



Tropfsteine

Klimaarchiv
aus Kalk

Plastikmüll

Anders als
erwartet

Hitzewellen

Die leisen
Killer

Grace

Feinstaubmessung
im Wettbewerb

FORSCHUNG

Tropfsteine: Klimaarchiv aus Kalk	4
Unterwasservulkane: Bildung untermeerischer Erzlagerstätten untersucht	5
Plastikmüll in Flüssen: Anders als erwartet	6
Hitzewellen: Die leisen Killer	7
Waldmonitoring mit Künstlicher Intelligenz	7
Die finanziellen Auswirkungen der Klimakrise	8

IN KÜRZE

Der Nachwuchs trifft sich	8
Besuch aus Shanghai	8

MENSCHEN

Dr. Jörg Helmschrot	9
Dr. Philipp Gasch	9
Dr. Teba Gil-Diaz	9

KLIMABÜRO

Klimafolgenanpassung im städtischen Umfeld	9
--	---

GRACE

Feinstaubmessung im Wettbewerb	10
--------------------------------------	----

THINKTANK

Think Tank „Industrielle Ressourcenstrategien“	10
--	----

DIREKT ANGESPROCHEN

ICON-ART: Open-Source Lizenz für das kombinierte Wetter- und Klimamodell	11
--	----

BESONDERE PUBLIKATIONEN

Zeit gewinnen – Extremwetter früher erkennen.....	12
---	----

IMPRESSUM**Herausgeber**

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
KIT-Zentrum Klima und Umwelt

Campus Nord
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Campus Süd
Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe

KIT-Zentrum Klima und Umwelt,
Geschäftsstelle
Telefon: +49 721 608-28592

Koordination

Dr. Kirsten Hennrich
E-Mail: kirsten.hennrich@kit.edu

Redaktion und Satz

sciencerelations.de

Layout

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
AServ – HA-Dok – CrossMedia – Grafik

Druck

Uhl-Media GmbH, Bad Grönenbach

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier
mit Druckfarben auf Basis nachwach-
sender Rohstoffe, ausgezeichnet mit
dem Umweltzeichen Blauer Engel.

Download als PDF (dt./engl.) unter
www.klima-umwelt.kit.edu

Juni 2024

Titelfoto:

Messstation auf Nea Kameni
(Foto: Dr. Alexandre Peillod)





Liebe Leserinnen und Leser,

in der Welt der Wissenschaft gibt es unzählige Phänomene, die unser Verständnis von Umwelt und Klima prägen, manche sind offensichtlich, andere nicht. So sind Tropfsteine in Höhlen nicht nur faszinierende Formationen, sondern auch ein Fenster in die Vergangenheit des Klimas.

Unter der Wasseroberfläche liegen verborgene Welten voller Geheimnisse. Unterwasservulkane formen nicht nur die Ozeanböden, sondern können auch Auswirkungen auf das globale Klima haben. Ihre Erforschung eröffnet uns ein tieferes Verständnis der Ozeandynamik und ihrer Verbindung zur Erdatmosphäre.

Doch nicht alle Herausforderungen sind so sichtbar wie ein Vulkan. Hitzewellen, die sich leise über unsere Städte legen, sind fühlbar und auch eine tödliche Bedrohung. Ihre Auswirkungen auf die Gesundheit und die Wirtschaft sind gravierend und erfordern eine koordinierte Anstrengung, um uns besser vorzubereiten und zu schützen. Es ist wichtig, die finanziellen Auswirkungen der Klimakrise zu verstehen und Anpassungsstrategien im städtischen Umfeld zu entwickeln. Vielleicht kann eine präzise Feinstaubmessung im Wettbewerb ebenfalls dazu beitragen, die Luftqualität in unseren Städten zu verbessern und die Gesundheit der Bevölkerung zu schützen.

Auch in unseren Flüssen verstecken sich unsichtbare Gefahren. Der Plastikmüll, der unsere Gewässer verschmutzt, besteht größtenteils

aus winzigen Partikeln, die schwer zu entfernen sind und große Schäden in den Ökosystemen anrichten. Ein Umdenken in unserem Umgang mit Plastik und verstärkte Bemühungen zur Müllvermeidung sind dringend erforderlich, um unsere Wasserressourcen zu schützen.

Aber es ist nicht alles düster in der Welt der Umweltforschung. Neue Technologien wie die Künstliche Intelligenz ermöglichen es uns, Wälder effektiver zu überwachen und zu schützen. Diese Fortschritte könnten entscheidend sein, um die negativen Auswirkungen der Klimakrise auf unsere Wälder zu mindern.

Letztendlich geht es darum, Zeit zu gewinnen – Zeit, um uns besser vorzubereiten, zu adaptieren und Extremwetterereignisse frühzeitig zu erkennen. Die Herausforderungen mögen groß sein, aber mit Engagement, Innovation und Zusammenarbeit können wir sie bewältigen.

Mit freundlichen Grüßen,

Ihr Prof. Dr. Oliver Kraft, Vizepräsident Forschung



Nürnberg – seine Stadtgeschichte, dendrologische Auswertungen und die Untersuchung eines Stalagmiten liefern Erkenntnisse über das Klima vergangener Jahrhunderte. (Foto: Sina Ettmer, Adobe Stock)

Tropfsteine: Klimaarchiv aus Kalk

Ein transdisziplinäres Projekt macht Rekonstruktion der Wetterverhältnisse vergangener Jahrhunderte präziser.

Je genauer Klimamodelle Wetterereignisse vergangener Jahrhunderte modellieren können, umso präziser werden ihre Vorhersagen auch für die Zukunft. Klimawissenschaftlerinnen und -wissenschaftler haben deshalb ein großes Interesse daran, Wetterverläufe im Nachhinein möglichst exakt zu rekonstruieren. Einem Team um Dr. Elisabeth Eiche vom Institut für Angewandte Geowissenschaften hat dafür Tropfsteine, genauer Stalagmiten, untersucht.

In einer transdisziplinären Zusammenarbeit haben die Forschenden aus Geochemie, Geologie, Biologie, Umwelt- und Astrophysik sowie Geschichtswissenschaften die sich jährlich ändernden Kalkablagerungen auf einem Tropfstein aus der fränkischen Schweiz analysiert und mit Jahresringen von Bäumen sowie Eintragungen in Nürnberger Archiven verglichen. Das Er-

gebnis: Die Übereinstimmungen sind recht genau. Das ermöglicht eine präzisere Rekonstruktion der Wetterverhältnisse und insbesondere von Wetterextremen vergangener Jahrhunderte.

Seit langem nutzen Forschende in der Klimawissenschaft Baum-

ringe und Eisbohrkerne, um die Klimageschichte der Erde zu erforschen. Tropfsteine hingegen sind immer noch ein relativ neues natürliches Klimaarchiv. Daher musste das Team, an dem Forschende des KIT und der Universität Heidelberg beteiligt waren, zunächst Grundlagenforschung

betreiben: So haben sie drei Jahre in einer geeigneten Höhle das Tropfwasser überwacht. Das war nötig, um die Lagen eines Stalagmiten hinsichtlich von Wetter- und Umweltveränderungen richtig interpretieren zu können.

Mit einem so genannten Sekundär-Ionen-Massenspektrometer an der Universität Heidelberg konnten die Forschenden dann die Kalkablagerungen im Tropfstein extrem hochaufgelöst untersuchen, so dass sie von der zeitlichen Auflösung her mit historischen Daten abgeglichen werden konnten. Ein Aspekt dabei waren Isotopenanalysen, wie Elisabeth Eiche sagt: „In der Höhle sind die Umweltbedingungen konstant. Änderungen in der Isotopenzusammensetzung liegen an veränderten Wetter- und Umweltbedingungen an der Erdoberfläche.“ Isotopenschwankungen bei dem im Kalk gebundenen Sauerstoff



Baumscheiben dokumentieren nur das Wetter im Sommer – Tropfsteine zeichnen das Geschehen ganzjährig auf. (Foto: BackgroundHolic, Adobe Stock)

Unterwasservulkane

Bildung untermeerischer Erzlagerstätten untersucht

Magma transportiert geschmolzene Gesteine, Gase und Metalle aus dem Erdinneren an die Oberfläche. Dr. Simon Hector vom Institut für Angewandte Geowissenschaften (AGW) hat die Prozesse erforscht, durch die Metalle aus dem Magma freigesetzt werden und zur Bildung von untermeerischen Erzlagerstätten beitragen.

Das Team aus Forschenden vom KIT, aus der Schweiz und Griechenland arbeitete mit Proben von erstarrtem Magma des Unterwasservulkans Kolumbo in der Nähe der Insel Santorini. „Durch die Analyse der Gesteinsproben und durch Modellierungen konnten wir zeigen, dass es während der Abkühlung und Entgasung zu einer Verarmung des Magmas an Metallen kommt“, sagt Simon Hector.

So bilden in magmatischen Sulfiden enthaltene Metalle flüchtige Verbindungen, die mit vulkanischen Gasen Richtung Meeresboden transportiert werden. Zugleich mischt sich die magmatische Schmelze mit kaltem Meerwasser, wodurch Sulfide ausfallen. Diese bilden massive Sulfidablagerungen, so genannte Schwarze Raucher.

„Die Untersuchungen verbessern unser Verständnis der komplexen magmatischen Prozesse“, sagt Professor Jochen Kolb, Leiter der Abteilung Geochemie und Lagerstättenkunde am AGW: „Sie liefern uns zudem Informationen über die Umweltauswirkungen vulkanischer Aktivitäten.“ ■



Die Messstation auf Nea Kameni mit Santorini im Hintergrund. (Foto: Dr. Alexandre Peillod)



Ein Stalagmit als Klimaarchiv. (Foto: Dr. Philipp Holz)

deuten auf Veränderungen im Wasserhaushalt und beim Kohlenstoff in der Vegetation hin.

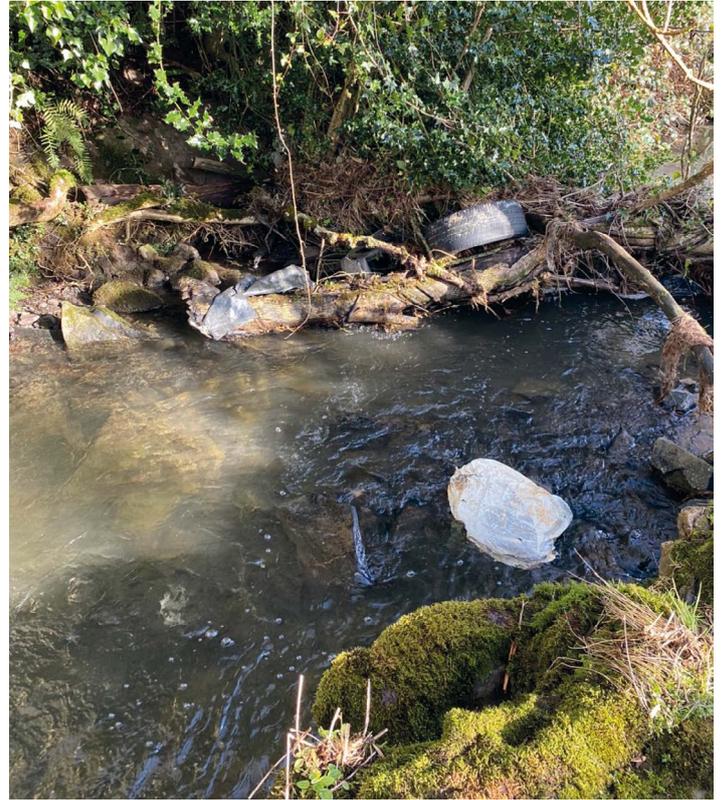
„Tropfsteine wachsen nicht wie Bäume nur im Sommer, sondern das ganze Jahr über“, erläutert Eiche. So erhalte man ein vollständigeres Bild vom Jahresverlauf. Den haben Historikerinnen und Historiker mit Überlieferungen aus dem Staatsarchiv Nürnberg abgeglichen. „Bäume oder Tropfsteine zeichnen objektiv auf, was in der Umgebung passiert“, so die Geochemikerin: „Menschen sind bei der Niederschrift viel subjektiver.“

Und doch sind die Verwaltungsaufzeichnungen im Staatsarchiv präzise genug, um bestimmte Beobachtungen zu erklären, die sich aus der Analyse des Tropfsteins ergeben: „Aus den Kalkablagerungen könnte man beispielsweise schließen, dass es in bestimmten Jahren sehr trockene Winter und viel Feuchtigkeit im Frühjahr gab“, so Eiche: „Die historischen Quellen teilen uns aber mit, dass die Winter einfach

nur sehr kalt waren. Der Niederschlag war ganz durchschnittlich.“ Des Rätsels Lösung: An Brücken bildeten sich Eisdämme, die den Fluss aufstauten. Im Zuge der Schneeschmelze führte das zu Überschwemmungen – „was wir auch in den Kalkablagerungen sehen“, erklärt Eiche.

Der Höhepunkt der kleinen Eiszeit zu Beginn des 17. Jahrhunderts lässt sich im Tropfstein ebenso nachweisen wie die Auswirkungen des Ausbruchs des Vulkans Tambora 1815 in Indonesien, auf den in Mitteleuropa Jahre ohne Sommer folgten. „Wir haben aber Hinweise auf ähnlich kalte Sommer gefunden, die wir noch keinem Vulkanausbruch zuordnen können“, so die Wissenschaftlerin. Hier gibt der Tropfstein also Anlass zu weiteren Forschungen.

Dafür ist und war allerdings viel Herzblut der Beteiligten nötig, denn das Projekt erhielt außer einigen Reise- und Sachmitteln fast keine Finanzierung. Eiche: „Wir haben das alle im Wesentlichen aus Faszination für das Thema gemacht.“ Der Nutzen für Klima- und Geschichtsforschung dürfte unbestreitbar sein – und die Hoffnung bleibt, dass für solche transdisziplinären Projekte geeignete Förderprogramme geschaffen werden. ■



Plastikmüll verunreinigt nicht nur Meere, sondern auch Flüsse und Bäche. (Foto: James Lofty)

Plastikmüll in Flüssen: Anders als erwartet

KIT-Forschende entwickeln ein Modell zum Verhalten von Plastik in fließendem Wasser

Plastik verschmutzt überall die Umwelt – auch die Flüsse. Bisher ist wenig darüber bekannt, wie sich Plastik in fließendem Wasser bewegt, wo es sich verteilt und ansammelt. Mit Kollegen aus dem Vereinigten Königreich und den Niederlanden entwickelt Professor Mario Franca vom Institut für Wasser und Umwelt (IWU) deshalb Modelle, um das Verhalten von Plastik in Flüssen besser zu verstehen. „Als Ingenieure können wir recht gut simulieren, wie sich Sedimente im Fluss bewegen“, sagt Franca: „Aufbauend auf diesem Wissen entwickeln wir eine vollständige Theorie der Mechanik des Plastiktransports.“

Ihre Untersuchungen haben die Forscher in Laborrinnen durch-

geführt. Dabei haben sie wegen der Hauptmerkmale von Kunststoffen, ihrer Form und ihrem Auftrieb, deutliche Unterschiede zu natürlichen Sedimenten festgestellt. „Die Oberflächenspannung, die auf die Kunststoffe an der Wasseroberfläche wirkt, hat beispielsweise einen erheblichen Einfluss“, so Franca: „Plastik kann sich wegen der Oberflächenspannung an der Wasseroberfläche ansammeln.“

Auch die Eigenschaften verschiedener Arten von Plastik in fließendem Wasser variieren stark: Je nach Material können Plastikpartikel im Wasser sinken oder steigen. Die vertikale Bewegung verläuft jedoch anders, als Forscher bisher dachten. Das wird in gängigen Theorien für

in Suspension befindliche Sedimente nicht berücksichtigt.

„Wir haben jetzt ein konzeptionelles Modell, das die Wahrscheinlichkeit beschreibt, Plastik in fließendem Wasser zu finden“, so Franca. Dafür unterteilen die Forscher den Fluss in drei Schichten: Die oberflächennahen Schicht, wo die Oberflächenspannung wichtig ist, die untere Schicht, wo die Interaktion mit dem Flussbett stattfindet, und eine mittlere Schicht, in der Strömungsturbulenzen das Plastik in Suspension halten.“

Es sind jedoch weitere Untersuchungen erforderlich, um komplexere Bedingungen und mehr Arten von Plastik zu testen und das konzeptionelle Modell

in ein anwendbares Modell zu verwandeln. „Dann können wir die wahrscheinlichsten Anheftungsstellen von Plastik identifizieren“, sagt Franca: „Dieses Wissen ist entscheidend, damit wir Reinigungsmaßnahmen weiter verbessern und die Flüsse effizient von Plastikpartikeln befreien können.“

Die Forscher vom IWU haben neben Flüssen städtische Entwässerungssysteme im Blick. Diese transportieren ebenfalls viel Plastik. „Wir müssen besser verstehen, wie sich Plastik auf unseren Straßen bewegt, um sie effizient zu reinigen und Verstopfungen unserer städtischen Entwässerung zu vermeiden“, bezieht sich Mario Franca auf ein neues Projekt. ■



Daten der Publikation: James Lofty, Daniel Valero, Antonio Moreno-Rodenas, Biruk S. Belay, Catherine Wilson, Pablo Ouro, Mário J. Franca, On the vertical structure of non-buoyant plastics in turbulent transport, Water Research, Volume 254, 2024, 121306, ISSN 0043-1354, <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.121306>.

IWA WATER RESEARCH
the international water association
A Journal of the International Water Association

Hitzewellen: Die leisen Killer

Langfristige Vorhersagen sollen Schutz für empfindliche Bevölkerungsgruppen verbessern

„2003 war ein Weckruf“, sagt Professor Andreas Fink, Leiter der Gruppe „Tropische Meteorologie“ am Institut für Meteorologie und Klimaforschung. Damals wurde der Öffentlichkeit im heißen August bewusst, was Hitzewellen bedeuten. Von 7.000 bis 9.000 zusätzlichen Toten durch extreme Temperaturen gehen Statistiker für Deutschland aus. Damit eine angemessene Vorbereitung auf solche Katastrophen möglich wird, arbeitet Fink mit seinem Team daran, die Vorhersagen für Hitzewellen zu verbessern.

Schon heute sind Prognosen recht genau, wie Fink feststellt: „Wir können in den meisten Fällen etwa drei Tage im Voraus eine Hitzewelle, ihre Stärke und Ausdehnung robust vorhersagen.“ Damit sich Krankenhäu-

ser und Seniorenheime, wo die verletzlichsten Menschen leben, gut vorbereiten können, sei aber ein Vorlauf von zwei oder besser drei Wochen nötig.

Dafür arbeitet Finks Team mit Kooperationspartnern wie dem Deutschen Wetterdienst oder dem Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage

(EZMW) zusammen. Am EZMW laufen beispielsweise neue Rechenmodelle, die für das Re-forecasting wichtig sind – also die rückblickende Wettervorhersage. Dabei werden deutlich verbesserte Vorhersagemethoden bei der Berechnung bereits vergangener Wetterereignisse eingesetzt. „Da wir den tatsächlichen Wetterverlauf ken-

nen, können wir beurteilen, ob die neuen Vorhersagemethoden auch zukünftige Prognosen genauer machen“, so Fink.

Sein Team will aber auch herausfinden, was in den nächsten 50 bis 80 Jahren auf uns zukommt. Dazu beteiligt sich Finks Gruppe am Projekt „DesAttHeat“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Die Folgen der Klimakatastrophe in Bezug auf immer stärkere Hitzewellen besser benennen zu können, sieht Fink auch als Mittel, um die Öffentlichkeit weiter zu sensibilisieren: „Hitzewellen sind leise Killer“, so Fink: „Überschwemmungen sorgen regional für schlimme Verwüstungen. Bei extremen Temperaturen sterben kranke und alte Menschen nahezu unbemerkt. Das können wir nicht akzeptieren.“ ■



Hitzewellen kosten Leben - meist unbemerkt.
(Foto: KukiLadrondeGuevara, Adobe Stock)

Waldmonitoring mit Künstlicher Intelligenz

Großflächige Untersuchungen werden möglich

Vielen europäischen Wäldern geht es schlecht. Die Schadenserken- nung ist jedoch perso-

hat nun Luftbilder von Wäldern mit Hilfe Künstlicher Intelligenz ausgewertet.

nahmen gemacht werden“, sagt Schwarz. Im ersten Schritt musste sie einen Algorithmus auf die Erkennung abgestorbener Bäume trainieren. Dazu hat sie händisch auf den Bildern braune und graue Baumkronen markiert. Das System hat dann gelernt, mit großer Sicherheit selbständig tote Bäume zu identifizieren.

Einzelbäume. Allerdings sind bei ihnen Schäden auch schwieriger zu identifizieren, wie die Geoökologin festgestellt hat: „Unter geschädigten Laubbäumen findet sich zumeist Unterwuchs, der bei Nadelbäumen fehlt.“

Schwarz schätzt an ihrem Projekt besonders, dass mit Hilfe der Künstlichen Intelligenz große Mengen an Daten produziert und ausgewertet werden können. Das ist von großem Nutzen für großflächige Untersuchungen, um herauszufinden, an welchen Standorten Bäume während Dürren besonders gefährdet sind. Nun hofft sie, dass ihre Erkenntnisse tatsächlich Eingang in die Forstwirtschaft finden – für einen an den Klimawandel angepassten Umbau der Wälder. ■



Tote Bäume im Wald – KI identifiziert sie auf Satellitenbildern.
(Foto: S. Schwarz)

nal- und zeitaufwändig. Selina Schwarz, Doktorandin in der Gruppe „Pflanzen-Ökophysiologie“ am Institut für Meteorologie und Klimaforschung Atmosphärische Umweltforschung,

Dafür hat die Geoökologin Luftbilder luxemburgischer Wälder genutzt – „zum einen, weil diese Bilder frei zugänglich sind, zum anderen, weil im Großherzogtum jährlich neue Auf-

Deutlich wurde: Die Totbestände haben sich in den trockenen Jahren von 2017 bis 2020 verzehnfacht. Etwa ein Prozent des luxemburgischen Waldbestands dürften mittlerweile eingegangen sein, wobei Nadelbäume stärker betroffen sind als Laubbäume. „Bei Nadelbäumen finden wir oft große abgestorbene Bestände“, sagt Schwarz. Bei Laubbäumen seien es zumeist

Die finanziellen Auswirkungen der Klimakrise

Resilienz betroffener Volkswirtschaften müssen gestärkt werden

Die Klimakrise trifft kleine Inselentwicklungsländer (SIDS) besonders stark. Sie sind extrem anfällig für Naturkatastrophen und für die daraus resultierenden finanziellen Belastungen: Laut einem Bericht des Cambridge Institute for Sustainability Leadership (CISL) und des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) könnten einige SIDS in besonders katastrophalen Jahren Verluste erleiden, die bis zu 100 Prozent ihres Bruttoinlandsprodukts (BIP) entsprechen. Für diese Einschätzung hat das Team anhand der weltweit größten Katastrophendatenbank CAT-DAT und mittels Risikoabschätzungsmodellen Risikoszenarien erstellt. Diese Methode ermöglicht es, aktuelle und zukünftige Klimarisiken präzise zu modellieren und somit besser auf die Bedürfnisse der betroffenen Länder einzugehen.

Um die massiven wirtschaftlichen Verluste der SIDS auf maximal 10 Prozent ihres BIP zu begrenzen, schlagen die Forschenden einen „Umbrella

stop-loss mechanism“ vor. Eine zentrale Rolle spielen dabei öffentlich-private Partnerschaften: „Die benötigten finanziellen Mittel könnten aus den Risikokapitalmärkten kommen und durch Beiträge wohlhabender Akteure sowie öffentliche Gelder ergänzt werden“, sagt Dr.-Ing. James Daniell, Experte für Katastrophenrisiken und Mitautor der Studie. Das Prinzip sei ähnlich wie bei Versicherungen, so Daniell weiter: „Viele zahlen relativ geringe Prämien, um im Katastrophenfall auf große Summen zugreifen zu können.“

Durch diesen Ansatz könnte die Resilienz der betroffenen Volkswirtschaften gestärkt werden – die betroffenen Länder können sich dann besser gegen die zunehmenden klimatischen Herausforderungen wappnen. Die Ergebnisse ihrer Studie haben die Forschenden bei der UN-Klimakonferenz 2023 (COP28) in Dubai präsentiert. „Sie können einen wichtigen Beitrag zur globalen Klimapolitik leisten“, so Daniell. ■



Klimakatastrophe: Kosten, die ganze Volkswirtschaften ruinieren können. (Foto: Abdul Momin, Adobe Stock)

Der Nachwuchs trifft sich

Zeigen Schwankungen im Durchmesser von Bäumen die Schwere von Dürreschäden an? Wo in Europa liegen Potentiale für Rewilding? Wie hängen Blattstickstoff und Stickstoffverfügbarkeit in nährstoffarmen Böden zusammen? Diese und weitere Fragen aus den Forschungsgebieten des Instituts für Geographie und Geoökologie (IfGG) des KIT wurden auf dem zweiten IfGG-IFU Symposium diskutiert, das am 2. und 3. Mai 2024 in Garmisch-Partenkirchen stattfand. Gastgeberinnen waren die Arbeitsgruppen des IMKIFU am KIT-Campus Alpin, der durch eine beeindruckende Alpenkulisse mit Waxenstein und Alpispitze besticht. Diese gemeinsamen Symposia sind wertvolle Gelegenheiten für Vernetzung und Austausch. Neben interessanten Vorträgen und engagierten Diskussionen umfasste das Programm auch eine Führung durch die Forschungsinfrastruktur am KIT-Campus Alpin, wo die Forschenden in Laboren und Gewächshäusern ihre Experimente durchführen. Die dritte Ausgabe des Symposiums soll im Aueninstitut Rastatt stattfinden. ■



Die zweite Ausgabe des IfGG Symposiums stand im Zeichen der Doktorierenden und Postdocs. (Foto: N. Rühr)

Besuch aus Shanghai

Während ihrer Deutschlandreise machten Prof. DAI Xioahu, Prof. WANG Ying und LI Dawei von der Tongji Universität in Shanghai einen Abstecher ans KIT und besuchten dort am 15. und 16. Mai das KIT-Zentrum Klima und Umwelt. Die Zusammenarbeit im Rahmen des Chinesisch-Deutschen Umweltzentrums zu Themen der Wasseraufbereitung und der Kreislaufwirtschaft konnte weiter vertieft werden. ■



Prof. Hirth, Vizepräsident Transfer und Internationales, (2. v.r.) spricht mit Prof. Dai von der Tongji Universität (Mitte) über mögliche gemeinsame Projektinhalte. (Foto: O. Schmidt)

Dr. Jörg Helmschrot



(Foto: Privat)

Afrika ist von den Folgen des Klimawandels besonders betroffen. Verstärkte Forschungsanstrengungen sind erforderlich, um effektive Frühwarnsysteme für andauernde Trockenperioden oder kurzfristige Flutereignisse aufzubauen. Seit Anfang 2022 arbeitet deshalb Dr. Jörg Helmschrot für das KIT IMKTRO im südlichen Afrika. Er widmet

sich der Frage, wie man dort Frühwarnsysteme im Rahmen eines verbesserten Wassermanagements etablieren kann.

Der Hydrologe ist an mehreren Projekten des Bundesministeriums für Bildung und Forschung zum Thema „Wassersicherheit im südlichen Afrika“ beteiligt. Hier leitet er das Vernetzungsvorhaben WASANet und ist Teil des Projektes Co-HYDIM-SA. Helmschrot unterstützt das KIT bei einer besseren Positionierung vor Ort.

Dafür bringt er mehr als 25 Jahre Arbeitserfahrung in Afrika, eine außerplanmäßige Professur an der Universität Stellenbosch in Südafrika und seine Netzwerke in Politik, Wirtschaft und Wissenschaft sowohl in Deutschland als auch in Afrika ein.

Zusammen mit afrikanischen Partnern hat Helmschrot ein Side-Event auf der UN-Klimakonferenz 2023 in Dubai durchgeführt: „Der globale Norden trägt eine besondere Verantwortung, dass sich gerade afrikanische Länder auf wissenschaftlich fundierter Basis mit den Folgen des Klimawandels auseinandersetzen und entsprechende Kapazitäten aufbauen können“, so Helmschrot. Er betont, dass „dabei Wissenschaftsinstitutionen wie das KIT eine führende Rolle spielen müssen“. Sein Ziel sei es, dafür einen Beitrag zu leisten. ■

Dr. Philipp Gasch



(Foto: Privat)

Dr. Philipp Gasch vom Institut für Meteorologie und Klimaforschung Troposphärenforschung (IMKTRO) entwickelt in einer Kooperation aus Wissenschaft und Industrie ein neuartiges Doppler-LIDAR, um Windströmungen von Flugzeugen aus vermessen zu können. Ein Doppler-LIDAR erfasst mittels Laserimpulsen die Geschwindigkeit von winzigen Aerosolpartikeln – z.B. Staub, Pollen oder Salzkristallen. Neu ist, dass das System mehrere LIDARs gleichzeitig verwendet. Dadurch lässt sich eine erhöhte Auflösung der Windmessung bis 100m erreichen und somit die Vermessung von kleinskaligen Turbulenzen. Das System kommt ab Sommer 2024 in einem Forschungsflugzeug der TU Braunschweig zum Einsatz. Gasch will damit klären, wie sich Luftströmungen in der Umgebung von Gewitterzellen, Waldbränden oder Bergtälern verhalten. ■

Dr. Teba Gil-Diaz



(Foto: Privat)

Dr. Teba Gil-Diaz, vom Institut für Angewandte Geowissenschaften, wird durch das Young Investigator Group Preparation Program (YIG Prep Pro) des KIT gefördert. YIG Prep Pro unterstützt vielversprechende Nachwuchsforschende dabei, eine eigene Forschungsgruppe aufzubauen. Dr. Gil-Diaz' Forschungsschwerpunkt ist die Verteilung und der Verbleib von technologiekritischen Elementen (TCEs) in aquatischen Systemen, die möglicherweise durch den Kreislauf neuer Technologien (grüne Energien, Smartphones, usw.) in die Umwelt gelangen können. Ihr Ziel ist es, die analytische Leistung und die Vorhersagefähigkeit geochemischer Modelle zu verbessern, um die Nachhaltigkeit der Umwelt durch eine Risikobewertung zu gewährleisten. „Diese ist derzeit für TCEs noch weitgehend unbekannt“, so Gil-Diaz. ■

Klimafolgenanpassung im städtischen Umfeld

Ein intensiver Austausch mit Kommunen führt zu gegenseitigem Lernen

Städte und Gemeinden sind von den Folgen des Klimawandels besonders betroffen. Hochwasserereignisse, Hitzeinseln in Stadtquartieren und Stürme gefährden nicht nur Mensch und Gesundheit, sondern auch die kommunale Infrastruktur.

Es ist daher unerlässlich, dass Kommunen Maßnahmen ergreifen, um sich an den Klimawandel anzupassen und gleichzeitig einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Viele Kommunen haben bereits Schritte im Bereich energetische Sanierung, Ausbau ÖPNV oder Förderung erneuerbarer Energien unternommen, um klimaneutral zu werden. Aber sie müssen sich auch zunehmend an die Folgen des Klimawandels anpassen. Genau aus diesem Grund treffen sich in Baden-Württemberg seit vielen Jahren Vertreterinnen und Vertreter

der Kommunen in der Arbeitsgruppe Klimawandel und Klimafolgenanpassung, dieses Jahr in Stuttgart.

Organisiert wird dieses Treffen von der Abteilung Stadtklimatologie Stuttgart und dem Amt für Umwelt- und Arbeitsschutz der Stadt Karlsruhe in enger Zusammenarbeit mit dem Städtetag Baden-Württemberg. Auch das Süddeutsche Klimabüro war wieder mit dabei. Die Themen reichten von einheitlichen Zielgrößen in Monitoringberichten über die Vorstellung wissenschaftlicher Projekte bis hin zu Kurzberichten einzelner kommunaler Anpassungsstrategien. Die Besichtigung des Stadtteils „Neckarpark“ als neues Wohn- und Arbeitsquartier war ein besonderes Highlight, da die Anpassung an den Klimawandel von Anfang an mitgedacht wird. ■



Beeindruckende Ideen: Hackathon zu Feinstaub. (Fotos: Schenk)



Feinstaubmessung im Wettbewerb

GRACE nutzt Hackathon als neues Ausbildungsformat

Die Graduiertenschule GRACE hat ein neues Ausbildungsformat für Promovierende eingeführt: EcoHive: ein Hackathon, der Wettbewerb mit Lehraspekten verbindet. Vor dem Event gab es eine Auftaktveranstaltung, in der sich die Teilnehmenden mit dem Thema des Hackathons „Feinstaub“ vertraut machen konnten. Die 17 Teilnehmenden mit unterschiedlichen fachlichen

Hintergründen bildeten Teams, in denen sich ihre Expertisen gut ergänzten.

Für den Hackathon Mitte April konnte GRACE Messdaten aus Augsburg und dem griechischen Thessaloniki nutzen. Während eines Wochenendes arbeiteten die Teams 24 Stunden lang an vorgegebenen Challenges. So sollten die Teilnehmenden durch

maschinelles Lernen ungenaue Feinstaubsensoren identifizieren, Apps zur Navigation durch feinstaubbelastete Gebiete entwickeln oder Feinstaubdaten mit anderen Umweltparametern wie Bebauung oder Verkehrsdichte verknüpfen.

Eine sechsköpfige Jury bewertete die Lösungen, „die uns sehr beeindruckt haben“, so Dr. An-

dreas Schenk, wissenschaftlicher Koordinator von GRACE: „Deshalb wollen wir den Hackathon jetzt regelmäßig durchführen.“ Dazu wünscht er sich weitere Datensätze aus dem Bereich der Klima- und Umweltforschung, um den Promovierenden neue Herausforderungen zu bieten. ■

Weitere Infos unter:
www.grace.kit.edu

Think Tank „Industrielle Ressourcenstrategien“

Nicht nur auf die Versorgungssicherheit kommt es an

Staaten schauen verstärkt auf ihren – vermeintlichen – eigenen Vorteil. Dadurch werden Abhängigkeiten insbesondere im Bereich der Rohstoffversorgung riskanter. Diese besser zu verstehen und Alternativen zu entwickeln, ist eine der Aufgaben des Think Tanks „Industrielle Ressourcenstrategien“ am KIT.

„Im Think Tank haben wir analysiert, woher Deutschland ausgewählte Rohstoffe bezieht“, sagt Jasemin Ölmez vom Institut für Angewandte Geowissenschaften (AGW). Besonders gefährlich sind Monopolstellungen: Dies betrifft nicht nur die Ge-

winnung von Erzen aus wenigen Ländern, die in andere Länder mit günstigen Energiepreisen verschifft werden. Dort werden beim Schmelzen auch kritische Rohstoffe gewonnen. Es betrifft auch Edelmetalle für die Halbleiterindustrie, ein Nebenprodukt der Schwerindustrie. Die Forschenden des Think Tanks haben zwei Broschüren zum Potential afrikanischer Länder sowie zu Rohstofflieferketten mit Bezug zum Krieg Russlands in der Ukraine veröffentlicht.

Der Fokus lag dabei auch auf der Beachtung von Umwelt- und Sozialstandards. Große

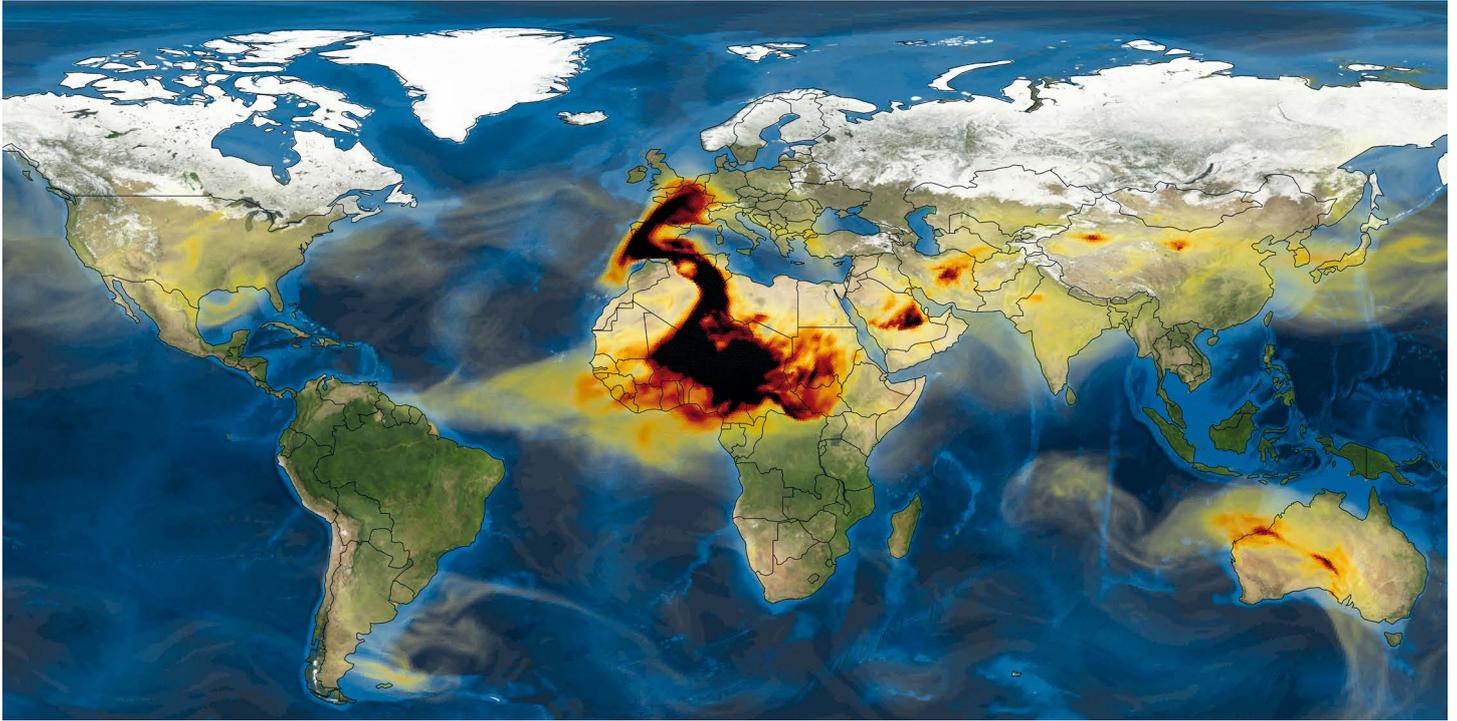
deutsche Konzerne können auf die Rohstoffgewinnung Einfluss nehmen und so Standards überwachen und Transparenz in der Lieferkette sicherstellen. Für KMUs ist das in der Regel jedoch kaum möglich. Es ist wichtig, Lieferketten zu diversifizieren, Gewinnungs- und Verarbeitungskapazitäten innerhalb der EU auf- und die Kreislaufwirtschaft auszubauen, „damit die Wirtschaft am Laufen und der hohe Rohstoffbedarf für die Energie- oder Verkehrswende verfügbar bleibt“, so Ölmez. ■

Weitere Infos unter:
www.thinktank-irs.de



Titelseite der Broschüre „Resiliente Rohstoffe“.





ICON-ART macht Verteilung und Transport von Aerosolen über den Globus vorhersagbar. (Bild: IMKTROIKIT, Daten: DWD)

Präzise Wetter- und Umweltvorhersagen sind sowohl für kurze als auch für längere Zeiträume wichtig, um bessere Strategien im Kampf gegen die Klimakatastrophe zu entwickeln. Forschende des Instituts für Meteorologie und Klimaforschung (IMK) am KIT haben dafür ICON-ART (ICOsahedral Non-hydrostatic – Aerosols and Reactive Trace gases) für die operationelle Wettervorhersage weiterentwickelt. ICON-ART ist eine Komponente des Klima- und Wettermodells ICON. Ziel von ICON-ART ist ein besseres Verständnis der Wechselwirkungen zwischen atmosphärischer Chemie und physikalischen Klimaprozessen. Nun ermöglicht es auch die Vorhersage von Luftqualität, Sichtweite und weiteren wichtigen Aerosol- und Chemievariablen.

Dafür haben die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen interaktive gas- und partikelförmige Substanzen in das Modell integriert. Mit ihnen können sie die Bewegungen atmosphärischer Luftmassen und chemische Umwandlungsprozesse in der

Atmosphäre verfolgen. Diese Tracer, wie beispielsweise Ozon oder Rauchpartikel, reagieren auf natürliche sowie von Menschen verursachte Emissionen und beeinflussen zum Beispiel durch Absorption von Sonnenstrahlung die Temperatur in der Atmosphäre.

Ursprünglich haben ICON der Deutsche Wetterdienst (DWD) – der das Wettermodell für seine Vorhersagen nutzt – und das Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-M) für Wettervorhersagen und Klimasimulationen entwickelt. Gemeinsam haben sie dann mit den ICON-Konsortiumspartnern, zu denen neben dem KIT auch das Deutsche Klimarechenzentrum (DKRZ) und das Schweizer Zentrum für Klimasystemmodellierung (C2SM) gehören, Modelle zahlreicher weiterer Komponenten des Erdsystems in ICON integriert. Dadurch ist es zu einem vollständig gekoppelten Klima- und Erdsystemmodell geworden: Denn neben der von KIT entwickelten Modellkomponente „ART“ für Aerosole und reaktive Spuren-

gase gibt es auch Komponenten für Ozeanzirkulation, marine Biogeochemie, für die Landoberfläche und hydrologische Prozesse.

Das besondere an ICON ist sein ikosaedrisches Gitter, eine Form aus 20 gleichseitigen Dreiecken zur Unterteilung der Erdoberfläche. Diese 20 Dreiecke werden bis zu Gitterweiten von einem Kilometer oder noch feiner unterteilt. So ermöglicht das Gitter eine extrem hochauflösende und nahezu gleichmäßige Abdeckung der gesamten Erdoberfläche. Das ICON-Modell verknüpft zudem nahtlos kurzfristige Wettervorhersagen mit langfristigen Klimaprognosen. „Das macht es zu einem der besten Wettermodelle weltweit“, sagt Corinna Hoese, Professorin für Theoretische Meteorologie am IMKTRO und Mitglied im ICON-Board.

Die Erweiterung von ICON durch ICON-ART hat das Modell um die Fähigkeit erweitert, Aerosole und atmosphärische Chemie sowie deren Wechselwirkungen mit dem physikalischen Zustand der Atmosphäre vorherzusa-

gen. Diese Bestandteile der Luft werden durch prognostische Gleichungen für alle relevanten Prozesse in ICON-ART simuliert und regelmäßig mit direkten Messungen mithilfe von Bodenstationen, Satelliten und Sensoren in Flugzeugen verglichen. „Dadurch konnten wir die Dynamik der Atmosphäre und die Verteilung von Tracern über atmosphärische Schichten präzise modellieren“, sagt Hoese.

Seit Ende Januar 2024 steht ICON inklusive ICON-ART unter einer Open-Source-Lizenz der Öffentlichkeit zur Verfügung. „Das macht Wissenschaft und wissenschaftliche Dienstleistungen transparenter und ermöglicht schnellere Fortschritte in einem Bereich, auf den die Gesellschaft in Zeiten des Klimawandels besonders angewiesen ist“, sagt Corinna Hoese. Die Qualität des ICON-Modells wird durch regelmäßige Updates und Tests garantiert, so dass alle Modellverbesserungen den wissenschaftlichen Standards entsprechen und robuste Ergebnisse liefern. ■

KIT-Zentrum Klima und Umwelt

Wiss. Sprecher: Prof. Dr. Christoph Hilgers
 Stellv. Wiss. Sprecher: Prof. Dr. Thomas Leisner

Sprecher Topic 1:	Atmosphäre:	Prof. Dr. Thomas Leisner
Sprecher Topic 2:	Wasser:	Prof. Dr. Olivier Eiff
Sprecher Topic 3:	Georesourcen:	Prof. Dr. Jochen Kolb
Sprecher Topic 4:	Ökosysteme:	Prof. Dr. Nadine Rühr
Sprecher Topic 5:	Stadt.Forschung:	Prof. Dr. Michael Janoschka
Sprecher Topic 6:	Naturgefahren und Risikomanagement:	Prof. Dr. Michael Kunz
Sprecher Topic 7:	Data Science in den Klima- und Umweltwissenschaften:	Prof. Dr.-Ing. Stefan Hinz
Sprecher Topic 8:	Kreislaufwirtschaft und Umwelttechnologien:	Prof. Dr.-Ing. Volker Schulze

Zeit gewinnen – Extremwetter früher erkennen

Ursachen der schweren Unwetter in der Emilia-Romagna von 2023 geklärt

Im Mai 2023 kam es in der Emilia-Romagna zu extremen Regenfällen, die 540 km² Land überfluteten und über 65.000 Erdrutsche und 9 Milliarden Euro Schaden verursachten.

Forscher des Karlsruher Instituts für Technologie und weiterer Institutionen haben in einer Studie die Ursachen dieses Extremwetters untersucht: Mithilfe der Lagrangian-Analyse (einem Verfahren, mit dem sich die Bewegung von Luftmassen verfolgen lässt), der Analyse atmosphärischer Vorläufer des Wetterereignisses sowie hochauflösender Satelliten- und Regenmessdaten konnte das Team um Joshua Dorrington und Marta Wenta zeigen, dass eine zufällige Kollision von Luftmassen aus dem Nordatlantik, Nordafrika und dem östlichen Mittelmeerraum entscheidend zu den Rekordniederschlägen beitrugen.

Die Studie zeigt rückblickend, dass das Zusammentreffen mehrerer Feuchtigkeitstrajektorien (Wege der Feuchtigkeit in der Atmosphäre) zu einem so genannten „Compound Extreme“ geführt hat. Erste Hinweise auf dieses extreme Wetterereignis fanden die Wissenschaftler acht Tage vor seinem Auftreten – deutlich früher als herkömmliche Vorhersagemethoden, die das Ereignis erst vier Tage vorher erkennen konnten. Diese verbesserte Auswertung von Wetterdaten eröffnet neue Möglichkeiten für die Frühwarnung vor extremen Wetterbedingungen und könnte die Vorbereitungszeit verlängern. ■

Originalpublikation: Precursors and pathways: Dynamically informed extreme event forecasting demonstrated on the historic Emilia-Romagna 2023 flood



Überschwemmungen in der Emilia Romagna 2023. (Foto: UsamaR, Adobe Stock)