



lookKIT

DAS MAGAZIN FÜR FORSCHUNG, LEHRE, INNOVATION
THE MAGAZINE FOR RESEARCH, TEACHING, INNOVATION
AUSGABE/ISSUE #04/2024
ISSN 1869-2311

GRUNDLAGEN- FORSCHUNG

WELLENPHÄNOMENE MIT MATHEMATIK VERSTEHEN
UNDERSTANDING WAVE PHENOMENA WITH MATHEMATICS

DER ZELLKERN ALS VORBILD FÜR DNA-BASIERTE HARDWARE
USING THE CELL NUCLEUS AS A BLUEPRINT FOR DNA-BASED HARDWARE

DIE SUCHE NACH EINEM RÄTSELHAFTEN SEISMISCHEN SIGNAL
SEARCHING FOR A MYSTERIOUS SEISMIC SIGNAL

GRUNDLAGENFORSCHUNG / FUNDAMENTAL RESEARCH

INHALT / CONTENT



BLICKPUNKT / FOCUS

10 – 15
STIMMEN AUS DER GRUNDLAGENFORSCHUNG: VON NEUGIER GETRIEBEN
Fundamental Researchers: Driven by Curiosity

16 – 19
MATHEMATIK: DIE FORMEL HINTER DER WELLE
Mathematics: The Formula behind the Wave

20 – 24
PARTICLE PHYSICS: COMPLEX MYSTERIES – A CHALLENGE FOR MANY MINDS
Teilchenphysik: Komplexe Rätsel fordern viele Köpfe

25
AUF EINE FRAGE: WAS IST DUNKLE MATERIE?
Just a Question: What Is Dark Matter?

26 – 29
INTERVIEW ÜBER QUANTEN-TECHNOLOGIEN: „DAS WIRD UNSER LEBEN VERÄNDERN“
Interview about Quantum Technologies: “This Will Change Our Lives”

30 – 33
AUTOMATISIERUNG IN DER BIODIVERSITÄTSFORSCHUNG: VIELFALT NEU ENTDECKT
Automation in Biodiversity Research: Diversity Rediscovered



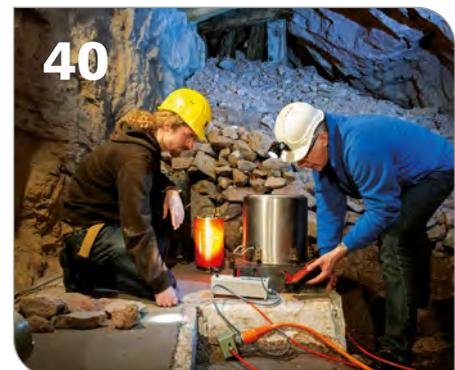
34 – 36
BIOMEDIZIN: DER ZELLKERN ALS VORBILD FÜR MIKROCHIPS DER ZUKUNFT?
Biomedicine: Can the Cell Nucleus Serve as a Blueprint for Future Microchips?

37
INTERNATIONAL AFFAIRS: A PATH TOWARD GREATER COLLABORATION IN THE FUTURE

38 – 39
NACHRICHTEN
News

WEGE / WAYS

40 – 43
SEISMOLOGIE: „DIE ERDE STELLT UNS VOR EIN RÄTSEL – UND WIR WOLLEN ES LÖSEN!“
Seismology: “The Earth Presents Us with a Puzzle – We Want To Solve It!”



GESICHTER / FACES

44 – 47

SELTENER GENDEFEKT: HIRNFORSCHUNG IN DER PETRISCHALE

Rare Genetic Defect:
Brain Research in a Petri Dish



48

AUSGRÜNDUNG: VOM BETONABFALL ZUM WERTVOLLEN ROHSTOFF

Startup: Concrete Waste Turned into
a Valuable Raw Material

ORTE / PLACES

50 – 52

MESSTATIONEN: DATEN SAMMELN FÜRS KLIMA

Measurement Stations: Collecting
Data for Climate Research

53

AUGENBLICKIT: WELTWEIT ERSTE AGILE BATTERIEZELLFERTIGUNG ERÖFFNET

AUGENBLICKIT: World's First Agile
Battery Cell Production Facility
Opened



HORIZONTE / HORIZONS

54 – 56

NEUE MATERIALIEN: VIRTUELLES MATERIALDESIGN FÜR MINERALISCHE BAUSTOFFE

New Materials: Virtual Design of
Mineral-based Building Materials

57

ALUMNAE HEUTE: „CHEMIE ERKLÄRT, WIE DAS LEBEN FUNKTIONIERT – DAS IST UNFASSBAR COOL“

Alumnae Today: “Chemistry Explains
How Life Works – That’s Incredibly
Cool”

58

IMPRESSUM

Imprint



Daten sammeln fürs Klima

MESSTATIONEN ERHEBEN KONTINUIERLICH DATEN, UM AUSTAUSCHPROZESSE ZWISCHEN DER LANDOBERFLÄCHE UND DER ATMOSPHERE BESSER ZU VERSTEHEN

VON ANTJE KARBE

Klimaforschung ist Grundlagenforschung. Solange wir nicht in der Zeit reisen können, ist die Menschheit darauf angewiesen, künftige Klimaszenarien zu berechnen. Um einschätzen zu können, welche Umweltbedingungen kommende Generationen erwarten und wie Ökosysteme darauf reagieren, braucht es in erster Linie Daten: Zu Parametern wie Temperatur, Niederschlägen oder dem Austausch von Treibhausgasen sowie ihren jeweiligen Wechselwirkungen.

So komplexe Fragestellungen in der Praxis greifbar zu machen, ist Dr. Rainer Gasches Job. Der Wissenschaftler ist seit fast zehn Jahren für die Technik an den Messstationen eines voralpinen Observatoriums zuständig, die das KIT in Oberbayern betreibt. Als Teil eines Teams tüftelt er unter anderem in Graswang, Fendt und Rottenbuch an ausgefeilten Aufbauten, betreut Messungen und stellt den Datenfluss an das Institut für Meteorologie und Klimaforschung Atmosphärische Umweltforschung (IMKIFU), dem Campus Alpin des KIT in Garmisch-Partenkirchen, sicher.

Die Standorte seien sorgfältig gewählt, wie Gasche erklärt: „Sie liegen in drei Höhenlagen zwischen 600 und 900 Metern. Ihre mittlere Jahrestemperatur unterscheidet sich um etwa 2,5 Grad Celsius. So können wir verschiedene Klimabedingungen direkt vergleichen und sind nicht auf jahrelange Zeitreihen angewiesen, ein sogenannter „Space for Time-Ansatz.““ Zudem werden die je 300 Quadratmeter großen Flächen gemäht und gedüngt, um die intensive wie auch extensive Bewirtschaftung des Alpenvorlands zu simulieren.

Niederschläge und Neutronen

Rund um die Uhr werden hier Wetterdaten wie Temperatur, Windgeschwindigkeit und Sonneneinstrahlung aufgezeichnet. Darüber hinaus erfassen Eddy-Kovarianz-Stationen den Austausch von Treibhausgasen zwischen Erdoberfläche und Atmosphäre. In kurzen Abständen messen die Aufbauten Turbulenzen („Eddies“) und den daran geknüpften Energie-, Wasserdampf- und CO₂-Austausch. Die Anlagen des „Cosmic Ray Neutron Sensing“ messen wiederum aus dem Boden „reflektierte“ Neutronen. Die Teilchen aus dem All reagieren sensibel auf Wasserstoffkerne,



Automatisiertes
Lysimeter-Messsystem
Automated lysimeter
system

deshalb lässt sich aus der Neutronenintensität einer Umgebung auf die mittlere Feuchte im Grund schließen. So wird die Bodenfeuchte auf einer großen Fläche erfasst und ergänzt dabei Punktmessungen vor Ort und Satellitenmessungen aus dem All.

Einzelne Bodenkerne aus den Stationen hat das Team auf „Zeitreise“ in wärmere Klimabedingungen geschickt: Diese wurden mit der Pflanzendecke im Ganzen entnommen und in sogenannten Lysimetern, großen Behältern, in

andere Versuchspartellen eingesetzt. Unter den höheren Temperaturen – und damit Klimawandelbedingungen – zeichnen Sensoren beispielsweise die Parameter des Wasserhaushalts auf: Wie viele Niederschläge gehen ein, wie viel Wasser versickert oder verdunstet? Ebenfalls unterirdisch installiert sind Sammelvorrichtungen in 10 bis 140 Zentimetern Tiefe, welche die Nährstoffe des Bodenwassers analysieren, unter anderem Nitratgehalt und Nitrataustrag in Richtung Grundwasser. Und auch der Austausch der Treibhausgase Kohlenstoffdioxid,

Das Eddy-Kovarianz-Messsystem misst den Austausch von Treibhausgasen zwischen Erdoberfläche und Atmosphäre

The eddy covariance measurement system measures the exchange of greenhouse gases between the Earth's surface and the atmosphere



FOTOS: MARKUS BREIG

Der Campus Alpin ist seit 1962 in Garmisch-Partenkirchen beheimatet und gehört seit 2002 zum KIT. Die größte bayerische Klimaforschungseinrichtung besteht aus neun Arbeitsgruppen, die Veränderungen der Atmosphäre, des Wasserhaushalts und der Lebensbedingungen für Vegetation und Gesellschaft im globalen Klimawandel erforschen.

Dr. Rainer Gasche vom Institut für Meteorologie und Klimaforschung Atmosphärische Umweltforschung (IMKIFU)

Dr. Rainer Gasche from KIT'S Institute of Meteorology and Climate Research Atmospheric Environmental Research (IMKIFU)

Lachgas und Methan zwischen Boden und Atmosphäre wird an den Lysimetern bestimmt, hierfür sind Roboter und lasergestützte Technologien im Einsatz.

Bessere Zukunftsmodelle

An jedem Standort speist eine Vielzahl technischer Geräte Einzelwerte ein, die virtuell zusammengeführt und analysiert werden. Sie sind die Basis zur Kalibrierung von Prozessmodellen, die zur Berechnung von Zukunftsszenarien eingesetzt werden. „Früher hat man



solche Szenarien statistisch berechnet“, sagt Gasche. „Aber Entwicklungen sind selten linear, sondern von vielen Faktoren abhängig. Mit der prozessorientierten Modellierung versuchen wir, möglichst viele Einflüsse einzubeziehen und bessere Zukunftsprognosen zu entwickeln.“

Lassen die Ergebnisse schon Prognosen zu? „Der voralpine Bereich wird sehr sensitiv auf Temperaturänderungen reagieren“, ist er überzeugt. Dabei entstünden unerwartete Effekte: Weil Mikroorganismen bei Wärme vermehrt auf die Nährstoffe in Boden und Pflanzen zugreifen, könnte dies Ernteerträge erst mal steigern. „Langfristig besteht aber die Gefahr, dass die Nährstoffvorräte schrumpfen und Böden verarmen.“ Die Frage, wie viel Dünger Böden brauchen, wird dann immer wichtiger. Die Forschenden hoffen, mit ihren Daten zu einer nachhaltigen Bewirtschaftungsstrategie beitragen zu können.

Klimaforschung braucht Vernetzung

Längst geht Klimaforschung über lokale Grenzen hinaus, der Klimawandel ist schließlich ein globales Phänomen. So stehen Graswang, Fendt und Rottenbuch als Messplattform auch Forschenden anderer Einrichtungen zur Verfügung. Unter anderem nutzt das interdisziplinäre Projekt SUSALPS die Daten, um Unterstützungstools für eine nachhaltige Landwirtschaft zu entwickeln.

Die Messstationen sind in das bundesweite Netzwerk ICOS D (Integrated Carbon Observation System) mit anderen Observatorien eingebunden. Und sie sind Standorte des Projekts TERENO (Terrestrial Environmental Observatories), in dem verschiedene Helmholtz-Zentren Messergebnisse aus ganz Deutschland zusammentragen. „Bei TERENO werden über einen Zeitraum von jetzt 15 Jahren Daten erhoben – ungewöhnlich lange für ein Forschungsprojekt“, sagt Gasche. „Möglich ist das, weil sich die Helmholtz-Gemeinschaft der Grundlagenforschung verschrieben hat.“

Und so entsteht ein Jahr für Jahr wachsender „Datenteppich“, für den alle Beteiligten viel Geduld, Zeit und Feinarbeit aufbringen. Zu ihrer Arbeit gehört zudem ein gutes Stück Idealismus: Soll er doch für die nächste Generation eine optimale Grundlage sein, um auch praktisch mit den Folgen des Klimawandels umzugehen. ■



Rainer Gasche untersucht die Bodenkerne im Lysimeter

Rainer Gasche examines the soil cores in the lysimeter

Collecting Data for Climate Research

Every Day, Measurement Stations Capture Data to Support the Understanding of Atmospheric Processes and the Modeling of Future Scenarios

TRANSLATION: FACHÜBERSETZUNGEN HUNGER/ALTMANN GBR

We need data to assess the environmental conditions future generations will face and how ecosystems will react to these conditions: For example, data is gathered on parameters such as temperature precipitation, the exchange of greenhouse gases, and on their interactions.

Researcher Dr. Rainer Gasche works on the practical aspects of such questions. He oversees the technical implementation of measurement stations located in a pre-alpine observatory operated by KIT in Southern Germany near KIT's Campus Alpine. Graswang, Fendt, and Rottenbuch are the stations where he and his team devise measuring setups and make sure that the flow of data to the Institute of Meteorology and Climate Research Atmospheric Environmental Research (IMKIFU) stays steady.

The stations are located at different altitudes ranging from 600 to 900 meters and vary in annual temperature up to 2.5 degrees. "This allows us to directly compare the climate conditions and relieves us of establishing time series models over years in a so-called space-for-time substitution," says Gasche. Moreover, parts of the experimental areas are mowed and fertilized to simulate both intensive and extensive farming in the Alpine foothills.

Weather data such as temperature and solar radiation are recorded here 24/7. The researchers also operate eddy covariance stations to record turbulences, so-called "eddies", and the associated exchange of energy, water vapor, and CO₂. Another technique, called Cosmic Ray Neutron Sensing, measures moisture in the ground using neutrons "reflected" by the soil. The team also samples individual soil cores with their vegetation cover at the stations and places them in "lysimeters" (large intact soil monoliths) in other experimental plots at lower altitude. With that the lysimeters are exposed to higher temperatures, i.e., climate change conditions, and sensors record all parameters of water balance.

The researchers rely on this data when calculating future scenarios. "We use process-oriented modeling to incorporate as many influencing factors as possible," says Gasche. The sites are also part of the "Tereno" (Terrestrial Environmental Observatories) project, which links data from many Helmholtz centers. "Tereno has been collecting data for almost 15 years now," adds Gasche. "This is only possible thanks to the commitment of the Helmholtz Association to fundamental research." ■