

WISSENSSTAND

Editorial	2
Manchmal zu viel, oft zu wenig Wasser	2

NACHGEFRAGT

Vorausschauender Ansatz zahlt sich aus – Interview mit Sabine Attinger und Harry Vereecken	3
--	---

WALD

Wald im Dauerstress	5
Genau hinschauen	6
Präzise, detailliert und lückenlos	8
Von ganz oben bis tief unten	10

VOR ORT | JUNGE TALENTE

Wetter und Klimawandel im Gebirge besser verstehen	11
Der Einfluss der Böden	11

WISSENSSTAND

3. Internationale OZCAR-TERENO-Konferenz 2025	12
---	----

IM BLICKPUNKT

Jahrestreffen der ICOS-Technikteams	13
Kontakt, Impressum	13

Deutschlands Wälder leiden immer noch unter den Folgen der extrem trocken-heißen Sommer 2018 bis 2020. Besseres Monitoring soll helfen, den Zustand der Wälder genauer zu erfassen, Veränderungen schneller zu erkennen und künftige Entwicklungen präziser vorherzusagen. Siehe Seite 5.

© Maximilian Lange / UFZ

TERENO jetzt bei LinkedIn

Möchten Sie über Neuigkeiten aus der TERENO-Initiative auf dem Laufenden bleiben? Dann folgen Sie uns auf unserem neuen LinkedIn-Kanal und informieren Sie sich über Aktuelles aus unserer Forschung:

 www.linkedin.com/company/tereno-net



Die Elbe im August 2002 bei Seegrehna: Hochwasser führte zu einem Dammbbruch.



Die Elbe im August 2018 in Dresden: Infolge der Trockenheit musste der Schiffsverkehr eingestellt werden.



MANCHMAL ZU VIEL, OFT ZU WENIG WASSER

Drei neue Helmholtz-Vorhaben – sogenannte **Solution Labs** – sollen helfen, Deutschland auf die Folgen des Klimawandels vorzubereiten. Im Fokus stehen **Wasserversorgung und -verfügbarkeit, aber auch Wetterextreme**.

Der Klimawandel erhöht nicht nur die Wahrscheinlichkeit von Extremereignissen wie Dürren oder Starkregen, er wirkt sich auch auf den Wasserkreislauf aus. Die Konsequenz: Wasser wird wohl nur noch schwankend verfügbar sein. Das gilt auch für Deutschland. Drei **Solution Labs** der Helmholtz-Gemeinschaft, an denen alle fünf TERENO-Partner beteiligt sind, erforschen ab 2026 die Wasserkreisläufe in verschiedenen Modellregionen und testen Lösungsansätze. Die Labs sind Teil der Helmholtz-Kampagne für Wassersicherheit. Für die drei Labs stellt die Helmholtz-Gemeinschaft in den Jahren 2026 bis 2028 bis zu 9 Millionen Euro bereit. In allen arbeiten Wissenschaftlerinnen eng mit Praxis, Politik und Zivilgesellschaft zusammen.

Das **Solution Lab Rur-Erft (SLRE)** wird – koordiniert vom Forschungszentrum Jülich – interaktive Lösungsräume entwickeln. Dort können Endnutzer:innen große Datensätze aus Modellen und Messungen verarbeiten, um für das Wassermanagement Lösungen zu entwickeln und Unsicherheiten zu beseitigen. Untersuchungsgebiet ist das Einzugsgebiet der Flüsse Rur und Erft, das Teil des TERENO-Observatoriums „Eifel/Niederrheinische Bucht“ ist. Die Region ist immer wieder von Hochwasser betroffen, zählt aber gleichzeitig zu den Gebieten in Deutschland, die künftig stärker von Wasserknappheit betroffen sein könnten. SLRE möchte mithilfe von Künstlicher Intelligenz und digitalen Zwillingen Lösungen für beide Probleme entwickeln, die auch auf andere Regionen übertragbar sind.

Im **Solution Lab for the Elbe River Basin (SOLVE)** geht es um einen Paradigmenwechsel: weg von Entwässerungs- hin zu wasserspeichernden Landschaften. Das gilt als Schlüsselstrategie der Klimaanpassung. SOLVE, das vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) koordiniert wird, entwickelt dafür Wassermanagementmaßnahmen. Mithilfe der Überwachungs-, Labor- und Modellierungsinfrastruktur sowie Daten der Konsortiumspartner werden diese bewertet und optimiert – etwa im Hinblick auf Auswirkungen auf Wassereinzugsgebiete und Wasserqualität. Zu den Infrastrukturen zählen die TERENO-Observatorien „Harz/Mitteldeutsches Tiefland“ und „Nordostdeutsches Tiefland“, die vom UFZ beziehungsweise GFZ Helmholtz-Zentrum für Geoforschung koordiniert werden.

Das vom UFZ koordinierte **Solution Lab Urbane Blau-Grün-Rote Wassersysteme für Leipzig (URBAN LE)** untersucht, wie sich Leipziger Stadtteile künftig hydrologisch und energetisch stärker von zentralen Abwassersystemen entkoppeln lassen. Eine Schlüsselaufgabe besteht dabei darin, die Wärme- und Wasserwende der Stadt besser aufeinander abzustimmen und gemeinsam voranzubringen. Im Fokus steht, Regenwasser intelligenter zu nutzen, neue Speicher- und Wiederverwendungsmöglichkeiten zu schaffen und städtische Kühl- und Wärmenetze effizienter zu gestalten. Unterstützt wird das Vorhaben durch digitale Zwillinge, die verschiedene Entwicklungsszenarien simulieren und eine präzisere Planung ermöglichen. Ziel des Projekts ist es, Lösungen zu entwickeln, die sich auch auf andere Städte übertragen lassen.

EDITORIAL

Die Welt verändert sich



Der globale Trend geht weiter. Laut dem europäischen Klimadienst Copernicus war das Jahr 2025 weltweit nur geringfügig kühler als die Rekordjahre 2023 und 2024. Damit sind die vergangenen elf Jahre die wärmsten seit Beginn der Aufzeichnung.

Ein heißeres Klima wird unsere Welt verändern, etwa die Wälder. Eine in der Zeitschrift „Science“ erschienene Studie eines internationalen Teams – auch das TERENO-Mitglied UFZ war beteiligt –, zeigt, wie stark die Wälder Europas in den nächsten Jahrzehnten unter dem Klimawandel leiden könnten. Bei einem Worst-Case-Szenario von mehr als drei Grad Celsius Erwärmung drohen im Jahr 2100 im Vergleich zu heute mehr als doppelt so viele Schäden durch Brände und Insektenbefall. Um uns auf solche Veränderungen vorzubereiten, müssen wir das Waldmonitoring verbessern. Die TERENO-Partner beteiligen sich dafür an verschiedenen Vorhaben (s. Seite 5). Außerdem benötigen wir eine Verknüpfung von lokalen Observatorien mit sogenannten **Solution Labs**. In diesen Labs entwickeln und erproben Fachleute aus Wissenschaft und Praxis konkrete Anpassungsstrategien an den Klimawandel (siehe Beitrag auf dieser Seite).

Zum Schluss in eigener Sache: Unser langjähriger Koordinator Harry Vereecken ist 2025 in den wohlverdienten Ruhestand getreten. Er hat die TERENO-Initiative maßgeblich mitgestaltet. Wir danken ihm herzlich für sein großes Engagement für TERENO und verbinden dies mit den besten Wünschen für die Zukunft. Im Doppelinterview werfen er und ich einen Blick in die Vergangenheit und Zukunft von TERENO (s. Seite 3). Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen beim Lesen.

Ihre Sabine Attinger

Koordinatorin TERENO



© Kurt Steinhausen

TERENO
TERRESTRIAL ENVIRONMENTAL OBSERVATORIES

VORAUSSCHAUENDER ANSATZ ZAHLT SICH AUS

Wechsel an der Spitze von TERENO: Sabine Attinger tritt die Nachfolge von Koordinator Harry Vereecken an, der 2025 in den Ruhestand gegangen ist. Was hat TERENO bislang erreicht, wie geht es weiter? Ein Doppelinterview.



© UFZ/Sebastian Wiedling

Harry Vereecken

Der Agrarwissenschaftler ist Experte für Hydrologie und die Grenzschichten von Boden, Pflanzen und Atmosphäre. 2000 übernahm er die Professur für Bodenkunde an der Universität Bonn und die Leitung des Bereichs Agrosphäre am Institut für Bio- und Geowissenschaften des Forschungszentrums Jülich, das er im Ruhestand weiterhin berät. Seit ihrer Gründung 2008 war Harry Vereecken Koordinator der Helmholtz-Initiative TERENO. Die European Geosciences Union (EGU) verlieh ihm 2023 die Alfred-Wegener-Medaille und ernannte ihn zum Ehrenmitglied.

Sabine Attinger

Die Theoretische Physikerin ist Expertin für hydrologische Multi-skalenmodelle. Seit 2017 leitet die Professorin für Mathematische Hydrologie an der Universität Potsdam das Department Hydro-systemmodellierung am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Sie ist Sprecherin des Topics „Landschaften der Zukunft“ im Helmholtz-Forschungsbereich Erde und Umwelt sowie Mitglied des Helmholtz-Inkubators Information und Data Science.

Herr Prof. Vereecken, TERENO wurde 2008 ins Leben gerufen, um ein deutschlandweites Netzwerk zur Erdbeobachtung aufzubauen. Wie kam es zu diesem Großvorhaben?

Die Helmholtz-Gemeinschaft betreibt in vielen Bereichen Großforschungsinfrastrukturen, um gesellschaftlich relevante Herausforderungen anzugehen. Diese reichen von Satelliten über Teilchenbeschleuniger bis hin zu Forschungsschiffen. Spätestens Anfang der 2000er Jahre war klar, dass wir auch in der terrestrischen Umweltforschung

eine solche Infrastruktur benötigen – ein „terrestrisches Forschungsschiff“, wie es der damalige Leiter des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung – UFZ, Georg Teutsch, nannte. Ein wesentlicher Grund war der globale Wandel.

Warum?

Um die Auswirkungen etwa des Klimawandels zu erfassen und abzuschätzen, benötigt die Wissenschaft verlässliche Langzeitdaten. Nur damit lassen sich Effekte sauber analysieren, Trends von natürlichen

Schwankungen unterscheiden und Veränderungen quantitativ bewerten. Dazu braucht es eine dauerhafte Infrastruktur mit diversen Messgeräten, die langfristig betreut sowie finanziert wird. Das funktioniert nicht über eine auf drei oder fünf Jahre befristete Projektförderung. Entsprechend haben wir TERENO ausgerichtet: langfristige Messdaten zu den Folgen des Klimawandels auf Landschaften erheben und dabei insbesondere Landschaftsfunktionen untersuchen, die auf komplexe Weise miteinander verknüpft sind.

„Spätestens Anfang der 2000er Jahre war klar, dass wir auch in der terrestrischen Umweltforschung eine Großforschungsinfrastruktur benötigen.“ *Harry Vereecken*

Was waren bislang die wichtigsten Erfolge?

Ein wichtiger Punkt ist unser ganzheitlicher Ansatz. Von Anfang war es das Ziel, nicht nur einzelne Kompartimente, sondern das terrestrische System als Ganzes zu betrachten – von Untergrund und Grundwasser über Boden und Vegetation bis hin zur Atmosphäre. So können wir das terrestrische System, das etwa für Forst-, Land- und Wasserwirtschaft bedeutend ist, besser verstehen. Im Laufe der Jahre sind auf Basis der TERENO-Daten eine Vielzahl von Publikationen, darunter viele Promotionsarbeiten, entstanden. Hinzu kommt, dass wir neue Technologien entwickelt haben, etwa zur Ermittlung der Bodenfeuchte. Und TERENO spielt eine verbindende Rolle innerhalb des Forschungsbereichs Erde und Umwelt der Helmholtz-Gemeinschaft – als Plattform zur Bereitstellung von Daten und Wissen sowie für die Zusammenarbeit. Die Zusammenarbeit ist nicht nur auf Helmholtz begrenzt, national wie international haben sich enge Kontakte ergeben. Die gemeinsame, alle zwei Jahre stattfindende Konferenz von TERENO und dem französischen Forschungsnetzwerk OZCAR ist ein schönes Beispiel.

Und was hätte besser laufen können?

Ursprünglich wollten wir auch sozioökonomische Faktoren untersuchen. Da wir an den beteiligten Helmholtz-Zentren nicht über die notwendige Expertise verfügen, wollten wir diese über externe Expert:innen einholen. Das hat jedoch nicht wie erhofft funktioniert. Was wir zudem unterschätzt hatten, war der hohe Aufwand beim Einpflegen der Daten in das TERENO-Datensystem. Da hat es viele Diskussionen gegeben, aber am Ende haben wir einen Weg gefunden, wie wir alle Beteiligten ins Boot holen. Allerdings: Auch wenn wir viel bei der Vereinheitlichung erreicht haben, aus heutiger Sicht würde ich für eine noch stärkere Harmonisierung beim Messen und Beobachten plädieren. Etwa so wie es demnächst im Umweltbeobachtungsnetzwerk eLTER-ES-FRI, Integrated European Long-Term Ecosystem, critical zone and socio-ecological Research gemacht werden soll.

Was zeichnet TERENO aus?

Die hohe Bereitschaft aller Beteiligten, sich zu engagieren sowie gemeinsam und kollegial zu handeln. Es gibt keinen Vertrag

zwischen den an TERENO beteiligten Helmholtz-Zentren. Alles basiert auf dem gemeinsamen Wunsch, die Wissenschaft voranzutreiben. Wie gut das letztlich funktioniert, zeigt etwa, dass TERENO als Blaupause für das eben genannte europäische Beobachtungsnetzwerk eLTER diente. Ich denke, alle an TERENO Beteiligten können stolz auf das Erreichte sein. Ich kann mich nur bei allen bedanken – für den Einsatz sowie das Vertrauen – und wünsche meiner Nachfolgerin Sabine Attinger alles Gute und viel Erfolg!

Frau Prof. Attinger, Sie haben den Staffelstab von Harry Vereecken übernommen. Was hat sich gegenüber den Anfängen von TERENO verändert?

Zunächst, wenn ich auf die Anfänge von TERENO zurückblicke, dann wird deutlich, dass die grundlegende Ausrichtung des Projekts von Anfang an sehr vorausschauend war. An der Stelle noch einmal der besondere Dank an Harry Vereecken, der die TERENO-Geschichte in den letzten 16 Jahren maßgeblich mitgeleitet hat. Der voranschreitende Klimawandel hat eindrücklich die Relevanz der Grundausrichtung von TERENO bestätigt. So zeigen beispielsweise die Dürrejahre 2018 bis 2020 oder das großflächige Waldsterben im Harz sehr deutlich, wie stark und vielschichtig sich Veränderungen in terrestrischen Systemen auswirken. Gerade hier wird offensichtlich, wie unverzichtbar Langzeitdaten sind. Parallel dazu haben sich Methoden und Techniken enorm weiterentwickelt – und damit unsere Möglichkeiten, die Vision von TERENO umzusetzen.

Welche Methoden und Techniken sind das?

Darunter sind neue Messverfahren wie Cosmic-Ray-Sensing, drohnengestützte Messungen und eine deutlich verbesserte Verfügbarkeit von Fernerkundungsdaten. Eine zentrale Rolle spielen heute außerdem Digitalisierung, Data Science und Künstliche Intelligenz. Wir benötigen prozessierte und kuratierte Datensätze, um die wachsende Datenmenge sinnvoll zu nutzen. Auch komplexe terrestrische Modellsysteme haben einen großen Schritt gemacht.

Was sind aus Ihrer Sicht heute die dringendsten Herausforderungen der terrestrischen Umweltforschung?

Eine der dringendsten Herausforderungen liegt nach wie vor darin, lange und konsistente Datenreihen zu erheben und dauerhaft zu unterhalten. Diese Aufgabe gewinnt zusätzlich an Bedeutung vor dem Hintergrund, dass internationale Messprogramme teilweise eingestellt werden und langfristige Datenbestände gefährdet sind. Umso

wichtiger ist es, bestehende Infrastrukturen zu sichern und weiterzuentwickeln. Es geht aber nicht nur darum, Veränderungen zu dokumentieren, sondern auch aktiv zur Entwicklung von Lösungen beizutragen.

Wie sieht das konkret aus?

Wir müssen Wege aufzeigen, wie Landschaften, Ökosystemfunktionen und die von ihnen erbrachten Dienstleistungen – etwa Wasserregulation, Kohlenstoffspeicherung oder Biodiversität – resilienter gegenüber klimatischen und gesellschaftlichen Veränderungen werden können. Dafür brauchen wir leistungsfähige lokale Observatorien, die eng mit sogenannten Solution Labs verknüpft sind. In solchen Labs – wie sie die Helmholtz-Gemeinschaft, auch in TERENO-Observatorien, unlängst eingerichtet hat – werden gemeinsam mit Praxisakteuren konkrete Anpassungsstrategien entwickelt und erprobt. Und schließlich spielt auch die Kommunikation eine immer wichtigere Rolle. Wir müssen wissenschaftliche Erkenntnisse transparent, verständlich und zugänglich machen – etwa über Monitoring- und Informationssysteme. In Zeiten von Desinformation und sogenannten Fake News ist es entscheidend, verlässliche Daten und fundierte Analysen klar und nachvollziehbar in die Gesellschaft zu vermitteln.

Welchen Beitrag leistet TERENO?

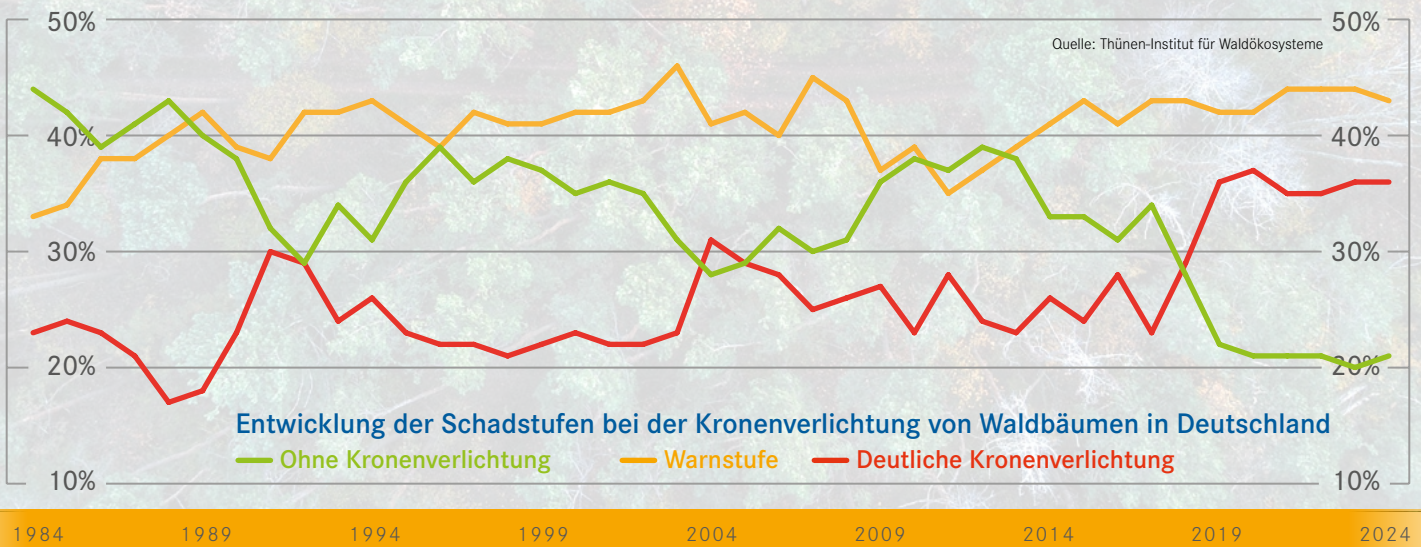
Auf der wissenschaftlichen Seite wird TERENO weiterhin die Grundlage für innovative Forschung liefern – insbesondere mit einer offen zugänglichen, belastbaren und weiterwachsenden Datenbasis. Wir verstehen TERENO allerdings nicht nur als Forschungsinfrastruktur, sondern auch als Plattform für den Dialog über die Wissenschaftsgemeinschaft hinaus. Angesichts der aktuell vielfältigen politischen und gesellschaftlichen Herausforderungen und nicht zuletzt ökonomischen Zwänge sind handlungsrelevante Aussagen, die wir als Umweltforscher:innen treffen können, wichtiger denn je. Wir wollen wie bisher gemeinsam mit Gesellschaft, Politik und Entscheidungsträgern daran arbeiten, Lösungen zu entwickeln – Lösungen, die unsere Umwelt schützen und zugleich eine nachhaltige Nutzung ermöglichen.

Liebe Frau Prof. Attinger, lieber Herr Prof. Vereecken, vielen Dank für das Gespräch!

„Der voranschreitende Klimawandel hat eindrücklich die Relevanz der Grundausrichtung von TERENO bestätigt.“ *Sabine Attinger*

WALD IM DAUERSTRESS

© Maximilian Lange/UFZ



Nur jeder fünfte Baum in Deutschlands Wäldern ist gesund. Was muss getan werden, damit sich der Wald erholt? Wie werden sich Klimawandel und Wetterextreme künftig auswirken? Um das zu beantworten, sind vor allem zwei Dinge gefragt: ein besseres Waldmonitoring und langfristige Prognosen. TERENO ist an mehreren Vorhaben beteiligt, die das erreichen wollen.

Kaum Besserung in Sicht

Seit 2019 liefert die jährliche [Waldzustandserhebung](#) ein nahezu unverändertes Bild (siehe Grafik): Lediglich bei rund 21 Prozent der Bäume ist die Krone vollständig oder fast vollständig mit Laub beziehungsweise Nadeln bedeckt. Das zeigt, dass sich der Wald immer noch nicht von den Folgen der extrem trocken-heißen Sommer 2018 bis 2020 erholt hat – und dass trotz eigentlich guter Voraussetzungen aufgrund der relativ günstigen Witterung in den beiden vergangenen Jahren.

Der Webdienst [EO Wald](#) des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) macht die Entwicklung deutschlandweit sichtbar. Interaktive Karten zeigen im Monatsrhythmus, wie sich die Kronendachabdeckung seit September 2017 reduziert hat. Anders als die Waldzustandserhebung, die auf systematisch verteilten Stichproben von rund 400 Waldflächen basiert, beruhen die Karten auf Erdbeobachtungsdaten der Sentinel-2-Satelliten des europäischen Copernicus-Programms sowie der amerikanischen Satelliten Landsat-8 und -9.

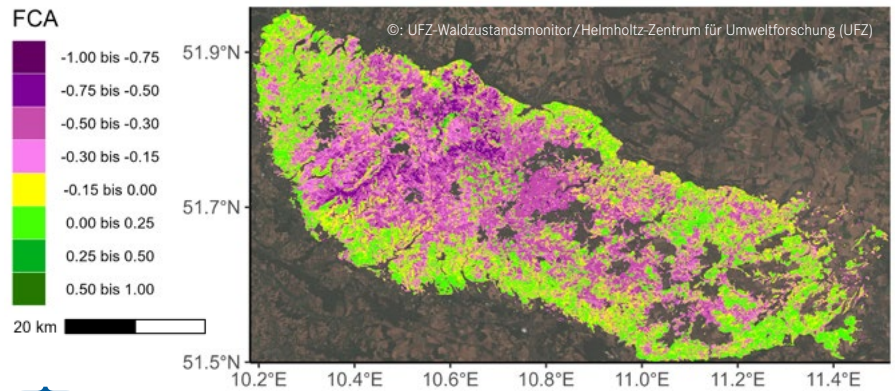
Der Vorteil von Fernerkundungsdaten: Damit lassen sich flächendeckend und regional spezifisch der Zustand der Wälder und die Dynamik von Veränderungen erfassen. „Sonnenlicht wird von jeder Baumart im Jahresverlauf anders reflektiert, was von Satelliten aus dem Weltall gut erfasst werden kann. Dadurch lassen sich mithilfe von Satellitenaufnahmen Vegetationseigenschaften wie zum Beispiel der Pigment- und Wassergehalt oder die Struktur des Kronendachs erfassen und in Werten darstellen“, sagt Dr. Maximilian Lange vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ. Mithilfe der Daten der Sentinel-2-Satelliten haben er und seine Kolleg:innen am UFZ den [Waldzustandsmonitor](#) entwickelt. Der Monitor vergleicht die Satellitendaten eines Standorts mit einem Referenzwert – konkret mit repräsentativen Zeitreihen gesunder Bestände, die ebenfalls aus den Satellitendaten ermittelt wurden. „Je stärker der Zustand eines Baumbestandes von diesem Referenzwert abweicht, desto wahrscheinlicher ist es, dass es sich um eine gestresste oder gestörte Vegetation handelt“, erläutert Lange.

11,5 Millionen Hektar sind in Deutschland von Wald bedeckt, das ist knapp ein Drittel der Gesamtfläche.

Der Wald ändert sich

Trockenheit, Wetterextreme und Schädlinge haben dafür gesorgt, dass große Freiflächen in Deutschlands Wäldern entstanden sind. Schätzungen schwanken zwischen 490.000 und 900.000 Hektar. Betroffen sind vor allem die Fichte, die häufigste Baumart in Deutschland, und die Kiefer. Die Flächen werden im nächsten Jahrzehnt wieder mit Bäumen bewachsen sein – auf natürlichem Weg oder durch Wiederaufforstung. Allerdings nimmt der Anteil der Nadelbäume ab, dafür legen Laubbäume deutlich zu. – so die Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung (WEHAM) in ihrer Prognose der Waldentwicklung bis 2063. Eine unlängst erschienene [Studie](#), geht davon aus, dass bis 2100 in europäischen Wäldern die Dominanz der jetzigen Hauptbaumarten sinken wird und andere Arten an Bedeutung gewinnen.

Die mit dem UFZ-Waldzustandsmonitor generierten Karten zeigen einen deutlichen Anstieg geschädigter Waldflächen zwischen 2016 und 2022 vor allem für Gebiete in der Mitte Deutschlands wie Harz (siehe Grafik), Sauerland und Sächsische Schweiz. Dagegen hat sich der Waldzustand in den Höhenregionen des Schwarzwalds und des Erzgebirges in dem Zeitraum nicht wesentlich verschlechtert. Offensichtlich ist die im Schwarzwald häufig vorkommende Weißtanne besser an den Klimawandel angepasst als die Gemeine Fichte, die nach 1945 in einigen Mittelgebirgsregionen zahlreich gepflanzt wurde, vermuten die UFZ-Forscher:innen.



Waldzustandsanomalie-Index (FCA)
Er sagt aus, wie stark sich der tatsächliche Waldzustand vom erwarteten Zustand unterscheidet.

Harz 2022: Rund die Hälfte aller Bäume ist mit hoher Wahrscheinlichkeit stark geschädigt (lila eingefärbte Bereiche).

GENAU HINSCHAUEN

Sowohl EO Wald als auch der UFZ-Waldzustandsmonitor sind eine wichtige Ergänzung des Waldzustandsberichts. Doch die Dürrejahre haben gezeigt: Das reicht noch nicht aus. Es braucht mehr Wissen, verbesserte Methoden sowie ein effizientes und flexibles Monitoring. Beispielsweise könnten Fernerkundungsprodukte mithilfe von Bodenmessungen noch besser kalibriert werden. Derzeit ist es nahezu unmöglich mithilfe von Satellitendaten zu erkennen, dass sich etwa die Kronenverlichtung eines einzelnen Baumes von 90 auf 80 Prozent verringert hat. Entsprechend ist der Ausbau von Monitoring- und Forschungsprogrammen ein zentraler Punkt in der „[Waldstrategie 2050](#)“ des Bundeslandwirtschaftsministeriums.

Doch wie soll so ein Monitoringsystem konkret aussehen? Auf den Waldzustand wirken verschiedene Faktoren ein, die sich in ihrer Wirkung gegenseitig verstärken oder abschwächen können. Das fängt damit an, welche Baumarten vertreten sind, wie alt die Bäume sind und wie sich ein Bestand im Laufe der Zeit entwickelt hat. Standortbedingungen, Konkurrenzbeziehungen zwischen den Arten und die individuelle Veranlagung der einzelnen Bäume sorgen dafür, dass im Grunde jeder Wald anders ist. Einfluss nehmen außerdem Schädlingsbefall, Luftschadstoffe und insbesondere die Witterung sowie die Klimaerwärmung. Mögliche Ansätze für ein besseres Monitoring und langfristige Prognosen werden derzeit in verschiedenen Projekten entwickelt und getestet. Die TERENO-Partner sind an zahlreichen Vorhaben beteiligt.

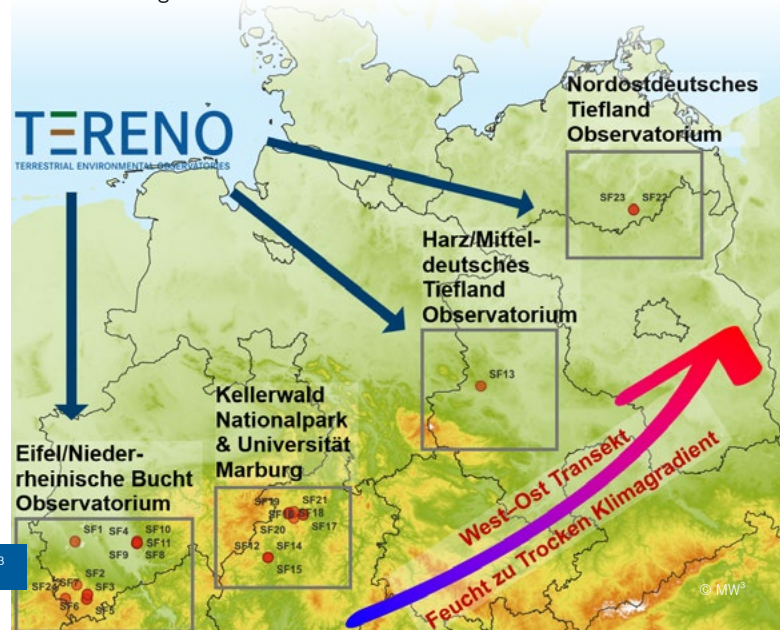
Wachstum der Bäume

Das 2022 gestartete Verbundprojekt [Standardisiertes Monitoring von Wachstumsreaktionen wichtiger Waldbaumarten auf klimatische Extremereignisse \(MW³\)](#) fokussiert sich auf mitteleuropäische Waldbaumarten. „Wir wollen Reaktionsmuster dieser Baumarten aufdecken. Konkret: Wie wirken sich Wetterextreme und Klimawandel auf das Wachstum der Bäume aus?“, erläutert der Projektkoordinator Prof. Michael Leuchner von der RWTH Aachen. Ein Mix aus lokalen Messdaten (siehe [Datenportal von MW³](#)), Fernerkundungsinformationen und prozessbasierten Baumwachstumsmodellen soll helfen, regionalspezifisch geeignete Baumarten im Hinblick auf den Klimawandel zu identifizieren.

Um die notwendigen Messdaten zu sammeln, haben die acht Projektpartner ein Monitoringsystem entwickelt, das dendroökologische, bodenhydrologische und meteorologische Sensoren kombiniert.

Auch Satellitenbilder werden genutzt. Die Messungen konzentrieren sich auf vier Kerngebiete mit insgesamt 36 Stationen, die sich auf einer West-Ost-Achse von feuchteren zu trockeneren Regionen verteilen. Dabei setzt MW³ auf bestehende Untersuchungsstandorte, deren Monitoringsysteme ergänzt und erweitert werden. Dazu zählen insbesondere Standorte der drei TERENO-Observatorien „Eifel/Niederrheinische Bucht“, „Harz/Mitteldeutsches Tiefland“ und „Nordostdeutsches Tiefland“. „Insgesamt decken wir so eine große Breite typischer Wälder ab, etwa Buchenmischwälder mit Eichen, Kiefern oder Douglasien oder Fichtenbestände“, berichtet Dr. Heye Bogena vom Forschungszentrum Jülich.

Datenmanagement und -verarbeitung aller Standorte laufen nach gemeinsamen Standards ab. Mittlerweile wurde mit dem Auswerten und Analysieren der Daten begonnen. Erste Ergebnisse erklären zum Beispiel, wie Dürreperioden das Wachstum von Fichten beeinflussen: Die geringe Bodenfeuchte reduziert die Transpiration – also die Verdunstung von Wasser über die Nadeln – und führt dadurch auch zu geringerem Baumwachstum. Ihre Daten und Erkenntnisse wollen die Partner nutzen, um Modellprognosen zu den Reaktionen von Baumbeständen auf Klimaextreme und langfristige Veränderungen zu erstellen. Das soll es ermöglichen, am Ende Empfehlungen für Monitoring und Bewirtschaftung von Wäldern zu geben. Dafür arbeiten die Projektpartner bereits jetzt eng mit weiteren Behörden und Einrichtungen zusammen.



Untersuchungsgebiete von MW³



Fichtenschäden im Harz

© Michael Rode

„Hitze, Dürre und Schädlinge sowie deren Zusammenspiel haben zu einem großflächigen Absterben der Fichte und massiven Schädigungen vieler anderer Baumarten geführt – und zu Folgeschäden wie Sturmbruch und erhöhter Waldbrandgefahr.“

Joraine Schmoldt (Universität Greifswald),
Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt
FeMoPhys

Digitaler Zwilling

Um eine langfristige Prognose der zukünftigen Waldentwicklung geht es auch im Projekt [AquaWald](#), das im Mai 2025 gestartet ist. „Wir entwickeln einen digitalen Zwilling für den Wald im Bundesland Sachsen-Anhalt. Mit ihm wollen wir die Waldentwicklung, aber auch deren Einfluss auf den Wasser- und Stoffhaushalt und die daraus resultierenden Nährstoffbelastungen angrenzender Gewässer und Trinkwasserressourcen vorhersagen“, berichtet Prof. Michael Rode vom UFZ.

In Sachsen-Anhalt, in dem Teile des TERENO-Observatoriums „Harz/ Mitteldeutsches Tiefland“ liegen, hat der großflächige Waldverlust, insbesondere von Fichten, nicht nur drastische Folgen für die Holzwirtschaft, sondern auch für die Gewässer. Erhöhte Nährstoff- und Kohlenstoffausträge haben die Wasserqualität der Fließgewässer und der Trinkwasserressourcen verschlechtert. AquaWald soll analysieren, wie sich natürliche Sukzession, insbesondere im Nationalpark Harz, und die unterschiedlichen großflächigen waldbaulichen Maßnahmen (zum Beispiel Pflanzung bestimmter Baumarten) in Sachsen-Anhalt vor dem Hintergrund künftiger Klimaentwicklung auswirken. Das AquaWald-Projekt wird vom UFZ in enger Kooperation mit dem Fachinstitut für Waldschutz am Julius Kühn-Institut in Quedlinburg durchgeführt.

Neuer Ansatz

Intensiv auf die Fichten schaut das Verbundvorhaben [SURVEY](#). Ziel des im Juni 2025 angelaufenen Projekts ist es, neue Management-Ansätze für die stark geschädigten und anfälligen Fichtenstandorte in den deutschen Mittelgebirgen zu entwickeln und den natürlichen Klimaschutz in den Waldökosystemen zu optimieren. Im Harz – innerhalb des TERENO-Observatoriums „Harz/Mitteldeutsches Tiefland“ – und in Niederbayern entstehen dafür auf repräsentativen Flächen drei sogenannte Waldreallabore.

Eine der nahezu kahlen Waldflächen wird sich selbst überlassen, eine weitere klassisch wiederaufgeforstet, eine dritte mit Baumarten bepflanzt, die nach derzeitigem Wissensstand besonders widerstandsfähig gegenüber veränderten klimatischen Bedingungen sein sollen. Von den Flächen werden digitale Zwillinge erstellt, um die gewonnenen Ergebnisse direkt überprüfen zu können. Die lokal gewonnenen Ergebnisse werden mithilfe von Fernerkundung, Methoden der Künstlichen Intelligenz und weiteren Geodaten wie zum Beispiel digitalen Boden- und Standortdaten auf größere Waldflächen übertragen. „Diese Kombination ist neu. Wir hoffen, dass wir damit die dynamischen Veränderungen im Ökosystem Wald schneller erkennen und zukünftige Entwicklungen genauer vorhersagen können“, so UFZ-Forscher Dr. Daniel Doktor.



Das Wasser in den Bäumen

Ein wichtiger Indikator, um das Wohlbefinden von Pflanzen zu beurteilen, ist das Wasserpotenzial. Es verrät, wie viel Wasser in der Pflanze verfügbar ist. Ein internationales Team mit TERENO-Beteiligung hat eine vielversprechende Messmethode dafür entwickelt. Diese setzt auf L-Band-Radiometrie. „Mit einem Radiometer über den Baumkronen wird die elektromagnetische Strahlung erfasst, welche die Bäume emittieren. Aus den Radiometerdaten lässt sich der Wassergehalt eines Baumes abschätzen und mit unserer Methode in Werte für das Wasserpotenzial umwandeln“, erläutert Erstautor Dr. Thomas Jagdhuber, der am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und an der Universität Augsburg forscht. Die Ergebnisse zeigen aus seiner Sicht das Potenzial der Mikrowellenradiometrie für die kontinuierliche Überwachung des Wasserstatus von Pflanzen auf verschiedenen zeitlichen Skalen. „Waldökologen und Baumphysiologen sehen hier großes Potential“, betont Jagdhuber.

Thomas Jagdhuber et al. 2025. *Estimation of Forest Water Potential From Ground-Based L-Band Radiometry.* IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing (JSTARS), Vol. 18.

▶ DOI: [10.1109/JSTARS.2025.3533567](https://doi.org/10.1109/JSTARS.2025.3533567)



© DLR (CC BY-NC-ND 3.0)

Präziser Blick aus dem All

Weitere wichtige Informationen zu Wäldern wird die neue Satellitenmission [Biomass](#) der Europäischen Raumfahrtagentur ESA liefern: Der im April 2025 gestartete Satellit ermöglicht es, die Biomasse der Wälder präzise zu bestimmen. Bislang gibt es nur Schätzungen. Im Fokus der Mission steht der tropische Regenwald.

Herzstück von Biomass ist ein in Deutschland entwickeltes und gefertigtes Radarinstrument: das sogenannte P-Band Synthetic Aperture Radar (SAR) Instrument. Damit lässt sich die 3D-Struktur von Wäldern genau erfassen – und damit die räumliche Verteilung ihrer Biomasse. Künftig soll Biomass alle sieben Monate Karten der Waldbiomasse und der Baumhöhen bereitstellen. Daraus lassen sich beispielsweise Waldschäden und -verluste ableiten.

Die beteiligten Wissenschaftler:innen hoffen außerdem, mithilfe der Daten exakter feststellen zu können, wohin in die Luft emittiertes CO₂ wandert und wie viel Kohlenstoff konkret an einem Ort von der Vegetation gespeichert wird. „Darüber hinaus werden die Daten uns helfen, Methoden für die Fernerkundung aus dem Weltraum weiterzuentwickeln“, sagt Prof. Irena Hajsek vom DLR-Institut für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme, einem der TERENO-Partner. Das Institut führte vorbereitende Flugzeugkampagnen durch, entwickelte den Prototyp des Radardaten-Prozessors und unterstützt nach dem Start die Kalibrierungs- und Validierungsphase der Mission.

Alle diese Vorhaben liefern wichtige Beiträge, um unser Wissen über den Wald zu erweitern und das Waldmonitoring zu verbessern. Entscheidend wird allerdings sein, wie Politik und Gesellschaft mit den Erkenntnissen umgehen. Nur mit konkreten und zielgerichteten Maßnahmen lässt sich das erreichen, was im Interesse aller ist: den Wald zu schützen, indem wir Veränderungen erfolgreich entgegenwirken beziehungsweise rechtzeitig Anpassungsmaßnahmen ergreifen.



Kran im Wald: Über die Gondel am Kranausleger kommen die Forscher:innen direkt an die Baumkronen heran.

© TU Berlin / Robert Jackisch

PRÄZISE, DETAILLIERT UND LÜCKENLOS

Er sticht dem Besucher sofort ins Auge. Ein riesiger Kran ragt weit über die Baumwipfel des Wendeforsts bei Demmin in Mecklenburg-Vorpommern. Doch dort wird nichts gebaut, es wird geforscht. Wissenschaftler:innen und Forstexpert:innen untersuchen im Projekt [FeMoPhys](#), wie gesund der Mischwald ist. Der Standort gehört zum Testfeld DEMMIN, einem Untersuchungsgebiet im TERENO-Observatorium „Nordostdeutsches Tiefland“.

Um noch präzisere, detailliertere und lückenlosere Daten zu erhalten, kombiniert das Team verschiedene Untersuchungsmethoden, insbesondere diverse Fernerkundungsmethoden auf unterschiedlichen Skalen sowie physiologische

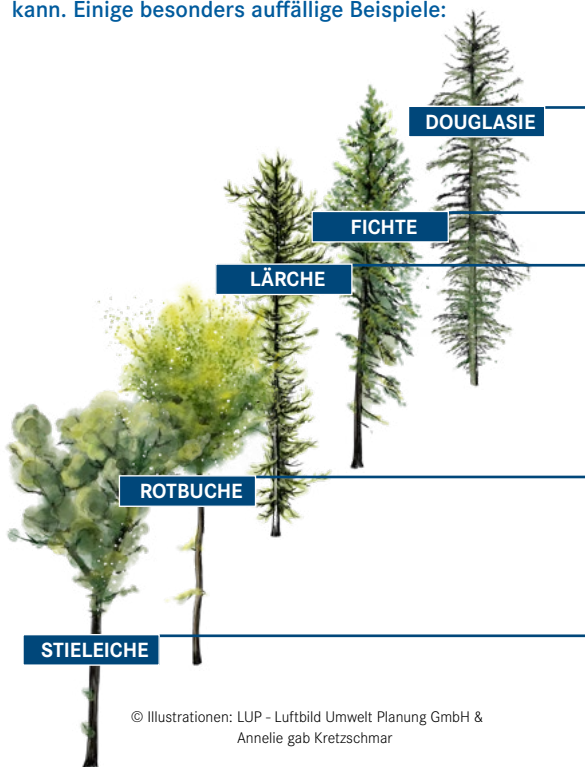
Messungen direkt am Baum. Die Messungen konzentrieren sich auf eine knapp einen Hektar große Versuchsfläche. Dort stehen in erster Linie Rotbuchen und Douglasien sowie in kleineren Gruppen oder als Einzelbäume Stieleichen, Lärchen und Fichten. Dank der guten Nährstoff- und Klimabedingungen wächst der Wald vergleichsweise gut, doch einige Bäume zeigen Stresssymptome (siehe Grafik S. 9).

Der 45 Meter hohe Kran bietet den Wissenschaftler:innen einen entscheidenden Vorteil: „Von seiner Gondel aus können wir mithilfe verschiedener Sensoren und Instrumente direkt in den Baumkronen zum Beispiel die Photosyntheserate, Chlorophyllgehalt oder mikroklimatische Bedingungen wie Temperatur und Luftfeuchte messen oder Blatt- und Nadelproben nehmen“, sagt Daniel Harnisch von der Universität Greifswald. Weitere Messgeräte im und auf dem Boden erfassen umfangreich Daten zu Bäumen und Klima (siehe Übersicht). Um die Strukturen der Bäume zu erfassen, nutzen die Forscher:innen außerdem Drohnen, Flugzeuge und Satelliten. „Wir tasten das Gebiet zum Beispiel mit Lasergeräten ab. So erhalten wir sehr genaue Informationen zu Wachstum und Volumen, etwa der Baumkronen“, sagt Ephraim Schmidt-Riese von der Technischen Universität Berlin.

Multispektrale Aufnahmen geben Hinweise etwa zu Blattdichte und Gesundheit, aber auch zu Schattenwurf und Verästelung.

Es kommt aber auch auf Dinge an, die sich mit dem bloßen Auge nicht erkennen lassen. „Wie sich Bäume an Veränderungen anpassen, lässt sich an biochemischen Inhaltsstoffen wie Chlorophyllen und Phenolen, aber auch an physiologischen Reaktionen auf der Ebene der Zellen, Organe und Baumkompartimente ablesen“, erläutert Prof. Ralf Kätzel vom Landesbetrieb Forst Brandenburg. Aus dem Betrachten verschiedener solcher Biomarker im Zusammenspiel mit Kronenzustand und Wachstum lässt sich feststellen, wie gut es jedem einzelnen Baum geht.

Für genauere Untersuchungen haben sich die Expert:innen auf 41 Probebäume konzentriert. Erste Ergebnisse zeigen, wie unterschiedlich der Zustand einzelner Bäume sein kann. Einige besonders auffällige Beispiele:



Baum-Nr.	Chlorophyllgehalt	vanillinpositive Verbindungen	Phenole	Blatt-/Nadelwassergehalt	Wachstum und Auffälligkeiten
20	+	+			Größte Douglasie
64	-	-	-		Geringstes Wachstum bei Douglasien, wenig Licht
287	+		+		Sehr geringes Wachstum, scheint sich nach hohen Nadelverlusten besser erholt zu haben als andere Fichten
76		+		+	Nach den höchsten Nadelverlusten inzwischen deutliche Verbesserung sowie höchstes Wachstum bei dieser Art
51		+	+	+	Längste Wachstumsperiode bei Lärchen
19				-	Geringes Wachstum, Nadelverluste zuletzt höher als bei allen anderen Lärchen
288			+	-	Mit Abstand kleinste Lärche, aber beim Wachstum im Mittelfeld
57	+			+	Klein und schmal, aber vital, kürzeste Wachstumsperiode bei Rotbuchen
159	-	+	+	-	Längste Wachstumsperiode bei Rotbuchen, aber Verdacht auf Trockenstress (viel Licht, zu wenig Wasser)
266	-		-	-	Höchstes Wachstum bei Rotbuchen, mächtiger Stamm; bekommt viel Licht, doch kein Verdacht auf Trockenstress
104	-			+	Klein, geringes Wachstum, zuletzt höchste Blattverluste bei Eichen
176	+			+	Sehr geringes Wachstum, aber vitaler als andere Eichen, bekommt eher wenig Licht
220	+		-		durchgängig hohe Blattverluste, Wachstum gering, aber höher als bei den meisten anderen Eichen

Was im Blatt auf Stress hinweisen kann:

- **niedriger Chlorophyllgehalt:** fortgeschrittener Stress oder direkte Schädigung der Blätter/Nadeln
- **hoher Phenolgehalt:** Baum steht unter Stress (zum Beispiel Pilz- oder Insektenbefall, Ozon, Schwermetallbelastung), reagiert aber aktiv und mobilisiert Abwehr
- **niedriger Phenolgehalt:** Hinweis auf geschwächtes Abwehrsystem, damit anfälliger für Schädlinge
- **hoher Gehalt an vanillinpositiven Verbindungen:** Hinweis auf Stress oder stattfindende Abwehrreaktionen bei Schädlingsbefall

Risikoindex

Die Daten und Erkenntnisse aus dem FeMoPhys-Projekt mit der Untersuchungsfläche DEMMIN fließen in das Verbundprojekt **WALD-Puls** ein. Die Universität Greifswald und die Technische Universität (TU) München koordinieren das Verbundprojekt. In dem Vorhaben wird ein Risikoindex für den Waldzustand entwickelt, mit dem sich Stress, Schädlingsbefall oder das beginnende Absterben von Bäumen frühzeitig erkennen lassen. Der täglich aktualisierte Index beruht auf Daten zu Wachstumsparametern sowie statistischen Analysen.

Für das Sammeln der Daten haben die Partner ein Monitoringkonzept entwickelt, das Waldmonitoring auf Einzelbaumbasis mit fernerkundlicher Waldzustandsbeobachtung verbindet. Dazu werden bestehende Modellprojekte und Dauerbeobachtungsflächen vernetzt und ausgebaut – in der Pilotphase zunächst auf das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern beschränkt. Eingebunden ist unter anderem das TERENO-Observatorium „Nordostdeutsches Tiefland“. Konzept und Index sollen nach Abschluss des Vorhabens als Vorbild für weitere Bundesländer dienen.



1



2



3



4

Von ganz oben bis tief unten

Verschiedene Geräte, Instrumente und Sensoren helfen, den Zustand der Bäume zu erfassen.



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16

© Illustration: KI-generiert

- 1 Satelliten
- 2 Forschungsflugzeuge
- 3 Forschungskran
- 4 Drohnen mit multispektralen und hyperspektralen Sensoren
- 5 Spektralmessung von Blättern, um etwa Wasser- und Chlorophyllgehalt abzuleiten
- 6 Probenröhrchen mit Blatt- und Nadelproben für die Biomarker
- 7 Erfassung der Photosyntheserate
- 8 Erfassen von Gehölzstrukturen und Blattflächenindex mit Laserscanner am Boden
- 9 Sammeln und Kategorisieren von herabfallendem Laub und Samen
- 10 Saftflussmessung im Baum
- 11 Erfassen von Durchmesser und Umfang des Baumes mit verschiedenen Dendrometern
- 12 Wasserpotentialmessung am Baumstamm
- 13 Messen des Niederschlags, der das Kronendach durchdringt
- 14 Erfassen von Umweltparametern wie Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und CO₂-Konzentration mit Klimasensoren
- 15 Unterirdische 360-Grad-Wurzelbilderfassung
- 16 Messen der Bodenfeuchte und der Bodentemperatur in unterschiedlichen Tiefen

© ESA/ATG medialab (1),
DLR (CC BY-NC-ND 3.0) (2),
FNR/Silke Reents (3),
FeMoPhys Konsortium (4-5, 7-11, 13-15),
Ralf Kätzler (5),
FZJ/Andreas Hausstein (12, 16)

Blick auf die Alpen aus dem Forschungsflugzeug Cessna Caravan des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt

WETTER UND KLIMAWANDEL IM GEBIRGE BESSER VERSTEHEN

© DLR (CC BY-NC-ND 3.0)

Eine internationale Messkampagne hat in den Alpen umfangreich Daten gesammelt. Ziel ist es, Wetter- und Klimamodelle zu verbessern.

Immer wieder werden im Gebirge Wanderer und Bergsteiger von Wetterumschwüngen überrascht. Exakte Wetterprognosen sind schwierig, da sich das Wetter in den Bergen häufig anders verhält als vorhergesagt. Das liegt an der Komplexität des Terrains. „Diese beeinflusst stark die Luftaustauschprozesse, zum Beispiel kommt es häufig zu Turbulenzen. Daher lassen sich etwa Talwindssysteme selbst mit modernsten Wettervorhersagemodellen nur teilweise wiedergeben“, erklärt Dr. Hannes Vogelmann vom Campus Alpin des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Bei Luftaustauschprozessen gilt es jedoch nicht nur kleinräumige Ereignisse wie Turbulenzen zu berücksichtigen, auch großräumige Luftströmungen und globale Jetstreams beeinflussen sie.

Vogelmann und weitere Kolleg:innen des KIT sind am internationalen Forschungskonsortium TEAMx beteiligt, das die Universität Innsbruck koordiniert. Das Konsortium hat eine einjährige Intensivmesskampagne in den Alpen organisiert, um die Luftaustauschprozesse über dem Gebirge genauer zu erforschen: die TEAMx Observational Campaign (TOC). Dabei wurden Daten zu den komplizierten Luftschichten und den dynamischen Prozessen erhoben. Zu den Untersuchungsschwerpunkten der Messkampagne gehörten das Inntal in Österreich, das Etschtal in Italien sowie

das deutsche Alpenvorland. Auch Standorte des TERENO-Observatoriums „Alpenvorland“ waren involviert und lieferten wichtige Daten zu Wind, Temperatur und Feuchtigkeit. TOC führte zusätzlich diverse Messungen am Boden und aus der Luft durch – unter anderem mit Flugzeugen wie dem Forschungsflugzeug Cessna Caravan des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt sowie mit Drohnen und Wetterballons. Eingebunden war auch MOSES, das mobile Erdbeobachtungssystem der Helmholtz-Gemeinschaft, an dem mehrere TERENO-Partner beteiligt sind.

Die TOC-Messkampagne wurde Mitte September 2025 abgeschlossen, nun läuft das Auswerten der Daten. Dabei geht es den Wissenschaftler:innen nicht nur um bessere Wettermodelle und Unwetterwarnungen. „Langfristig wollen wir in TEAMx Klimamodelle und damit die Prognosen für die Entwicklung von Gebirgsregionen im Zuge der Klimaerwärmung verbessern“, hebt Vogelmann hervor.

▶ Mehr zu TEAMx und der TOC-Messkampagne

DER EINFLUSS DER BÖDEN

Böden spielen eine wichtige Rolle, ihre Eigenschaften beeinflussen zum Beispiel den Wasser- und Stoffkreislauf. Dr. Almudena García-García interessiert sich für zwei spezielle Bodenbedingungen: Temperatur und Wassergehalt.

„Ich untersuche, wie Böden Extremereignisse und Veränderungen im Energie- und Wasserfluss an der Landoberfläche beeinflussen können. Hier gibt es noch viele offene Fragen, zum Beispiel der Einfluss der Bodentemperatur und des Bodenwassers in tieferen Bodenschichten“, erläutert die Postdoktorandin vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Dazu analysiert sie Messungen verschiedener Parameter, etwa von TERENO-Standorten. Sie verwendet die Daten aber auch, um Modelle zu kalibrieren und zu bewerten. „Mit den Modellen kann ich andere Hypothesen testen oder bisherige Ergebnisse hochskalieren“, sagt die Spanierin, die seit 2020 am UFZ forscht.

Ihre Leidenschaft für die Naturwissenschaften wurde auf dem Gymnasium geweckt. „Von der Mikroskala bis hin zu Planeten und dem Universum: Ich wollte die Phänomene um uns herum verstehen“, erinnert sie sich. Da an ihrer Schule in Murcia nur wenig Physik auf dem Lehrplan stand, entschied sie sich, dieses Fach zu studieren. Nach dem Bachelor 2014 ging sie hinaus in die weite Welt. „Mir wurde ein Stipendium für einen Master in Geowissenschaften an der

St. Francis Xavier University in Kanada angeboten – das konnte ich nicht ablehnen“, blickt sie zurück. Sie musste auch nicht allein in die

Fremde. Ihr damaliger Freund und heutiger Ehemann kam mit in das beschauliche Antigonish am Atlantik. Sechs Jahre später – Almudena García-García hatte inzwischen im Fach Umweltwissenschaften promoviert – zog es beide zurück über den großen Teich. „Deutschland hat mich gereizt, die Forschung ist gut, die Rahmenbedingungen ebenfalls und dann hatte ich einfach das Glück, dass diese interessante Stelle am UFZ ausgeschrieben war und ich genommen wurde“, so die Forscherin. Eine Daueranstellung in der Wissenschaft wäre ihr Traum. Sie und ihr Mann, der an der Universität Leipzig forscht, können sich sehr gut vorstellen, dafür in Deutschland zu bleiben.



Almudena García-García bei einem Symposium im Leipziger Rathaus



3. INTERNATIONALE OZCAR-TERENO-KONFERENZ 2025

Vom 29. September bis 2. Oktober 2025 traf sich die Critical-Zone-Forschung zur 3. internationalen OZCAR-TERENO-Konferenz in der französischen Hauptstadt Paris. Veranstaltungsort der Konferenz, die das französische Forschungsnetzwerk „Observatoires de la Zone Critique: Applications et Recherche“ (OZCAR) und TERENO gemeinsam organisiert hatten, war das Konferenzzentrum FIAP Jean Monnet im Süden der Stadt.



Wie schon die vorherigen Veranstaltungen in Straßburg 2021 und Bonn 2023 war auch die Konferenz 2025 ein großer Erfolg. Fast 260 Teilnehmer:innen waren nach Paris gekommen, weitere rund 20 Personen nahmen online teil. Sie kamen aus mehr als 30 Ländern, fast 50 Prozent der angemeldeten Personen waren Doktorand:innen und Postdoktorand:innen.

Das wissenschaftliche Programm umfasste 15 Sessions zu Themen wie Hydrologie, Hydrogeologie, Geophysik, Bodenkunde, Geochemie, Ökologie und Sozioökologie. Keynote-Speaker präsentierten aktuelle Forschungsergebnisse zu verschiedenen Aspekten. Die Beiträge in den Sessions unterstrichen deutlich die Notwendigkeit und den Wert interdisziplinärer Forschung für das umfassende Verständnis der Critical Zone. Dies ist der lebenswichtige Grenzbereich der Erde zwischen Vegetation und Grundwasser, in dem geologische, biologische und chemische Prozesse zusammenwirken und damit die Grundlage für Bodenbildung, Wasserkreisläufe und letztendlich das Leben an Land schaffen. Deutlich wurde außerdem der Wert der Critical-Zone-Observatorien: In den hoch instrumentierten Feldstandorten, zu denen auch TERENO gehört, arbeiten verschiedene Disziplinen eng zusammen und produzieren Daten sowie Modelle für ein integriertes Verständnis der Critical Zone.

Darüber hinaus bot die Konferenz vielfältige Möglichkeiten, sich informell auszutauschen, um beispielsweise den Aufbau von Kooperationen zu erleichtern.



Von Fachvorträgen bis zum Galadinner (r.): Die Konferenz bot viele Gelegenheiten zum Austausch.

Zum Auftakt der Konferenz am Montag konnten Teilnehmer:innen den OZCAR-Standort Orgeval besuchen, ein Wassereinzugsgebiet westlich von Paris, das landwirtschaftlich intensiv genutzt wird. Verschiedene Präsentationen des Teams vor Ort veranschaulichten die unterschiedlichen Forschungsthemen des Observatoriums und was dort konkret beobachtet wird: etwa die Flusschemie, die Ökotoxikologie und die Verschmutzung durch Plastik sowie mithilfe der Geophysik auch die Versickerungen ins Grundwasser sowie der Austausch zwischen Fluss und Grundwasser.

Der Icebreaker am Abend bot die Gelegenheit, sich bei einem Drink näher kennenzulernen. Jeff Munroe vom Middlebury College (USA) stellte außerdem die Initiative „Critical Zone Network of Networks“ vor, an der auch OZCAR und TERENO beteiligt sind (siehe TERENO-Newsletter 2/2024).

Ein weiterer Höhepunkt war das Galadinner im Maison des Polytechniciens, einem exklusiven Veranstaltungsort in einem historischen Pariser Herrenhaus. Das Dinner bot umfassende Möglichkeiten für Diskussionen und Netzwerkarbeit – was sich insbesondere für die jungen Wissenschaftler:innen als sehr wertvoll erwies.

OZCAR und TERENO bedanken sich noch einmal herzlich bei allen, die zum Erfolg dieser Konferenz beigetragen haben – vom wissenschaftlichen Komitee über die Sitzungsleiter:innen und Hauptredner:innen bis hin zum Organisationskomitee – sowie bei den institutionellen und industriellen Partnern, die finanzielle Unterstützung geleistet haben. Ein Dank geht auch an alle Teilnehmer:innen für deren Engagement, das die Veranstaltung zu einem Erfolg gemacht hat. Wir sehen uns 2028 in Berlin zur nächsten Ausgabe der TERENO-OZCAR-Konferenz.



Technik vor Ort: Am TERENO-Standort Wüstebach verschafften sich die Teilnehmer:innen des Jahrestreffens einen Überblick über Aufbau und Messtechnik.

JAHRESTREFFEN DER ICOS-TECHNIKTEAMS

Rund 30 Beobachtungsstationen in Deutschland sind Teil des europaweiten Netzwerks zur Erfassung von Treibhausgasen ICOS, kurz für „Integrated Carbon Observation System“. Die Technikteams der deutschen ICOS-Stationen waren Anfang Oktober für zwei Tage zu Gast am Forschungszentrum Jülich, um sich bei ihrem Jahrestreffen über Erfahrungen und Neuigkeiten auszutauschen. Dabei hatten die Teilnehmer:innen die Gelegenheit, den TERENO-Waldstandort Wüstebach und den landwirtschaftlich geprägten TERENO-Standort Selhausen zu besuchen und sich einen Überblick über Aufbau und Messtechnik zu verschaffen.

Zusätzlich hatte sich die Möglichkeit ergeben, die atmosphärische Station am Forschungszentrum Jülich zu besichtigen – inklusive Ausflug zur Spitze des 120 Meter hohen Messturms. Die Station wird vom Deutschen Wetterdienst (DWD) betrieben. Sowohl die Station als auch die beiden TERENO-Standorte sind Teil von ICOS-Deutschland.



© FZJ/Marius Schmidt



© FZJ/Marius Schmidt

Hoch hinaus ging es für die Teilnehmer:innen am zweiten Tag des Jahrestreffens: Von der obersten Plattform des Jülicher Wasserturms in 120 Metern Höhe hatten sie einen guten Ausblick auf Campus und Umgebung (o.).

Im Vergleich zu den etablierten wissenschaftlichen Versammlungen von ICOS-Deutschland, bei denen es in erster Linie um Forschungsergebnisse und Strategien geht, sind die Jahrestreffen der Technikteams eine noch junge Veranstaltungsreihe. Nach dem Auftakt im Jahr 2022, damals am TERENO-Waldstandort Hohes Holz, war es 2025 das vierte Jahrestreffen.

„Bei den Treffen werden alle relevanten Aspekte beleuchtet, mit denen ein Team im Arbeitsalltag konfrontiert ist – von der Implementierung von Eddy-Kovarianz- und biometeorologischen Sensoren über den Umgang mit Vegetations- und Bodenproben bis hin zur Diskussion technischer Lösungen unterschiedlichster Art“, erläutert Marius Schmidt, der das Technikteam am Jülicher Institut für Bio- und Geowissenschaften (IBG-3) betreut.

Ein Punkt bei dem diesjährigen Treffen waren beispielsweise Erfahrungen mit Lachgas- (N_2O)-Lasersensoren, die jetzt Pflicht für einige ICOS-Stationen werden. Die Geräte sind allerdings sehr teuer und gelten als technisch oft noch nicht ausgereift für den Einsatz an hochfrequenten Messsystemen, die mit der Eddy-Kovarianz-Methode arbeiten. Vorgestellt wurden außerdem neue Entwicklungen bei hochgenauen GPS-Geräten. Diese setzen die Teams ein, um Sensoren einzumessen und Probenahmepunkte wiederzufinden. „Diese Geräte waren ursprünglich schwer und unhandlich. Mittlerweile gibt es Tablet inklusive einer speziellen Antenne, die die Arbeit auf dem Feld oder in unwegsamem Gelände deutlich erleichtern“, so Schmidt. Auch Alltagsprobleme waren Thema: etwa die richtige Wahl von Kabeldurchmessern, Schutzschläuchen, wetterfesten Anschlussvarianten sowie Schutz der Stationen vor Vögeln und Nagern. Der informelle Charakter der Veranstaltung sei, wie in den Vorjahren, sehr geschätzt worden, berichtet Schmidt.

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

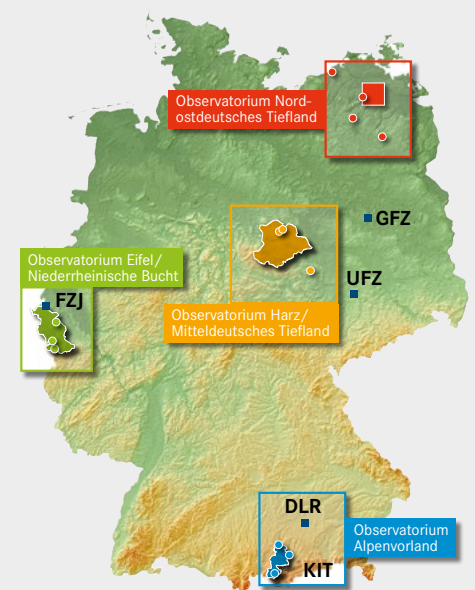
Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU),
Karlsruher Institut für Technologie,
Kreuzeckbahnstraße 19,
82467 Garmisch-Partenkirchen
Tel.: 0 88 21/1 83-153
E-Mail: ralf.kiese@kit.edu

Dr. Gerhard Helle

Helmholtz-Zentrum Potsdam –
Deutsches GeoForschungszentrum GFZ,
Telegrafenberg, 14473 Potsdam
Tel.: 03 31/6264-1377
E-Mail: gerhard.helle@gfz.de

Dr. Steffen Zacharias

Department Monitoring- und Erkundungstechnologien,
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – 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

www.linkedin.com/company/tereno-net

Redaktion: Christian Hohlfeld (verantwortlich),
Am Brünchen 21, 53227 Bonn

Grafik und Layout: Bosse und Meinhard, Bonn