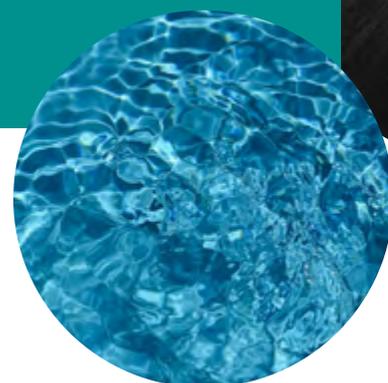
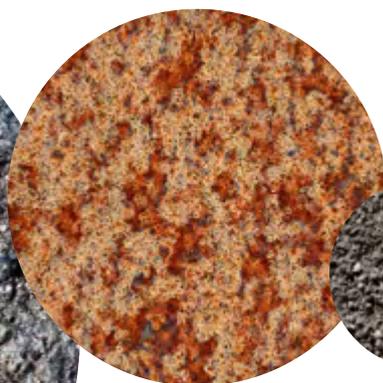
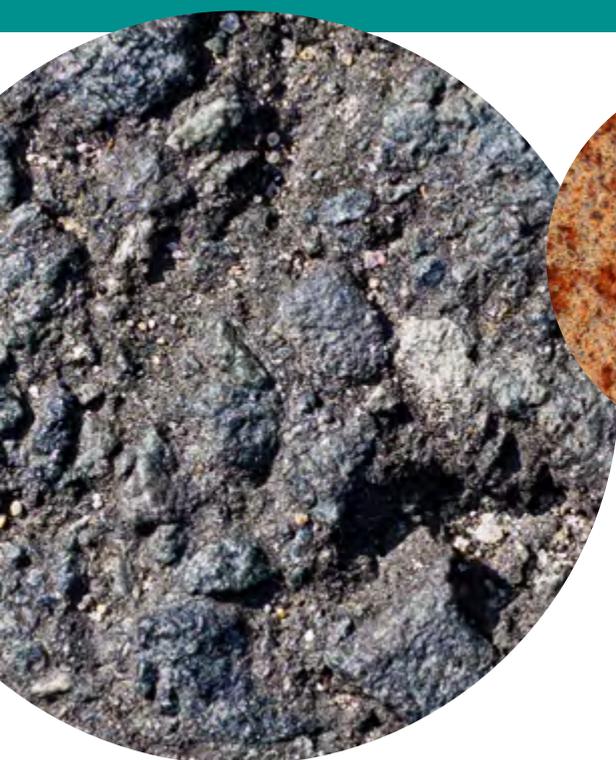


# RUBIN

WISSENSCHAFTSMAGAZIN



## AN DER OBERFLÄCHE

Von wegen unvorhersagbar: Erdbeben

Von wegen außerirdisch: Kreise im Kornfeld

Von wegen weiß und erhaben: Antike Statuen



Interview

# VOM ORBIT IN DIE ERDKRUSTE

*Mit Seismometern entdeckt man Erdbeben in der Regel, wenn es schon zu spät ist. Jonathan Bedford forscht mit einer Technik, die mehr Weitblick verspricht.*

” BEI DER  
FELDARBEIT LERNT  
MAN TOLLE LEUTE  
KENNEN. “

Jonathan Bedford

**P**rof. Dr. Jonathan Bedford misst Bewegungen der Erdkruste mit GPS. Damit versucht er, der Entstehung von Erdbeben auf die Spur zu kommen. Denn die Bewegung der einzelnen Platten der Erdkruste führt zu Spannungen und Verwerfungen, die sich in Form von Erdbeben entladen können. Im Interview erklärt Bedford, warum es so schwer ist, Erdbeben vorherzusagen, spricht über die Herausforderungen, denen sich seine Disziplin gegenüber sieht, und erzählt, wie er sein erstes Erdbeben erlebt hat.

### **Professor Bedford, warum ist es so schwer, Erdbeben vorherzusagen?**

Ich denke, das liegt daran, dass wir die Instrumente nicht nah genug an die Verwerfungen heranbringen können, an denen die Erdbeben entstehen. Oft sind die Bereiche der tektonischen Platten, die sich übereinander bewegen oder an denen die Platten gebrochen sind, schwer zugänglich, weil sie sich an abgelegenen Orten und viele Kilometer unter der Erde befinden.

### **Welche Orte sind das?**

Die größten Erdbeben sind Subduktionsbeben, bei denen eine tektonische Platte unter die andere abtaucht. Dabei entstehen oft Beben der Stärke 8 oder 9. Die meisten davon ereignen sich unter dem Meer, und es ist sehr schwierig, dort Daten zu erheben.

Ein weiterer Grund, der eine Vorhersage schwierig macht, sind die Kosten für die Messgeräte. Die Hardware war lange Zeit sehr teuer. Mittlerweile sinken die Kosten, nun ist die menschliche Logistik der teuerste Aspekt, weil wir Leute für die Feldarbeit ausbilden müssen. Meiner Meinung nach geben wir nicht annähernd genug Geld aus, wenn man bedenkt, wie viele Menschenleben auf dem Spiel stehen.

### **Sie nutzen die GPS-Technologie anstelle von Seismometern, um geologische Bewegungen zu erfassen. Wie präzise ist das Verfahren?**

Mit dem besten Equipment, das wir haben, können wir Bodenpositionen mit einer Genauigkeit von einigen Millimetern in der Horizontalen und etwas mehr als einem Zentimeter in der Vertikalen messen. Bei Mobiltelefonen haben wir mit GPS normalerweise eine Auflösung von fünf bis zehn Metern, weil diese nur Signale einer einzigen Frequenz nutzen. Wir verwenden mehrere Frequenzen, was unsere Messungen genauer macht. Aber wir müssen sehr vorsichtig bei unseren Analysen sein.

## **i MIKROPLATTEN IN GRIECHENLAND BEOBACHTEN**

Mithilfe globaler Satellitennavigationssysteme analysiert Jonathan Bedford, wie sich die tektonischen Platten in verschiedenen Teilen der Welt bewegen. In Griechenland interessiert er sich besonders für die sogenannten Mikroplatten, also kleine tektonische Platten, deren Bewegungen nur unzureichend verstanden sind. Bedfords Ziel ist es, diese Bewegungen zu modellieren und die Algorithmen anderen Forscherinnen und Forschern zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus wollen er und sein Team zeigen, dass es möglich ist, mit kostengünstigem Equipment Daten von guter Qualität zu sammeln. Im Rahmen des Projekts planen die Forschenden, einen Methoden-Artikel mit detaillierten Informationen über den Aufbau der Messstationen zu veröffentlichen, damit Kolleginnen und Kollegen von den Erfahrungen im Feld profitieren können. Die Arbeit von Jonathan Bedford wird vom Europäischen Forschungsrat mit 1,8 Millionen Euro bis 2027 gefördert.

### **Warum?**

Die Technologie arbeitet mit Satelliten, die die Erde mit einer bestimmten Geschwindigkeit umkreisen. Dabei erfahren sie eine andere Schwerkraft als die Erdoberfläche, was zu relativistischen Effekten führt. Die Zeit vergeht in der Umlaufbahn der Satelliten mit einer anderen Geschwindigkeit als auf der Erde. Um das zu korrigieren, müssen wir einige ausgeklügelte Berechnungen anstellen.

### **Sie und Ihr Team haben 2024 eine Menge Messstationen in Griechenland installiert. Wieso genau dort?**

Griechenland ist eine der erdbebengefährdetsten Regionen Europas, aber die Dichte der Messstationen ist im Vergleich zu anderen Ländern geringer. Außerdem sind einige tektonische Gegebenheiten dort für unsere Forschung besonders interessant.

### **Wie viele Stationen haben Sie schon ausgebracht?**

Bislang 49 in Griechenland. Wir hoffen, dass in den nächsten Monaten weitere 23 dazukommen. Die Arbeit im Feld ist allerdings immer unvorhersehbar. Manchmal plant man, eine Station irgendwo zu platzieren, und dann stellt sich der Standort als nicht geeignet heraus. Oder man hat sich mit jemandem verabredet, der aus irgendeinem Grund den Termin nicht wahrnehmen kann. ▶

## **i DIE BEWEGUNGEN TEKTONISCHER PLATTEN MIT GPS BESTIMMEN**

Globale Satellitennavigationssysteme – umgangssprachlich als GPS bekannt – sind nicht nur nützlich für das Navigieren im Auto oder zu Fuß. Mit ihnen lassen sich auch Bewegungen anderer Dinge messen, etwa der tektonischen Platten. Es gibt mehr als 20.000 Messstationen globaler Satellitennavigationssysteme (GNSS) weltweit, die speziell für die geowissenschaftliche Forschung installiert wurden. GPS ist nur eines von mehreren GNSS. Entwickelt wurde es vom US-amerikanischen Militär; auch Russland, China und die Europäische Union betreiben eigene globale Satellitennavigationssysteme. Umgangssprachlich hat sich die Abkürzung GPS – für Global Positioning System – als Synonym für globale Satellitennavigationssysteme im Allgemeinen etabliert.

### Wo genau installieren Sie die Stationen?

In Griechenland haben wir die Erlaubnis, in die Dächer öffentlicher Gebäude zu bohren, um dort unsere Antennen anzubringen. Wir versorgen sie entweder mit einer Kombination aus Solarpanel und Batterie oder schließen sie an die Stromversorgung der Gebäude an. Für die Installation einer Station benötigen wir im Durchschnitt drei bis vier Stunden. Normalerweise machen wir eine Station pro Tag. Wir versuchen, morgens fertig zu werden, und gehen dann lecker griechisch essen.

Ich habe auch schon viel in Chile gearbeitet, wo wir die Stationen in der Regel in den Fels bohren.

### Was sind die größten Herausforderungen bei der Feldarbeit?

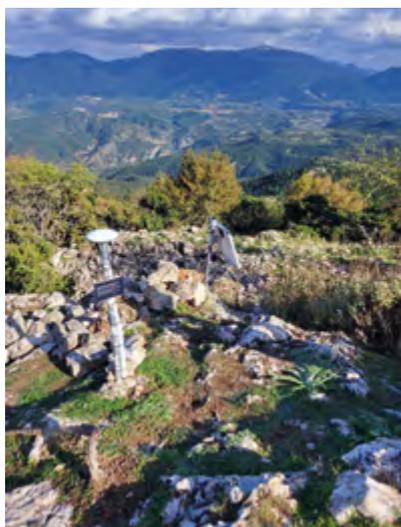
Das ist von Ort zu Ort verschieden. In Griechenland muss man vor allem mit der Hitze fertig werden. Im Süden Chiles sind es die Insekten, die sehr lästig sind. Im Norden Chiles ist die Wüste eine Gefahr; man kann Hunderte von Kilometern von einem sicheren Ort entfernt sein, also muss man vorausplanen, um nicht zu stranden.

### Haben Sie während Ihrer Reisen selbst einmal ein Erdbeben erlebt?

Einige. Das erste richtige war in Chile in Concepción. Dort hatte es 2010 ein Erdbeben der Stärke 8,8 gegeben. Zwei Jahre später war ich in der Nähe des Epizentrums, und es gab immer noch Nachbeben. Es war ein Beben der Stärke 5,8 – und eine sehr merkwürdige Erfahrung. Zuerst hat mein Gehirn versucht, mir zu sagen, dass es kein Erdbeben sei, sondern dass es irgendeinen anderen plausiblen Grund geben müsse. Aber dann fing es an zu wackeln. Die Menschen auf den Straßen haben gejammert. Sie waren verängstigt, weil sie noch immer von dem großen Erdbeben 2010 traumatisiert waren.

Später habe ich ein weiteres Erdbeben der Stärke 6 im Norden Chiles miterlebt. Ich war in einem Hotel. Viele Kinder fingen an zu weinen, was mich etwas beunruhigt hat. Ich hab mich darauf vorbereitet, die Evakuierungsrouten in höher gelegene Gebiete zu nehmen, aber letztendlich mussten wir nicht evakuiert werden.

Die Forschenden montieren Messstationen wie diese auf Dächern von Gebäuden oder im Fels. Die Bewegungen der Stationen werden vom globalen Satellitennavigationssystem erfasst – und somit auch die Bewegungen der Erdkruste. (Foto: Anna Schulte)



Jonathan Bedford installiert eine Messstation in der chilenischen Atacama-Wüste. (Foto: Jonathan Bedford)

### Für Ihre Feldarbeit haben Sie sich einige der seismisch gefährlichsten Regionen der Welt ausgesucht. Macht Ihnen das keine Sorge?

Man muss dorthin gehen, wo es etwas zu messen gibt. Ich bin mir der Gefahr bewusst, aber ich habe keine Angst. Als ich in Chile gearbeitet habe, gab mir jemand den Rat, immer Wasser dabei zu haben, weil das wohl das Wichtigste ist, wenn man ein großes Erdbeben erlebt. Daran halte ich mich immer. Man muss auch bedenken, dass viele Menschen – einer von dreien weltweit – in einem erdbebengefährdeten Gebiet leben. Es ist also nichts Besonderes, sich an einen solchen Ort zu begeben.

### Ist es wichtig für Sie, die Feldarbeit selbst zu machen?

Ja, sehr. Leider gibt es in der Geophysik einige Leute, die zwar forschen, aber nicht so einen großen Beitrag zur Feldarbeit leisten – vielleicht wegen des Zeitdrucks in der akademischen Welt oder weil sie nie die Gelegenheit dazu hatten. Letztendlich brauchen wir aber mehr Daten. Ich empfinde es als etwas unausgewogen, dass viele Forschungsprojekte mit vorhandenen Daten arbeiten, aber nicht so viele neue Daten sammeln. Es gibt nicht genügend Schulungen zur Feldarbeit, und sie wird auch nicht ausreichend gewürdigt. Außerdem kann Feldarbeit sehr teuer sein, sodass wir einen nachhaltigen Weg finden müssen, um sie durchzuführen. Wir brauchen auch eine bessere Koordination der Feldarbeit auf internationaler Ebene. Das ist etwas, worüber ich mit meinen Kolleginnen und Kollegen sprechen muss, zumindest was die GNSS-Messstationen angeht.

### Trotz all der Herausforderungen scheint Ihnen die Arbeit im Feld zu gefallen.

Bei der Feldarbeit lernt man tolle Leute kennen. Wenn man mit jemandem in einem Zelt an einem abgelegenen Ort Zeit verbracht hat, hat man eine besondere Verbindung.

### Was wünschen Sie sich für Ihre künftige wissenschaftliche Karriere?

Wenn ich Glück habe, liegen noch 30 Jahre Forschung vor mir. Ich würde mir wünschen, dass meine Community im Lauf dieser Zeit weniger reaktiv und mehr proaktiv handelt. Die ersten Veränderungen sind bereits wahrnehmbar.

Standpunkt

# „WIR MÜSSEN MEHR IN DIE ERDBEBEN-FORSCHUNG INVESTIEREN“



*Jonathan Bedford hat eine Vision: Er glaubt, dass Erdbeben eines Tages vorhersagbar sein werden. GPS könnte der Schlüssel dazu sein. Aber noch sind einige Anstrengungen nötig.*

Viele Leute in meinem Forschungsbereich gehen davon aus, dass Erdbeben grundsätzlich unvorhersagbar sind. Ich würde dem widersprechen.

Wir befinden uns in einem sehr frühen Stadium der Erdbebenforschung: Seismometer gibt es seit etwa 150 Jahren, und GPS, das ebenfalls genutzt werden kann, um Bewegungen der Erdkruste zu verfolgen, seit zwei bis drei Jahrzehnten. Die Disziplin ist also noch sehr jung. Wenn wir mehr Daten zur Verfügung hätten, könnten wir das Verhalten der Verwerfungen vorhersagen. Ob wir damit auch Erdbeben prognostizieren könnten, bleibt abzuwarten. Aber in der Forschungscommunity wächst der Optimismus, dass das eines Tages möglich sein wird.

Ein Grund dafür ist, dass wir heutzutage auch im Labor eine Menge Daten erheben können. Wir können zum Beispiel Gesteinsproben unter Druck setzen oder Verwerfungen im kleinen Maßstab nachbilden. Aus solchen Daten lässt sich ein Modell erzeugen, das die Prozesse an der Verwerfung vorhersehen kann. Mithilfe der GPS-Technik können wir außerdem Wochen oder Monate vor einem Erbeben sehen, wo sich eine Verwerfung bewegt. Solche Bewegungen haben nicht immer eine seismische Signatur, daher können sie von Seismometern nicht erfasst werden. GPS hat das Potenzial, in Echtzeit zu zeigen, was an der Verwerfung geschieht. Um daraus aber eine Vorhersage zu generieren, brauchen wir eine gemeinsa-

me Anstrengung von Hunderten oder Tausenden von Leuten in unserem Forschungsfeld.

In der Erbebenforschung müssen wir uns meines Erachtens dazu verpflichten, mehr Daten zu generieren. Wenn man unser Gebiet mit der Teilchenphysik oder Astronomie vergleicht, geben wir nicht annähernd so viel Geld aus wie diese Disziplinen. Das ist schade. Man stelle sich vor, wie viele Menschen bei einem großen Erdbeben sterben könnten – und wie viele bereits gestorben sind. Das Beben 2004 im Indischen Ozean hat Hunderttausende das Leben gekostet; in der Türkei und in Syrien starben 2023 Zehntausende. Wenn man sich vor Augen hält, wie viele Menschenleben auf dem Spiel stehen, müssten wir weitaus mehr investieren.

Fördermittel für die Forschung bekommt man in der Regel, wenn man Daten in einer bestimmten Region aufzeichnen möchte, die besonders erdbebengefährdet ist, aber wenig untersucht. Sich so auf bestimmte Gebiete zu konzentrieren, ist jedoch ein konservativer Ansatz. Ich denke, wir sollten den ganzen Planeten, vor allem die Verwerfungszonen, mit Messstationen übersäen und so viele Daten wie möglich sammeln. Mit mehr Daten und ausgefeilteren Techniken könnten Erdbebenvorhersagen eines Tages möglich sein.

Wir müssen ehrgeiziger werden!

*Text: Jonathan Bedford, Foto: RUB, Marquard*

# REDAKTIONSSCHLUSS

Wie würde Ihnen dieses Werk an Ihrer Wand zuhause gefallen? Was hier nach moderner Kunst aussieht, ist am Lehrstuhl für Verkehrswegebau entstanden. Es handelt sich zwar nicht um ein Forschungsergebnis, aber zumindest um eine wichtige Zutat für die Projekte der Ingenieurinnen und Ingenieure: Bitumen, das Bindemittel, das die Bestandteile von Asphalt zusammenhält. Das Lehrstuhlteam untersucht unter anderem, wie man Asphalt bei niedrigeren Temperaturen als in Deutschland üblich herstellen kann und was dafür die beste Rezeptur wäre (mehr dazu auf Seite 62). So werden im Lauf eines Jahres einige hundert Liter Bitumen in der Werkhalle verarbeitet. Und was davon nicht im Asphalt landet, wird schon mal für die Produktion von Kunstwerken genutzt, die später die Büros der Ingenieurinnen und Ingenieure zieren.

Foto: RUB, Marquard



## IMPRESSUM

**HERAUSGEBER:** Rektorat der Ruhr-Universität Bochum in Verbindung mit dem Dezernat Hochschulkommunikation der Ruhr-Universität Bochum (Hubert Hundt, v.i.S.d.P.)

**WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT:** Prof. Dr. Birgit Apitzsch (Sozialwissenschaft), Prof. Dr. Thomas Bauer (Fakultät für Wirtschaftswissenschaft), Prof. Dr. Gabriele Bellenberg (Philosophie und Erziehungswissenschaften), Prof. Dr. Elena Enax-Krumova (Medizin), Prof. Dr. Constantin Goschler (Geschichtswissenschaften), Prof. Dr. Markus Kaltenborn (Jura), Prof. Dr. Achim von Keudell (Physik und Astronomie), Prof. Dr. Günther Meschke (Prorektor für Forschung und Transfer), Prof. Dr. Martin Muhler (Chemie), Prof. Dr. Franz Narberhaus (Biologie), Prof. Dr. Nils Pohl (Elektro- und Informationstechnik), Prof. Dr. Markus Reichert (Sportwissenschaft), Prof. Dr. Tatjana Scheffler (Philologie), Prof. Dr. Gregor Schöner (Informatik), Prof. Dr. Sabine Seehagen (Psychologie), Prof. Dr. Roland Span (Maschinenbau), Prof. Dr. Marc Wichern (Bau- und Umweltingenieurwissenschaft), Prof. Dr. Peter Wick (Evangelische Theologie)

**REDAKTIONSANSCHRIFT:** Dezernat Hochschulkommunikation, Redaktion Rubin, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Tel.: 0234/32-25228, rubin@rub.de, news.rub.de/rubin

**REDAKTION:** Dr. Julia Weiler (jwe, Redaktionsleitung); Meike Drießen (md); Dr. Lisa Bischoff (lb); Raffaella Römer (rr)

**FOTOGRAFIE:** Damian Gorczany (dg), Schiefersburger Weg 105, 50739 Köln, Tel.: 0176 / 29706008, damiangorczany@yahoo.de, www.damiangorczany.de; Roberto Schirdewahn (rs), Offerkämpfe 5, 48163 Münster, Tel.: 0172/4206216, post@people-fotograf.de, www.wasaufdieaugen.de

**COVER:** Roberto Schirdewahn / Agentur für Markenkommunikation

**BILDNACHWEISE INHALTSVERZEICHNIS:** Teaserfotos für die Seiten 18, 26 und 52: Roberto Schirdewahn; Seite 22: Anna Schulte; Seite 62: RUB, Kramer

**GRAFIK, ILLUSTRATION, LAYOUT UND SATZ:** Agentur für Markenkommunikation, Ruhr-Universität Bochum, [www.einrichtungen.rub.de/de/agentur-fuer-markenkommunikation](http://www.einrichtungen.rub.de/de/agentur-fuer-markenkommunikation)

**DRUCK:** LD Medienhaus GmbH & Co. KG, Hansaring 118, 48268 Greven, [info@ld-medienhaus.de](mailto:info@ld-medienhaus.de), [www.ld-medienhaus.de](http://www.ld-medienhaus.de)

**ANZEIGEN:** Dr. Julia Weiler, Dezernat Hochschulkommunikation, Redaktion Rubin, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Tel.: 0234/32-25228, [rubin@rub.de](mailto:rubin@rub.de)

**AUFLAGE:** 3.900

**BEZUG:** Rubin erscheint zweimal jährlich und ist erhältlich im Dezernat Hochschulkommunikation der Ruhr-Universität Bochum. Das Heft kann kostenlos abonniert werden unter [news.rub.de/rubin/abo](http://news.rub.de/rubin/abo). Das Abonnement kann per E-Mail an [rubin@rub.de](mailto:rubin@rub.de) gekündigt werden.

**ISSN:** 0942-6639

Nachdruck bei Quellenangabe und Zusenden von Belegexemplaren

Die nächste Ausgabe von RUBIN erscheint am 7. Januar 2025 (Sonderausgabe Extinktionslernen).