte für extensiven Verzehr überschreiten. Solche Bedingungen können bereits mit dem normalen Quecksilber-Fallout aus der Atmosphäre auftreten. In Regionen, die durch Quecksilber kontaminiert sind, wie in Industrie-Gebieten der ehemaligen DDR und der Vereinigten Staaten, ist die Situation signifikant schlechter. An diesem wichtigen Problem arbeiten wir gemeinsam mit dem UFZ.

Frage: *Methan-Emissionen aus Reisfeldern waren ein Forschungsgebiet, auf dem Sie in den Achtziger und Neunziger Jahren eng mit Prof. Neue zusammenarbeiteten, der damals am Internationalen Reisforschungsinstitut auf den Philippinen war. Welche Bilanz ziehen Sie aus dieser Kooperation?*

Prof. Patrick: Bevor Prof. Neue seine umfangreiche Studie begann, hatten wir nur fragmentarische Informationen über die Methan-Emissionen aus den verschiedenen asiatischen Reisanbaugebieten. Man ging davon aus, dass Methan aus den Reisfeldern signifikant zur globalen Erwärmung beitrüge. Umfassende Messungen der Methan Emissionen für das breite Spektrum der Reisanbaugebiete existierten jedoch nicht. Prof. Neue und seine Kollegen in Asien führten detaillierte, über die gesamte Anbau-Saison reichende Messungen in allen Hauptreisanbaugebieten in Asien durch. Diese mehrjährige Studie lieferte erstmals ein exaktes Bild vom Umfang der Methan-Emissionen aus Reisfeldern in Asien. Dieses Projekt kann als Modell für eine effektive Zusammenarbeit zwischen einer spezialisierten Forschungseinrichtung wie dem International Rice Research Institute und Forschungseinrichtungen in der Dritten Welt gelten. Am Ende der Studie erhielten wir nicht nur hervorragende Ergebnisse, sondern hatte auch eine große Zahl von Wissenschaftlern die Beherrschung fortschrittlicher Forschungsmethoden erlernt. Die unterstützende Rolle der Louisiana State University bestand darin, im Rahmen des Projektes Laborstudien zu verschiedenen Bodenfaktoren durchzuführen, die die Bildung und Emission von Methan beeinflussen. Dank der Zusammenarbeit mit Prof.

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 22

Foto: Wetland Biogeochemistry Institute, LSU, USA

Man ging davon aus, dass Methan aus den Reisfeldern signifikant zur globalen Erwärmung beitrüge. Eine mehrjährige Studie lieferte erstmals ein exaktes Bild vom Umfang der Methan-Emission aus Reisfeldern in Asien.

Foto: MP

Neue erkannten wir die spezifischen Probleme und konnten sie im Labor detailliert untersuchen.

Frage: *Was sind die künftigen Herausforderungen in der Bodenforschung, speziell auf dem Gebiet der Spurengasemissionen? Wie bewerten Sie in diesem Zusammenhang die aktuelle Schwerpunktsetzung des UFZ auf N_2O- und NO-Emissionen und auf atmosphärische N-Immissionen?*

Prof. Patrick: Genauso, wie die Situation in Bezug auf Methan-Emissions aus Reisfeldern in Asien war, bevor Prof. Neue´s Studie begann, müssen wir auch die Belastung der Atmosphäre mit anderen Treibhausgasen, die aus dem Boden stammen, kennen. Stickstoff-Gase sind dabei wegen Ihres hohen Treibhauspotenzials und ihrer Wirkung auf Ozon besonders wichtig. Die großen Mengen an Stickstoff-Dünger, die für alle Feldfrucht-Systeme eingesetzt werden, erhöhen das Emissions-Potenzial von Stickoxiden. Aufbauend auf besseren Kenntnissen von den Mengen dieser Gase, die aus verschiedenen Anbausystemen in die Atmosphäre gelangen, müssen wir Bewirtschaftungspraktiken ausfindig machen, die die Emissionen minimieren, ohne die Ernteerträge über Gebühr zu reduzieren. Es gibt z.B. ein vom U.S. Department of Agriculture gefördertes Projekt im LSU Wetland Biogeochemistry Institute, in dem wir Bewirtschaftungstechniken in Reisfeldern untersuchen, die Methan- und Lachgas-Emissionen gleichzeitig minimieren. Unser Ansatz dabei ist es, das Reduktionspotenzial im überfluteten Boden auf einem mittleren Niveau zu halten, so dass es gerade zu niedrig für die Entstehung von Lachgas und andererseits zu hoch für die Bildung von Methan ist.

Frage: *Prof. Patrick, in Ihrer langen Forschungstätigkeit haben Sie auch viele Studenten aus allen Teilen der Welt ausgebildet. Was ist rückblickend Ihre Philosophie von Forschung und Lehre?*

Prof. Patrick: Wenn man auf das Ende einer wissenschaftlichen Karriere zugeht, ist es üblich Rückschau zu halten auf die nützlichen wie auch die angenehmen Aspekte. Beides sehe ich darin, dass ich die Gelegenheit hatte, mit vielen ausgezeichenten Doktoranden und Postdocs von überall her zu arbeiten, die nicht nur wichtige Beiträge zu den Arbeiten der Einrichtung leisteten, sondern die uns auch den Stimulus lieferten, optimistisch in die Zukunft zu schauen. Ich habe häufig gesagt, dass diese jungen Mitarbeiter mehr zurückgelassen haben, als sie mitnehmen konnten, aber mit Blick auf ihre sich dann anschließenden Karrieren glaube ich, dass beide Seiten gleichermaßen von der Zusammenarbeit profitierten. ■

(Übersetzung aus dem Englischen)

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 23

Dauerfeldversuche – zeitlose Klassiker

Foto: UFZ

Ob die Begründer des Statischen Düngungsversuches Bad Lauchstädt im Jahr 1902 ahnten, dass er 100 Jahre bestehen würde? Mittlerweile ist dieser Versuch aufgrund seiner Langjährigkeit, der Variantenvielfalt, der besonderen Standortbedingungen und der Kontinuität bei der Bewirtschaftung einer der wertvollsten Dauerversuche der Welt. Er ist so konfiguriert, dass er auch für moderne Fragestellungen wichtige Forschungsergebnisse liefert.

Böden reagieren sehr langsam auf Veränderungen. D. h., es vergehen Jahrzehnte, bis sich z.B. infolge von Nutzungsänderungen auf einer Agrarfläche wieder ein Gleichgewicht im Bodenchemismus und in der Bodenmikrobiologie einstellt. Die in der Forschung üblichen Projektlaufzeiten reichen nicht aus, um die Auswirkungen eines anderen Dünger- oder Pflanzenschutzmittel-Regimes oder des Brachfallens von Flächen befriedigend untersuchen zu können. Vor diesem Hintergrund sind Dauerversuchsflächen, deren älteste vor über 150 Jahren in England entstanden, ein Glücksfall für die Agrar- und Umweltwissenschaft und verwandte Disziplinen.

Foto: N. Neuheiser

Zu Anfang des letzten Jahrhunderts stand die Ertragssteigerung im Mittelpunkt des Forschungsinteresses. Später ging es um den effektiven Einsatz organischer und mineralischer Dünger. Heute werden die Umwelteffekte der Düngung untersucht.

Die Antworten, die Versuche wie der Statische Düngungsversuch Bad Lauchstädt heute liefern, haben nur noch wenig mit den Fragen zu tun, die die Begründer 1902 stellten. Zum Anfang des letzten Jahrhunderts stand die Ertragssteigerung im Mittelpunkt des Forschungsinteresses. Später ging es um den effektiven Einsatz organischer und mineralischer Dünger. Heute werden in Bad Lauchstädt die Umwelteffekte der Düngung untersucht. Der mit der Entwicklung der Agrarwirtschaft einhergehende Wandel der Fragestellungen tut der aktuellen Bedeutung von Dauerfeldversuchen keinen Abbruch. Sie bilden heute die experimentelle Basis für die Themen Pools und Dynamik organischer Bodensubstanz, Langzeiteinfluss unterschiedlicher Nutzungsformen auf an-

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 24

Fotos: N. Neuheiser

Von der Luxusversorgung bis zur seit 100 Jahren ungedüngten Null-Variante sind alle möglichen Kombinationen vertreten. Erstaunlich ist, dass auf der ungedüngten Parzelle immer noch Erträge wie zu Beginn des Versuches erzielt werden. Die Erklärung liegt im Stickstoffeintrag aus der Luft.

grenzende Umweltkompartimente, Quantifizierung von Stoffkreisläufen und nachhaltige Landbewirtschaftung. Die Versuchsergebnisse sind unverzichtbar für die Validierung von Computermodellen, die Boden- und Ertragsbildungsprozesse simulieren, insbesondere in Verbindung mit Witterungsdaten. Auch im Hinblick auf mögliche Klimaveränderungen und ihre Auswirkungen auf alle dynamischen Prozesse im Boden ist es notwendig, solche Versuche zu erhalten und im Rahmen internationaler Studien zu nutzen.

Unter der Regie der UFZ-Sektion Bodenforschung werden in Bad Lauchstädt, südlich von Halle auf acht Teilschlägen jeweils 18 verschiedene Varianten bewirtschaftet. Diese ergeben sich aus der Kombination von organischer Düngung (30, 20 und 0 t/ha Stallmist jedes zweite Jahr zur Hackfrucht) und mineralischer Düngung (NPK, NP, NK, PK, N und ohne Mineraldüngung). Dadurch sind von der Luxusversorgung bis zur seit 100 Jahren ungedüngten Null-Variante alle möglichen Kombinationen vertreten. Angebaut wird die Fruchtfolge Zuckerrüben-Sommergerste-Kartoffeln-Winterweizen. Auf den gedüngten Parzellen sind die Erträge seit Beginn des Versuches kontinuierlich gestiegen. Bei den meisten Dünge-Varianten haben sie um 50 bis 100% zugenommen. Die Gründe hierfür liegen in Züchtungsfortschritten, in der besseren Beherrschung des Düngungsregimes und im Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. Dabei weist die reine Mineraldüngung aufgrund ihrer guten Steuerbarkeit die geringsten Verluste und die höchste Effektivität des Düngereinsatzes auf.

Wirklich erstaunlich ist, dass auf der Null-Parzelle immer noch Erträge ähnlich denen zu Beginn des Versuchs – bei Winterweizen sogar deutlich darüber – erzielt werden. Wie kann das sein, wenn die Pflanzen dem Boden doch Jahr für Jahr Stickstoff und andere Nährstoffe entziehen, ohne das diese durch Düngung nachgeliefert werden? Aus dem Boden kann dieser Stickstoff nicht kommen. Wenn sich dort nach mehreren Jahren ein Fließgleichgewicht eingestellt hat, bleiben die N-Gehalte unverändert. Die Erklärung liegt im N-Eintrag aus der Luft. Mit neuentwickelten Messverfahren haben die UFZ-Bodenforscher nachgewiesen, dass im Mitteldeutschen Raum auf diesem Weg mehr als 50 kg Stickstoff pro Hektar und Jahr in die Böden gelangen. Die direkten Messungen stimmen sehr gut überein mit den N-Bilanzen der Nullparzelle im Dauerversuch. Auch die C-Bilanz ist positiv. Das heißt, dass im System Boden-Pflanze mehr Kohlenstoff gebunden als durch Düngung zugeführt wird.

Die Forscher wissen nicht, mit welchen Methoden sie in der Zukunft arbeiten werden, aber die Erfahrungen zeigen, dass es gut ist, Bodenproben aus früheren Versuchsjahren für künftige Fragestellungen zu haben. So wird auf die Pflege des Bodenarchivs, das 1956 begonnen wurde, großer Wert gelegt. Darüber hinaus wurde im vergangenen Jahr ein Pflanzenprobenarchiv angelegt. ■

Übersicht der Dauerfeldversuche, die länger als 50 Jahre bestehen:

Rothamsted	(England 1843)	Dikopshof	(Deutschland 1906)
Grignion	(Frankreich 1875)	Bonn-Poppelsdorf	(Deutschland 1906)
Illinois	(USA 1876)	Saskatchewan	(Canada 1911)
Halle	(Deutschland 1878)	Moskwa	(Russland 1912)
Columbia	(USA 1888)	Skierniewice	(Polen 1921)
Dakota	(USA 1892)	Berlin-Dahlem	(Deutschland 1923)
Askov	(Dänemark 1894)	Thyrow	(Deutschland 1937)
Auburn	(USA 1896)	Limburgerhof	(Deutschland 1938)
Bad Lauchstädt	(Deutschland 1902)		

Quelle: http://www.ar.wroc.pl/~zimny/sommerde.html

WISSENSWERTES

Internationales Symposium Ernährungs- und Umweltfoschung im 21. Jahrhundert. Der Wert von Dauerfeldversuchen.

Vom 5. bis 7. Juni 2002 laden das UFZ und die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU) Fachleute aus aller Welt ein, um über den Langzeiteinfluss unterschiedlicher Landbewirtschaftung auf angrenzende Umweltkompartimente zu referieren und zu diskutieren. Besonderer Schwerpunkt ist der Beitrag von Dauerfeldversuchen zur Quantifizierung von Stoffkreisläufen, zum experimentellen Nachweis nachhaltiger Landnutzung und zur Ableitung einer bewirtschaftungsabhängigen Produktqualität von Erntegütern.
Die Veranstaltung ist eingebunden in die Aktivitäten zur 500 Jahr-Feier der MLU.

http://www.ufz.de/news/events/dauerfeld/

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 25

Lysimeterversuche – Schnittstelle zwischen Labor und Praxis

Ein Lysimeter ist eine Experimentalanlage zur Erfassung von Transportprozessen im Boden unter weitgehend naturnahen Bedingungen. Es besteht aus einem mit Erdboden gefüllten Behälter, in welchen das durch die Bodensäule wandernde Wasser und die darin enthaltenen Nähr- und Schadstoffe erfasst und analysiert werden. Lysimeter können mit einer Wägevorrichtung ausgestattet werden; dann ermöglichen sie die hochauflösende Messung des Niederschlags und der Verdunstungsrate. Lysimeterversuche haben sich als effektives Werkzeug bewährt, um Wirkungen gegenwärtiger Landnutzungen und künftiger Nutzungsänderungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt zu bewerten oder vorauszusagen. Sie liefern reproduzierbare Ergebnisse und eignen sich damit für die Validierung mathematischer Modelle. Anhand unterschiedlicher Projekte der UFZ-Lysimeterstation in Falkenberg wird hier das Spektrum der Einsatzmöglichkeiten von Lysimetern dargestellt.

Generell sind Lysimeter hervorragend geeignet, um die Auswirkungen von Landnutzungsänderungen auf Boden, Grundwasser und Oberflächengewässer prognostizieren zu können. Seit 1989, als in den neuen Ländern 10% der Landwirtschaftsflächen abrupt stillgelegt oder nur noch extensiv bewirtschaftet wurden, vergleichen Prof. Meißner und seine KollegInnen die Auswirkungen von Rotations- und Dauerbrachen auf den Nährstoffaustrag, wobei zunächst vor allem die Stickstoff- und in den Folgejahren auch die Phosphor- und Sulfatauswaschung im Mittelpunkt standen. Selbst der Frage, was passiert, wenn landwirtschaftlich genutztes Grünland in einen Golfrasen umgewandelt wird, gingen sie nach. Ähnlich wie beim Brachfallen von Flächen werden hier insbesondere in den ersten Jahren nach der Nutzungsänderung kritische Austragsraten registriert. Integraler Bestandteil dieser Untersuchungen sind

Fotos: H. Rupp

Prognosen darüber, wie sich die Umstellung von einer intensiven Landbewirtschaftung auf Formen des ökologischen Landbaus auswirkt. Auch hier wurde festgestellt, dass diese Umstellungsprozesse längere Zeiträume in Anspruch nehmen, ehe sich die Grundwassergüte signifikant verbessert. Lysimeteruntersuchungen ermöglichen in vergleichsweise kurzen Zeitabschnitten Aussagen über die Auswirkungen von Landbewirtschaftungsmaßnahmen auf den Wasser- und Stoffhaushalt. Jedoch müssen die Ergebnisse unbedingt in größeren Skalenbereichen überprüft werden, da häufig kleinflächig durchgeführte Änderungen der Bewirtschaftung keine oder in den

Lysimeteruntersuchungen ermöglichen in vergleichsweise kurzen Zeitabschnitten Aussagen über die Auswirkungen von Landbewirtschaftungsmaßnahmen auf den Wasser- und Stoffhaushalt.

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 26

Foto: H. Rupp

Seit 2000 sind die UFZ-Wissenschaftler an PROWATER beteiligt, einem von der Europäischen Union finanzierten Gemeinschaftsprojekt mit Israel, England, Schweden und Polen.

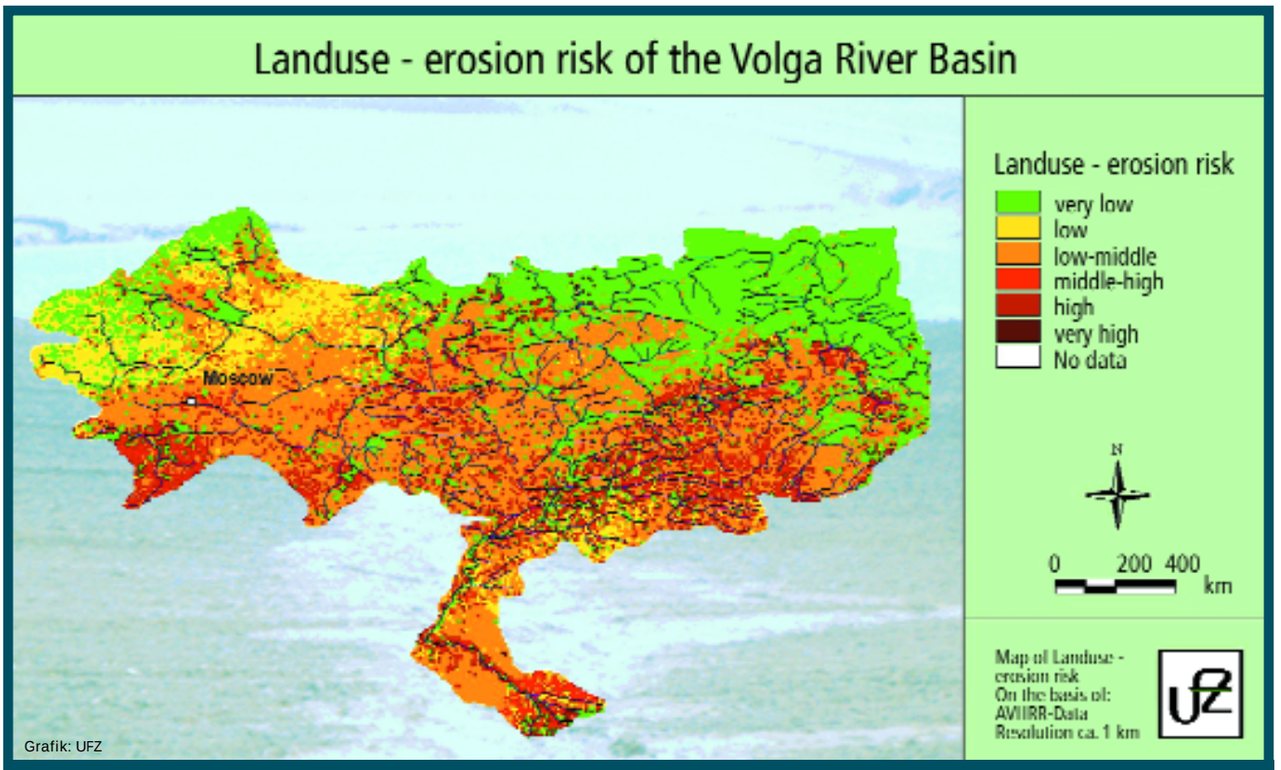
Foto: UGT

zur Verfügung stehenden Messzeiträumen kaum nachweisbare Einflüsse auf Wassermenge und -beschaffenheit in einem größeren Gebiet ausüben. Deshalb sind die Lysimeterversuche des UFZ grundsätzlich mit Untersuchungen in vergleichbaren Wassereinzugsgebieten gekoppelt.

Dieses Prinzip der Kopplung von Untersuchungen in unterschiedlichen Skalen wurde auch bei der Bearbeitung eines deutsch-russischen und vom BMBF finanzierten Projektverbundes zum Schwerpunkt „Oka-Elbe“ (1996 bis 1999) angewandt. Ergebnisse aus den neuen Bundesländern im Einzugsgebiet der Elbe zeigten, dass der in der Landwirtschaft zu Beginn der 90er Jahre zu verzeichnende Strukturwandel von der Kollektivwirtschaft zur Marktwirtschaft auch mit Folgewirkungen verbunden war: Der Stoffaustrag aus der Bodenzone in Richtung Grund- und Oberflächenwasser veränderte sich. Da in Russland nach dem Zusammenbruch des Sowjetsystems ebenfalls mit gravierenden strukturellen Änderungen zu rechnen war und hierüber keine Erfahrungen und Ergebnisse vorlagen, wurden gemeinsame Untersuchungen zu diesem Themenkomplex durchgeführt. Im Oka-Gebiet wurden zunächst die einzelnen Stoffquellen quantitativ abgeschätzt, um entsprechende Minderungsstrategien entwickeln zu können. Hierzu wurden in Russland vorhandene Ergebnisse aus Lysimeteruntersuchungen als Basis genutzt, um Nährstoffauswaschungspotenziale zu kalkulieren und neue Versuche entsprechend den zu erwartenden Nutzungsänderungen in Lysimetern und Wassereinzugsgebieten anzulegen.

Die erfolgreiche Zusammenarbeit, die mittlerweile auch technologische Entwicklungen zwischen deutschen und russischen Industriepartnern umfasst,

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 27



Grafik: UFZ

Die Aufgabe des UFZ im Projekt Wolga-Rhein besteht darin, die über den Erosionspfad eingetragenen Nährstoffe – vor allem Phosphor – in die Wolga zu quantifizieren und Vorschläge zur Verringerung zu erarbeiten. Darüber hinaus werden gemeinsam mit den Universitäten Karlsruhe und Heidelberg hydrologische, hydrochemische und sedimentologische Fragestellungen bearbeitet.

wurde im Rahmen eines gegenwärtig noch laufenden Folgeprojektes zum Schwerpunkt „Wolga-Rhein“ fortgesetzt. Neben der Bearbeitung hydrologischer, hydrochemischer und sedimentologischer Fragestellungen durch die Universitäten Karlsruhe und Heidelberg besteht die Aufgabe der Bodenforschung in Zusammenarbeit mit dem UFZ-Projektbereich Fluss- und Seenlandschaften darin, die über den Erosionspfad eingetragenen Nährstoffe – vor allem Phosphor – in die Wolga zu quantifizieren und Vorschläge zur Verringerung zu erarbeiten. Insbesondere soll hier der Schneeschmelzprozess und der damit verbundene Phosphortransport aus dem Einzugsgebiet in das Gewässer erfasst werden. Zur Lösung des Problems werden wiederum Untersuchungen in unterschiedlich skalierten Einzugsgebieten vorgenommen und mathematische Modelle adaptiert und kalibriert. Es ist vorgesehen, gemeinsam mit den russischen Wissenschaftlern Sommerschulungen durchzuführen, um die Ergebnisse unmittelbar in der Praxis anzuwenden.

Fotos: N. Neuheiser

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 28

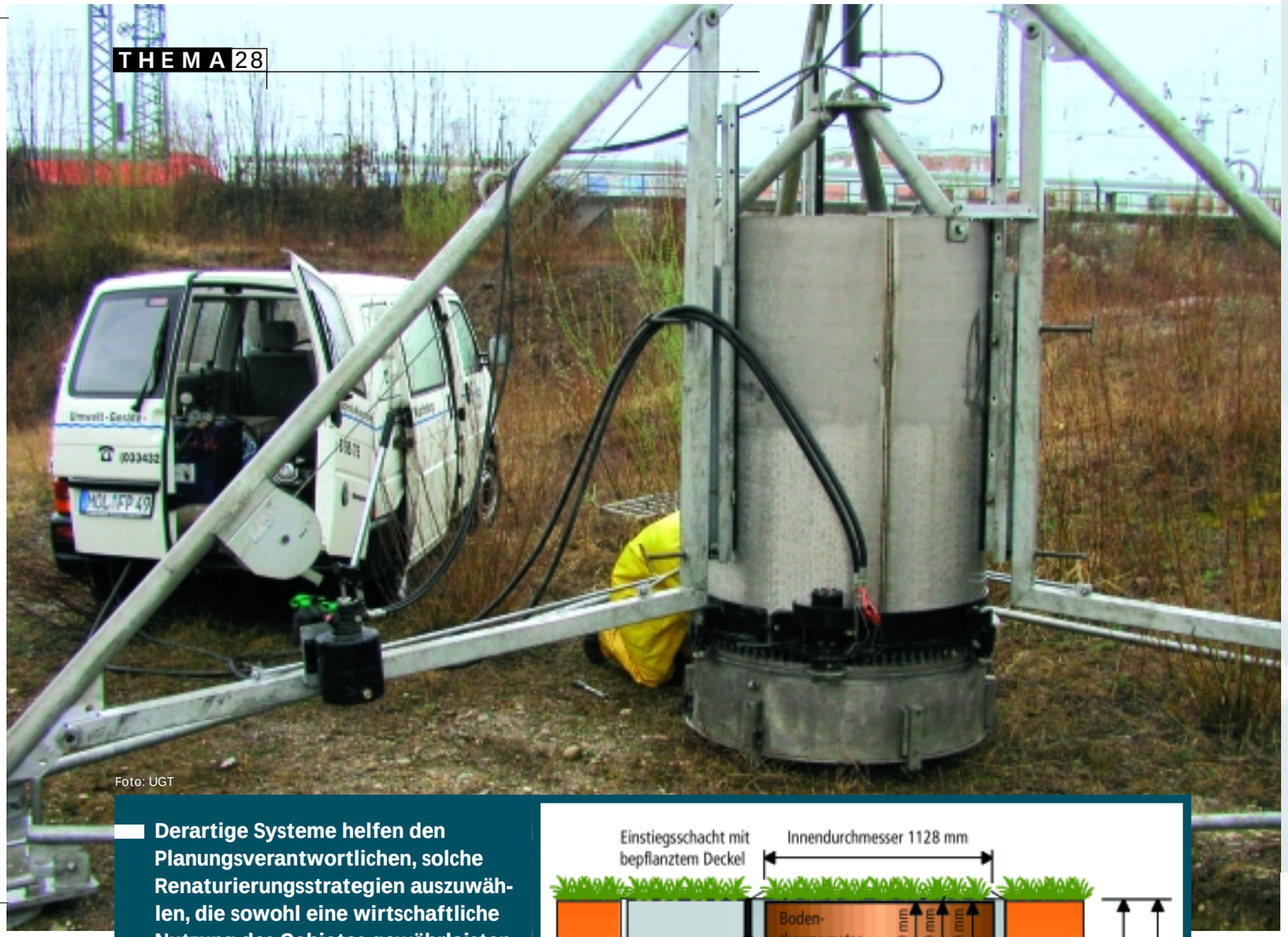
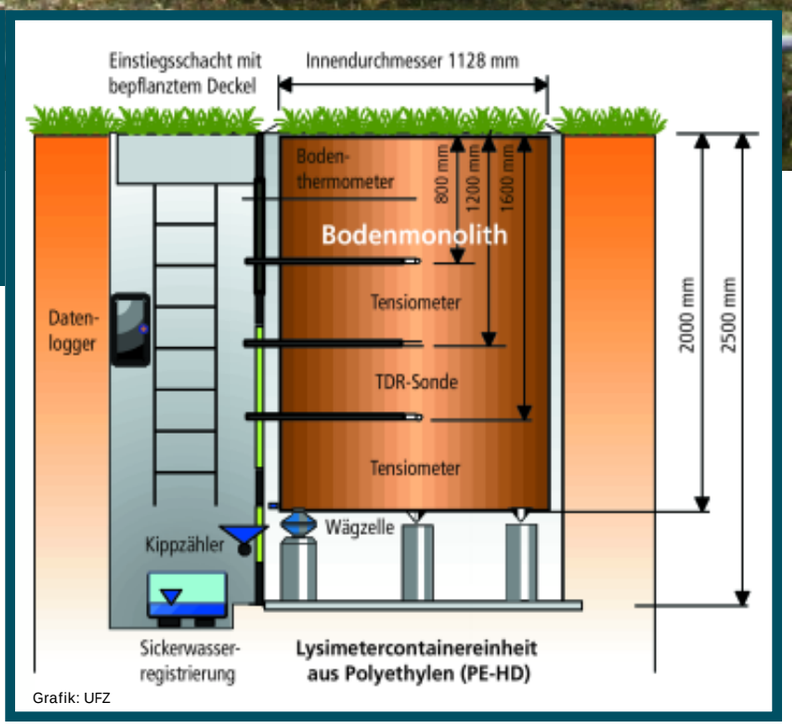


Foto: UGT

Derartige Systeme helfen den Planungsverantwortlichen, solche Renaturierungsstrategien auszuwählen, die sowohl eine wirtschaftliche Nutzung des Gebietes gewährleisten als auch eine nachfolgende Umweltgefährdung sicher ausschließen.



Grafik: UFZ

Eine Nutzungsänderung in positiver Richtung stellen Projekte zur Renaturierung und Wiedervernässung von Niedermooren dar. Seit 2000 sind die UFZ-Wissenschaftler an PROWATER beteiligt, einem von der Europäischen Union finanzierten Gemeinschaftsprojekt mit Israel, England, Schweden und Polen. Bei der Wiedervernässung verschiedener Moorgebiete in den genannten Ländern – die Referenzgebiete in Deuschland sind der Drömling in Sachsen-Anhalt und die von der Universität Rostock ausgewählte Trebel-Niederung in Mecklenburg-Vorpommern – wird die Remobilisierung des Phospors und die damit im Zusammenhang stehende Gefahr einer Eutrophierung benachbarter Oberflächengewässer untersucht. Die Freilanduntersuchungen werden durch Labor- und Modellierungsarbeiten zum Phosphor-Transport bei wechselnden Wasserständen ergänzt und führen durch die Einbeziehung sozioökonomischer Aspekte zur Ableitung von Entscheidungshilfe-Systemen. Derartige Systeme helfen den Planungsverantwortlichen, solche Renaturierungsstrategien auszuwählen, die sowohl eine wirtschaftliche Nutzung des Gebietes gewährleisten als auch eine nachfolgende Umweltgefährdung sicher ausschließen. Die bisher von den Bodenforschern entwickelten Handlungsoptionen fanden Eingang in den Pflege- und Entwicklungsplan für den Drömling und die Konzeption der Trinkwasserversorgung des Großraumes Magdeburg aus diesem Gebiet.

Was nun, wenn die vorhandene Lysimeter-Technik nicht geeignet ist, eine neue Fragestellung in der Bodenforschung zu beantworten? In solchen Fällen profitiert die Arbeitsgruppe Meißner von den

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 29

hervorragenden Kontakten zu Messtechnik-Herstellern. So wurden gemeinsam mit einem mittelständischen Unternehmen aus Brandenburg, der Umweltgeräte-Technik (UGT) GmbH in Müncheberg, neue Lysimeter-Konzeptionen entwickelt und patentiert. Beispiele hierfür sind ein Gerät zur Entnahme von ungestörten großvolumigen Bodensäulen, der Einsatz von Container-Lysimeterstationen oder der Bau eines wägbaren Grundwasserlysimeters. Während die Erprobung des Grundwasserlysimeters im Rahmen eines vom BMBF finanzierten Forschungsprojektes erfolgt, fanden die anderen Entwicklungen bereits Eingang in die Praxis. So wurden im letzten Jahr vom Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung zwei Container-Lysimeterstationen errichtet. Gegenwärtig erfolgt im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft die Anwendung des Verfahrens zur ungestörten Entnahme großvolumiger Bodensäulen auf acht altlastverdächtigen Standorten. Auch liegen erste Anfragen aus dem Ausland zur Nutzung der neu entwickelten Techniken vor.

Zukünftig ist vorgesehen, ein modular aufgebautes Messsystem zur möglichst vollständigen und realistischen Erfassung der an einem Standort ablaufenden Wasser- und Stofftransportprozesse zu entwickeln.

Eine weitere Neuentwicklung, die mit der Sektion Analytik des UFZ realisiert wurde, ist der auf dem Lysimeter-Prinzip beruhende Gas-Migrations-Simulator (GAMS). Mit Hilfe des natürlichen, in der Bodenluft enthaltenen Isotops Radon werden Diffusionskoeffizient und Gasdurchlässigkeit eines Bodens bestimmt. Diese Daten ermöglichen die Kalibrierung von vor Ort eingesetzten Messgeräten zur Erkundung von Untergrundkontaminationen. Im Vergleich zu herkömmlichen Bohrverfahren mit anschließender Analyse der Proben im Labor spürt diese Technik Bodenkontaminationen wesentlich schneller und kostengünstiger auf. Das neue Messverfahren wird gegenwärtig von einem Ingenieurbüro aus Stendal in Zusammenarbeit mit dem UFZ auf einem ehemaligen Militärflugplatz getestet.

Zukünftig ist vorgesehen, ein modular aufgebautes Messsystem zu entwickeln, das möglichst vollständig und realistisch die an einem Standort ablaufenden Wasser- und Stofftransportprozesse erfasst. Daran sollen dann Simulationsmodelle geeicht werden, um die hier im kleinen Maßstab gewonnenen Erkenntnisse auf größere Landschaftsausschnitte übertragbar zu machen. ■

Anzeige

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 30

Gespräch

mit Dr. Ing. Manfred Seyfarth,

Geschäftsführer der UGT Umwelt-Geräte-Technik GmbH, Müncheberg

Frage: *Seit 1992 bietet die UGT Umweltmesstechnik an. Was ist das Profil Ihres Unternehmens, wo sehen Sie die Zukunft?*
Dr. Seyfarth: Die UGT GmbH ist ein mittelständisches Unternehmen, das langjährig erfolgreich auf dem Gebiet der Umweltmesstechnik tätig ist und im Mai diesen Jahres sein 10-jähriges Firmenjubiläum begeht. Entsprechend dem Firmenprofil entwickeln, produzieren und vertreiben wir Mess- und Diagnosetechnik für Boden-Wasser-Luft-Analytik sowie Module für Umwelt-Monitoring. Außerdem richten wir bodenhydrologische Messplätze ein in Agrar-, Wald-, Moor- und Gewässerökosystemen sowie Überwachungs- und Kontrollstationen auf Deponien und Bergbaurekultivierungsflächen.

1. von links: Dr. Seyfarth
Foto: UFZ

Die UGT GmbH ist ein mittelständiges Unternehmen, dass Mess- und Diagnosetechnik für Boden-Wasser-Luft-Analytik entwickelt, produziert und vertreibt. Doch gute Forschungsergebnisse vermarkten sich nicht von selbst, sondern bedürfen umfangreicher Marketing-Aktivitäten. Die neuen Lösungen werden auf internationalen Messen und Kongressen vorgestellt.

Zur Produktpalette der UGT GmbH gehören bodenhydrologische/bodenphysikalische Messgeräte, Limnologische Geräte, Klimamesstechnik, Datenerfassungs- und Probenahmegeräte, Kontroll- und Überwachungssysteme für Deponien und Bergbauhalden, Erosionsmesseinrichtungen und schließlich Lysimeter und Lysimeterstationen. Die Geräteentwicklungen können als Labor- und Feldmessgeräte ausgeführt werden und sind in der Aggregierung zu komplexen Umwelt-Messstationen im ganzjährigen Monitoring einsetzbar.
Lokale, punktuelle Messungen werden durch flächenhafte, länderübergreifende Langzeitmessungen mehr und mehr abgelöst, was erhöhte Anforderungen an die Sensorentwicklung, das Daten- und Powermanagement, die Softwareerarbeitung zum Anlegen und Verwalten von Umwelt-Datenbanken sowie an neue Messnetz-Strukturen zur Umweltüberwachung stellt. Hierin liegt für uns ein großes Potenzial in der perspektivischen Geräteentwicklung sowie im immer komplexeren Geräteeinsatz.
Frage: *Welchen Anteil hat die Entwicklung und Vermarktung von Lysimetern an Ihren Aktivitäten, wer sind die typischen Abnehmer von UGT-Lysimetern?*
Dr. Seyfarth: Lysimeter sind Versuchsanlagen, die in der heute möglichen technischen Ausstattung dem Anspruch von Freilandlaboren gerecht werden, mit denen Prozesse des Wasser- und Stofftransports in Böden oder Substraten messtechnisch naturnah erfasst und wissenschaftlich interpretiert werden können. Mit Lysimetern kann eine Vielzahl ökologisch relevanter Aufgabenstellungen bearbeitet werden, ihr Einsatzumfang erweitert sich ständig.
Dieser Entwicklung Rechnung tragend, hat die UGT GmbH gemeinsam mit der UFZ-Forschungsstelle Falkenberg intensive Entwicklungsarbeiten geleistet, die sowohl auf nationalen und internationalen wissenschaftlichen Veranstaltungen dokumentiert als auch im praktischen Einsatz bestätigt werden konnten. Sowohl in der konstruktiven Gestaltung von Lysimeterstationen und Gefäßsystemen wie auch in der Technologie zur Gewinnung großvolumiger Bodenmonolithe wurde eine marktführende Position erreicht.
Hervorzuheben sind die neuen Lösungen zur Fertigung von Mehrfach-Lysimeterstationen in Containment-Bauweise sowie die neue Art des Lysimeterstechens, da sie bisherige Mängel in der Durchführung von Lysimeterversuchen, wie das Ausbilden von Oaseneffekten oder präventiellen Wasserflüssen an der Grenzfläche Bodenmonolith-Lysimetergefäß, weitestgehend ausschließen. Außer den funktionellen Verbesserungen werden mit den neuen Lösungen erhebliche finanzielle Einsparungen erzielt, da beispielsweise auf kostenintensive Lysimeterkeller, die in der Regel aus Stahlbeton gefertigt werden, verzichtet werden kann. Die technologischen Kosten für die Gewinnung der Bodenmonolithe betragen nur noch etwa ein Drittel der sonst notwendigen Aufwendungen. Hierin liegen die Ursachen für eine gute, stetig wachsende Auftragslage.

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 31

Fotos: UGT

Bereits vor zwei Jahren haben wir im Auftrag des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung begonnen, Dauerbeobachtungsflächen mit den neuen 2er-Lysimeterstationen auszurüsten und haben heute auf sechs Standorten von Göttingen bis Cloppenburg derartige Lysimeteranlagen installiert. Die Monolithe werden vor Ort gestochen und in die vorinstallierten Lysimeterstationen eingesetzt. Sie verbleiben also am jeweiligen Standort und dienen der Erfassung von Sickerwassermenge und -güte auf landwirtschaftlich weiterhin genutzten Flächen. Eine Schwerpunktaufgabe besteht darin, mit Lysimeterversuchen das Weg-Zeit-Verhalten von Stofftransporten, insbesondere von Pflanzenschutzmitteln und Tierarzneimitteln, wie Tetracyclinen, ganzjährig zu erfassen. Auch in diesem Jahr sind wir mit der Errichtung von zwei Lysimeterstationen einschließlich der Monolithgewinnung beauftragt.

Ein völlig neues Anwendungsgebiet für Lysimeter erbrachte der Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft. Auf acht Altlast-Standorten Bayerns waren unter zum Teil extrem schwierigen Bedingungen Monolithe zu gewinnen, die unterschiedlich starke Kontaminationen enthielten. In Weiden i. d. Opf., Nürnberg, München, Würzburg und Rosenheim waren wir mit der neuentwickelten Stechvorrichtung im Einsatz und konnten an jedem dieser Standorte erfolgreich Monolithe entnehmen. Erstmals gelang es auch, in der Münchener Schotterebene Lysimeter zu stechen, und ich erinnere mich dabei insbesondere an die Standorte Olympia-Schießanlage in München-Garching sowie eine Industriebrache in München-Pasing. Wir können stolz auf diese Ergebnisse sein und streben weitere Ziele in der Entwicklung der Lysimetertechnik an.

Frage: *Wie bewerten Sie die Zusammenarbeit mit dem UFZ? Was ist der wechselseitige Nutzen?*

Dr. Seyfarth: Wir schätzen die mehr als 4-jährige, intensive fachliche Zusammenarbeit mit den Fachkollegen der Lysimeterstation Falkenberg und anderen Teilen des UFZ außerordentlich hoch ein. Die erarbeiteten Lösungen zeichnen sich durch einen hohen Neuheitsgrad aus, der bisher durch erteilte Schutzrechte anerkannt ist und national sowie international durch PCT-Anmeldungen gesichert werden konnte. Die aktive Zusammenarbeit mit der Technologie-Transferstelle und der Schutzrechtsabteilung des UFZ sollte hierbei nicht unerwähnt bleiben.

Die unmittelbare wirtschaftliche Verwertung der Forschungsergebnisse trug wesentlich zum Erreichen der marktführenden Position auf dem Gebiet der Lysimetertechnik bei, was sich im wirtschaftlichen Ergebnis unseres Unternehmens im vergangenen Wirtschaftsjahr deutlich niederschlug. So konnten wir nicht nur einen Arbeitsplatz langfristig sichern, sondern einen zusätzlichen Arbeitsplatz schaffen. Gleichzeitig haben wir unsere Produktionsfläche speziell für die Lysimeterfertigung erweitert und in einen Hallen-Neubau investiert. Mehr Umsatz in unserem Unternehmen bedeutet aber auch mehr Lizenzertrag für das UFZ. Nicht zuletzt hierin liegen die Wurzeln für das gemeinsame Interesse an der Umsetzung der neuen Forschungsergebnisse.

Gute Forschungsergebnisse vermarkten sich nicht von selbst, sondern bedürfen umfangreicher Marketing-Aktivitäten. Gemeinsam haben wir daher die neuen Lösungen auf Messen wie der Leipziger TerraTec 1998 und der Hannover-Messe 1999 sowie auf internationalen Kongressen wie der Environment Brazil in Rio de Janeiro 1998 oder der Gumpensteiner Lysimetertagung in Österreich 2001 vorgestellt und treffen derzeit unsere Vorbereitungen zur Teilnahme am 17. Weltbodenkongress im August diesen Jahres in Bangkok. Auch hierfür erhalten wir vom UFZ, Abteilung Öffentlichkeitsarbeit, aktive Unterstützung. In diesen sehr konkreten Formen der Zusammenarbeit einer Großforschungseinrichtung mit einem Klein- und Mittelständischen Unternehmen wird ein Stück des Weges from science to business anschaulich und aktiv gestaltbar.

Frage: *Welche Lysimeter-Neuentwicklungen planen Sie?*

Dr. Seyfarth: Die Ideen für Lysimeter-Neuentwicklungen sind uns bisher nicht ausgegangen. Dafür stehen, wie eingangs schon gesagt, neue Anforderungen sowohl aus wissenschaftlicher als auch aus praktischer Sicht. Gegenwärtig realisieren wir eine 4-fach Lysimeterstation mit online-Analytik der Sickerwässer. Das heißt, direkt am Lysimeter ist eine PC-gestützte ionenchromatografische Messstrecke so angekoppelt, dass ohne Totzeit und -volumen und unter Ausschluss chemischer Veränderungen der Probenfracht die Bestimmung der migrierten Bodenwasserinhaltsstoffe vor Ort möglich wird.

Einen zweiten Schwerpunkt stellt die Lysimeterentwicklung für den Einsatz in ariden Klimazonen, also Wüsten, dar. Hierzu wurden bereits mehrere Anfragen u.a. von DaimlerChrysler, Vereinigte Arabische Emirate an uns herangetragen.

Auch die Lysimeter-Stechvorrichtung sowie die Lysimeterstationen in Containmentbauweise sind weiter zu entwickeln. Kurzfristig muss eine Lösung für Monolithe mit einer Länge von drei Metern erarbeitet werden, da wir hierfür bereits in diesem Jahr einen Auftrag für den Realisierungszeitraum August/September erwarten.

Schließlich haben auch die methodischen Anforderungen für Bodenuntersuchungen auf der Grundlage des neuen Bodenschutzgesetzes bereits Impulse für den Einsatz spezifischer Lysimeter ausgelöst, um die Unsicherheiten in den Ergebnissen, die mittels Saugkerzen-Anlagen gewonnen wurden, abfangen zu können. Insgesamt gibt es genügend Forschungs- und Entwicklungsbedarf auf dem Gebiet der Lysimetertechnik, deren Herausforderungen wir uns auch zukünftig gern gemeinsam stellen werden. ■

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 32

Wieviel Humus

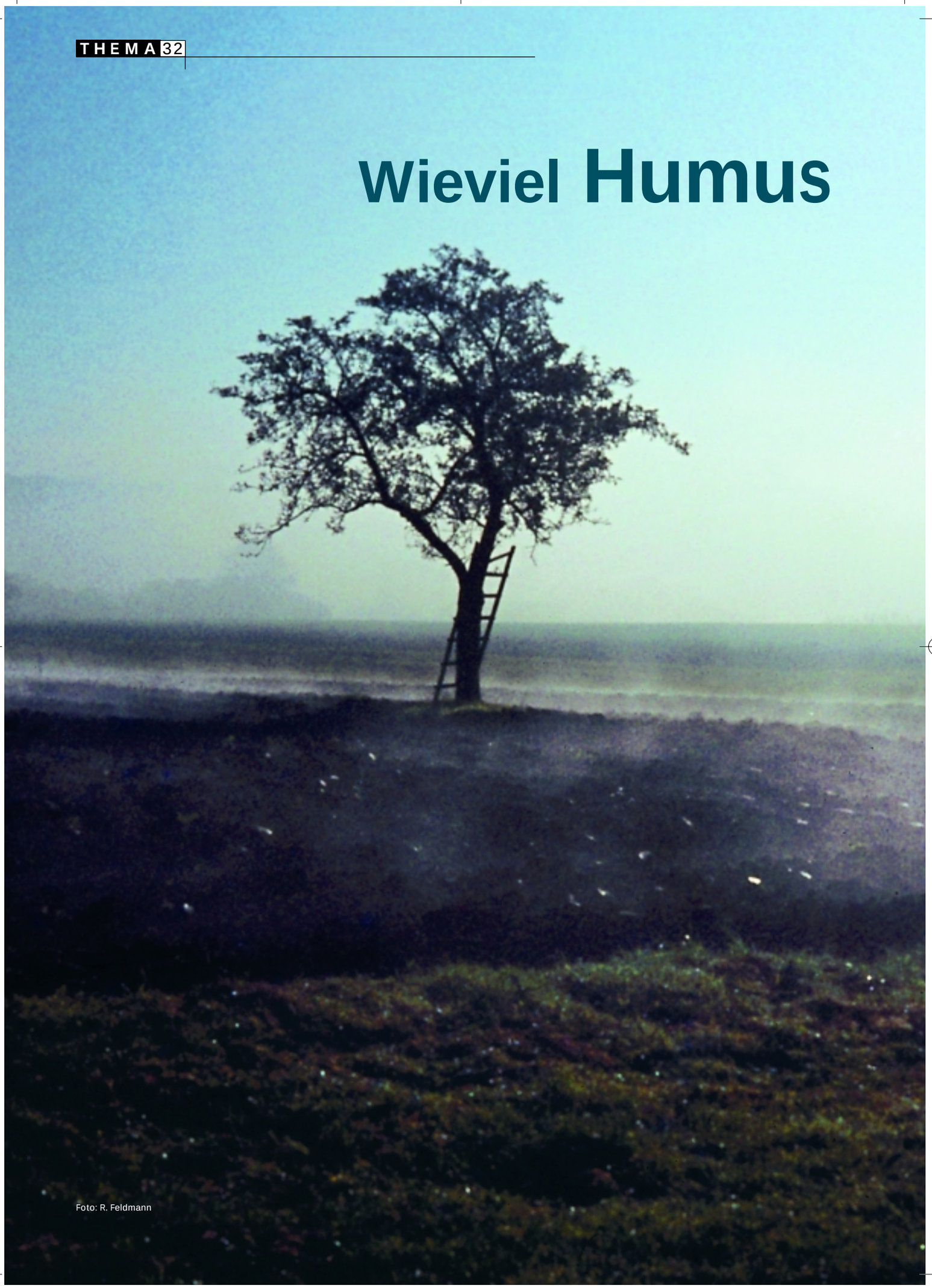


Foto: R. Feldmann

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 33

braucht der Boden?

15% der Weltbevölkerung, fast 1 Milliarde Menschen, sind unzureichend ernährt. Böden, die zur Produktion von Nahrung, Energie und Rohstoffen gebraucht würden, gehen unter anderem durch Versiegelung und Desertifikation verloren. Auch Flächenverbrauch und Extensivierungsprogramme tragen dazu bei, dass sich die Ackerfläche weltweit um 10 Millionen Hektar pro Jahr verringert. Es fehlt an Kriterien, um den Zustand eines Ackerbodens bestimmen und überwachen zu können. Für eine nachhaltige Landschaftsplanung und Bodenbewirtschaftung müssen geeignete Indikatoren entwickelt werden. Dies ist eine der Aufgaben der Arbeitsgruppe Bodenchemie in der UFZ-Sektion Bodenforschung.

Die organische Substanz des Bodens – OBS oder umgangssprachlich Humus – beeinflusst wesentlich die chemischen, biologischen und physikalischen Eigenschaften von Böden sowie die Aufnahme von Nähr- und Schadstoffen im Boden. Chemische und strukturelle Zusammensetzung der OBS sind das entscheidende Kriterium für die Bodenfruchtbarkeit, aber auch für die Fähigkeit eines Bodens, Schadstoffe zu binden. Die OBS besteht aus verschiedenen Fraktionen mit unterschiedlicher Umsetzbarkeit und demnach unterschiedlichen Verweilzeiten im Boden. Damit hat sie auch Einfluss auf wichtige Bodenfunktionen, wie die Produktion von pflanzlicher Biomasse (Erträge) sowie die Puffer-, Speicher- oder Filterfunktion.

Für praktische Belange ist es erforderlich, die OBS in mindestens zwei Fraktionen zu unterteilen, von denen die eine an den Umsetzungsprozessen weitgehend unbeteiligt und standortabhängig ist, während die andere die umsetzbare, überwiegend von den Bewirtschaftungsbedingungen abhängige Fraktion ist. Die direkte Bestimmung dieser beiden Fraktionen der OBS ist praktisch nicht möglich. Den UFZ-Wissenschaftlern ist es jedoch gelungen, mit einer vergleichbar einfachen Methode die entscheidende Fraktion, nämlich den Anteil an leicht umsetzbarem Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N) in der OBS zu bestimmen. Hierbei wird eine Bodenprobe für eine Stunde mit Wasser gekocht. Der Kohlenstoff-Gehalt im Heißwasserextrakt entspricht stets etwa 1/15 der umsetzbaren, also bioverfügbaren Kohlenstoff-Menge des untersuchten Bodens. Der heißwasserlösliche Kohlenstoff ist ebenfalls hochsignifikant korreliert mit der Bodenatmung und der Nitratfreisetzung, also der Aktivität der Bodenmikroorganismen. Der heißwasserextrahierbare Stickstoff ist leicht pflanzenverfügbar und kann zur Berechnung des aus dem Boden nachlieferbaren Stickstoffs bei der Düngungsbemessung herangezogen werden. Weil die Heißwasserextraktion damit eine gute Einschätzung des Versorgungszustandes von Böden mit umsetzbarer OBS ermöglicht, soll sie als Standardmethode des VDLUFA etabliert werden.

UFZ Umbr. aktuell 27.05.2002 15:27 Uhr Seite 34

Fotos: N. Neuheiser

Chemische und strukturelle Zusammensetzung des Humus sind das entscheidende Kriterium für die Bodenfruchtbarkeit, aber auch für die Fähigkeit des Bodens, Schadstoffe zu binden.

Der umsetzbare C-Pool unterliegt ständigen Ab-, Auf- und Umbauprozessen durch die Aktivität der Bodenmikroorganismen. Er wird wieder aufgefüllt durch abgestorbenes Pflanzenmaterial und organische Düngung. Durch die Bewirtschaftung wird das Niveau in diesem C-Pool beeinflusst. Allerdings reagiert das System träge; selbst bei extremem Wechsel der Düngung verändert sich der gesamte organische Kohlenstoff-Gehalt im Boden um nicht mehr als 0,01% jährlich! Kohlenstoff und Stickstoff im Boden haben einen eng begrenzten ökologischen Optimalbereich mit einer unteren, aber auch einer oberen Grenze. Durch den Vergleich von Dauerfeldversuchen aus ganz Europa fanden die UFZ-Wissenschaftler heraus, dass die optimalen Mengen umsetzbaren Kohlenstoffs und Stickstoffs sich im Bereich von 0,2 bis 0,6% für Kohlenstoff und 0,02 bis 0,06% für Stickstoff bewegen. Diese Leitwerte sollen Eingang in die landwirtschaftliche Praxis finden. Ihre Unterschreitung führt zu Ertragsverlusten; oberhalb dieser Werte entstehen Umweltbelastungen z.B. durch Nitratauswaschung sowie gasförmige N-Verluste.

Für bestimmte Bodenarten konnten über den C-Gehalt im Heißwasserextrakt bereits Gehaltsklassen zur Einschätzung des Versorgungsgrades mit organischer Substanz definiert werden. Die heißwasserextrahierbare Bodenfraktion ist nicht nur ein Qualitätsindikator für den Versorgungszustand eines Bodens, sondern gibt auch Hinweise auf die Pflanzenverfügbarkeit von Schadstoffen im Boden. Alle Prozesse, wie die Aufnahme von Fremdstoffen durch Pflanzen, die Verlagerung in tiefere Bodenschichten, der mögliche Abbau, z.B. von organischen Schadstoffen im Boden, deren Akkumulation und Langzeitverhalten, sind in hohem Maße abhängig von den Wechselwirkungen dieser Stoffe mit der OBS. Hohe organische C-Gehalte im Boden führen zur Festlegung von Schadstoffen in der Bodenmatrix und machen sie damit weniger pflanzenverfügbar.

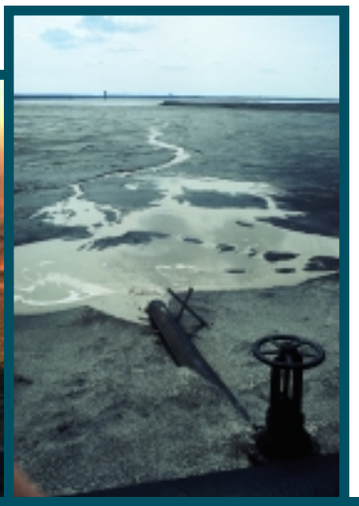
Durch Regionalisierung von Untersuchungsergebnissen auf kleinen Maßstabsebenen – Laborsysteme, Lysimeter und Freiland – wollen die Bodenforscher zu einer Klassifizierung der Ackerstandorte in Sachsen-Anhalt nach ihrem Potenzial zum Abbau von Schadorganika gelangen. ■

WISSENSWERTES

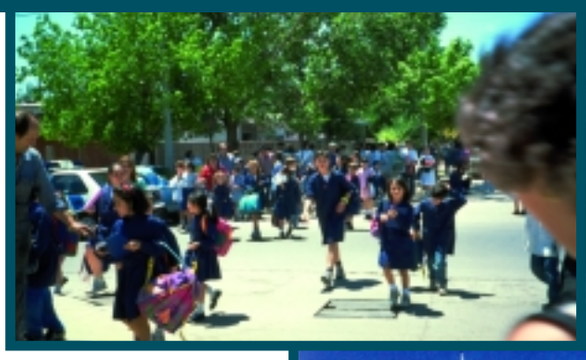
Der VDLUFA

Im Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA), der seinen Sitz in Darmstadt hat, sind ca. 120 Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalten (LUFA), Milchwirtschaftliche Lehr- und Untersuchungsanstalten (MLUA), Universitätsinstitute, Bundesforschungsanstalten und andere Untersuchungs- und Forschungseinrichtungen zur gemeinsamen wissenschaftlichen Arbeit zusammengeschlossen. Aufgaben des VDLUFA sind unter anderem die Sichtung, Entwicklung, Prüfung, Einführung und Anwendung einheitlicher Methoden im Untersuchungswesen für Landwirtschaft, Ernährung und Umwelt.

http://www.vdlufa.de/vdl_idx.htm



Umweltforschung global



IMPRESSUM

Herausgeber	UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH in der Helmholtz-Gemeinschaft
Redaktion	Dr. Reinart Feldmann, Doris Böhme
Gestaltung	MEDIEN PROFIS GmbH, 04103 Leipzig, Marienplatz 1
Druck und Verarbeitung	Druck-Strom, 04329 Leipzig, Schongauerstraße 25

Auszüge aus diesem Heft dürfen ohne jede weitere Genehmigung wiedergegeben werden, vorrausgesetzt, dass bei der Veröffentlichung das UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle genannt wird. Um ein Belegexemplar wird gebeten. Alle übrigen Rechte bleiben vorbehalten

UFZ-UMWELTFORSCHUNGSZENTRUM LEIPZIG-HALLE

das deutsche Kompetenzzentrum für Umweltforschung

UFZ-UMWELTFORSCHUNGSZENTRUM
Leipzig-Halle GmbH
Permoserstraße 15
04318 Leipzig

Telefon: **03 41/235 22 78**
Telefax: **03 41/235 26 49**
e-mail: **feldmann@pro.ufz.de**
Internet: **http://www.ufz.de**

Im Dezember 1991 gründeten die Bundesregierung, der Freistaat Sachsen und das Bundesland Sachsen-Anhalt das UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle in der Helmholtz-Gemeinschaft. Es wird zu 90 Prozent vom Bundesforschungsministerium und zu jeweils fünf Prozent von den beiden beteiligten Ländern finanziert. Das UFZ beschäftigt zurzeit rund 650 Mitarbeiter an den drei Standorten Leipzig, Magdeburg und Halle. In Bad Lauchstädt und Falkenberg unterhalten die Forscher außerdem Feldversuchsstationen. Mit seinen Forschungsaufgaben übernimmt das UFZ Verantwortung für die Umwelt – Verantwortung längst nicht mehr nur für die Sanierung, Renaturierung und Neugestaltung von gestressten Landschaften, sondern zunehmend auch für die vorsorgende Umweltforschung, die Gefahren und Risiken für Mensch und Natur von vornherein mindert bzw. vermeidet. Aufbauend auf eine solide wissenschaftliche Basis wird in interdisziplinären Forschungsverbünden die landschaftsorientierte, naturwissenschaftliche Forschung und Umweltmedizin eng mit Sozialwissenschaften, der ökologischen Ökonomie und dem Umweltrecht verbunden. Am UFZ entwickelte Verfahren und Methoden haben Eingang in Regel- und Gesetzeswerke gefunden oder werden praktisch eingesetzt – in der Industrie, aber auch z.B. in der Naturschutzarbeit.

Gegenwärtig vernetzt sich das UFZ noch stärker auf europäischer Ebene, aber auch weltweit, beispielsweise mit Ländern aus Lateinamerika und dem Nahen Osten.

Das Leitmotiv des UFZ lautet:

„Forschung zur Nachhaltigen Landnutzung und Sicherung von Lebensqualität in der Kulturlandschaft“.

Damit zeigt das UFZ sein zukunftsfähiges Profil und nimmt eine originäre Stellung innerhalb der Programme der neu strukturierten Helmholtz-Gemeinschaft e.V. ein.