

© Frank Seifert - Fotolia.com

*Garanten des Lebens: Böden erfüllen eine Vielzahl von Aufgaben. Sie sind Lebensraum, Ernährer, Dienstleister für ihre Umwelt und nicht zuletzt ein bedeutender Wirtschaftsfaktor.*

## BODEN HAT QUALITÄT

### DAS EMPFINDLICHE MULTITALENT

Böden sind voller Leben. In einer Handvoll Erde tummeln sich mitunter mehr Organismen, als es Menschen auf der Erde gibt. Böden sichern Leben. 90 Prozent seiner Nahrungsmittel bezieht der Mensch aus deren oberster Schicht. Böden versorgen Tiere, Pflanzen und Organismen mit Wasser und Nährstoffen und filtern Schadstoffe. Als drittgrößter Kohlenstoffspeicher spielen sie außerdem eine wichtige Rolle für das Klima. Sie sind aber nicht nur Multitalente, sondern auch empfindliche und komplexe Systeme. Klimawandel und Landnutzungsänderungen nehmen massiv Einfluss auf die Funktionsweise unserer Böden. Das stellt die Forschung vor große Herausforderungen, denn nach wie vor sind nicht alle Prozesse verstanden. Im Rahmen von TERENO werden die Funktionsweisen, aber auch die Veränderungen der Böden langfristig untersucht.

### INHALT

Stoff- und Wasserkreisläufe vernetzt betrachten . . . . .	2
Editorial: Es ist Zeit zu handeln . . . . .	2
Eine neue Strategie für die Bodenforschung . . . . .	3
Muster und Strukturen besser verstehen . . . . .	4
Von der Beobachtung zur Vorhersage . . . . .	4
Auf kommende Veränderungen vorbereiten. . . . .	5
In der „Critical Zone“ . . . . .	5
Einblicke in verwandte internationale Projekte . . . . .	6
Zurück zum heimischen Laubmischwald . . . . .	7
Die Verdunstung verstehen. . . . .	7
Landkarte der Bodeneigenschaften. . . . .	8
Die Eiche und ihre Partner . . . . .	8
Optimal kombinieren. . . . .	9
Die Rolle der Wolken. . . . .	9
Veröffentlichungen . . . . .	10
Im Blickpunkt: Nachwuchswissenschaftler . . . . .	12

### SEITE

## STOFF- UND WASSERKREISLÄUFE VERNETZT BETRACHTEN

Neuer Forschungsansatz wird in TERENO-Observatorien umgesetzt

TERENO bietet eine ideale Plattform, um unterschiedliche Ansätze zur Bodenforschung interdisziplinär umzusetzen. Terrestrische Systeme werden durch Klimawandel und Landnutzungsänderungen massiv in ihrer Funktionsweise beeinflusst. Bisher zielen die Untersuchungen allerdings nur auf Teilsysteme ab – etwa auf den Oberboden, Kohlenstoff- und Stickstoffkreisläufe oder oberflächennahe Grundwasserleiter. Um die Wirkungen von Klimaveränderungen zu beurteilen, müssen jedoch Stoffkreisläufe als interagierende Systeme in Verbindung mit dem Wasserkreislauf betrachtet werden.

Global steigende Stickstoffemissionen verursachen in den nächsten Jahren eine um den Faktor 2,5 erhöhte Stickstoffdeposition auf terrestrischen Systemen. Noch weiß die Forschung nicht genug über die Prozesse, um die Folgen des Nährstoffeintrags – in Verbindung mit klimatischen Veränderungen – für die Produktivität unserer Böden abzuschätzen. Daher wird ein integrierter Forschungsansatz benötigt, der die Kohlenstoff-, Stickstoff- und Wasserkreisläufe vernetzt betrachtet.

In den TERENO-Observatorien laufen dazu verschiedene Aktivitäten. TERENO-SOILCan untersucht die Auswirkungen des Klimawandels auf die Funktionen des Bodens und dessen Wasserhaushalt. Am SOILCan-Standort Dedelow/Uckermark errichten das Deutsche GeoForschungszentrum – GFZ und das Institut für Bodenlandschaftsforschung im Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) ein zweites Lysimeterhexagon.

Es wird mit drei stark erodierten und drei kolluvialen, zum Teil grundwasserbeeinflussten Böden gefüllt. Mit den zwölf Lysimetern, die einen repräsentativen Ausschnitt der kuppigen Grundmoräne darstellen, werden Bodenbildung und Rückkoppelungsmechanismen analysiert, die sich aus Erosion und Deposition ergeben. Diese Prozesse spielen eine wichtige Rolle für die Wasser- und Stoffdynamik der Bodenlandschaften in der Uckermark.

### Wasserflüsse und Bodenumlagerungen

Das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ hat in Kooperation mit dem ZALF (Institut für Bodenlandschaftsforschung) ein sogenanntes „Vadose Zone Monitoring System“ (VAMOS) auf der CarboZALF-Experimentalfäche bei Dedelow installiert. Ein Prototyp dieses Messkonzeptes, das vertikale und laterale Wasserflüsse in der ungesättigten Zone untersucht, liefert im Schäfertal schon seit einem Jahr spannende Ergebnisse.

GFZ und ZALF haben 2013 mit dem Monitoring, der Rekonstruktion und der Wirkungsanalyse von Bodenumlagerungen in Kleinzugsgebieten der Uckermark begonnen. Am UFZ wird als Teil des integrierten Projektes „Water and solute fluxes in catchments“ das Konzept des Soil-Landscape-Modeling (SLAM) entwickelt. Dabei werden Modelle zur Bildung von Böden mit Geophysik und Fernerkundung gekoppelt, um die räumlich kontinuierliche Verteilung von Böden und ihrer funktionellen Eigenschaften zu schätzen (siehe Seite 8).

*Am SOILCan-Standort Dedelow werden künftig weitere landschaftsprägende Böden mit Hilfe eines zusätzlichen Lysimeterhexagons untersucht: erodierte Parabraunerde (r.) und Gley-Kolluvisole (l.).*



## EDITORIAL



### Es ist Zeit zu handeln

Der im Juni dieses Jahres veröffentlichte Bodenschutzbericht der Bundesregierung bringt es auf den Punkt: Auch 15 Jahre nach Verabschiedung des Kyoto-Protokolls wird dem Boden bei der Entwicklung geeigneter Klimaschutzmaßnahmen und geeigneter Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Hier steht auch die Bodenforschung in der Pflicht. In der Wissenschaft sind die verschiedenen Disziplinen und Einrichtungen in Deutschland bereits näher zusammengedrückt – nicht zuletzt auch dank der engen Kooperation im Rahmen von TERENO. Angesichts der anstehenden Herausforderungen muss das weiter forciert werden. Wenn wir beispielsweise die Wirkungen von heutigen und künftigen Klimaveränderungen beurteilen sowie Strategien zur Abschwächung und Anpassung entwickeln wollen, benötigen wir einen integrierten Forschungsansatz – einen Ansatz, der die Wechselwirkungen und komplexen Rückkoppelungsmechanismen zwischen Wasser, Materie (wie etwa Kohlenstoff und Stickstoff) und Energiekreisläufen in terrestrischen Systemen ebenso berücksichtigt wie die Rolle der Böden bei diesen Prozessen. Das gelingt nur, wenn alle Disziplinen zusammenarbeiten. Innerhalb von TERENO setzen wir das bereits um. Um den Dialog zwischen den verschiedenen Fachrichtungen zu vertiefen, veranstaltet TERENO im kommenden Jahr erstmals eine große internationale Konferenz (siehe Seite 4). Die deutsche Bodenforschung muss aber noch mehr tun, wie eine Experten-Gruppe jüngst empfohlen hat (siehe Seite 3). Dazu gehören ein Konsens über die dringendsten Forschungsfragen, ein schnellerer Wissenstransfer in Wirtschaft und Praxis sowie eine bessere Kommunikation mit der Öffentlichkeit, damit nicht nur den Experten die hohe gesellschaftliche und wirtschaftliche Bedeutung von Böden bewusst ist. Mit der Umsetzung sollten wir so rasch als möglich beginnen.

Viel Vergnügen beim Lesen

**Ihr Harry Vereecken**

Koordinator TERENO

## EINE NEUE STRATEGIE FÜR DIE BODENFORSCHUNG

Expertengruppe empfiehlt Prioritätensetzung – Interview mit Projektleiter Prof. Dr. Franz Makeschin

Prof. Dr. Franz Makeschin zählt zu den führenden Wissenschaftlern Deutschlands im Bereich Landnutzung und Bodenschutz. Unter seiner Leitung haben Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Verwaltung und Verbänden Empfehlungen für das Forschungs- und Technologiefeld Boden entwickelt. Die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech) hat das Projekt finanziert. Im Interview erklärt der 63-Jährige, warum Böden wichtig sind und welchen Weg die Forschung einschlagen sollte.

### Prof. Makeschin, welche Rolle spielen Böden heute?

Böden zählen zu unseren zentralen Lebensgrundlagen. Auf ihnen wachsen die Pflanzen, von denen wir uns ernähren und die wir als Rohstoffe nutzen. Was vielen nicht klar ist: Böden sind ein wichtiger Wirtschaftsfaktor in Deutschland, ähnlich wie die Autoindustrie. Darüber hinaus übernehmen Böden wichtige Funktionen für die Umwelt, sogenannte Ökosystemdienstleistungen.

### Was kann man sich unter solchen Dienstleistungen vorstellen?

Böden sichern zum Beispiel den Stoffkreislauf. Organismen im Boden zersetzen Pflanzenreste und wandeln diese in Humus um. Humus enthält viele wichtige Nährstoffe wie Stickstoff oder Phosphor, mit denen sich wiederum Pflanzen aus dem Erdreich versorgen. Böden schützen auch, etwa indem sie Schadstoffe filtern und umwandeln. Damit verhindern sie, dass Schadstoffe ins Grundwasser gelangen.

### Die Expertengruppe unter Ihrer Leitung hat sich vor allem mit Boden- und Landmanagement beschäftigt. Welche Themen stehen hier im Vordergrund?

Die großen Herausforderungen lauten Klimawandel, Ressourcenknappheit, Ernährungssicherheit und Materialmanagement. Klimaveränderungen wirken sich auf die komplexen und empfindlichen Prozesse und Stoffkreisläufe in Böden aus, was deren Fruchtbarkeit beeinträchtigen kann. Was wir brauchen, sind regionalspezifische Anpassungsmaßnahmen. Gleichzeitig steigt der Bedarf an Biomasse – sowohl um die wachsende Bevöl-

kerung zu ernähren als auch um die Nachfrage für die Energiegewinnung zu stillen. Daher gilt es, die Ernteerträge zu erhöhen, eine nachhaltige Bewirtschaftung zu etablieren und eine effiziente Wertschöpfungskette aufzubauen.

### Was kann die Bodenforschung dazu beitragen?

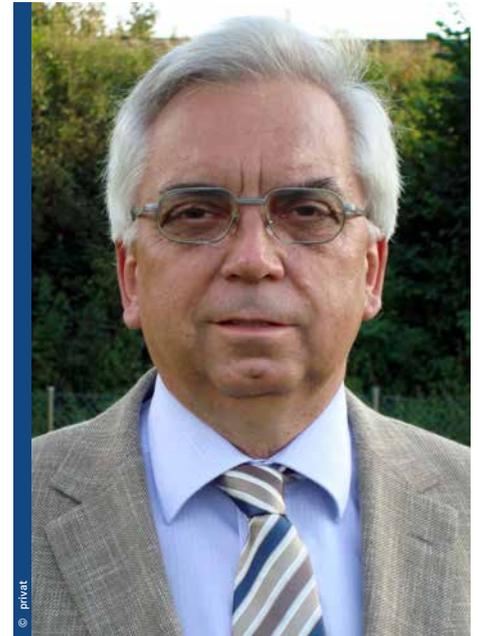
Die Bodenforschung – oder besser bodenrelevante Forschung – muss ihr Fachwissen bündeln. Dazu zählt nicht nur Bodenkunde, sondern unter anderem auch Hydrologie, Ökonomie und Biodiversität. Diese Teildisziplinen müssen noch enger als bisher zusammenarbeiten. Bislang war die Bodenforschung in Deutschland zu stark zersplittert. Sie muss sich strategisch abstimmen und Prioritäten bei den Forschungsfeldern setzen, ohne die Freiheit der Grundlagenforschung zu beschneiden.

### Welche Forschungsthemen sollten im Vordergrund stehen?

Wir haben in dem acatech-Papier elf Themen definiert, für die wir fächerübergreifend Lösungen finden müssen. Da geht es unter anderem um Klimawandel, Landnutzung, Flächenmanagement, Boden-Wasser-Pflanzen-Interaktionen, Biogeochemie und Stoffdynamik. Auch die Entwicklung von innovativen Methoden, Sensor- und Fernerkundungstechniken gehört dazu. Bei diesen Aktivitäten ist die Forschungsplattform TERENO ein wichtiger Baustein. Wir müssen uns außerdem um den Zusammenhang zwischen Boden, Ernährung und Gesundheit kümmern und um die Wiederherstellung von degradierten Flächen – also um Böden, deren Funktionen beeinträchtigt sind.

### Wie beeinträchtigt sind denn unsere Böden?

Schätzungen gehen davon aus, dass weltweit 20 Millionen Quadratkilometer Boden beeinträchtigt sind, das sind etwa zehn Prozent der verfügbaren Oberfläche. Ursache sind insbesondere Bodenerosionen, die der Mensch durch Entwaldung, Überweidung und einseitige Bodenbewirtschaftung fördert. Regional betrachtet gibt es allerdings große Unterschiede. Jedoch beruhen die Schätzungen auf zum Teil über 20 Jahre alten Angaben. Daran sieht man, dass erheblicher Forschungsbedarf besteht.



Franz Makeschin war bis April 2013 Professor für Bodenkunde und Bodenschutz an der Technischen Universität Dresden. Der gelernte Landwirt ist unter anderem Vorsitzender der Kommission Bodenschutz beim Umweltbundesamt und Mitglied des Life, Environmental and Geo Sciences Scientific Committee von Science Europe.

### Wie steht denn die deutsche Bodenforschung im internationalen Vergleich da?

Wir haben individuell herausragende Forscher, die auch international sichtbar sind. Im Vergleich zu anderen Ländern müssen wir jedoch verstärkt Brücken bauen – etwa zwischen universitärer und außeruniversitärer Forschung, so wie es bei Projekten wie TERENO bereits vorbildlich gemacht wird. Solche Netzwerke gilt es auszubauen, auch international. Wir müssen aber nicht nur innerhalb der Wissenschaft aktiver werden, sondern auch gegenüber der Gesellschaft.

### Was heißt das?

Die Bodenforschung hat sich in der Vergangenheit zu stark auf rein wissenschaftliche Probleme konzentriert. Wir haben es vernachlässigt, die gesellschaftliche sowie die wirtschaftliche Bedeutung der Böden deutlich zu machen. Hier besteht Nachholbedarf. Dazu gehört es, Zusammenhänge, Probleme und Lösungsansätze auch für den Laien verständlich und begreifbar zu erläutern. Ziel ist es, der Bodenforschung ein Sprachrohr zu geben. Das wollen wir gemeinsam mit der Wirtschaft in Angriff nehmen. Dabei hoffen wir auch auf die Unterstützung der Politik.

**Georessource Boden – Wirtschaftsfaktor und Ökosystemdienstleister. Empfehlungen für eine Bündelung der wissenschaftlichen Kompetenz im Boden- und Landmanagement. Herausgegeben von der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech), Dezember 2012. Erschienen in der Reihe „acatech Position“.**



## MUSTER UND STRUKTUREN BESSER VERSTEHEN

Internationales Symposium über das System Boden-Vegetation-Atmosphäre

Eine wichtige Aufgabe der terrestrischen Forschung ist es, raumzeitliche Muster und Austauschprozesse innerhalb und zwischen Bio-, Hydro-, Pedo- und Atmosphäre besser zu verstehen. Das erfordert gemeinsames Denken und Arbeiten über die jeweiligen Fachgrenzen hinaus. Rund 150 Experten aus Asien, Amerika und Europa trafen sich Mitte März 2013 in Bonn, um sich beim internationalen Symposium „Patterns in Soil-Vegetation-Atmosphere Systems: Monitoring, Modelling and Data Assimilation“ über aktuelle Ansätze und Entwicklungen auszutauschen. Zu der Veranstaltung hatten der Sonderforschungsbereich Transregio 32 der Deutschen Forschungsgemeinschaft und das dänische HOBE Zentrum für Hydrology eingeladen.

Forscher berichteten über neueste Erkenntnisse und Techniken zu nichtinvasiven Messverfahren wie Geoelektrik, Elektromagnetik, spektral induzierte Polarisation und NMR-Spektroskopie. Ebenfalls vorgestellt wurden hochauflösende optische Fernerkundungstechniken, mit denen Vegetationsparameter bestimmt werden können,

etwa die Nutzung sonneninduzierter Fluoreszenz. Weitere zentrale Themen waren Integrative Terrestrial Systems – Modellplattformen, die alle zentralen Wechselwirkungen zwischen Grundwasser, Boden, Vegetation und Atmosphäre berücksichtigen – sowie die Integration von Daten über die raumzeitlichen Skalen.

Vorträge von Wissenschaftlern wie Prof. Dr. Roni Avissar (University of Miami, USA), Prof. Dr. Tissa Illangasekare (Colorado School of Mines, USA) und Prof. Dr. Dani Or (ETH Zürich, Schweiz) lieferten Anregungen zur intensiven Diskussion über Fragen wie: Welche Information können wir aus geophysikalischen Messungen erwarten? Welche Unsicherheiten sind im Boden-Vegetation-Atmosphäre-System zu berücksichtigen? Wie können wir Upscaling-Methoden entwickeln und damit Skalen-übergreifend den Austausch von Materie, Energie und Impuls zwischen Boden, Vegetation und Atmosphäre besser beschreiben?

Alle Vorträge stehen im Internet zum Download bereit: [www.tr32meeting.uni-koeln.de](http://www.tr32meeting.uni-koeln.de)



Posterpräsentation beim internationalen Symposium von Transregio 32 und HOBE.



Tagungsort der Konferenz: die Universität Bonn

## VON DER BEOBACHTUNG ZUR VORHERSAGE

TERENO veranstaltet 2014 internationale Konferenz über neue Forschungsansätze

Klima- und Landnutzungswandel sind Schlüsselfaktoren für die Veränderungen terrestrischer Systeme, mit denen sich die Gesellschaft in den nächsten Jahrzehnten auseinandersetzen muss. Die Veränderungen werden zu Reaktionen der Systeme auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen führen. Daraus ergeben sich große Herausforderungen für die terrestrische Umweltforschung. Um sich über neue Forschungsansätze und aktuelle Entwicklungen auszutauschen, veranstaltet TERENO vom 29. September bis zum 2. Oktober 2014 die internationale Konferenz „From observation to prediction in terrestrial systems“. Veranstaltungsort ist die Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Forscherinnen und Forscher aus allen Ländern und allen Disziplinen der Geoforschung sind eingeladen, sich zu beteiligen.

Neue Ansätze sind gefragt, um den komplexen Wechselwirkungen und Rückkopplungsmechanismen zwischen den verschiedenen Bereichen des terrestrischen Systems auf die Spur zu kommen und Langzeittrends von Zuständen und Stoffflüssen zu erkennen. Daher hat die Entwicklung und Implementierung groß angelegter, langfristiger, integrierter Infrastrukturen immer mehr an Bedeutung gewonnen. Wir erbitten Beiträge, die sich mit dem System Untergrund-Landoberfläche-Atmosphäre von der Mikro- bis zur Mesoskala beschäftigen. Von besonderem Interesse sind Studien zu neuen Sensortechnologien für terrestrische Systeme, Methoden und Fallstudien, die Management-, Modell- und Beobachtungsskalen miteinander verknüpfen, Untersuchungen zu gekoppelten Prozessen in Boden-Pflanzen-Atmosphäre-Systemen sowie Ansätze zur Datenassimilation und zur Vorhersage von Zuständen sowie Stoffflüssen in terrestrischen Systemen.

**Kontakt:** Dr. Heye Bogena, Forschungszentrum Jülich, [h.bogena@fz-juelich.de](mailto:h.bogena@fz-juelich.de)

### ICOS-Deutschland gestartet

Mit ICOS-Deutschland entsteht ein nationales Messnetz zur Erfassung von Treibhausgasen. Das Netzwerk, das am 1. April 2013 seine Arbeit aufgenommen hat, vereint bislang zumeist unabhängig voneinander arbeitende Messstandorte. Auch die TERENO-Observatorien gehören dazu. ICOS-Deutschland ist Teil der europäischen Initiative „Integrated Carbon Observation System“ (ICOS), die durch kontinuierliche, qualitativ hochwertige und standardisierte Messungen ein europäisches Gesamtbild von Kohlendioxid und anderen klimarelevanten Spurengasen erstellen will.

Im Rahmen von ICOS-Deutschland werden neue Messgeräte für die einzelnen Standorte angeschafft sowie ein zentrales Mess- und Kalibrierlabor in Jena errichtet. Der Ausbau der Infrastruktur, den das Bundesministerium für Bildung und Forschung mit rund 15 Millionen Euro fördert, soll bis spätestens 2016 abgeschlossen sein. Bis dahin sollen zu den bislang 13 beteiligten Einrichtungen weitere Forschungseinrichtungen und Hochschulen hinzukommen.

[www.icos-infrastruktur.de](http://www.icos-infrastruktur.de)

## AUF KOMMENDE VERÄNDERUNGEN VORBEREITEN

### Forschungscluster WESS untersucht Wasserkreislauf und Stoffflüsse

Der Wasserkreislauf und die Stoffflüsse in Wasser, Boden und Atmosphäre sind empfindliche Systeme. Klimawandel, veränderte Landnutzung und durch den Menschen verursachte Schadstoffemissionen beeinflussen sie. Was mit Wasserkreislauf und Stoffflüssen passiert, wenn sich diese drei Umweltfaktoren verändern, untersucht der Water and Earth System Science Competence Cluster (WESS) – mit Hilfe von TERENO. Auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse wollen die Forscher Strategien entwickeln, mit denen drohende Umweltprobleme vermieden oder gemanagt werden können.

Die notwendigen Daten sammeln die an WESS beteiligten Wissenschaftler in zwei unterschiedlichen Flusseinzugsgebieten: im Oberen Neckartal in Baden-Württemberg und dem Bodeeinzugsgebiet in Sachsen-Anhalt, einem wichtigen Teil des TERENO-Observatoriums „Harz/Mitteldeutsches Tiefland“. Bei den Untersuchungen in den TERENO-Testgebieten profitiert WESS von deren umfangreicher Ausstattung mit Messinstrumenten und den zahlreichen Daten, die dort bereits

erhoben wurden – beispielsweise im Versuchsgebiet an der Selke, einem Zufluss der Bode. Dort erforscht WESS den Stoffaustausch in der hyporheischen Zone, das sind die Sedimente von Fließgewässern und ihren benachbarten Bereichen. Mit Hilfe von intensiven Messkampagnen und Fernerkundungsdaten wollen die Forscher außerdem die Landoberfläche von kleinen hydrologischen Einzugsgebieten besser charakterisieren, etwa vom Intensivtestgebiet Schäfertal, um die Wasser- und Wärmeaustauschflüsse zu bestimmen. Das Schäfertal steht auch bei der Entwicklung eines skalierbaren Boden-Landschaftsmodells im Fokus. In den Einzugsgebieten von Selke, Bode und Sauerbach, einem weiteren TERENO-Standort, untersucht WESS darüber hinaus den Transport und die Konzentration von umweltschädlichen polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in Flüssen. Vergleiche mit den Ergebnissen aus dem Neckar-Einzugsgebiet werden helfen, den Wasserkreislauf in unterschiedlichen Landschaften besser zu verstehen – und die Reaktion von Landschaften auf Verschmutzung. ■



An der Schnittstelle zwischen Oberflächen- und Grundwasser: geoelektrische Messungen des Strömungsfelds innerhalb einer Kiesbank.

### WESS

Der Water and Earth System Science Competence Cluster (WESS) wurde 2009 gemeinsam von den Universitäten Tübingen, Hohenheim und Stuttgart sowie dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ gegründet. Er ist Teil des Helmholtz-Wassernetzwerkes und Mitglied in der Water Science Alliance. [www.wess.info](http://www.wess.info) ■

## IN DER „CRITICAL ZONE“

### SoilTrEC sucht weltweit Partner für ein globales Netzwerk von Critical Zone-Observatorien zur Bodenforschung



Der rund 2,5 Kilometer lange Dammgletscher in der Schweiz ist eines der vier Critical-Zone-Observatorien von SoilTrEC. Gegenüber 1920 ist der Gletscher um rund 400 Meter geschrumpft.

Weltweit verschlechtert sich die Bodenqualität. Diese bedrohliche Entwicklung erfordert koordinierte Maßnahmen auf internationaler Ebene. Die Europäische Union hat 2007 in ihrer Strategie für Bodenschutz vorrangige Forschungsfelder definiert. Genau diese Themenfelder erforscht SoilTrEC (Soil Transformations in European Catchments), ein auf fünf Jahre angelegtes von der EU gefördertes Forschungsprojekt, das sich insbesondere mit Bodenprozessen und deren Funktion in der „Critical Zone“ (CZ) beschäftigt. Diese Zone umfasst den obersten Teil der Erd-

kruste von der Vegetationsbedeckung bis zu den Grundwasserleitern und liefert uns überlebenswichtige Ressourcen. Doch durch Bevölkerungs- und Wohlstandswachstum ist die CZ enormen Belastungen ausgesetzt. Ein Ziel von SoilTrEC ist es, gemeinsam mit Partnern aus aller Welt ein globales Netzwerk von „Critical Zone“-Observatorien (CZO) aufzubauen.

SoilTrEC umfasst vier europäische CZOs, die zentrale Stadien des Bodenkreislaufs repräsentieren. Durch ein besseres Verständnis, wie sich

Bodenprozesse in diesem Kreislauf entwickeln, wollen die Wissenschaftler neue Erkenntnisse für die Bodenforschung gewinnen. Die vier Observatorien bilden gemeinsam mit Forschungsstationen in China, der EU und den USA das erste globale Netzwerk dieser Art. Ein spezielles Modell ermöglicht die Untersuchung von Bodenprozessen entlang ihrer Umweltgradienten im globalen Maßstab und liefert eine solide Faktenlage für politische Entscheidungsträger.

Projektkoordinator Prof. Steve Banwart von der Universität Sheffield in England betont, dass Netzwerk und Datenauswertung nur als internationale Kooperation erfolgreich sein können. Ein geeigneter Partner ist TERENO, das mit seinen Langzeitprojekten TERENO-SOILCan und SoilNet sowie dem Datenaustauschportal TEODOOR einen wichtigen Beitrag leisten kann. Mit Wissenschaftlern am TERENO-Observatorium „Bayerische Alpen/Voralpen“ hat Steve Banwart bereits eng zusammengearbeitet. Mit TERENO-Projektkoordinator Prof. Dr. Harry Vereecken befindet er sich im ständigen Austausch: „Wir beide sind der Ansicht, dass in den verschiedenen Netzwerken großes Potential steckt, die terrestrische Forschung zusammenzubringen.“

[www.soiltr.ec.eu](http://www.soiltr.ec.eu) ■

Steve Banwart. *Save our soils*. Nature, 2011, Vol. 474, Iss. 7350, pp 151–152.

Doi:10.1038/474151a ■

## EINBLICKE IN VERWANDTE INTERNATIONALE PROJEKTE

### TERENO-Workshop 2013 in Garmisch-Partenkirchen

Beim diesjährigen TERENO-Workshop im Juni in Garmisch-Partenkirchen standen neben dem Überblick über laufende Aktivitäten des Helmholtz-Großprojekts Forschungsansätze und Vorhaben anderer Projekte im Fokus. Namhafte nationale und internationale Gastrednerinnen und -redner stellten verwandte Projekte im Ausland vor und berichteten über für TERENO interessante Forschungsaktivitäten. Das zweitägige Treffen hatte das Institut für Meteorologie und Klimaforschung – Atmosphärische Umweltforschung IMK-IFU des KIT organisiert.

Prof. Dr. Henry Lin von der Pennsylvania State University, USA, und Mitglied des TERENO-Berats erläuterte die „Critical Zone Observatories“ in den USA. Das Netzwerk erforscht unter anderem den Transport von Energie und Stoffen

in der sogenannten „Critical Zone“ der Erde und deren Weiterentwicklung. Dr. Eva van Gorsel von der Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Australiens Forschungsorganisation, gab den Teilnehmern einen Einblick in das nationale „Terrestrial Ecosystem Research Network“, das sich mit dem gesamten Ökosystem Australiens beschäftigt. In weiteren Vorträgen wurden Forschungen über Kohlendioxid und das Ökosystem, über die Messung und Modellierung von Treibhausgasemissionen in städtischen Regionen und über die Erfassung von Kohlenstoffflüssen in Permafrostregionen der Arktis vorgestellt. Mitglieder der TERENO-Koordinations-Teams Datenmanagement, Hydrologie und Paläoklima berichteten zudem über den aktuellen Stand ihrer Arbeiten. Weitere Themen waren die neuesten Entwicklungen bei Projekten wie ACROSS, REKLIM, ICOS, und UrbENO sowie die neue Helm-

holtz-Allianz „Fernerkundung und Dynamik des Erdsystems“. Außerdem präsentierten Doktorantinnen und Doktoranden der an TERENO beteiligten Zentren Poster über aktuelle Forschungsergebnisse aus den vier TERENO-Observatorien. Der zweite Tag stand ganz im Zeichen der „Neuen Themen in TERENO“. Drei Impulsvorträge lieferten Stoff für ausgiebige Diskussionen. So referierte Prof. Dr. Stefan Kollet vom Forschungszentrum Jülich zum Thema „Integrated Modelling“, Dr. Ellen Banzhaf vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ zum Thema „Urbanes System“ und Dr. Hannes Taubenböck vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt zum Thema „Fernerkundung urbaner Räume“.

#### Material zum Workshop:

[teodoor.icg.kfa-juelich.de/workshops-de](http://teodoor.icg.kfa-juelich.de/workshops-de)

### TAGUNGSBERICHTE



Teilnehmer des ICLEA-Workshops vor dem Czechowiznaer See in Polen.

### LANDSCHAFTSWANDEL IM NÖRDLICHEN MITTELEUROPA

Wie können Klimadynamik und Landschaftsentwicklung in der baltischen Tiefebene seit der letzten Eiszeit besser verstanden werden? Hinterlässt der anthropogen beeinflusste Klimawandel bereits deutliche Spuren? Oder steckt hinter den beobachteten Veränderungen die natürliche Variabilität des Klimas, wie sie den Menschen seit Jahrtausenden begleitet? Diese und weitere Fragen diskutierten Ende April 2013 im nordpolnischen Stara Kiszewa rund 75 Wissenschaftler beim 2. Internationalen Jahresworkshop des „Helmholtz Virtual Institute of Integrated Climate and Landscape Evolution Analyses“ (ICLEA). Darüber hinaus definierten die Teilnehmer künftige Forschungsthemen und verabredeten vergleichende Untersuchungen. „Der Workshop markiert einen großen Fortschritt bei der internationalen Kooperation unterschiedlicher Wissenschaften“, zog Prof. Dr. Jörg F. Negendank, Mitglied des internationalen Advisory Boards von ICLEA, Bilanz. Das virtuelle Institut, koordiniert durch das Deutsche GeoForschungsZentrum, untersucht die langfristige Landschaftsentwicklung

im norddeutsch-nordpolnischen Tiefland. Dafür nutzen die deutschen und polnischen Partner intensiv die Infrastrukturen des TERENO-Observatoriums „Nordostdeutsches Tiefland“.

#### Tagungsband zum Workshop:

DOI: 10.2312/GFZ.b103-13047

### LANGFRISTIGE STANDORT-VERÄNDERUNGEN IM BLICK

Anfang Mai 2013 traf sich die Arbeitsgruppe „Paläopedologie“ in der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft zu ihrer Jahrestagung in Klink/Müritz. Die Forscherinnen und Forscher, die sich mit der langfristigen Entwicklung von Böden beschäftigen, machten sich unter anderem mit den Fortschritten in der boden- und landschaftsgeschichtlichen Forschung im Rahmen von TERENO vertraut. Das Deutsche GeoForschungsZentrum (GFZ) hatte dazu gemeinsam mit der Universität Greifswald und dem Müritz-Nationalpark zu

zwei Feldexkursionen im TERENO-Observatorium „Nordostdeutsches Tiefland“ eingeladen. Den rund 30 Teilnehmern wurde anhand von Boden-Sediment-Abfolgen am Fürstenseer See verdeutlicht, dass sich maximale hydrologische Ereignisse sehr gut mittels eines bodenkundlich-geomorphologischen Ansatzes rekonstruieren lassen. Der Wert von bodengeschichtlichen Befunden zeigte sich in den Buchenwäldern um Serahn, einem UNESCO-Weltnaturerbe, und in dem von Kiefernforsten bestockten Binnendünengebiet an der Müritz. Forschungen haben ergeben, dass trotz teilweise urwaldähnlich anmutender, jahrhundertealter Baumbestände Böden und Geländeformen im Nationalpark auf großer Fläche stark vom Menschen beeinflusst sind.

[www.dbges.de/wb/pages/working-groups/paleopedology.php](http://www.dbges.de/wb/pages/working-groups/paleopedology.php)



Bodengeschichtliche Befunde vor Ort erleben: Tagungsteilnehmer bei einer Exkursion im Müritz-Nationalpark.

## ZURÜCK ZUM HEIMISCHEN LAUBMISCHWALD

Nationalpark Eifel: TERENO begleitet Renaturierung



Rund 1250 Bodenproben haben die Forscher im Fichtenwald am Wüstabach genommen, bevor der Nationalpark Eifel mit der Umwandlung in einen Laubmischwald begonnen hat (im Bild: Probenahme mit einer Rammsonde).

Der Nationalpark Eifel hat im Sommer begonnen, den Fichtenwald am Wüstabach in einen Laubmischwald umzuwandeln. Im Rahmen von TERENO begleiten Wissenschaftler des Forschungszentrums Jülich und ihre Kollegen von den Universitäten Bonn, Köln und Trier das Vorhaben. Gemeinsam mit dem Nationalpark und den regionalen Wasserverbänden wollen sie erstmals langfristig und kontinuierlich untersuchen, welche Auswirkungen ein solcher Prozess auf einen Standort hat. Dazu haben sie im Juni rund 1250 Bodenproben aus verschiedenen Tiefen genommen. Sie dienen als Ausgangsbasis, mit der künftige Proben verglichen werden.

Fichten wurden im 19. und 20. Jahrhundert gepflanzt, um die vom Menschen entwaldeten Gebiete der Eifel wieder aufzuforsten. Der Nationalpark Eifel möchte den heimischen Baumarten ihren Lebensraum zurückgeben. Das verbessert zum Beispiel die Bedingungen für heimische und teilweise selten gewordene Tiere. Für die Bodenwissenschaft ist die Umwandlung ein spannender Vorgang. Wie reagiert die Umwelt auf die Entfernung von rund acht Hektar Fichtenwald?

Wie ändern sich langfristig Wasser-, Kohlenstoff- und Stickstoffhaushalt? Bislang gibt es keine Untersuchungen, die auf mehrere Jahre angelegt sind. Der Wüstabach als wichtiger Standort im TERENO-Observatorium „Eifel/Niederrheinische Bucht“ ist hierfür ideal. Zahlreiche Messgeräte erfassen zeitlich hoch aufgelöst Veränderungen der Flora und Fauna, die Bodenfeuchte sowie bodenphysikalische und bodenchemische Eigenschaften. Das gilt ebenso für den Austausch von Treibhausgasen zwischen Boden und Atmosphäre. „Da die Versuchsfläche ein in sich geschlossenes Wassereinzugsgebiet ist, können wir tatsächlich Stoff- und Wasserflüsse bilanzieren“, erläutert Dr. Thomas Pütz vom Forschungszentrum Jülich.

Die Ergebnisse sind auch für den Natur- und Klimaschutz in anderen Ländern von Interesse. Beispielsweise kommt es in Skandinavien und Russland immer wieder zur Abholzung von Nadelwäldern, ohne dass die Folgen untersucht werden. Dabei sind die Wälder ein bedeutender erdgebundener Kohlenstoffspeicher und somit ein wichtiger Faktor für das globale Klima. ■

## DIE VERDUNSTUNG VERSTEHEN

Messkampagne erfasst Temperaturmuster in Nordostdeutschland

Anfang Juli über Vorpommern: Ein Hubschrauber der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) dreht seine Kreise. An Bord der Sikorsky S-76B befindet sich eine Wärmebildkamera, die großflächig Aufschluss über die Oberflächentemperatur der Landschaft gibt. Die Messkampagne ist ein Gemeinschaftsprojekt der BGR und des Deutschen GeoForschungsZentrums – GFZ Potsdam. Die thermalen Fernerkundungsdaten sollen helfen, mehr über das System Klima-Boden-Vegetation herauszufinden, insbesondere über die Verdunstung.

Für die Kampagne hatten die Wissenschaftler zwei jeweils etwa vier Quadratkilometer große Beobachtungsflächen im Testfeld DEMMIN ausgesucht. Der Forschungsstandort des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), ein wichtiges Versuchsgebiet im TERENO-Observatorium „Nordostdeutsches Tiefland“, ist dank der weiträumigen Ackerflächen bestens geeignet. Bereits im vergangenen Jahr hatten die Partner dort Wärmebildaufnahmen aus der Luft gemacht. In diesem Sommer spielte jedoch das Wetter viel besser mit: An drei der zehn angesetzten Flugtage herrschte ideales Fernerkundungswetter. In der Zeit konnten zahlreiche Aufnahmen gemacht

werden, etwa zu unterschiedlichen Tageszeiten, um die Temperaturabstrahlung der Objekte in ihrer Abhängigkeit von der Einstrahlung der Sonne zu erfassen.

### Daten kombinieren

Um die Thermalmessdaten des Bodens und der Pflanzen in verschiedenen Raumskalen zu erheben, nahm das Team zusätzlich Wärmebilder von einer Hebebühne aus 20 Metern Höhe auf. Zusätzlich lieferte eine Hyperspektralkamera vom Flugzeug aus optische Fernerkundungsdaten,

beispielsweise für detaillierte Materialinformationen über die Oberflächen. Außerdem bestimmten die GFZ-Forscher Temperatur, Bodenfeuchte und Vegetationsstruktur am Boden. Vor Beginn der Kampagne hatten sie bereits zahlreiche Bodenproben genommen, spektrale Eigenschaften von Vegetation und Boden erfasst sowie eine umfangreiche Dokumentation der Untersuchungsgebiete durchgeführt. „Indem wir alle Daten in Verbindung setzen, wollen wir die Zusammenhänge zwischen Temperatur, Bodenfeuchte und Verdunstung besser verstehen“, erklärt Dr. Sibylle Itzerott vom GFZ. ■

Start zum Messflug: Der Hubschrauber der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe machte Wärmebildaufnahmen vom Testfeld DEMMIN.



## LANDKARTE DER BODENEIGENSCHAFTEN

### Bessere Modellierung dank SLAM

*TERENO bietet ideale Bedingungen zur Überprüfung des SLAM-Konzeptes, etwa das Intensivuntersuchungsgebiet Sauerbach.*

Jedes noch so kleine Stück Boden ist anders. Das macht es für Forscher so schwierig, Bodeneigenschaften nicht nur an einzelnen Punkten, sondern flächendeckend zuverlässig abzuschätzen – etwa Bodendichte, Wasserverfügbarkeit oder die Fähigkeit Nährstoffe zu speichern. Mit Soil-Landscape-Modeling (SLAM) entwickeln Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung – UFZ ein Konzept, mit dem künftig eine detaillierte „Landkarte“ funktioneller Bodeneigenschaften erstellt werden kann.



SLAM ist Teil des Projektes „Water and solute fluxes in catchments“, bei dem UFZ-Forscher verschiedene Aspekte des Bodens flächendeckend mit verschiedenen Auflösungen betrachten. Unter anderem werden vorhandene Informationen zu Geologie, Topographie und Landnutzung verwendet, um die Bodenentwicklung in Bezug auf Landschaften zu modellieren. Die Wissenschaftler führen außerdem geophysikalische Messungen durch und nutzen Daten aus luft- und satellitengestützter Fernerkundung. Die verschiedenen Methoden liefern zwar sehr unterschiedliche Informationen, stehen aber alle in Beziehung zur

Verteilung von Bodeneigenschaften. „Alle zusammen bilden die nötige Grundlage, um Verteilungsmuster von Böden in der Landschaft zu prognostizieren“, erklärt Prof. Dr. Hans-Jörg Vogel, Leiter des UFZ-Departments Bodenphysik. Auf Basis dieser „Kartierung“ können dann auch funktionelle Eigenschaften des Bodens zugeordnet werden – etwa für Wasser- und Stoffflüsse. Damit kann SLAM Parameter für die Modellierung dieser Flüsse liefern. Dies wird in Zukunft bessere Vorhersagen von Wasser- und Stoffflüssen erlauben, verschiedene Modellkonzepte können so besser miteinander verglichen werden.

TERENO bietet einen optimalen Rahmen für die Entwicklung von SLAM. In Einzugsgebieten wie etwa dem Schäfertal im TERENO-Observatorium „Harz/Mitteldeutsches Tiefland“ existieren engmaschige Netze von direkten Messungen im Boden. Auf diesen Flächen lässt sich das SLAM-Konzept unmittelbar überprüfen – beispielsweise, welche Informationen für eine Schätzung von Bodeneigenschaften benötigt werden und wie groß die Unsicherheiten solcher Vorhersagen sind. Am Ende sollen die entwickelten Methoden auch auf andere Gebiete und Regionen übertragbar sein. ■

## DIE EICHE UND IHRE PARTNER

### Projekt „TrophinOak“ untersucht Wechselwirkungen

*Noch im Reagenzglas, später in der freien Natur: Stecklinge der heimischen Stieleiche.*



Arten kommen in Ökosystemen nicht alleine vor. Sie bilden mit Pflanzen, Insekten und Mikroorganismen Lebensgemeinschaften, die von einem komplexen System verschiedener Wechselwirkungen geprägt sind. Im Projekt „TrophinOak“, das die Deutsche Forschungsgemeinschaft seit 2010 fördert, steht die Eiche im Mittelpunkt. Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung – UFZ sowie deren Kollegen von fünf deutschen Universitäten analysieren den Einfluss, den die unterschiedlichen Partner im Ökosystem auf den Baum haben. Ebenfalls untersucht wird der Einfluss von klimatischen Bedingungen.

Die Eiche ist eine der wichtigsten Laubbaumgattungen auf der nördlichen Erdhalbkugel. Gerade bei ihr prägen Wechselwirkungen mit sogenannten biotrophen Partnern – also Organismen, die sich von lebenden Pflanzen- oder Tiersubstanzen ernähren – Pflanzenfunktionen und interne Prozesse, wie etwa das Wurzelwachstum. Für ihre Untersuchungen haben die Wissenschaftler im Labor Stecklinge der heimischen Stieleiche im Reagenzglas gezüchtet. Unter strikt kontrollier-

ten Bedingungen kommen die Stecklinge mit Bakterien, Pflanzenfressern und parasitischen beziehungsweise symbiotischen Pilzen zusammen. Dabei vergleichen die Forscher, wie beispielsweise die Genaktivität während der einzelnen Wechselwirkungen gesteuert wird oder wie Nährstoffe in der Eiche verteilt werden.

### Aufbau eines Phytometer-Systems

Um die Laborerkenntnisse in Feldversuchen zu überprüfen, baut die Forschergruppe parallel ein sogenanntes Phytometer-System auf. Dazu werden einige Setzlinge in Versuchsflächen eingepflanzt – und zwar im TERENO-Observatorium „Harz/Mitteldeutsches Tiefland“ entlang eines vorher bestimmten Klimagefälles. Die TERENO-Standorte haben den Vorteil, dass sie mit zahlreichen Instrumenten ausgestattet sind. Dabei beobachten die TERENO-Forscher auch Vögel, Schmetterlinge und andere Insekten sowie die Vegetation. Bei den Labor- und Feldversuchen wird ebenfalls untersucht, wie der Klimawandel die Eichen und die Wechselwirkungen beeinflusst. Klimaforscher erwarten, dass es in einigen Teilen Deutschlands wärmer und trockener wird. Anders als etwa bei Nadelbäumen werden der Eiche gute Chancen eingeräumt, mit den veränderten Bedingungen zurecht zu kommen.

[www.ufz.de/trophinoak/](http://www.ufz.de/trophinoak/) ■

## OPTIMAL KOMBINIEREN

### Bodenfeuchte: Fusion von Messmethoden bei Flugkampagne überprüft

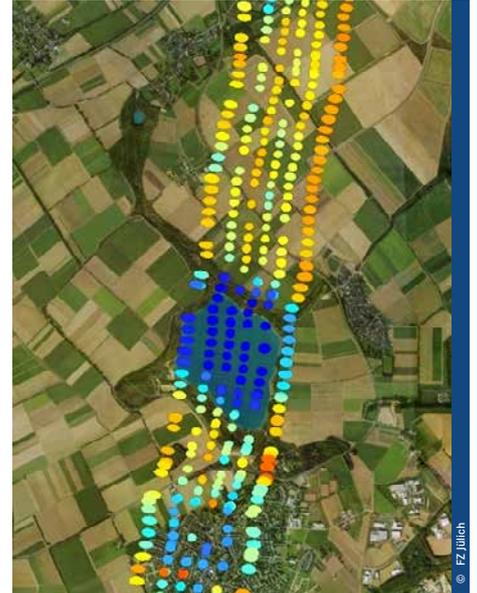
TERENO-Wissenschaftler haben bei Messflügen mehrere Wochen lang eine Kombination von zwei Messverfahren zur Erfassung der Bodenfeuchte getestet. Von der Verbindung von Radar und Radiometer erhoffen sie sich genauere Daten. Die Messungen sind zugleich wichtige Vorarbeiten für die Satelliten-Mission SMAP (Soil Moisture Active and Passive), die die amerikanische Raumfahrtbehörde NASA 2015 starten wird (siehe Newsletter 1/2013).

„Die Flüge über die Einzugsgebiete der Rur im TERENO-Observatorium ‚Eifel/Niederrheinische Bucht‘ und der Bode im Observatorium ‚Harz/Mitteldeutsches Tiefland‘ haben gezeigt, dass wir auf einem sehr guten Weg sind, die beiden Methoden optimal zu kombinieren“, sagt Dr. Carsten Montzka vom Bereich Agrosphäre des Forschungszentrums Jülich. Der Wassergehalt der oberen Bodenschicht beeinflusst den Austausch von Energie und Wasser zwischen Boden und Atmosphäre. Mit genaueren Daten über die Bodenfeuchte lassen sich beispielsweise Wetter- und Flutvorhersagen verbessern. Zwei verschiedene Sensortypen kommen in Flugzeugen und

auf Satelliten zum Einsatz, um den Wassergehalt mittels Mikrowellen zu bestimmen: Radiometer und Radar. Die TERENO-Forscher wollen die Verfahren verbinden. Dafür entwickeln, testen und analysieren sie Algorithmen.

Das Radar sendet Mikrowellen aus, die von einem feuchten Boden anders zurückgeworfen werden als von einem trockenen Boden. Das reflektierte Signal ist also ein Maß für den Wassergehalt in der oberen Bodenschicht. Je nach Boden wird bis in eine Tiefe von 3 bis 5 Zentimeter gemessen. „Dabei misst das Radar räumlich sehr präzise, die Ermittlung des Bodenwassergehaltes ist aber stark von der Rauigkeit der Bodenoberfläche abhängig“, erklärt Carsten Montzka. Das Radiometer sendet dagegen selbst keine Signale, sondern empfängt elektromagnetische Strahlung von der Erdoberfläche. „Zwar in geringer räumlicher Auflösung, aber dafür können wir aus diesen Daten sehr exakte Werte für die Bodenfeuchte ermitteln.“

Für die Kampagne hatte das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt sein Forschungsflugzeug Dornier Do228 zur Verfügung gestellt, das mit



Radiometer liefern exakte Daten zur Bodenfeuchte, aber in geringer räumlicher Auflösung, hier Messungen beim Überflug über den Blausteinsee in der Nähe von Jülich.

dem Radarsystem F-SAR und dem Radiometer PLMR2 ausgerüstet ist. Zur Validierung führten die Forscher Feuchtemessungen am Boden durch. Die Ergebnisse fließen in die NASA-Mission SMAP ein, die ebenfalls auf den Einsatz der Messverfahren im Kombipack setzt. ■

## DIE ROLLE DER WOLKEN

### Messkampagne erfasst räumliche Schwankungen der Sonneneinstrahlung

Wolken und Schwebeteilchen beeinflussen maßgeblich die Sonneneinstrahlung am Boden, wobei Wolken diese sowohl abschwächen als auch verstärken können. Wissenschaftler des Forschungszentrums Jülich und des Leibniz-Instituts für Troposphärenforschung (TROPOS) haben erstmalig in Deutschland die durch Wolken verursachten räumlichen Schwankungen der Einstrahlung in einer Region untersucht. Dazu haben sie im Juni und Juli dieses Jahres Messungen rund um Jülich durchgeführt.

Jede Wolke sieht nicht nur anders aus, mal ziehen diese Gebilde schneller, mal langsamer über den Himmel hinweg. Zudem ändern sie dabei ihre Gestalt und Größe. Das bedeutet, dass die Sonneneinstrahlung auf den Boden innerhalb weniger Meter ganz unterschiedlich ausfallen und sich innerhalb kurzer Zeit verändern kann. Dabei hat sie erheblichen Einfluss auf Prozesse wie Verdunstung oder die allmorgendliche Erwärmung des Erdbodens und der Luft.

Die Forscher haben mittels der gut ausgestatteten Infrastruktur des TERENO-Observatoriums



Rund 100 Pyranometer hatten TROPOS-Wissenschaftler in der Nähe von Jülich installiert. Diese Geräte erfassen die solare Einstrahlung.

„Eifel/Niederrheinische Bucht“ und des Sonderforschungsbereiches Transregio 32 Daten zu den wichtigen Stoffflüssen und Zustandsgrößen gesammelt.

### 100 Pyranometer installiert

Die solare Einstrahlung erfassen 100 spezielle Messgeräte des TROPOS, sogenannte Pyranometer, die eine Fläche von etwa sieben mal zehn Kilometern südöstlich von Jülich abdecken. Auch im Wald am Wüstebach im Nationalpark Eifel hatten die Wissenschaftler einige Geräte installiert. Anders als auf einem freien Feld geben

dort Bäume zusätzlich Schatten und beeinflussen so die Sonneneinstrahlung auf den Boden. Die Daten werden nun ausgewertet.

Die Untersuchungen schlossen an die Messkampagne HOPE an, die dieses Frühjahr im Rahmen des Projektes „Wolken- und Niederschlagsprozesse im Klimasystem – HD(CP)2“ in Jülich durchgeführt wurde. Auch dafür hatten TERENO und der Transregio 32 ihre Messnetzwerke zur Verfügung gestellt. HD(CP)2 untersucht die Rolle von Wolken im Strahlungshaushalt und damit im Klimasystem unseres Planeten.

<http://hdcp2.zmaw.de/> ■

## VERÖFFENTLICHUNGEN

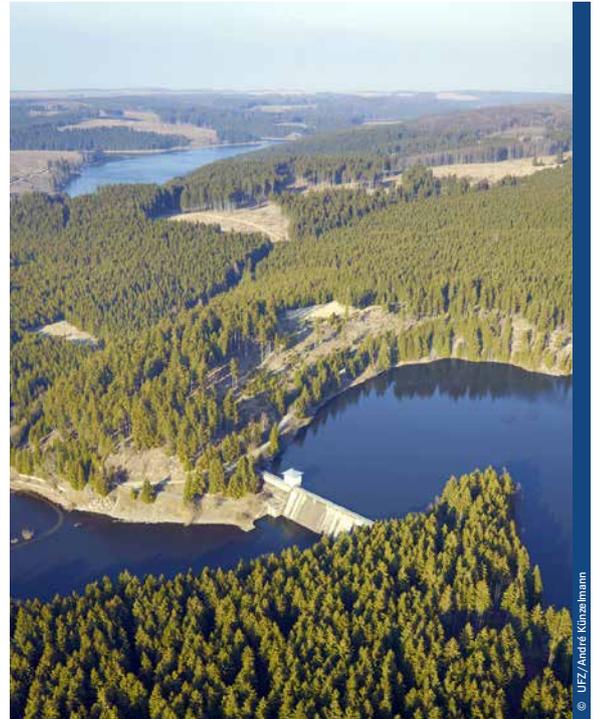
### STOFFSTRÖME UND WASSERQUALITÄT BEI TALSPERREN

Das Einzugsgebiet einer Talsperre hat maßgeblichen Einfluss auf deren Wasserqualität und Ökosystemdynamik. Daher liefern diese Eigenschaften wichtige Informationen über biogeochemische und hydrologische Prozesse im Einzugsgebiet. Im Rahmen von TERENO haben Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung – UFZ ein Online-Monitoring-System an Deutschlands größter Trinkwassertalsperre etabliert: der Rappbode-Talsperre im Harz. Mit dem System wollen sie Stoffströme und Wasserqualität kontinuierlich erfassen. Das TERENO-Talsperren-Observatorium an der Rappbode-Talsperre (TOR) besteht aus einer Reihe von Online-Sensoren, mit denen die Forscher physikalische, chemische und biologische Variablen messen. Außerdem nehmen die Wissenschaftler alle zwei Wochen limnologische Proben. TOR dient sowohl wissenschaftlichem Monitoring und Prozessstudien in TERENO als auch dem Talsperrenmanagement.

Um kurzfristige Dynamik zu erfassen, messen die Forscher mit hoher zeitlicher Auflösung. Der Vorteil zeigte sich bei einem Hochwasser im Sommer 2012. Damals wurden hohe Mengen gelösten organischen Kohlenstoffs im Einzugsgebiet mobilisiert. Die Messungen zeigten, dass sich die unterhalb liegende Überleitungssperre Königshütte innerhalb weniger Tage von einem Nährstoff- und Algen-reichen Gewässer zu einem Algen-armen Braunwassersee wandelte. Ohne die zeitlich hochauflösenden Messungen wäre die enorme Dynamik dieser Prozesse verborgen geblieben. Das zeitlich hochaufgelöste Messen ist ebenfalls für das Monitoring der Ökosystemdynamik wichtig, beispielsweise bei der Sauerstoffproduktion durch Algen oder der Sauerstoffzehrung durch Mikroorganismen. TOR bietet darüber hinaus eine hervorragende Grundlage für den Einsatz und die Weiterentwicklung von Gewässermodellen und ermöglicht Verknüpfungen zu zahlreichen weiteren TERENO-Aktivitäten im Einzugsgebiet der Bode.

Karsten Rinke, Burkhard Kuehn, Serghei Bocaniov, Katrin Wendt-Potthoff, Olaf Büttner, Jörg Tittel, Martin Schultze, Peter Herzprung, Helmut Rönicke, Karsten Rink, Kristine Rinke, Maren Dietze, Marco Matthes, Lothar Paul und Kurt Friese. *Reservoirs as sentinels of catchments: the Rappbode Reservoir Observatory (Harz Mountains, Germany)*. Environmental Earth Science, 2013, Vol. 69, Issue 2, pp. 523-536.

Doi: [10.1007/s12665-013-2464-2](https://doi.org/10.1007/s12665-013-2464-2)



Die Rappbode-Talsperre im Harz ist Deutschlands größte Trinkwassertalsperre. UFZ-Wissenschaftler erfassen dort mit Hilfe eines Online-Monitoring-Systems kontinuierlich Stoffströme und Wasserqualität.

### LANGFRISTIGE HOCHWASSERDYNAMIK DER AMMER



Mittels einer Bohrplattform sammeln Forscher Sedimentkerne vom Grund des Ammersees.

Jährlich lagern sich Sedimente am Boden eines Sees an. Diese aufeinander gestapelten Schichten bieten die einzigartige Möglichkeit, mit neuen hochauflösenden Analysetechniken lange Zeitreihen von Hochwassern zu erstellen. Markus Czymzik hat im Rahmen seiner Dissertation am Deutschen GeoForschungsZentrum (GFZ) eine 5500 Jahre zurückreichende Hochwasser-Zeitrei-

he für den Ammersee im TERENO-Observatorium „Bayerische Alpen/Voralpenland“ erstellt. Dafür hatte er zwei je zehn Meter lange Sedimentkerne ausgewertet und insgesamt 1573 Hochwasserereignisse ermittelt. Die Untersuchung basiert auf einer neuartigen, am GFZ entwickelten Kombination von mikroskopischen Analysen und hochauflösenden geochemischen Scanner-Verfahren im

Mikrometerbereich. Der Abgleich der Schichten mit hydrologischen und meteorologischen Messdaten bestätigt, dass es sich eindeutig um Ablagerungen von Sommerhochwassern handelt.

Die Arbeit zeigt, dass die Intensität des Sommerhochwassers der Ammer in den letzten 5500 Jahren zugenommen hat. Die Wissenschaftler haben dabei festgestellt, dass dies parallel zur abnehmenden Sommereinstrahlung verläuft, die sich durch die Änderung der Erdumlaufbahn um die Sonne ergibt. Zum anderen schwankt die Häufigkeit des Hochwassers sehr stark: etwa um den Faktor 10 zwischen Hochwasserminima (2 Hochwasser in 30 Jahren) und Hochwassermaxima (20 Hochwasser in 30 Jahren). Diese Schwankungen werden durch Änderungen von Großwetterlagen ausgelöst und gehen einher mit Variationen der Sonnenaktivität.

Markus Czymzik, Achim Brauer, Peter Dulski, Birgit Plessen, Rudolf Naumann, Ulrich von Grafenstein, Raphael Scheffler. *Orbital and solar forcing of shifts in Mid- to Late Holocene flood intensity from varved sediments of pre-alpine Lake Ammersee (southern Germany)*. Quaternary Science Reviews, 2013, Vol. 61, pp. 96-110. Doi: [10.1016/j.quascirev.2012.11.010](https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2012.11.010)

## NIEDERSCHLAG UND FEUCHTE IN BODENNÄHE BESTIMMEN

Niederschlag und Wasserdampf sind zentrale hydrometeorologische Parameter. Sie sind wichtig, um den Wasserkreislauf zu verstehen und ihn korrekt modellieren zu können. Doch nach wie vor ist es schwierig, diese Parameter flächendeckend zu erfassen. Wissenschaftler des Karlsruher Instituts für Technologie und der Technischen Universität München haben gemeinsam ein neues Mikrowellen-Transmissions-Experiment entwickelt, das Niederschlag und Feuchte in Bodennähe entlang einer Messstrecke ermittelt. Das System wird im Testgebiet Fendt im TERENO-Observatorium „Bayrische Alpen/Voralpen“ eingesetzt. In der Veröffentlichung stellen die Forscher den Aufbau des Experiments vor und analysieren erste Messungen.

Mit 660 Metern ist die Messstrecke vergleichsweise kurz. Damit wollen die Wissenschaftler verhindern, dass sich Niederschlagsart und -intensität entlang der Strecke zu stark ändern. Das System ist dabei monostatisch aufgebaut. Das bedeutet, Sender und Empfänger befinden sich am selben Ort. Am anderen Ende der Messstrecke wurde ein 70 Zentimeter großer Corner-Reflektor installiert, der das Sendesignal reflektiert. Das System arbeitet simultan mit 22,235 Gigahertz und 34,8 Gigahertz sowie wechselnder Polarisation. Es liefert somit kontinuierlich Dämpfungsmessungen für zwei Frequenzen und zwei Polarisationen. Das ermöglicht eine detaillierte Analyse der Tröpfchengrößenverteilung, die eine wichtige Rolle bei der Niederschlagsmessung mit Mikrowellen spielt. Die Forscher konnten die theoretische Abhängigkeit der Dämpfungsmessung von der Tröpfchengrößenverteilung sowohl für die Messung mit einer als auch mit zwei Po-



Am Standort Fendt im TERENO-Observatorium „Bayrische Alpen/Voralpen“ steht ein neu entwickeltes Mikrowellen-Messsystem, mit dem Luftfeuchtigkeit und Niederschläge nahe der Oberfläche erfasst werden können.

larisationen reproduzieren. Auch die Ergebnisse für die aus den Messungen abgeleitete absolute Feuchte überzeugten: Sie stimmen über einen Zeitraum von mehreren Tagen mit den Vergleichsdaten einer Wetterstation im Testgebiet gut überein. Die Wissenschaftler hatten die Feuchte aus den sehr kleinen auftretenden Änderungen des Brechungsindex der Atmosphäre bestimmt, die sie aus Messungen der Mikrowellen-Phasenverschiebung abgeleitet hatten.

**Christian Chwala, Harald Kunstmann, Susanne Hipp, Uwe Siart.** *A monostatic microwave transmission experiment for line integrated precipitation and humidity remote sensing.* Atmospheric Research, 2013.

Doi: 10.1016/j.atmosres.2013.05.014. 

## BESSER MESSEN MIT TDR

Time domain reflectometry (TDR) ist eine Standardmethode zur Messung der Bodenfeuchte und der elektrischen Leitfähigkeit des Bodens. In vielen Anwendungen werden TDR-Sonden in Bodenprofilen oder auf Feldern installiert und die Messungen über Multiplexer durchgeführt. Kommerziell erhältliche Multiplexer nutzen die gleiche Masse wie die angeschlossenen TDR-Sonden. Dies kann zu ungenauen TDR-Messungen führen, wenn das Testgebiet hohe elektromagnetische Störungen aufweist. Aus diesem Grund haben Wissenschaftler vom Forschungszentrum Jülich einen Acht-Kanal-Differential-Multiplexer (50C81-SDM) entwickelt, der die Kommunikation mit Standard-TDR-Equipment erlaubt. Im ersten Schritt haben die Forscher den neuen Multiplexer auf Kanal-Störersignale und Kanal-zu-Kanal-Streuungen aufgrund unterschiedlicher offener Reflexionskoeffizienten und Laufzeiten getestet. Danach untersuchten sie den Multiplexer mit

TDR-Sonden, die einerseits in einem Elektrolytbad und andererseits in einem Sandbecken installiert waren. Im Gegensatz zum Standard-Multiplexer entstanden beim 50C81-SDM Multiplexer keine Wellenüberlagerungen durch nahe angeordnete TDR-Sonden, wobei die Abstände zwischen 5 und 95 Zentimetern lagen. Messungen im TERENO-Testgebiet Selhausen belegten, dass der 50C81-SDM-Multiplexer auch in Gebieten mit hohen elektromagnetischen Störungen angewendet werden kann.

**Lutz Weihermüller, Johan Alexander Huisman, Normen Hermes, Stefanie Pickel und Harry Vereecken.** *A New TDR Multiplexing System for Reliable Electrical Conductivity and Soil Water Content Measurements.*

Vadose Zone Journal, 2013, Vol. 12, No. 12.

Doi: 10.2136/vzj2012.0194. 

## VERANSTALTUNGEN

21.–24. Oktober |  
Tucson, USA

### Soil-mediated Drivers of Coupled Biogeochemical and Hydrological Processes Across Scales

Um die Wasser- und Stoffflüsse an den Schnittstellen zwischen Böden und deren benachbarten Kompartimenten besser quantifizieren zu können, müssen die Interaktionen zwischen hydrologischen und biogeochemischen Prozessen besser verstanden werden. Um sich über aktuelle Ansätze zu diesem Thema auszutauschen, bringt die Chapman-Konferenz der American Geophysical Union (AGU) Forscher aus der Bodenwissenschaft, der Hydrologie und den Biogeowissenschaften zusammen. Im Mittelpunkt der Veranstaltung steht die Bedeutung des Bodens für hydrologische und biogeochemische Prozesse auf unterschiedlichen Skalen. Zu den Organisatoren gehören auch Wissenschaftler der TERENO-Mitglieder: vom Bereich Agrosphäre des Forschungszentrums Jülich und vom Karlsruher Institut für Technologie.

<http://chapman.agu.org/soilmediated/> 

7.–10. Oktober |  
Garmisch-Partenkirchen

### HGF-Allianz-Woche: Fernerkundung und Dynamik des Erdsystems

Im Oktober treffen sich erstmals die Projektpartner der neuen Helmholtz-Allianz „Fernerkundung und Dynamik des Erdsystems“. Rund 100 Teilnehmer aus den beteiligten acht Helmholtz-Zentren, elf Universitäten und drei außeruniversitären Forschungsinstituten werden zu der Allianz-Woche erwartet. Die Veranstaltung, die das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt leitet, gibt einen Überblick über das Projektvorhaben und die vier Forschungsbereiche. Außerdem sollen erste Empfehlungen des External Advisory Boards erarbeitet werden. Ziel der Allianz ist es, die Komplexität des Erdsystems und seiner Austauschprozesse zu verstehen und zu quantifizieren. Dafür wollen die beteiligten Wissenschaftler neue bio- und geophysikalische Satellitenprodukte entwickeln.

[www.hgf-eda.de](http://www.hgf-eda.de) 

## Data-Mining gehört die Zukunft

In den TERENO-Observatorien erfassen Forscher eine große Menge Daten und Parameter – von Niederschlagsmessungen über Bodentemperatur bis hin zu Radardaten. Um diese Fülle auszuwerten und optimal zu nutzen, setzt Dr. Hendrik Paasche vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ auf Data-Mining. „Mit Hilfe von Algorithmen können wir große Bestände an unterschiedlichsten Daten automatisch, schnell und objektiv verarbeiten, um Strukturen und Muster zu erkennen. Das ist insbesondere bei komplexen Prozessen wie etwa Wasserhaushalt oder Kohlenstoffflüssen hilfreich, wenn eine Vielzahl von unterschiedlichen Daten berücksichtigt werden muß“, erklärt der 37-Jährige, der seit 2012 die UFZ-Arbeitsgruppe „Datenintegration und Parameterschätzung“ leitet. In der Genomforschung haben diese Methoden für große Fortschritte gesorgt. Bodenforscher können aus solchen Auswertungen ableiten, an welchen Stellen des Untersuchungsgebietes gezielt Proben genommen werden sollten, um den bestmöglichen Informationsgewinn zu erzielen. „Außerdem ermöglichen unsere Techniken den Wissenschaftlern, auch Datensätze zu berücksichtigen, die nicht in deren Expertise fallen“, betont Paasche, der an der ETH Zürich in Geophysik promoviert und anschlie-



Hendrik Paasche

ßend als Postdoc an der Universität Potsdam geforscht hat. TERENO war ein Grund, der ihn ans UFZ lockte: „Solche umfangreichen interdisziplinären Daten bekommt man an Universitäten meistens nicht“, so Hendrik Paasche. Langfristig wird aus seiner Sicht Data-Mining dafür sorgen, dass mehr Daten in Umwelt- und Klimamodelle einfließen und Modelle einfacher angepasst und verbessert werden können. ■

## Mikrowellensignale kombinieren



François Jonard

Die Bodenfeuchte beeinflusst maßgeblich Wasser-, Kohlenstoff- und Energiekreisläufe. Mehr über sie herauszufinden bedeutet zugleich, Prozesse und Abhängigkeiten zwischen Boden, Vegetation und Atmosphäre besser zu verstehen. Eine Herausforderung besteht darin, die zeitliche und räumliche Variabilität der Bodenfeuchte so exakt wie möglich zu bestimmen. In seiner Doktorarbeit am Forschungszentrum Jülich im

Rahmen des DFG-Sonderforschungsbereiches Transregio 32 hat Dr. François Jonard hierfür neue Modellierungsansätze mit Hilfe von aktiven und passiven Mikrowellensensoren entwickelt und erprobt. Dazu hat der Umweltingenieur, der auch einen Abschluss in Betriebswirtschaftslehre besitzt, L-Band-Radiometrie und Bodenradar (off-ground Ground Penetrating Radar – GPR) kombiniert. Nach dem Abschluss der Promotion forscht er seit März 2012 als Postdoktorand in Jülich weiter an dem Thema. „Die Messungen der Mikrowellenstrahlung werden durch Faktoren wie Vegetation und Oberflächenrauigkeit des Bodens beeinträchtigt. Das wollen wir noch besser in den Griff bekommen“, erläutert der 34-jährige Belgier. Gleichzeitig wollen er und seine Jülicher Kollegen untersuchen, wie man mit diesen Fernerkundungsmethoden die Bodenbedeckung durch Pflanzen und auf Wasserstress zurückzuführende Phänomene erfassen kann. Von seiner Forschung profitiert nicht nur TERENO. Während seiner Promotion weilte er drei Monate in den USA, um bei der Vorbereitung der für 2014 geplanten Soil Moisture Active and Passive (SMAP)-Mission der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA mitzuhelfen. ■

## KONTAKT | KOORDINATION

### Dr. Heye Bogena

Institut Agrosphäre (IBG-3)  
Forschungszentrum Jülich  
Tel.: +49 (0)2461/61-6752  
E-Mail: h.bogena@fz-juelich.de

### Prof. Dr. Hans Papen

Institut für Meteorologie und  
Klimaforschung (IMK-IFU)  
Karlsruher Institut für Technologie  
Tel.: +49 (0)8821/183-130  
E-Mail: hans.papen@kit.edu

### Dr. Knut Kaiser

Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ  
Tel.: +49 (0)3 31/288 2830  
E-Mail: knut.kaiser@gfz-potsdam.de

### Dr. Steffen Zacharias

Department Monitoring- und  
Erkundungstechnologien  
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ  
Tel.: +49 (0)341/235-1381  
E-Mail: steffen.zacharias@ufz.de

www.tereno.net

## IMPRESSUM

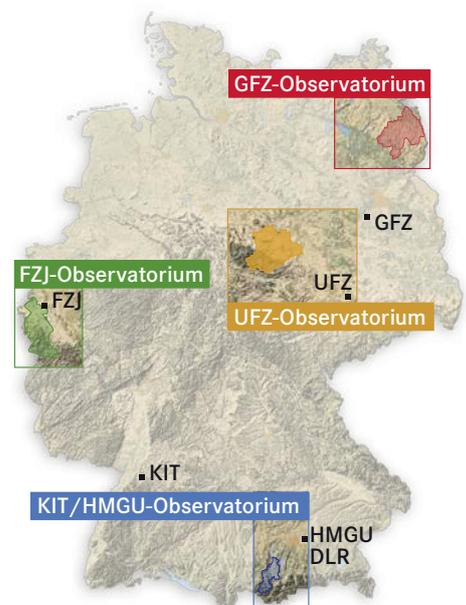
### Herausgeber: TERENO

Redaktion: TRIO Medien, Christian Hohlfeld

Autoren: Christina Harrison, Christian Hohlfeld

Übersetzung: Anne Vonderstein

Grafik und Layout: www.axeptDESIGN.de



FZJ	Forschungszentrum Jülich (Koordination)
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
KIT	Karlsruher Institut für Technologie
HMGU	Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt
UFZ	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung
GFZ	Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum