

### AUS DEM INHALT

#### IN KÜRZE

ICOS erreicht neue Stufe	2
Aktiver Sensor von SMAP ausgefallen	2

#### NACHGEFRAGT

Interview mit Prof. Clemens Simmer und Insa Thiele-Eich	3
---	---

#### WISSENSSTAND

Ein neuer Zugang zur Datenwelt	4
Bei TerrSysMP geht nichts verloren	5
TERENO-Workshop: Fernerkundung im Mittelpunkt	5

#### NETZWERKE

Die Stadt der Zukunft	6
Engere Kooperation mit CZO-Forschung in China	6

#### VOR ORT

Von der Punktmessung zur regionalen Skala	7
Wenn der Schnee schmilzt	7
Spurensuche im Wasser	8
Mit Datenfusion zu hochaufgelösten Zeitreihen	8

#### IM BLICKPUNKT

Auf der Suche nach Lachgas-Quellen	9
TERENO-NO mit neuer Spitze	9

#### Messen im Winter:

TERENO-Standort Selhausen, die rund zehn Kilometer südlich von Jülich gelegene Messstation gehört auch zum europaweiten ICOS-Netzwerk.

## Daten brauchen Regeln

Um die lokalen Folgen des globalen Wandels analysieren und vorhersagen zu können, benötigt die Forschung vor allem eins: langfristige hochwertige Daten. Es reicht aber nicht aus, einfach nur Daten irgendwie zur Verfügung zu stellen. Genau wie bei Messungen werden einheitliche Regeln benötigt, etwa für das Speichern von Daten, die Qualitätskontrolle und die Datenveröffentlichung. Mit seiner aktualisierten Daten-Policy trägt TERENO dem Rechnung. Dazu gehört auch, dass die beteiligten Forscher ihre Daten Wissenschaftlern auf der ganzen Welt kostenfrei zur Verfügung stellen. Das neue Datenportal TERENO Data Discovery Portal soll den Zugriff erleichtern.

## ICOS ERREICHT NEUE STUFE

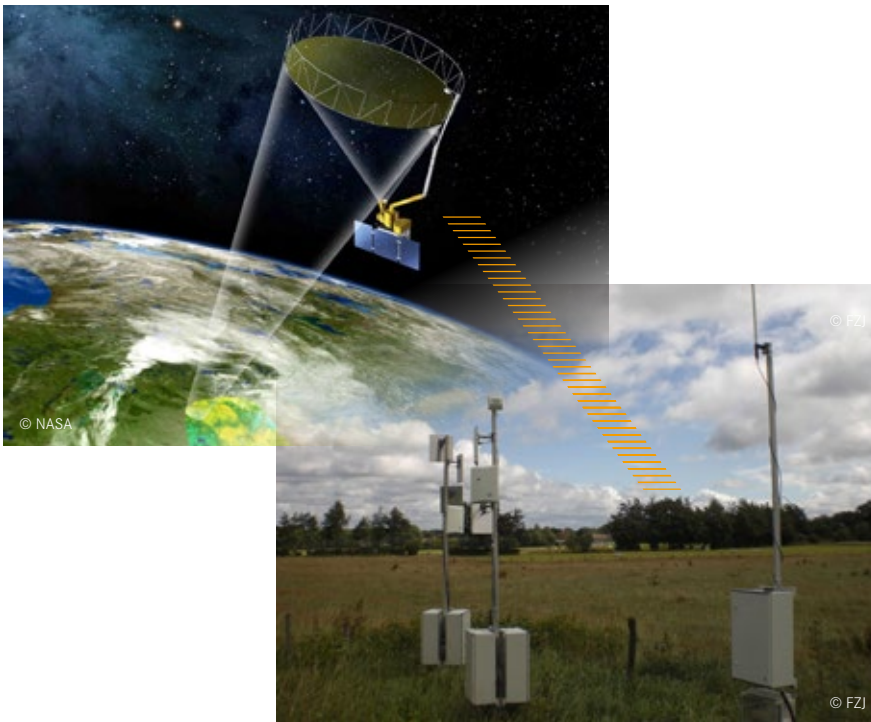
Die europäische Infrastruktur „Integrated Carbon Observation System“ (ICOS) bekommt einen neuen Status. Ab Januar 2016 ist sie ein European Research Infrastructure Consortium (ERIC). Dadurch erweitern sich die Möglichkeiten von ICOS, etwa was rechtliche Rahmenbedingungen in den einzelnen Mitgliedsstaaten anbelangt. Europäische Klimaforscher hatten das Netzwerk 2008 gegründet, um die Messung von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und anderen Treibhausgasen europaweit zu vereinheitlichen. Ziel

ist es unter anderem, Kohlenstoffflüsse europaweit vollständig zu bilanzieren. Dafür werden über ganz Europa verteilt standardisierte Messungen durchgeführt – auch an den TERENO-Standorten. Das neue Konsortium ICOS-ERIC ist auf zunächst 20 Jahre angelegt. ■

► mehr

## AKTIVER SENSOR VON SMAP AUSGEFALLEN

Validierung der NASA-Daten durch TERENO läuft weiter



Mithilfe der Daten des SMAP-Satelliten kann die Bodenfeuchte sehr präzise geschätzt werden. Die Ergebnisse vergleichen Forscher mit Messungen am Boden, etwa am TERENO-Standort Rollesbroich.

Zunächst lief alles reibungslos. Nach dem Start der Soil Moisture Active Passive (SMAP)-Mission der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA im Januar 2015 standen ab Ende März kontinuierlich Daten zur Verfügung. Im Juli jedoch das Radar des Satelliten, der aktive Mikrowellensensor, aus. Dadurch werden nur noch Daten des passiven Sensors, des Radiometers, aufgezeichnet. Aber auch diese Daten sind sehr wertvoll, wie etwa Aufnahmen von den Überschwemmungen im US-Bundesstaat South Carolina vom Oktober zeigen.

Zu den Partnern der internationalen Validierungskampagne, die die Qualität der Bodenfeuchteprodukte überprüft, gehört auch TERENO. Bodenfeuchtedaten des TERENO Observatoriums „Eifel/Niederrheinische Bucht“ werden über das eigene Datenportal TEODOOR automatisch an die NASA übertragen und mit SMAP verglichen. Drei Methoden zur Invertierung der Bodenfeuchte

► NASA-Mission Soil Moisture Active Passive (SMAP)

## EDITORIAL

### Passend zusammenstellen



Umweltdaten sind zu wertvoll, als dass man sie unter Verschluss halten darf. Daher ist es uns wichtig, dass Daten, die wir in den TERENO-Observatorien erheben, der gesamten Wissenschafts-Community zur Verfügung stehen – und zwar so, dass sie Interessenten den größtmöglichen Nutzen bringen. Dazu gehört eine entsprechende Qualitätskontrolle ebenso wie die Möglichkeit, sich Datensätze so zusammenzustellen, wie man es für sein Forschungsthema benötigt. Unser neues Datenportal TERENO Data Discovery Portal (DDP – siehe Seite 4) bietet umfangreiche Auswahlmöglichkeiten: von passenden Messstationen über begrenzte Untersuchungszeiträume bis hin zu den gewünschten Parametern. Aber TERENO bietet nicht nur Daten. Wissenschaftler aus Hochschulen oder Forschungseinrichtungen können sich auch an Messkampagnen beteiligen, etwa bei der nächsten ScaleX-Kampagne (mehr auf Seite 7). Wie aus Daten dann Modelle für Vorhersagen entstehen, das zeigt beispielhaft die langjährige Kooperation mit dem Transregio 32 (Seite 3 und 5).

Viel Vergnügen beim Lesen

Ihr **Harry Vereecken**  
Koordinator TERENO

für SMAP stehen im Moment zur Diskussion. „Für das Rureinzugsgebiet zeichnet sich der Trend ab, dass der Single Channel Algorithm für die vertikale Polarisation (SCA-V) die besten Ergebnisse liefert“, sagt Dr. Carsten Montzka vom Forschungszentrum Jülich, „jedoch sind weitere Arbeiten notwendig, um dies zu verifizieren beziehungsweise die Algorithmen zu verbessern.“ ■

## HERAUSFORDERUNG DATENASSIMILATION

Transregio 32 geht in die letzte Phase – Interview mit Prof. Clemens Simmer und Insa Thiele-Eich

Seit Anfang 2015 läuft die dritte und letzte Phase des Transregio 32 (TR32) „Muster und Strukturen in Boden-Pflanzen-Atmosphäre-Systemen: Erfassung, Modellierung und Datenassimilation“. Nicht alle Sonderforschungsbereiche der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) erreichen die maximale Förderdauer von zwölf Jahren. Seit seinem Beginn im Jahr 2007 arbeitet der TR32 eng mit dem TERENO-Observatorium „Eifel/Niederrheinische Bucht“ zusammen. Im Interview ziehen TR32-Sprecher Prof. Clemens Simmer und die wissenschaftliche Koordinatorin Insa Thiele-Eich (beide Universität Bonn) eine Zwischenbilanz und geben einen Ausblick auf anstehende Aufgaben.



Über den Dächern Bonns: Clemens Simmer und Insa Thiele-Eich vor dem Regenradar, das dank des TR32 angeschafft werden konnte.

### Prof. Simmer, was sind bislang die wichtigsten Resultate?

**Clemens Simmer:** Unser Ausgangsziel haben wir erreicht. Wir wollten ein Werkzeug entwickeln, mit dem wir die Kreisläufe von Energie, Wasser und Kohlendioxid in kleinen Einzugsgebieten wie der Rur höchstaufgelöst quantifizieren können. Das entsprechende Modell – TerrSysMP – funktioniert (siehe Seite 5). Hinzu kommt: Durch den Transregio ist nicht nur die Region in der geowissenschaftlichen Forschungscommunity sichtbar geworden, im Bereich Radar haben wir uns zu einer der ersten Adresse in Deutschland gemauert.

### Warum sind solche Modelle so wichtig?

**Insa Thiele-Eich:** Kreisläufe kann man nicht alleine durch Beobachtungen erfassen. Es laufen so viele kleinskalige Prozesse ab, dass man ein Modell benötigt, das alle physikalischen Zusammenhänge bis runter ins Grundwasser berücksichtigt. Wir wollen das Modell nun noch exakter machen, so dass Ergebnisse von Simulationen so perfekt wie möglich mit Messungen vor Ort übereinstimmen.

**Clemens Simmer:** Dabei haben wir die berechtigte Hoffnung, dass das Modell auch die Prozesse, für die keine Messergebnisse vorliegen, korrekt simuliert. Wir können dann mit dem Modell berechnen, was an Wasser und Energie in das Rur-Einzugsgebiet eingetragen wird, wie viel dort verbleibt und wie viel wieder rausgeht.

### Was ist dabei die größte Herausforderung?

**Simmer:** Das ist die Datenassimilation, also die Verknüpfung von Modell und Beobachtung. Boden und Atmosphäre sind beispielsweise über Verdunstung miteinander gekoppelt. Um in der Luft über eine Strecke von 100 Metern von A nach B zu gelangen, benötigt Wasser gerade einmal Sekunden, im Boden dauern manche Prozesse hingegen Tage. Das in dem mathematischen Regelwerk der Datenassimilation geeignet zu berücksichtigen, bereitet uns noch Schwierigkeiten. Daran arbeiten wir nun verstärkt in der DFG-Forschergruppe FOR2131, die sich aus dem TR32 herausgebildet hat.

### Und wie überprüfen Sie dann das Modell?

**Thiele-Eich:** Im Teilprojekt Reanalyse lassen wir das Modell mit Messdaten der letzten Jahre laufen. Und im Experiment CASCADE, das für 2018 geplant ist, validieren wir dann die Simulationsergebnisse. Dazu werden wir einen Antrag für das Atmospheric Radiation Measurement (ARM) Program des US-Energieministeriums stellen.

**Simmer:** Wird er bewilligt, kommt deren mobiler Messpark ins Rur-Einzugsgebiet, inklusive Flugzeuge. Dann hätten wir in Kombination mit dem vorhandenen Messnetz, das TERENO und TR32 in enger Abstimmung aufgebaut haben, das bestinstrumentierte Experiment, das man sich denken kann.

### Wie geht die Forschung weiter, wenn der TR32 Ende 2018 ausläuft?

**Simmer:** Wir haben bereits einige Weichen im Rahmen des Geoverbunds ABC/J gestellt. Neben der DFG-Forschergruppe sind wir Bonner Meteorologen an dem vom Bundesforschungsministerium geförderten Projekt „HD(CP)2“ auch koordinierend beteiligt. Unser Part ist es, zusammen mit anderen deutschen Partnern den Einfluss von Landoberflächen auf Wolken und Niederschlag zu untersuchen. Unser Modell TerrSysMP ist darüber hinaus als zentrales Werkzeug für den geplanten Bonner Sonderforschungsbereich TerraWatt vorgesehen. Wir vermuten, dass Landnutzungsänderungen in den letzten 50 Jahren größeren Einfluss auf das lokale Klima hatten als globale Klimaänderungen. TerrSysMP wird dann deutlich größere Gebiete simulieren: nämlich ganz Europa, Westafrika sowie Australien.

### Und was wird mit dem Messnetzwerk im Rur-Einzugsgebiet?

**Thiele-Eich:** Dank TERENO läuft es auch nach dem Ende des TR32 weiter. Dadurch können Forscher – auch wir – dauerhaft auf eine fortlaufende Datenerfassung zugreifen.

**Simmer:** Die Zusammenarbeit mit TERENO spielt über die komplette Laufzeit eine sehr wichtige Rolle für den TR32. So eine Infrastruktur wäre über den Transregio alleine kaum möglich gewesen – auch weil wir im TR32 gar nicht das Know-how für alles haben können. Außerdem war für die Weiterentwicklung des Modells etwa die Jülicher Expertise in der Bodenforschung und -modellierung sowie in der Nutzung von High-Performance Computerinfrastruktur unerlässlich.

Herr Prof. Simmer, Frau Thiele-Eich, vielen Dank für das Gespräch!

## EIN NEUER ZUGANG ZUR DATENWELT

TERENO Data Discovery Portal online/Daten-Policy überarbeitet

In den vier TERENO-Observatorien werden Daten in großen Mengen gesammelt, etwa zu Austauschprozessen von Wasser, Materie und Energie oder zu Veränderungen von Mikroorganismen, Flora und Fauna. Den Zugang zu seiner Datenwelt hat TERENO nun überarbeitet: Mit dem neuen TERENO Data Discovery Portal (DDP) sollen Nutzung und Austausch noch besser und einfacher werden. Gleichzeitig hat TERENO seine Daten-Policy aktualisiert.

„DDP baut auf der bestehenden Infrastruktur TEODOOR (TERENO Online Data rePOsitORry) auf“, erklärt Dr. Ralf Kunkel vom Institut Agrosphäre des Forschungszentrums Jülich. Dieses TERENO-Netzwerk besteht aus unabhängigen lokalen Daten-Infrastrukturen, die durch standardisierte Webdienste miteinander verbunden sind (siehe Newsletter 1/2011). Die neue Startseite des Portals erlaubt den direkten Zugriff auf Daten von Messstandorten in den vier Observatorien – von Cosmic-RaySensoren über Klimastationen bis hin zu Messständen für den Wasserpegel von Flüssen. Verbessert wurden die Suchmöglichkeiten, etwa die Stichwortsuche, die Volltextsuche oder die Suche in Metadaten, mit der Möglichkeit, Zeit, Ort und Messgrößen einzuschränken. Nutzer können die ausgewählten Daten visualisieren lassen oder im CSV-Format herunterladen, um sie mit gängigen Tabellenprogrammen weiterzuverwenden.

### Qualität sicherstellen

Ein wichtiger Schritt vor der Veröffentlichung der Daten ist die Qualitätskontrolle. Im TERENO-Observatorium „Eifel/Niederrheinische Bucht“ werden beispielsweise Daten von mehr als 800 Stationen automatisch erfasst. Pro Jahr fallen hier rund 300 Millionen Werte an. „Etwa bei der Hälfte der Daten ist es notwendig, sich die Qualität anzuschauen“, so Kunkel. Das Observatorium und sein Datenmanagement sind seit 2014 nach der Qualitätsmanagementnorm ISO 9001 zertifiziert. „Wir haben eine Reihe von Richtlinien erarbeitet, wie die Daten importiert, geprüft und gespeichert werden sollen“, berichtet der Jülicher Forscher. Für das Observatorium „Eifel/Niederrheinische Bucht“ haben die Wissenschaftler ein Verfahren zur Qualitätssicherung entwickelt, das am Forschungszentrum Jülich bereits angewendet wird. Jede Messstation hat einen Verantwortlichen, der fortlaufend die Qualität der auflaufenden Daten kontrolliert. Einmal im Monat treffen sich die Verantwortlichen mit den jeweiligen Wissenschaftlern zum

„Flagging-Day“, um auch ältere Daten gemeinsam zu überprüfen und um Regeln für die Qualitätssicherung weiterzuentwickeln. Dabei hilft ihnen das eigens hierfür entwickelte webbasierte Programm „INSPECT“. Es ist geplant, diese Verfahren auch am Helmholtz Zentrum für Umweltforschung – UFZ, am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und am Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches Geoforschungszentrum GFZ umzusetzen.



Startseite des überarbeiteten TERENO-Datenportals

„Erfahrungen, die wir in den ersten Jahren innerhalb von TERENO gesammelt haben, sind jetzt in die überarbeitete Daten-Policy eingeflossen“, erklärt Ralf Kunkel. Alle Partner haben die neue Fassung bereits unterzeichnet. Darin ist beispielsweise festgelegt, dass die in TERENO erzeugten Daten so schnell wie möglich veröffentlicht werden. „Es ist ein wichtiges Anliegen, dass die Scientific Community weltweit diese Daten nutzen kann“, betont der Experte für Datenmanagement. TERENO veröffentlicht seine Daten fast ausschließlich unter einer „Creative Commons“-Lizenz.

### Automatisch referenzieren

Die TERENO-Datenspezialisten beschäftigen sich außerdem mit Möglichkeiten, geprüfte Daten zu referenzieren,

etwa mit einem Persistent Identifier (PID). „Dann sind Daten dauerhaft zugänglich und zitierbar. Wir müssen aber noch einen Weg finden, um PIDs automatisch zu erzeugen, wenn Datensätze erstellt werden“, sagt Kunkel (siehe auch Newsletter 1/2015). Das GFZ hat bereits begonnen, einzelnen Messstationen einen Digital Object Identifier (DOI) zuzuweisen. 20 Stationen sind bereits auf diese Weise referenziert. ■

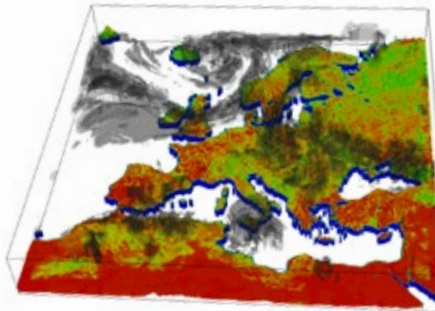
- TERENO Data Discovery Portal (DDP)
- TERENO-Daten-Policy

## BEI TerrSysMP GEHT NICHTS VERLOREN

Plattform simuliert Wechselwirkungen innerhalb gekoppelter terrestrischer Systeme

Das System Erde ist geprägt durch Interaktionen und Rückkopplungen zwischen verschiedenen Kompartimenten wie Boden, Atmosphäre und Grundwasserbereich. Diese Wechselwirkungen mit einem Computermodell möglichst exakt zu simulieren, ist eine große Herausforderung. „Prozesse rund um Wasserkreisläufe, Stoff- und Energieflüsse sind nicht nur sehr komplex, sondern laufen auf sehr unterschiedlichen Raum- und Zeitskalen ab“, erläutert Prof. Stefan Kollet, der am Forschungszentrum Jülich forscht.

Gemeinsam mit Kollegen vom DFG-Sonderforschungsbereich Transregio 32 (siehe auch S. 3) hat er die Terrestrial Systems Modeling Platform (TerrSysMP) entwickelt. Die Plattform ermöglicht Simulationen, bei denen Atmosphären-, Landoberflächen- und Grundwassermodelle tatsächlich miteinander interagieren. Andere Simulationen berechnen Prozesse häufig nur innerhalb der einzelnen Kompartimente. „Dadurch werden wichtige Wechselwirkungen nur unzureichend berücksichtigt. Bei TerrSysMP sind wichtigen Kreisläufe komplett geschlossen, es geht nichts an Masse oder Energie verloren“, betont Kollet.



© FZJ/Universität Bonn, Meteorologisches Institut

Vollgekoppelte Simulation:  
Wolkenwassergehalt (grau) und Bodenfeuchte  
(bunt) in Europa im Juni 2013

TerrSysMP läuft unter anderem auf den Jülicher Supercomputern JUQUEEN und JURECA. Die Forscher haben begonnen, die terrestrischen Wasser-, Energie- und Stoffflüsse für ganz Europa nachzubilden. „Derzeit berechnen wir Europa und seine Flusseinzugsgebiete mit einer Auflösung von zwölf mal zwölf Kilometern. Aber wir haben auch schon Testläufe mit drei mal drei Kilometern durchgeführt“, berichtet Dr. Klaus Görger, Koordinator des Jülicher

Simulation Laboratory Terrestrial System. Noch sind die Wissenschaftler damit beschäftigt zu prüfen, wie gut die Simulationen mit der Realität übereinstimmen. Hierzu werden verschiedene Validierungsexperimente durchgeführt, bei denen beispielsweise die Atmosphärenkomponente täglich reinitialisiert wird, die Landoberflächen- und Grundwasserkomponente aber durchgehend laufen. Die dabei von TerrSysMP errechneten Niederschlags- und Abflussmuster stimmen beispielsweise bereits gut mit den tatsächlich gemessenen Werten überein. Die Forscher sind zuversichtlich, schon bald etwa den Einfluss des Grundwassers auf Wasser- und Energieumsätze zu analysieren oder Prognosen für Hochwasser und das Management von Wasserressourcen erstellen zu können. Auch die Forschung in TERENO soll dann von der Modellplattform profitieren. ■

► Centre for High-Performance Scientific Computing in Terrestrial Systems

## TERENO-WORKSHOP: FERNERKUNDUNG IM MITTELPUNKT



© DLR (CC-BY 3.0)

Rund 70 Wissenschaftler trafen sich Ende Oktober 2015 in Oberpaffenhofen zum 8. TERENO-Workshop. Thema war dieses Mal „Fernerkundung und Boden“. Im Mittelpunkt standen aktuelle Forschungsergebnisse, neue Entwicklungen und zukunftsweisende Ansätze rund um terrestrische Umweltforschung mithilfe von Fernerkundungsmethoden.

Zu Beginn wurden der aktuelle Stand von TERENO sowie verschiedene Aktivitäten und Projekte vorgestellt, etwa die Helmholtz-Allianz „Remote Sensing and Earth System Dynamics“ und das ScaleX-Projekt (siehe Seite 7). TERENO-Koordinator Prof. Harry Vereecken vom Forschungszentrum Jülich berichtete über die Einrichtung von sechs Critical Zone Observatories in den TERENO-Observatorien sowie über

den Ausbau der Standorte und der internationalen Kooperationen. Er stellte außerdem die geplante Einrichtung eines Doktorandenprogramms mit dem Titel „TERENOfellows“ vor.

### Aktuelle Einblicke

Experten verschiedener Partnerinstitutionen gaben anschließend einen Einblick in für TERENO wichtige Fernerkundungsthemen, etwa zur Erfassung von Böden, Niederschlag und Interaktionen zwischen Landoberfläche und Atmosphäre. Auch die Modellierung von Landschaften und Böden war ein wichtiges Thema. Die Workshop-Teilnehmer diskutierten darüber hinaus über laufende TERENO-Aktivitäten wie verbessertes Datenmanagement, Fernerkundung, das Lysimetrynetzwerk SoilCan, das funkbasierte Sensornetzwerk SoilNet und Bodenfeuchtemessungen mithilfe von Cosmic-Ray-Sensoren.

Am Ende des Workshops trafen sich die Mitglieder des Wissenschaftlichen Lenkungsausschusses mit dem TERENO-Beirat, um sich über die bisherige und künftige Entwicklung der Initiative auszutauschen. Die unabhängigen Experten sehen TERENO auf einem sehr guten Weg. Aus ihrer Sicht soll die bislang sehr erfolgreiche Forschung in den Observatorien entsprechend fortgesetzt werden. ■

► Programm und Vorträge

## DIE STADT DER ZUKUNFT

Neue Helmholtz-Initiative bündelt Expertise / TERENO Koordinierungsteam untersucht urbanes System

Lebenswert und nachhaltig – so sollen Städte der Zukunft sein. Der globale Wandel stellt sie jedoch vor diverse Herausforderungen. Acht Helmholtz-Zentren bündeln ihre Kompetenzen in der Helmholtz-Stadtforschungsinitiative „System:Stadt“, um umfassende Lösungsoptionen zu entwickeln. Daran beteiligt sind alle sechs TERENO-Partner.

Mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung lebt heute in Städten – Tendenz steigend. Die Liste der Herausforderungen ist lang: von Energieversorgung, Umweltbelastung und Ressourcenmanagement über demografischen Wandel bis hin zu Klima- und Landnutzungswandel. Hinzu kommen ökonomische Krisen und soziale Spannungen. Städte müssen widerstandsfähiger werden, um sich an veränderte Anforderungen anzupassen. Gefragt sind Entwicklungsstrategien, die Städte als komplexes Gesamtsystem betrachten. Hier setzt die neue Helmholtz-Stadtforschungsinitiative an. Sie vereint Experten aus Technik-, Natur- und Sozialwissenschaften. „Gemeinsam wollen wir Entwicklungsziele für eine nachhaltigere Stadtentwicklung definieren. Neue Technologien und Handlungsempfehlungen sollen gemeinsam mit lokalen Akteuren in Reallaboren und Demonstrationsstandorten umgesetzt werden“, sagt Prof. Stefan Emeis vom Institut für Meteorologie und Klimaforschung am Karlsruher Institut für Technologie. „Dazu analysieren wir auch Governance-Optionen“, unterstreicht Prof. Sigrun Kabisch vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. In einer einjährigen Planungsphase erarbeiten die Forscher zunächst ein Gesamtkonzept.

Auch TERENO liefert dazu seinen Beitrag. Das seit 2013 bestehende Koordinationsteam (CT) „Urbanes System“ untersucht, was passiert, wenn Städte wachsen oder schrumpfen. „Im Ballungsraum Leipzig-Halle erfassen wir Bevölkerungsentwicklung, Veränderungen der Landnutzung mit ihren Auswirkungen auf Ökosystemdienstleistungen sowie Umwelt- und Klimaparameter. Wir untersuchen damit die Flächeninanspruchnahme, die Minderung von Umweltrisiken und Parameter der Lebensqualität“, berichtet Dr. Ellen Banzhaf vom UFZ. ■

### Mitglieder der Helmholtz-Stadtforschungsinitiative

- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
- Forschungszentrum Jülich
- Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)
- Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ
- Helmholtz-Zentrum Geesthacht – Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG)
- Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ)
- Helmholtz-Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (HMGU)
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) zugleich Koordinator

► TERENO-Koordinationsteam „Urbanes System“

## ENGERE KOOPERATION MIT CZO-FORSCHUNG IN CHINA



In Deutschland schreitet der Aufbau eines nationalen Netzwerks von Critical Zone Observatories (CZO) voran (siehe TERENO-Newsletter 1/2015). Auch ein internationales Netzwerk ist in Vorbereitung. Im September 2015 trafen sich 36 Forscher aus Deutschland und China zu einem gemeinsamen Symposium im chinesischen Nanjing, um sich über aktuelle Entwicklungen und neue Forschungsergebnisse auszutauschen. Auch der amerikanische CZO-Experte Prof. Henry Lin von der Pennsylvania State University, Mitglied im TERENO-Beirat, nahm teil.

Die Forscher diskutierten unter anderem über einheitliche Standards für Observatorien und Datenerfassung. In China existiert seit 2014 ein nationales CZO-Netzwerk mit sechs Forschungsstationen. Die gut ausgerüsteten Standorte wurden bereits im Zuge des 1988 gegründeten Chinese Ecosystem Research Network (CERN) gegründet. Darüber hinaus ging es bei dem Treffen um gemeinsame Forschungsfragen, etwa die Folgen von geänderter Landnutzung und Klimawandel auf hydrologische Prozesse oder den Nährstofftransport. Solche Themen könnten künftig die Basis für CZOs in Deutschland und China, aber auch für ein internationales Netzwerk bilden. Um den Austausch beider Länder zu diesem Thema zu vertiefen, sollen verstärkt gemeinsame Forschungsprojekte initiiert werden.

TERENO-Koordinator Prof. Harry Vereecken und Prof. Xinhua Peng von der Chinesischen Akademie der Wissenschaften hatten das vom Chinesisch-Deutschen Zentrum für Wissenschaftsförderung finanzierte Treffen organisiert. ■

► Chinese Ecosystem Research Network (CERN)

## VON DER PUNKTMESSUNG ZUR REGIONALEN SKALA

ScaleX-Kampagne im TERENO-Observatorium „Bayerische Alpen / Voralpenland“ / Workshop für Interessenten



© IMK-IFU

### Mitmachen

2016 startet die zweite Phase der ScaleX-Kampagne. Einrichtungen und Forscher, die sich beteiligen möchten, sind herzlich eingeladen. Wie in der ersten Phase werden zahlreiche Messgeräte für die verschiedenen Themenschwerpunkte eingesetzt: etwa 3D-Doppler-LIDAR-Geräte, ein SODAR-Gerät, das Ultraleichtflugzeug D-MIFU des Karlsruher Institut für Meteorologie und Klimaforschung – Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU) sowie Multikopter und Starrflügler-Drohnen der Universität Augsburg. Im Vorfeld der Kampagne findet vom 15. bis 16. Februar 2016 ein Workshop am IMK-IFU statt.

▶ Kontakt: [benjamin.wolf@kit.edu](mailto:benjamin.wolf@kit.edu)

▶ [www.imk-ifu.kit.edu/scalex.php](http://www.imk-ifu.kit.edu/scalex.php)

Bergregionen wie die Alpen sind besonders komplexe, vielfältige Landschaften. Sie sind geprägt durch wechselndes Gelände, vielfältige Bodentypen sowie unterschiedliche Vegetation, Landnutzung und Wasserverfügbarkeit. Diese Komplexität erschwert die Messung und Modellierung beispielsweise von Stoffaustausch, Niederschlag oder Wasserabfluss. Vor diesem Hintergrund ist eine drängende wissenschaftliche Frage, inwiefern Punktmessungen Modellunsicherheiten verringern und die Bilanzen der Energie- und Stoffflüsse schließen können. Die Messkampagne ScaleX im TERENO-Observatorium „Bayerische Alpen/Voralpenland“ verbindet Punktmessungen an der Geländeoberfläche mit Methoden der Fernerkundung, Messungen mittels Fluggeräten und Modellierung, um diese Frage zu klären.

### Messungen am Boden und aus der Luft

Im Juni und Juli 2015 führten Forscher verschiedener Einrichtungen die erste Messphase am Standort Fendt durch. Mit verschiedenen bodengestützten Instrumenten ermittelten die Wissenschaftler vertikal hochaufgelöste Profile der Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Temperatur und Feuchte in der Grenzschicht. Diese automatisierten Messungen wurden während ausgewählter intensiver Beobachtungsperioden durch Messungen aus der Luft ergänzt. So konnten die Forscher Beobachtungsdaten auf einer maximalen Skala von 10x10x10 Kilometer gewinnen. Die Daten werden verwendet, um Prozessmodelle und Modelle auf regionaler Skala zu betreiben und zu validieren. Beteiligt waren neben dem Karlsruher Institut für Meteorologie und Klimaforschung – Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU), das die Kampagne ScaleX organisiert, die Universität Augsburg, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, der Deutsche Wetterdienst, das Umweltforschungszentrum Leipzig, die Europäische Akademie Bozen sowie der Bereich Troposphäre des Karlsruher Instituts für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-TRO).

## WENN DER SCHNEE SCHMILZT

In den Alpen fällt ein großer Teil des Niederschlags als Schnee. Die Schneeschmelze gilt als wichtiger Faktor im Wasserkreislauf, insbesondere für die Abflussdynamik der Fließgewässer in der Region. Im TERENO-Observatorium „Bayerische Alpen/Voralpenland“ läuft zusätzlich zu vorhandenen Schneemessungen seit Herbst 2014 ein von der Helmholtz-Wasserallianz finanziertes Postdoc-Projekt, das auf innovative Schneebeobachtungsgeräte setzt.

„Wir erforschen die räumliche Verteilung und zeitliche Entwicklung der Schneedecke in subalpinen Gebieten. Dazu sammeln wir Schneedaten zur hydrologischen Modellierung auf verschiedenen Skalen im Einzugsgebiet der Ammer“, erklärt Projektleiter Dr. Jakob Garvelmann vom Karlsruher Institut für Meteorologie und Klimaforschung – Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU) am Campus Alpin in Garmisch-Partenkirchen.

Zur Beobachtung der Schneehöhe und Mikroklimatologie kommen neu entwickelte Snow Monitoring Stationen (SnoMoS) und digitale Intervallkameras zum Einsatz. Am Geländestandort Fendt betreibt das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung zusätzlich einen SnowPack Analyzer, um die Wassermenge einer Schneedecke zu bestimmen. Im Winter 2015/16 werden die Kameras in Fendt im Bereich des neuen funkbasierten Sensornetzwerks SoilNet stationiert. „Diese Kombination soll helfen, die räumlich-zeitliche Dynamik der Bodenfeuchte während der Schneeschmelze besser zu verstehen“, so der Forscher vom IMK-IFU.

### Kooperation mit TU München

Auch am TERENO-Standort Graswang werden kontinuierlich Schneehöhendaten mit SnoMoS und Intervallkameras auf-



Standort Graswang: Aufbau eines SnowFox-Systems zur Messung kosmischer Strahlung

gezeichnet. Im Dreisäulerbachgebiet, einem Kopfeinzugsgebiet der Ammer nahe Graswang, führen die Forscher zudem im Winter ein gemeinsames Vorhaben mit der TU München durch. „Durch detaillierte Erforschung der Schneedeckendynamik und Abflussbildungsprozesse während der Schneeschmelze wollen wir die Hochwasservorhersage verbessern“, erläutert Garvelmann.

## SPURENSUCHE IM WASSER

Isotope verraten Nitratquellen im Bode-Einzugsgebiet

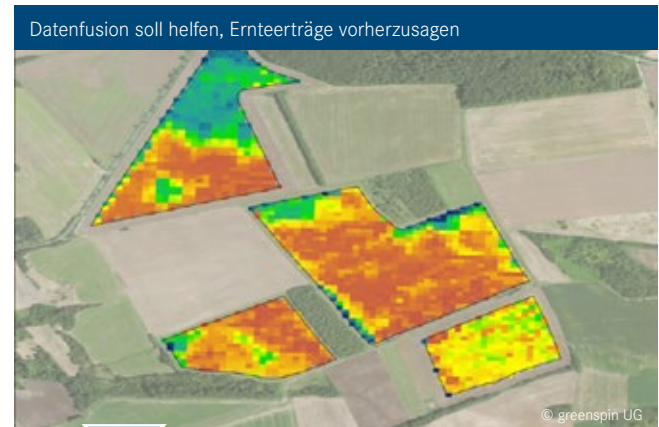
Zu viele Nährstoffe bringen Gewässer aus dem Gleichgewicht. Ein Hauptverursacher dieser Eutrophierung ist Nitrat, das in der Landwirtschaft als Dünger eingesetzt wird. Wissenschaftler des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung (UFZ) haben untersucht, woher das gelöste Nitrat in der Bode, einem Nebenfluss der Saale, stammt. Dazu nutzten sie eine etablierte Methode der Hydrologie: die Messung stabiler Isotope.

Eutrophierung hat weitreichende Konsequenzen: Blaualgen verbreiten sich, der gelöste Sauerstoff im Wasser verringert sich, in der Konsequenz sterben viele Tiere und Pflanzen. Um die Gewässerqualität zu sichern, sind Präventionsmaßnahmen gefragt, etwa ein koordiniertes Landnutzungsmanagement. Dazu ist es notwendig, Herkunft, Mobilisierungsraten und mikrobiologische Umwandlungsprozesse des Nitrats zu ermitteln. Genau das liefern Isotope.

Entsprechend haben UFZ-Forscher die räumliche und zeitliche Variabilität verschiedener Nitratquellen im hydrologischen Observatorium des Bode-Einzugsgebietes untersucht. Das über 3.000 Quadratkilometer große Gebiet ist ein wichtiger Teil des TERENO-Observatoriums „Harz/Mitteldeutsches Tiefland“. Die Wissenschaftler entnahmen zu jeder Jahreszeit an mehr als einhundert Stellen Wasserproben und fanden aufschlussreiche Verteilungsmuster. Im Oberlauf der Bode dominierten Stickstoffeinträge aus der Atmosphäre. Die höhere Nitratbelastung im Unterlauf stammte dagegen von der Düngung landwirtschaftlicher Flächen mit Ammonium sowie von eingeleiteten Abwässern. Eine weitere Erkenntnis: Die Denitrifikation im Flussbett – die Eliminierung des Nitrats als Nährstoff durch Umwandlung des Stickstoffs – liefert einen wichtigen Beitrag zum Stickstoffumsatz. Die Ergebnisse zeigen, wie hilfreich Isotopen-Studien in Einzugsgebieten für die hydrologische Forschung sind. ■

**Christin Müller, Ronald Krieg, Ralf Merz und Kay Knöller.** *Regional nitrogen dynamics in the TERENO Bode River catchment, Germany, as constrained by stable isotope patterns.* *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 2015.

► DOI: 10.1080/10256016.2015.1019489.



## MIT DATENFUSION ZU HOCHAUFGELÖSTEN ZEITREIHEN

Verschiedene Erdbeobachtungssatelliten wie MODIS, Landsat und RapidEye liefern Daten in unterschiedlicher zeitlicher und räumlicher Auflösung. Im Projekt Techs4TimeS arbeiten Forscher der Universität Würzburg an Verfahren zur Synthese und Fusion solcher Daten. „Gemeinsam mit Informatikern der Hochschule Bochum entwickeln wir Methoden, um Zeitreihen in einer extrem hohen zeitlichen und räumlichen Auflösung zu ermöglichen“, erklärt Projektmitarbeiter Thorsten Dahms vom Würzburger Institut für Geographie und Geologie. Ziel ist es, daraus Modelle etwa für das Wachstum von Pflanzen oder für Prognosen von Ernteerträgen zu entwickeln. Um die Qualität ihrer Methoden zu überprüfen, benötigen die Forscher bodengestützte Messungen. Als Testgebiet haben sie sich für den TERENO-Standort DEMMIN im Observatorium „Nordostdeutsches Tief-

land“ entschieden. „Der Standort ist aus zwei Gründen für uns ideal: Zum einen gibt es hier viele weite Felder, zum anderen ist DEMMIN hervorragend mit Messinstrumenten ausgestattet“, so Dahms.

Unterstützt durch die Wissenschaftler des Deutschen Fernerkundungsdatenzentrums (DFD/DLR) am Standort Neustrelitz haben Dahms und seine Kollegen in den vergangenen zwei Jahren zahlreiche Messungen auf Weizen- und Maisfeldern durchgeführt. Ermittelt wurden unter anderem biophysikalische Parameter wie der Blattflächenindex LAI. Die riesige Menge an Daten müssen die Forscher nun auswerten. „Wir wollen aus ihr so viele Informationen wie möglich ableiten“, so Dahms.

### Vorarbeit für Sentinel-2-Mission

Von den Zeitreihen sollen künftig beispielsweise Landwirte profitieren – etwa um zu entscheiden, wo Böden gedüngt werden müssen und wo nicht. Entsprechend tauschen sich die Forscher bereits mit Landwirten in DEMMIN aus. Das Projekt liefert aber auch Vorarbeiten für die Sentinel-2-Mission der europäischen Raumfahrtbehörde ESA. Die beiden Geschwister-Satelliten Sentinel-2A und -2B sollen hochauflösende Spektralbilder der Landoberfläche liefern. 2a ist seit Sommer 2015 im All, 2B soll 2016 folgen. Das Techs4TimeS-Projekt wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert. ■

► Techs4TimeS



## AUF DER SUCHE NACH LACHGAS-QUELLEN



Distickstoffoxid ( $N_2O$ ), auch als Lachgas bekannt, ist rund 300-mal klimaschädlicher als Kohlendioxid. Das Treibhausgas entsteht beispielsweise bei Nitrifikation und Denitrifikation von reaktiven Stickstoffverbindungen wie Ammoniak und Nitrat. Dr. Benjamin Wolf vom Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) untersucht,

aus welchen mikrobiologischen Prozessen das Treibhausgas an bestimmten Orten konkret stammt. „Das sollen uns spezielle Moleküle, die Isotopomere, verraten“, berichtet der 34-Jährige, der 2013 mit dem Erwin Schrödinger-Preis ausgezeichnet wurde. Gemeinsam mit seinen Kollegen am IMK – Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU) arbeitet er an einer Messtechnik, die künftig im Feld eingesetzt werden soll. Sie beruht auf einem speziellen optischen Verfahren, der Absorptionsspektroskopie mithilfe von Quantenkaskadenlasern. „Mit dieser vergleichsweise jungen Isotopentechnik können wir auch geringe Konzentrationen von Spurengasen analysieren. Bis vor Kurzem konnte man Isotopomere eigentlich nicht direkt messen, sondern musste dazu Luft aufkonzentrieren“, so Wolf. Der Geoökologe hatte als Post-doc an der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt in der Schweiz seine Kenntnisse über die Isotopentechnik vertieft, ehe er 2014 ans KIT zurückkehrte. Noch befindet sich die neue Messtechnik im Laborstadium, im Frühjahr 2016 sind aber die ersten Feldversuche im TERENO-Observatorium „Bayerische Alpen/Voralpenland“ vorgesehen. ■

## TERENO-NO MIT NEUER SPITZE



Prof. Bruno Merz

Seit September 2015 leiten Prof. Bruno Merz (Sprecher) und Dr. Ingo Heinrich (Kordinator) das TERENO-Observatorium „Nordostdeutsches Tiefland“ (TERENO-NO). Sie lösen Dr. Oliver Bens und Dr. Knut Kaiser ab.

Bruno Merz ist Leiter der Sektion Hydrologie am Deutschen GeoForschungsZentrum GFZ Potsdam und Professor für Ingenieurhydrologie und Management von Georisiken an der Universität Potsdam. Er untersucht insbesondere Gründe und Folgen von hydrologischen Extremereignissen. Darüber hinaus beschäftigt er sich mit hydraulisch-hydrologischen Prozessen sowie Veränderungen im Wasserkreislauf.



Dr. Ingo Heinrich

Ingo Heinrich forscht in den GFZ-Sektionen Hydrologie beziehungsweise Klimadynamik und Landschaftsentwicklung. Außerdem lehrt er an der Humboldt-Universität zu Berlin Klimatologie und Paläoklimatologie. Der Geograph und Spezialist für Dendrochronologie untersucht vor allem Prozesse zwischen Atmosphäre, Baum und Boden. Außerdem entwickelt er Methoden für die Erforschung von Baumjahresringen und rekonstruiert klimatische und hydrologische Parameter. ■

### Kontakt

► [bruno.merz@gfz-potsdam.de](mailto:bruno.merz@gfz-potsdam.de)

► [ingo.heinrich@gfz-potsdam.de](mailto:ingo.heinrich@gfz-potsdam.de)

## 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](mailto:h.bogena@fz-juelich.de)

### Dr. Ralf Kiese

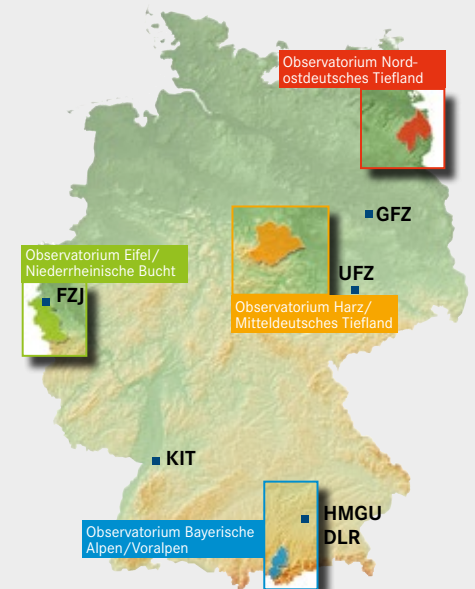
Institut für Meteorologie und Klimaforschung  
Karlsruher Institut für Technologie  
Tel.: 0 88 21/1 83-1 53  
E-Mail: [ralf.kiese@kit.edu](mailto:ralf.kiese@kit.edu)

### Dr. Ingo Heinrich

Helmholtz-Zentrum Potsdam –  
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ  
Tel.: 03 31/2 88 19 15  
E-Mail: [heinrich@gfz-potsdam.de](mailto: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](mailto: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 und Text:** Christian Hohlfeld

**Grafik und Layout:** Bosse<sup>und</sup> Meinhard  
Wissen und Kommunikation