

Newsletter 1/2024

AUS DEM INHALT

WISSENSSTAND

Editorial	2
Pinios Hydrologic Observatory erfasst schweres Unwetter in Griechenland	2

NACHGEFRAGT

Interview mit Karsten Høgh Jensen	3
Achim Brauer in Akademie gewählt	3

TERENO-OZCAR-KONFERENZ

Ein Rückblick	4
Interview mit Kevin Bishop	7

NETZWERKE

Nachhaltige Landwirtschaft in Westafrika ermöglichen	8
Eine Lösung für alle	8
RZA: eine einzigartige sozio-ökologische Infrastruktur	9
Systemansatz für SES entwickeln	9

WISSENSSTAND

Wege zum Abkühlen	10
Neue DFG-Forschungsgruppe zur Klimaanpassung von Waldbäumen	10

VOR ORT

Ein Riese im Wald	11
Talsperren-Observatorium wird Gemeinschaftsprojekt	11
Ausgezeichnete Doktorarbeit	11
Dürre: direkte und verzögerte Reaktionen des Waldes	12
Grundwasser als Haupteintragspfad für Phosphor	12

IM BLICKPUNKT

Technikteams: GFZ	13
-------------------	----

Über den Wipfeln: Ein Baukran im Wald beim TERENO-Standort DEMMIN bietet einzigartige Möglichkeiten für Messung und Beobachtung (siehe Seite 11).

© Eric Thurm

GELUNGENE VERANSTALTUNG

Die 2. TERENO-OZCAR-Konferenz war ein voller Erfolg. Mehr als 80 Vorträge und 70 Posterpräsentationen boten den rund 170 Wissenschaftler:innen aus 20 Ländern, die Ende September 2023 nach Bonn gekommen waren, reichlich Stoff zum Austausch und Diskutieren. [Mehr ab Seite 4.](#)

PINIOS HYDROLOGIC OBSERVATORY ERFASST SCHWERES UNWETTER IN GRIECHENLAND

Im September 2023 sorgte das Sturmtief Daniel für extreme Regenfälle und schwere Überflutungen in Südosteuropa und Nordafrika. Eines der am stärksten betroffenen Länder war Griechenland. Zwischen dem 4. und 7. September verzeichneten zahlreiche Messstationen des Landes Rekordregenfälle. Mehr als ein Dutzend Menschen starben, etwa 200.000 Nutztiere ertranken. Die griechische Regierung schätzte die Schäden, die die Wassermassen angerichtet hatten, auf rund 2,5 Milliarden Euro. „So ein weitreichendes und zerstörerisches Ereignis hatte es zuvor in Griechenland nicht gegeben“, sagt Dr. Andreas Panagopoulos, Forschungsdirektor am Soil and Water Resources Institute der Hellenic Agricultural Organisation – DIMITRA (HAO).



Luftaufnahme von den Überschwemmungen in Agia

Panagopoulos ist zugleich verantwortlich für das Pinios Hydrologic Observatory (PHO), das die HAO 2015 gemeinsam mit Jülicher Agrosphären-Forscher:innen nach dem Vorbild der TERENO-Observatorien aufgebaut hatte (siehe TERENO-Newsletter 2/2016). Das 53 Quadratkilometer umfassende Observatorium bei Agia liegt in der Region Thessalien, die schwer von dem Unwetter getroffen wurde. In der landwirtschaftlich geprägten Umgebung des PHO zerstörten Regen und die Überflutung des Flusses Pinios zahlreiche Felder und Obstplantagen. Beschädigt wurden auch bereits gelagerte Produkte, Futtermittel sowie landwirtschaftliche Maschinen und Geräte.

Ihren Höhepunkt erreichten die täglichen Regenfälle im PHO am 5. September mit 252 Millimetern. Dabei betrug die höchste Niederschlagsintensität 23,2 Millimeter innerhalb von 10 Minuten, das entspricht 139 Millimeter innerhalb einer Stunde. „Das zeigt, wie heftig die Regenfälle zum Teil waren“, sagt Dr. Vassilis Pisinaras von der HAO. Zwischen dem 4. und 7. September fielen bei den drei meteorologischen Stationen des Observatoriums insgesamt zwischen 373 und 446 Millimeter. Andere Gegenden waren noch stärker betroffen. Laut Deutschem Wetterdienst fielen teils um 1000 Millimeter innerhalb von drei Tagen. Zum Vergleich: Der mittlere Jahresniederschlag von Hamburg liegt bei 800 Millimetern.

Die enormen Regenmengen wirken sich auch auf das Grundwasser aus. Einen Monat nach dem Sturmtief lag die Grundwasserverfügbarkeit achtmal höher als vor dem Extremereignis. „Normalerweise wäre so ein Wert erst nach einem feuchten Winter, im Frühjahr oder Anfang bis Mitte April zu erwarten. Aber selbst die zum 1. April 2023 geschätzte Grundwasserverfügbarkeit lag immer noch mehr als 30 Prozent niedriger als die vom 3. Oktober 2023“, so Pisinaras.

EDITORIAL

Die Herausforderungen werden nicht kleiner



Auch die zweite Ausgabe der internationalen TERENO-OZCAR-Konferenz war ein großer Erfolg (S. 4–7). Vor allem freut uns sehr, dass Wissenschaftler:innen aus über 20 Ländern teilgenommen haben. Der internationale Austausch ist enorm wichtig, um den Herausforderungen des Globalen Wandels zu begegnen. Und die Herausforderungen werden nicht kleiner. Der EU-Klimawandeldienst Copernicus meldete, dass 2023 global gesehen das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen Mitte des 19. Jahrhunderts wird. Gleichzeitig sind wir dabei, unsere Klimaschutzziele zu verfehlen. Ein UN-Bericht der Weltwetterorganisation WMO hält fest, dass die von den Ländern empfohlenen Treibhausgas-Reduktionen nicht ausreichen würden, um die Ziele des Pariser Klimaabkommens zu erreichen.

Derweil kam es auch 2023 wieder zu Katastrophen durch Wetterextreme, etwa in Griechenland – unsere Kooperationspartner vor Ort berichten über die Ausmaße. Wie sich der globale Temperaturanstieg abmildern lassen könnte, hat ein internationales Team von Forscher:innen gezeigt: durch eine Kombination aus CO₂-Entnahme aus der Atmosphäre durch mehr Pflanzen und vergrößerter Reflexion des Sonnenlichts (S. 8). Ein weiteres Beispiel für die notwendige internationale Kooperation ist die Zusammenarbeit mit Partnern aus Afrika beim Aufbau von Messstationen in Westafrika. Ein langjähriger internationaler Partner verlässt uns leider: Der dänische Hydrologe Karsten Høgh Jensen, von Beginn an Mitglied im TERENO Advisory Board, möchte Platz machen für die nächste Generation (S. 3). An der Stelle herzlichen Dank an Karsten für sein Engagement und alles Gute!

Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen beim Lesen und alles Gute für 2024!

Ihr Harry Vereecken
Koordinator TERENO

„BEEINDRUCKT VON DEN LEISTUNGEN“

Zum Jahresende scheidet Prof. Karsten Høgh Jensen auf eigenen Wunsch aus dem TERENO Advisory Board aus. Im Interview blickt der dänische Hydrogeologe auf seinen Weg mit TERENO zurück.



© Kerl Poerksen

Sie sind von Anfang an Mitglied des Beirats gewesen. Was haben Sie gedacht, als Sie für diese Aufgabe angesprochen wurden?

Ich habe mich sehr geehrt gefühlt und gefreut, dass ich als Mitglied des Beirats eingeladen wurde. Es war für mich eine ausgezeichnete Gelegenheit, um Wissen und Ideen zwischen den TERENO-Observatorien und dem hydrologischen Observatorium HOBE in Dänemark auszutauschen.

Was war das Besondere an der Mitgliedschaft im Board?

Ich hatte die hervorragende Gelegenheit, einen detaillierten Einblick in die Forschungsleistungen von TERENO zu erhalten sowie den verantwortlichen Wissenschaftlern und Koordinatoren des Projekts und auch den jungen Forschern zu begegnen. Ich habe viele Studierende bei den wissenschaftlichen Veranstaltungen der TERENO-Meetings getroffen. Auch der Austausch bei den Treffen des Advisory Boards war für mich von großer Inspiration und Bedeutung.

Haben sich Ihre Erwartungen erfüllt?

Auf jeden Fall, unsere Observatorien haben Erfahrungen mit neuen Instrumenten und Modellen ausgetauscht. Und wir konnten unsere Erkenntnisse austauschen, wie Einzugsgebiete auf zeitliche und räumliche Veränderungen reagieren. Aus der engen Zusammenarbeit ergaben sich Vorschläge für den Ausbau des hydrologischen Netzes in Europa, die wir bei der EU einreichten – auch wenn wir damit leider nicht erfolgreich waren. Dennoch hat sich daraus eine von der Community betriebene europäische Datenplattform für hydrologische Observatorien entwickelt: ENOHA. Sie macht Daten von bestehenden Observatorien für die Forschungsgemeinschaft verfügbar. Die Kollegen von TERENO waren die treibende Kraft bei der Einrichtung der Datenplattform. Es ist von entscheidender Bedeutung, dass die an verschiedenen Standorten gesammelten Daten für die Zukunft archiviert und anderen Forschern zur Verfügung gestellt werden. Ebenfalls erwähnenswert: die Verbindung von TERENO und HOBE mit dem Ökosystem-Netzwerk eLTER.

Karsten Høgh Jensen ist seit 2002 Professor für Hydrologie an der Universität von Kopenhagen. Er ist außerdem Direktor des dänischen hydrologischen Observatoriums HOBE. Im Jahr 2017 erhielt er den Helmholtz International Fellow Award.

Wie beurteilen Sie die bisherige Entwicklung von TERENO?

Ich bin tief beeindruckt von den Leistungen. Keine andere Organisation in Europa und darüber hinaus verfügt über die finanziellen und organisatorischen Ressourcen in Kombination mit dem hohen wissenschaftlichen Ansehen, um ein so umfassendes Beobachtungsnetz aufzubauen und zu unterhalten. TERENO war in vielerlei Hinsicht eine große Inspiration für die hydrologische Wissenschaftsgemeinschaft. Die Initiative hat neue Sensortechnologien entwickelt und genutzt, um hydrologische Daten für eine Reihe von zeitlichen und räumlichen Maßstäben in Kombination mit speziellen hydrologischen Experimenten zu sammeln. Die Daten und Ergebnisse wurden mit komplexen und integrierten Modellen unter Verwendung von Hochleistungsrechnern analysiert. Die Forschungsergebnisse wurden in zahlreichen Veröffentlichungen in hochrangigen internationalen Fachzeitschriften publiziert.

Was empfehlen Sie TERENO für die Zukunft?

Ich hoffe, dass TERENO noch viele Jahre fortbestehen wird. Die hydrologische Wissenschaft braucht langfristige experimentelle Infrastrukturen, die Daten liefern, die es uns ermöglichen, die hydrologischen Auswirkungen zum Beispiel von Klima- und Landnutzungsänderungen zu analysieren. Ich vertraue darauf, dass die Helmholtz-Gemeinschaft über die finanziellen und organisatorischen Ressourcen verfügt, um dies zu ermöglichen.

Wie sieht es mit Ihrer eigenen Zukunft aus?

Ich habe ein Alter erreicht, in dem es an der Zeit ist, dass die nächste Generation von Hydrologen die Arbeit übernimmt. Dennoch hoffe ich, dass ich hier und da noch kleine Beiträge zur Hydrologie leisten kann.

Prof. Jensen, vielen Dank für das Gespräch!



© Foto privat

IN AKADEMIE GEWÄHLT

Die Österreichische Akademie der Wissenschaften (ÖAW) hat Prof. Achim Brauer vom Deutschen GeoForschungsZentrum (GFZ) als korrespondierendes Mitglied im Ausland in ihre mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse aufgenommen. Der Leiter der Sektion Klimadynamik und Landschaftsentwicklung am GFZ wurde insbesondere für seine Forschung in den Gebieten Paläolimnologie sowie Umwelt- und Klimageschichte in die ÖAW gewählt.

DIE 2. TERENO-OZCAR-KONFERENZ – EIN RÜCKBLICK

Sogar die Sonne spielte mit. Bei bestem Spätsommerwetter begrüßten TERENO-Koordinator Prof. Harry Vereecken und OZCAR-Koordinatorin Prof. Isabelle Braud die Teilnehmer:innen der 2. TERENO-OZCAR-Konferenz. 170 Wissenschaftler:innen aus 20 Ländern waren Ende September 2023 nach Bonn ins Gustav-Stresemann-Institut gekommen. Weitere 50 nahmen online teil.

Sie erwarteten mehr als 80 Vorträge und 70 Poster-Präsentationen zu zehn verschiedenen Themengebieten (Sessions) rund um die Critical Zone – angefangen von grundsätzlichen Fragen zu Austauschprozessen zwischen Boden, Vegetation und Atmosphäre über verschiedene Ansätze zur Langzeitbeobachtung bis hin zu neuen Methoden und Modellierungen. Sechs Beispiele geben einen Einblick in die Vielfalt der Themen, ein großer Teil der Vorträge und Poster-Präsentationen steht auf der TERENO-Homepage zum Download zur Verfügung (Link siehe S. 6).



Das Gustav-Stresemann-Institut

Foto: Christian Hohfeld

Verbessertes Modell, verbessertes Verständnis

Ein wichtiges Instrument für die Erforschung der Critical Zone sind Modellierungen. Erdsystemmodelle sind etwa der Schlüssel, um die Auswirkungen von Klima und Landnutzung auf die Funktionsweise des Erdsystems und seiner Komponenten zu verstehen und zu bewerten. Ein Problem bei diesen Modellen ist jedoch die Quantifizierung von Wasserkreisläufen und biogeochemischen Flüssen. „Diese Kreisläufe bestmöglich darzustellen, hängt von der Fähigkeit der Modelle ab, die Niederschlagsverteilung und die Kopplung zwischen der Landoberfläche und der

Atmosphäre korrekt wiederzugeben“, sagte Dr. Cathy Hohenegger vom Max-Planck-Institut für Meteorologie in ihrem Keynote-Vortrag zur Session 8 „Water and biogeochemical cycles in Earth system models“.

In der Keynote stellte sie ein neues Erdsystemmodell vor, das am Max-Planck-Institut für Meteorologie entwickelt wurde: ICON-Sapphire. „Es ist in der Lage, grundlegende Merkmale der Niederschlagsverteilung zu reproduzieren“, betonte Cathy Hohenegger, die die Ergebnisse einer

globalen, gekoppelten Simulation mit einem Gitterabstand von 5 Kilometern über einen vollständigen Jahreszyklus präsentierte. Bemerkenswerterweise ist die Kopplung zwischen Bodenfeuchte und Niederschlag tendenziell schwächer als bei grob aufgelösten Erdsystemmodellen und stimmt daher besser mit Beobachtungen über. Dies spricht für die Verwendung von Erdsystemmodellen auf der Kilometer-Skala zur Untersuchung von Fragen im Zusammenhang mit dem Klima über Land, einschließlich des Kohlenstoffzyklus.

Vereinfachungen führen zu Verzerrungen bei Klimasimulation

Um das Klima und dessen künftige Entwicklung für bestimmte Regionen zu berechnen, werden sogenannte regionale Klimamodelle eingesetzt. Allerdings stellen die meisten dieser Modelle Grundwasserprozesse vereinfacht dar. „Das kann zu Verzerrungen führen, wenn Hitzewellen simuliert werden“, sagte Dr. Liubov Poshvyvailo-Strube vom Forschungszentrum Jülich bei ihrem Vortrag „Groundwater in terrestrial systems modelling: a new climatology of extreme heat events in Europe“. Sie ist Erstautorin einer Studie, in der die Terrestrial Systems Modeling Platform, kurz TSMP, und ein Ensemble von EURO-CORDEX-Simulationen zur Kontrolle von Klimawandelszenarien im Rahmen des dynamischen Downscaling von globalen Klimamodellen verglichen wurden. Der Unterschied zwischen beiden: TSMP verwendet ein gekoppeltes regionales Klimasystem

mit einem geschlossenen terrestrischen Wasserkreislauf, während das CORDEX-Ensemble mit vereinfachter Grundwasserdynamik arbeitet.

Alle Simulationen kamen zwar für den historischen 30-jährigen Vergleichszeitraum auf eine ähnliche Anzahl von Hitzeereignissen. Doch bei der Dauer und der Intensität der Hitzeereignisse gab es statistische Unterschiede: TSMP simulierte im Vergleich zum CORDEX-Ensemble deutlich weniger und nicht so starke Hitzewellen – also Hitzeereignisse, die sechs Tage oder länger andauern. „Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Berücksichtigung des Grundwassers in regionalen Klimamodellen ein Schlüssel sein könnte, um Verzerrungen bei der Simulation von Hitzewellen zu verringern“, fasst die Jülicher Forscherin zusammen.



Fließgewässer besser verstehen

Modellierungen spielen auch bei Untersuchungen von Fließgewässern eine wichtige Rolle, wie die Keynote von Prof. Julian Klaus von der Universität Bonn zur Session 7 „Extremes and the critical zone: Water and matter transport during floods and droughts, intermittent streams and processes at the groundwater-surface water interface“ zeigte. In seinem Vortrag beschäftigte sich Klaus mit Monitoring und Modellierung von Fließgewässerprozessen. „Um diese Prozesse und deren Auswirkungen auf die Biogeochemie und Ökologie von Fließgewässern entschlüsseln zu können, ist es entscheidend, die Dynamik der Wechselwirkungen zwischen Grundwasser und Oberflächenwasser zu verstehen“, machte der Bonner Forscher deutlich.

Um dieses Verständnis zu verbessern, hatten er und sein Team experimentelle Techniken, hydrologische Modellierung und Beobachtungen eines Brunnennetzes kombiniert. Mithilfe dieser Kombination untersuchten sie die Prozesse im hügeligen Einzugsgebiet des Weierbachs, einem gut ausgestatteten Observatorium in Luxemburg.

Eine Besonderheit: Das Team koppelte sein hydrologisches Modell mit einem sogenannten hydraulischen Mischungszellenansatz. Das ermöglichte es den Wissenschaftler:innen, die Quellen und die Durchmischung des Oberflächenwassers genauer zu ermitteln. „Mit der Kombination aus Beobachtung und Simulation konnten wir etwa feststellen, dass nicht Niederschlag, sondern die Exfiltration von Wasser aus dem Untergrund die dominierende Quelle für das Oberflächenwasser der Uferbereiche und den Bachabfluss ist“, berichtete Klaus.

Überschwemmungen und Grundwasser

Eine häufig verwendete Methode, um Fließgewässer zu untersuchen, ist die sogenannte End-Member Mixing Analysis (EMMA). Ein Team aus französischen Forscher:innen hat eine EMMA-Methode entwickelt, bei der die Wasserleitfähigkeit als Tracer verwendet wird, um den Beitrag des Grundwassers zu den Überschwemmungen in kleinen Wassereinzugsgebieten (weniger als 1 km²) zu ermitteln. Zu diesem Zweck analysierte das Team Hochwasser zwischen 2015 und 2020 im Einzugsgebiet von Laval

im Südosten Frankreichs, einem Teil des OZCAR-Observatoriums Draix-Bleone.

„Wir konnten saisonale Muster des Grundwasserbeitrags zu Überschwemmungen feststellen, die in erster Linie mit den meteorologischen Merkmalen des Einzugsgebiets zusammenzuhängen scheinen“, berichtete Ophélie Fischer vom Institut des Géosciences de l'Environnement in Grenoble in ihrem Vortrag „Study of the contribution of groundwater to floods in Mediterranean mountainous watershed“. Das Team fand heraus, dass lang anhaltende Hochwasser, die durch schwache Niederschläge im Winter und Frühjahr verursacht werden, einen hohen Anteil an Grundwasser haben. Kürzer dauernde Hochwasser, die durch starke Stürme im Sommer und Herbst verursacht werden, haben dagegen einen geringen Anteil Grundwasser. Das Team untersuchte auch den Sedimenttransfer: Es zeigte sich, dass die Hochwasser, die die meisten Sedimente exportieren, auch den höchsten Beitrag zum Abfluss haben. „Wenn wir die Prozesse verstehen, die die Erosionsdynamik und den Sedimenttransfer in Wassereinzugsgebieten steuern, können wir auch die Wasser- und Bodenressourcen nachhaltiger bewirtschaften“, betonte Ophélie Fischer.

Auch gekoppelte Prozesse beachten

In der Session 5 „Biogeochemical processes at the soil and catchment scale“ ging es um die Folgen von Klimawandel, Landnutzungsänderungen und landwirtschaftlichen Praktiken auf den biogeochemischen Kreislauf von Wasser, Kohlenstoff

und Nährstoffen sowie deren Austausch mit Atmosphäre, Oberflächengewässern und Grundwasser. Um die gekoppelten biogeochemischen und hydrologischen Prozesse besser verstehen und modellieren zu können, ist das Langzeit-Monitoring von Einzugsgebieten unerlässlich.

Für ihre Modellierung haben Forscher:innen des französischen OZCAR-Netzwerks gleich drei Langzeitobservatorien berücksichtigt – das landwirtschaftlich geprägte Einzugsgebiet Kervidy-Naizin im Observatorium AGRHYS im Nordwesten Frankreichs, das ebenfalls landwirtschaftlich geprägte Einzugsgebiet Montoussé im Südwesten und das Einzugsgebiet des Strengbachs, einer bewaldeten Mittelgebirgsregion nahe der deutsch-französischen Grenze.

„Unsere Untersuchungen zeigen, dass mehrere Prozesse, die auf unterschiedlichen Zeitskalen ablaufen, bei der Steuerung der hydrologischen Funktionsweise von Wassereinzugsgebieten miteinander verbunden sind. Die langfristige Entwicklung der Critical Zone und die klimatischen Einflüsse bestimmen dabei die wichtigsten hydrologischen Eigenschaften der Einzugsgebiete“, berichtet Dr. Julien Ackerer vom Institut des Géosciences de l'Environnement in Grenoble in seinem Vortrag „Integrated and ecohydrological modeling of the water cycle in three contrasting long term observatories“. Einfluss haben aber auch anthropogene Aktivitäten. „Sie können Trends abschwächen oder verschärfen, wie die Auswirkungen der intensiven Landwirtschaft und der Forstwirtschaft auf den aktuellen Wasserkreislauf zeigen“, so Ackerer.

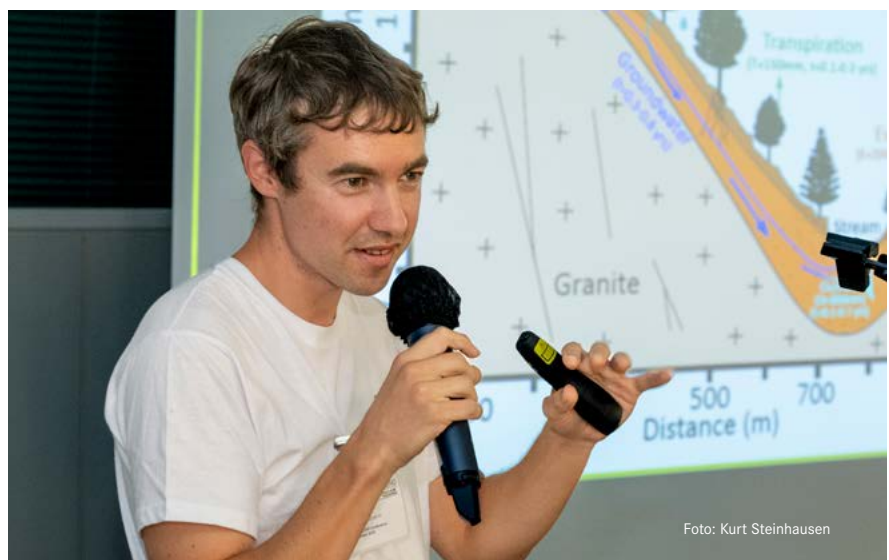


Foto: Kurt Steinhausen

Julien Ackerer vom Institut des Géosciences de l'Environnement



Foto: Kurt Steinhausen

2. TERENO-OZCAR International Conference 2023

- ▶ <https://www.tereno-conference2023.de>
- ▶ Sessions, Poster und Impressionen

Rodung beeinflusst Nährstoffhaushalt

Einen Eingriff des Menschen in die Natur haben Wissenschaftler:innen des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung – UFZ und des Forschungszentrums Jülich untersucht: 2013 hatte der Nationalpark Eifel Teile des Fichtenwaldes am TERENO-Standort Wüstebach roden lassen, um die dortige Monokultur in einen natürlichen Buchenmischwald umzuwandeln. In ihrer Studie haben sich die Forscher:innen mit den Auswirkungen des Kahlschlags auf den Nährstoffhaushalt beschäftigt. „Eine Entwaldung kann Ursache dafür sein, dass mehr Nährstoffe aus dem Boden ausgewaschen werden und in Oberflächengewässern landen – was wiederum Ökosysteme und die Trinkwasserqualität beeinträchtigen kann“, erläutert die Erstautorin der Studie, Annemarie Bähge vom UFZ in ihrem Vortrag „The influence of clear-cut on nutrient dynamics in the Wüstebach catchment (Eifel, Germany) - Preliminary results from a modelling study“.

Nach der Rodung wurden am Wüstebach erhöhte Werte zum Beispiel für Nitrat und organischen Kohlenstoff (DOC) festgestellt. Mit dem HYPE-Modell konnten Bähge und

ihre Kolleg:innen aufschlüsseln, wie die zusätzlichen Nährstoffverluste zustande kamen. „Ausschlaggebend waren verbliebene Pflanzenreste der gefälltten Bäume. Durch ihre Zersetzung gelangten zusätzliche Nährstoffe in den Boden“, sagte Bähge. Modellrechnungen zeigten, dass die Nitrat- und DOC-Konzentrationen ohne diesen Effekt gesunken wären. Zum Wasserabfluss blieben jedoch noch Fragen offen: „Das Modell konnte die Zunahme von schnellen Abflusskomponenten nicht ausreichend abbilden, so dass wir deren Einfluss nicht bewerten konnten. Aber das Modell zeigte, dass die nachwachsende Vegetation das Potenzial hat, als Stickstoffsенke den Zeitraum von Nitratverlusten nach einem Kahlschlag zu verkürzen“, so Bähge.

Reger Austausch

Neben der Vorstellung und dem Diskutieren neuer Erkenntnisse zählen Kennenlernen und Austausch zu den wichtigen Dingen einer Konferenz. Auch hierzu bot die 2. TERENO-OZCAR-Konferenz den Teilnehmer:innen reichlich Gelegenheiten – nicht nur in den Pausen zwischen den Vorträgen, bei denen Terrasse und Garten des Gustav-Stresemann-Instituts zu manchem Plausch einluden. Zum Programm der

Konferenz gehörten auch Exkursionen zum TERENO-Standort Wüstebach in der Eifel und zur Rurtalsperre Schwammenauel, ein französisch-deutscher Wissenschaftsabend, moderiert von Samuel Pujade-Renaud von der Französischen Botschaft, sowie das Konferenzdinner auf dem Rheinschiff „Moby Dick“.

Nach der gelungenen zweiten Konferenz heißt es nun warten bis 2025. Die nächste Konferenz wird dann unter der Schirmherrschaft von OZCAR in Paris stattfinden.



© Kurt Steinhausen

„WIR BRAUCHEN MEHR WISSEN“

Kevin Bishop ist Professor für Umweltbewertung an der Schwedischen Universität für Agrarwissenschaften (SLU), Vorsitzender des European Long-Term Ecosystem Research Interim Council (eLTER IC) und seit 2023 Direktor der Schwedischen Infrastruktur für Ökosystemwissenschaft (SITES). Auf der TERENO-OZCAR-Konferenz hielt er die Keynote der Session 2 „Long-term environmental observation for understanding the Earth system in the Anthropocene“.

Prof. Bishop, wie ist der aktuelle Stand der internationalen Umweltüberwachung?

Wir haben zweifelsohne große Fortschritte gemacht. Das fängt bei neuen Methoden an und geht über Open Data bis hin zum Aufbau nationaler Strukturen sowie dem Ausbau der internationalen Zusammenarbeit. Aber unsere Arbeit ist noch lange nicht zu Ende. Der Klimawandel und seine Auswirkungen verändern viele Dinge in der Umwelt. Und das bedeutet, dass wir die Art und Weise, wie wir die Umwelt überwachen, ändern müssen.

Was sind die Herausforderungen?

Eine der größten Herausforderungen, vor denen wir stehen, ist der ökologische Wandel – die Umstellung unserer Wirtschaft und Gesellschaft auf mehr Nachhaltigkeit. Unsere Aufgabe bei der Umweltüberwachung besteht darin, zu dokumentieren, wie sich die Ökosysteme verändern, und zu verstehen, warum. Diese Erkenntnisse sollen der Gesellschaft helfen, Nahrungsmittel, Wasser und Energie bereitzustellen und gleichzeitig die biologische Vielfalt zu schützen, Treibhausgase zu reduzieren und sich an den Klimawandel anzupassen. Wir brauchen jedoch mehr Wissen, wie Ökosysteme funktionieren, um die durch die Umweltüberwachung gewonnenen Erkenntnisse besser nutzen zu können.

Wie schaffen wir „mehr Wissen“?

Wissen wird in den Forschungsobservatorien gewonnen. Die Feldforschung ermöglicht es, wissenschaftliche Theorien mit der Komplexität der Realität zu konfrontieren. In diesen Observatorien können wir unser Wissen über Ökosysteme verbessern. Wenn Forscher zusammenkommen und ihre Ideen testen, ist das Ergebnis vielleicht nicht das, was wir erwartet haben, aber es ist wahrscheinlich genau das, was wir gebraucht haben. Bei der nationalen Überwachung außerhalb der spezialisierten Beobachtungsstellen ist es wichtig, Prioritäten zu setzen, um die Ressourcen möglichst effektiv einzusetzen.

In Schweden ist diese Infrastruktur eine nationale Aufgabe. Was ist das Besondere an SITES?

SITES wurde 2013 gegründet und wird von einem Konsortium aus drei Universitäten und einer nationalen Behörde betrieben. Der schwedische Forschungsrat finanziert die Hälfte der Infrastruktur, die andere Hälfte wird von den Konsortialpartnern getragen. Die Verantwortung für die einzelnen Stationen des Netzwerks liegt bei dem Partner, der die Station betreibt. SITES stellt zusätzliche, langfristige Mittel für jede Station bereit und koordiniert die Aktivitäten des Netzwerks, einschließlich des Datenportals und der thematischen Programme: SITES Water, Spectral und Aquanet. Wie TERENO hat SITES das Ziel, qualitativ hochwertige Forschung zu fördern. Zu den Schlüsselementen dieser Aufgabe gehören die lokale Unterstützung vor Ort, einige Langzeitexperimente und offene Daten aus strategischen Umweltmessreihen, die einen für Forscher nützlichen Kontext bieten. Die Forschungsstationen wurden so ausgewählt, dass sie wichtige Ökosysteme des Landes repräsentieren, zum Beispiel landwirtschaftliche Flächen, Wälder, Seen und Tundra. Aufgrund der geografischen Lage Schwedens deckt SITES vier Klimazonen ab, die vom gemäßigten Klima in Südschweden bis zur Arktis im Norden reichen.

Wie sieht es mit der internationalen Zusammenarbeit aus?

Die internationale Zusammenarbeit ist sehr wichtig, und wir wollen sie weiter ausbauen. SITES arbeitet mit Forschungsinfrastrukturen und -netzwerken auf der ganzen Welt zusammen, zum Beispiel mit ICOS, ACTRIS, eLTER, GLEON und INTERACT. dem internationalen Netzwerk für terrestrische Forschung und Überwachung in der Arktis. Wir sind offen für neue Partner und Ideen. Internationale Konferenzen wie die TERENO-OZCAR-Konferenz sind ideale Gelegenheiten, um Ideen auszutauschen und Kontakte zu vertiefen.

Prof. Bishop, vielen Dank für das Gespräch!



Foto: Kurt Steinhausen

NACHHALTIGE LANDWIRTSCHAFT IN WESTAFRIKA ERMÖGLICHEN



© Frank Neidl

Aufbau einer Messstation

Die Bevölkerung Westafrikas wächst rasant. Das führt zu einer starken Intensivierung der Landwirtschaft – und damit zu Umweltschäden, Bodenerosion und mehr Treibhausgasemissionen. Der Klimawandel verschärft diese Probleme zusätzlich. Im Projekt CONCERT schaffen Partner aus Deutschland, Ghana, Nigeria und Niger die Voraussetzungen, um die Landwirtschaft nachhaltiger zu gestalten und die Ernährung zu sichern. Das Bundesforschungsministerium fördert das Projekt über das Programm „WASCAL Research Action Plan 2.0“.

„Sowohl die Intensivierung der Landwirtschaft als auch Dürren und Starkregen wirken sich zum Beispiel auf Wasserhaushalt, Bodenfeuchte sowie Stickstoff- und Kohlenstoffkreisläufe aus. Diese Auswirkungen können Pflanzenanbau und Ernte erheblich beeinträchtigen“, erläutert Prof. Harald Kunstmann vom Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Um das Wechselspiel der verschiedenen Faktoren zu verstehen, braucht es vor allem langfristige Klimabeobachtungen. Sie sind die Voraussetzung, um Erdsystemmodelle zu verbessern und um dann künftige Entwicklungen genauer abschätzen sowie Anpassungsmaßnahmen entwickeln zu können.

Bislang gibt es für Westafrika aber nur wenig langfristige Klimabeobachtungen. Um das zu ändern, installieren das KIT, die Universität Augsburg, das Forschungszentrum Jülich, die Kwame Nkrumah University of Science and Technology in Kumasi (Ghana) und WASCAL in enger Zusammenarbeit Messgeräte an mehreren Standorten in Ghana. „2022 und 2023 sind für rund 300.000 Euro Messgeräte beschafft, vorbereitet und erfolgreich in Betrieb genommen worden“, berichtet Frank Neidl vom IMK-IFU, der den Stationsaufbau vor Ort leitete. Mit den Geräten wollen die Partner auch Unterschiede zwischen Reisanbauflächen und ungestörten Savannenböden erfassen sowie erstmals Methan-Flüsse messen. „In den Aufbau der Geräteinfrastruktur fließt unter anderem die Erfahrung ein, die wir in 15 Jahren im TERENO-Observatorium ‚Alpenvorland‘ gesammelt haben“, so Kunstmann.

EINE LÖSUNG FÜR ALLE

Sieben Sentinel-Erdbeobachtungssatelliten der Europäischen Welt- raumorganisation ESA befinden sich bereits im All. Weitere sollen folgen. Das Ende 2022 abgeschlossene EU-Projekt Copernicus Cal/Val Solution (CCVS) hatte die Aufgabe, eine ganzheitlich ausgerichtete Lösung zur Kalibrierung aller Sentinel-Satelliten und zur Validierung der aus ihnen abgeleiteten Datenprodukte (Cal/Val) aufzuzeigen. TERENO hat das Vorhaben unterstützt.

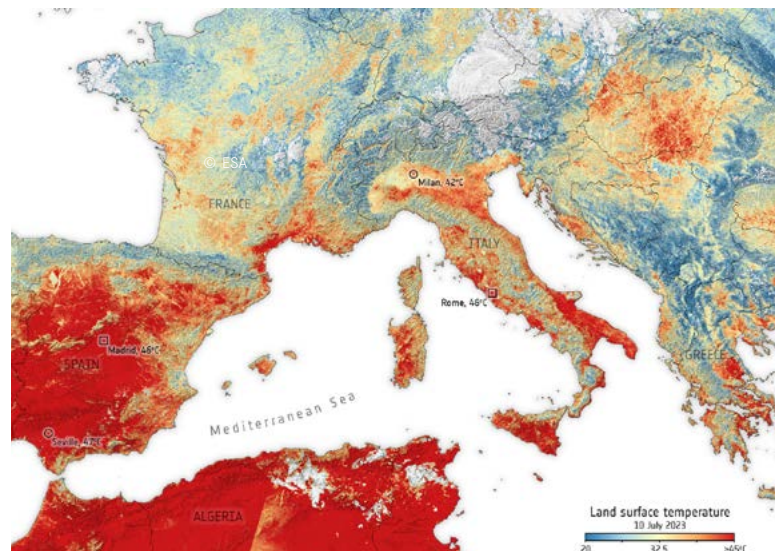
„Mit so einer Lösung lassen sich Synergien zwischen den verschiedenen Missionen aufspüren, und mit dem Anpassen der verwendeten Cal/Val-Methoden können Kosten gespart sowie gleichzeitig die Qualität der Datenprodukte verbessert werden“, sagt Bringfried Pflug vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), einem der Partner von CCVS. In der ersten Projektphase hatten die Partner eine Bestandsaufnahme verfügbarer Quellen an Referenzdaten durchgeführt, zum Beispiel In-situ-Messungen an permanenten Stationen. Auch TERENO-Standorte wurden einbezogen.

Anschließend wurden die existierenden Cal/Val-Methoden und Referenzdaten mit den Erfordernissen aus den Satellitenmissionen verglichen. „Dabei haben wir Lücken identifiziert. Wie diese geschlossen werden könnten, haben wir in unseren Empfehlungen für Forschungs- und Entwicklungsprojekte festgehalten“, berichtet Pflug. Ihren Vorschlag für eine Cal/Val-Strategie, inklusive Implementierung, haben die Partner zum Abschluss des Projekts der Europäischen Kommission sowie den Raumfahrtagenturen vorgelegt. Die müssen nun über das weitere Vorgehen entscheiden.

Auch für das TERENO-Netzwerk haben die Projektpartner Empfehlungen. „TERENO könnte ein hyperspektrales Netzwerk zur Messung der spektralen Oberflächenreflektanz aufbauen, das repräsentativ für die unterschiedlichen Bedeckungsarten der Erdoberfläche ist.

Es könnte Daten einschließlich ihrer Unsicherheiten liefern, die nach dem International System of Units (SI) nachvollziehbar sind – also SI-nachvollziehbare Referenzmessungen“, so der DLR-Forscher.

► Projektberichte des EU-Projekts Copernicus Cal/Val Solution (CCVS)



Mit Sentinel-Daten erstellt: Europakarte mit Landoberflächentemperatur am 10. Juli 2023

RZA: EINE EINZIGARTIGE SOZIO-ÖKOLOGISCHE INFRASTRUKTUR

Das Réseau des Zones Ateliers (RZA) ist eine nationale Forschungsinfrastruktur Frankreichs. Es vereint 15 sogenannte Zones Ateliers. Dahinter verbergen sich Plattformen für sozio-ökologische Langzeit-Forschung (LTSER), die von der staatlichen französischen Forschungsorganisation CNRS akkreditiert sind. Die französischen LTSER-Plattformen sind jeweils um eine bestimmte Landschaft aufgebaut, etwa einen Fluss und sein Einzugsgebiet, ein Gebirge, ein Küstengebiet oder landwirtschaftliche sowie städtische Gebiete. Ziel der Forschung ist es, die Funktionsweise und den Verlauf von sozio-ökologischen Systemen (SES) zu untersuchen, zu verstehen, vorherzusagen und zu verändern – sowohl für die Vergangenheit und als auch für die Zukunft.

Einige Plattformen bestehen bereits seit 35 Jahren, während das RZA-Netzwerk erst in den 2000er Jahren entstand. 2018 wurde es zu einer Forschungsinfrastruktur. Seit 2020 arbeitet das RZA mit den Observatoires de la Zone Critique: Applications et Recherche (OZCAR), einer weiteren französischen Forschungsinfrastruktur und ebenfalls Partner von TERENO, beim Aufbau der europäischen Langzeit-Ökosystemforschungsinfrastruktur eLTER-RI zusammen.

Systemansatz für SES entwickeln

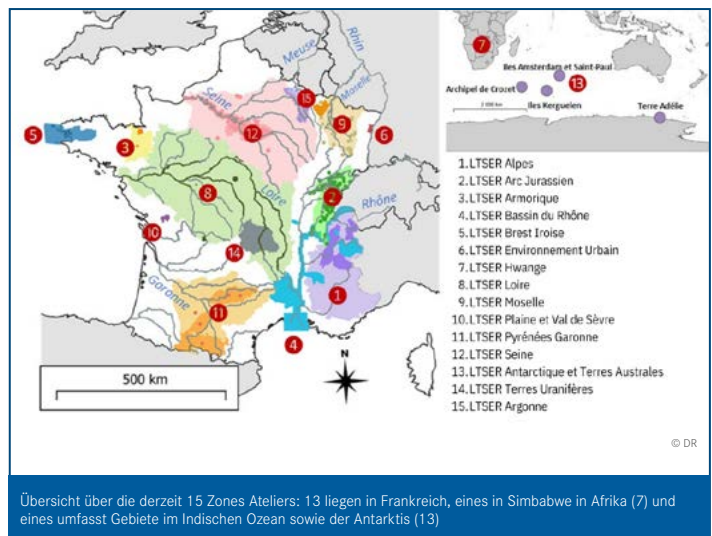
Das RZA arbeitet auf dem Gebiet der Nachhaltigkeitswissenschaften, insbesondere im Bereich der transformativen Wissenschaft. Es profitiert von einer großen Vielfalt an SES und bietet einen geeigneten Rahmen, sowohl um sich mit der Komplexität der einzelnen SES auseinanderzusetzen als auch für die Skalierung durch Vergleiche oder das Testen von Hypothesen entlang verschiedener Gradienten (etwa Klima, Umwelt, Intensität der Anthropisierung, Geschichte der gemeinsamen Forschung mit Interessengruppen).

Zu diesem Zweck entwickeln die Zones Ateliers systemische Ansätze, die eine ganzheitliche Interdisziplinarität zwischen Lebens-, Geo-, Ingenieur-, Human- und Sozialwissenschaften sowie eine starke Transdisziplinarität beinhalten. Dazu gehört auch die Zusammenarbeit mit lokalen Akteuren wie Schutzgebietsmanagern, Bürger:innen, Nichtregierungsorganisationen, dezentralen staatlichen Stellen sowie lokalen Behörden und Agenturen.

Das RZA bietet eine Reihe von Dienstleistungen für die wissenschaftliche Gemeinschaft, Interessengruppen und Entscheidungsträger. Die wichtigste ist die Ko-Konstruktion von Wissen, ein Synergieeffekt zwischen Forschung und Praxis, der beiden neue Erkenntnisse ermöglicht. Dabei ist es die Arbeitshypothese des RZA, dass die Ko-Konstruktion absolut notwendig ist, um Gebiete bei ihrer Transformation zu mehr Nachhaltigkeit zu begleiten.



Die Zone Atelier Arc Jurassien



Übersicht über die derzeit 15 Zones Ateliers: 13 liegen in Frankreich, eines in Simbabwe in Afrika (7) und eines umfasst Gebiete im Indischen Ozean sowie der Antarktis (13)

WEGE ZUM ABKÜHLEN

Wie lässt sich der Klimawandel abschwächen? Ein Weg könnte sein, Bäume anzupflanzen, da sie der Atmosphäre CO₂ entziehen. Doch mehr Bäume würden einen anderen, kühlenden Effekt der Landoberfläche verringern: die Reflexion des Sonnenlichts, auch Albedo genannt. Ein internationales Forschungsteam zeigt, warum eine Aufforstung erst einmal zu einer Erwärmung führt und wie sich das zumindest für bestimmte Standorte vermeiden lässt.

Für ihre Studie haben die Wissenschaftler:innen aus 14 Ländern Daten zu Treibhausgas-, Wasser- und Energiehaushalt einschließlich Reflexion des Sonnenlichts von 176 FLUXNET-Standorten berücksichtigt. Bei FLUXNET handelt es sich um ein globales Netzwerk von regionalen Umweltbeobachtungsnetzwerken, zu denen auch TERENO gehört. Mithilfe der Daten berechneten die Forscher:innen, was passiert, wenn jeder Standort so umgestaltet wird, dass jeweils die maximal mögliche Menge an CO₂ aufgenommen wird. Ihr Ergebnis: In den ersten 20 Jahren kommt es zu einer moderaten globalen Nettoerwärmung, ehe dann ein starker Kühleffekt einsetzt.

„In der ersten Phase dominiert der Rückgang der Albedo. Wälder zum Beispiel reflektieren deutlich weniger Sonnenlicht als die meisten anderen Landökosysteme. Stattdessen absorbieren sie mehr Licht, was zur Erderwärmung beiträgt“, sagt der Erstautor der Studie, Dr. Alexander Graf vom Institut für Bio- und Geowissenschaften (IBG-3) des Forschungszentrums Jülich. Das Entscheidende sei aber der Zeitfaktor. „Dieser Erwärmungseffekt macht sich deutlich schneller bemerkbar als der Abkühlungseffekt durch die steigende CO₂-Speicherung. Das liegt daran, dass Bäume erst einmal wachsen müssen, um größere Mengen CO₂ aufzunehmen“, so der Jülicher Forscher.

Das Team hat aber auch festgestellt, dass es für viele Standorte Möglichkeiten gibt, negative Effekte zu vermeiden oder gar gleichzeitig CO₂-Aufnahme und Albedo zu erhöhen. „Ein Beispiel: In vielen Regionen mit intensivem Ackerbau haben wir es mit einer dunklen Bodenoberfläche zu tun, die einen Teil des Jahres brachliegt. Werden – wenn es das Klima zulässt – in der Brachezeit Zwischenfrüchte angebaut, bekommen wir eine ganzjährige Vegetationsdecke, die sowohl die Albedo erhöht als auch mehr CO₂ bindet“, erläutert Graf.



© Jeff Miller, University of Wisconsin – Madison

Untersuchungsstandort in der Nähe von Lost Creek, USA

Alexander Graf et al. (2023). *Joint optimization of land carbon uptake and albedo can help achieve moderate instantaneous and long-term cooling effects.* Commun Earth Environ 4, 298.

- ▶ DOI: [10.1038/s43247-023-00958-4](https://doi.org/10.1038/s43247-023-00958-4)
- ▶ [Behind the paper: reflect sunlight or use it to store carbon?](#)

NEUE DFG-FORSCHUNGSGRUPPE ZUR KLIMAAANPASSUNG VON WALDBÄUMEN

Die schädlichen Auswirkungen des Klimawandels auf die europäischen Wälder sind spätestens seit den extremen Dürren und Hitzewellen der Jahre 2018 und 2019 deutlich sichtbar. Es stellt sich die Frage, wie sich die heimischen Wälder angesichts solcher drastischen und schnellen Umweltveränderungen anpassen können. Antworten sucht in den kommenden vier Jahren die neue, interdisziplinäre Forschungsgruppe „PhytOakmeter“. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) und der Schweizerische Nationalfonds (SNF) fördern das Vorhaben.

Die Forschungsgruppe möchte die Eiche und ihr Mikrobiom sowie die Reaktionen auf Umweltveränderungen so gut verstehen, dass diese Baumart als Phytometer, also als Sensor für klimatischen und biotischen Stress eingesetzt werden kann. Dafür verwenden die Forscher:innen einen Klon der Stieleiche, *Quercus robur*. Er wird im Reagenzglas gezüchtet und kann anschließend für spätere Feldversuche oder Untersuchungen im Gewächshaus im Boden wachsen. „Ein Klon bedeutet, dass die Eichen genetisch identisch sind und unsere Untersuchungen daher nicht durch genetische Unterschiede der Versuchsbäume beeinflusst werden“, sagt Prof. Mika Tarkka vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, einem der Projektpartner. Auf diese Weise wollen die Forscher:innen die Rolle des Baumes und seiner Mikroben bei Akklimatisierungs- und Anpassungsprozessen entschlüsseln.

Die Projektpartner untersuchen die Eichensprösslinge zum einen an mehreren Standorten in künstlich geschaffenen, beeinflussbaren Miniatur-Ökosystemen. Zum anderen wird der Klon in der Natur untersucht: an zwölf Standorten in Forschungswäldern vom Südwesten Frankreichs bis in den Süden Finnlands, zum Beispiel in Deutschland an den TERENO-Standorten Greifenhagen, Harsleben, Pfeiffhausen und Bad Lauchstädt. „Die Eichen wurden dort 2014 gepflanzt und seitdem von uns überwacht. Das UFZ-Forschungsdatenmanagement hat die Standorte zudem mit Online-Wetterstationen ausgestattet“, erläutert UFZ-Wissenschaftlerin Dr. Marie-Lara Bouffaud.



© Ines Krieger

Wetterstation zwischen Eichen am TERENO-Standort Greifenhagen

EIN RIESE IM WALD

Bei Demmin im TERENO-Observatorium „Nordostdeutsches Tiefland“ steht seit Kurzem ein Baukran mitten im Wald. „Der Drehkran bietet einzigartige Möglichkeiten, um zusätzlich die Baumkronen zu beobachten, Messungen durchzuführen und Proben zu nehmen“, erläutert Dr. Sibylle Itzerott vom Deutschen GeoForschungsZentrums (GFZ). Mehr als zehn Jahre stand der 45 Meter hohe Riese am Waldrand, eher er nun für das neue Forschungsprojekt FeMoPhys in den Wald weitergewandert ist.

In dem Vorhaben erfassen das GFZ und seine fünf Projektpartner mithilfe verschiedener Fernerkundungsmethoden kontinuierlich den Zustand und die Entwicklung der Hauptbaumarten in dem Mischwald. Neu ist, dass nicht nur Spektralsignale aus der Krangondel, der Drohne, dem Flugzeug und dem Satelliten erfasst werden, sondern mit Baumphysiologiemessungen und Biomarkeruntersuchungen an den Nadeln und Blättern zu einem Gesamtbild zusammengeführt werden. So soll es gelingen, die für die Ausprägung und Änderung des Spektralsignals verantwortlichen physiologischen Ursachen konkret zu benennen. „Im Zuge des Klimawandels werden Informationen zur Vitalitätsentwicklung von Wäldern immer wichtiger, um Stress und Stresssignale besser zu erkennen“, so GFZ-Projektleiterin Itzerott.



Mit der Gondel über dem Wald schweben



Die Rappbodeltalsperre

TALSPERREN-OBSERVATORIUM WIRD GEMEINSCHAFTSPROJEKT

Das Talsperren-Observatorium Rappbode (TOR) im TERENO-Observatorium „Harz/Mitteldeutsches Tiefland“ wird künftig von drei Partnern betrieben. Das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) hat einen entsprechenden Kooperationsvertrag mit den beiden Mitbetreibern unterzeichnet, dem Talsperrenbetrieb Sachsen-Anhalt (TSB) und der Fernwasser Eilbaue-Ostharz (FEO).

Die Rappbodeltalsperre ist mit einem Stauvolumen von mehr als 100 Millionen Kubikmetern die größte Trinkwassertalsperre Deutschlands. Sie versorgt rund eine Million Menschen in der Region. „Mit den dort installierten Instrumenten erfassen wir unter anderem die Wasserqualität, die Stoffströme und die Ökosystemdynamik des Talsperrensystems und seiner Zuflüsse“, sagt Dr. Karsten Rinke, Leiter von TOR und zugleich des UFZ-Departments Seenforschung. Die Partner aus der Praxis nutzen das TOR nicht nur, um die Wasserqualität in Echtzeit zu überwachen, sondern auch um negative Einflüsse frühzeitig zu erkennen, zum Beispiel hohe Einträge von Huminstoffen aus dem Einzugsgebiet. Aber auch längerfristige Fragestellungen werden gemeinsam verfolgt, etwa zum Klimawandel, zum Waldverlust sowie zu den Anpassungsoptionen der Wasserwirtschaft.

Durch den Kooperationsvertrag wird die bisherige Zusammenarbeit nicht nur intensiviert, sondern auch auf eine solide Basis für einen langfristigen Betrieb gestellt. Denn die Partner teilen sich den finanziellen und personellen Aufwand.

ALS BESTE DOKTORARBEIT AUSGEZEICHNET

Für seine Doktorarbeit über den Tiefen See im TERENO-Observatorium „Nordostdeutsches Tiefland“ hat Dr. Ebuka Canisius Nwosu den Friedrich-Robert-Helmert-Preis erhalten. Die Vereinigung der Freunde und Förderer des Deutschen GeoForschungs-Zentrums (GFZ), die GFZ Friends, vergibt den mit 1.500 Euro dotierten Preis jedes Jahr an die beste Doktorarbeit, die am GFZ

entstanden ist. Nwosu konnte mithilfe der DNA von Cyanobakterien – auch Blaualgen genannt – nachweisen, ob Klimaveränderungen durch den Menschen verursacht wurden. Das Erbgut der Bakterien hatte er aus bis zu 11.000 Jahre alten Sedimenten des Tiefen Sees gewonnen (siehe Newsletter 2/22).



© GFZ



EC-System zur Bestimmung der Spurengase des Unterwuchses und des Bodens

DÜRRE: DIREKTE UND VERZÖGERTE REAKTIONEN DES WALDES

2018 litt Deutschland unter einer großflächigen Dürre. Die Trockenheit und die folgende Vermehrung von Schädlingen setzten den Wäldern erheblich zu. Forscher:innen am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ haben einen Weg gefunden, zwischen der unmittelbaren und der verzögerten Reaktion des Waldes auf die Dürre zu unterscheiden.

Dazu hatten die Wissenschaftler:innen Eddy-Kovarianz-Daten des TERENO-Standortes Hohes Holz, eines Laubmischwalds in Mitteldeutschland, aus dem Zeitraum 2015 bis 2020 analysiert. In den Daten konnten sie Muster identifizieren, die mit der extremen Trockenheit in Verbindung stehen. Zum Beispiel lag die Netto-Ökosystemproduktivität des Waldes – also die Kohlenstoffbindung – 2018 um etwa 16 Prozent höher als in den Jahren vor der Dürre. 2019 folgte ein starker Rückgang um rund ein Viertel. „Der Rückgang der Produktivität lässt sich nicht alleine durch die hydrometeorologischen Bedingungen in dem Jahr erklären“, so UFZ-Doktorand Felix Pohl, Erstautor der Studie. Modelle hatten dagegen eine höhere Produktivität vorhergesagt. „Durch die Einbeziehung langfristiger

Dürreinformationen in unsere Modelle konnten wir den Überschätzungsfehler bei der Produktivität für 2019 um fast die Hälfte verringern“, berichtet der UFZ-Forscher.

Er hat außerdem einen Datensatz für 101 Eddy-Kovarianz-Standorte in Europa erstellt, der den Vergleich von Dürreereignissen über verschiedene Klimaregionen hinweg sowie eine flexible zeitliche Parametrisierung ermöglicht. „Da in der Forschung eine große Bandbreite an Definitionen für Extremereignisse verwendet wird, sind Vergleiche oft schwierig. Mit dem veröffentlichten standardisierten Ansatz wird das leichter“, erläutert Pohl.

Felix Pohl et al. 2023. *Observational evidence of legacy effects of the 2018 drought on a mixed deciduous forest in Germany.* Sci Rep 13, 10863.

▶ DOI: [10.1038/s41598-023-38087-9](https://doi.org/10.1038/s41598-023-38087-9)

▶ Datensatz

GRUNDWASSER ALS HAUPTETRAGSPFAD FÜR PHOSPHOR

Gelangen zu viele Nährstoffe wie Stickstoff und Phosphor in Gewässer, wachsen übermäßig Algen und Wasserpflanzen. Eine Hauptursache für diese Eutrophierung von Bächen, Flüssen und Seen sind diffuse Phosphoremissionen vom Land ins Wasser. Verursacht werden diese Emissionen durch intensive landwirtschaftliche Bodennutzung.

Forscher vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ haben herausgefunden, dass Phosphor hauptsächlich über das Grundwasser in ein Fließgewässer gelangen kann, insbesondere bei ökologisch relevanten Niedrigwasserbedingungen. Sie haben am Beispiel des Schäfertalbachs, eines kleinen intensiv landwirtschaftlich genutzten Gebietes des unteren Mittelgebirges im TERENO-Observatorium „Harz/Mitteldeutsches Tiefland“, Quellen, Eintragspfade und saisonale Konzentrationen einer Phosphorart untersucht, die Algen und Pflanzen leicht umsetzen können: von löslichem reaktivem Phosphor (SRP).

„SRP-Konzentrationen können über das Jahr sehr unterschiedlich ausfallen, wobei sie häufig im Sommer am höchsten sind. Aber ihre Hauptquellen, ihre räumliche Verteilung und ihre zeitliche Dynamik sind oft unbekannt“, erklärt Prof. Michael Rode, Erstautor der Studie.

Die Forscher hatten Proben über die gesamte Bachlänge genommen und kombinierte Messkampagnen bei sommerlichen und winterlichen Niedrigwasserbedingungen durchgeführt. Um die SRP-Freisetzungsprozesse zu identifizieren, führten sie zum Beispiel Messungen von Radiokarbon, gelöstem organischen Kohlenstoff (DOC) und Eisen im aufsteigenden Grundwasser und in den Bachbettsedimenten durch. „Bei den Proben vom Bachwasser und vom



Grundwasser, die wir im Sommer unter Niedrigwasserbedingungen genommen hatten, stimmten die SRP-Konzentrationen, der Anteil von SRP am gesamten gelösten Phosphor und das Radiokohlenstoffalter überein“, berichtet der UFZ-Forscher und Koautor der Studie, Dr. Andreas Musoff. Außerdem stellte sich heraus, dass ein einzelner kurzer Abschnitt im oberen Oberlauf für den größten Teil des SRP-Eintrags in den Bach verantwortlich war. Als Nächstes gelte es zu untersuchen, ob sich die Ergebnisse auf Standorte mit anderen Gebietseigenschaften übertragen lassen.

Michael Rode et al. 2023. *Seasonal variation and release of soluble reactive phosphorus in an agricultural upland headwater in central Germany.* Hydrology and Earth System Sciences, Volume 27, 1261–1277.

▶ DOI: [10.5194/hess-27-1261-2023](https://doi.org/10.5194/hess-27-1261-2023)



©Matthias Zöllner

KEINE TECHNIK VON DER STANGE

Vielfalt – das beschreibt am besten die Aufgaben der neun Techniker:innen vom Deutschen GeoForschungszentrum Potsdam (GFZ), die im TERENO-Observatorium „Nordostdeutsches Tiefland“ aktiv sind. Unter ihnen sind Ingenieure, Meteorologen, Geoinformatiker und Physiker. Sie betreuen kleine und große Geräte in Feldern, Moorgebieten oder auch Wäldern, wie etwa den Baukran im Wald bei Demmin (siehe Seite 11). „Hier sind wir zuständig sowohl für Sensoren und Kameras als auch für die Sicherstellung des Kranbetriebs insgesamt. Dazu gehören auch rechtliche Rahmenbedingungen oder die Organisation von Schulungen für Forscher“, sagt Christian Buchdach, der gemeinsam mit Christian Wille den Kran betreut.

Eine Daueraufgabe ist das monatliche Seemonitoring. Hier ist Sylvia Pinkerneil verantwortlich für Anschaffung und Betreuung der Geräte, das Nehmen und Aufbereiten von Proben sowie das Überprüfen der Datenqualität. Neben solchen Aufgaben führen die Techniker:innen zum Beispiel Laboranalysen durch oder entwickeln Software. Oft gibt es Spezialaufgaben zu erledigen, so kümmert sich etwa Matthias Zöllner um ein spezielles Drohnen-Messsystem für Treibhausgasflüsse und Alice Künzel am Standort Demmin um das X-Band-Wetterradar. Die Techniker:innen sind außerdem oft das Gesicht des TERENO-Observatoriums und kümmern sich um Kontakte zu Partnern vor Ort, etwa zu Mitarbeiter:innen des Müritznationalparks oder Landwirten.

Individuelle Lösungen gefragt

Was ihnen immer wieder begegnet: „Für bestimmte Dinge gibt es keine Technik von der Stange, hier müssen Lösungen individuell erarbeitet werden“, berichtet Markus Morgner. Für solche Herausforderungen stehen er und seine Kolleg:innen, zu denen auch noch Anke Saborowski und Jörg Wummel gehören, den Forscher:innen mit ihrem Fachwissen zur Seite, wenn es zum Beispiel um Geräte und Lösungen für das Durchführen von Experimenten im Feld geht. Eine weitere regelmäßige Aufgabe: die Kontrolle von Messstationen vor Ort. Etwa in Wäldern können Laub-, Ast- und Baumfall oder auch Tiere für Störungen sorgen. „Stabile Messreihen und hohe Datenqualität müssen natürlich gewährleistet werden“, so Matthias Köppl.

Die TERENO-Tätigkeiten machen aber nur einen Teil ihrer Arbeit aus. Verteilt auf vier Sektionen des GFZ und zum Teil durch andere Projekte finanziert, erledigen sie verschiedene weitere Aufgaben, die nichts mit dem TERENO-Observatorium zu tun haben.



© Markus Morgner



© Markus Morgner



© Alice Künzel



© Peter Biró

KONTAKT | KOORDINATION

Dr. Heye Bogena

Institut Agrosphäre (IBG-3),
Forschungszentrum Jülich, 52425 Jülich
Tel.: 0 24 61/61-67 52
E-Mail: h.bogena@fz-juelich.de

Dr. Ralf Kiese

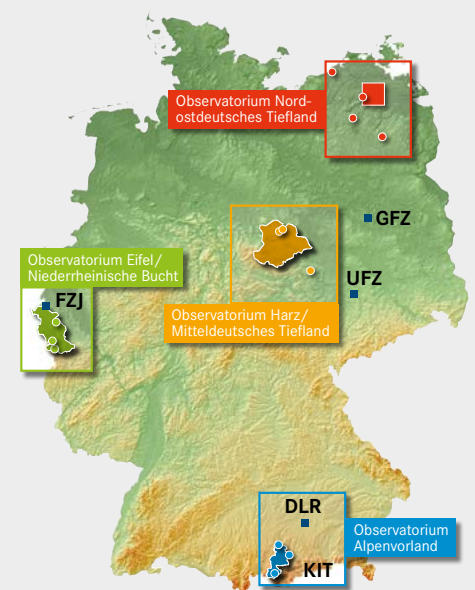
Institut für Meteorologie und Klimaforschung
(IMK-IFU), Karlsruher Institut für Technologie,
Kreuzackbahnstraße 19,
82467 Garmisch-Partenkirchen
Tel.: 0 88 21/1 83-153
E-Mail: ralf.kiese@kit.edu

Melanie Burns

Helmholtz-Zentrum Potsdam –
Deutsches GeoForschungszentrum GFZ,
Telegrafenberg, 14473 Potsdam
Tel.: 03 31/6264-1725
E-Mail: melanie.burns@gfz-potsdam.de

Dr. Steffen Zacharias

Department Monitoring- und Erkundungs-
technologien, Helmholtz-Zentrum für Umwelt-
forschung – UFZ,
Permoserstraße 15, 04318 Leipzig
Tel.: 03 41/2 35-13 81
E-Mail: steffen.zacharias@ufz.de



FZJ Forschungszentrum Jülich
(Koordination)

DLR Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

KIT Karlsruher Institut für Technologie

UFZ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung

GFZ Helmholtz-Zentrum Potsdam –
Deutsches GeoForschungszentrum

IMPRESSUM

Herausgeber:

TERENO, www.tereno.net

Redaktion:

Christian Hohlfeld (verantwortlich),
Am Brunnchen 21, 53227 Bonn

Grafik und Layout:

BOSSE UND MEINHARD, Bonn