



Hoch hinaus: Christian Chwala vom Karlsruher Institut für Technologie montiert in luftiger Höhe ein selbst entwickeltes Messgerät, mit dem am Standort Fendt neue Methoden zur Niederschlags- und Luftfeuchtigkeitsmessung mittels Mikrowellenstrahlung erprobt werden

INNOVATIVE ANSÄTZE

FORSCHUNG SCHREITET VORAN

Immer wieder lohnt es sich, neue Wege zu suchen – auch in der Forschung. Um Niederschlagsmengen genauer zu ermitteln, nutzen die Projektpartner von PROCEMA Richtfunkstrecken von Mobilnetzbetreibern, denn schon Nieselregen kann die Übertragung messbar beeinflussen. Die Tests laufen im TERENO-Observatorium „Bayrische Alpen/Voralpenland“. Partner im Observatorium „Nordostdeutsches Tiefland“ arbeiten an einer Methode, um klimarelevante Gase direkt über dem Boden mit räumlicher Auflösung zu erfassen. Bislang war das nicht möglich. Eine Kombination aus Infrarot-Absorptions-Spektroskopie und Tomographie soll das ändern. Zwei Beispiele, die zeigen, dass neben dem Ausbau der vier TERENO-Observatorien die Forschung voranschreitet.

IN DIESER AUSGABE

Doktoranden auf dem Weg zum Gipfel	Seite 2
Editorial: Eine gemeinsame Aufgabe	Seite 2
Deutsche Wasserforschung bündelt Kräfte	Seite 3
Terrestrische Forschung vereint	Seite 4
Das Klimapuzzle	Seite 5
Die große Unbekannte	Seite 6
Suchmaschine für Spurengase	Seite 6
Wissen, was wirklich wirkt	Seite 7
Veröffentlichungen	Seite 8
Störfaktor als Messhilfe	Seite 10
Von den Ursachen bis zu den Folgen.	Seite 11
Von der lokalen Hydrologie zum regionalen Klimamodell.	Seite 11
Daten für den Klimaschutz	Seite 12

DOKTORANDEN AUF DEM WEG ZUM GIPFEL

„Bayrische Alpen/Voralpenland“ stellt Infrastruktur für neues Helmholtz-Kolleg

Gute Aussichten für angehende Klima- und Umweltforscher: Im neuen Helmholtz-Kolleg „Mechanismen und Interaktionen des Klimawandels in Bergregionen“ (MICMoR) erforschen künftig bis zu 25 Doktoranden die Auswirkungen dieses Wandels an den Schnittstellen von Atmosphäre, Biosphäre sowie Pedo- und Hydrosphäre. Das Kolleg, das die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren in den kommenden sechs Jahren fördert, verbindet eine interdisziplinäre Ausbildung mit der Vermittlung von fachübergreifenden Kompetenzen.

Angesiedelt ist es am Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU) des Karlsruher Instituts für Technologie. Die Infrastruktur für

die Forschung stellt das TERENO-Observatorium „Bayrische Alpen/Voralpenland“, das das Helmholtz-Zentrum München und das IMK-IFU gemeinsam koordinieren. Die künftigen Teilnehmer des neuen Helmholtz-Kollegs sollen mit ihren Doktorarbeiten bisherige Forschungen im Observatorium fortführen und damit sicherstellen, dass bestimmte Datenreihen nach Ende eines Forschungsprojekts nicht abbrechen.

Fit für die internationale Forschung

Über Summer Schools und Seminare erlernen die Doktoranden die notwendigen Fähigkeiten und Methoden. „Mit diesen Kenntnissen können sie sich später erfolgreich in der internationalen Forschung bewegen“, sagt der Sprecher von MICMoR, Prof. Hans Peter Schmid vom IMK-IFU. Zur Ausbildung gehören beispielsweise auch Mentoring-Programme, die Teamfähigkeit und Führungsqualitäten vermitteln. In einem Research Forum können sich die Nachwuchsforscher mit erfahrenen Wissenschaftlern austauschen. ■

Kontakt

Karlsruher Institut für Technologie
Institut für Meteorologie & Klimaforschung –
Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU)
Prof. Dr. Hans Peter Schmid
Dr. Bärbel Elija Bleher
Tel.: +49 (0)8821 / 183-111
E-Mail: elija.bleher@kit.edu

BETEILIGTE EINRICHTUNGEN

Zentrale Partner

- Karlsruher Institut für Technologie
- Ludwig-Maximilians-Universität München
- Technische Universität München
- Universität Augsburg

Assoziierte Partner

- Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum
- Helmholtz-Zentrum München
- Universität Bayreuth
- Universität Würzburg

EDITORIAL



Foto: Chris Finke

Eine gemeinsame Aufgabe

Liebe Leserinnen und Leser,

die terrestrische Forschung in Deutschland wächst zusammen. Das ist ein wichtiger Schritt, denn wir werden die regionalen Auswirkungen des Klimawandels mit ihren umfassenden Konsequenzen nur verstehen, wenn wir unser Know-how bündeln. Nur dann können brauchbare Prognosemodelle entstehen.

An diesem Prozess hat TERENO einen nicht unwesentlichen Anteil – gerade auch in Zusammenarbeit mit der Helmholtz-Klimainitiative REKLIM (Regionale Klimaänderungen) oder der Water Science Alliance der deutschen Wasserforschung. In den vier Observatorien beobachten wir intensiv und langfristig alle Bestandteile des terrestrischen Systems: Boden, Grundwasser, Pflanzen und Atmosphäre. Entsprechend war das Projekt von Anfang an als Plattform konzipiert, die unterschiedliche Disziplinen und verschiedene Einrichtungen zusammenbringt. Das bezieht sich nicht nur auf Einrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft, sondern auch auf Hochschulen, Leibniz-Institute und Behörden.

Kooperationen, wie beispielsweise mit dem Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), bauen wir weiter aus – auch im europäischen Rahmen mit ICOS (Integrated Carbon Observation System). Parallel dazu wollen wir die Instrumentierung der Observatorien bis Ende 2011 abschließen und die Forschung verstärken. Vielversprechende Projekte laufen bereits: In diesem Newsletter stellen wir Aktivitäten wie etwa CarboZalf, PROCEMA und den SPEAR-Indikator vor.

Viel Vergnügen beim Lesen

Ihr Harry Vereecken

Koordinator TERENO



Foto: KIT/IMK-IFU

Im Observatorium „Bayrische Alpen/Voralpenland“, hier Münchner Studierende am Standort Fendt, forschen künftig Doktoranden des neuen Helmholtz-Kollegs MICMoR

DEUTSCHE WASSERFORSCHUNG BÜNDELT KRÄFTE

Water Science Alliance entwickelt gemeinsame Ziele und Strategien – Interview mit Georg Teutsch

Anfang Juni 2011 trafen sich mehr als 200 Wasserexperten aus Deutschland sowie einige eingeladene Experten aus aller Welt zur 2. Water Research Horizon Conference in Berlin. Dazu eingeladen hatte das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ. Sein Wissenschaftlicher Geschäftsführer, Professor Dr. Georg Teutsch, spricht im Interview über die globalen Herausforderungen in der Wasserforschung und die Ziele der Water Science Alliance.

Experten warnen vor einer drohenden Wasserkrise. Vor welchen Problemen stehen wir?

In den letzten Jahrzehnten ist der weltweite Wasserverbrauch stark gestiegen. Angesichts des globalen Wandels – angefangen von einer wachsenden Weltbevölkerung über den Klimawandel bis hin zur veränderten Landnutzung – wird dieser Trend anhalten. Hinzu kommt die Verschmutzung von Grund- und Oberflächenwasser. Das hat Auswirkungen auf verschiedene Bereiche: etwa Lebensmittelproduktion, Ökologie und Energieversorgung. Gefragt sind Lösungen, die die Verfügbarkeit von Wasser und seine Qualität sichern.

Was bedeutet das für die Forschung?

Wir müssen einerseits, wie bisher, unser Verständnis einzelner Prozesse weiterentwickeln, aber vor allem auch die komplexen Wechselwirkungen besser verstehen. Beispielsweise gelangen jedes Jahr Millionen von Chemikalien und Schadstoffen über das Wasser in die Umwelt. Wir wissen noch zu wenig darüber, was mit diesen Stoffen dann passiert: Wie verteilen sie sich, werden sie abgebaut oder angereichert, welche Langzeitwirkungen ergeben sich und wie könnte man insbesondere die flächigen Einträge minimieren? Benötigt werden zudem bessere Modellsysteme, damit wir ähnlich wie die Klimaforschung großräumige Zukunftsprojektionen entwickeln können. Dafür muss die deutsche Wasserforschung ihre in vielen Teildisziplinen hohe Kompetenz bündeln. Und sie muss Lösungsstrategien entwerfen, die über einzelne Fachgebiete hinausgehen. Deshalb haben wir unter Federführung des UFZ die Water Science Alliance ins Leben gerufen.

Was ist die Water Science Alliance?

Diese Initiative besteht zunächst aus einer Kommunikations- und Organisations-Plattform für über 150 universitäre und außeruniversitäre Forschungsgruppen sowie Bundes- und Landeseinrichtungen, die in Deutschland Wasserforschung betreiben oder diese finanzieren und die Ergebnisse nutzen. In unserem White Paper haben wir die wichtigsten Herausforderungen zusammengefasst und auch angefangen, passende Themen-Cluster festzulegen, in denen wir gemeinsame Forschungsziele und -strategien entwickeln

(siehe Kasten). Damit wollen wir zugleich helfen, die deutsche Wasserforschung bei diesen Themen international noch besser zu positionieren.

Welche Rolle spielt hierbei die Water Research Horizon Conference?

Die Konferenz ist das Diskussionsforum der Allianz, bei dem sich die Partner austauschen und abstimmen. So haben wir 2010 bei der ersten Konferenz das White Paper vorgestellt und beschlossen. In diesem Jahr standen das Management von Stoffflüssen in Flussgebieten und die Entwicklung komplexer Systemmodelle für bessere Prognosen im Mittelpunkt. Viele der bisherigen Fragestellungen wurden mit kompartimentspezifischen, monokausalen Modellansätzen bearbeitet oder untersucht. Die neuen großen Herausforderungen an die Wasserforschung erfordern dagegen ein sehr viel komplexeres Instrumentarium, das es gemeinsam zu entwickeln gilt.

Was hat die Konferenz gebracht und wie sehen die nächsten Schritte aus?

Der sehr offene, intensive und produktive Austausch auf der Konferenz – sowohl zwischen den deutschen Experten als auch mit den eingeladenen internationalen Fachleuten – hat uns weiter vorangebracht. Dadurch konnte die Grundlage für eine ganze Reihe neuer gemeinsamer Initiativen gelegt werden, wie beispielsweise für eine internationale „Benchmarking Initiative“ für das Testen und Vergleichen verschiedener Modellsysteme in der Wasserforschung. Wir sind gerade dabei, die Protokolle aufzuarbeiten, und werden gezielt Workshops zur Präzisierung und Konkretisierung der Themen anbieten.

Welche Rolle spielt TERENO?

TERENO spielt eine sehr wichtige Rolle. Zum einen kann man komplexe Systeme nicht allein theoretisch oder mit ein paar vereinfachten Laborexperimenten verstehen. Dazu braucht man Feldstandorte, die instrumentell entsprechend hochgerüstet sind und so die notwendige Informationsredundanz zur Prozess- und Parameteridentifikation schaffen. Hinzu kommt, dass wir zunehmend gefordert sind, die im Detail verstandenen Prozesszusammenhänge auf große Maßstäbe, zum Beispiel Einzugsgebiet oder Flussgebiet, zu übertragen. Die dabei zur Regionalisierung benutzten Methoden, die stets die Notwendigkeit der intelligenten Vereinfachung beinhalten, können nur an realen Teststandorten, wie sie TERENO zur Verfügung stellt, verifiziert werden. Allerdings werden wir hierzu die TERENO-Kompetenz auch um einen Schwerpunkt im Bereich komplexer Fernerkundungsmethoden erweitern müssen. ■

Water Science Alliance
Water Research Horizon Conference



Georg Teutsch

DIE SECHS THEMEN-CLUSTER DER WATER SCIENCE ALLIANCE

A) Generische Wasserprobleme globaler Dimension:

1. Herausforderungen des globalen und klimatischen Wandels: Ernährung und Wasser, Mega-Urbanisierung, Risiko und Vulnerabilität
2. Wassermanagement jenseits des klassischen Ansatzes vom integrierten Wasserressourcen-Management: Zielsetzung, Instrumente und Governance

B) Stärkung methodischer Schlüsselkompetenzen:

3. Wasser- und Stoffflüsse im regionalen Kreislauf: Schutz von Umwelt und Gesundheit
4. Neue Konzepte für Monitoring, Erkundung und Datenassimilation in der Wasserforschung
5. Entwicklung komplexer Systemmodelle in der Wasserforschung

C) Komplexes Wassermanagement in einer Prioritätsregion:

6. Wasserknappheit: Perspektiven einer neuen circum-mediterranen Forschungsinitiative

White Paper

TERRESTRISCHE FORSCHUNG VEREINT

Positive Zwischenbilanz beim TERENO-Workshop 2011

„TERENO ist schon jetzt mehr als eine Infrastrukturmaßnahme“, erklärte Koordinator Prof. Harry Vereecken vom Forschungszentrum Jülich beim TERENO-Workshop Anfang 2011. Nach rund zwei Jahren Arbeit zogen die beteiligten Einrichtungen eine positive Zwischenbilanz. Mehr als 60 Wissenschaftler sowie Vertreter von Ministerien und Behörden waren nach Bonn gekommen, um sich über die bisherigen Fortschritte zu informieren, Erfahrungen auszutauschen und einen Blick in die Zukunft zu werfen.

Harry Vereecken erinnerte an die Ausgangslage: Laut Umweltbundesamt könnte in den kommenden 100 Jahren in Deutschland die Durchschnittstemperatur um 2,5 bis 3,5 Grad Celsius steigen und der Niederschlag um bis zu 30 Prozent abnehmen. Es drohen die Zunahme von Dürren und Hitzewellen, Winterstürmen, Überschwemmungen sowie ein Rückgang der Artenvielfalt. Die terrestrische Forschung in Deutschland müsse, so Vereecken, enger zusammenrücken, um die regionalen Auswirkungen des Klimawandels zu erfassen und Zukunftsmodelle zu entwickeln. Das gelte für verschiedene Fachdisziplinen ebenso wie für unterschiedliche Einrichtungen.

Abschluss der Instrumentierung

„TERENO ist die Klammer, die bisher häufig getrennt laufende Aktivitäten verbindet – und zwar nicht nur innerhalb der Helmholtz-Gemeinschaft“, betonte Prof. Georg Teutsch, Wissenschaftlicher Geschäftsführer des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung – UFZ. So stimmen sich beispielsweise TERENO und der Sonderforschungsbereich/Transregio 32 der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) intensiv ab. Diese

Zusammenarbeit spielte eine wichtige Rolle bei der Verlängerung und Aufstockung des Transregio (siehe Newsletter 1/2011 und 1/2009). Solche Synergieeffekte haben sich sowohl die TERENO-Initiatoren als auch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) als Geldgeber erhofft. Wissenschaftler von zahlreichen Universitäten und einem Leibniz-Institut nutzen bereits die Ausstattung in den vier Observatorien für ihre Untersuchungen. Bis Ende 2011 soll die Instrumentierung der Observatorien abgeschlossen sein.

Internationale Anbindung

Aus Sicht von Harry Vereecken gilt es, TERENO parallel weiterzuentwickeln. Dazu gehört auch die Anbindung an nationale und internationale Netzwerke. TERENO ist beispielsweise Partner von ICOS-Deutschland, dem nationalen Teil der europäischen Beobachtungsplattform zur Erforschung des Kohlenstoffkreislaufes und der Treibhausgasemissionen. Ein Antrag auf Förderung durch das BMBF läuft (siehe Seite 12). Geplant ist auch eine engere Anbindung an die Biodiversitäts-Exploratorien der DFG. Darüber hinaus will sich die Helmholtz-Gemeinschaft international engagieren. In Vorbereitung ist „TERENO-Med“, ein Beobachtungsnetzwerk für den Mittelmeerraum, das die Langzeiteffekte des Klimawandels in diesem Gebiet untersuchen soll.

Dr. Rainer Müssner vom BMBF ermunterte alle Beteiligten, noch mehr den Weg in die Öffentlichkeit zu suchen. Produkte, Schlüsselpublikationen und andere Service-Angebote könnten das breite und hohe Leistungsspektrum von TERENO zeigen und zugleich den großen Nutzen dieses Forschungsverbunds für die Gesellschaft verdeutlichen. ■



Hans Papen

NEUER KOORDINATOR

Prof. Dr. Hans Papen ist neuer Koordinator des TERENO-Observatoriums „Bayrische Alpen/Voralpenland“. Der Umweltforscher ist seit 1999 Stellvertretender Direktor des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Dort leitet er zugleich die Arbeitsgruppe „Ecosystem Matter Fluxes“. Hans Papen löst seinen Institutskollegen Prof. Dr. Harald Kunstmann ab, der Ende 2009 den Lehrstuhl für Regionales Klima und Hydrologie an der Universität Augsburg in gemeinsamer Berufung mit dem KIT übernommen hat. ■

Kontakt

hans.papen@kit.edu

WEGWEISER ZUM KLIMAWISSEN

Ein neues Internetportal bündelt das Wissen zum Klimawandel. Der Klimanavigator dient als Wegweiser durch die deutsche Forschungslandschaft und gibt einen Überblick über den aktuellen Forschungsstand rund um Klima, Klimafolgen und Anpassung an den Klimawandel. Beispielsweise bieten ausführliche Dossiers in allgemeinverständlicher Weise Hintergrundinformationen zu wichtigen Fragen. Darüber hinaus finden Nutzer auf dem Portal Porträts und aktuelle Pressemitteilungen der über 30 beteiligten Institutionen, darunter auch von TERENO. Weitere Institutionen und Verbände sollen folgen. Geplant sind außerdem ein Bereich zur internationalen Vernetzung sowie Karriereinformationen für Wissenschaftler. Das Portal wendet sich an Wissenschaft, Politik und Verwaltung ebenso wie an Wirtschaft und Gesellschaft. Initiiert hat es das Climate Service Center in Hamburg, eine Einrichtung des Helmholtz-Zentrums Geesthacht. ■

www.klimanavigator.de

TEODOOR ONLINE

Das TERENO-Datenportal TEODOOR (siehe TERENO Newsletter Nr. 1/2011) steht nun allen Interessierten zur Verfügung. Die Online-Plattform enthält alle Daten, die Forscher im Rahmen des TERENO-Projekts erfassen. Nutzer können die Daten suchen, darstellen und herunterladen. ■

[TEODOOR Online Data Portal](#)



Erwartungen übertroffen: TERENO-Koordinator Harry Vereecken (Bild rechts oben) diskutierte mit den Teilnehmern des TERENO-Workshops 2011 über die Fortschritte des Projekts



Foto: Achim Brauer

Wer die Zukunft vorhersagen will, muss die Vergangenheit kennen. Das gilt besonders für Auswirkungen von Klimaänderungen. Denn ob sich Veränderungen von Landschaft und Wasserhaushalt vor allem durch Klimaänderungen erklären lassen oder durch die land- und forstwirtschaftliche Nutzung, lässt sich nicht so einfach sagen. Beispiel: Seit Jahrzehnten sinken die Grund- und Seewasserspiegel im Müritz-Nationalpark. Ist das nun ein Trend infolge des Klimawandels? „Nicht unbedingt“, relativiert Dr. Knut Kaiser, Wissenschaftler am Geoforschungszentrum Potsdam (GFZ). „In den letzten tausend Jahren ging es mehrfach rauf und runter.“

Kaiser ist einer der Experten, die solche historischen Entwicklungen im Müritz-Nationalpark aufspüren. Das Gebiet spielt damit nicht nur eine zentrale Rolle im TERENO-Observatorium „Nordostdeutsches Tiefland“ (siehe Newsletter 1/2011), sondern ist einzigartig für das gesamte TERENO-Projekt. Denn die anderen drei Observatorien beschäftigen sich vorwiegend mit aktuellen Veränderungen; Rückblicke weit in die Vergangenheit haben sie bislang nicht geplant.

Fast unberührte Natur

Der 1990 gegründete Nationalpark mit seinen ausgedehnten Wäldern, Seen und Mooren ist eine naturnahe Landschaft. Aufgrund geringer Intensität der Land- und Forstwirtschaft ist die

DAS KLIMAPUZZLE

Müritz-Nationalpark: ein Klima- und Wasserhaushaltsarchiv des neuen TERENO-Observatoriums

Region eine ideale Messlatte für Klimaforscher, Hydrologen und Biologen. Denn Veränderungen sind hier nicht überwiegend vom Menschen gemacht, so jedenfalls die bisherige Annahme, sondern weitgehend natürlichen Ursprungs. Auf diese Weise können Forscher die Ursachen des Klimawandels besser verstehen und natürliche und menschliche Einflüsse voneinander trennen.

Am GFZ arbeiten auch Wissenschaftler, die Daten zu regionalen Landschaftsveränderungen der letzten 15.000 Jahre sammeln. Je nach Zeitskala kommen verschiedene Methoden zum Einsatz. So liefert die Dendrochronologie – die Analyse von Baumjahresringen – interessante Informationen zu Klima und Wasserhaushalt der Vergangenheit. Beim Nationalpark sind es die letzten 300 Jahre, denn so alt sind manche Bäume dort.

Knut Kaiser und seine Kollegen interessieren sich besonders für den Großen Fürstenseer See und sein Einzugsgebiet. Sedimentproben aus tiefen Bohrungen am Seegrund oder Bodenprofile auf Seeterrassen über und unter Wasser geben Auskunft über den historischen Wasserhaushalt. Für sich allein seien die Daten wenig aussagekräftig, „aber aus dem Puzzle möglichst vieler Indikatoren ergibt sich ein detailliertes Bild“, so Kaiser.

Ein See unter Beobachtung

Geplant ist, am Seeufer eine Monitoringfläche einzurichten, wo viele Indikatoren gleichzeitig erhoben werden. Eine Frage ist, wie Bäume auf Wetter und Klima reagieren und welche Schlüsse sich daraus für die Hydrologie des Seeinzugsgebietes ziehen lassen. Zwei Jahre haben die Vorbereitungen dafür gedauert, Ende 2011 sollen die Messgeräte installiert werden.

Mit von der Partie ist Dr. Theresa Blume. Die Hydrologin interessiert sich insbesondere für den Wasserhaushalt des Sees. Der hat nämlich keinen oberirdischen Zufluss, sondern wird nur von Grundwasser gespeist. Mit den Messungen will

sie unter anderem klären, wo Wasser einströmt, welchen Einfluss der Wald auf den Wasserhaushalt hat und wann die Bäume im Sommer von der Versorgung mit Bodenwasser auf Grundwasser wechseln. In Zusammenarbeit mit den GFZ-Dendrochronologen Dr. Gerd Helle und Dr. Ingo Heinrich werden dann Baumjahresringe genutzt, um die heutige Dynamik in Bezug zu Wasserhaushaltsschwankungen der letzten Jahrhunderte zu setzen.

Einige trickreiche neue Messverfahren sollen dabei zum Einsatz kommen:

- **GPS-Reflektometrie**
GPS-Satellitensignale, die von der Erdoberfläche reflektiert werden, werden in ihren Eigenschaften verändert. Diese Messfehler sind für Hydrologen möglicherweise Gold wert, da über sie eine Aussage über die aktuelle Bodenfeuchte an der Erdoberfläche getroffen werden kann.
- **Gravimeter**
Sie messen die Erdanziehungskraft. Allerdings beeinflussen Veränderungen der Wasserspeicherung im Grundwasser oder im Boden in der Umgebung der Gravimeter diese Messungen. Für Geodäten ist das ein unerwünschter Störeffekt, für Hydrologen ist er dagegen von Interesse, weil sie damit etwas über die im Untergrund gespeicherte Wassermenge erfahren können.

Daten sammeln die Forscher des GFZ indes nicht nur im Gelände, sondern auch in Archiven oder durch Interviews. Beispielsweise existieren Luftbilder aus den 1930er und 1940er Jahren, als die Müritz-Region noch vorindustriell geprägt war. Knut Kaiser stöberte in Archiven und befragte Zeitzeugen, um Informationen über Wasserstände und den Bau von Entwässerungsgräben oder Wassermühlen zu finden. „Damit rechnen wir den Faktor Mensch heraus“, erläutert Matthias Schwabe, im Müritz-Nationalpark verantwortlich für Forschung und Monitoring. Im Idealfall bleibe am Ende allein der Anteil des Klimawandels an den Landschaftsveränderungen übrig. ■

Besonders interessant für die Wissenschaftler ist der Große Fürstenseer See. Sie wollen herausfinden, wie Bäume auf Wetter und Klima reagieren und welche Schlüsse sich daraus für die Hydrologie des Seeinzugsgebietes ergeben: Entnahme von Sedimentproben aus dem Fürstenseer See (oben) und eines Bohrkerns aus einer Buche (unten links), Sondierungsbohrung in einem Kesselmoor am Rand des Sees (unten rechts). Der Strandstreifen entstand durch das Absinken der Wasserspiegel seit den 1980er Jahren (unten Mitte)



Fotos: Knut Kaiser



Die vielen Moore in der norddeutschen Tiefebene sind starke CO₂-Quellen. Um die Freisetzung zu stoppen, wollen ZALF-Forscher Moore überfluten

Foto: M. Sommer/ZALF

DIE GROSSE UNBEKANNTE

Wissenschaftler erforschen den Kohlenstoffhaushalt von Landschaften

Klimawandel spielt sich nicht nur in der Luft ab. Auch die Erde und die darauf wachsenden Pflanzen entscheiden mit darüber, wie viel Kohlendioxid (CO₂) die Atmosphäre enthält. Im Projekt „CarboZALF“ erforschen Wissenschaftler des Leibniz-Zentrums für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) den Kohlenstoffhaushalt von Landschaften. TERENO hilft dabei – mit einem neu entwickelten Messgerät, an dem Wissenschaftler des GeoForschungsZentrums und der Universität Potsdam arbeiten (siehe Beitrag unten). Auch eine TERENO-SoilCan-Lysimeterstation am Standort Dedelow liefert wichtige Informationen zum Wasser- und Stoffhaushalt.

Nur etwa 45 Prozent des durch Menschen erzeugten CO₂ bleiben in der Atmosphäre. Der Rest verschwindet in den Ozeanen und auf dem Land. „Die sogenannte terrestrische CO₂-Senke auf den Kontinenten ist eine große Unbekannte“, sagt Prof. Dr. Michael Sommer, der gemeinsam mit Prof. Dr. Jürgen Augustin das Projekt leitet. Eine große Rolle spielt die Landnutzung auf der nördlichen Hemisphäre. In landwirtschaftlich geprägten Landschaften findet sich oft ein buntes Mosaik aus Äckern, Wäldern, Wiesen, Feuchtgebieten,

Gewässern und Siedlungen. Diese stehen durch Austauschprozesse untereinander in Beziehung. „Wir wollen die Kohlenstoff-Quellen- und Senkenfunktion einzelner Landschaftselemente erfassen und vor allem die Interaktionen zwischen den einzelnen Elementen verstehen, um so zu einem Gesamtbild des Kohlenstoffhaushaltes einer Landschaft zu kommen“, erklärt Jürgen Augustin das Ziel von „CarboZALF“. „Und wir wollen verstehen, welche Prozesse Kohlenstoffumsetzung und -transport steuern, um Landschaftselemente beeinflussen und ihre Senkenfunktion verstärken zu können.“

Entwässerte Moore als Problemfall

Ein Beispiel: entwässerte Moore. Viele dieser starken CO₂-Quellen sind in der norddeutschen Tiefebene zu finden. Flutet man die Moore, kann man die CO₂-Freisetzung stoppen – aber auch große Mengen des kohlenstoffhaltigen Treibhausgases Methan freisetzen. „Wir haben gezeigt, dass man durch die Überflutung der Moore quasi eine Biogasanlage unter Freiluftbedingungen induzieren kann“, erläutert Jürgen Augustin. Mikroorganismen bauen unter Ausschluss von

ZALF

Das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V. in Müncheberg erforscht Ökosysteme in Agrarlandschaften und entwickelt ökonomisch sowie ökologisch vertretbare Landnutzungskonzepte. Zum ZALF gehören sechs Institute, die sich mit unterschiedlichen Aspekten der Landnutzung beschäftigen, von grundlagen- und anwendungsorientierten Fragestellungen aus den Naturwissenschaften bis zur Sozioökonomie. Das Zentrum, das knapp 300 Mitarbeiter beschäftigt, verfügt über rund 175 Hektar Versuchsfläche.

Sauerstoff Pflanzenreste ab, es entsteht Methan. Sind die dafür verantwortlichen Faktoren verstanden, lässt sich die Methanbildung umgehen.

Das ZALF untersucht auch andere Landschaftselemente der nordostdeutschen Tiefebene, wie die „kuppige Grundmoränenlandschaft“, die meist als Ackerland genutzt wird. Die Wissenschaftler analysieren den Einfluss der Bodenerosion und des zunehmenden Anbaus von Energiepflanzen auf die CO₂-Quellen-/Senkenfunktion des Systems „Boden-Pflanze“ sowie das Verhalten von Söllen. Diese kleinen eiszeitlichen Seen sind zu Tausenden im norddeutschen Tiefland zu finden. An ihren Rändern emittieren sie Methan. Aber niemand kennt ihre CO₂-Quellen- oder -Senkenfunktion und den Einfluss des Umlands auf deren Kohlenstoffbilanz. „Es gibt derzeit kein adäquates messtechnisches System, das den CO₂-Austausch kleinräumig differenziert, zum Beispiel über die Systemgrenze Ackerland-Kleingewässer hinweg, korrekt messen kann“, sagt Michael Sommer. Das soll sich ändern, wenn in zwei, drei Jahren das neue Gerät einsatzfähig ist und die Forscher wenigstens einen Teil der großen Unbekannten enthüllen können. ■

SUCHMASCHINE FÜR SPURENGASE

Forscher kombinieren Infrarotspektroskopie und Tomographie

Dr. Mike Schwank vom Deutschen GeoForschungsZentrum – GFZ in Potsdam hat sich viel vorgenommen. Mit Kollegen aus dem TERENO-Netzwerk will er ein Gerät entwickeln, das die Konzentration klimarelevanter Gase direkt über dem Boden mit räumlicher Auflösung messen kann. „Bis heute gibt es keine Methode, die dazu in der Lage ist“, erläutert der Physiker und Elektroingenieur. „Wir kombinieren Infrarot-Absorptions-Spektroskopie und Tomographie.“ Die Absorption von Laserlicht liefert die Konzentration der Gase entlang des gemessenen Weges. Die Tomographie ermittelt aus vielen Einzelmessungen die räumliche Verteilung der Gaskonzentration. Das Prinzip ähnelt der Computertomographie. Auf einer Kreisfläche von 100 Metern

Durchmesser und mit einer Ortsauflösung von einem Meter soll das neue Gerät CO₂, Methan und andere Gase aufspüren.

Tageslicht und Temperatur stören

„Die Herausforderung ist, dass wir draußen arbeiten“, sagt Dr. Michael Böhm von der Forschungsgruppe Physikalische Chemie der Universität Potsdam und Experte für die Messtechnik. Temperaturänderungen und Einflüsse des Tageslichts müssen berücksichtigt und Laserschutzmaßnahmen ergriffen werden. Ebenfalls problematisch: die Aufweitung des Laserstrahls auf langen Strecken. Dies verhindert Michael Böhm, indem er den Strahl rückwärts durch ein Teleskop schiebt.

Nach erfolgreichen Tests im Labor sollen nun erste Experimente im Feld stattfinden. Ohne die interdisziplinäre Zusammenarbeit in TERENO wäre die Entwicklung unmöglich. Läuft alles glatt, könnten in zwei bis drei Jahren erste Geräte zur Verfügung stehen, mit denen die Kollegen vom Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) die CO₂- und Methan-Emissionen unterschiedlicher Landtypen und Übergangszonen zu Gewässern messen, hofft Mike Schwank. Er hat das Verfahren zum Patent angemeldet. Vielleicht kann man dann sogar das Verhältnis verschiedener Kohlenstoffisotope im CO₂ ermitteln, um damit auf Vorgänge im Boden zu schließen. „Aber das hat etwas Visionäres“, sagt der GFZ-Forscher. ■

WISSEN, WAS WIRKLICH WIRKT

UFZ-Wissenschaftler entwickelten Giftstoffindikator, der Umweltrisiken bei Gewässern realistischer einschätzt

Ohne Pflanzenschutzmittel fielen die Ernten der Landwirtschaft deutlich geringer aus, schützt doch die chemische Substanz vor unliebsamen Schädlingen. Allerdings muss zum Schutz der Umwelt die Wirkstoffwahl und Höchstmenge genau bedacht sein. Die Risikoprognosen zum Pflanzenschutzmitteleinsatz basieren auf praxisrelevanten Laborwerten. „Jedoch müssen Theorie und Realität übereinstimmen und eventuell mögliche Gefahren im Bereich kleinster Konzentrationen näher untersucht werden. Das haben wir mit dem SPEAR (Species at Risk) Pflanzenschutzmittel-Indikator geändert“, hebt Wasserökologe Dr. Mikhail Beketov vom Helmholtzzentrum für Umweltforschung – UFZ hervor. Er analysiert die Umweltveränderungen in Gewässern im TERENO-Observatorium „Harz/Mitteldeutsches Tiefland“, vor allem im Einzugsgebiet der Bode. Darüber hinaus sucht er nach Wegen, das innovative Analyseverfahren bei anderen, möglicherweise giftigen Stoffen einzusetzen. Eine sichere Prognose ist dann gewährleistet, wenn das natürliche Lebensumfeld der eventuell geschädigten Organismen bei solchen Prognosen berücksichtigt wird.

Natürliches Lebensumfeld beachten

So findet die Umweltverträglichkeitsprüfung neuer Pflanzenschutzmittel auch weiterhin unter Standardbedingungen und meist nur an einer oder wenigen Arten, wie etwa dem Wasserfloh, statt. „Im Labor können einige Mikrogramm pro Liter eines Pflanzenschutzmittels im Wasser daher keinerlei Effekt haben, doch die Umwelt reagiert oft sensibler auf Fremdstoffe“, argumentiert Mikhail Beketov. Ähnlich wie Stress Menschen krankheitsanfälliger macht, können auch Organismen sensibler reagieren, wenn es ihnen an Existenzialien wie Licht, Nahrung oder Sauerstoff mangelt. Darüber hinaus würde sich eine Vergiftung ganz anders auf ein kurzlebige



Mikhail Beketov (Bild links) führt Untersuchungen im Einzugsgebiet der Bode durch. Von dem Fluss zweigen kleine landwirtschaftliche Bäche ab (Bild rechts), die häufig durch Pflanzenschutzmittel von den benachbarten Feldern verunreinigt sind. Die Geräte, die Beketov in der Bode installiert hat (unten), sammeln Proben bei Hochwasser. Besonders nach Regenfällen werden Pestizide von den Feldern in den Fluss gespült

Insekt auswirken als auf einen vergleichsweise langlebigen Frosch. Der SPEAR Pflanzenschutzmittel-Indikator berücksichtigt derlei Auswirkungen und erfasst dadurch die Umweltrisiken konkret und am jeweiligen Ort.

Das ausgeklügelte Indikationssystem basiert auf Beobachtungen, Wasser- und Bodenanalysen, die UFZ-Forscher an Gewässern im Observatorium durchführten. Die Befunde werteten die Wissenschaftler mithilfe rechnergestützter Modellierungen aus, um einen Bioindikator zu bilden, der sowohl die Pestizidsensibilität von Organismen als auch ihre Fähigkeit, sich im Vergiftungsfall zu erholen, erfasst. Für die potentiellen Nutzer – Wasserverantwortliche überall in Europa – ist der webbasierte SPEAR-Indikator äußerst einfach zu nutzen: Online übermitteln sie Daten über Art und Anzahl der Organismen, die entlang ihres Gewässers leben, und erhalten minutenschnell

Aufschluss über Risikopotentiale – unterteilt nach unterschiedlichen Organismengruppen.

Basis für einen europäischen Index

„Das Verfahren ist so effektiv, dass es ein europäischer Index für Biomonitoring werden kann“, betont Mikhail Beketov mit Blick auf die EU-Wasserrichtlinie, die Gewässern ab 2015 einen „good ecological status“ abverlangt. Damit die Wasserbeauftragten noch nachhaltiger steuern können, arbeiten die UFZ-Wissenschaftler an weiteren Indikatoren: Der „SPEAR organic toxication“ für Petrochemikalien ist beispielsweise schon einsatzfähig. Weitere Giftstoffindikatoren, die etwa Rückstände von Pharmazeutika nachweisen, sind in Arbeit. Das Endziel ist damit nicht mehr weit: eine Toolbox nachhaltigen Wassermanagements, die ein Regulieren nach ökologisch-lokaler Faktenlage, nicht nach hypothetischen Laborwerten ermöglicht. ■

Einfacher Forschen

Seit sechs Jahren entwickelt der Wasserökologe Dr. Mikhail Beketov den „Spear-Indikator“ am UFZ-Department „System-Ökotoxikologie“ in Leipzig weiter. Mit seinem Forschungsleiter Dr. Matthias Liess, dem Erfinder des SPEARS-Systems, arbeitete er bereits zusammen, als er noch am Russischen Zentrum für Biomonitoring in Novosibirsk mit dem innovativen Bioindikationsverfahren forschte.



VERÖFFENTLICHUNGEN

GESCHICHTE DES HOCHWASSERS

Eine umfangreiche Untersuchung der Sedimentschichten des Ammersees im TERENO-Observatorium „Bayerische Alpen/Voralpen“ hat detaillierte Informationen über dessen Hochwassergeschichte geliefert. Wissenschaftler am Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ haben mithilfe eines neuartigen methodologischen Ansatzes eine Hochwasserchronologie zusammengestellt, die einen Zeitraum von 450 Jahren abdeckt.

Die Sedimentproben des Sees wurden mit der Technik der mikrofaziellen Analyse untersucht. Über die Identifizierung und präzise Lokalisierung der Sedimentschichten, die durch von Hochwasser ausgelöste Materialflüsse entstanden, konnten Hochwasserereignisse genau ermittelt und deren Zeitpunkt exakt festgelegt werden.

Im Ammersee sind solche Hochwasserschichten sehr gut im Sedimentarchiv erhalten. Eine genaue Analyse ergab, dass diese Schichten saisonbedingt sind. Sie werden vor allem im Frühling und Sommer gebildet. Es war sogar möglich, einzuschätzen, welches Ausmaß eine

Überschwemmung haben müsste, um eine Hochwasserschicht zu bilden. Dazu wurde das Archiv der saisonbedingten Hochwasserschichten mit täglich gewonnenen Abflussdaten des einlaufenden Ammerflusses verglichen.

Die Häufigkeit von Überschwemmungsschichten im Sediment während der 450-jährigen Datenserie korreliert mit den klimatischen Bedingungen. In den kälteren Perioden der Kleinen Eiszeit mit geringer Sonnenaktivität wurden zum Beispiel mehr Frühlings- und Sommer-Hochwasserschichten gebildet. Seit 1881 tendieren die Flutschichten dazu, den Trends von hochwasserauslösenden Wettersystemen zu folgen. Dies deutet auf einen Kausalzusammenhang zwischen der Variabilität der Sonnenstrahlung und Änderungen in den atmosphärischen Zirkulationsmustern der mittleren Breite hin.

Czymzik, M., P. Dulski, B. Plessen, U. von Grafenstein, R. Naumann, and A. Brauer (2010), *A 450 year record of spring summer flood layers in annually laminated sediments from Lake Ammersee (southern Germany)*, *Water Resour. Res.*, 46, W11528, doi:10.1029/2009WR008360 ■

KOHLLENSTOFFREICHE DATEN

Böden sind eine bedeutende Quelle von atmosphärischem Kohlendioxid (CO₂). Wissenschaftler am Forschungszentrum Jülich (FZJ) und an den Universitäten zu Köln und Bonn haben ein neues Analyseverfahren entwickelt, um die Emission von CO₂ aus dem Boden zeitlich genauer als bisher zu erfassen.

In bestehenden Modellen zur Quantifizierung der Kohlenstofffreisetzung in die Atmosphäre wird die CO₂-Emission als Mittelwert aus vielen Messpunkten einer Testfläche ermittelt. Damit werden verzerrende Faktoren, etwa variable Bedingungen im Testfeld und mikroklimatische Störungen, beseitigt. Ein wesentlicher Nachteil bleibt aber der Verlust von Informationen, die in den Rohdaten vorhanden sind.

Ziel der vorgeschlagenen Methodik ist es, diese Informationslücke zu schließen. Daten werden in stabile und dynamische Komponenten aufgeteilt. Der zeitlich stabile Teil kennzeichnet die räumliche Variabilität von CO₂-Emissionen, während der dynamische Teil schnelle Emissionswechsel darstellt.

Die umfangreicheren Daten sollen neue Erkenntnisse über die Auswirkungen von Sonneneinstrahlung, Temperatur und Niederschlagsmenge auf die Bodenatmung liefern. Erste Tests von Daten, die aus Messkampagnen innerhalb des TERENO-Observatoriums „Eifel/Niederrheinische Bucht“ erhoben worden sind, haben das Potential bestätigt.

Graf, A., N. Prolingheuer, M. Herbst, J. A. Huisman, L. Weihermüller, B. Scharnagl, C. Steenpass, R. Harms, and H. Vereecken, *Temporal downscaling of soil carbon dioxide efflux measurements based on time-stable spatial patterns*. *Vadose Zone J.* Vol. 10, No. 1: 239–251. doi:10.2136/vzj2009.0152 ■



Der Ammersee in Bayern ist ein beliebtes Ausflugsziel. Für Wissenschaftler gilt der See, der zum Untersuchungsgebiet des TERENO-Observatoriums „Bayerische Alpen/Voralpenland“ gehört, als ein wichtiges Umwelt- und Klimaarchiv. Forscher des Deutschen GeoForschungsZentrums GFZ haben die Sedimente untersucht und daraus Erkenntnisse über Überflutungen und Hochwasser der letzten 450 Jahre gewonnen



Foto: HMGU

Eine bedeutende Quelle von atmosphärischem Kohlendioxid (CO_2) sind Böden. Es entsteht bei der Zersetzung von Pflanzenresten. Bei diesem Prozess spielen verschiedene Faktoren eine Rolle, etwa die Temperatur und der Wassergehalt des Bodens. TERENO führt unter anderem Langzeitbeobachtungen von Stoffflüssen in Böden durch, etwa auf dem Versuchsgut Scheyern

BODENKOHLENSTOFFMODELLE AUF DEN KOPF STELLEN

Die ursprüngliche Qualität des organischen Bodenkohlenstoffs in einer bestimmten Bodenprobe wird oft anhand von statistischen Modellen ermittelt. Ein Nachteil von konventionellen Modellen ist jedoch der Rückgriff auf konzeptionelle Pools verschiedener Kohlenstoffqualitäten, die nicht experimentell nachweisbar sind.

Ziel dieser Studie war es, die Gültigkeit von inverser Modellierung anhand des Rothamsted-Kohlenstoff-Modells zu überprüfen. Dazu wurden virtuelle Bodeninkubationsexperimente durchgeführt, um die Abbauraten von organischem Kohlenstoff im Boden zu messen. Eine Inkubationszeit von zwei bis drei Jahren reichte für die Schätzung von Mineralisierungsraten aus, mit deren Hilfe das Modell die Kohlenstoffpools in den ursprünglichen Bodenproben zuverlässig abschätzen konnte.

Das Modell schneidet jedoch schlecht ab, wenn sowohl die Abbauraten als auch der ursprüngliche Kohlenstoffgehalt berechnet werden sollen. Für diesen Fall heben die Autoren die eingeschränkte Anwendbarkeit von inverser Modellierung für die Bestimmung von langlebigen Kohlenstoffverbindungen hervor.

Scharnagl, B., J. A. Vrugt, H. Vereecken, and M. Herbst. 2010. *Information content of incubation experiments for inverse estimation of pools in the Rothamsted carbon model: a Bayesian perspective*. *Biogeosciences*, 7, 763–776 ■

BESSERE EINBLICKE IN DIE BODENATMUNG

Die heterotrophe Bodenatmung ist ein wichtiger Bestandteil des globalen Kohlenstoffkreislaufes. Dabei wird Kohlenstoff durch die Zersetzung von Pflanzenresten als Kohlendioxid (CO_2) freigesetzt. Dieser Prozess ist in hohem Maße von Bodentemperatur und Bodenwassergehalt abhängig. Das herkömmliche statistische Modell, um den Einfluss von Temperatur zu bestimmen, wird häufig kritisiert. Es vernachlässigt Störfaktoren, wie etwa räumliche und zeitliche Änderungen des Bodenwassergehalts oder frisches organisches Bodenmaterial.

Eine neue Alternative nutzt inverse Modellierung, um die Rolle von Bodentemperatur und Bodenwassergehalt zu bestimmen. Für Temperaturen unter 25 Grad Celsius ermöglicht die inverse Modellierung präzise Aussagen über Temperatur-Wirkungs-Beziehungen – und zwar über einen weiten Bereich des Bodenwassergehalts. Weniger zuverlässig sind die Aussagen für Temperaturen über 25 Grad Celsius, da diese Bodentemperaturen selten erreicht werden. Die Temperaturempfindlichkeit, die mit inverser Modellierung ermittelt wird, ist vergleichbar mit statistischen Methoden.

Inverse Modelle bieten einen vielversprechenden Ansatz, um unser Wissen über die Bodenatmung zu verbessern. Die Autoren fordern weitere Studien, um herauszufinden, inwieweit inverse Modellierung helfen kann, bestehende Unsicherheiten auszuräumen, die bei statistischen Schätzungen der Empfindlichkeit von Bodenatmung gegenüber Temperatur und Bodenwassergehalt bestehen.

Bauer, J., L. Weihermüller, J. A. Huisman, M. Herbst, A. Graf, J. M. Sequis, and H. Vereecken. 2011. *Inverse determination of heterotrophic soil respiration response to temperature and water content under field conditions*. *Biogeochemistry*. doi 10.1007/s10533-011-9583-1 ■

VERANSTALTUNGEN

18.–23. September 2011 | Garmisch-Partenkirchen

3rd iLEAPS Science Conference

Klimaforscher aus der ganzen Welt treffen sich vom 18. bis 23. September in Garmisch-Partenkirchen zur „3. iLEAPS Science Conference“. Gastgeber ist das Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Bereich Atmosphärische Umweltforschung, am Karlsruher Institut für Technologie. Im Rahmen der Veranstaltung finden außerdem verschiedene Workshops statt. iLEAPS ist ein internationales interdisziplinäres Forschungsprogramm, das sich mit den Prozessen zwischen Landoberfläche und Atmosphäre beschäftigt. Bei der Konferenz geht es unter anderem um Beobachtung und Modellierung sowie innovative Methoden, Ideen und Herausforderungen. ■

www.ileaps.org/multisites/Science_Conference_2011

22.–27. Juli 2012 | Leipzig

2nd International Conference on Hydropedology

Die Hydropedologie verbindet die Bodenwissenschaften mit der Wasserforschung. Die internationale Konferenz in Leipzig bringt die beteiligten Fachgebiete zusammen. Gemeinsam wollen die Wissenschaftler die Verknüpfung von Bodeneigenschaften mit hydrologischen Prozessen diskutieren. Dabei spielen moderne Techniken des Remote Sensing eine wichtige Rolle. Zur Konferenz gehört auch eine Exkursion in das TERENO-Observatorium „Harz/Mitteldeutsches Tiefland“. Organisiert wird die Veranstaltung von Prof. Hans-Jörg Vogel vom Department Bodenphysik am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ. ■

www.ufz.de/hydropedology2012

STÖRFAKTOR ALS MESSHILFE

Niederschlagsmengen besser erfassen: PROCEMA nutzt Richtfunknetze

Niederschlag ist ein wichtiger Faktor für den Wasserkreislauf der Erde. Doch Regen, Hagel oder Schnee fällt nicht regelmäßig, sondern ist räumlich und zeitlich sehr variabel. Die genaue Niederschlagsmenge in Raum und Zeit zu ermitteln, ist schwierig. Eine neue Messmethode haben Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft im Forschungsvorhaben PROCEMA weiterentwickelt und analysiert. Sie nutzt Richtfunkstrecken von Mobilnetzbetreibern. Getestet wird die Methode im TERENO-Observatorium „Bayrische Alpen/Voralpenland“.

Schwankt der Niederschlag in einer Region stark in unterschiedlichen Jahren – etwa, weil sich lange Trockenperioden mit sintflutartigen Regenfällen abwechseln – oder ist der Niederschlag auf kurzen räumlichen Distanzen sehr unterschiedlich, wie etwa im Alpenraum, sprechen Wissenschaftler von einer hohen Niederschlagsvariabilität. „Die raumzeitliche Niederschlagsvariabilität genau zu bestimmen, bleibt eine der großen Herausforderungen in der hydrologischen Forschung“, sagt Professor Harald Kunstmann vom Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU) am Karlsruher Institut für Technologie.

Nieselregen beeinflusst Empfang

Traditionelle Mess- und Berechnungsmethoden sind zum Teil mit großen Unsicherheiten behaftet, insbesondere in Regionen wie etwa dem Alpen- und Voralpenraum. So werden Ergebnisse der sogenannten Niederschlagstöpfe stark von Geländestruktur und den vorherrschenden Winden beeinflusst. Da sie nur eine Punktmessung darstellen, können sie oft die großen Unterschiede der Niederschlagsmenge nicht erfassen. Das Regenradar bietet zwar eine höhere räumliche Abdeckung und Auflösung, jedoch besteht die Gefahr von vielfältigen Stör- und Fehlerquellen. Entsprechend ist die Zuordnung der gemessenen

Reflektivität zur absoluten Niederschlagsmenge nicht eindeutig.

Bessere Ergebnisse erhofft sich Kunstmann von der neuen Methode, die im Rahmen des von der Helmholtz Gemeinschaft geförderten Virtuellen Instituts PROCEMA (Regional Precipitation Observation by Cellular Network Microwave Attenuation and Application to Water Resources Management) weiterentwickelt und analysiert wurde. Diese setzt auf Richtfunk, wie ihn etwa Betreiber von Mobilfunknetzen im Mikrowellen-Frequenzbereich zwischen 10 und 40 Gigahertz nutzen. Genauer gesagt, nutzt die neue Methode einen Effekt, der die Betreiber eher stört. Denn schon leichter Nieselregen kann die übertragene Leistung auf einer Richtfunkstrecke messbar beeinflussen. Dieser Effekt ist in der Hochfrequenztechnik schon lange bekannt. Doch erst im Jahr 2006 nutzten die israelischen Projektpartner erstmals diese Signalstörungen in Richtfunknetzen zur Niederschlagsquantifizierung.

Ergänzung bisheriger Messmethoden

Aus der Dämpfung der Leistung können die Wissenschaftler vom IMK-IFU ziemlich genau Rückschlüsse auf die Niederschlagsmenge entlang den Funkstrecken im TERENO-Observatorium ziehen. „Vergleiche mit Daten, die der Deutsche Wetterdienst aufgezeichnet hat, zeigen eine sehr gute Übereinstimmung sowohl bei der Erkennung von Niederschlagsereignissen als auch von Niederschlagsmengen“, berichtet Harald Kunstmann. Zusammen mit Projektpartner und Mobilfunknetzbetreiber Ericsson haben die Wissenschaftler fünf Richtfunkstrecken in der Region um Garmisch-Partenkirchen ausgewählt. Dort protokollieren sie seit 2010 minütlich die Empfangsleistung.

Untersucht werden außerdem seit Herbst 2010 am TERENO-Standort Fendt der Einfluss

PARTNER VON PROCEMA

- Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU)
- Technische Universität München
- Fachhochschule Regensburg
- Tel Aviv University
- Kinneret Limnological Laboratory
- Cyprus Institute
- Deutscher Wetterdienst
- Ericsson

verschiedener Niederschlagstypen wie Graupel, Schnee oder Eis sowie der Einfluss atmosphärischer Randbedingungen wie etwa Feuchte, Temperatur und Strahlung auf die Mikrowellentransmission. Erste Ergebnisse zeigen, dass mit dem selbst entwickelten Messgerät nicht nur auf die Niederschlagsmenge, sondern sogar auf die sogenannte integrierte absolute Luftfeuchtigkeit entlang der 650 Meter langen Teststrecke geschlossen werden kann. Dies eröffnet besonders für Wetter- und Klimamodelle Verbesserungsmöglichkeiten, da die Luftfeuchtigkeit eine wichtige Variable bei der korrekten Simulation von Gewittern und Niederschlag ist. Harald Kunstmann ist mit den bisherigen Erkenntnissen mehr als zufrieden: „Die neue Methode hat das Potential, die traditionellen Stations- und Radarmessungen sinnvoll zu ergänzen. In Regionen mit fehlenden oder sehr dünnen Beobachtungsnetzwerken, wie sie in der Regel in Entwicklungs- und Schwellenländern anzutreffen sind, kann sie in Zukunft sogar eine zentrale Rolle einnehmen.“ ■

Kontakt

Prof. Dr. Harald Kunstmann und
Diplom-Physiker Christian Chwala
Karlsruher Institut für Technologie,
Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU)
E-Mail: harald.kunstmann@kit.edu
E-Mail: christian.chwala@kit.edu



Foto: KIT/IMK-IFU



Foto: Wikipedia

Niederschlagsmengen werden häufig mithilfe sogenannter Niederschlagstöpfe erfasst (Bild Mitte). Die neue Methode, die das Projekt PROCEMA testet, nutzt Richtfunkstrecken von Mobilnetzbetreibern (Bild rechts: ein Richtfunkmast). Mit dem selbst entwickelten Messgerät (Bild links) kann auch auf die integrierte absolute Luftfeuchtigkeit geschlossen werden

VON DEN URSACHEN BIS ZU DEN FOLGEN

Helmholtz-Verbund REKLIM erforscht regionale Klimaänderungen

Gletscher schmelzen ab, Ozeane werden wärmer, die Lufttemperatur steigt – all das sind Zeichen einer Erderwärmung, die die Wissenschaft in den letzten Jahrzehnten festgestellt hat. Die Auswirkungen von Klimaveränderungen können regional jedoch sehr unterschiedlich sein. Neben TERENO gibt es eine zweite große Forschungsaktivität der Helmholtz-Gemeinschaft, die die regionalen und lokalen Folgen des Klimawandels untersucht: den Helmholtz-Verbund „Regionale Klimaänderungen“ (REKLIM).

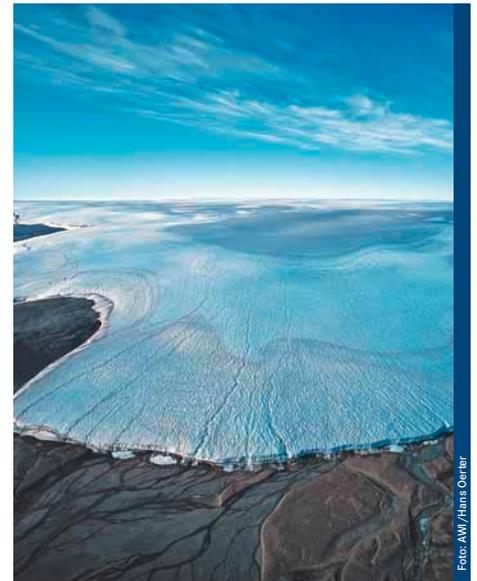
Die Initiative bündelt die Kompetenz von acht Forschungszentren der Helmholtz-Gemeinschaft. Darunter befinden sich alle sechs Zentren, die TERENO gegründet haben. Darüber hinaus sind das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI) und das Helmholtz-Zentrum Geesthacht – Zentrum für Material- und Küstenforschung beteiligt. Wissenschaftlicher Leiter ist der Klima- und Polarexperte Prof. Peter Lemke, Leiter des Fachbereichs Klimawissenschaften am AWI.

Im Fokus des Forschungsverbundes stehen unter anderem Veränderungen der atmosphärischen Bestandteile und Spurenstoffe, der Eisbedeckung in den Polarregionen und des Meeresspiegels. Die Wissenschaftler untersuchen Prozesse

in den Polargebieten, die das Klima beeinflussen, Auswirkungen von Veränderungen der Landoberflächen und Veränderungen von extremen Wetterereignissen. Dabei forschen sie auch nach den unterschiedlichen Ursachen – ob global, regional oder lokal, ob natürlich oder vom Menschen verursacht. Langfristig wollen sie Modelle entwickeln, die Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Ozeanen, eisbedeckten Gebieten, Biosphäre, Landoberflächen und Böden berücksichtigen. Diese Modelle sollen eine Einschätzung gegenwärtiger und zukünftiger regionaler Klimaänderungen ermöglichen. Mit solchen Prognosen können dann auch Anpassungs- und Vermeidungsstrategien optimiert werden.

Enge Kooperation mit TERENO

Die Forschungsarbeiten von REKLIM gliedern sich derzeit in sieben Themenbereiche und werden zukünftig um drei Themengebiete erweitert. Die Aktivitäten von TERENO sind insbesondere für den Themenbereich 4 „Landoberflächen im Klimasystem“ interessant. Die Forscher analysieren hier die komplexen Rückkopplungsmechanismen zwischen der Landoberfläche und der Atmosphäre. Viele physikalische, chemische und biologische Prozesse überlagern sich dort. Es gilt, die Verkettung dieser Prozesse besser zu



Der Meeresspiegel steigt. Ursache ist das zunehmende Abschmelzen von Gletschern und von großen Eisschilden in Polargebieten (im Bild ein Gletscher auf Grönland). REKLIM untersucht die regionalen Auswirkungen, etwa für die deutsche Küstenregion

verstehen. Dies ist der Schlüssel, um regionale Ausprägungen des Klimawandels und deren Folgen besser vorauszusagen. Dazu benötigen die Wissenschaftler Umweltdaten, die über einen längeren Zeitraum gesammelt werden. Genau das liefert das Beobachtungsprogramm TERENO mit seinen vier Observatorien. Diese Daten helfen zugleich, bestehende Klimamodelle zu überprüfen und zu verbessern. Entsprechend eng arbeiten die beiden Initiativen zusammen. ■

www.reklim.de

VON DER LOKALEN HYDROLOGIE ZUM REGIONALEN KLIMAMODELL

Interview mit REKLIM-Koordinator Peter Lemke



Peter Lemke

Prof. Dr. Peter Lemke vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven ist der wissenschaftliche Koordinator der Helmholtz-Klimainitiative REKLIM. Er hofft, dass die Forschung in zehn Jahren über realistische regionale Klimamodelle verfügt.

Nach wie vor wissen wir zu wenig über die konkreten Auswirkungen des Klimawandels auf einzelne Regionen. Wie steht es um die regionale Klimaforschung in Deutschland?

Wir sind auf einem guten Weg. Die Gründung von REKLIM war ein wichtiger Schritt nach vorne, denn dadurch haben wir Ressourcen gebündelt – von der Klimabeobachtung bis hin zur Erarbeitung von Modellen. Etwas Vergleichbares gibt es weder in Europa noch in anderen Teilen der Welt.

Welche Rolle spielt dabei TERENO?

TERENO ist wichtig, weil es eine große Unbekannte ins Visier nimmt: die Rolle der Landoberflächen im regionalen Klimasystem. Wir haben viele Rückkopplungsprozesse zwischen Atmosphäre und Landoberfläche noch gar nicht verstanden. Welche Folgen hat beispielsweise eine geänderte Landnutzung für den Wasserkreislauf, und wie wirken sich diese Folgen wiederum auf das Ökosystem aus? Dadurch, dass alle an TERENO beteiligten Helmholtz-Zentren Partner

von REKLIM sind, können wir unsere Aktivitäten hervorragend aufeinander abstimmen. Entscheidend ist, dass die im Rahmen von TERENO gewonnenen Erkenntnisse und Beobachtungen in die Entwicklung von Klimamodellen einfließen.

Was erhoffen Sie sich von den Modellen?

Das große Ziel ist der Übergang von der lokalen Hydrologie in die regionale Klimamodellierung. Beobachtungen vor Ort werden bereits gut in lokalen, kleinskaligen Modellen umgesetzt. Diese wollen wir nun in ein regionales Klimamodell einbringen. Anders als bei bisherigen Ansätzen sollen nicht nur wenige Faktoren, sondern möglichst viele Parameter erfasst werden. Ich kann mir gut vorstellen, dass wir in zehn Jahren mit solchen Modellen arbeiten. Dann können wir auch ein weiteres Ziel erreichen: Politik, Verwaltung und Wirtschaft noch besser dabei zu unterstützen, Risiken und Chancen des Klimawandels zu beurteilen sowie effektive Vermeidungs- und Anpassungsstrategien zu entwickeln. ■

DATEN FÜR DEN KLIMASCHUTZ

ICOS identifiziert Kohlenstoff-Quellen und -Senken in Europa

Welchen Einfluss haben Kohlendioxid und andere Treibhausgase auf unser Klima? Welche Rolle spielen Boden, Wald und Meer im globalen Kohlenstoffkreislauf? In dem europäischen Forschungsverbund ICOS haben sich Klimaforscher zusammengeschlossen, um ein flächendeckendes Netz aus Messstationen aufzubauen. Die Observatorien von TERENO tragen wesentlich zu dem einzigartigen Projekt bei.

ICOS steht für „Integrated Carbon Observation System“. Das Projekt zielt darauf ab, in den kommenden Jahrzehnten in ganz Europa und darüber hinaus detailliert die Quellen und Senken für Kohlendioxid und andere Treibhausgase zu identifizieren. Gleichzeitig wollen die Forscher herausfinden, wie dieser Kreislauf beeinflusst wird: beispielsweise durch veränderte Landnutzung – wie etwa Ackerbau, Waldrodung oder Aufforstung – oder durch bereits stattfindende Klimaveränderungen – wie etwa trockenere Sommer. „ICOS profitiert insbesondere von der bereits vorhandenen TERENO-Infrastruktur. Die beiden Langzeit-Monitoring Plattformen ergänzen sich in idealer Weise“, sagt Dr. Werner Kutsch, Koordinator der deutschen ICOS-Beiträge und Spezialist für Spurengasflüsse zwischen Ökosystemen und Atmosphäre am Johann-Heinrich von Thünen-Institut in Braunschweig.

Auch das Meer im Visier

Neben Messstationen an Land wird es auch Analysegeräte an Bord von Schiffen geben, die Daten auf hoher See erheben. Bisher galt das Meer als große CO₂-Senke und somit als Hoffnung für den Klimaschutz. Neuere Messdaten lassen jedoch den Schluss zu, dass die Aufnahmekapazität der Ozeane für das klimaschädliche CO₂ rapide abnimmt. ■



ICOS verbindet Messstationen in Europa zu einem gemeinsamen Netzwerk. Dazu gehört auch der Forschungsturm im Testgebiet Wüstenbach, einem Teil des TERENO-Observatoriums „Eifel/Niederrheinische Bucht“

ICOS – EINE NEUE INFRASTRUKTUR

Bisher wurden Messstationen in Europa projektbezogen von einzelnen Institutionen oder in zeitlich begrenzten Forschungs-kooperationen betrieben. ICOS will diese Einzelaktivitäten zusammenfassen. Dafür sollen die bestehenden Stationen erhalten bleiben, in den kommenden 10 bis 20 Jahren weiter ausgebaut und künftig gemeinschaftlich betrieben werden. Dies ist

ein wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz: Nur mithilfe verlässlicher Daten lässt sich das empfindliche Zusammenspiel zwischen Ökosystemen und Atmosphäre abschätzen und beurteilen, wie sie auf den Anstieg von Kohlendioxid und anderen klimaschädlichen Gasen, wie beispielsweise Methan, reagieren.

www.icos-infrastructure.eu

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. Mike Schwank

Sektion 5.1 „Geoecology and Geomorphology“
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
Tel.: +49 (0)331 288 28697
E-Mail: mike.schwank@gfz-potsdam.de

Dr. Steffen Zacharias

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

www.tereno.net

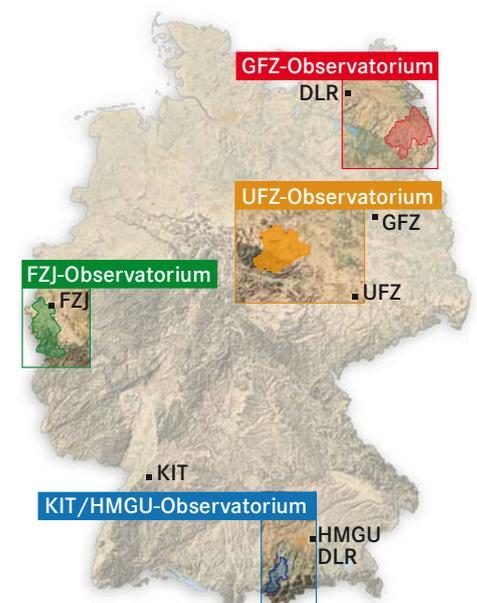
IMPRESSUM

Herausgeber: TERENO

Redaktion: Christian Hohlfeld (verantwortlich)
www.trio-medien.de

Autoren: Christian Hohlfeld, Bernd Müller,
Dr. Ursula Resch-Esser, Rahel Willhardt

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