

AUS DEM INHALT ▼

IN KÜRZE

Nationales Netzwerk für Infrastrukturen **2**

NACHGEFRAGT

Interview mit Dr. Michael Mirtl **3**

WISSENSSTAND

Erkenntnisse verknüpfen, „Handlungswissen“ schaffen **4 / 5**

Einfache Basisdaten reichen **6**

SMAP-Satellit liefert erste Daten zur Bodenfeuchte **7**

Ein DOI für Sensordaten **8**

Critical Zone Observatories: Internationales Netzwerk im Visier **8**

NETZWERKE

Ein Netzwerk für alle **9**

Europäische Umweltforschung rückt zusammen **9**

VOR ORT

„Precision Farming“ erhält Unterstützung aus dem All **10**

Überraschend starke Schwankungen **11**

TERENO:Rover – mobile Messung der Bodenfeuchte **11**

Wenn aus Quellen wieder Senken werden **12**

Waldumbau: Effekte auf Wasser-, Energie- und Stoffflüsse **12**

Wie alte Flussstrukturen weiterleben **13**

Wasserdynamik am Hang **13**

Hoch hinaus: Am TERENO-Standort „Hohes Holz“ steht ein neuer, 50 Meter hoher Klimamesssturm. Damit können Forscher den Austausch von Wasser, Energie und Kohlenstoff auch in luftiger Höhe erfassen.

Besserer Schutz für eine lebenswichtige Ressource

Die Zukunft der Böden liegt in unseren Händen. Doch jährlich gehen rund 24 Milliarden Tonnen fruchtbarer Boden durch falsche Nutzung verloren, wie der „Bodenatlas 2015“ bemängelt. Weltweit soll mehr für den Schutz der lebenswichtigen Ressource getan werden. Darum haben die Vereinten Nationen 2015 zum Internationalen Jahr des Bodens erklärt. Um Böden besser schützen zu können, müssen wir ihre Funktionen besser verstehen – etwa ihre Rolle für Wasser- und Stoffflüsse oder die Austauschprozesse zwischen Böden, Pflanzen und Atmosphäre. Das erfordert, dass Experten über Fachgebiete und Landesgrenzen hinweg zusammenarbeiten, ihr Wissen teilen und gemeinsame Standards schaffen. TERENO engagiert sich hier in verschiedenen Initiativen – und mit eigenen Aktivitäten, wie etwa der internationalen TERENO-Konferenz.

NATIONALES NETZWERK FÜR INFRASTRUKTUREN

Deutschland soll eine nationale Infrastrukturplattform für die terrestrische Forschung bekommen. Das ist eines der Ziele der Arbeitsgruppe (AG) „Infrastrukturen in der terrestrischen Forschung“, die die Allianz der Wissenschaftsorganisationen in Deutschland für die Dauer von fünf Jahren eingerichtet hat.



© DFG/Benedikt Bastong

Die Mitglieder der Allianz-Arbeitsgruppe beim Auftakttreffen 2014 in Bonn

Unter Federführung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und der Helmholtz-Gemeinschaft soll die AG die traditionsreiche und vielfältige terrestrische Forschung besser vernetzen. Dazu gehört es, relevante Themen zu identifizieren, die dieses Forschungsfeld weiterentwickeln. Untersuchungen sollen standardisiert und harmonisiert werden. Die AG will darüber hinaus die Verfügbarkeit aller Daten verbessern. Ein weiteres Ziel ist es, deutsche Vorhaben noch besser in internationale Forschungsinitiativen zu integrieren.

- Allianz-Arbeitsgruppe „Infrastrukturen in der terrestrischen Forschung“
- Strategiepapier „Langzeitperspektiven und Infrastruktur der terrestrischen Forschung Deutschlands – ein systemischer Ansatz“

Wechsel bei Koordinatoren

Dr. Ralf Kiese vom Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU) am Karlsruher Institut für Technologie ist neuer Koordinator des TERENO-Observatoriums „Bayerische Alpen/Voralpenland“. Der Leiter der Forschungsgruppe „Stoffflüsse in Ökosystemen“ löst Prof. Hans Papen (ebenfalls IMK-IFU) ab, der Anfang 2015 in den Ruhestand getreten war. Der Hydrologe Ralf Kiese, seit 2003 am IMK-IFU, beschäftigt sich insbesondere mit den Folgen des globalen Wandels auf Stickstoff- und Kohlenstoffflüsse in terrestrischen Ökosystemen sowie assoziierter Treibhausgas-Emissionen und Auswaschung von Nährstoffen. ■

- E-Mail: ralf.kiese@kit.edu

Am Ende soll ein Konzept mit konkreten Umsetzungsvorschlägen stehen, das die kompartiment- und skalenübergreifende Langzeitforschung Deutschlands stärkt. Diese Aktivitäten sollen letztlich auch dazu beitragen, die Zusammenarbeit mit staatlichen Stellen auf Bundes- und Landesebene zu intensivieren. In der AG, die im Frühjahr 2014 ihre Arbeit aufgenommen hat, sind rund 20 Experten aus verschiedenen Einrichtungen vertreten. Dazu zählen auch Forscher von fast allen Partnern der TERENO-Initiative.

Die Gründung der Allianz-AG geht auf das Strategiepapier „Langzeitperspektiven und Infrastruktur der terrestrischen Forschung Deutschlands“ aus dem Jahr 2013 zurück, an dem die DFG, das Nationale Komitee für Global Change Forschung sowie verschiedene Experten beteiligt waren. Es beinhaltet zahlreiche Konzepte und Empfehlungen für Infrastrukturen in der terrestrischen Umweltforschung – sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene. ■

Neues Mitglied im Beirat

Seit Ende 2014 ist Prof. Remko Uijlenhoet von der niederländischen Universität Wageningen ein neues Mitglied im TERENO-Beirat. Forschungsschwerpunkte des Experten für Hydrologie und quantitatives Wassermanagement sind insbesondere fernerkundungsgestützte Niederschlagserschfassung und die Entwicklung von hydrologischen Prozessmodellen. Der Niederländer ist seit 2008 Mitglied der Steuerungsgruppe von HyMeX (Hydrological Cycle in the Mediterranean Experiment) und seit 2014 Mitglied der Steuerungsgruppe von GEWEX (Global Energy and Water Cycle Exchanges Project), einem Programm innerhalb des Weltklimaforschungsprogramms WCRP. ■

EDITORIAL

Vernetzung auf allen Ebenen



© Forschungszentrum Jülich / Ralf-Uwe Limbach

Zusammen ist man stark. Dieses deutsche Sprichwort passt hervorragend zu den derzeitigen Aktivitäten in der terrestrischen Umweltforschung. Auf allen Ebenen wird momentan die Vernetzung von Akteuren und Aktivitäten vorangetrieben. TERENO spielt hierbei eine wichtige Rolle – Wissenschaftler der beteiligten Einrichtungen engagieren sich beispielsweise in der Arbeitsgruppe „Infrastrukturen in der terrestrischen Forschung“, die die Allianz der Wissenschaftsorganisationen in Deutschland eingerichtet hat (siehe Beitrag auf dieser Seite), in der Helmholtz-Allianz „Fernerkundung und Dynamik des Erdsystems“ (siehe Seite 7) und im neuen EU-Projekt eLTER. Das Projekt will ein europaweites Netzwerk von Netzwerken errichten, das ökologische Langzeitforschung und die „Critical Zone“-Forschung vereint (siehe Seite 9). In Deutschland wird derzeit die Einrichtung eines deutschlandweiten Netzwerks von „Critical Zone Observatories“ vorbereitet. Die TERENO-Observatorien sind als Standorte im Gespräch (siehe Seite 8).

Bereits seit 2007 existiert in den USA das US NSF National Program Critical Zone Observatories (siehe Seite 9). Sicherlich können wir von deren Erfahrungen profitieren. Gelegenheit zum Austausch bot sich etwa bei der Internationalen TERENO-Konferenz im vergangenen Herbst (siehe Seite 4). Es war die erste große Veranstaltung, die wir als TERENO-Initiative organisiert haben. Aus unserer Sicht war die Konferenz ein großer Erfolg: Rund 100 Vorträge und 220 Abstracts sorgten für ein breites Spektrum an Themen, über die die 250 Teilnehmer ausgiebig diskutierten. Daneben gab es verschiedene Gelegenheiten, bestehende Kontakte zu intensivieren oder neue zu knüpfen.

Viel Vergnügen beim Lesen

Ihr Harry Vereecken
Koordinator TERENO

DIE LATTE HOCHGELEGT

Neues EU-Projekt eLTER will europäische Infrastruktur vereinen – Interview mit Koordinator Dr. Michael Mirtl

Der Österreicher Dr. Michael Mirtl gilt als exzellenter Kenner der europäischen Infrastrukturen im Bereich Umweltforschung. Als Vorsitzender des europäischen Netzwerks für ökologische Langzeitforschung (LTER-Europe) engagiert er sich für eine gemeinsame Forschungsstrategie und gemeinsame Standards der nationalen Netzwerke. Daran knüpft auch das neue EU-Projekt European Long-Term Ecosystem and Socio-Ecological Research Infrastructure (eLTER) an, das Dr. Mirtl koordiniert (siehe auch Seite 9).

Herr Dr. Mirtl, in ihrer Begutachtung hat die EU dem Projekt eLTER die maximale Punktzahl gegeben und es als ein ambitioniertes und dringend notwendiges Vorhaben bezeichnet. Was macht es so wichtig?

Die EU fördert unser Projekt im Rahmen der Maßnahme „Integrating and opening existing national and regional research infrastructures of European interest“. Ziel des Förderprogramms ist es, solche Infrastrukturen zu vernetzen, damit Forscher in ganz Europa diese nutzen können. Das ist notwendig, um einen konkurrenzfähigen europäischen Forschungsraum aufzubauen. Wir wollen hierfür mit eLTER die Voraussetzungen in der Umweltforschung schaffen. Unser Netzwerk vereint beispielsweise die LTER-Untersuchungsgebiete mit den Vorhaben zur „Critical Zone“-Forschung.

Was heißt vereinen konkret?

Zentrale Aufgabe solcher Infrastrukturen ist es, Dienstleistungen bereitzustellen. Ein Beispiel: Ein Standort bekommt eine Anfrage zu bestimmten Daten. Der Standortbetreiber muss nicht nur die benötigte wissenschaftliche Qualität liefern. Er muss auch technisch in der Lage sein, den betreffenden Datensatz rechnerisch aufzubereiten und in dem gewünschten Zielformat zur Verfügung zu stellen. Wir wollen allen guten Standorten ermöglichen, das zu leisten.



© Kolja Matzke

Michael Mirtl leitet die Abteilung „Ökosystemforschung und Umweltinformationsmanagement“ im österreichischen Umweltbundesamt. Der Ökologe und Umwelttechniker ist Präsident der Österreichischen Gesellschaft für ökologische Langzeitforschung (LTER-Austria), Vorsitzender des europäischen Netzwerks LTER-Europe und ab September 2015 Vorsitzender des globalen LTER-Netzwerkes, ILTER.

Das bedeutet, Sie wollen einheitliche Standards etablieren?

Wenn wir eine gesamteuropäische Infrastrukturplanung wollen, kommen wir um Standards nicht herum. Das betrifft etwa Erhebungsmethoden im Feld, die Qualitätssicherung von Messungen sowie die Überprüfung der Daten, aber auch Standards in der Informationstechnik. Das kann nur als Top-down-Prozess erfolgen – also in einem formalisierten und mit einer entsprechenden Finanzierung ausgestatteten Rahmen wie eLTER, in dem solche Standards vorgeschrieben werden und deren Einhaltung überprüft wird. Wir haben unsere Anforderungen bewusst hoch angesetzt. Das birgt die Gefahr, dass einiges nicht so funktionieren wird wie erhofft. Aber nur wenn man die Latte hochlegt, kann man herausfinden, wo die kritischen Punkte liegen und daraus lernen.

Und wer entwickelt die Standards?

In LTER-Europe und dem EU-Projekt eLTER entwickeln und testen wir sowohl Dienstleistungen als auch Standards. Mit entsprechenden Kooperationsmechanismen und -strukturen erwecken wir das europäische Gesamtnetzwerk zum Leben. So arbeiten wir in eLTER an einem Konzept, wie Daten aus einem Zeitraum von bis zu hundert Jahren so beschrieben werden können, dass sie für künftige Forschergenerationen nutzbar bleiben. Über die EU-Förderung von fünf Millionen Euro können wir zudem die Standorte unterstützen, die noch nicht über die technische Ausstattung für den Datenaustausch verfügen. Beispielsweise werden wir Datenknoten aufbauen, in die die Betreiber solcher Standorte ihre Daten ablegen können. Dabei gilt es, jeden dort abzuholen, wo er technisch steht.

Bedeutet das, dass Sie langfristig eine zentrale Datenbank für alle aufbauen?

Nein, zentrale Datenhaltung ist zu umständlich. Langfristig wollen wir, dass jeder Standort seinen eigenen Datenknoten hat, in dem nach standardisierten Regeln Daten gehalten, gepflegt und gewartet werden. Der Zugriff auf die Daten erfolgt dann über einen zentralen Zugriffspunkt, hinter dem Web-Dienstleistungen liegen. Die Datenbestände aller eLTER-Partner der Community stehen öffentlich zur Verfügung – und das auch über die vierjährige Laufzeit des Projekts hinaus.

Welche Rolle spielt TERENO in Ihrem Konzept?

Die TERENO-Standorte sind als Quelle qualitativ hochwertiger Daten ein wichtiger Bestandteil für so ein europäisches Netzwerk. TERENO ist aber in vielerlei Hinsicht ein Vorzeige-Beispiel. Unter anderem für den hierarchischen Aufbau der Freilandstandorte von kleinen Probeflächen bis zu ganzen Regionen sowie für die Infrastruktur zur Datenhaltung und Bereitstellung von Daten.

Was haben Sie in diesem Zusammenhang von der TERENO-Konferenz mitnehmen können?

Ich konnte meinen Einblick in das eine oder andere technische Detail von TERENO vertiefen und war von der Größe der TERENO-Forschungsgemeinschaft beeindruckt, auch ihrer disziplinären Breite. Bemerkenswert fand ich die Unterstützung, die TERENO von politischer Seite erfährt, und dass der Austausch zwischen Wissenschaft und Forschungsministerium auf einem sehr hohen fachlichen Niveau stattfindet. Das ist sicherlich nicht in allen Ländern Europas so. Erfreulich offen war die Diskussion, wie schwierig es auch für TERENO ist, aus naturwissenschaftlichen Ergebnissen sozioökologische Schlussfolgerungen zu ziehen und konkrete Handlungsvorschläge zu entwickeln. Ich hoffe aber, dass wir mit Initiativen wie eLTER sowie neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen auch hier vorankommen.

Internationale
TERENO-Konferenz

29. September –
3. Oktober 2014
Bonn

ERKENNTNISSE VERKNÜPFEN, „HANDLUNGSWISSEN“ SCHAFFEN

Internationale TERENO-Konferenz: 250 Forscher diskutieren neue Ansätze

Mit welchen innovativen Messmethoden lassen sich künftig Verdunstung und Bodenfeuchte noch genauer erfassen? Welche neuen Erkenntnisse gibt es zum Kohlendioxid-Austausch? Wie können die vorhandenen Datenmengen etwa zur Biodiversität besser genutzt werden? Diese Fragen sind nur ein kleiner Auszug aus dem umfangreichen Programm der internationalen TERENO-Konferenz, die vom 29. September bis zum 3. Oktober in Bonn stattfand. Rund 250 Wissenschaftler waren gekommen, um sich unter dem Motto „Von der Beobachtung zur Vorhersage“ über aktuelle Entwicklungen und neue Ansätze in der terrestrischen Umweltforschung auszutauschen. In mehr als 60 Vorträgen und rund 220 Konferenzbeiträgen stell-

ten Forscher ihre aktuellen Projekte vor. „Ziel ist es, Modelle und Methoden immer weiter zu verbessern. Es gilt, Daten und Erkenntnisse zu Hydrosphäre, Landoberfläche und Atmosphäre stärker zu verknüpfen“, fasste TERENO-Koordinator Prof. Harry Vereecken vom Forschungszentrum Jülich die Herausforderungen der terrestrischen Forschung in seiner Eröffnungsrede zusammen. Daran hat auch die Politik Interesse, wie Wilfried Kraus vom Bundesministerium für Forschung und Bildung erklärte: „Die Wissenschaft liefert mit ihren Erkenntnissen das ‚Handlungswissen‘, das die Politik benötigt, um die notwendigen Entscheidungen für den Umgang mit dem Klimawandel zu treffen.“



Volle Hörsäle: 250 Wissenschaftler nahmen an der Konferenz teil.

Die Verdunstung – ein Schlüsselmechanismus

Wie eine Satellitenmission unser Wissen über die Verdunstung von Wasser verbessern will, berichtete Prof. Dara Entekhabi vom Massachusetts Institute of Technology. Die Verdunstung gilt als Schlüsselmechanismus, um die terrestrischen Wasser-, Energie- und Kohlenstoffzyklen zu verbinden und so das Ökosystem besser zu verstehen. Allerdings mangelt es der Forschung noch an ausgereiften Modellen und ausreichenden Daten, um den wichtigen Zusammenhang zwischen der Bodenfeuchte und der Verdunstung genau zu erklären. Entekhabi möchte dies im Rahmen der NASA-Mission SMAP (Soil Moisture Active Passive) ändern. Seit Januar 2015 misst die amerikanische Raumfahrtbehörde aus 680 Kilometern Höhe per Radar und Radiometer die globale Bodenfeuchte und deren Schwankungen in bisher unbekannter Bandbreite. Dabei entsteht eine Fülle von Daten, aus denen Entekhabi sein Modell der Verdunstung entwerfen wird. An der SMAP-Mission ist auch das TERENO-Projekt beteiligt (siehe Seite 6).

Rätselhafte Schwankungen beim Kohlendioxid

Kohlendioxid gilt als eines der wichtigsten Treibhausgase, die zur globalen Erwärmung beitragen. Trotz weitgehender Forschungen besteht noch Uneinigkeit darüber, wie die Schwankungen der Kohlendioxid-Konzentration im Ökosystem vorhergesagt werden können. Bisher erscheinen diese sehr zufällig. Prof. Matt Williams von der University of Edinburgh erklärte eines der Probleme: Es fehlen die Modelle, die den Kohlendioxid-Austausch zwischen Boden und Atmosphäre genau genug beschreiben können, und es mangelt an einer Datengrundlage zur Modellentwicklung, die über punktuelle Messungen hinausgeht. Williams stellte das Projekt CARDAMON

vor, das Daten aus Satellitenaufnahme, Eddy-Kovarianztürmen und Pflanzeigenschaften mit der Modellbildung verbindet, um die Datensätze auf regionale Skalen anzuheben. Eines der Ergebnisse ist ein Modell, das den Kohlendioxid-Austausch zwischen Boden und Atmosphäre für den Zeitraum von 2001 bis 2010 beschreibt.

Eine Karte der Lachgas-Emissionen

Auch Stickstoffmonoxid, bekannt als Lachgas, zählt zu den Treibhausgasen. Prof. Klaus Schäfer vom Karlsruher Institut für Technologie und Dr. Daniel Weymann vom Forschungszentrum Jülich untersuchen im Rahmen des TERENO-Projekts in verschiedenen Gebieten den Stickstoffmonoxid-Austausch zwischen Boden und Atmosphäre. Dazu nutzen sie Messinstrumente wie Lysimeter für Wiesen oder Messtunnel am Grund von Gewässern. Das Ziel ist es, einen Beitrag zu einem umfassenden Kataster zu leisten. Dieser soll wie eine Landschaftskarte zeigen, wo welche Emissionen von Treibhausgasen in welcher Dichte entstehen.

Eine weitere Studie zum Lachgas hat die Doktorandin Shurong Liu vom Forschungszentrum Jülich vorgestellt. Die Wissenschaftlerin hat in einem norwegischen Wald untersucht, wie Lachgas im Boden entsteht – sowohl durch Nitrifikation, was die bakterielle Umwandlung von Ammoniak zu Nitrat meint, als auch durch die Denitrifikation, bei der der im Nitrat gebundene Stickstoff in molekularen Stickstoff umgewandelt wird. Lius Studien zeigen nicht nur, wo sich die Hotspots bilden, sondern auch, dass Hydroxylamin, eine farblose chemische Verbindung, nützlich ist, um die Emission von Stickstoffmonoxid vorherzusagen.



Reichlich Inhalt zum Zuhören und Nachlesen: Rund 60 Vorträge und 220 Konferenzbeiträge erwarteten die Teilnehmer.

Biodiversität: Daten standardisieren

„Wir wissen, dass wir sie verlieren, aber uns fehlen grundsätzliche Daten“ - so leitete Dr. Christoph Häuser vom Berliner Museum für Naturkunde seinen Vortrag zum Rückgang der Biodiversität ein. Die Abnahme der tierischen und pflanzlichen Artenvielfalt demonstriert erschütternder als jedes andere Phänomen die Folgen des Klimawandels. Gleichzeitig bleiben die Ergebnisse der Forschung erstaunlich vage. Das Problem liegt, so Häuser, nicht in der Menge der Daten, die durch Satellitenaufnahmen und Feldbeobachtungen zur Genüge entstehen, sondern darin, dass diese auf viele Datenbanken verstreut und weitgehend noch nicht standardisiert sind. Häuser sieht jedoch große Chancen in zwei Schlüsseltechnologien der Gegenwart: Mithilfe von Smartphones können Laien und Forscher einfach standardisierte Daten erheben, und dank Big-Data-Technik lassen sich große Datenmengen immer besser verarbeiten.



© Kolja Matzke

Zeit für Nachfragen: Die Vorträge boten Gelegenheit, neue Ansätze und Erkenntnisse zu diskutieren.

Wie komplex das Thema Biodiversität ist, machte Prof. Gunnar Lischeid in seinem Vortrag über AgroScapeLabs klar, ein groß angelegtes Projekt zur experimentellen Biodiversitätsforschung in realen Landschaften. In einem 450 Quadratkilometer großen Untersuchungsgebiet im TERENO-Observatorium „Nordostdeutsches Tiefland“ wurde der Zusammenhang zwischen Landnutzung und Biodiversität untersucht. In mehrjähriger Beobachtung von Flora, Fauna, Wasserhaushalt und Boden zeigte sich, dass die weitläufigen Felder im Nordosten Deutschlands längst nicht so homogen sind, wie sie wirken, und dass kleine Unterschiede, etwa in der Vegetation um einen Tümpel, eine große Wirkung auf die Biodiversität der gesamten Umgebung haben können. ■



© Kolja Matzke

Regel Austausch: Die Poster-Sessions nutzen viele Teilnehmer für persönliche Begegnungen.

TERENO-Konferenz in den Medien

Bonner Generalanzeiger, 30.9.2014

► Die Anamnese des Bodens

Deutsche Welle, 1.10.2014

► Tereno – vom Waldboden lernen

Deutschlandfunk, 2.10.2014

► Moore – Hoher Methan-Ausstoß bei Wiedervernässung

**Internationale
TERENO-Konferenz**

29. September –
3. Oktober 2014
Bonn

Nahezu alle Vorträge und Abstracts sind auf der Homepage der Konferenz zu finden:

► [Internationale TERENO-Konferenz 2014](#)



© Nationalparkverwaltung Eifel/M. Röös

TERENO gewährt Einblick

Zum Abschluss der Konferenz besuchten einige Teilnehmer den TERENO-Standort Wüstebach im Nationalpark Eifel. Dort untersuchen Wissenschaftler seit 2009 mit verschiedenen Instrumenten die Wasser- und Stoffkreisläufe zwischen Boden, Vegetation und Atmosphäre. Die Jülicher Forscher Dr. Heye Bogena (2.v.l.) und Dr. Thomas Pütz (2.v.r.) erläutern die Messeinrichtungen zur Erfassung des Wasserhaushaltes am Wüstebach.

EINFACHE BASISDATEN REICHEN

Neue Methode kann selbst geringe räumliche Veränderungen der Bodenfeuchte berechnen

Die Bodenfeuchte kann innerhalb der Rasterzellen von Modellen – also bereits innerhalb weniger Meter – deutlich schwanken. Die Kenntnis über diese kleinräumige Variabilität der Bodenfeuchte ist wichtig, um die Vorhersage von Energie- und Wasserflüssen weiter zu verbessern.

Jülicher und Münchner Wissenschaftler haben im Rahmen von TERENO eine neue Methode entwickelt, mit der sie die Variabilität mithilfe von einfachen Bodendaten beschreiben können. Die Methode stellen sie in der renommierten Fachzeitschrift „Geophysical Research Letters“ vor.



Mit einem mobilen Bohrergerät entnehmen die Jülicher Forscher Bodenproben zur Analyse der Bodeneigenschaften. In den Bohrlöchern werden anschließend die Sensoren zur Messung der Bodenfeuchte installiert.

© Forschungszentrum Jülich

Zunächst führten die Forscher vom Institut für Bio- und Geowissenschaften des Forschungszentrums Jülich und vom Institut für Bodenökologie des Helmholtz Zentrums München eine stochastische Analyse des ungesättigten Wasserflusses im Boden mit dem bekannten Van-Genuchten-Mualem(VGM)-Modell durch. Die Parametrisierung des VGM-Modells erfolgte mithilfe von Basisbodeninformationen und sogenannten Pedotransferfunktionen, mit deren Hilfe aus Informationen zur Körnung des Bodens – etwa Sand- und Tongehalt – hydraulische Parameter abgeleitet werden. Wie gut das neue Verfahren funktioniert, konnten die Forscher anhand von Bodendaten verschiedener Standorte belegen. Dabei handelte es sich um Daten der drei TERENO-Gebiete Wüstebach, Rollesbroich und Scheyern, die im Rahmen des von TERENO entwickelten Funksensornetzwerks SoilNet gesammelt wurden, sowie von weiteren Testgebieten in China und Australien.

Die neue Methode erlaubt es, auch die kleinräumige Variabilität von hydraulischen Bodeneigenschaften zu schätzen. Das Verfahren könnte darüber hinaus dazu genutzt werden, die kleinräumige Variabilität der Bodenfeuchte mithilfe von globalen Bodenkarten abzuschätzen und die Vorhersagen von großräumigen Abfluss-, Wetter- und Klimamodellen zu verbessern. Mit diesen Informationen wäre es außerdem möglich, die Unsicherheit von globalen Satellitendaten zur Bodenfeuchte abzuschätzen, etwa von ASCAT (Advanced SCATterometer), SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity) und SMAP (Soil Moisture Active Passive).

Wei Qu, Heye Bogena, Johan Alexander Huisman, Jan Vanderborght, Max Schuh, Eckart Priesack, Harry Vereecken. *Predicting sub-grid variability of soil water content from basic soil information.* Geophysical Research Letters, 42, 2015.

► DOI: 10.1002/2014GL062496

► Funksensornetzwerk SoilNet

TRANSREGIO 32 ERNEUT VERLÄNGERT

Der DFG-Sonderforschungsbereich Transregio 32 (TR32) „Muster und Strukturen in Boden-Pflanzen-Atmosphäre-Systemen: Erfassung, Modellierung und Datenassimilation“ kann seine erfolgreiche Arbeit bis Ende 2018 fortsetzen. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) verlängerte die Laufzeit des Projekts um weitere vier Jahre. Damit kommt der TR32 auf die maximale Förderdauer von zwölf Jahren, die die DFG für Sonderforschungsbereiche vorsieht. Für die 3. Phase erhält er rund 11,5 Millionen Euro Fördermittel von der DFG.

Seit 2007 untersucht das Vorhaben – ein interdisziplinärer Zusammenschluss der Universitäten Aachen, Bonn und Köln sowie des Forschungszentrums Jülich – Massen- und Energieflüsse sowie die komplexen Austauschprozesse zwischen Boden, Pflanzen und Atmosphäre. Der Transregio kooperiert eng mit TERENO – nicht nur inhaltlich, auch räumlich: Die Untersuchungsgebiete des TR32, das Einzugsgebiet der Erkenruhr in der Eifel sowie das Teileinzugsgebiet des Wüstebachs, sind Teil des TERENO-Observatoriums „Eifel/Niederrheinische Bucht“. Für ihre Forschung können die am TR32 beteiligten Wissenschaftler die zahlreichen Messinstrumente und -daten von TERENO nutzen.

► DFG-Sonderforschungsbereich Transregio 32

SMAP-SATELLIT LIEFERT ERSTE DATEN ZUR BODENFEUCHTE

TERENO-Forscher evaluieren Messungen der NASA-Mission



Messen in Schleifenform: Um beim Überflug eine möglichst große Fläche zu erfassen, dreht sich die Antenne des Satelliten innerhalb von vier Sekunden um sich selbst.

Die SMAP-Mission der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA ist erfolgreich gestartet. Ende Januar 2015 brachte eine Trägerrakete den Erdbeobachtungssatelliten ins Weltall, seit April sendet er die ersten Daten. Soil Moisture Active & Passive (SMAP) verbindet aktive und passive Mikrowellenfernerkundung zu einem einzigen Beobachtungssystem. Mit dieser Kombination erfasst der Satellit weltweit die Bodenfeuchte; außerdem im Visier: die Böden in den höheren Breiten – genauer gesagt deren Übergang vom gefrore-

nen in den getauten Zustand. Mithilfe der SMAP-Daten wollen Forscher die Zusammenhänge zwischen Wasser-, Energie- und Kohlenstoffflüssen besser verstehen. Das könnte genauere Modelle zur Wetter- und Klimavorhersage ermöglichen.

Auch TERENO-Forscher erwarten die Daten mit Spannung. Das TERENO-Observatorium „Eifel/Niederrheinische“ Bucht gehört zu den Validierungsgebieten, die die Genauigkeit der SMAP-Datenprodukte evaluieren. Dafür liefern Sensoren, die in den oberen

fünf Zentimetern des Bodens stecken, online Daten für den direkten Vergleich. Bereits 2013 hatten das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und das Institut Agrosphäre des Forschungszentrums Jülich mit Daten einer Flugkampagne SMAP-Algorithmen zur Fusion der aktiven und passiven Mikrowellendaten analysiert (siehe TERENO-Newsletter 1/2013).

Darüber hinaus entwickeln TERENO-Wissenschaftler diese Techniken auch weiter. Solche Kombinationen von Signaltypen sind im Vergleich zu Einzelsystemen besser geeignet, Bodenfeuchteeffekte von Effekten der Vegetation oder der Bodenrauigkeit zu trennen. „In einer ersten Studie haben wir festgestellt, dass der von SMAP jetzt verwendete Basisalgorithmus genauer ist als der zur Diskussion stehende Alternativalgorithmus. Es ist besser, erst die passiv gemessenen Daten mithilfe der aktiv gemessenen Daten aufzuschlüsseln und dann anschließend zur Bodenfeuchte zu invertieren“, erklärt der Jülicher Wissenschaftler Dr. Carsten Montzka. ■

► [SMAP-Mission der NASA](#)

HELMHOLTZ-ALLIANZ WÄCHST UND INTENSIVIERT DEN AUSTAUSCH

Die im Jahr 2012 initiierte Helmholtz-Allianz „Fernerkundung und Dynamik des Erdsystems“ (siehe TERENO-Newsletter 1/2013) wächst weiter. Mittlerweile beteiligen sich mehr als 120 Wissenschaftler aus acht Helmholtz-Zentren, acht Universitäten und drei außeruniversitären Forschungseinrichtungen an dem Vorhaben, innovative globale bio- und geophysikalische Satellitenprodukte zu entwickeln und diese in umweltwissenschaftliche Modelle zu integrieren. Eine wesentliche Komponente der Allianzaktivitäten ist es daher, den wissenschaftlichen Austausch zwischen den beteiligten Partnerorganisationen noch stärker zu fördern – nicht nur in den Allianz-Forschungsschwerpunkten Biosphäre, Geosphäre,

Hydrosphäre und Kryosphäre, sondern auch darüber hinaus. Dazu wurden in den vergangenen Jahren mehrere Seminare, Sommerschulen, Workshops sowie gemeinsame Feldkampagnen durchgeführt. Es hat sich gezeigt, dass die Festlegung auf gemeinsame, bereits etablierte Testgebiete zu wertvollen Synergieeffekten zwischen den Wissenschaftlern verschiedener Arbeitspakete und Forschungseinrichtungen führt. Die TERENO-Testgebiete sind hierfür gute Beispiele in den Bereichen Biosphäre und Hydrosphäre.

In diesem Sinne stellt auch die Allianzwoche ein zentrales Event der Allianzaktivitäten dar. In den vergangenen Jahren hat sich diese Veranstaltung zu einem wichtigen Forum für den wissenschaftlichen Austausch und die Planung künftiger Projektvorhaben entwickelt. Etwa 100 Wissenschaftler nehmen jedes Jahr an der Veranstaltung teil. Darunter sind Vertreter der beteiligten Institute, der Gremien der Helmholtz-Allianz sowie weiterer internationaler Einrichtungen. Die nächste Allianzwoche findet im Juni 2015 statt. ■



Teilnehmer der 2. Helmholtz-Allianzwoche im Sommer 2014 in Garmisch-Partenkirchen

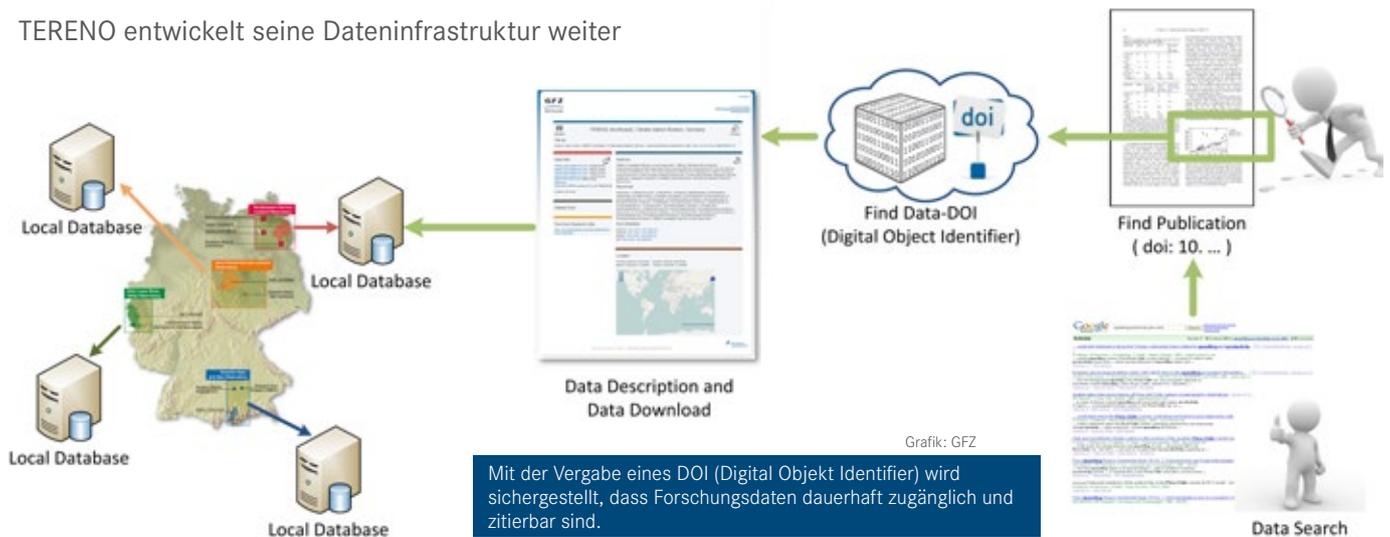
3. Helmholtz-Allianzwoche

22.–26. Juni 2015 Garmisch-Partenkirchen

► [Helmholtz-Allianz: Fernerkundung und Dynamik des Erdsystems](#)

EIN DOI FÜR SENSORDATEN

TERENO entwickelt seine Dateninfrastruktur weiter



Der Erfolg langfristiger und datenintensiver Projekte wie TERENO hängt erheblich vom Umgang mit den gewonnenen Informationen ab. Wichtig sind eine gut organisierte Datenhaltung, der Datenaustausch zwischen den Partnern und die Verfügbarkeit der erfassten Daten. Bei der Bereitstellung spielt die Zitierbarkeit eine bedeutende Rolle: In Veröffentlichungen verwendete Datensätze sollten eindeutig referenziert werden können. Die TERENO-Arbeitsgruppe Datenmanagement am Deutschen GeoForschungszentrum – GFZ will das über den digitalen Objektbezeichner DOI realisieren. Dieser sogenannte Identifikator wird vor allem bei Onlinefassungen von wissenschaftlichen Fachartikeln verwendet.

Automatisches Verfahren geplant

„Mit dem Verfahren, das wir derzeit entwickeln, wollen wir künftig Datensätze automatisiert und einheitlich beschreiben und mit einem eindeutigen DOI versehen“, erklärt Vivien Stender vom Zentrum für GeoInformationstechnologie CeGIT am GFZ. Ein Datensatz erhält auf diese Weise eine anhaltende Identität – und ist somit dauerhaft zugänglich und zitierbar.

Jedes der vier TERENO-Observatorien bündelt seine Daten in einem eigenen Datenportal. Beispielsweise umfasst das vom GFZ betriebene Observatorium „Nordostdeutsches Tiefland“ fünf Arbeitsgebiete. „Die Herausforderung besteht darin, die heterogenen Datensätze der GFZ-Messtechnologie sowie die Datensätze der verschiedenen Kooperationspartner wie der Universität Rostock, des Leibniz-Zentrums für Agrarlandschaftsforschung und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt zu verwalten, zu verarbeiten und über Standards des Open Geospatial Consortiums (OGC) bereitzustellen“, so Stender.

Um die Verbreitung aller TERENO-Daten und die Suche nach Datensätzen zu erleichtern, wurde das öffentliche TERENO-Datenportal entwickelt (siehe TERENO-Newsletter 1/2013). „Es ermöglicht einen einheitlichen Zugang zu allen Daten, die in den Portalen der Observatorien liegen“, erläutert Dr. Ralf Kunkel vom Forschungszentrum Jülich. Darüber hinaus bietet das TERENO-Portal Werkzeuge zur Datenerkennung, Visualisierung und zum Datenzugriff.

► [TERENO-Datenportal](#)

CRITICAL ZONE OBSERVATORIES: INTERNATIONALES NETZWERK IM VISIER



Teilnehmer des CZO-Workshops in Jena

Der Aufbau eines deutschlandweiten Netzwerks von Critical Zone Observatories (CZO) stand im Mittelpunkt eines Workshops, der vom 15.–16. Mai 2014 im Max-Planck-Institut für Biogeochemie in Jena stattfand. Mehr als 20 Wissenschaftler unterschiedlicher

Disziplinen von Helmholtz-Zentren, Universitäten und weiteren Institutionen diskutierten gemeinsame Forschungsziele und -fragen. Als Critical Zone gilt der oberste Teil der Erdkruste. Dort finden die meisten Austausch- und Umsatzprozesse im System Erde statt. Die Workshop-Teilnehmer sprachen sich dafür aus, dass ein künftiges Netzwerk die Landnutzungs- und Klimavariabilität Mitteleuropas abdecken sollte. Es wurden acht bis zehn potenzielle Standorte identifiziert, wobei sich sechs dieser Infrastrukturen in den TERENO-Observatorien befinden. Diese Standorte könnten zu CZOs ausgebaut werden. Es bestand Konsens, dass sich das CZO-Netzwerk in Deutschland primär auf genutzte Gebiete konzentrieren sollte. Spezielle Forschungsfragen könnten Reaktion, Belastbarkeit und Wiederherstellung der Critical Zone sein. Ein weiterer Fokus soll auf den vom Menschen geschaffenen Lebensraum, die sogenannte Anthroposphäre, und die Konsequenzen der Landnutzung gelegt werden. Das nächste CZO-Treffen wird gemeinsam mit chinesischen Kollegen im September 2015 in Nanjing, China, organisiert. Dieses Treffen bietet eine gute Gelegenheit, sich auszutauschen und die Einrichtung eines internationalen CZO-Netzwerks voranzutreiben.

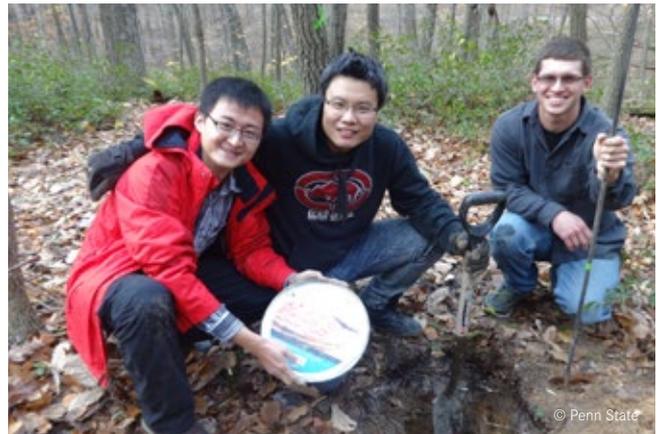
EIN NETZWERK FÜR ALLE

Vorreiter in der „Critical Zone“-Forschung: das nationale Programm der USA

Die „Critical Zone“-Forschung hat in den letzten Jahren rasant an Bedeutung gewonnen. Vorreiter sind die USA. Bereits 2007 rief deren zentrale Förderinstitution, die National Science Foundation (NSF), ein umfangreiches Programm ins Leben: das Critical Zone Observatories National Program. Drei Observatorien, sogenannte CZOs, wurden damals eingerichtet. Mittlerweile sind es zehn. Sie verteilen sich von Kalifornien an der Westküste über Colorado bis zur Karibikinsel Puerto Rico.

„Die CZOs sind Gemeinschaftsressourcen, die Plattformen für Forschungsinfrastrukturen darstellen, aber auch dem wissenschaftlichen Austausch zwischen den beteiligten Forschern dienen“, erläutert Prof. Henry Lin von der Pennsylvania State University. Der Boden-Experte ist Mitglied im TERENO-Beirat und einer der Wissenschaftler, die für das CZO Susquehanna-Shale Hills zuständig sind. Darüber hinaus forscht er im Intensively Managed Landscape (IML) CZO. An den zehn CZO-Standorten untersuchen Wissenschaftler verschiedener Disziplinen, wie sich Wasser, Luft, Boden, Lebewesen und Gestein gegenseitig beeinflussen und wie sie die Landoberfläche prägen. Insgesamt 250 Personen arbeiten in den CZOs. Jedes Observatorium deckt unterschiedliche Umweltbedingungen ab: von Ackerland über Waldgebiete bis zu Gebirgsregionen. Daher gibt es Unterschiede bei den Forschungsschwerpunkten.

Doch die Ziele sind dieselben: Es gilt, die komplexen Prozesse in der Critical Zone zu erfassen und besser zu verstehen. Aus den gesammelten Erkenntnissen wollen die Wissenschaftler ein theoretisches Konzept der Critical Zone erarbeiten. Gleichzeitig entwickeln sie gekoppelte Modelle. Diese sollen helfen vorherzusagen, wie Mensch, Klimawandel und geologische Veränderungen die Critical Zone beeinflussen.



Studenten der Pennsylvania State University untersuchen ein Bodenloch in einem Wald im Susquehanna-Shale Hills Critical Zone Observatory. Die Metallplatte wird in die Erde vergraben, um Bodenradare zu kalibrieren.

Das nationale Programm als Überbau stellt sicher, dass beispielsweise der Datenaustausch zwischen den Observatorien funktioniert und Monitoringprogramme aufeinander abgestimmt sind. Dabei stehen die Observatorien nicht nur den an den CZOs beteiligten Forschern zur Verfügung. Ein wichtiges Anliegen des Programms ist es, eng mit Forschungseinrichtungen und anderen Programmen zusammenzuarbeiten. Insbesondere auch Nachwuchswissenschaftler und Studierende werden eingebunden. Darüber hinaus spielt die internationale Zusammenarbeit eine wichtige Rolle. Aufgrund der vielen Überschneidungen bei den Forschungsansätzen könnte sich Henry Lin beispielsweise eine Partnerschaft zwischen den amerikanischen CZOs und TERENO sehr gut vorstellen. ■

► **Critical Zone Observatories**
U.S. NSF National Program

EUROPÄISCHE UMWELTFORSCHUNG RÜCKT ZUSAMMEN

eLTER: Neues EU-Projekt zur Infrastruktur vereint bestehende Standorte

Drängende Aufgaben erfordern gemeinsame internationale Anstrengungen – auch in der Umweltforschung, etwa um die Komplexität von Ökosystemen und die Wechselwirkungen zwischen deren Funktionen besser zu verstehen. Das Bündeln von Netzwerken in einem gemeinsamen Netzwerk ist daher ein Gebot der Stunde. Mit eLTER (European Long-Term Ecosystem and Socio-Ecological Research Infrastructure) hat die Europäische Kommission im Rahmen des Forschungs- und Innovationsprogramms „Horizon 2020“ ein Projekt genehmigt, das sich dieser Herausforderung stellt.

Die Natur liefert uns lebenswichtige Rohstoffe und ist Basis für unsere Ernährung. Die Erhaltung ihrer Leistungsfähigkeit ist von entscheidender Bedeutung für die Anpassung an den Klimawandel.

eLTER in Zahlen

28 Partnereinrichtungen
162 Testgebiete
22 Länder
5 Millionen Euro Fördermittel
4 Jahre Laufzeit (ab Mitte 2015)

Unsere Gesellschaft ist von der Verfügbarkeit dieser Ökosystemdienstleistungen abhängig und das macht die Erforschung der Ökosysteme zu einem gerade für die Gegenwart ungemein wichtigen Forschungszweig. In Europa gibt es bereits zahlreiche Standorte zur Umweltforschung, die langfristig betrieben werden. eLTER vereinigt diese Untersuchungsgebiete zu einem gemeinsamen Netzwerk, in dem alle Wissenschaftler die Standorte optimal nutzen können, um die wichtigsten Ökosysteme in Europa zu erforschen.

Dafür vernetzt das Projekt das bestehende europäische LTER-Netzwerk (Long-Term Ecological Research) mit den wichtigsten Projekten aus der „Critical Zone“-Forschung, die sich in den letzten Jahren in Europa etabliert hat. Künftig sollen Forschungsansätze besser aufeinander abgestimmt, geeignete Informationstechnologien und -plattformen zu Verfügung gestellt sowie Messinstrumente und Technologien für die Umweltbeobachtung weiterentwickelt werden. TERENO ist ein wichtiger Partner im Projekt. Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung und des Forschungszentrums Jülich sind etwa an der Definition, Weiterentwicklung und Etablierung von methodischen und technologischen Standards für die europäische Umweltforschung beteiligt. Außerdem entwickeln sie gemeinsam mit den Partnern eine Plattform für integrierte Ökosystemmodelle. ■



Mit dem neuen Messturm am Waldstandort Hohes Holz können Wasser- und Kohlenstoffflüsse erfasst werden.

NEUER KLIMAMESSTURM IM BODE-EINZUGSGEBIET

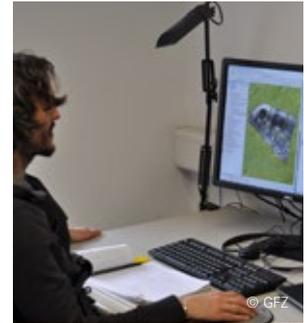
Seit Juni 2014 verfügt auch der vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ betriebene TERENO-Standort „Hohes Holz“ über einen Klimamessturm. Dort führen UFZ-Forscher bereits seit 2012 Messungen zur Bilanzierung des Kohlenstoff- und Wasserhaushalts durch. Der 50 Meter hohe Messturm, den die UFZ-Wissenschaftler Dr. Corinna Rebmann und Dr. Matthias Cuntz betreuen, erweitert die Möglichkeiten: Mit der sogenannten Eddy-Kovarianz-Methode wird der Nettoaustausch von Wasser, Energie und Kohlendioxid zwischen Vegetation und Atmosphäre in hoher zeitlicher Auflösung gemessen. Auch zahlreiche weitere Größen, die zum Verständnis der Austauschflüsse wichtig sind, können die Wissenschaftler in mehreren Höhen erfassen: etwa die Lufttemperatur und -feuchte, die photosynthetisch aktive Strahlung, Windgeschwindigkeit und -richtung sowie die Konzentrationen von Kohlendioxid und Wasserstoff. Ebenso sind am Turm Cosmic-Ray-Neutronensonden installiert, mit deren Hilfe der Wassergehalt der Biomasse und des Bodens ermittelt werden. Der Wald-Standort „Hohes Holz“, der im Einzugsgebiet des Flusses Bode liegt, ist zugleich Standort des internationalen Infrastruktur-Netzwerks ICOS. ■

„PRECISION FARMING“ ERHÄLT UNTERSTÜTZUNG AUS DEM ALL

Analyse der Bodenmuster von Ackerflächen

Für eine umweltverträgliche Landnutzung gewinnen räumlich exakte Bodeninformationen zunehmend an Bedeutung. Seit 2013 untersuchen daher Forscher des Deutschen GeoForschungsZentrums – GFZ im Bereich des Testfelds DEMMIN des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt, welche Informationen sich aus Bodenmustern mittels Satellitenbilddauswertung gewinnen lassen.

Auf der Grundlage von Aussagen zur räumlich-zeitlichen Variabilität von Bodenmustern können Boden-funktionskarten für das „Precision Farming“ entwickelt werden. Ziel dieses „Präzisionsackerbaus“ ist es, Unterschiede des Bodens und der Ertragsfähigkeit innerhalb eines Feldes effizienter zu berücksichtigen. Die Karten ermöglichen es, die Bewirtschaftung gezielt darauf abzustimmen – das spart Agrochemikalien, Treibstoffe und Arbeitszeit.



Visuelle Bildanalyse der Bodenmuster

Vergleich mit Bodenproben

Für die Auswertung analysieren die Forscher zunächst Zeitreihen der Satellitendaten, um geeignete Aufnahmen von vegetationsfreien Acker-schlägen zu ermitteln. Für die Musteranalyse stehen 54 RapidEye-Satellitenbilder mit einer räumlichen Auflösung von 6,5 Metern zur Verfügung. Informationen über die räumliche Ausdehnung und zeitliche Stabilität liefern die jeweiligen Reflexionseigenschaften der Bodenmuster. Temporäre Muster, die durch technologische Maßnahmen und Vegetationseinflüsse entstehen, werden bei der Modellierung und Kartenerstellung ausgeschlossen. Um die in den Satellitenbildern identifizierten Reflexionsmuster für DEMMIN bewerten zu können, nahmen die Wissenschaftler mehr als 700 Proben von der Bodenoberfläche der vegetationsfreien Ackerbereiche.

Die Bodendaten aus dem Gelände wurden im Labor auf ihren Humus- und Karbonatgehalt sowie ihre Korngrößenzusammensetzung hin untersucht. „Besonders der Humusgehalt zeigt einen starken Zusammenhang mit den Boden-Reflexionsmustern“, erklärt Gerald Blasch, Doktorand am GFZ. „Indem wir die Auswertungen von Bodenproben und Satellitenbildern kombinieren, erhalten wir zeitlich und räumlich präzise Muster vom Humusgehalt im Boden. Derzeit wird die entwickelte Methodik auf weiteren Ackerflächen in der Region getestet. Ziel ist letztlich ein regionales Vorhersagemodell, das frei von teurer Bodenanalytik ist.“ ■

Gerald Blasch, Daniel Spengler, Christian Hohmann, Carsten Neumann, Sibylle Itzerott und Herrmann Kaufmann. *Multi-temporal soil pattern analysis with multispectral remote sensing data at the field-scale.* Computers and Electronics in Agriculture Vol. 113, April 2015, Seiten 1–13.

▶ DOI: [10.1016/j.compag.2015.01.012](https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.01.012)

ÜBERRASCHEND STARKE SCHWANKUNGEN

Proxydaten liefern neue Erkenntnisse zu Wasserständen von Seen



Ein Taucher nimmt am Grund eines Sees Proben von Baumresten.

Wissenschaftler des Deutschen GeoForschungsZentrums – GFZ haben in Kooperation mit Kollegen weiterer Forschungseinrichtungen erstmals eine systematische Kombination von Beobachtungsdaten und rekonstruierten Daten für zwei Seen in der nördlich von Berlin gelegenen Schorfheide vorgenommen. Dadurch konnten sie die Seespiegeldynamik der letzten 90 Jahre rekonstruieren. Dabei stellten sie überraschend große Schwankungen innerhalb weniger Jahrzehnte fest. Die Forscher mahnen

daher zur Vorsicht bei einer zu stark auf die Gegenwart und Zukunft fixierten Betrachtung der Landschaftsdynamik.

Daten koppeln

Um die Auswirkungen des Klima- und Landnutzungswandels auf den regionalen Wasserhaushalt bestimmen zu können, sind Daten zur Veränderung der Wassermengen in Fließgewässern, Seen und Grundwasserleitern erforderlich. Diese Daten werden

jedoch häufig erst seit wenigen Jahrzehnten erhoben. Um Ursachen für Veränderungen verlässlich einzuschätzen, ist aber oftmals eine längere Beobachtungsperiode erforderlich. Daher sind Kopplungen von Beobachtungsdaten und rekonstruierten Daten – sogenannten Proxydaten – notwendig. Dieses Wissen hilft, mittels Modellen kontinuierliche Zeitreihen für längere, also auch nicht beobachtete Zeiträume zu erzeugen.

Einflussfaktor Witterung

Bei den beiden Seen nutzten die Forscher neben Pegeldaten Luftbild- und Kartenzeitreihen, unter dem Wasserspiegel aufgefundene dendrochronologisch datierte Baumreste und ein Modell der Seespiegelenwicklung. Die Wasserstände beider abflussloser Seen waren in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts geringer als heute – und zwar mehrere Meter. In den 1980er Jahren erreichten die Wasserstände ihr Maximum, um zur Jahrhundertwende erneut beträchtlich zu fallen. Die Schwankungen in relativ kurzen Zeiträumen stehen aus Sicht der Forscher in engem Zusammenhang mit Witterungsänderungen. ■

Knut Kaiser, Ingo Heinrich, Iris Heine, Marco Natkhin, Ralf Dannowski, Gunnar Lischeid, Thomas Schneider, Johanna Henkel, Mathias Küster, Karl-Uwe Heussner, Oliver Bens, Jana Chmielewski. *Multi-decadal lake-level dynamics in north-eastern Germany as derived by a combination of gauging, proxy-data and modelling.* Journal of Hydrology, 2015.

► DOI:10.1016/j.jhydrol.2014.12.057

TERENO:ROVER – MOBILE MESSUNG DER BODENFEUCHTE



Mit dem TERENO:Rover erstellen Forscher sozusagen im Vorbeifahren hochaufgelöste Karten der Bodenfeuchte.

Seit Sommer 2014 ist am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ im Rahmen von TERENO ein mobiler Cosmic-Ray-Sensor im Einsatz. Mithilfe der mobilen Messmethode erfassen UFZ-Forscher regelmäßig Bodenfeuchte-Muster im TERENO-Gebiet Schäfertal. Der sogenannte TERENO:Rover misst während der Fahrt minütlich den durchschnittlichen Wassergehalt in der Umgebung von etwa 10–20 Hektar und in Tiefen von 10–70 Zentimetern. Wie stationäre Cosmic-Ray-Sonden, die bereits zahlreich in den TERENO-Observatorien im Einsatz sind, erfasst der Rover passiv die Anzahl der Neutronen in der Luft. Die Neutronen werden durch kosmische Strahlung generiert und durch die Präsenz von Wasser reduziert.

Während der TERENO-Konferenz 2014 durchstreifte der Rover außerdem einen Tag lang das TERENO-Gebiet Rur-Eifel. Alle zehn stationären Cosmic-Ray-Sonden, die vom nördlichen Flachland bis in die Bergregion positioniert sind, konnten so besucht und mit der Rover-Sonde kalibriert werden. „Die mobile Messung erlaubt es außerdem, den Wassergehalt zwischen einzelnen Messstandorten räumlich zu erfassen. Auf diese Weise hilft sie bei der Interpolation von Daten auf der regionalen Skala“, erklärt UFZ-Wissenschaftler Martin Schrön.

Im Sommer 2015 finden Vergleichsstudien mit verschiedenen Instrumenten im TERENO-Standort Peißenberg-Fendt statt. TERENO:Rover-Daten können einen wichtigen Beitrag zur verbesserten Parametrisierung hydrologischer Modelle liefern. Denkbar ist auch ein Einsatz zur Flutprävention durch eine operationelle Abschätzung von Wasserrückhaltepotenzialen in Einzugsgebieten. ■

TERENO in den Medien

Deutschlandfunk, 11.11.2014

► **Cosmic Ray Rover – Wie Sternenerplosionen bessere Bodenfeuchte-Messungen ermöglichen**

WENN AUS QUELLEN WIEDER SENKEN WERDEN

Untersuchung der Treibhausgasbilanz wiedervernässter Moore

Seit 2013 verfolgen Wissenschaftler die Wiedervernässung von zwei Mooren im TERENO-Observatorium „Nordostdeutsches Tiefland“. Die Helmholtz-Nachwuchsgruppe TEAM (Trace Gas Exchange in the Earth-Atmosphere System on Multiple Scales) am Deutschen GeoForschungs-Zentrum – GFZ und ihre Partner vom Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) und der Universität Rostock interessiert der Austausch klimarelevanter Spurengase.

Intakte Moore stellen eigentlich eine effektive natürliche Senke für atmosphärischen Kohlenstoff dar. Durch intensive Entwässerung, landwirtschaftliche Nutzung und die daraus folgende Degradation haben jedoch etwa 95 Prozent der deutschen Moore diese Senkenfunktion im Laufe der letzten zwei Jahrhunderte verloren und sind zu Kohlendioxid-Quellen geworden. Seit Mitte der 1990er Jahre erfolgen umfangreiche Wiedervernässungsmaßnahmen. Die Anhebung des Wasserstands soll diese Emissionen reduzieren und möglichst die natürliche Senkenfunktion wiederherstellen. Dafür müssen aber zumindest vorübergehend stark steigende Methan-Emissionen in Kauf genommen werden. Wie lange dieser für den Klimaschutz ungünstige Zustand andauert, ist bislang unbekannt.

Daher erfassen die Wissenschaftler für diese beiden Moore kontinuierlich und zeitlich hochaufgelöst den Austausch klimarelevanter Spurengase zwischen Boden beziehungsweise Wasserkörper, Vegetation und Atmosphäre mithilfe der mikrometeorologischen Eddy-Kovarianz-Methode. Energie- und Stoffflüsse im System Boden-Vegetation-Atmosphäre zu bilanzieren sowie räumliche und zeitliche Muster besser zu verstehen, gehört auch zu den zentralen Zielen von TERENO.

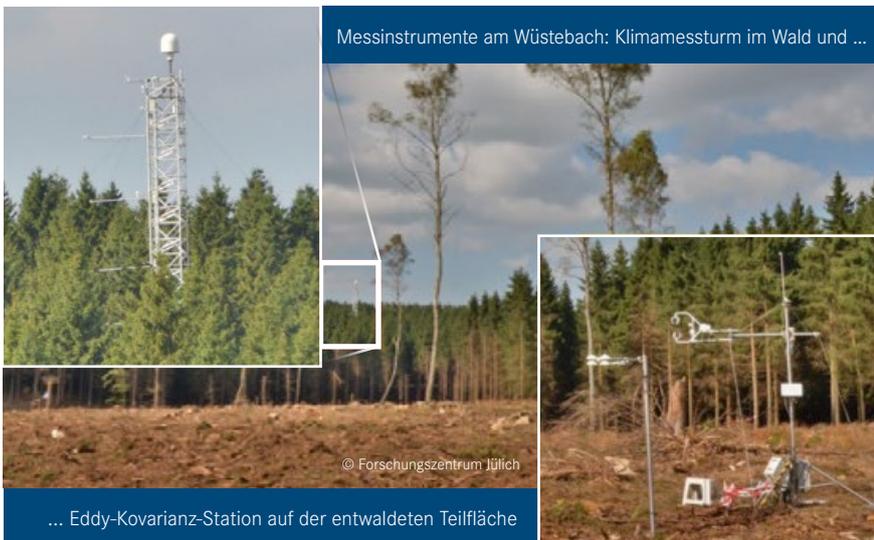
Die Daten aus dem ersten Jahr werden derzeit am GFZ analysiert. „Neben der Treibhausgasbilanz sind wir vor allem an der räumlichen Variabilität der Kohlendioxid- und Methanflüsse innerhalb unserer Untersuchungsstandorte interessiert“, erklärt Dr. Torsten Sachs, Leiter der Nachwuchsgruppe. Die Forscher wollen klären, wie sich etwa die verschiedenen Vegetationsformationen untereinander und von der noch offenen Wasserfläche unterscheiden. Außerdem wollen sie herausfinden, welche Umweltparameter jeweils den Gasaustausch steuern. ■



Eddy-Kovarianz-Messsturm und automatische Messkammern im Peenetalmoor

▶ TEAM – Trace Gas Exchange in the Earth-Atmosphere System on Multiple Scales

WALDUMBAU: EFFEKTE AUF WASSER-, ENERGIE- UND STOFFFLÜSSE



Messinstrumente am Wüstebach: Klimamesssturm im Wald und ...

© Forschungszentrum Jülich

... Eddy-Kovarianz-Station auf der entwaldeten Teilfläche

Schwerpunkte der Untersuchungen waren die Wasser-, Energie- und Stoffflüsse sowie deren biologischen und physikalischen Treiber – also die Themen, die auch im Fokus des Großprojekts TERENO stehen. Die Ergebnisse des Experiments am Wüstebach zeigen, dass es möglich ist, mit einem solchen terrestrischen Monitoringkonzept Änderungen der hydrologischen und biogeochemischen Zustände aufgrund von Umweltstörungen zu erfassen. Das hydrometeorologische Monitoringsystem erfasste beispielsweise nahezu vollständig die verschiedenen Komponenten der lokalen Wasserbilanz während der Beobachtungszeit. Der gemessene Niederschlag war nahezu identisch mit der Summe aus Verdunstung und Abfluss, die die Forscher im Untersuchungszeitraum erfasst hatten. ■

Der Nationalpark Eifel wandelt derzeit die im Park vorherrschenden Fichtenmonokulturen in naturnahe Laubmischwälder um. Dazu werden signifikante Teile der Fichtenbestände entfernt. Das betrifft auch das TERENO-Testgebiet Wüstebach, das im Nationalpark liegt (siehe TERENO-Newsletter 2/2013). Das Forschungszentrum Jülich begleitet die Entwaldung wissenschaftlich, um die Effekte einer solchen Störung auf das Waldökosystem zu untersuchen. In der Fachzeitschrift „Science China Earth Sciences“ stellen die Jülicher Wissenschaftler und ihre Kollegen von den Universitäten Bonn und Trier in einer Veröffentlichung das integrierte Observierungssystem sowie erste Messergebnisse vor.

Heye Bogena, Roland Bol, Nils Borchard, Nicolas Brüggemann, Bernd Dieckrüger, Clemens Drüe, Jannis Groh, Nina Gottselig, Johan Alexander Huisman, Andreas Lücke, Anna Missong, Burkhard Neuwirth, Thomas Pütz, Marius Schmidt, Michael Stockinger, Wolfgang Tappe, Lutz Weiermüller, Inge Wickenkamp and Harry Vereecken. *A terrestrial observatory approach to the integrated investigation of the effects of deforestation on water, energy, and matter fluxes.* Science China Earth Sciences 58 (1), 2015, Seiten 61–75.

▶ DOI: 10.1007/s11430-014-4911-7

WIE ALTE FLUSSSTRUKTUREN WEITERLEBEN

Untersuchung mit geophysikalischer Messmethode liefert Erklärung für unerwartetes Wachstum von Pflanzen

Eine zweimonatige Dürreperiode sorgte für eine überraschende Entdeckung in der Nähe des TERENO-Testgebiets Selhausen: Aufnahmen des Erdbeobachtungssatelliten RapidEye lieferten Hinweise auf ein Jahrtausende altes Flussbett. Dessen Strukturen waren klar in den Bildern von der durch die Trockenheit veränderten Vegetation erkennbar. Jülicher Forscher haben die Bodeneigenschaften entlang der Flussstrukturen mit einer nichtinvasiven geophysikalischen Messmethode detailliert untersucht – und zwar mit der elektromagnetischen Leitfähigkeitskartierung (engl. electromagnetic induction EMI).

Dabei kartierten die Forscher die elektrische Leitfähigkeit der Böden bis zu einer Tiefe von 1,8 Metern. Diese Daten verglichen sie mit den Mustern des Blattflächenindex (engl. Leaf Area Index – LAI).



Satellitenaufnahme vom TERENO-Testgebiet Selhausen: Wachstumsanomalien entlang der nach Norden verlaufenden früheren Flussstrukturen sind im unteren Kreis gut zu erkennen (dunkle Schatten). Die farbigen Bereiche zeigen die Ergebnisse der EMI-Messungen. Im oberen Kreis weisen die roten Flächen – dort ist die elektrische Leitfähigkeit erhöht – auf die ehemaligen Flussschlingen hin. Diese Bereiche haben die Jülicher Forscher intensiv untersucht.

Der LAI, der aus den RapidEye-Aufnahmen abgeleitet wurde, spiegelt das Wachstum der Pflanzen wider. Eine starke Korrelation der beiden Größen stellten die Forscher allerdings nur für tiefere Bodenschichten fest. „Das könnte daran liegen, dass der Oberboden durch landwirtschaftliche Aktivitäten, wie etwa Pflügen, sehr stark verändert und mit benachbarten Bereichen vermischt worden ist“, sagt Prof. Jan van der Kruk vom Institut Agrosphäre am Forschungszentrum Jülich. Die Analyse von Bodenproben zeigte, dass die alten Flussarme, die heute mit feinen Sedimenten verfüllt sind, eine höhere Leitfähigkeit aufweisen als die umgebenden sandigen Böden. „Vermutlich steigert der höhere Tongehalt in den Flussaltarmen das Wasserspeichervermögen des Bodens. Dadurch ließe sich erklären, warum sich während Trockenperioden Pflanzen in diesen Bereichen besser entwickeln als in den umgebenden Böden“, so van der Kruk. ■

Sebastian Rudolph, Jan van der Kruk, Christian von Hebel, Muhammed Ali, Michael Herbst, Carsten Montzka, Stefan Pätzold, David Robinson, Harry Vereecken und Lutz Weihermüller. *Linking satellite derived LAI patterns with subsoil heterogeneity using large-scale ground-based electromagnetic Induction measurements.* Geoderma, Vol. 241, 2015, Seiten 262–271.

▶ DOI: [10.1016/j.geoderma.2014.11.015](https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.11.015)

WASSERDYNAMIK AM HANG



Maßgebliche Prozesse identifiziert: An diesem Hangabschnitt im TERENO-Standort Schäfertal untersuchten Forscher, was die Wege des Wassers beeinflusst.

Mit drahtlosen Messnetzen lassen sich Umweltprozesse in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung erfassen. Eine Forschergruppe hat mithilfe eines solchen Messnetzes an einem Hangabschnitt im TERENO-Standort Schäfertal die Hydrologie einer solchen Landschaftseinheit untersucht. Die Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung, der Hochschule Magdeburg-Stendal sowie der Universitäten Freiburg und Tübingen konnten maßgebliche Prozesse identifizieren, die die Dynamik der Wasserbewegung in kleinen

Mittelgebirgseinzugsgebieten kontrollieren. Unter Einbeziehung statistischer Analysen gelang es ihnen, relevante Feuchtezustände im Jahresverlauf zu kennzeichnen, Übergangsphasen zu qualifizieren und die maßgeblichen strukturellen Eigenschaften zu identifizieren, welche die Hydrologie solcher Hangabschnitte beeinflussen. Die Ergebnisse sind in der Fachzeitschrift „Vadose Zone Journal“ erschienen. Die Herausgeber haben die Veröffentlichung als besonders bedeutsam gewürdigt und für eine hervorgehobene Präsentation durch das Journal ausgewählt.

Wachsende Bedeutung

Die Bodenfeuchte ist eine zentrale Größe im Wasserkreislauf. Sie hat einen maßgeblichen Einfluss auf das Pflanzenwachstum, die Grundwasserneubildung und die Verdunstung, die sogenannte Evapotranspiration. Ihre räumliche und zeitliche Dynamik zu kennen, ist daher in vielen Bereichen von großem Interesse, beispielsweise in der Landwirtschaft, Wasserwirtschaft, Meteorologie und Klimaforschung. Drahtlose Messnetze zur Erfassung der räumlichen Variabilität von Umweltparametern haben sich in den letzten Jahren zu einem wichtigen Werkzeug in der Umweltforschung entwickelt. Sie kommen auch in TERENO an vielen Standorten zum Einsatz. ■

Edoardo Martini, Ute Wollschläger, Simon Kögler, Thorsten Behrens, Peter Dietrich, Frido Reinstorf, Karsten Schmidt, Markus Weiler, Ulrike Werban, Steffen Zacharias. *Spatial and temporal dynamics of hillslope-scale soil moisture patterns: characteristic states and transition mechanisms.* Vadose Zone Journal 01/2015.

▶ DOI: [10.2136/vzj2014.10.0150](https://doi.org/10.2136/vzj2014.10.0150)

MOLEKULARER SCHLÜSSEL ZUM KOHLENSTOFFKREISLAUF



Für die Geoökologin und Umweltmikrobiologin Prof. Susanne Liebner bietet das TERENO-Observatorium „Nordostdeutsches Tiefland“ beste Möglichkeiten, vergleichende ökologische Forschungen durchzuführen. Seit 2013 leitet die 37-Jährige am Deutschen GeoForschungsZentrum – GFZ die Helmholtz-Nachwuchsgruppe MicroCene, die sich mit mikrobiellen Gemeinschaften in Mooren, Böden und Sedimenten beschäftigt. Liebner untersucht, wie sich die mikrobielle Ökologie der Oberfläche von

der im Untergrund unterscheidet und welchen Einfluss die tiefere Biosphäre auf die Kohlenstoffflüsse besitzt. Zugleich ist sie Juniorprofessorin an der Universität Potsdam.

Die Moore in Nordostdeutschland sind eine hervorragende Ergänzung

zu ihren Studien in der Arktis. Auf Basis molekularer Methoden identifizieren sie und ihr Team Schlüsselorganismen des Methankreislaufs der verschiedenen Moortypen und charakterisieren deren Ökologie. Dieses Wissen trägt nicht nur zum Prozessverständnis von aktuellen Spurengasflüssen bei, sondern schafft die Basis, die Verbreitung und Aktivität mikrobieller Gemeinschaften in Jahrtausende alten Moorbohrkernen interpretieren zu können. ■

STOFFAUSTAUSCH IM WANDEL

Zwischen Biosphäre und Atmosphäre herrscht ein reges Geben und Nehmen. Das betrifft beispielsweise Stoffe wie Kohlendioxid (CO₂), Wasserdampf (H₂O) und Lachgas (N₂O). Doch die Stoffbilanzen verändern sich im Zuge des globalen Wandels. Der Einsatz fossiler Brennstoffe durch den Menschen erhöht etwa die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre, was wiederum Einfluss auf die Pflanzen hat. Gleichzeitig sorgen Maßnahmen wie eine veränderte Landnutzung dafür, dass Pflanzen und Böden nicht mehr die gleiche Menge an CO₂ aufnehmen, speichern oder abgeben. Hier setzt die Forschung von Dr. Alexander Graf (40) an. „Um diese Veränderungen zu verstehen, müssen wir Photosynthese- und Atmungsprozesse eines Ökosystems zuverlässig und einfach messen können. Das ist außerdem die Voraussetzung, um Modelle für den globalen Wandel zu entwickeln, die künftig das Verhalten eines Ökosystems und den Nettoaustausch von Treibhausgasen vorhersagen können“, so der wissenschaftliche Mitarbeiter am Forschungszentrum Jülich und Leiter der vom Bundesforschungsministerium geförderten Nachwuchsgruppe IDAS – GHG (Instrumental and Data-driven Approaches to Source-



Partitioning of Greenhouse Gas Fluxes). Mit seinem Team will er dafür verschiedene Methoden vergleichen und verbessern. Dafür nutzen sie die Messinstrumente und die Datenbasis von TERENO. „Das erspart uns den kostenintensiven Aufbau einer eigenen Infrastruktur“, so der Landschaftsökologe. TERENO wiederum profitiert von den Ergebnissen, die in die Datenbank des Großprojekts einfließen und somit anderen Forschern zur Verfügung stehen werden. ■

KONTAKT | KOORDINATION

Dr. Heye Bogena

Institut Agrosphäre (IBG-3)
Forschungszentrum Jülich
Tel.: 0 24 61/61-67 52
E-Mail: h.bogena@fz-juelich.de

Dr. Ralf Kiese

Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU)
Karlsruher Institut für Technologie
Tel.: 0 88 21/1 83-1 53
E-Mail: ralf.kiese@kit.edu

Dr. Ingo Heinrich

Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
Tel.: 03 31/2 88 19 15
E-Mail: heinrich@gfz-potsdam.de

Dr. Steffen Zacharias

Department Monitoring- und Erkundungstechnologien
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
Tel.: 03 41/2 35-13 81
E-Mail: steffen.zacharias@ufz.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

IMPRESSUM

Herausgeber: TERENO

Redaktion: Christian Hohlfeld

Text: Christian Hohlfeld, Katja Lüers, Christoph Mann

Grafik und Layout: Bosse und Meinhard Wissenschaftskommunikation