

Netzwerk

REKLIM-Regionalkonferenz am GFZ



Die Helmholtz-Klimainitiative REKLIM (Regionale Klimaänderungen) ist ein 2009 gegründeter Verbund von neun Forschungszentren der Helmholtz-Gemeinschaft. Ziel von REKLIM ist die Untersuchung der regionalen Auswirkungen des derzeitigen globalen Klimawandels. Die Ergebnisse tragen dazu bei, Anpassungs- und Vermeidungsstrategien zu optimieren und liefern somit eine wichtige Hilfestellung für Entscheidungsträger. Dabei spielen die jährlich ausgerichteten Regionalkonferenzen eine wichtige Rolle als Dialogplattform für die Wissenschaft sowie als Entscheidungshilfe in Politik und Verwaltung.

Teile des Systems Erde befinden sich gegenwärtig in einem tiefgreifenden Wandel. Die beobachtete Erhöhung der Lufttemperatur, die Erwärmung der Ozeane, das Abschmelzen der Gletscher und Eisschilde sowie der Meeresspiegelanstieg sind Zeichen einer signifikanten globalen Erderwärmung in den letzten Jahrzehnten. Die Auswirkungen dieser globalen Klimaveränderungen sind jedoch regional sehr unterschiedlich. Aus diesem Grund ist das langfristige Ziel von REKLIM die Entwicklung von optimierten, gekoppelten Erdsystemmodellen auf einer regionalen Skala, in denen die Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Ozean, Kryosphäre, Biosphäre, Landoberflächen und Böden berücksichtigt werden. Diese Erdsystemmodelle in Kombination mit

entsprechenden Beobachtungen sowie Datenauswertungstechniken sollen eine Einschätzung über regionale Klimaänderungen und ihre Auswirkungen auf den Lebensraum des Menschen in der Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft erlauben.

REKLIM widmet sich in speziellen Schwerpunktthemen einem besseren Verständnis und der Quantifizierung regionaler Prozesse. Diese Themen umfassen Veränderungen der atmosphärischen Zusammensetzung, der Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Ozean, Eis und Landoberflächen sowie die Meeresspiegeländerungen. Außerdem zählen dazu klimatische Veränderungen in hohen Breiten, klimatische Rückkopplungseffekte von Veränderungen der Landoberflächen sowie die Veränderung von Extremereignissen in ihrer Intensität und Häufigkeit. Das GFZ beteiligt sich verstärkt an drei REKLIM-Schwerpunktthemen.

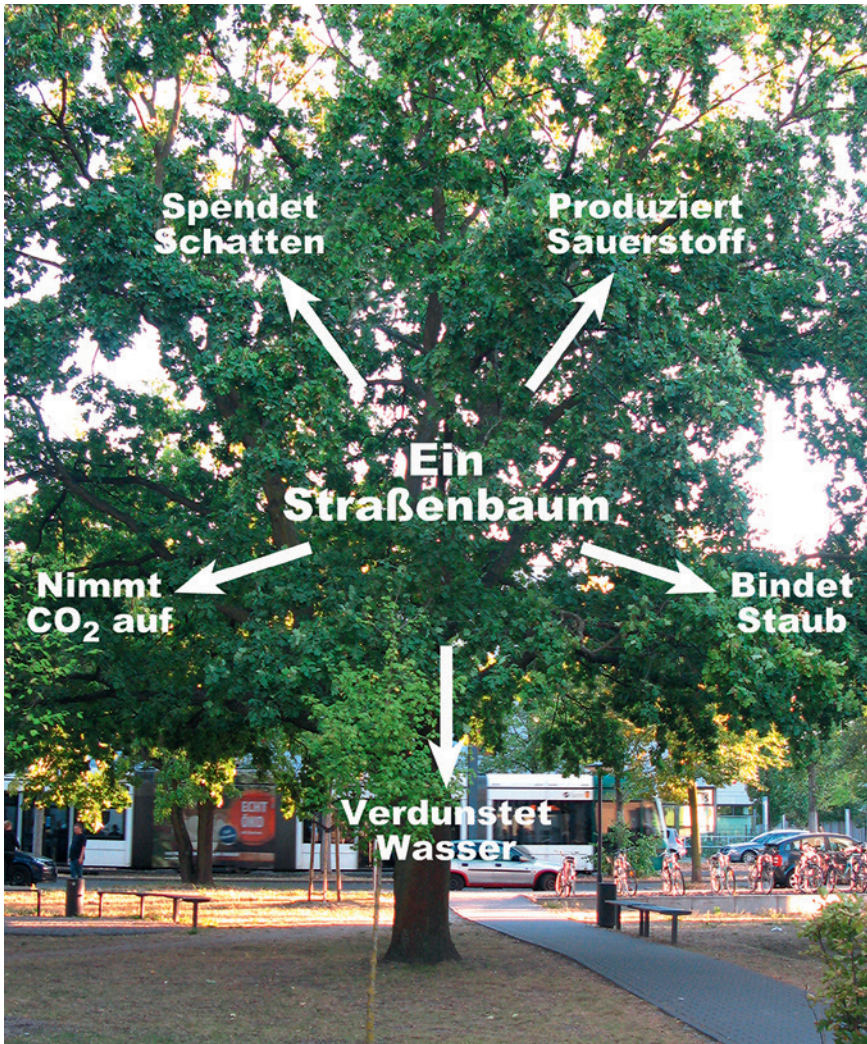
Das Schwerpunktthema „Schnelle Klimaänderungen aus Proxy-Daten“ stellt dabei Daten aus Geoarchiven zur Verfügung. Mit diesen werden Mechanismen und Prozesse, die zu verstärkten Klimasprüngen in der Vergangenheit geführt haben, erfasst und entsprechende regionale Klimamuster rekonstruiert. Für eine verbesserte Abschätzung der zukünftigen Klimaentwicklung benötigt die Klimaforschung vor allem bessere Informationen über Dauer,

Geschwindigkeit, Frequenz und regionale Muster von lang- und kurzfristigen Klimaschwankungen. Der Rückblick in die Erdgeschichte bildet eine wesentliche Basis zum Verständnis der Reaktion und der Dynamik des Klimas.

Im Thema „Landoberflächen im Klimasystem“ werden die regionalen Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosysteme, Wasserressourcen, Land- und Forstwirtschaft und deren Einflüsse auf das Klima untersucht. Die komplexe Verkettung von physikalischen, chemischen und biologischen Prozessen an der Schnittstelle zwischen Atmosphäre und Landoberfläche ist bisher unvollständig verstanden, bildet aber einen der Schlüssel für verbesserte Vorhersagen regionaler Ausprägungen des Klimawandels und der resultierenden Folgen für den Menschen. In den vier Umweltobservatorien des TERENO-Netzwerks werden die Datengrundlagen für Prozessverständnis erarbeitet. Damit können verbesserte Szenarien in der nächsten Generation von regionalen Klimamodellen generiert werden.

Die Quantifizierung der Verluste der kontinentalen Eismassen, hier insbesondere von Grönland, wird im dritten Schwerpunktthema „Meeresspiegeländerungen von globaler zu regionaler und lokaler Skala“ bearbeitet. Gegenwärtig steigen die Schmelzraten der Eismassen weltweit, und insbesondere das Verhalten des grönländischen Eisschields wird in Zukunft entscheidend sein. Eine wesentliche Unbekannte ist dabei noch die Dynamik der Gletscher und Eisströme und ihr Vermögen, Eis ins Meer zu transportieren. Weitere Fragen sind die Reaktion des Ozeans auf die Erwärmung, auf die Zufuhr von Schmelzwasser, auf die Änderung des Schwerfelds durch den schrumpfenden Eisschild und die sich ergebenden Auswirkungen auf die Küstenzonen.

Die jährlich stattfindenden REKLIM-Regionalkonferenzen sind eine ideale Dialogplattform, um sowohl die Ergebnisse aktueller Forschung den Entscheidungsträgern aus Politik und Verwaltung zu präsentieren, als auch die Bedürfnisse der Gesellschaft



Wichtige Ökosystemleistungen eines Straßenbaums in Berlin (Foto: A. Hendrich, GFZ)

an die Forschung herauszuarbeiten. Die inzwischen achte Regionalkonferenz am 25. September 2018 wurde durch das GFZ organisiert und fand auf dem Telegraphenberg in Potsdam statt. Aus aktuellem Anlass standen die Auswirkungen des Klimawandels speziell für die Ressource Wasser in Nordostdeutschland im Fokus der Veranstaltung (vgl. Beitrag von Heinrich et al. in diesem Heft, S. 38). Neben aktuellen wissenschaftlichen Ergebnissen wurden praktische Probleme der Anpassung an Extremereignisse erläutert. Fragen zur Wasserversorgung Potsdams, zu Problemen bei der Erhaltung und Pflege der

Historischen Gärten in Berlin-Brandenburg bei häufigeren Trockenphasen, sowie zum Regenwassermanagement in Berlin bei extremen Starkregen wurden diskutiert.

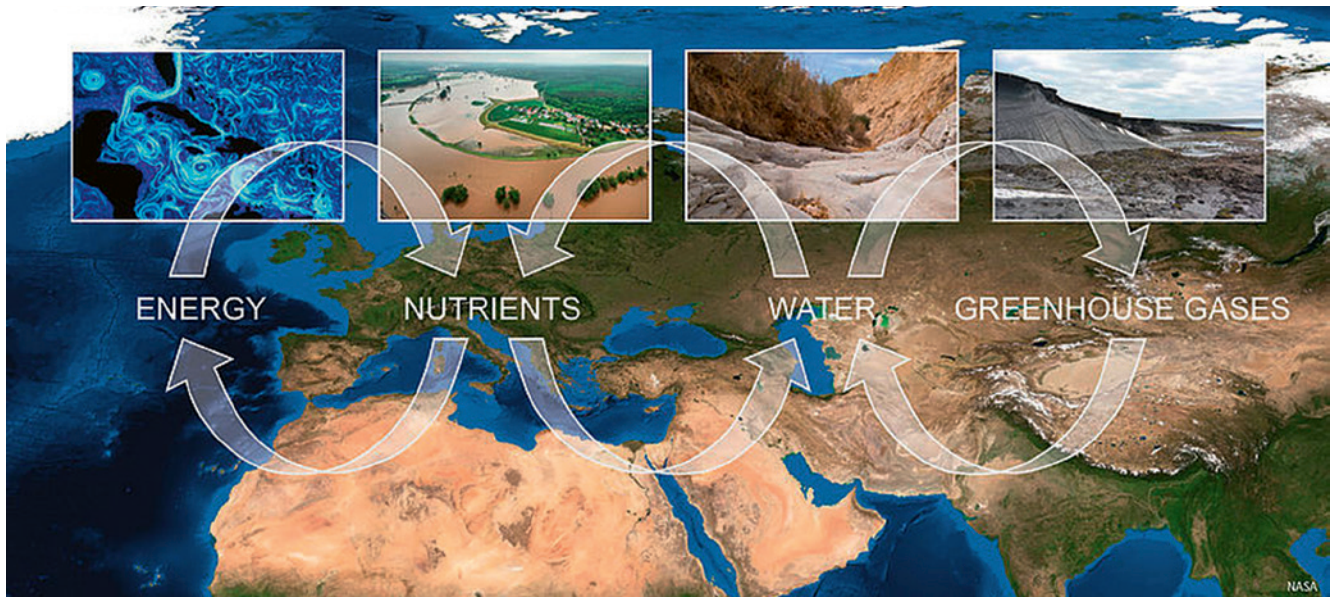
Besonders deutlich wird die Bedeutung der Forschung für praktische Anpassung an den Klimawandel in dem Projekt „Bäume als Indikatoren der urbanen Wärmeinsel“, das von Dr. Ingo Heinrich, GFZ, präsentiert wurde. Am Beispiel Berlins, der Stadt mit dem stärksten urbanen Wärmeinseleffekt (UWI), wurde erstmals an Jahrringen verschiedener Baumarten die räumliche Verteilung und zeitliche Entwicklung der

städtischen Wärmeinsel aufgezeigt. Während das Wachstum der Winterlinde, die am häufigsten gepflanzte Baumart, kaum durch den UWI beeinflusst zu sein scheint, reagieren die Eichen viel stärker und signifikant negativ. Das macht die Eiche für weitere Forschungen interessant, aber als Stadtbaum bei zunehmender Erwärmung weniger geeignet. Das Projekt zeigt auf, wie die verschiedenen Baumarten in Zukunft auf die Klimaerwärmung reagieren werden und liefert damit auch wichtige Informationen für geeignete Anpflanzungen in den historischen Gärten.

Die Ergebnisse zu Seespiegelveränderungen in Nordostdeutschland zeigen ebenfalls ein Potenzial für Anpassungsmaßnahmen auf. Es wurde gezeigt, dass nicht nur die klimatischen Bedingungen einen Einfluss auf Seespiegel haben, sondern auch die für die Grundwasserneubildung entscheidende Vegetation in Einzugsgebieten und die Maßnahmen des Wassermanagements durch den Menschen während der letzten Jahrzehnte bis Jahrhunderte. Mit diesem Wissen eröffnen sich Möglichkeiten, fallenden Seespiegeln mit geeigneten Maßnahmen entgegenzuwirken, was zunehmend von Bedeutung sein wird, weil die Forschungsergebnisse ebenfalls zeigen, dass die Wasserstände mancher Seen ohne den Einfluss des Menschen noch deutlich unter die derzeit beobachteten Tiefstände fallen können. ■

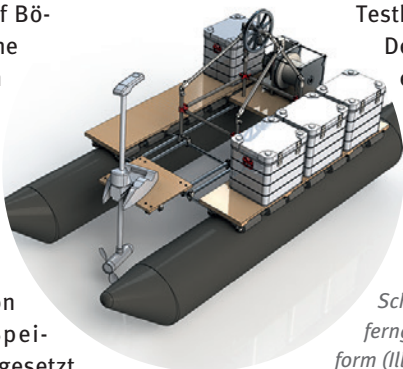
Koordination der REKLIM-Beiträge des GFZ:

Prof. Achim Brauer
(achim.brauer@gfz-potsdam.de)



Seit 2017 entwickeln die acht Helmholtz-Zentren des Forschungsbereichs „Erde und Umwelt“ gemeinsam das innovative Beobachtungssystem MOSES (Modular Observation Solutions for Earth Systems). Mit dem modularen Beobachtungssystem sollen Interaktionen zwischen kurzzeitigen Ereignissen und langfristigen Trends in verschiedenen Kompartimenten des Systems Erde erfasst werden. Im Fokus stehen dabei vor allem Hitzewellen, hydrologische Extreme, Ozeanwirbel sowie das Abtauen von Permafrost und die damit verbundenen Treibhausgasströme in die Atmosphäre.

Das GFZ beteiligt sich an der Entwicklung von Modulen für die Beobachtung von Hitzewellen, Dürren, Hochwassern und Permafrost-Prozessen. Dabei werden z. B. die aktuell modernste Hyperspektralkamera für das Monitoring von Dürreeinflüssen auf Böden und Pflanzen, eine mit Speialsensoren ausgebaute Drohne zur Erfassung von Treibhausgasflüssen sowie ein Netz aus unterschiedlichen Gravimetern zur Bestimmung von hydrologischen Speichervariationen eingesetzt.



Schematische Darstellung der ferngesteuerten Schwimmplattform (Illustration: GFZ)

Zudem wird das Datenmanagement für das gesamte MOSES-Konsortium am GFZ koordiniert. Neben einer umfangreichen Data Policy und Datenmanagementplänen für die Messkampagnen wird ein zentrales Zugangsportale für die qualitätsgesicherten Messdaten entwickelt. Während der fünfjährigen Aufbauphase wird in einer Reihe von Testkampagnen das Zusammenspiel von teilweise neu entwickelten Messinstrumenten, umfangreichen Datenströmen und unterschiedlichen Teams von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie technischem Personal optimiert. Zum Beispiel wurde am GFZ in Kooperation mit dem AWI eine innovative ferngesteuerte Schwimmplattform zur seismischen Untersuchung von sehr schnell auftauendem Permafrost im Meeresboden nahe der Küste oder an Seeufnern entwickelt. Das System wurde bereits in der ersten MOSES-Testkampagne im Mackenzie-Delta (Kanada) erfolgreich eingesetzt.

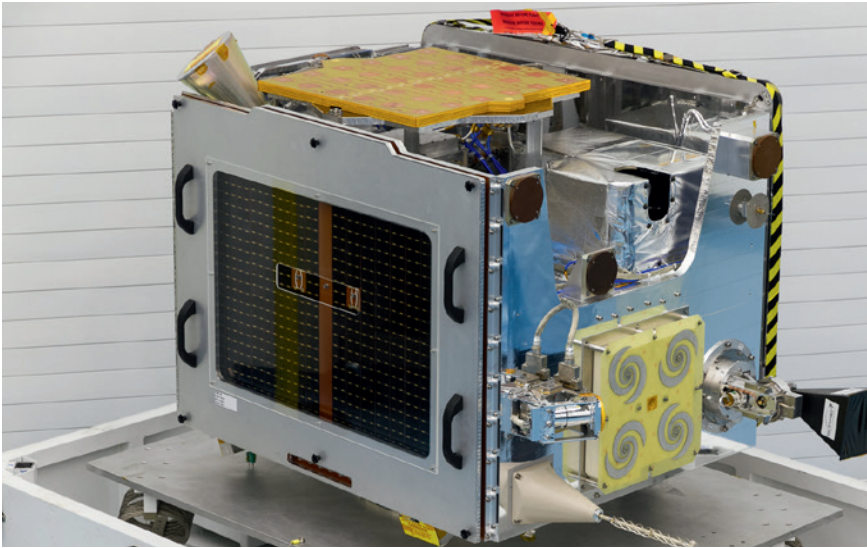
Von der Schwimmplattform wird ein seismischer Breitbandsensor auf dem Meeres- oder Seeboden

positioniert und das seismische Rauschen während einer kurzen Messzeit aufgezeichnet sowie ausgewertet. Dabei werden Daten zur räumlichen Verteilung von Permafrost im Meeresboden gewonnen sowie Degradationsraten bestimmt. Insbesondere die Lage der Permafrostoberkante in aquatischen Systemen, d. h. submarin, in Thermokarstseen und unter Flußsystemen ist bis jetzt nur wenig untersucht. Die Permafrostregionen der Erde spielen eine wesentliche Rolle bei der Freisetzung von Methan und stellen damit potenziell einen wesentlichen Einflussfaktor auf das Klima dar.

In der Betriebsphase von MOSES ab 2022 sollen die neu entwickelten, modularen Beobachtungssysteme bei und nach extremen Ereignissen kurzfristig einsetzbar sein, um die Abläufe und Auswirkungen von diesen Extremen „von der Quelle bis zur Senke“ erfassen zu können. Diese Erkenntnisse werden das Verständnis von der Relevanz der Extremereignisse für die langfristigen Trends der Klima- und Umweltvariablen entscheidend verbessern. ■

Koordination von MOSES am GFZ:
Prof. Bruno Merz
(bruno.merz@gfz-potsdam.de)

Erster Nachweis von Regen über dem Ozean durch Navigationsatelliten



TechDemoSat-1 flugbereit im Reinraum im März 2013 (Quelle: SSTL)

Um beispielsweise den Klimawandel zu analysieren oder Informationen über Naturgefahren bereitzustellen, ist es für Forschende wichtig, Wissen über den Regen zu sammeln. Eine bessere Kenntnis der Niederschlagsmenge und ihrer Verteilung könnte beispielsweise zum Schutz vor Überschwemmungen durch Flüsse beitragen. An Land können Messstellen Daten liefern, indem sie den Niederschlag sammeln. Auf dem Meer ist das nicht so einfach. Ein neuer Ansatz eines Teams um Milad Asgarimehr (GFZ und Technische Universität Berlin), gemeinsam mit Forschenden vom Earth System Research Laboratory der National Oceanic and Atmospheric Administration der USA (NOAA) sowie der Universität Potsdam, nutzt Informationen, die in Radarsignalen von GNSS-Satelliten (Global Navigation Satellite System) enthalten sind, um Regen über dem Meer zu erkennen. Die Technologie trägt den Namen GNSS-Reflektometrie. Sie ist eine innovative Satelliten-Fernerkundungsmethode mit einem breiten Spektrum geophysikalischer Anwendungen. Asgarimehr und seine Kollegen haben ihre Ergebnisse im Fachjournal *Geophysical Research Letters* veröffentlicht.

Nach Ansicht der Forschenden könnte der neue Ansatz dazu beitragen, Niederschläge in der Atmosphäre besser zu überwachen als bisher. Die Forschung kann als Ausgangspunkt für die Entwicklung eines zusätzlichen Regenindicators dienen, der Niederschlagsinformationen mittels GNSS-Reflektometrie

mit bisher unerreichter zeitlicher Auflösung und räumlicher Abdeckung liefert.

GNSS sind „Allwetter-Navigationssysteme“. Eine lange gehegte Grundannahme war deshalb, dass ihre Signale so verfasst sind, dass sie durch Wolken oder typische Niederschläge in der Atmosphäre nicht merklich abgeschwächt werden und Niederschläge deshalb nicht erkennen können. Die neue Studie nutzt einen anderen Effekt, um Regen über dem Meer nachzuweisen: Die Rauheit der Meeresoberfläche.

GNSS-Reflektometrie kann Rauheit der Meeresoberfläche messen

Diese Oberfläche ist vor allem deshalb „rau“, weil Winde auf ihr Wellen erzeugen. Die Stärke der an der Oberfläche reflektierten Satellitensignale verhält sich umgekehrt proportional zu ihrer Rauheit: Je mehr und je stärker die Wellen, desto schwächer ist das reflektierte Signal. Kürzlich konnten Forschende nachweisen, dass es möglich ist, die Windgeschwindigkeit über den Ozeanen aus Messungen der Rauheit seiner Oberfläche zu ermitteln.

Regentropfen, die auf eine Meeresoberfläche fallen, verändern ebenfalls deren Rauheit. Milad Asgarimehr und das Team um ihn stellten sich die Frage, ob die GNSS-Reflektometrie Niederschläge über Ozeanen erkennen kann. Lautet die Antwort ja, könnten GNSS-Reflektometriesatelliten Regen fast wie ein Beobachter erkennen, der Regentropfen zusieht, wie sie das Spiegel-

bild des Mondes auf der Oberfläche eines Sees bei Nacht stören. Es gibt jedoch einen wesentlichen Unterschied: Anders als das Mondlicht sind die GNSS-Signale in der Lage, die Wolken zu durchdringen.

Ein neues theoretisches Modell kommt zur Hilfe

Bei der Analyse von Daten des Navigationsatelliten TDS-1 (TechDemoSat-1) fand Asgarimehr Hinweise darauf, dass Regen über Ozeanen nachweisbar ist, sofern der Wind nicht zu stark weht. Allerdings fehlte seiner Forschung noch eine theoretische Begründung. Lange wurde vermutet, dass solche GNSS-Reflektometriemessungen unempfindlich gegenüber der kleinräumigen Oberflächenrauheit sein müssten, die durch Regentropfen auf der Meeresoberfläche verursacht wird. Doch die Veröffentlichung eines neuen theoretischen Modells im Jahr 2017 lieferte eine plausible Abschätzung für die Physik der Streuung von Radarsignalen an einer von schwachen Winden gestörten Meeresoberfläche. Die neue Technik, die Modelle und die Algorithmen werden nun weiter verbessert, um damit in Zukunft Datenlücken bei der Überwachung von Niederschlägen schließen können. ■

Originalstudie:

Asgarimehr, M., Zavorotny, V., Wickert, J., Reich, S. (2018): Can GNSS Reflectometry Detect Precipitation Over Oceans? - *Geophysical Research Letters*. DOI: 10.1029/2018GL079708.

Ein neuer Rahmen für den Himmel



Künstlerische Darstellung der riesigen Ausströmung aus dem Quasar SDSS J1106+1939 (Abbildung: ESO/L. Calçada (Europäische Organisation für astronomische Forschung auf der Südhalbkugel))

Am 30. August 2018 hat die International Astronomical Union einen neuen Referenzrahmen, den International Celestial Reference Frame 3 (ICRF-3), auf ihrer Jahresversammlung in Wien beschlossen. Der Referenzrahmen ist seit dem 1. Januar 2019 weltweit gültig. An ihm richten sich beispielsweise GPS-Systeme aus und er ist die Grundlage für die Navigation von Weltraumsonden.

Jede Art der Positionsbestimmung und Navigation auf der Erde oder im All benötigt einen Referenzrahmen. Vergleichbar mit den Längen- und Breitengraden auf dem Globus ist auch ein Gitternetz am Himmel vorstellbar. Über einen solchen Referenzrahmen ist es möglich, mit Bezug zur Erdoberfläche die genaue Lage von Objekten am Himmel anzugeben. Für die Erstellung dieses Netzes braucht es „Ankerpunkte“ am Himmel und auf der Erde, an denen die Systeme ausgerichtet werden können. Für die Erde sind dies die etwa 50 weltweit vorhandenen Radioteleskope, für den Himmel 4536 sogenannte Quasare: Galaxien mit einem Schwarzen Loch im Zentrum.

Über die vergangenen 40 Jahre hinweg bestimmten die auf allen Kontinenten positionierten Radioteleskope mittels der Very Long Baseline Interferometry (VLBI, zu Deutsch: Radiointerferometrie auf langen Basislinien) die Positionen der 4536 Quasare unter maßgeblicher Beteiligung der VLBI-

Arbeitsgruppe der GFZ-Sektion Geodätische Weltraumverfahren. Dazu wurden aus allen vorhandenen VLBI-Beobachtungen der vergangenen 40 Jahre die genauen Richtungen aller extragalaktischen Objekte berechnet. Zudem konnten Beobachtungsfehler in den Berechnungen, die durch die Drehung unserer Galaxie entstehen, ausgeglichen werden.

Der letzte Referenzrahmen (ICRF-2) wurde im Jahr 2010 veröffentlicht. Demgegenüber verbessert das neue System die Genauigkeiten im Mittel um etwa das 1,5-fache. Es wurden etwa 30 % mehr Objekte in die Berechnungen einbezogen und zum ersten Mal wurde die Drehbewegung der Milchstraße einberechnet. Die Ergebnisse liegen nun zudem parallel in drei verschiedenen Radio-Frequenzbändern vor, was einen breiteren Zugriff für die verschiedenen Nutzerinnen und Nutzer ermöglicht.

Anhand des neuen Himmelsreferenzrahmens lassen sich die Richtungen von Objekten auf der Himmelskugel mit einer Genauigkeit von einem Hundertstel eines Millionstel Winkelgrads bestimmen. Das entspricht der Genauigkeit von der Erde aus einen Tennisball auf der Oberfläche des Mondes erkennen zu können.

Die Quasare senden permanent Radiowellen aus, die von den Radioteleskopen auf der Erde empfangen werden können.

Da sich die Quasare extrem weit von der Erde entfernt im All befinden (etwa 100 Millionen bis 10 Milliarden Lichtjahre), können sie, obwohl sie in Bewegung sind, von der Erde aus als ortsfest angesehen werden. Damit eignen sie sich optimal als Ankerpunkte für das Referenzsystem am Himmel.

Nicht nur Systeme zur Positionsbestimmung wie das GPS oder das europäische Pendant Galileo sind auf das Referenznetz am Himmel angewiesen. Auch Veränderungen auf der Erdoberfläche, wie beispielsweise Bewegungen von Erdplatten, Vulkanausbrüche, Meeresspiegelschwankungen, Erdbeben oder Veränderungen der Orientierung der Erde im Weltraum, lassen sich darüber präzise bestimmen. So gibt es für die Erdoberfläche den International Terrestrial Reference Frame (ITRF), der Bezugspunkte auf der Erde in einem Koordinatensystem erfasst, mit dem Zentrum der Erde als Mittelpunkt. Um z. B. bestimmen zu können, ob der Meeresspiegel gestiegen oder das Land abgesunken ist, braucht der Referenzrahmen auf der Erdoberfläche einen Referenzrahmen am Himmel, zu dem er in Bezug gesetzt werden kann. Je präziser dieser himmlische Referenzrahmen, desto genauer ist auch die Überwachung von Veränderungen an der Erdoberfläche möglich. ■

„Radiance Light Trends“ zeigt Veränderungen der Lichtemissionen weltweit



Viele wissenschaftliche Satellitendaten sind im Prinzip kostenlos verfügbar. Das bedeutet aber nicht, dass sie tatsächlich einfach der breiten Öffentlichkeit zugänglich sind. Eine neue Webanwendung soll das zumindest für Satellitenbilder der Erde bei Nacht ändern. „Radiance Light Trends“ ermöglicht es jedem mit Internetverbindung, schnell und einfach eine Region oder einen Standort auszuwählen und die dort seit 1992 von Satelliten beobachteten Entwicklungen der nächtlichen Lichtemissionen zu analysieren. Die Entwicklung der Webapplikation leitete Dr. Christopher Kyba vom GFZ. Sie wurde im Rahmen des im EU-Programm Horizon 2020 geförderten Projekts GEOEssential erstellt. Für die Programmierung war Jurij Stare von Deneb Geoinformation Solutions zuständig.

Satelliten produzieren große Mengen an Daten, die sich häufig nicht ohne weiteres herunterladen lassen. Es kann etwa einen Tag Arbeit bedeuten, wenn Laien versuchen, ohne diese Anwendung die Entwicklungen der Lichtemissionen für eine bestimmte Region zu analysieren. Neben dem Herunterladen der Daten ist für die Auswahl einer Region und deren Analyse Spezialwissen über Software für geografische Informationssysteme erforderlich. Mit „Radiance Light Trends“ ist es nun auch ohne spezielle Ausbildung möglich,

in weniger als einer Minute eine Grafik mit Lichttrends zu erstellen.

Mit der Webanwendung kann die Entwicklung der Lichtverschmutzung für nahezu jeden Standort und jede Region der Welt berechnet werden. Das Besondere daran ist: Neue Satellitendaten werden automatisch in die Datenbank eingepflegt und bei der Berechnung berücksichtigt. Das ist besonders für interessierte Bürgerinnen und Bürger, im Umweltschutz Tätige oder Medien nützlich, aber auch für Kommunalverwaltungen und Unternehmen, die Beleuchtungsmaßnahmen planen. Die Anwendung könnte auch für die Analyse von Naturgefahren und die Planung oder den Wiederaufbau von Infrastrukturen hilfreich sein.

Veränderungen in der Beleuchtung, die durch „Radiance Light Trends“ verfolgt werden können, haben unterschiedliche Ursachen. Ein Beispiel dafür ist der Tucson International Airport in Arizona in den USA, wo von August bis Oktober 2014 Hunderte Außenleuchten ausgetauscht wurden, um den Energieverbrauch und die Lichtverschmutzung zu reduzieren. Dort ist ein deutlicher Rückgang des Lichts in „Radiance Light Trends“ sichtbar. Ein weiteres Beispiel ist die Lichtemission großer Gewächshäuser, die oft vormals dunkle Bereiche erhellt. So beleuchtet beispiels-

weise ein etwa 350 km südwestlich von Moskau gelegenes Gewächshaus seit 2015 die Nacht.

Die der Anwendung zugrunde liegenden Daten stammen von zwei Satellitensystemen, die in den letzten Jahrzehnten von verschiedenen Regierungsbehörden der USA betrieben wurden. Für die Jahre 1992 bis 2013 stammen die Daten aus dem Operational Linescan System der DMSP-Satelliten (Defense Meteorological Satellite Program). Ab 2012 ist die Datenquelle das „Day/Night Band“ des Instruments Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS DNB). Für die Anzeige der Satellitendaten bei „Radiance Light Trends“ stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung: Zum Beispiel kann eine farbkodierte Projektion der Lichtmesswerte mit Jahres- oder Monatsdaten auf eine Erdkarte erstellt werden oder ein Rahmen beziehungsweise ein Polygon um ein Gebiet von Interesse gezeichnet werden, um eine Zeitreihe mit Lichtdaten für mehrere Jahre auf monatlicher Basis zu erhalten. Die Daten können zudem in verschiedenen Formaten exportiert werden. ■

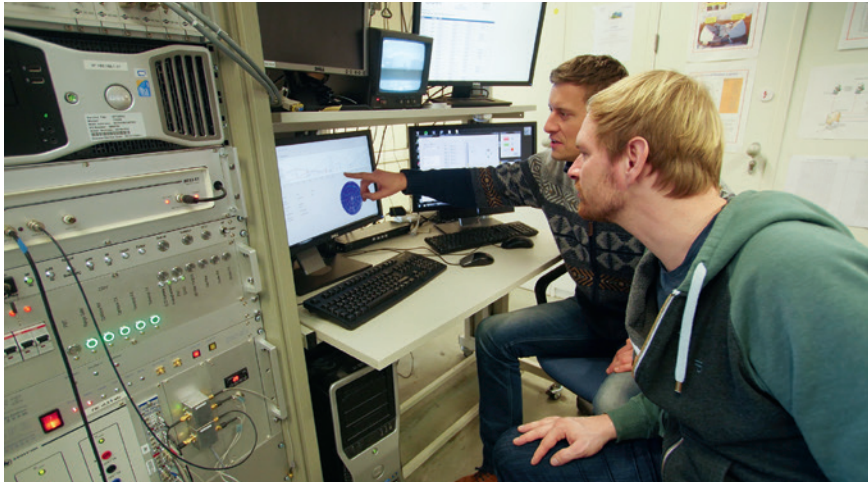
Weitere Informationen:

Website „Radiance Light Trends“:
lighttrends.lightpollutionmap.info

Projekt GEOEssential:

<http://www.geoessential.eu/>

Satellitenumlaufbahnen per Laser bestimmen



Ausgründung aus dem GFZ baut neue SLR-Messstation in Japan; GFZ-Wissenschaftler Dr.-Ing. Sven Bauer (r.) wird André Kloth von der Firma DiGOS beim Bau und Betrieb der SLR-Station in Japan unterstützen. (Foto: M. Meister, GFZ)

Die GFZ-Ausgründung DiGOS baut in den nächsten zwei Jahren eine Satelliten-Laser-Ranging (SLR)-Station für die japanische Weltraumagentur JAXA am Weltraumzentrum in Tsukuba, Japan. SLR steht dabei für die hochgenaue Messung der Entfernung zwischen einer Bodenstation und einem Satelliten mittels Laserpulsen. Aus den gewonnenen Daten werden die Umlaufbahnen von Satelliten bestimmt und auch vorhergesagt. Das GFZ betreibt auf dem Potsdamer Telegrafenberg eine eigene SLR-Station und ist damit Teil eines Netzwerks von rund 35 Stationen weltweit, die überwiegend für die Geodäsie genutzt werden.

Für den Bau der neuen japanischen SLR-Station wird das GFZ seine Expertise einbringen, insbesondere bei Fragen zu Betrieb und Wartung und der Bewertung von Designentscheidungen. Der Leiter der SLR-Station des GFZ, Dr.-Ing. Sven Bauer, wird das DiGOS-Team als Berater unterstützen, gerade auch, was die Anforderungen für den späteren täglichen Betrieb betrifft. Herzstück der neuen Station ist ein 80-Zentimeter-Spiegelteleskop mit einem leistungsstarken Laser, der bis zu 1000 Laserpulse in einer Sekunde abfeuert. Reflektoren, die an der Hülle der Ziel-Satelliten angebracht sind, strahlen das Laserlicht zurück. Der Detektor der SLR-Station ist so empfindlich, dass er sogar einzelne Lichtteilchen (Photonen) registrieren kann. Damit ist die SLR-Station

in der Lage, die Entfernung zu Satelliten mit einer Präzision bis in den Millimeterbereich zu messen. Neben der Umlaufbahnbestimmung dienen diese Daten einer ganzen Reihe von wissenschaftlichen Zwecken, z. B. der Überwachung von Erdrotationsparametern (Polbewegung und Tageslänge), von Verformungen der festen Erde, der Messung des Erdschwerefelds und nicht zuletzt der Eichung von GPS-Empfängern an Bord von Satelliten. Die japanische Station wird auf Tag- und Nachtbetrieb ausgelegt werden. Sie kann später flexibel erweitert werden, um beispielsweise Weltraumschrott zu beobachten oder einen automatischen Betrieb zu gewährleisten.

Als weiteren wissenschaftlichen Partner zusätzlich zum GFZ konnte das österreichische Institut für Weltraumforschung (IWF) in Graz gewonnen werden.

Neben dem Projekt für JAXA entwickelt DiGOS derzeit auch eine weitere „Next Generation SLR“-Bodenstation für die europäische Weltraumagentur ESA auf Teneriffa. Auf beiden Stationen wird die DiGOS SCOPE-Betriebssoftware und Steuerungshardware verwendet. Diese ist bereits seit 2012 in der SLR-Station des GFZ im Einsatz und wurde mit den dort gesammelten Erfahrungen wesentlich weiterentwickelt. ■

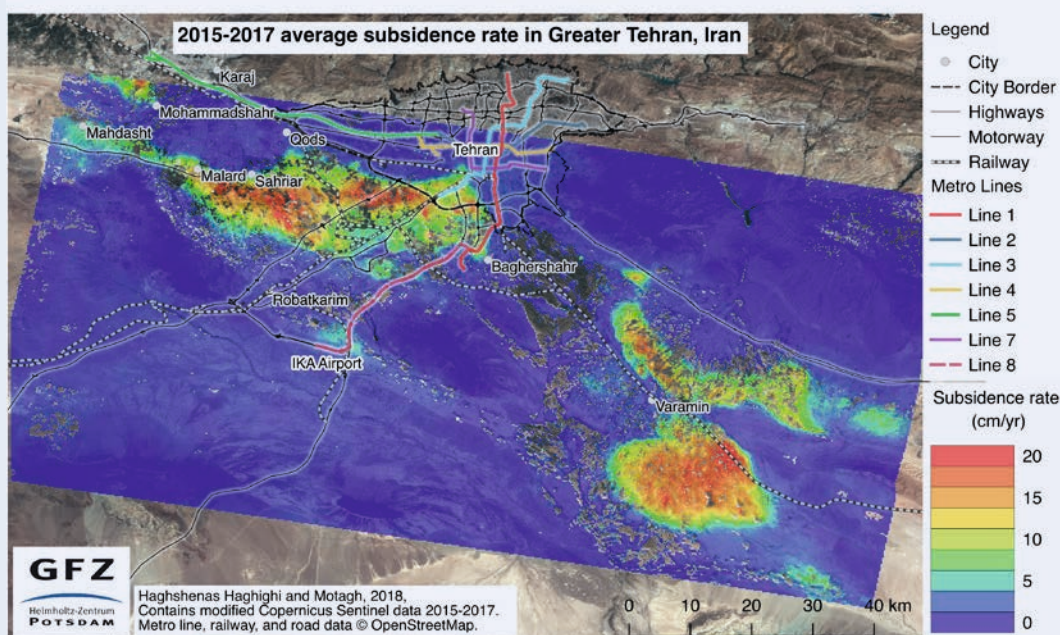
Warum sich Teheran gefährlich absenkt

Iran hat ein Wasserproblem. Die Reserven in vielen Grundwasserbecken sind stark erschöpft. Das Land investiert seit etwa vierzig Jahren viel Geld in die Entwicklung der Landwirtschaft und strebt an, bei der Lebensmittelversorgung unabhängig zu sein. Um den erhöhten Wasserbedarf zu decken, werden in erheblichem Maß und staatlich kaum reguliert Grundwasserbecken ausgebeutet. Zudem hat die Regierung viele Staudämme errichten lassen, um Wasser für bestimmte Zwecke, insbesondere in der Landwirtschaft, zu speichern. Diese schränken jedoch den natürlichen Zufluss in die Grundwasserbecken in den stromabwärts liegenden Gebieten ein und trugen damit zu Wüstenbildung und zu ernststen Umweltproblemen bei. Dazu gehören die voranschreitende Austrocknung des Urmiasees im Nordwesten Irans, des zweitgrößten Salzsees der Welt, und häufige Staub- und Sandstürme in den vergangenen Jahren in der Provinz Khuzestan im Südwesten.

In der Region um die Hauptstadt Teheran mit ihren etwa acht Millionen Menschen nahm der Wasserbedarf außerdem durch den Zuzug vieler Einwohner in den letzten vierzig Jahren stark zu. Die Zahl der Brunnen dort stieg von knapp 4000 im Jahr 1968 auf mehr als 32 000 Wasserentnahmestellen im Jahr 2012. Hinzu kommen ausbleibender Regen in Dürreperioden, die es in den letzten Jahren immer häufiger gegeben hat. Das alles führte zu einem starken Rückgang des Grundwasserspiegels – in Teheran beispielsweise um zwölf Meter zwischen 1984 und 2011.

Teile Teherans haben sich um mehrere Meter abgesenkt

Daraus folgt ein weiteres Problem: Der Boden über den Grundwasserbecken senkt sich. Wie groß dieser Effekt ist, berichten Mahdi Motagh und Mahmud Haghshenas Haghghi vom GFZ in einer Studie im Fachjournal *Remote Sen-*



Satellitendaten zeigen, dass eine übermäßige Entnahme von Grundwasser die iranische Hauptstadt bedroht. Abbildung: Durchschnittliche Absenkungsrate im Großraum Teheran in den Jahren 2015 bis 2017 basierend auf Daten des Sentinel-Satellitensystems. (Quelle: H. Haghghi und M. Motagh, GFZ)

ing of Environment. In Daten von vier verschiedenen Radarsatellitensystemen haben die beiden Forscher die Absenkungen der Erdoberfläche in der Region Teheran vermessen. Sie fanden heraus, dass sich dort zwischen 2003 und 2017 drei Gebiete mit Geschwindigkeiten von teils über 25 cm pro Jahr insgesamt um mehrere Meter abgesenkt haben. Die Studie zeichnet damit erstmals detailliert und mit präzisen Messungen den zeitlichen Verlauf der Absenkungen in der Region über einen längeren Zeitraum nach. Spalten im Grund und Risse in Gebäudewänden seien beispielsweise Folgen der Verformungen, sagen Haghshenas Haghghi und Motagh. Sie fanden auch heraus, dass die Grundwasserbecken in bestimmten Bereichen durch die Ausbeutung irreversibel geschädigt wurden. Sie können in Zukunft nicht mehr so viel Wasser speichern wie früher. Wissenschaftlich fundierte Pläne für die Wasserwirtschaft könnten die Situation jedoch entschärfen helfen, sagen die beiden Forscher. Für eine nachhaltige Entwicklung können Wissenschaft und Forschung die iranischen Verwaltungen und Regierungen dabei unterstützen, ihre Wasserbewirtschaftungspolitik zu überarbeiten.

Echtzeit-Daten für Georisiken

Für ihre Analyse verwendeten die Forscher die Radarinterferometrie-Methode InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar). Mit diesem Messverfahren lässt sich aus von Satelliten aufgezeichneten hochpräzisen Radarsignalen im Mikrowellenbereich ein Abbild der Topografie der Erdoberfläche erstellen. Um Veränderungen der Oberfläche zu dokumentieren, nutzten die Forschenden neun Datensätze der Satellitensysteme Envisat ASAR, ALOS PALSAR, TerraSAR-X und Sentinel-1 aus den Jahren 2003 bis 2017. Sie kombinierten die Datensätze, um die kurz- und langfristigen Reaktionen der Erdoberfläche auf Veränderungen beim Grundwasserniveau zu untersuchen. Von besonderer Bedeutung waren die Satellitenbilder der Mission Sentinel-1, die seit 2014 alle 24 Tage und seit 2016 alle 12 Tage hochaufgelöste Radarbilder mit einer Kantenlänge von 250 km aus der Region Teheran liefert. Dadurch ist es möglich, Georisiken wie etwa Landabsenkungen nahezu in Echtzeit zu analysieren. Als nächstes wollen die beiden Forscher das untersuchte Gebiet erweitern und die Absenkung des Landes auch außerhalb Teherans mit Sentinel-1 messen. Solche Daten von Senkungen in großen Gebieten bringen neue Herausforderungen mit sich. Für die Analyse der

enormen Mengen an Radardaten entwickelten sie Softwaretools.

Unterstützt wurde diese Forschung durch den Impuls- und Vernetzungsfonds der Helmholtz-Gemeinschaft in der Helmholtz-Allianz „Remote Sensing and Earth System Dynamics“.

Originalstudie:

Haghshenas Haghghi, M. & Motagh M. (2018): Ground surface response to continuous compaction of aquifer system in Tehran, Iran: Results from a long-term multi-sensor InSAR analysis. Remote Sensing of Environment. DOI: 10.1016/j.rse.2018.11.003

Wie viel Schutt liegt auf Gletschern?



Schuttbedeckter Bereich des „Mer de Glace“, dem größten Gletscher Frankreichs im Juni 2018 (Foto: CCBY-SA, D. Scherler, GFZ)

Eine sich erwärmende Erde führt dazu, dass das Volumen von Gebirgsgletschern und ihre Ausdehnung global gesehen seit Jahrzehnten abnehmen. Zeitgleich verändert sich auch die Bedeckung vieler Gletscher mit Schutt. Diese Schuttbedeckung wird bislang jedoch nur selten erfasst. Eine Studie des Wissenschaftlers Dirk Scherler vom GFZ und zweier Kollegen aus der Schweiz – einer davon bei Google angestellt – zeigt nun eine Möglichkeit, die Ausdehnung der Schuttflächen auf Gebirgsgletschern global und automatisiert per Satellitenüberwachung zu erfassen.

In ihrer Arbeit nutzten die Wissenschaftler dafür die Cloud-Computing Plattform „Google Earth Engine“. Das ist eine Web-basierte Entwicklungsumgebung und Datenbank mit Satellitenbildern aus vierzig Jahren Fernerkundung, die für Forschende frei zugänglich ist. Die Bilder für die Studie im Fachjournal *Geophysical Research Letters* stammen von den Satelliten Landsat-8 und Sentinel-2 und haben eine räumliche Auflösung von 30 x 30 bzw. 10 x 10 m pro Pixel. Die Wissen-

schaftler glichen die Bilder aus dem Weltall mit einem elektronischen Gletscherkatalog ab, dem „Randolph Glacier Inventory“, um die Bedeckung mit Schutt zu bestimmen. Dazu haben sie ein automatisches Verfahren entwickelt, das erdumspannend Pixel-für-Pixel-Vergleiche anstellt. Der Ansatz erlaubt eine schnelle Kartierung von Veränderungen in der Schuttbedeckung für jeden Zeitraum, für den Satellitenbilder verfügbar sind.

Eine manuelle Überprüfung zeigte robuste Ergebnisse. Demnach sind 4,4 % der Gletscheroberfläche in Gebirgen von Schutt bedeckt (der grönländische Eisschild und die Antarktis wurden nicht in die Betrachtung aufgenommen). Die Verteilung ist dabei ungleichmäßig: Zu den Polen hin nimmt die Schuttbedeckung ab, da die Landschaft hier eher flach ist. In steilen Gebirgsregionen, wie dem Himalaya, liegt hingegen mehr Schutt auf den Gletschern. Überdies zeigte die Studie, dass der Bedeckungsanteil bei kleineren Gletschern höher ist als bei größeren. Da die Gletscher weltweit schrumpfen, wird der Anteil der Schuttbedeckung

voraussichtlich zunehmen – und damit die Überwachung der Schuttbedeckung wichtiger werden.

Gebirgsgletscher haben eine große Bedeutung für Regionen, in die ihr Schmelzwasser fließt: Es dient als Trinkwasser, bewässert landwirtschaftliche Flächen oder treibt Turbinen an. Die Ergebnisse der Studie bilden nach Aussage der Autoren eine Grundlage für künftige Modellierungen der Effekte von Schuttbedeckung auf dem Eis, von der regionalen bis hin zur globalen Skala. ■

Originalstudie:

Scherler, D., Wulf, H., Gorelick, N. (2018): Global Assessment of Supraglacial Debris Cover Extents. - *Geophysical Research Letters*, DOI:10.1029/2018GL080158

Gletschersee stürzt talwärts – und Seismometer hören mit



Das Bhotekoshital in Nepal vor und nach der Sturzflut im Sunkoshifluss am 5. Juli 2016 (Fotos: K. Cook, GFZ)

Eine verheerende Wand aus Wasser wälzte sich am 5. Juli 2016 durch das Tal des Bhotekoshi/Sunkoshiflusses in Nepal. Sie kam aus einem See, der von einer Gletschermoräne gestaut wurde. Der natürliche Damm brach und mehr als 100 000 t Wasser stürzten auf einmal talwärts. Ein internationales Team von Forschenden hat dieses Ereignis mit Seismometern aufgezeichnet. Die Erdbebenmessgeräte waren nach dem katastrophalen Ghorka-Beben im April 2015 installiert worden. Es ist das erste Mal, dass so eine Sturzflut mit Seismometern in so hoher Auflösung aufgezeichnet wurde. In einer Studie, die in *Science* veröffentlicht wurde, schreiben die Autorinnen und Autoren, dass derartig massive Hochwasserereignisse die Erosionsraten stärker beeinflussen als die jährlichen Monsunregenfälle. Der Grund ist, dass die Wassermassen große Felsblöcke und grobe Sedimente mobilisieren, die normalerweise das Flussbett schützen. Während der Monsunzeit werden dagegen nur feinere Sedimente und Kieselsteine stromabwärts transportiert – nicht genug, um Erdrutsche und massive Erosion auszulösen. Die Erosionsraten können stark von nicht-klimatologischen Faktoren wie Erdbeben beeinflusst werden. Hinzu kommen klimatische Faktoren, die die Größe und Verteilung der Gletscherseen beeinflussen.

Kristen Cook vom GFZ, Erstautorin der Studie, besuchte das Tal vor und nach der Flut. Mehrere glückliche Umstände begleiteten das Ereignis: Die Überschwemmung ereignete sich am Abend, als die Menschen zu Hause waren, aber noch nicht schliefen. Es war so stark, dass es den Boden erzittern ließ, sagt Kristen Cook.

Sie unterhielt sich mit zwei Schäfern, die gespürt und gehört hatten, wie sich die Flut näherte. Der jüngere erzählte ihr, dass er an ein Erdbeben gedacht hatte, aber sein älterer Begleiter erinnerte sich an eine Flut von 1981 und warnte ihn. Beide kletterten vom Fluss weg und überlebten. Andere Menschen reagierten ähnlich und flohen rechtzeitig, so dass niemand verletzt wurde. Es gab jedoch erhebliche Schäden an der Infrastruktur. Die Forschenden hatten zudem Glück, bereits vor dem Hochwasserereignis Seismometer im Tal eingesetzt zu haben. Die Erschütterungen wurden daher von einem ganzen Netz aus seismischen Stationen registriert. Dies ist das erste Mal, dass Seismometer einen Gletscherseeausbruch mit solch hoher Auflösung aufgezeichnet haben. Die Verwendung von seismischen Daten zur Untersuchung von Überschwemmungen ist eine neue Technik, mit der Forschende Faktoren erkennen, die mit der herkömmlichen Flussüberwachung nicht beobachtet werden können. Zwei unterschiedliche Impulse konnten identifiziert werden. Der erste kam von der Wasserwand, der zweite nur Minuten später vom Gestein und vom groben Sediment im Wasser. Letzteres verursachte den größten Schaden. Brücken wurden ebenso zerstört wie Wasserkraftwerke und Straßen. In der Folgezeit kam es zu einer Reihe von Erdrutschen, weil die Flussufer destabilisiert worden waren.

Da es viele Gletscherseen im Himalaya und anderen Gebirgszügen weltweit gibt, die entweder vom Eis oder von Moränen gestaut sind, sind die Erkenntnisse des Teams von großer Bedeutung. Um Erosionsraten und das Risiko von Erdrutschen zu berechnen, müssen Faktoren wie Erdbe-

ben, schmelzende Gletscher, Lufttemperatur und die Speisung von Gletscherseen berücksichtigt werden. Die Situation wird noch komplizierter: Auch wenn die Hochwasserhäufigkeit mit dem Niederschlag in Verbindung gebracht werden kann, wird der Zusammenhang zwischen Erosion und Niederschlag nichtlinear werden, schlussfolgern die Autoren. Der Klimawandel mit steigenden Temperaturen kann die Situation verschlimmern und das Risiko für die Menschen in erdbebengefährdeten Bergregionen erhöhen.

Originalstudie:

Cook, K., Andermann, C., Gimbert, F., Raj Adhikari, B., Hovius, N. (2018): Glacial lake outburst floods as drivers of fluvial erosion in the Himalaya. – *Science*, Vol. 362, Issue 6410, pp. 53-57. DOI: 10.1126/science.aat4981

Video mit dem seismischen „Geräusch“ der Sturzflut:

https://media.gfz-potsdam.de/gfz/wv/pm/18/10778_Das-seismische-Geraeusch-einer-Sturzflut_GFZ.mp4

Erdbeben in Superzeitlupe



Istanbul und im Hintergrund die Prinzeninseln, auf denen sich das Bohrlochobservatorium GONAF befindet (Foto: M. Bohnhoff, GFZ)

Südlich von Istanbul ist es im Sommer 2016 zu einem großen Erdbeben gekommen, das allerdings so langsam vonstattenging, dass niemand es bemerkte. Die Deformation in der Erdkruste zog sich über mehr als 50 Tage hin, bei normalen Erdbeben passiert dies innerhalb von Sekunden. Erst eine neu entwickelte Methode zur Auswertung von Daten aus Deformationsmessgeräten in Bohrlöchern durch Forschende des GFZ in Zusammenarbeit mit dem türkischen Katastrophenschutz (AFAD) und dem UNAVCO-Institut aus den USA zeigte das ultra-langsame Beben unterhalb des Marmarameers. Das Team unter der Leitung von Dr. Patricia Martínez-Garzón vom GFZ berichtet darüber in der Fachzeitschrift *Earth and Planetary Science Letters*.

Das Untersuchungsgebiet liegt in der Nordwesttürkei an der nordanatolischen Verwerfung. Diese geologische Bruchzone trennt Eurasien und die Anatolische Platte und ist eine der großen tektonischen Plattengrenzen, an der es immer wieder zu zerstörerischen Erdbeben mit einer großen Anzahl von Opfern kommt. Das letzte schwere Erdbeben ereignete sich 1999 bei Izmit und forderte fast 20 000 Tote. Ein Teil der Verwerfung, die unmittelbar südlich der dicht besiedelten Megacity Istanbul verläuft, wird derzeit als „seismische Lücke“ identifiziert und ist damit für ein großes Erdbeben überfällig. Die tektonische Belastung durch die Bewegung der Erdkrustenplatten ist kontinuierlich. Das

baut gewissermaßen täglich elastische Energie entlang von Verwerfungen auf. Die Freisetzung der gespeicherten Energie erfolgt entweder seismisch – in Form von Erdbeben – oder aseismisch, durch langsames Verformungskriechen in der Tiefe. Das Verständnis der Wechselwirkung zwischen beiden Phänomenen ist von entscheidender Bedeutung, um die Erdbebengefährdung und das daraus resultierende seismische Risiko in städtischen Gebieten zu bestimmen.

In ihrer aktuellen Studie berichten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler über ein sich über fast zwei Monate hinziehendes, ultra-langsameres Erdbeben, das südlich von Istanbul unterhalb des Marmarameers in Verbindung mit erhöhter schwach spürbarer Erdbebenaktivität in geringer Tiefe in der Region auftrat. Die Forschenden untersuchten die Krustenverformungsdaten aus Instrumenten in Bohrlöchern, die im Rahmen des GONAF Plate Boundary Observatory (<http://www.gonaf-network.org/>) rund um das östliche Marmarameer installiert sind.

Die Daten einer der Bohrloch-Messstationen im seismisch aktivsten Teil des Gebiets auf der Armutlu-Halbinsel wurden mit neuartigen Computertechniken verarbeitet. Dadurch konnte das langsame Kriechsignal identifiziert werden, das innerhalb der Erdkruste auftrat und die gleiche Größe hat wie das größte jemals

gesehene derartige Signal, das entlang der San-Andreas-Verwerfung in Kalifornien auftrat. Während dieses aseismischen langsamen Verformungssignals reagierte der flachere und vermutlich vollständig verhakte Teil der Erdkruste mit der höchsten Rate von moderaten Erdbeben seit Jahren. Das weist auf eine Wechselwirkung zwischen oberflächennaher und tiefer Deformation der Erdkruste hin. Wie diese Interaktion funktioniert, muss noch im Detail erforscht werden. Auf jeden Fall ermöglichen die Ergebnisse, das regionale seismische Risiko besser zu verstehen und zu quantifizieren, insbesondere für die 15-Millionen-Metropole Istanbul im Hinblick auf das bevorstehende Starkbeben.

GONAF ist Teil des GFZ-Plattenrand-Observatoriums in der Region Istanbul und wurde von deutschen, türkischen und US-amerikanischen Behörden sowie vom International Continental Scientific Drilling Programme ICDP mit Sitz am GFZ kofinanziert. ■

Originalstudie:

Martínez-Garzón, P., Bohnhoff, M., Mencin, D., Kwiatak, G., Dresen, G., Hodgkinson, K., Nurlu, M., Kadirioglu, F. T., Kartal, R. F. (2019): Slow strain release along the eastern Marmara region offshore Istanbul in conjunction with enhanced local seismic moment release. - *Earth and Planetary Science Letters*, 510, pp. 209-218; <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2019.01.001>

Tiefe Erdbeben weisen auf Aufstieg magmatischer Fluide unter dem Laacher See hin



Luftaufnahme des Laacher Sees
(Foto: Df1paw
(https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Laacher_See_-_Luftaufnahme.jpg),
CC BY-SA 4.0)

In der Osteifel könnten Magmen aus dem oberen Erdmantel in die mittlere und obere Erdkruste aufsteigen. Dies geht aus einer Studie des Erdbebendienstes Südwest mit dem GFZ, dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und dem Landeserdbebendienst Nordrhein-Westfalen hervor. Die Wissenschaftler präsentieren erstmals Hinweise auf von Magmabewegungen verursachte tiefe und niedrigfrequente Erdbeben unter dem Laacher-See-Vulkan. Allerdings gibt es keine Anzeichen für eine aktuell bevorstehende vulkanische Aktivität, wie die Forscher im *Geophysical Journal International* berichten.

Die festgestellten Erdbeben werden in großen Tiefen erzeugt und zeichnen sich durch ungewöhnlich niedrige Schwingfrequenzen aus. Ihre Stärke liegt unterhalb der Grenze der menschlichen Wahrnehmung. Die Wissenschaftler sprechen von „Deep-Low-Frequency-“ (DLF-) Erdbeben. Sie werden in einer Tiefe zwischen 10 und über 40 km erzeugt, das heißt in der Erdkruste und im oberen Erdmantel. Ihre dominanten Schwingfrequenzen liegen zwischen einem und 10 Hz, und damit deutlich niedriger im Vergleich zu tektonischen Erdbeben vergleichbarer Stärke.

DLF-Erdbeben gelten weltweit als Hinweis auf die Bewegung magmatischer Fluide in großer Tiefe. Unter aktiven Vulkanen, beispielsweise auf Island, in Japan oder Kamtschatka, lassen sich solche Erdbeben regelmäßig beobachten. Die Ergebnisse der Studie in der Osteifel legen nahe, dass unter dem Laacher-See-Vulkan magmatische Fluide aus dem oberen Erdmantel in die Erdkruste aufsteigen könnten. Dies lässt sich als Hinweis darauf auffassen,

dass Magmenkammern in der Erdkruste unterhalb des Laacher Sees existieren und sich langsam füllen könnten. In ihrer Studie ermittelten die Forscher von KIT, GFZ, Erdbebendienst Südwest – dem Verbund der Landeserdbebendienste Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg –, und Landeserdbebendienst Nordrhein-Westfalen, dass diese Erdbeben in der Osteifel episodisch in zeitlich und räumlich eng begrenzten Gruppen auftreten und sich etwa entlang einer Linie von 10 bis 45 km Tiefe aufreihen. Daraus schließen die Wissenschaftler, dass im Bereich des Laacher Sees Fluide und Magmen, das heißt aufgeschmolzenes Gestein, aus dem oberen Erdmantel in die mittlere und obere Erdkruste aufsteigen könnten.

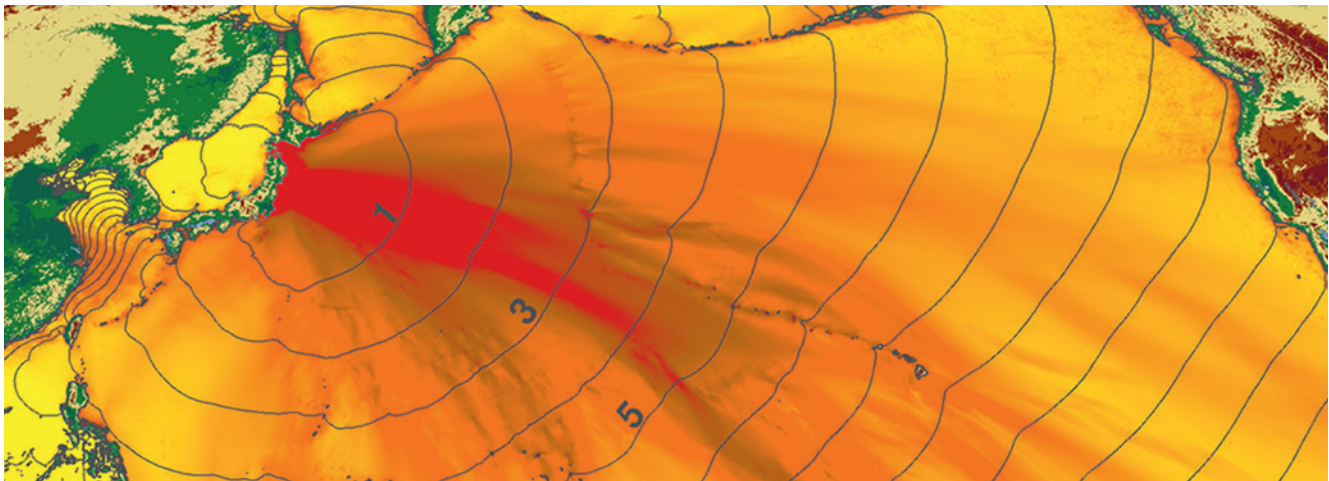
Dank eines umfangreichen Ausbaus der seismologischen Messnetze in Rheinland-Pfalz und den angrenzenden Gebieten ließen sich 2013 erstmals tiefe und tieffrequente Erdbeben unter der Osteifel registrieren. Insgesamt wurden in den vergangenen fünf Jahren vier räumlich eng begrenzte Gruppen solcher DLF-Erdbeben in der Osteifel nachgewiesen. Die Bebengruppen sind vom Laacher See aus steil nach unten in Richtung Südosten abfallend angeordnet. Neben der räumlichen Trennung ist auch das zeitliche Auftreten der DLF-Erdbeben scharf begrenzt: Bis jetzt haben die Experten acht Episoden von DLF-Erdbeben zwischen 40 Sekunden und acht Minuten Dauer beobachtet. Allerdings werten die Forscher die beobachteten DLF-Erdbeben nicht als unmittelbares Vorläufersignal einer aktuell bevorstehenden vulkanischen Aktivität. Der Aufstieg von Magma in die flache Erdkruste geht in aller Regel mit hochfrequenten Erdbebenschwär-

men einher. Eine solche Aktivität war in der Osteifel bis jetzt nicht zu beobachten. Außerdem fehlen Hinweise auf Hebungen der Erdoberfläche, die bei massiven Magmenaufstiegen deutlich feststellbar sein müssten. Datierungen der beim letzten Ausbruch vor 12 900 Jahren geförderten Magmen zeigen, dass Befüllung und Differenzierung der oberen Magmenkammer unter dem Laacher See etwa 30 000 Jahre gedauert haben könnten, bevor es zum eigentlichen Ausbruch kam. Das bedeutet, dass die magmatischen Prozesse sich über extrem lange Zeiträume hinziehen, bevor es zu einer Eruption kommt. Da die technischen Voraussetzungen zur Detektion und Lokalisierung von DLF-Erdbeben in der Osteifel erst seit einigen Jahren eine ausreichende Qualität erreicht haben, lässt sich rückwirkend nicht feststellen, seit wann DLF-Erdbeben im Bereich des Laacher Sees auftreten. Anzunehmen ist, dass dies bereits vor 2013 der Fall war. Nach der ersten Beobachtung tiefer Erdbeben im Jahr 2013 installierten GFZ, KIT und Erdbebendienst Südwest zusätzlich ein seismologisches Forschungsmessnetzwerk. Die gemeinsame Nutzung der seismischen Registrierungen erlaubt nun die detaillierte wissenschaftliche Analyse der Mikroseismizität.

Um die Zusammenhänge zwischen den DLF-Erdbeben und möglicher magmatischer Aktivität unter der Osteifel besser untersuchen zu können, empfehlen die Forscher eine Intensivierung der geochemischen Überwachung zur Analyse austretender Gase sowie wiederholte geodätische Messungen zur Feststellung möglicher Deformationen der Erdoberfläche. Ebenso sollten gezielte geophysikalische Untersuchungen zur Abbildung und Charakterisierung möglicher Magmareservoire unter der Laacher-See-Region vorgenommen werden. Weiterhin raten die Wissenschaftler zu einer Neubewertung der vulkanischen Gefährdung der Eifel. ■

Originalstudie: Hensch, M., Dahm, T., Ritter, J., Heimann, S., Schmidt, B., Stange, S., Lehmann, K. (2019): Deep low-frequency earthquakes reveal ongoing magmatic recharge beneath Laacher See Volcano (Eifel, Germany). - *Geophysical Journal International*. DOI: 10.1093/gji/ggy532

Erdbebenwellen können Vulkane auch dämpfen



Wellenhöhen und Isochronen des Tsunami vor Japans Küste 2011 (Abb.: A. Babeyko, GFZ)

Erdbeben und vulkanische Aktivität hängen auf komplexe Weise miteinander zusammen: Es gibt eine Reihe von Belegen dafür, dass große Erdbeben vulkanische Aktivität auslösen, aber es gibt auch Beispiele für den gegenteiligen Effekt, also für vulkanische Aktivität gedämpft infolge eines Erdbebens. So führte das Beben der Magnitude 9 von Tōhoku im Jahr 2011, das einen verheerenden Tsunami und die Reaktorkatastrophe in Fukushima verursacht hatte, nicht nur zur Aktivitätsauslösung an manchen Vulkanen, sondern auch zu einer Landabsenkung bei einigen anderen vulkanischen Gebieten. Eigentlich würde man eine Hebung des Bodens erwarten, da man annimmt, dass ein solches Erdbeben den Druck des Magmas im Untergrund erhöht. Doch stattdessen passierte das Gegenteil.

Welcher Mechanismus könnte gleichzeitig diese unterschiedlichen vulkanischen Reaktionen auf Erdbeben erklären? Ein Team von Forschenden aus Japan, Deutschland, Italien und den USA, das von einem japanisch-deutschen Austauschprogramm finanziert wird, hat den Resonanzeffekt von Vulkangebirgen beim Durchlauf seismischer Wellen simuliert und dabei eine Erklärung für die paradoxen Effekte gefunden. Die Arbeit wurde online in der Fachzeitschrift *Geology* veröffentlicht.

Vulkane bilden häufig Berge oder Bergketten. Diese können während eines Erdbebens ähnlich wie ein Wolkenkratzer ins Schwingen kommen. In einem Labor

des GFZ simulierten die Forschenden solche Schwingungen eines Vulkanbergs. Sie schufen einen Miniaturvulkan aus Gelatine, spritzten Wasser und Luft in unterschiedlichen Anteilen hinein und platzierten ihn auf einem Rütteltisch. Das Rütteln führte dazu, dass ein Teil des Gelatine-Vulkans anfangs zu oszillieren. In der Gelatine entstanden Zonen der Verdichtung (Kompression) und der Entspannung (Dilatation). Eine mit Polarisationsfiltern bestückte Kamera hielt das Geschehen fest. Die Kompressionen und Dilatationen drückten die Fluide im Minivulkan in alle Richtungen, je nach Eigenschaft der Flüssigkeit. Gasreiche Flüssigkeiten, die in geringer Tiefe gelagert wurden, stiegen auf, während dichtere Flüssigkeiten abwärts sanken oder seitlich wanderten. Diese Bewegungen erfolgten etwa hundertmal schneller als ohne Schütteln.

Diese Experimente können sowohl anregende als auch dämpfende Auswirkungen erklären, weil Flüssigkeiten je nach Gasanteil und Eigenschaften nach oben oder unten wandern. Die Fluidmigration ist am effizientesten, wenn die Schwingungsfrequenz nahe an der Resonanzfrequenz des Berges liegt. Die Resonanzfrequenz für einen 30 km breiten vulkanischen Bereich, beispielsweise dort, wo eine Absenkung beobachtet wurde, beträgt $\sim 0,07$ Hertz. Nur große Erdbeben, bei denen ein Bruch entlang etwa 100 km langer geologischer Störungszonen auftritt, können bei so niedrigen Frequenzen zu Resonanzschwingungen führen. Dies passt

zu der Beobachtung, dass große Erdbeben am wirksamsten sind, um vulkanische Aktivität auszulösen. Manchmal sind die Auswirkungen eines Bebens größer als Magnitude 8 sogar bei Vulkanen weltweit zu bemerken. Resonanzschwingungen von Vulkanen können daher wohl Prozesse im Inneren der Vulkane verstärken und deren Wirkung beschleunigen – manchmal mit einer Erhöhung des Drucks, manchmal mit einer Verminderung. ■

Originalstudie:

Namiki, A., Rivalta, E., Woith, H., Willey, T., Parolai, S., Walter, T.R. (2018): Volcanic activities triggered or inhibited by resonance of volcanic edifices to large earthquakes. - *Geology*. DOI: [10.1130/G45323.1](https://doi.org/10.1130/G45323.1)

Spurensuche eines extremen Klimawandels



Aus den Baumringen in diesen fossilen Kiefern haben die Forscherinnen und Forscher wertvolle Informationen über den plötzlichen Kälteeinbruch vor rund 12 000 Jahren gewonnen. (Foto: C. Miramont, Universität Aix-Marseille)

Die Reste eines in Schwemmland begrabenen Kiefernwalds am Fuße des Mont Saint Genis in Südfrankreich enthalten aufschlussreiche Informationen über einen drastischen Klimawandel. Die Kiefern begannen ihr Wachstum vor rund 12 900 Jahren während der relativ warmen Allerød-Zeit. Das fossile Holz dokumentiert den Kälteeinbruch der „Jüngeren Dryas“. Forschende des GFZ haben gemeinsam mit internationalen Kolleginnen und Kollegen jetzt erstmals klassische Baumringdickenmessungen mit Analysen der stabilen Isotope von Kohlenstoff und Sauerstoff der Baumjahre verknüpft. Sie rekonstruierten damit in jährlicher Zeitauflösung das lokale Bodenwasser (Niederschlag) und die relative Luftfeuchtigkeit. Daraus ergaben sich völlig neue Einblicke in die hydrologische Variabilität und Änderungen der atmosphärischen Zirkulation während dieses abrupten Klimawandels. Das Team berichtet darüber im Fachjournal *Scientific Reports*.

Der plötzliche Kälteeinbruch auf der Nordhalbkugel zwischen 12 700 und 11 600 Jahren vor heute ist hauptsächlich aus grönländischen Eisbohrkernen und mitteleuropäischen Seesedimenten bekannt. Er wurde nach der Weißen Silberwurz (lat.: *Dryas octopetala*) benannt – eine Pflanze der Arktis, die sich wieder ausgebreitet hatte. Der Fund der fossilen Kiefern in einem südfranzösischen Flusstal nahe Avignon schließt nun eine wichtige Lücke, denn

er zeigt, wie sich das Klima in dieser Zeit im Mittelmeerraum änderte. Mit genauen Radiokohlenstoff-Datierungen konnten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nachweisen, dass die begrabenen Kiefern in der warmen Allerød-Zeit vor der Jüngeren Dryas aufgewachsen waren und den plötzlichen Kälteeinbruch für einige Jahrzehnte überlebt hatten. Sie wurden damit Zeugen dieses Klimawandels.

In ihren Analysen fanden die Forschenden Anzeichen für einen vermehrten Luftmassentransport vom Atlantik. Überraschend war, dass schon etwa sechzig Jahre vor dem eigentlichen Klimawechsel eine deutliche Veränderung der Niederschlagsquelle zu erkennen war. Den Ergebnissen zufolge nahmen feuchte Luftmassen aus dem Atlantikraum zu und Niederschläge aus dem Mittelmeerraum ab. Zu sehen ist diese Veränderung in einer zunehmenden Variabilität der Sauerstoffisotope des Bodenwassers. Isotope sind Atome mit einer unterschiedlichen Anzahl von Neutronen im Kern. Aus den Verhältnissen von leichten und schweren Isotopen lassen sich Rückschlüsse auf die Herkunft von Luftmassen und damit Niederschlägen ziehen. Besonders markant ist auch die Zunahme extremer polarer Luftvorstöße, Winterniederschläge und Winterstürme zu Beginn der Jüngeren Dryas. Diese Studie belegt, dass nicht die Änderung der Mitteltemperaturen problematisch war, sondern dass der Stress für die Umwelt, der vermutlich auch zum Absterben

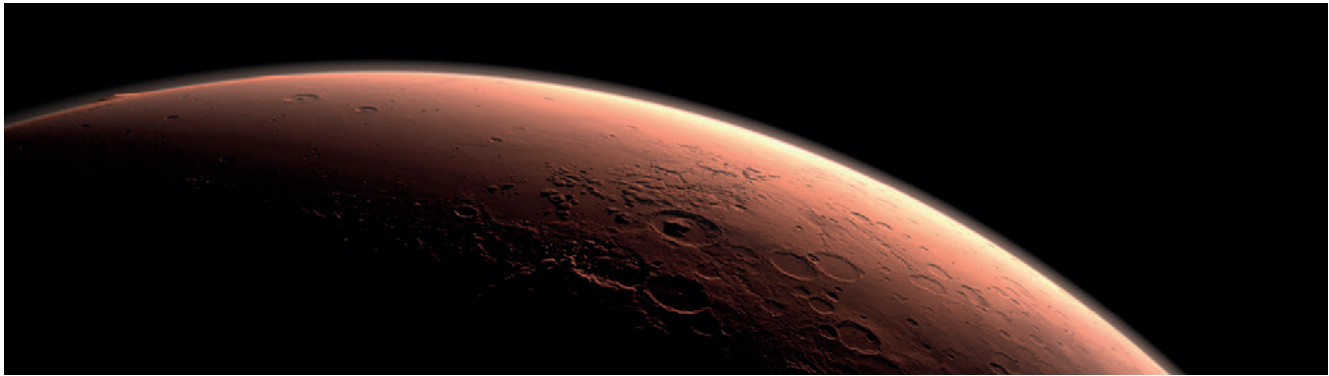
der Bäume geführt hat, durch die Häufung von extremen Witterungsbedingungen in einzelnen Jahren oder Dekaden ausgelöst wurde. Generell zeigt diese Studie, dass Zeiten von starkem Klimawandel mit einer größeren Instabilität der atmosphärischen Zirkulation einhergehen können, die zu einer stärkeren Variabilität von Jahr zu Jahr oder Dekaden führt. An diesem Beispiel zeigt die Paläoklimaforschung, wie sie Wissenslücken mit Informationen aus natürlichen Klimaarchiven schließen kann. Das ist auch deshalb wichtig, weil Erfahrungswerte darüber fehlen, was genau während eines plötzlichen Klimawandels geschieht, wie schnell sich das Klima verändern kann und welche regionalen Unterschiede auftreten.

Die Studie wurde durch das DFG-Projekt HE 3089/9-1 gefördert und von der Helmholtz REKLIM-Initiative unterstützt. ■

Originalstudie:

Pauly, M., Helle, G., Miramont, C., Büntgen, U., Treydte, K., Reinig, F., Guibal, F., Sivan, O., Heinrich, I., Riedel, F., Kromer, B., Balanzategui, D., Wacker, L., Sookdeo, A., Brauer, A. (2018): Subfossil trees suggest enhanced Mediterranean hydroclimate variability at the onset of the Younger Dryas, - *Scientific Reports*, 8, 13980 (SREP-18-03033-T) www.nature.com/articles/s41598-018-32251-2

Natürliche „Batterien“ machten Mars organisch



Am Computer erzeugtes Bild des Mars zwischen Dunkelheit und Tageslicht, Quelle: <https://www.jpl.nasa.gov/spaceimages/details.php?id=PIA14293>

Hinweise auf organisches Material auf dem Mars sorgen immer wieder für Euphorie bei Forschenden wie wissenschaftsbegeisterten Laien. Vielleicht, so die Hoffnung, könnten sich mit den Spuren auch die Indizien für Leben auf dem Mars verdichten. Ein internationales Team von Forschenden unter der Führung von Andrew Steele von der Carnegie Institution of Washington in Washington D.C., an dem Liane G. Benning vom GFZ, sowie Richard Wirth und Anja Schreiber aus Bennings Gruppe beteiligt waren, hat untersucht, woher der organische Kohlenstoff in drei Marsmeteoriten stammt. Die Forschenden vermuten, dass der Kohlenstoff durch elektrochemische Reaktionen zwischen vulkanischen Mineralien und salzhaltigen Flüssigkeiten entstanden ist. Das berichten sie in einer Studie im Fachjournal *Science Advances*. Sie schreiben von einem möglichen „Paradigmenwechsel“ bei der Suche nach Leben auf anderen Planeten und der Erklärung von Evolutionsprozessen auf der Erde.

Organische Kohlenstoffverbindungen umfassen bis auf einige wenige Ausnahmen die Verbindungen von Kohlenstoff mit sich selbst oder anderen Elementen wie Wasserstoff. Sie gelten als Grundbausteine für die Prozesse des Lebens, wie wir es kennen, und können durch biologische Prozesse, aber auch durch unbelebte chemische Vorgänge entstehen. Wie die in den drei Marsmeteoriten namens Tissint, Nakhla und NWA 1950 gefundenen Anteile an organischen Kohlenstoffen entstanden sind, versuchte das Team mit modernen elektronenmikroskopischen, spektroskopischen, spektrometrischen und Röntgen-Untersuchungen zu

enthüllen. Ihre Hypothese: Ähnlich wie bei einer Batterie entstand auf dem Mars beim Aufeinandertreffen von metallhaltigem Material aus mineralischem Vulkangestein mit einer Salzlösung eine elektrische Spannung. Die Energie aus diesem „galvanischen“ Prozess genügte, um in einer mehrstufigen chemischen Reaktion die vorgefundenen organischen Kohlenstoffverbindungen entstehen zu lassen.

Die Ergebnisse gründen auf Forschungsarbeiten aus dem Jahr 2012, als Steele und sein Team belegen konnten, dass der organische Kohlenstoff in den Meteoriten tatsächlich vom Mars stammt und nicht aus einer Verunreinigung auf der Erde. Sie fanden damals auch heraus, dass der Kohlenstoff nicht biologischen Ursprungs ist. Die nun veröffentlichte Studie zielte darauf ab, festzustellen, woher der organische Kohlenstoff stattdessen kommt. Dass die Natur offensichtlich genügend Energie für den beschriebenen Prozess liefert, hat große Bedeutung für die Forschung im Bereich der Astrobiologie. Ein Fund von organischem Material muss demnach nicht zwingend ein Hinweis auf Leben sein. Prinzipiell sei der beschriebene Vorgang überall möglich, wo vulkanisches Material mit salzhaltigen Flüssigkeiten in Verbindung tritt. Beispielsweise könnten sich ähnliche Vorgänge auch auf der Erde oder den Saturn- und Jupitermonden Enceladus und Europa abgespielt haben. Auch für auf dem Mars beobachtete Naturphänomene, wie das Auftreten von Methan in dessen Atmosphäre oder das vom Curiosity-Rover in Gesteinsproben gefundene widerstandsfähige organische

Material, sind die neuen Erkenntnisse von Belang. Die Ergebnisse der aktuellen Analysen an Marsmeteoriten auf der Erde stimmen nämlich mit dem überein, was der Roverroboter auf der Oberfläche des „roten Planeten“ vor Ort fand. Erst die „leistungsfähige Kombination von Roboter- und Laboranalysen“ habe zur Entwicklung ihrer Hypothese führen können, schreiben die Forschenden. Benning und ihre Kolleginnen und Kollegen wollen diese nun durch eine spezifische roboterassistierte Untersuchung an vom Mars zurückgebrachten Proben und anschließende Laborexperimente überprüfen.

Die Forschenden haben ihre Studie Erik Hauri von der Carnegie Institution gewidmet, der an der Arbeit mitgewirkt hat und im September verstarb. 2008 war der Geochemiker Hauri an der Entdeckung von Spuren von Wasser auf dem Mond beteiligt. 2011 konnte er zeigen, dass der Erdtrabant wesentlich größere Mengen an Wasser beherbergt als man bis dahin angenommen hatte. Das warf weitreichende Fragen zur Entstehungstheorie des Mondes und von Planeten wie der Erde auf. ■

Originalstudie:

Steele, A., Benning, L. G., Wirth R., Siljeström, S., Fries, M.D., Hauri, E., Conrad, P.G., Rogers, K., Eigenbrode, J., Schreiber, A., Needham, A., Wang, J.H., McCubbin, F.M., Kilcoyne D. and Rodriguez Blanco, J.D. (2018): Organic synthesis on Mars by electrochemical reduction of CO₂. - *Science Advances*. DOI: [10.1126/sciadv.aat5118](https://doi.org/10.1126/sciadv.aat5118) <https://dx.doi.org/10.1126/sciadv.aat5118>

Geothermisches Niedertemperatur-Demonstrationskraftwerk an indonesische Partner übergeben



Geothermisches Niedertemperatur-Demonstrationskraftwerk

Niedertemperatur-Kraftwerke können erheblich zu einer effizienteren Nutzung der geothermischen Ressourcen in Indonesien beitragen. Sie eignen sich aufgrund der vergleichsweise geringen Baugrößen und der Möglichkeit zur automatischen Betriebsführung auch für die elektrische Versorgung netzferner Gebiete. Am 21. Januar 2019 ist das vom GFZ in Nord-Sulawesi, Indonesien, errichtete geothermische Nie-

dertemperatur-Demonstrationskraftwerk (GeNie) an das zukünftige indonesische Betreiberkonsortium übergeben worden. Bislang wird in Indonesien, abgesehen von der Demonstrationsanlage, nur an einem weiteren Geothermiestandort auf Niedertemperatur-Kraftwerkstechnik zurückgegriffen.

Das Demonstrationskraftwerk nutzt einen Teil des am Geothermiefeld Lahendong geförderten geothermischen Dampf-Wasser-Gemisches, um über einen separaten Kraftwerkskreislauf Strom zu erzeugen. Durch einen Heißwasserzwischenkreis ist es möglich, sowohl Wärme von reiner Flüssigkeit als auch von Zweiphasengemischen zu verstromen. Basierend auf einer Projektförderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung und in enger Zusammenarbeit mit den indonesischen Partnern BPPT (Agency for the Assessment and Application of Technology) und PGE (Pertamina Geothermal Energy) haben GFZ-Ingenieurwissenschaftler seit 2014 Konzeptentwicklung, Planung, Bau und Inbetriebnahme des Demonstrationskraftwerks geleitet. Indonesische und deutsche Firmen haben maßgeblich an diesem Prozess mitgewirkt. Hier sind insbesondere die Firmen PT Intan Kalorindo, Dürr Cyplan Ltd., EDL Anlagenbau GmbH sowie Güntner GmbH/PT Guntner Indonesia zu nennen. Im September 2017 begann schließlich der Forschungs- und Testbetrieb. ■

Grundsteinlegung für Laborneubau



GFZ-Vorstandssprecher Prof. Reinhard Hüttl, die Architektin Katja Döpke und Architekt Alexander Gyalokay vom Büro Heinle, Wischer und Partner, GFZ-Kuratoriumsvorsitzender Dr. Karl Eugen Huthmacher, MinDir a.D., und GFZ-Forscher Prof. Dirk Wagner (v.l.n.r.) mit der Zeitkapsel für den Grundstein (Foto: E. Gantz, GFZ)

Der Grundstein für das „GeoBioLab“ ist gelegt. Am Donnerstag, 8. November 2018, hat das GFZ den Baubeginn für ein neues Laborgebäude mit einem Festakt gefeiert. Das „Helmholtz-Labor für integrierte geowissenschaftlich-biologische Forschung“ (GeoBioLab) wird in erster Linie der Erforschung der tiefen Biosphäre und der

Wechselwirkungen der Biosphäre mit der Geosphäre und dem Klima dienen. Der Neubau wird ebenfalls Platz für einen Serverraum bieten. Der Bau bildet den Abschluss des Neubaukomplexes des GFZ mit den Häusern B bis G, indem er in unmittelbare Nachbarschaft an das Haus B gesetzt wird. Die Bruttogrundfläche beträgt gut 3800 qm, davon sind 1439 qm Hauptnutzfläche, also Labore und Büros. Die Baukosten werden auf rund 13 Millionen Euro veranschlagt. Die Fertigstellung ist im Dezember 2020 vorgesehen. Das sehr moderne Gebäude und die Haustechnik werden die Kriterien der Silber-Zertifizierung nach dem Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude (BNB) erfüllen. Es wurde vom Architekturbüro Heinle, Wischer und Partner entworfen.

Hauptnutzer des Gebäudes werden die beiden Sektionen Geomikrobiologie (Leitung: Prof. Dirk Wagner) und Grenzflächen-Geochemie (Leitung: Prof. Liane G. Benning) sein. Erst seit rund 20 Jahren wisse man, dass tausende Meter unter dem Boden eine florierende Gemeinschaft von Mikroorga-

nismen lebe, sagte Dirk Wagner anlässlich der Grundsteinlegung: „Wir gehen davon aus, dass die Biomasse in den obersten drei Kilometern der Erdkruste ungefähr genauso groß ist wie die gesamte Biomasse auf der Erdoberfläche.“ Das Leben in der tiefen Biosphäre hat Auswirkungen auf wichtige Prozesse, beispielsweise bei der Bildung und Zersetzung von Methan in und unter Permafrostböden.

Der Wissenschaftliche Vorstand und Vorstandssprecher des GFZ, Prof. Reinhard Hüttl, betonte bei der Grundsteinlegung, wie wichtig es sei, die Erde als System zu betrachten und die Wechselwirkungen mit vielen Disziplinen gemeinsam zu erforschen. Reinhard Hüttl nutzte die Gelegenheit auch, sich beim scheidenden Vorsitzenden des GFZ-Kuratoriums, Dr. Karl-Eugen Huthmacher zu bedanken. Der frühere Abteilungsleiter im Bundesministerium für Bildung und Forschung gibt mit seinem altersbedingten Ausscheiden aus dem BMBF auch den Kuratoriumsvorsitz am GFZ auf, den er seit 2010 innehatte. ■

Bundesministerin Karliczek und Landesministerin Münch auf dem Telegrafenberg



Bundesministerin Anja Karliczek wird von Prof. Reinhard Hüttel bei ihrem Besuch auf dem Telegrafenberg begrüßt (Foto: Thomas Spiekermann/GFZ)

„Dies ist ein Ort der sprechenden Wissenschaft!“ Mit diesen Worten lobte Bundesforschungsministerin Anja Karliczek den Wissenschaftspark Albert Einstein auf dem Potsdamer Telegrafenberg bei ihrem Antrittsbesuch im Land Brandenburg am 20. März 2019. Die Bundesministerin war gemeinsam mit ihrer Gastgeberin, der brandenburgischen Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kultur Martina Münch wäh-

rend des vierzehnten PhD Day des GFZ auf den Telegrafenberg gekommen. Zum PhD Day stellen die GFZ-Doktorandinnen und -Doktoranden unter anderem ihre aktuellen Forschungsprojekte vor. Die Ministerinnen konnten einen Eindruck vom FameLab-Wettbewerb gewinnen, bei dem junge Forschende in einem Vortrag von nur drei Minuten und ohne größere technische Hilfsmittel eine Jury und das Publikum begeistern



Reinhard Hüttel freute sich sehr über den Besuch der Ministerinnen und die lobenden Worte: „Für uns ist es etwas ganz besonderes, Bundesministerin Anja Karliczek und Landesministerin Martina Münch an unserem PhD Day begrüßen zu dürfen. Wir hoffen, dass der Eindruck vom Telegrafenberg Lust auf weitere Besuche macht und freuen uns auf eine weiterhin erfolgreiche Zusammenarbeit.“



Brandenburgs Wissenschafts- und Forschungsministerin Martina Münch sagte: „Die Forschungseinrichtungen auf dem Potsdamer Telegrafenberg tragen maßgeblich zur internationalen Strahlkraft der herausragenden und innovativen Wissenschaftslandschaft in Potsdam und im Land Brandenburg bei. Die außerordentlich positive Entwicklung der brandenburgischen Wissenschaftslandschaft ist von unschätzbare Bedeutung für die Region.“

müssen. Der Regional-Vorentscheid für Berlin-Brandenburg fand mit zehn Teilnehmerinnen und Teilnehmern gemeinsam mit dem GFZ-PhD Day statt. Bundesministerin Karliczek durfte die Sieger des Wettbewerbs ehren: „Das ist Wissenschaftskommunikation vom Feinsten“, sagte sie.

Zuvor konnten die Ministerinnen im Hörsaal bereits eine gute Nachricht überbringen: Ab Juni wird das GFZ als Partner der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg im Rahmen der Initiative „Land-Innovation-Lausitz“ von einer Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) profitieren. Vision und Ziel der Initiative ist die Entwicklung der Lausitz zu einer Modellregion für die Anpassung der Landnutzung an den Klimawandel durch innovative Technologien und Anbausysteme mit einer an den Zielen der Bioökonomie ausgerichteten Wertschöpfung. Die Förderung ist Teil des BMBF-Programms „WIR! – Wandel durch Innovation in der Region“.



„Auf dem Telegrafenberg in Potsdam wird herausragende Forschung über das Universum und unsere Erde betrieben“, sagte Bundesforschungsministerin Anja Karliczek. „Heute brauchen wir diese wissenschaftlichen Erkenntnisse mehr denn je, um große gesellschaftliche Herausforderungen wie den Klimawandel bewältigen zu können.“ (Fotos: Thomas Spiekermann/GFZ)

Ausgezeichnet

Reinhard Hüttl ist neuer Vizepräsident der GDNÄ



Prof. Reinhard Hüttl, Wissenschaftlicher Vorstand des GFZ und Vorsitzender des Vorstands, übernahm zum 1. Januar 2019 das Ehrenamt des Vizepräsidenten der Gesellschaft Deutscher Naturforscher (GDNÄ). Die Mitgliederversammlung der GDNÄ hatte Reinhard Hüttl bereits im Dezember 2018 in Saarbrücken zu ihrem Vizepräsidenten gewählt.

Gegründet im Jahre 1822 ist die GDNÄ Deutschlands älteste interdisziplinäre wissenschaftliche Gesellschaft. Sie ist die einzige wissenschaftliche Gesellschaft in Deutschland, die neben Expertinnen und Experten auch Schülerinnen und Schülern, Studierenden und naturwissenschaftlichen Laien für eine Mitgliedschaft offen steht. Sie beschreibt als ihre Ziele die Förderung des wissenschaftlichen Austauschs über die Grenzen der Fachdisziplinen hinweg und die Vermittlung von Faszination und Bedeutung wissenschaftlicher Erkenntnis gegenüber einer interessierten Öffentlichkeit und besonders auch jungen Menschen. Als neuer Vizepräsident ist Reinhard Hüttl gleichzeitig designierter Präsident der GDNÄ, dieses Amt wird er in den Jahren 2021 und 2022 innehaben. ■

Stefan Schwartze ist Helmholtz-Vizepräsident



Seit 1. Januar 2019 bekleidet **Dr. Stefan Schwartze**, Administrativer Vorstand des GFZ, die Rolle eines kaufmännischen Vizepräsidenten der Helmholtz-Gemeinschaft. Als einer von insgesamt acht Vizepräsidentinnen und -präsidenten möchte sich Stefan Schwartze in seiner Amtszeit für die zentrenübergreifende Zusammenarbeit insbesondere in der Digitalisierung und für die Aufhebung der vom Bundestag

verhängten Haushaltssperre einsetzen. Die Amtszeit beträgt zunächst zwei Jahre mit der Möglichkeit einer Wiederwahl.

Stefan Schwartze ist promovierter Jurist. 2003 wurde er Administratives Vorstandsmitglied des Stiftungsvorstands des Max-Delbrück-Centrums in Berlin-Buch. 2008 wurde er zum Kanzler der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster ernannt. Seit 1. Dezember 2011 ist er Administrativer Vorstand des GFZ. ■

Neue GFZ-Sektion Fernerkundung und Geoinformatik unter der Leitung von Doris Dransch



Zum 1. März 2019 fusionierten die beiden bisher eigenständigen GFZ-Sektionen „Fernerkundung“ und „Geoinformatik“ zur neuen Sektion „Fernerkundung und Geoinformatik“. Die Geoinformatik bildet in Zukunft eine eigene Arbeitsgruppe innerhalb der neuen Sektion. Die Leitung der neuen Sektion übernahm **Prof. Doris Dransch**, bisher Leiterin der Sektion Geoinformatik.

Der bisherige Leiter der Sektion Fernerkundung, **Prof. Luis Guanter**, folgte einem Ruf an die Universität Valencia, Spanien, und wird dort zukünftig im Themengebiet der Mechanik lehren und forschen. Der Wechsel von Luis Guanter soll die Basis neuer Kooperationen zwischen dem GFZ und der Universität Valencia bilden. ■

Die GFZ-Direktorinnen **Prof. Charlotte Krawczyk** und **Prof. Magdalena Scheck-Wenderoth** wurden im September 2018 in die Academia Europaea, Sektion Earth and Cosmic Science, aufgenommen. Die Academia Europaea ist eine europäische regierungsunabhängige wissenschaftliche Gesellschaft mit Sitz in London, mit dem Ziel, „das Verständnis der Wissenschaften in der Öffentlichkeit zu verbessern und zu fördern“. Eine Mitgliedschaft erfolgt ausschließlich durch Vorschlag einer Gutachterkommission. Die Gesellschaft besteht aus etwa 3000 Mitgliedern, darunter mehr als 50 Nobelpreisträgerinnen und -preisträger.

Professur für Maribel Núñez Valdez



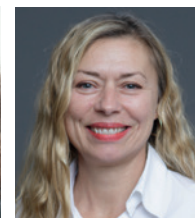
Prof. Maribel Núñez Valdez aus der GFZ-Sektion Chemie und Physik der Geomaterialien hat eine W2-Professur für Atomistische Geomaterialforschung an der Goethe-Universität in Frankfurt am Main angetreten. Es ist die erste gemeinsame Berufung des GFZ mit dieser Universität.

Núñez Valdez wird weiterhin am GFZ tätig sein und sich zusätzlich an der Goethe-Universität in der Lehre engagieren

Die Forscherin war 2017 im Rahmen des Helmholtz-Programms für exzellente Frauen in der Wissenschaft ans GFZ gekommen. Zuvor hatte sie ein Physikstudium in ihrem Heimatland Mexiko absolviert, an das sich ein Ph.D. an der University of Minnesota-Twin Cities in Minneapolis sowie Postdoc-Stationen in Zürich und Moskau anschlossen. Der Schwerpunkt ihrer Arbeit sind Theorie und Simulation von Materialeigenschaften, insbesondere von Geomaterialien, zum einen aus grundlegendem Interesse, zum anderen aber auch wegen ihrer Bedeutung für technologische Anwendungen und für Modellierungen der Erde und anderer Planeten. ■

Die GFZ-Direktorinnen **Prof. Charlotte Krawczyk** und **Prof. Magdalena Scheck-Wenderoth** wurden im September 2018 in die Academia Europaea, Sektion Earth and Cosmic Science, aufgenommen. Die Academia Europaea ist eine europäische regierungsunabhängige wissenschaftliche Gesellschaft mit Sitz in London, mit dem Ziel, „das Verständnis der Wissenschaften in der Öffentlichkeit zu verbessern und zu fördern“. Eine Mitgliedschaft erfolgt ausschließlich durch Vorschlag einer Gutachterkommission. Die Gesellschaft besteht aus etwa 3000 Mitgliedern, darunter mehr als 50 Nobelpreisträgerinnen und -preisträger.

Charlotte Krawczyk und Magdalena Scheck-Wenderoth in die Academia Europaea aufgenommen



Charlotte Krawczyk ist Direktorin des GFZ-Departments Geophysik und Leiterin der Sektion Oberflächennahe Geophysik. Sie forscht vor allem auf dem Feld der angewandten Geophysik und zu geophysikalischen

angewandten Geophysik und zu geophysikalischen

schen Eigenschaften von Massentransporten im Untergrund. Neben ihrer Arbeit am GFZ hat sie eine gemeinsame Professur für Geophysik mit Schwerpunkt Seismik mit der Technischen Universität Berlin inne.

Magdalena Scheck-Wenderoth ist Direktorin des GFZ-Departments Geosysteme und Leiterin der Sektion Sedimentbeckenmodellierung. Sie hat eine gemeinsame Professur für Sedimentbeckenanalyse mit der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen inne. Forschungsschwerpunkt ihrer Arbeit sind geodynamische Prozesse in Sedimentbecken und daraus resultierende Folgen für die Untergrundnutzung. ■

Bruno Merz und Friedhelm von Blanckenburg sind AGU Fellows 2018



Die **Professoren Bruno Merz**, Leiter der GFZ-Sektion Hydrologie und **Friedhelm von Blanckenburg**, Leiter der GFZ-Sektion Geochemie der Erdoberfläche, haben am 12. Dezember 2018 auf der Jahresversammlung der American Geophysical Union (AGU) in Washington, D.C., ihre Urkunden und Medaillen zum AGU Fellow während einer feierlichen Zeremonie überreicht bekommen. Zu der AGU Fellow Class 2018 gehören 62 Preisträgerinnen und Preisträger, die für ihre außergewöhnlichen wissenschaftlichen Leistungen, Visionen und ihr Engagement ausgezeichnet wurden.

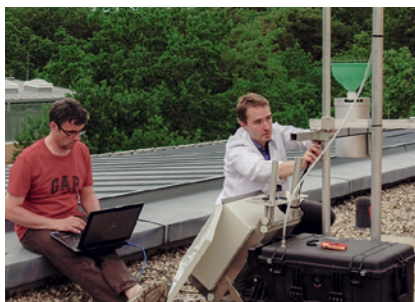
Bruno Merz erhielt die Auszeichnung insbesondere für seine Arbeiten zu hydrologischen Extremen. Unter seiner Leitung hat die GFZ-Sektion Hydrologie Modelle entwickelt, mit deren Hilfe Extremereignisse besser verstanden und Risiken besser eingeschätzt werden können. Friedhelm von Blanckenburg befasst sich vor allem mit Umweltinformationen, die sich aus der Isotopenzusammensetzung von Gesteinen und anderen Proben gewinnen lassen. ■

Ehrung für Frank Flechtner



Prof. Frank Flechtner, Leiter der GFZ-Sektion Globales Geomonitoring und Schwerefeld und Professor an der TU Berlin, erhielt im August 2018 die „NASA Outstanding Public Leadership Medal“. Die Ehrung würdigt seine herausragende Rolle bei der Koordinierung des europäischen Teils der GRACE-FO-Mission. Die Vorgängermission GRACE und GRACE-Follow On mit je zwei Satelliten liefern Daten, die das Schwerefeld der Erde samt seiner zeitlichen Variationen beschreiben. Das GRACE-Duo umkreiste die Erde von 2002 bis 2017 (dreimal so lang wie ursprünglich geplant) und GRACE-FO ist am 22. Mai 2018 erfolgreich ins All gestartet. Ebenfalls erfolgreich war der Projektantrag für die DFG-Forschergruppe „New Refined Observations of Climate Change from Spaceborne Gravity Missions (NEROGRAV)“, deren Sprecher Frank Flechtner ist. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler wollen neuartige Methoden und Modellierungsansätze entwickeln, mithilfe derer sich die durch Satellitenmissionen gewonnenen Daten noch präziser auswerten lassen. Die Schwerefelddaten tragen zu einem tieferen Verständnis von Massenverteilung und -transport im System Erde bei. Das ist wichtig, um zentrale Fragen in den Forschungsbereichen der Hydrologie, Ozeanografie, Glaziologie, Geologie und Klimatologie zu analysieren. ■

ERC-Grant geht an Team um Dirk Sachse



Torsten Queisser und Gunnar Pruß bei der Arbeit am Regenwassersammler (Foto: M. Reich, GFZ)

Der Europäische Forschungsrat (ERC) fördert das Team um den GFZ-Forscher **Dr. Dirk Sachse** mit einem „Proof of Concept“-Grant. Die Fördersumme von 150 000 Euro soll dazu dienen, einen automatisierten Regenwassersammler möglichst nah an die Marktreife zu bringen. Für Dirk Sachse ist es nach seinem „Consolidator-Grant“ die zweite ERC-Förderung. Gemeinsam mit **Dr. Christoff Andermann**, **Torsten Queißer** und **Markus Reich** wurde ein Prototyp entwickelt, der bereits umfangreiche Tests hinter sich hat.

Mit dem Gerät sollen kontinuierlich Proben von Regenwasser auch in unwegsamem Regionen gewonnen werden. Die Herausforderung dabei ist eine Trennung und Konservierung der einzelnen Proben, so dass minimale Unterschiede in der Isotopenzusammensetzung noch Monate später analysiert werden können. Auch die Energieversorgung und Robustheit des „Samplers“ müssen gewährleistet sein, um auch ein halbes Jahr im Hochgebirge, z. B. in Nepal, zu überstehen. ■

Sabine Chabrilat mit Best Paper Award ausgezeichnet



Dr. Sabine Chabrilat, Arbeitsgruppenleiterin in der GFZ-Sektion Fernerkundung, erhielt den Best Paper Award auf dem 9. Workshop on Hyperspectral Image and Signal Processing

Evolution in Remote Sensing „Whispers“, der vom 23. bis 26. September 2018 in Amsterdam, Niederlande, stattfand. Sabine Chabrilat und ihre Co-Autoren erhielten die Auszeichnung für ihre Arbeit mit dem Titel „Mapping CROP variability related to soil quality and CROP stress within rain fed Mediterranean agroecosystems using hyperspectral data“. ■

Best Presentation Award für Susanne Glaser



Dr.-Ing. Susanne Glaser, GFZ-Sektion Geodätische Weltraumverfahren, erhielt auf der GNSS+-Konferenz 2018 des Institute of Navigation (ION) in Miami,

USA, den „Best Presentation Award“. Sie bekam den Award für ihre Präsentation „On the Impact of Inter-satellite Links and Ultra-stable Clocks within Future GNSS Constellations on Geodetic Parameters“ in der Sitzung „Future Trends of Satellite Navigation“. Die ION GNSS+ ist die weltweit bedeutendste Konferenz für die Bereiche GNSS-Technologie, -Dienste und -Produkte. Mit GNSS werden globale Navigationssatellitensysteme wie das amerikanische GPS und das europäische Galileo bezeichnet. ■

Kirsten Elger zu Chefredakteurin von Earth System Science Data ernannt



Dr. Kirsten Elger, Referentin in der Organisationseinheit „Bibliothek und Informationsdienste“ am GFZ, ist eines der fünf Mitglieder in der Leitung der Zeitschrift

Earth System Science Data (ESSD). Die Zeitschrift wurde 2008 als erste Datenzeitschrift der Welt gegründet. Kirsten Elger war dort seit 2016 bereits „Topical Editor“, nun ist sie in die Chefredaktion berufen worden.

Die internationale, interdisziplinäre Zeitschrift veröffentlicht Artikel über Forschungsdaten und publiziert gleichzeitig die beschriebenen Daten durch Forschungsdatenrepositorien wie die GFZ Data Services. Die Artikel durchlaufen ein Peer-Review-Verfahren, werden also von anderen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern daraufhin begutachtet, ob sie sich zur Veröffentlichung eignen. ■

Nachwuchswissenschaftlerpreis für Hannes Hofmann



Dr. Hannes Hofmann, GFZ-Sektion Geoenergie, wurde mit dem Nachwuchswissenschaftlerpreis des Bundesverbandes Geothermie ausgezeichnet.

Der Preis wurde im Rahmen des Deutschen Geothermiekongresses (DGK) verliehen, der vom 27. bis 29. November 2018 in Essen stattfand. Der Bundesverband Geothermie vergibt diesen Preis zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und in „Anerkennung der Leistung junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auf dem Gebiet der Geothermie“. ■

Antoine B. Jacquey erhält Doktorandenpreis



Dr.-Ing. Antoine B. Jacquey, GFZ-Sektion Sedimentbeckenmodellierung, erhielt den Helmholtz-Doktorandenpreis 2018 des Helmholtz-Forschungsbereichs Energie im

November 2018. Antoine Jacquey hat mit seiner Promotionsarbeit maßgeblich dazu beigetragen, die physikalischen Bedingungen in geologischen Reservoiren besser numerisch zu beschreiben. Der entscheidende Fortschritt besteht darin, dass er neuartige Werkzeuge entwickelt hat, die dreidimensional sowohl die geologisch bedingten Heterogenitäten im Untergrund als auch die dort ablaufenden physikalischen Prozesse berücksichtigen.

Antoine Jacquey wurde zudem mit dem Heitfeld-Preis der „Hildegard und Karl-Heinrich Heitfeld Stiftung“ für seine herausragende Dissertation im Fachgebiet der Geologie ausgezeichnet. Titel der Dissertation: „Coupled thermo-hydro-mechanical processes in geothermal reservoirs: a multiphysic and multiscale approach linking geology and 3D numerical modelling“. ■