



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Wissenschaftsjahr 2016 + 17
**MEERE
UND OZEANE**

GEO:N – Geoforschung für Nachhaltigkeit

Fachprogramm im Rahmenprogramm „Forschung für Nachhaltige Entwicklung (FONA³)“



Inhalt

Vorwort	2
1. Einführung	3
2. Programmstruktur	4
3. Terrestrische Geowissenschaften	5
3.1 Erkundung, Nutzung und Schutz des unterirdischen Raumes.....	5
3.2 Frühwarnung vor Naturgefahren	8
4. Marine Geowissenschaften	10
4.1 Paläoklimatologie	10
4.2 Aktive Plattenränder und Vulkanismus.....	12
4.3 Passive Kontinentalränder und ihre Rohstoffe	13
4.4 Mineralische Rohstoffe der Tiefsee	15
5. Erdbeobachtung: Erkundung der Erde aus dem Weltraum	17
6. Forschungsinfrastrukturen	19
7. Geodaten	21
8. Öffentlichkeitsarbeit und Dialogprozesse	22
9. Internationale Einbindung	23
10. Projektförderung und institutionelle Förderung	24
11. Umsetzung des Fachprogramms GEO:N	25
11.1 Zuwendungsempfänger, Projektstruktur und Förderhöhe	25
11.2 Auswahlverfahren und Förderbestimmungen	26
11.3 Evaluation und Weiterentwicklung	27
Impressum	29



Vorwort

Die Geowissenschaften helfen uns, das Erdsystem umfassend zu verstehen. Sie beschäftigen sich sowohl mit Abläufen im Erdinneren, auf der Erdoberfläche und in der Atmosphäre als auch mit den Auswirkungen menschlichen Handelns auf das Erdsystem. Mit dem Fachprogramm „Geoforschung für Nachhaltigkeit (GEO:N)“ unterstützt das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) diese Forschungsarbeiten zielgerichtet. Das Programm umfasst sowohl Themen der terrestrischen und marinen Geowissenschaften als auch der geowissenschaftlichen Erdbeobachtung.

Bei GEO:N geht es beispielsweise um die Erkundung und Nutzung des geologischen Untergrundes, was insbesondere für die Umsetzung der Energiewende wichtig ist. Die Früherkennung von Naturgefahren kann uns dabei helfen, uns auf Erdbeben und Flutkatastrophen vorzubereiten. Die Paläoklimaforschung kann einen wertvollen Beitrag dazu leisten, die Entwicklung und Auswirkungen des Klimawandels besser einschätzen zu können. Schließlich hilft die geowissenschaftliche Forschung in Zeiten knapper werdender Ressourcen bei deren effizienter und umweltverträglicher Nutzung. Das sind nur einige wenige Beispiele. Die Forschungsförderung geht weit darüber hinaus. Um auch auf aktuelle Entwicklungen reagieren zu können, wurde das Fachprogramm GEO:N bewusst offen angelegt.

GEO:N ordnet sich in die strategische Zielsetzung des BMBF-Rahmenprogramms „Forschung für nachhaltige Entwicklung (FONA³)“ ein, die Entscheidungsfindung in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu verbessern. Insbesondere bei kontrovers diskutierten Themen sollen die Bürgerinnen und Bürger im Rahmen von Dialogprozessen noch mehr einbezogen werden. Den Geowissenschaften kommt bei diesen Dialogen die wichtige Rolle des neutralen Beraters zu.

Mit dem Fachprogramm GEO:N führt das BMBF seine erfolgreiche Forschungsförderung auf dem Gebiet der Geowissenschaften fort. Ich lade Forschungseinrichtungen und Unternehmen herzlich dazu ein, gemeinsam mit uns Antworten auf die zentralen Zukunftsfragen zu finden.

Prof. Dr. Johanna Wanka
Bundesministerin für Bildung und Forschung





1. Einführung

Geowissenschaftliche Fragestellungen sind verstärkt in den Fokus von Öffentlichkeit und Politik gerückt. Über die Endlichkeit der natürlichen Ressourcen wird ebenso heftig diskutiert wie über den menschlichen Einfluss auf Klima, Biosphäre und den Planeten selbst. Gleichzeitig prägen Naturkatastrophen immer wieder die Schlagzeilen und machen die Verletzlichkeit der menschlichen Zivilisation bewusst. All das zeigt: Auf einem Planeten, der durch natürliche Vorgänge oder als Folge menschlichen Handelns ständig im Wandel ist, ist es entscheidend, die an der Oberfläche und im Untergrund ablaufenden Prozesse besser zu verstehen.

Geowissenschaftliche Forschung muss daher in drängenden Fragen der Gesellschaft die Faktenbasis für eine Bewertung bereitstellen und mögliche Lösungswege aufzeigen. Zu diesen Fragen gehören z. B. die Auswirkungen des Klimawandels oder die umweltschonende Versorgung mit Rohstoffen. Um wissenschaftliche Ergebnisse in die Gesellschaft zu transferieren, müssen die Natur- und Ingenieurwissenschaften zukünftig mit den Sozial- und Kommunikationswissenschaften kooperieren. So sind in gesellschaftspolitisch kontroversen Themenbereichen neue Dialogformen mit der Öffentlichkeit nötig, die auf Erkenntnissen der naturwissenschaftlichen und der sozialwissenschaftlichen Forschung aufbauen.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat bereits von 2000 bis 2014 im Rahmen des Sonderprogramms „GEOTECHNOLOGIEN“ verschiedene geowissenschaftliche Themenfelder gefördert. Das Programm hat die Vernetzung zwischen außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Hochschulen und Unternehmen erheblich gestärkt und das Zusammenspiel von grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung intensiviert.

Diese erfolgreiche Forschungsförderung wird seit 2015 durch das neue geowissenschaftliche BMBF-Fachprogramm „Geoforschung für Nachhaltigkeit (Geo:N)“ fortgeführt. Das Fachprogramm Geo:N ist Teil des BMBF-Rahmenprogramms „Forschung für Nachhaltige Entwicklung (FONA³)“.

2. Programmstruktur

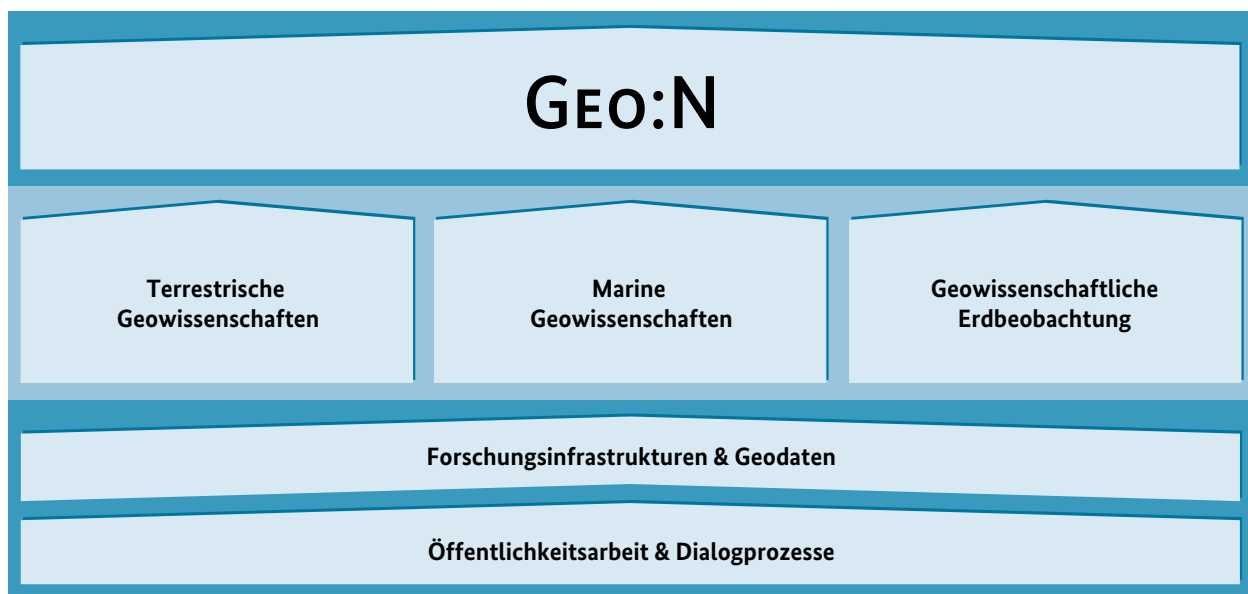


Abb. 1: Themenschwerpunkte und Querschnittsthemen des BMBF-Fachprogramms GEO:N.

Die Schwerpunkte des Programms GEO:N liegen im Bereich der terrestrischen und marinen Geowissenschaften sowie der geowissenschaftlichen Erdbeobachtung. Zu der themengebundenen Forschung treten Querschnittsthemen wie z. B. Geodaten als wesentliche Bestandteile (siehe Abb. 1).

Das Fachprogramm GEO:N ist offen angelegt, so dass über mehrere Jahre aktuelle Themenfelder identifiziert und die jeweiligen Prioritäten neu gesetzt werden können. Die Auswahl von Themen erfolgt primär unter forschungsstrategischen Aspekten und berücksichtigt den voraussichtlichen Bedarf in wichtigen Zukunftsfeldern, etwa bei der Erschließung des geologischen Untergrundes oder der geowissenschaftlichen Erkundung des Meeresbodens.

Dabei werden alle notwendigen Partner frühzeitig in den Diskurs zu den Themenschwerpunkten eingebunden. So kann das Programm mit Förderbekanntmachungen flexibel auf aktuelle forschungspolitische Entwicklungen reagieren.

Das Fachprogramm GEO:N verbindet die grundlagen- und anwendungsorientierte geowissenschaftliche Forschung und fördert die interdisziplinäre Forschung. Die im Folgenden dargestellten Themenfelder weisen daher bewusst Überschneidungen auf. Im Rahmen von GEO:N werden diese themenübergreifend bearbeitet.

Aufgrund der vielfachen Berührungspunkte und des Zusammenwirkens mit anderen Disziplinen im Bereich der Erdsystemforschung wird GEO:N intensiv abgestimmt – sowohl mit angrenzenden Forschungsförderprogrammen des BMBF als auch mit anderen Ressorts.



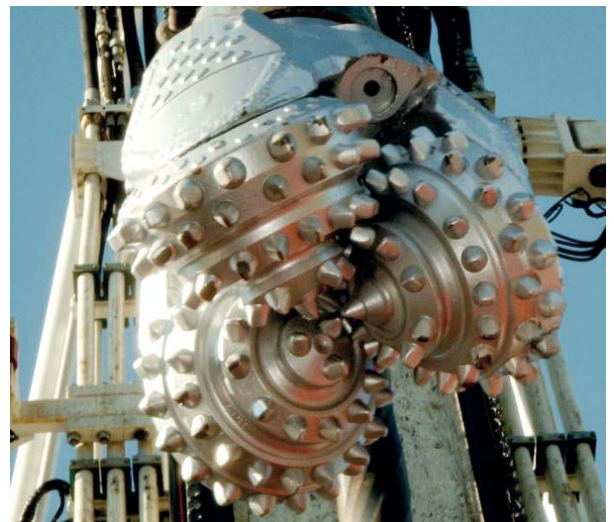
3. Terrestrische Geowissenschaften

3.1 Erkundung, Nutzung und Schutz des unterirdischen Raumes

Der geologische Untergrund hat bereits jetzt eine große Bedeutung für den Menschen und seine Nutzung dürfte in Zukunft sogar noch steigen. Doch diese Ansprüche stehen zunehmend in Konkurrenz zueinander. Geologische Forschung muss daher den Untergrund als Gesamtsystem untersuchen, um die Wechselwirkungen der verschiedenen Optionen bewerten zu können.

So dient er beispielsweise als Grundwasserreservoir, als Quelle für geothermische und fossile Energie, mehr und mehr auch als Zwischenspeicher der verschiedensten Energieträger. Mineralische Rohstoffe werden aus seinen Lagerstätten gewonnen, Abfälle wiederum endgültig gelagert. Sogar als Verkehrsraum wird der Untergrund in Zukunft stärker genutzt werden. Dabei ist der zur Verfügung stehende Raum begrenzt und die Nutzungsinteressen widersprechen sich oft sogar. So kann beispielsweise die Erschließung als Speicher in direkter Konkurrenz zur Gewinnung von geothermischer Energie stehen.

Detaillierte Kenntnisse über den tiefen geologischen Untergrund beschränken sich zumeist auf Regionen, die aufgrund ihres wirtschaftlichen Potenzials erkundet worden sind. Dabei waren bisher häufig gezielte Nutzungsinteressen ausschlaggebend, wie z. B. die Erdgas- oder Erdölgewinnung. Die zukünftige Untersuchung des Gesamtsystems Untergrund soll die Wechselwirkungen der verschiedenen Nutzungsoptionen und deren Umweltwirkungen realistisch bewerten und mögliche Risiken abschätzen, die mit einer zunehmend intensivierte Nutzung verbunden sein können.



Bohrkopf mit Rollenmeißeln



Zentrale Aufgabe zukünftiger Forschungsarbeiten ist die Erkundung und Charakterisierung von Aufbau und Struktur des Untergrundes sowie die Identifizierung und Quantifizierung der relevanten Prozesse, die im unterirdischen Raum ablaufen. Die Arbeiten der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) und der Staatlichen Geologischen Dienste (SGD) der Länder müssen hierfür durch umfangreiche Erkundungsprogramme ergänzt werden, die unter anderem geophysikalische Verfahren und Tiefbohrungen umfassen. Geologische, geochemische und geomikrobiologische Untersuchungen begleiten diese Programme und sollen klären, wie z. B. Transportprozesse von Gasen und Fluiden im Untergrund ablaufen. Auch die mechanischen und strukturellen Eigenschaften des Untergrundes spielen eine wichtige Rolle.

Nur durch eine umfassende Erkundung wird es möglich sein, die Eignung einzelner Teilbereiche des unterirdischen Raumes für bestimmte Nutzungsoptionen zu bewerten. Dies gilt für die umweltschonende Gewinnung von Rohstoffen ebenso, wie für die Einlagerung stofflicher Energieträger oder Abfälle. Daneben gewinnt die bedarfsgerechte Bereitstellung von Energie durch physikalische oder chemische Zwischenspeicherung in Kavernen- und Porenspeichern im Rahmen der Energiewende an Bedeutung.

Um die Auswirkungen geotechnologischer Eingriffe in den Untergrund verlässlich prognostizieren zu können, müssen experimentelle Methoden und numerische Simulationswerkzeuge weiterentwickelt werden. Da der unterirdische Raum nicht flächenhaft untersucht werden kann, stellen insbesondere numerische Simulationen oftmals die einzige Möglichkeit dar, Wirkungszusammenhänge im regionalen Maßstab zu untersuchen.

Für die Erprobung neuer Technologien sind geeignete Forschungsinfrastrukturen erforderlich. Hierzu gehören auch untertägige Feldlabore, in denen über längere Zeiträume Transport- und Reaktionsprozesse beobachtet werden können. Wegen vieler grundlegend unterschiedlicher Eigenschaften sind derartige Labor-einrichtungen in verschiedenen Gesteinen (z. B. Kristallin, Sediment, Karbonat) erforderlich.

Die Erkundung und die umweltgerechte Erschließung des unterirdischen Raumes ist eine der zentralen Zukunftsaufgaben der Geowissenschaften und reicht in ihrer Bedeutung weit über die nationale Ebene hinaus.

Projekt MuSaWa: Tomographische Untergrunderkundung



Einsatz des Direct Push-Verfahrens zur Untergrunderkundung

In der Ingenieurgeologie ist die Kenntnis der räumlichen Verteilung geotechnischer Parameter fundamentale Voraussetzung für die Nutzung des oberflächennahen Untergrundes, um Großbauten zuverlässig gründen oder standortbezogene Risiko- und Gefährdungsanalysen erstellen zu können. Je nach Fragestellung reicht der betrachtete Raum dabei in Tiefen von wenigen bis zu einigen hundert Metern. Eine wesentliche Zielsetzung des Projekts MuSaWa war die Weiterentwicklung hochauflösender

Scherwellentomographie zur lokalen Baugrund-erkundung. Dazu wurden klassische Erkundungs-verfahren durch Direct Push-Verfahren und geophysikalische Methoden ergänzt. Im Ergebnis wurden effiziente Datenakquisitionsstrategien und Inversions-verfahren sowie ein Instrumentarium zur regionalen Standortgefährdungsanalyse entwickelt, geotechnische Parameter neu erhoben, die bohrlochbasierte Mess-technik weiterentwickelt und die Datenintegration verbessert.



3.2 Frühwarnung vor Naturgefahren

Jedes Jahr sind infolge von Naturkatastrophen große Verluste an Menschenleben und hohe wirtschaftliche Schäden zu verzeichnen. Neben meteorologischen Extremereignissen gehen die größten Naturgefahren von Erdbeben, Flutwellen, Vulkaneruptionen und Massenbewegungen aus. In den Fokus künftiger Forschungsprojekte rücken deshalb Fragen zum Prozessverständnis von Georisiken, neue und verbesserte Verfahren zur Früherkennung und Schadensanalyse sowie effektive Informationssysteme für die Frühwarnung.

Meteorologische Extremereignisse wie Stürme, Dürren und Starkregen besitzen unter den Naturkatastrophen das mit Abstand größte Schadenspotenzial. Dabei sind es häufig nicht die Extremereignisse selbst, die für die größten Schäden verantwortlich sind, sondern deren unmittelbare oder mittelbare Folgen. Hierzu zählen z. B. durch Starkregen ausgelöste Überschwemmungen oder Hangrutschungen.

Erdbeben stellen in vielen Regionen der Welt eine ernsthafte Bedrohung dar, doch bisher ist es nicht möglich, Zeitpunkt und Stärke vorherzusagen. Submarine Erdbeben oder Hangrutschungen an Kontinentalrändern haben das Potenzial, große Wassermassen in Bewegung zu setzen (Tsunamis), die küstennah große Flutwellen aufbauen können. Deren Folgen sind häufig verheerend, wie die Ereignisse in Südostasien 2004 oder Japan 2011 gezeigt haben.

Im Gegensatz zu Erdbeben und Tsunamis kündigen sich Vulkanausbrüche oft durch Phasen erhöhter Aktivität an. Das größte Risiko für die Bevölkerung geht dabei von explosiven Eruptionen und pyroklastischen Ascheströmen aus. Über ein hohes Gefährdungspotenzial verfügen auch Schlammströme aus Aschen und Wasser, sogenannte Lahare, die hohe Geschwindigkeiten erreichen und sich über große Flächen ausbreiten können.

Die Bewegung großer Massen aus Sedimenten und Festgesteinen können zu verheerenden Katastrophen führen. Die häufigsten Massenbewegungen sind Hangrutschungen, die in vielen Fällen durch anthropogene Eingriffe in die Umwelt begünstigt werden. Auslösende Faktoren sind dabei häufig extreme Wetterereignisse. Trotz intensiver Überwachung lässt sich der genaue Zeitpunkt einer spontanen Massenbewegung nur schwer vorhersagen.

Das Auftreten von Erdfällen ist in Karstlandschaften oder ehemaligen Bergbauregionen ein immer wieder zu beobachtendes Phänomen. Der Zusammenbruch von Hohlräumen im flachen Untergrund kann dabei an der Erdoberfläche spontane Absenkungen hervorrufen. Erdfälle stellen eine nicht zu unterschätzende Gefahr dar. So bildete sich z. B. im November 2010 mitten im thüringischen Schmalkalden eine Absenkung von 30 Metern Durchmesser und 20 Metern Tiefe.

Obwohl in der Vergangenheit bereits große Anstrengungen unternommen worden sind, geeignete Frühwarnsysteme vor den verschiedenen Naturgefahren zu entwickeln, bieten diese bis heute vielfach nur einen unzureichenden Schutz. Im Zentrum künftiger Forschungsprojekte werden deshalb Fragen zum Prozessverständnis von Georisiken stehen. Die Kenntnis der grundlegenden Abläufe, der Wechselwirkungen

und Sekundäreffekte bilden die Basis für die Bestimmung des regionalen Risikopotenzials von Naturgefahren und möglichen Folgeschäden.

Es besteht ein hoher Bedarf an neuen bzw. verbesserten Verfahren zur Früherkennung und Schadensanalyse. Wissenschaftliche Untersuchungen zu den Ursachen

und Auswirkungen von Naturkatastrophen sowie die Entwicklung geeigneter Detektionssysteme bilden jedoch nur einen Teil der sogenannten Frühwarnkette. Um die Bevölkerung vor akuten Naturgefahren rechtzeitig warnen zu können, müssen effektive Informationssysteme sowie geeignete Kommunikations- und Informationsstrategien entwickelt werden.

Projekt SIMULTAN: Frühwarnung vor Erdfällen



Erdfall im thüringischen Schmalkalden

Durch Lösungsvorgänge im oberflächennahen Untergrund können Hohlräume entstehen, in die das darüber liegende Gestein nachbrechen kann. Dadurch bilden sich an der Erdoberfläche häufig Einsenkungen, sogenannte Erdfälle, die im Durchmesser von wenigen bis zu mehreren hundert Metern reichen. Erdfälle treten vor allem in Gebieten auf, in denen sich lösliche Gesteine im Untergrund befinden. Die Bildungsgeschwindigkeit von Erdfällen reicht dabei von sehr langsamen Absenkungsbewegungen im Millimeterbereich bis hin zum schlagartigen Einbruch

von mehreren Zehnermetern. Insbesondere das plötzliche Auftreten von Erdfällen kann in dicht besiedelten Gebieten eine große Gefahr für Menschen und Infrastruktur bedeuten. Im Rahmen des Projekts SIMULTAN soll ein Früherkennungssystem für Erdfälle entwickelt werden. Im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen Prozesse, die vor der Entstehung schlagartiger Einbrüche stattfinden, um geeignete Anzeichen zu identifizieren, die zur Frühwarnung genutzt werden können.



4. Marine Geowissenschaften

4.1 Paläoklimatologie

Die Paläoklimatologie bietet eine ausgezeichnete Möglichkeit, um das aktuell vorherrschende Klima und seine Entwicklung zu verstehen, denn die Rekonstruktion der Veränderungen in früheren Zeiten erlaubt Rückschlüsse auf Ursache und Wirkung verschiedener Einflussfaktoren. Möglich machen das marine und limnische Sedimentarchive, deren Ablagerungen Informationen zu messbaren Parametern, z. B. Temperatur, Salzgehalt oder Meeresspiegelschwankungen, bereithalten. So sind qualitative und quantitative Aussagen über die erdgeschichtliche Vergangenheit möglich.

Die Informationen aus den Sedimentarchiven verlängern die instrumentellen Aufzeichnungen bis tief in die Vergangenheit. Solche Zeitreihen spielen eine Schlüsselrolle bei der Vorhersage von Extremereignissen. Beispielsweise hat die Häufigkeit von tropischen Wirbelstürmen im Laufe der letzten 200 Jahre zugenommen. Die Intensität dieser Sturmereignisse ist an Veränderungen der Monsune gekoppelt. Insbesondere das Verständnis der

Monsundynamik über längere Zeiträume ist lückenhaft. Um natürliche von anthropogenen Einflüssen zu trennen und Vorhersagen über künftige Entwicklungen zu treffen, sind Modelle nötig, in die alle bereits vorhandenen klimarelevanten Daten sowie neu zu erhebende Informationen einfließen.

Bei der Beurteilung des Zustands unserer Erde als Gesamtsystem und der Abschätzung möglicher globaler Entwicklungen, ist eine sehr große Zahl von Faktoren zu berücksichtigen. Die Betrachtung derart komplexer Systeme erfordert neue Methoden zur Auswahl, Bewertung und Verknüpfung der Informationen.

Neben der gezielten Untersuchung von Einzelphänomenen sind Forschungsansätze notwendig, die auch soziale, ökonomische und ökologische Aspekte in ihren wesentlichen Wechselwirkungen zueinander berücksichtigen. Dank eines solchen umfassenden Systemverständnisses kann man Aussagen über zukünftige Entwicklungen treffen und damit Handlungsmöglichkeiten und Managementstrategien aufzeigen.



Projekt CADY: Sedimente als Klimaarchive



Bohrplattform auf dem Sary Chelek in Kirgisistan

Zentralasien ist durch seine Lage an der Schnittstelle zwischen dem Einflussbereich der Westwinde und dem asiatischen Monsunsystem eine Schlüsselregion zur Analyse rezenter und vergangener Klimaschwankungen. Sedimente zentralasiatischer Seen sind natürliche Klimaarchive, die die Klimavariabilität während der letzten rund 12.000 Jahre aufzeigen und wichtige Erkenntnisse über Wechselwirkungen im globalen Klimasystem liefern. Im Rahmen des Projektes CADY wurden Sedimentbohrkerne aus drei großen Seen in Kirgisistan und

Nordostchina umfassend sedimentologisch, (bio) geochemisch und mikropaläontologisch analysiert. Die Ergebnisse zeigen neben einem moderaten Trend zu trockenerem Klima, zyklische Phasen erhöhter Winterniederschlagsintensität in Zentralasien während der letzten ca. 6.000 Jahre. Diese Phasen stimmen zeitlich sehr gut mit Klimafluktuationen im Nordatlantikraum überein und zeigen den signifikanten Einfluss klimatischer Veränderungen im Bereich des Nordatlantiks auf das Klimageschehen in Zentralasien.



4.2 Aktive Plattenränder und Vulkanismus

Der Großteil der vulkanischen Aktivität auf der Erde ereignet sich an Plattengrenzen, wo magmatische und tektonische Prozesse die Bildung und den Aufstieg von Gesteinsschmelzen erlauben. Nur fünf bis zehn Prozent des weltweiten Vulkanismus finden dagegen unabhängig von Plattengrenzen statt. Die Erforschung der aktiven Plattenränder leistet einen großen Beitrag zum Verständnis des Systems Erde, liefert aber auch Grundlagen, um Anpassungsstrategien für Vulkanausbrüche zu erarbeiten.

Bei vielen Eruptionen werden große Mengen Gase und Staubpartikel in die Atmosphäre oder den Ozean eingetragen, die vorübergehend große Auswirkungen auf Umwelt und Klima haben können. Vulkanausbrüche auf Island in der letzten Zeit haben darüber hinaus gezeigt, dass auch mit größeren Störungen im globalen Verkehrssystem und in der Wirtschaft zu rechnen ist. Die magmatisch-vulkanische Aktivität in Spreizungs- und kontinentalen Riftzonen ist eng an tektonische Vorgänge gebunden, das haben Untersuchungen über den Aufbau der ozeanischen und kontinentalen Kruste erwiesen. Eine bessere Kenntnis dieser Prozesse ist eine Voraussetzung, um z. B. Mitigationsszenarien für Vulkanausbrüche zu entwickeln.

Untersuchungen an mittelozeanischen Rücken und untermeerischen vulkanischen Provinzen leisten einen großen Beitrag zum Verständnis des Systems Erde. Die Bildungs- und Transportprozesse des Magmas im Erdmantel, die Bewegung der magmatischen Schmelzen in der Erdkruste und ihre Umwandlung in kristalline Gesteine, Laven und Pyroklastika sind noch weitgehend unverstanden. Insbesondere Forschungsprojekte zu geochemischen Fragestellungen spielen auch zukünftig eine zentrale Rolle für das Verständnis der Zusammenhänge zwischen magmatischer und vulkanischer Aktivität sowie deren Einfluss auf Umwelt, Klima- und Ökosysteme.

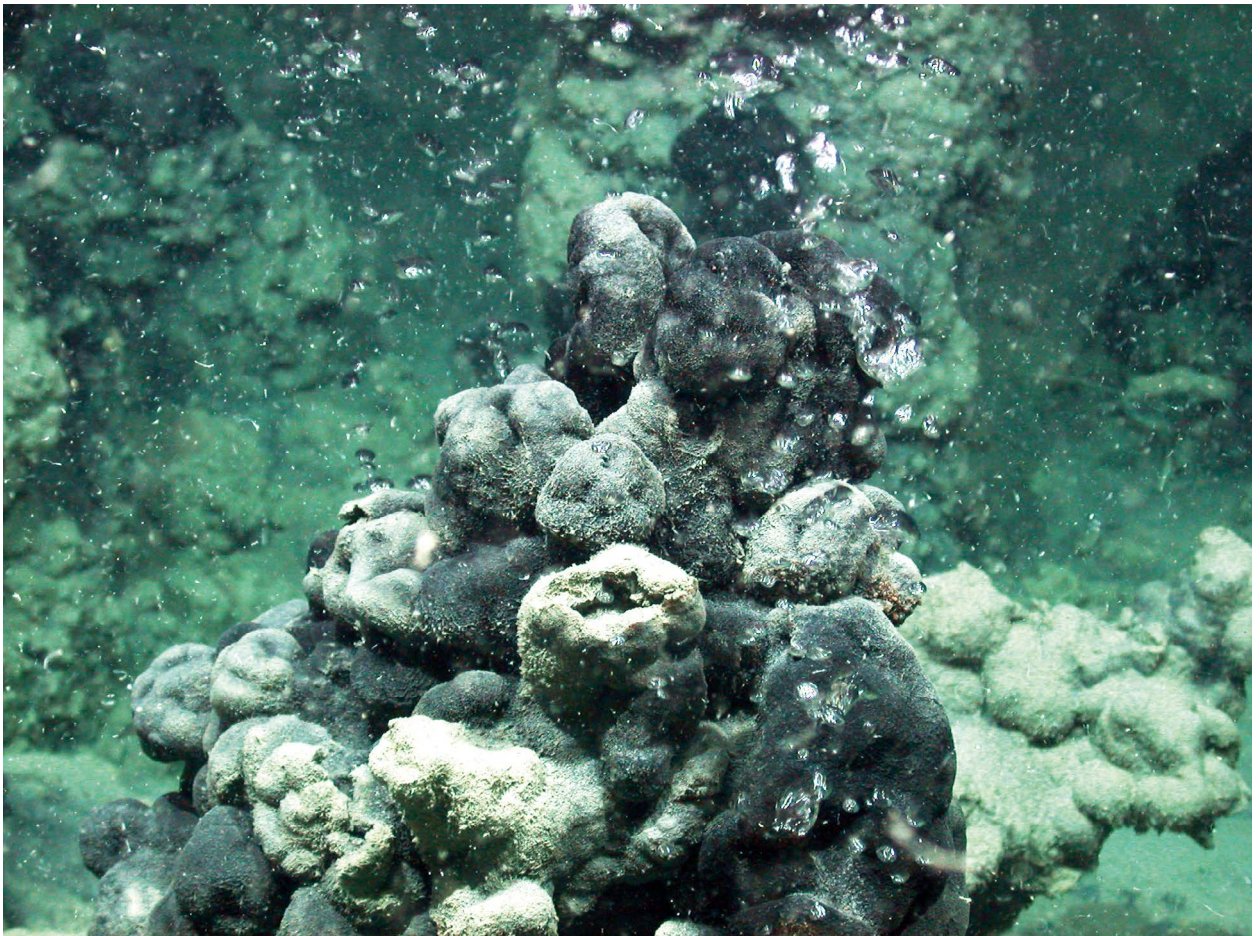
Magmatische Großprovinzen, sogenannte „Large Igneous Provinces (LIP)“, repräsentieren die gewaltigsten vulkanischen Ereignisse auf unserem Planeten. Die zugrundeliegenden Prozesse haben eine große Bedeutung für den Massen- und Energietransfer aus dem Erdinneren an die Erdoberfläche. Die dabei freigesetzten Mengen an gasförmigen Stoffen führten in der Vergangenheit zu einem Absinken der Durchschnittstemperaturen sowie zu drastischen Änderungen in Atmosphäre und Ozeanen, was Massenaussterben zur Folge hatte. Außerdem hat in den Ozeanen die Förderung solch großer Magmamengen zur Entstehung polymetallischer Lagerstätten geführt. Offene Fragen sind, ob LIP nur durch einzelne oder durch eine Folge mehrerer magmatischer Ereignisse gebildet werden, über welchen Zeitraum die vulkanische Aktivität anhielt und was deren Ursache sowie Folgen waren.

4.3 Passive Kontinentalränder und ihre Rohstoffe

Passive Kontinentalränder stellen im Gegensatz zu aktiven Kontinentalrändern keine Plattengrenzen dar, sondern Übergänge von kontinentaler zu ozeanischer Gesteinshülle (Lithosphäre). Sie sind durch einen breiten, flachen Schelfbereich gekennzeichnet, auf dem mächtige Sedimentserien abgelagert sind. Aus meeresgeologischer Sicht sind Schelfgebiete und in zunehmendem Maße auch der angrenzende Kontinentalhang von großer Bedeutung, weil dort häufig bedeutende Erdöl- und Erdgaslagerstätten, aber auch Gashydratvorkommen auftreten. Die Ablagerungen an den marinen Kontinentalrändern sind vielen geologischen Prozessen ausgesetzt. Fluide werden aus den sich verdichtenden Sedimenten ausgepresst und spielen eine bedeutende Rolle für die Meeresbodenökologie sowie die Verteilung von Kohlenstoff im Meeresboden. Die Vorgänge der Sedimententwässerung sind

von globaler Bedeutung für den Stoffhaushalt des Ozeans und dessen Wechselwirkung mit der Atmosphäre. Die Stellen, an denen Wasser fokussiert am Meeresboden austreten, sind als kalte Quellen (cold seeps, cold vents) bekannt.

Eine große Anzahl von Fluidaustrittsstellen an passiven Kontinentalrändern ist inzwischen dokumentiert. In Zukunft müssen neben deren räumlichen Verbreitung auch zeitliche Schwankungen (z. B. des Ausstroms) erfasst werden. Die quantitative und qualitative Bestimmung der Fluide ist eine große technische Herausforderung und nur durch den Einsatz von Langzeitobservatorien zu leisten. Wie auch bei den Fluidaustrittsstellen in Subduktionszonen, werden sich Forschungsarbeiten auf Mengenabschätzungen und die Bestimmung der Zusammensetzung konzentrieren, um der Frage nachzugehen, welche Auswirkungen die Fluidmigration auf die Meerwasserchemie und das Klimasystem haben.



Methanblasenaustritt an Kalkschloten im Schwarzen Meer

Massenumlagerungen (Hangrutschungen) treten weltweit an Kontinentalrändern auf. Die größten bekannten Rutschungen befinden sich an passiven Kontinentalrändern. Die schnelle Verlagerung großer Sedimentmassen, auch Turbidit-Ströme genannt, können einerseits Tsunamis auslösen und andererseits auch Ölplattformen oder auf dem Meeresboden verlegte Kabel zerstören. Es ist notwendig, die unterschiedlichen Typen von Rutschungen zu erforschen, um ein besseres Verständnis der Ursachen und Folgen submariner Massenbewegungen zu gewinnen. Neben geophysikalischen, sedimentologischen und geotechnischen Untersuchungen braucht

man dafür auch die Datierung solcher Ablagerungen. Es muss dringend erforscht werden, wie Hangrutschungen mit Veränderungen der Umweltbedingungen korrelieren und wie ihr Gefährdungspotenzial einzuschätzen ist. Darüber hinaus wird prognostiziert, dass submarine Rutschungen durch eine plötzliche Druckentlastung zur Dissoziation von Gashydraten und damit zur Freisetzung von Treibhausgasen beitragen. Mit der zunehmenden Nutzung des Meeresbodens und dem Ausbau küstennaher Infrastruktur steigt das Risiko für eine Destabilisierung von submarinen Hängen.

Projekt TAIFLUX: Methanhydrate vor Taiwan



Aussetzen der 3D-Seismik auf dem Forschungsschiff SONNE

Aktive und passive Plattenränder sind für geowissenschaftliche Untersuchungen im marinen Bereich von großem Interesse, da dort Prozesse ablaufen, die direkte Auswirkungen auf die an der Küste lebende Bevölkerung haben. Darunter fallen z. B. Erdbeben und Tsunamis, aber auch die Bildung von Kohlenwasserstoffen. Zahlreiche Fahrten mit dem Forschungsschiff SONNE dokumentieren das langfristige Interesse der Wissenschaft an diesen Regionen, aber auch an der internationalen Zusammenarbeit mit den Anrainerstaaten. Das Projekt TAIFLUX ist hierfür

ein gutes Beispiel. Im Zentrum des Interesses lag die detaillierte Untersuchung der Bildung und Zirkulation von Methanhydraten in den Sedimenten am Plattenrand von Taiwan, um unter anderem deren Nutzungspotenzial zu erkunden. In enger Kooperation mit taiwanesischen Partnern wurden 2013 erste seismische Untersuchungen durchgeführt, die im Jahr 2016 mit einer Forschungsfahrt fortgesetzt werden sollen, auf der das Bremer MeBo200 (Meeresboden-Bohrgerät) eingesetzt wird.

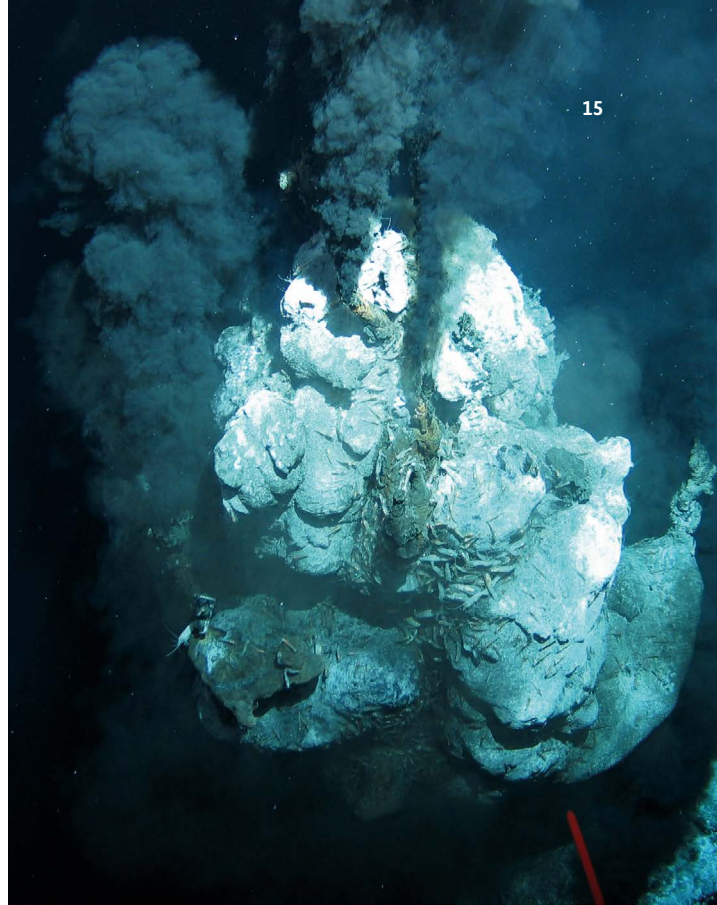
4.4 Mineralische Rohstoffe der Tiefsee

Marine mineralische Rohstoffvorkommen in Form polymetallischer Knollen (Manganknollen) und kobaltreicher Krusten (Mangankrusten) als Träger von Bunt- und wirtschafstrategischen Metallen sowie von Massivsulfiden mit teilweise hohen Edelmetallgehalten werden aufgrund der steigenden Nachfrage auf dem Weltmarkt zunehmend interessant. Auch wenn die marinen Rohstoffe aufgrund vorhandener Ressourcen in terrestrischen Lagerstätten, ihres Vorkommens in großen Wassertiefen sowie teilweise geringer Volumina gegenwärtig kaum ökonomisch zu gewinnen sind, ist mittelfristig insbesondere für Manganknollen ein wirtschaftliches Potenzial zu erwarten.

Zu den zukünftigen technologischen Herausforderungen gehört es daher, Verfahren zu entwickeln, die eine profitable Erschließung dieser Rohstoffe ermöglichen. Die Rohstoffvorkommen sind meist landfern, ihre Gewinnung kann nur über untermeerische Förderplattformen erfolgen. Für diese Maschinen müssen Verfahren zur kontinuierlichen Energieversorgung entwickelt werden. Weiterhin muss untersucht werden, ob robotische Systeme die Rohstoffe gewinnen können und ob entsprechende technische Entwicklungen ökonomisch sinnvoll sind, da es sich bei den vorhandenen Lagerstätten nicht um nachwachsende Ressourcen handelt.



Manganknollen



Schwarzer Raucher am Mittelatlantischen Rücken

Der Meeresboden der Tiefsee ist von den Vereinten Nationen zum gemeinsamen Erbe der Menschheit erklärt worden und genießt einen besonderen rechtlichen Schutz. Daher spielt die Umweltverträglichkeit beim Abbau mariner metallischer Rohstoffe eine wichtige Rolle. Es müssen umweltschonende Verfahren und Gerätschaften zur Förderung konzipiert werden, die dafür Sorge tragen, dass die Verunreinigung der Wassersäule und die Beeinträchtigung mariner Ökosysteme auf ein Minimum reduziert werden. Die Fauna im Abbaubereich soll im Idealfall erhalten bleiben und die Möglichkeit einer raschen Rekolonisierung muss gewährleistet sein. Für das Monitoring der biologischen Wiederbesiedlung von marinen Bergbaubereichen ist die Stationierung eines mobilen Langzeitobservatoriums am Meeresboden mit Online-Datentransfer an Landstationen erforderlich. Alternativ könnten auch wiederholte Einsätze mit Unterwasserfahrzeugen (ROV, AUV) in den vom Tiefseebergbau betroffenen Flächen durchgeführt werden. Sehr wichtig ist die Entwicklung von Instrumenten, die eine landbasierte Online-Überwachung der Wassersäule bis in große Tiefen (> 5.000 m) ermöglichen.

Aufgrund der sehr komplexen textuellen Verwachsung von mineralischen Rohstoffen ist es erforderlich, Verfahren zur gezielten Metallerkennung zu entwickeln. Daraus ergibt sich als zentrale Fragestellung, ob die Metalle nachhaltig angereichert werden können.

Für eine wirtschaftliche Gewinnung von marinen mineralischen Rohstoffen aus großen Meerestiefen muss die Forschung künftig alternative Methoden der Förderung und Energieversorgung sowie nachhaltige Aufbereitungs- und Verhüttungsverfahren entwickeln,

ein ebenso wichtiger Schwerpunkt wird die ökologische Begleitforschung sein. Dabei müssen grundsätzlich zunächst die ökologischen Auswirkungen eines möglichen Tiefseebergbaus definiert werden, um die wissenschaftlichen Grundlagen für die Entscheidung zu schaffen, ob ein Tiefseebergbau verantwortbar ist.

Projekt EcoMining: Ökologische Begleitforschung



Schwamm in einem Schutzgebiet nördlich der Clarion-Clipperton-Zone

Durch eine weltweite Verknappung an mineralischen Rohstoffen rückt die Tiefsee in den Fokus des Interesses einer bergbaulichen Nutzung. Um die Auswirkungen eines künftigen Tiefseebergbaus auf die Meeresumwelt zu dokumentieren, fördern europäische Partnerstaaten im Rahmen der EU-Programminitiative JPI Oceans das Projekt EcoMining (Ecological Aspects of Deep Sea Mining). Deutschland übernimmt die Federführung für diese „Pilot Action“. Auf Basis einer Langzeitstudie zu Umweltauswirkungen der Manganknollengewinnung im sogenannten DISCOL-Gebiet

im Peru-Becken sollen die neuen Untersuchungen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zur Clarion-Clipperton-Zone im äquatorialen Ostpazifik aufzeigen, einem potentiellen künftigen Abbaugelände polymetallischer (Mangan)Knollen. Die Ergebnisse der ökologischen Studien werden zur Entwicklung eines „Mining Codes“ beitragen, dessen Ausarbeitung die Internationale Meeresbodenbehörde (ISA) koordinieren wird. Dabei gilt es, stringente Umweltstandards umzusetzen, welche die Voraussetzung für einen verantwortbaren künftigen Tiefseebergbau bilden.

5. Erdbeobachtung: Erkundung der Erde aus dem Weltraum

Bei der Erkundung des Erdsystems stellen Satellitendaten eine zunehmend wichtige Informationsquelle dar. Mit der satellitengestützten Fernerkundung ist es möglich, Daten zur exakten Vermessung der Erdoberfläche zu erhalten und das Erdschwerefeld sowie das Erdmagnetfeld in bisher nie dagewesener Präzision zu bestimmen. Daraus lassen sich z. B. Bewegungen von Kontinentalplatten und Vorgänge an den Platten Grenzen rekonstruieren und vorhersagen sowie Hebungs- und Senkungsprozesse mit hoher Genauigkeit bestimmen. Beispielsweise in den Bereichen der Navigation und Positionierung oder Landvermessung sind diese Informationen bereits unverzichtbar geworden.

Weiterhin liefern Satelliten Informationen über die Ozeanzirkulation und atmosphärische Prozesse. Auch die Mächtigkeit kontinentaler Eisschilde oder des Meereises sowie Veränderungen des Meeresspiegels lassen sich aus Satellitenmessungen ableiten. Diese Daten stellen wichtige Informationen für die moderne Klimatologie dar und dienen als Indikatoren für globale Klimaänderungen. Nicht zuletzt können mit Hilfe von Satellitenbeobachtungen Informationen zur globalen Landnutzung gewonnen werden.

Mit kontinuierlichen Messungen können langjährige Zeitreihen aufgestellt werden, mit deren Hilfe auch langperiodische Prozesse mit Zyklen von z. B. zehn oder hundert Jahren identifiziert und beobachtet werden können. Hierzu gehören Schwankungen der Rotationsachse und Rotationsgeschwindigkeit, aber auch Schwankungen des Schwerfeldes, die durch Massenverlagerungen in der Atmosphäre, im hydrologischen Kreislauf und in der festen Erde verursacht werden.

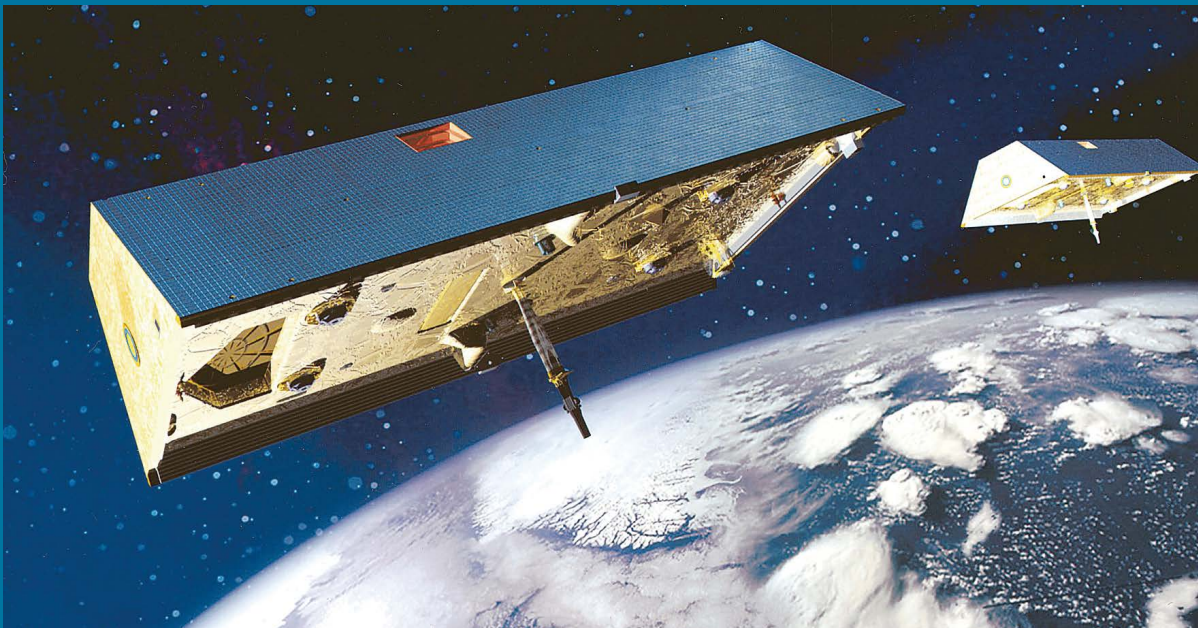
Ein wichtiges Einsatzgebiet von Satellitendaten ist deren Nutzung im Rahmen der Frühwarnung vor Naturgefahren. So bilden GPS-Daten z. B. einen integralen Bestandteil von Tsunami-Frühwarnsystemen. Dank der präzisen Vermessung der Erdoberfläche kann man zudem Deformationen von Vulkanhängen erkennen, die einen möglichen Ausbruch ankündigen können. Außerdem kann die Verbreitung vulkanischer Gas- und Aschewolken mit Hilfe von Satelliten verfolgt werden. Die Beobachtung aus der Umlaufbahn liefert auch wichtige Informationen über Veränderungen der Erdoberfläche nach Naturkatastrophen, etwa nach Beben, Überflutungen oder Hangrutschungen und werden daher im Rahmen der Katastrophenhilfe eingesetzt.

Die weitgehende Normierung gleichartiger Systeme gehört ebenso zu den zukünftigen Forschungsaufgaben wie der systematische Abgleich von Satellitendaten mit terrestrischen und luftgestützten Messungen. Darüber hinaus ist der Vergleich und die Synthese komplementärer Messgrößen (physikalisch, biologisch, chemisch) zur systematischen Gesamtbetrachtung wünschenswert. Zukünftig wird es wichtig sein, den Beitrag von Einzelphänomenen (z. B. am Meeresspiegelanstieg) zu identifizieren und Messzeitreihen zu reprozessieren, um neue Zusammenhänge und Einflussgrößen zu identifizieren. Die Datenqualität muss optimiert werden, z. B. durch höhere räumlich-zeitliche Abtastraten,

eine verbesserte Fehlerkorrektur und höhere Genauigkeit der Datenprodukte. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Entwicklung umfassender Monitoringssysteme (z. B. für die Frühwarnung) durch Kombination verschiedener Satelliten- und Messsysteme, darüber hinaus die Entwicklung von Konzepten und Strategien für zukünftige Satellitenmissionen.

Das BMBF fördert verstärkt die Nutzung von Satellitendaten im Rahmen von Forschungsprojekten. Auf diese Weise sollen z. B. Fragestellungen zur Veränderung des Erdsystems unter dem Einfluss des globalen Klimawandels beantwortet werden.

Projekt GRACE-FO: Erfassung des Erdschwerefeldes



Tandemflug der GRACE-Satelliten

Die von Satelliten gelieferten Informationen haben in einem starken Maße zu einem vertieften Verständnis der untereinander wechselwirkenden Prozesse des Systems Erde beigetragen. Die im Zusammenhang mit den drei Satellitenmissionen CHAMP, GRACE und GOCE gewonnenen Daten und entwickelten Methoden gestatten die Bestimmung des Erdschwere- und Erdmagnetfeldes in bisher unerreichter Präzision. Dadurch wird es z. B. möglich, die Auswirkungen kritischer Prozesse auf das globale Klima zu erfassen, wie den Eismassenhaushalt der Polargebiete, die

Variationen des kontinentalen Wasserkreislaufes, die ozeanischen Massenbewegungen und den globalen Meeresspiegelanstieg. Aber auch geologische und tektonische Prozesse lassen sich aus den Daten ableiten. Aufgrund des hohen wissenschaftlichen und volkswirtschaftlichen Nutzungspotenzials der Missionsdaten hat sich das BMBF entschlossen, eine Folgemission von GRACE (GRACE-FO) zu fördern, die eine Kontinuität der Erdschwerefeldmessung weit über die Lebensdauer der jetzigen Mission hinaus gewährleisten wird.



6. Forschungsinfrastrukturen

Eine moderne Forschungsinfrastruktur ist Voraussetzung für die erfolgreiche Arbeit der Geowissenschaften. Das BMBF wird sich auch weiterhin auf diesem Gebiet engagieren. Bereits in der Vergangenheit wurde z. B. die Durchführung von Forschungsbohrungen finanziert, sowohl national als auch international. Zukünftig wird auch eine Beteiligung an der Einrichtung von Untertagelaboren angestrebt, um hiermit langfristige Transport- und Reaktionsprozesse im geologischen Untergrund untersuchen zu können.

Eine zentrale Rolle bei der Bereitstellung von Infrastrukturen nehmen der Bau und der Betrieb von Forschungsschiffen ein. Insbesondere mit dem neuen Forschungsschiff SONNE, das Ende 2014 in Dienst gestellt wurde, hat das BMBF eine einzigartige Plattform für die marinen Geowissenschaften geschaffen. Aber auch die Entwicklung und Verbesserung von Meeresforschungstechnik, wie z. B. dem Meeresboden-Bohrgerät MeBo200, wird weiterhin im Fokus der BMBF-Förderung stehen.

Bereits in der Vergangenheit wurden auf dem Gebiet der geowissenschaftlichen Erdbeobachtung mit deutscher Beteiligung große Fortschritte erzielt. Damit diese erfolgreiche Forschungstätigkeit fortgesetzt werden kann, fördert das BMBF z. B. die Mission GRACE FO. Dadurch wird gemeinsam mit den USA die Kontinuität der aktuellen GRACE Mission sichergestellt, auf deren Informationsbasis das Erdschwerefeld in seiner zeitlichen Variation mit bis dahin nicht erreichter Genauigkeit bestimmt werden konnte.

Die Entwicklung von hochauflösenden Technologien ist für viele geowissenschaftliche Fragestellungen von elementarer Bedeutung. Die Prozesse des Systems Erde können mit immer besseren Messsystemen erfasst werden. Neue Analyseinstrumente, technische Großgeräte und Erkundungstechnologien werden dazu beitragen, geowissenschaftliche Modelle zunehmend zu präzisieren. Dafür sind Langzeitmessreihen von Zuständen, Stoffflüssen und Parametern in den Bereichen Geosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre und Biosphäre erforderlich. Neben spezialisierten Messinstrumenten treten zunehmend Sensoren in den Vordergrund, die eine Vielzahl von Daten erfassen und verarbeiten.

Hochauflösende geophysikalische Messinstrumente werden zudem vermehrt für die Ressourcenerkundung eingesetzt und spielen eine große Rolle bei der Erschließung geothermischer Energiequellen und deren nachhaltige Nutzung.

Für die Überwachung von Georisiken wie Erdbeben, Vulkanausbrüchen oder Massenbewegungen werden

verstärkt großflächige Sensornetze eingesetzt. Um das Potenzial dieser Netze effizient nutzen zu können, kommt der Kopplung und Kommunikation zwischen den verschiedenen Netzkomponenten und der Signalverarbeitung in nahezu Echtzeit eine besondere Bedeutung zu. Das große Potenzial von Geosensornetzen liegt in ihrer hohen räumlichen und zeitlichen Auflösung sowie ihrer Echtzeitfähigkeit.

Projekt MeBo: Meeresboden-Bohrgerät



Einsatz des Bohrgerätes MeBo auf dem Forschungsschiff SONNE

Das am MARUM der Universität Bremen entwickelte Meeresboden-Bohrgerät (MeBo) ist ein transportables Bohrgerät, das von einem Schiff auf dem Meeresgrund abgesetzt wird, um von dort aus Kernbohrungen vorzunehmen. Mit dem MeBo200 wurde die zweite Generation dieses Bohrgerätes realisiert, das Bohrtiefen bis zu 200 m in Wassertiefen von mehr als 2.000 m gestattet. Vom Schiff aus ferngesteuert ist das MeBo200 in der Lage, Kernbohrungen sowohl in Lockersedimenten als auch in Festgestein durchzuführen. Das Bohren von einer stabilen Plattform

am Meeresboden ist auch unter schwierigen geologischen Verhältnissen möglich und darüber hinaus erheblich günstiger als der Einsatz von Bohrschiffen. Die dabei gewonnenen Proben werden wertvolle Beiträge z. B. zu Grundlagenuntersuchungen mariner Rohstoffe oder zu biogeochemischen Prozessen in der tiefen Biosphäre liefern. Ebenso ist ein Einsatz in der marinen Rohstoffexploration denkbar. Mit den genannten Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten stellt das Gerät weltweit eine Spitzentechnologie dar.



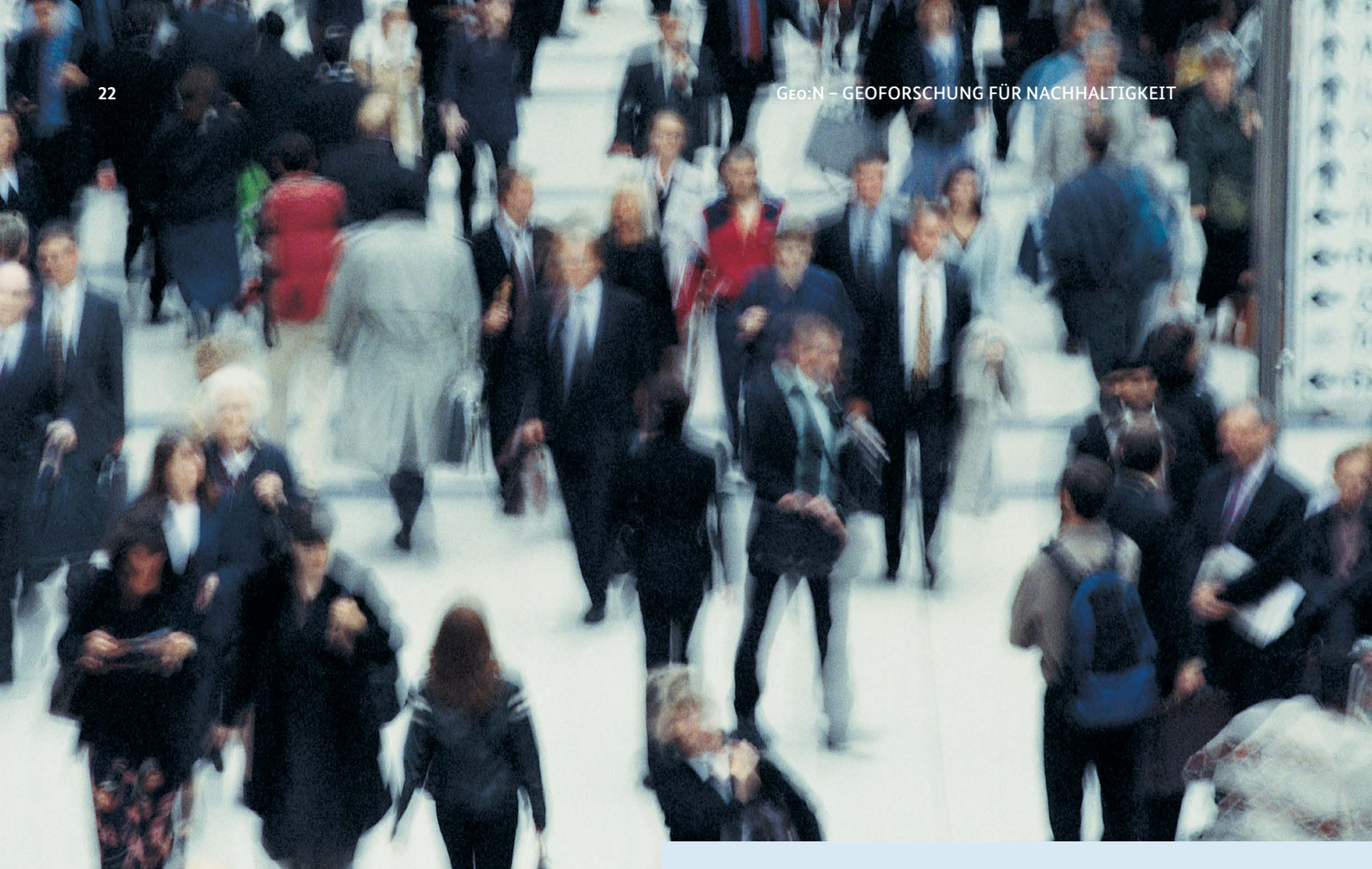
7. Geodaten

Raumbezogene Daten, sog. Geodaten, werden in verschiedenen Bereichen erfasst. Hierzu gehören beispielsweise topographische Messdaten, genauso wie die Aufzeichnung lokaler Niederschlagsmengen und das gesamte Spektrum der satellitengestützten Erdbeobachtung. Aus der Analyse und dem Vergleich von Geodaten können wichtige Informationen über den Zustand des Erdsystems und seine Veränderungen abgeleitet werden. Dabei gilt es, geeignete Verfahren zur Erfassung, Verarbeitung, Visualisierung und Verknüpfung von Geodaten zu entwickeln. Diese Aufgabe ist Gegenstand der Geoinformatik, die in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen hat.

Eine besondere Herausforderung für die Disziplin stellt die Zusammenführung heterogener Datenbestände dar, die mit verschiedenen Methoden erfasst und in unterschiedlichen Formaten abgespeichert worden sind. Um diese Daten nutzen zu können, müssen die Informationen mittels Metadaten möglichst umfassend beschrieben und mit Hilfe formalisierter Modelle (Ontologien) strukturiert werden. Nur auf diesem Wege können große geowissenschaftliche Datenmengen systematisch zusammengeführt und neue Informationen gewonnen werden.

Nicht weniger anspruchsvoll ist die Aufgabe, die Kommunikation zwischen dem Datennutzer und den verschiedenen Datensuchdiensten im Internet zu optimieren. Dazu müssen die Suchdienste nicht nur Begriffe, sondern auch Begriffsbedeutungen verarbeiten können. Hierfür ist der Einsatz von sog. semantischen Suchmaschinen notwendig, die Inhalte auch für Maschinen interpretierbar machen können, die bisher nur von Menschen verstanden werden. Auch die automatisierte Interpretation von Geodaten wird zukünftig eine wichtige Rolle spielen. Aufgrund der stetig steigenden Datenmenge ist es erforderlich, dass Suchergebnisse vor Weitergabe an den Nutzer automatisch geprüft und selektiert werden.

Die Geoinformationssysteme stellen eine wichtige Schnittstelle zwischen verschiedenen geowissenschaftlichen Disziplinen dar. Nur durch effektive Geoinformationsstrukturen kann die rasant wachsende Menge an Geodaten dauerhaft bewältigt und nachhaltig wissenschaftlich genutzt werden.



8. Öffentlichkeitsarbeit und Dialogprozesse

Insbesondere die Nutzung des Untergrundes als Quelle für energetische und mineralische Ressourcen oder auch als stofflicher oder energetischer Speicher stoßen in der Bevölkerung und Politik oft auf erhebliche Vorbehalte. Die Durchführung von Pilotprojekten wird häufig nur möglich sein, wenn die regionale Bevölkerung und ihre Entscheidungsträger frühzeitig und umfassend über die Projekte informiert werden und Gelegenheit erhalten, ihre Bedenken zu artikulieren.

Dies soll insbesondere im Rahmen von transparenten und ergebnisoffenen Dialogprozessen umgesetzt werden, bei denen sich Entscheidungsträger und Bevölkerung über geplante Forschungsvorhaben informieren können. Mit Hilfe von Partizipationsverfahren wird den Bürgerinnen und Bürgern die Möglichkeit eröffnet, sich an Entscheidungsprozessen über Forschungsprojekte zu beteiligen, die direkte Auswirkungen auf ihr Lebensumfeld haben könnten. Es wird aber auch darum gehen,

Bevölkerung und Politik in die Durchführung der Projekte einzubinden und die Forschungsergebnisse und -erkenntnisse verständlich zu vermitteln.

Der Transfer der wissenschaftlichen Ergebnisse in Gesellschaft und Politik nimmt bei der Umsetzung des Programms GEO:N eine wichtige Rolle ein. Die Erfahrungen der vergangenen Jahre zeigen, dass der Anspruch der Öffentlichkeit auf Transparenz und Beteiligung stetig wächst. Forschungsergebnisse sollen daher noch verständlicher in die Öffentlichkeit transportiert werden. Die Wissenschaft muss sich dabei zukünftig als Berater mit Bewertungskompetenz den Akzeptanzdiskussionen und Meinungsbildungsprozessen stellen. Als neutraler und aktiver Informationsvermittler muss sie zudem komplexe Probleme gemeinsam mit der Bevölkerung und den Beteiligten ansprechen, beispielsweise in Dialog- und Informationsveranstaltungen oder anderen Beteiligungsformaten.



9. Internationale Einbindung

Als Bestandteil des Rahmenprogramms „Forschung für Nachhaltige Entwicklung (FONA³)“ ist GEO:N dem forschungsstrategischen Ziel des BMBF verpflichtet, die internationale Zusammenarbeit zu stärken. Es wird eine größtmögliche Vernetzung mit europäischen bzw. internationalen Forschungsaktivitäten angestrebt. Die Vorbereitung von Förderbekanntmachungen erfolgt daher in enger Abstimmung mit dem Forschungsrahmenprogramm Horizont 2020 der Europäischen Union sowie internationalen Programmen wie z. B. den Internationalen Tiefbohrprogrammen. Die internationale Ausrichtung des Programms wird nicht zuletzt durch die Einbindung eines wissenschaftlichen Beirates und internationaler Gutachtergremien sichergestellt.

Die internationale Kooperation in der geowissenschaftlichen Forschung ist bereits in der Vergangenheit im Rahmen der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit (WTZ) vom BMBF vorangetrieben worden. So wurden z. B. gemeinsame Forschungsprojekte mit China, Indonesien, Israel, Russland und dem südlichen Afrika gefördert. Im Mittelpunkt dieser Projekte standen neben geowissenschaftlicher Grundlagenforschung auch Fragestellungen zu den Auswirkungen des Klimawandels oder die Entwicklung von Frühwarnsystemen.

Verschiedene Forschungsaktivitäten (z. B. die Paläoklimatologie) sind im Rahmen des Weltklimaprogramms (WCRP) thematisch und regional abgestimmt und liefern wichtige nationale Beiträge zu diesen internationalen Programmen. Die marine geowissenschaftliche Forschung ist primär international ausgerichtet. Dies gilt sowohl für die Forschungsgebiete (z. B. FS SONNE im Pazifik, FS POLARSTERN in der Arktis / Antarktis) als auch für die multinational zusammengesetzten Forschungsgruppen. Die Entwicklung und der Betrieb von Forschungssatelliten zur Erdbeobachtung sind ebenfalls nur im Rahmen internationaler Kooperationen realisierbar.

Mit der Durchführung internationaler Forschungsaktivitäten soll der Aktionsplan „Internationale Kooperation“ des BMBF umgesetzt und die Sichtbarkeit Deutschlands mit seiner hohen Qualität in Forschung und Innovation gestärkt werden. Dabei spielt auch der Wissens- und Technologietransfer eine entscheidende Rolle. Außerdem wird deutschen Forschern Zugang zu hervorragenden Forschungsinfrastrukturen eröffnet und die Möglichkeit einzigartige Forschungsorte und Extremgebiete zu untersuchen.

Tsunami-Frühwarnsystem



Nach einem Seebeben können Tsunamis entstehen, die an den Küsten bis zu 35 Meter hoch und bis zu 300 Kilometer lang werden können

Die verheerende Tsunami-Katastrophe im Indischen Ozean im Dezember 2004 forderte über 230.000 Todesopfer. Damit bei zukünftigen Katastrophen möglichst viele Menschen rechtzeitig gewarnt werden können, wurde auf internationaler Ebene die Einrichtung eines Tsunami-Frühwarnsystems im Indischen Ozean beschlossen. Deutschland hat in enger Kooperation mit Indonesien ein voll funktionsfähiges Frühwarnsystem installiert. Die Entwicklung des Gesamtsystems basiert auf den neuesten Forschungsergebnissen. Der innovative technische Ansatz beruht auf einer Kombination verschiedener Sensoren, deren zentrales Element eine schnelle und präzise Erfassung und Auswertung von Erdbeben ist. Ein völlig neuer Ansatz ist die Nutzung von GPS-Messungen zur präzisen Bestimmung der Deformation der Erdkruste, woraus sich schnelle Aussagen über den Bruchmechanismus und damit eine mögliche Tsunami-Entstehung ableiten lassen. Seit der Inbetriebnahme in 2008 wurden

mehrfach Tsunamiwarnungen innerhalb von fünf Minuten erzeugt und in die betroffenen Regionen weitergeleitet. Seit Anfang 2012 ist Indonesien als „Regional Tsunami Watch Provider“ für die Weiterleitung von Warnungen für den gesamten Bereich des Indischen Ozeans zuständig. Im Rahmen eines Nachsorgeprojekts wurde über einen Zeitraum von drei Jahren indonesisches Personal durch Training und wissenschaftliche Beratung intensiv von Deutschland unterstützt. Nicht nur die Betreiber des Tsunami Frühwarnsystems sondern auch Katastrophenmanager, nationale und lokale Verwaltungsangestellte und die lokale Bevölkerung in betroffenen Küstenregionen wurden umfänglich darin geschult, was bei einem Starkbeben und einer Tsunamiwarnung zu tun ist und welche präventiven Maßnahmen getroffen werden können. Die nachhaltige Sicherung des Systems ist damit gewährleistet und Indonesien in der Lage, das System eigenständig zu betreiben.



10. Projektförderung und institutionelle Förderung

Die Forschungsförderung des BMBF ist zweigleisig ausgerichtet und gliedert sich in die institutionelle Förderung und die Projektförderung.

Mit der institutionellen Förderung, z. B. von Einrichtungen der Helmholtz- (HGF) oder der Leibniz- (WGL) Gemeinschaft, werden insbesondere mittel- bis langfristige Forschungsaufgaben von überregionaler gesellschaftlicher Bedeutung finanziert. Dies schließt auch den Betrieb von Großgeräten bzw. komplexen Forschungsinfrastrukturen ein. Die Forschungsorganisationen werden gemeinsam von Bund und Ländern gefördert.

Die Projektförderung ist ein flexibles strategisches Steuerungsinstrument, insbesondere für kurz- bis mittelfristige Forschungsziele im Rahmen klar definierter Förderschwerpunkte. Um den Transfer von Forschungsergebnissen in die Anwendung zu beschleunigen, soll sie die Vernetzung von universitärer sowie außeruniversitärer Forschung und der Wirtschaft verbessern. Die förderpolitischen Zielsetzungen und die darauf abgestimmten Instrumente eines Förderschwerpunktes werden durch Bekanntmachungen

von Förderrichtlinien festgelegt und veröffentlicht. In den Richtlinien werden Gegenstand der Förderung, potenzielle Zuwendungsempfänger und Förderkriterien festgelegt.

Zwischen beiden Förderinstrumenten existieren thematische Schnittstellen, die in der programmorientierten Forschung (POF) der Forschungszentren und Forschungsorganisationen festgeschrieben sind (z. B. Forschungsbereich „Erde und Umwelt“ der HGF, Forschungsschwerpunkt „Umwelt und Energie“ der WGL). Hier sei als Beispiel das Thema Frühwarnsysteme vor Naturgefahren genannt, das sowohl institutionell als auch im Rahmen der Projektförderung bearbeitet wird.

Um den Forschungsbedarf für die Projektförderung zu evaluieren, werden Fachgremien zur Definition von Förderschwerpunkten einbezogen. Die Zusammenarbeit mit internationalen Gutachtergremien stellt wiederum sicher, dass nur Forschungsprojekte komplettär zur internationalen Forschung ausgewählt werden.



11. Umsetzung des Fachprogramms GEO:N

11.1 Zuwendungsempfänger, Projektstruktur und Förderhöhe

Das Fachprogramm richtet sich an universitäre und außeruniversitäre (z. B. Helmholtz- und Leibniz-Gemeinschaft, Fraunhofer- und Max-Planck-Gesellschaft) Forschungseinrichtungen sowie Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft.

Zentrales Instrument der Forschungsförderung ist die finanzielle Unterstützung von Forschungs- und Entwicklungs-Projekten (FuE-Projekten). Je nach Zielsetzung der Fördermaßnahme werden die Projekte im Verbund zwischen Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft oder auch als Einzelvorhaben durchgeführt. Die Umsetzungsorientierung der Projekte wird bei der Antragstellung durch einen Verwertungsplan dokumentiert, der während der Projektlaufzeit fortgeschrieben wird.

Zentrales Instrument der Forschungsförderung ist die finanzielle Unterstützung von FuE-Projekten. Je nach Zielsetzung der Fördermaßnahme werden die Projekte im Verbund zwischen Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft oder auch als Einzelvorhaben durchgeführt.

Die Zuwendungen können im Wege der Projektförderung als nicht rückzahlbare Zuschüsse gewährt werden. Die

Höhe der Zuwendung pro Vorhaben richtet sich im Rahmen der verfügbaren Haushaltsmittel nach den Erfordernissen des beantragten Vorhabens.

Bemessungsgrundlage für Zuwendungen an Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft sind die zuwendungsfähigen projektbezogenen Kosten. Grundsätzlich wird eine angemessene Eigenbeteiligung von mindestens 50 % der entstehenden zuwendungsfähigen Kosten vorausgesetzt.

Die Bemessung der jeweiligen Förderquote muss der Verordnung Nr. 651/2014 der Europäischen Kommission zur Feststellung der Vereinbarkeit bestimmter Gruppen von Beihilfen mit dem Binnenmarkt berücksichtigen. Diese Verordnung lässt für kleine und Mittlere Unternehmen (KMU) differenzierte Aufschläge zu, die ggf. zu einer höheren Förderquote führen können.

Bemessungsgrundlage für Hochschulen, Forschungseinrichtungen und vergleichbare Institutionen sind die zuwendungsfähigen projektbezogenen Ausgaben, bei Helmholtz-Zentren (HZ) und der Fraunhofer-Gesellschaft (FhG) die zuwendungsfähigen projektbezogenen Kosten, die bis zu 100 % gefördert werden können.

Bei Forschungsvorhaben an Hochschulen wird zusätzlich zu den zuwendungsfähigen Ausgaben eine Projektpauschale in Höhe von 20 % gewährt.

11.2 Auswahlverfahren und Förderbestimmungen

Die Schwerpunktsetzung von Geo:N erfolgt durch die Veröffentlichung von Förderthemen in Form von Bekanntmachungen im Bundesanzeiger sowie deren Verbreitung über das Internet. Mit diesen Bekanntmachungen werden die Fördermodalitäten bzw. -regularien verbindlich festgelegt.

In einem zweistufigen Verfahren können zunächst Skizzen bei dem beauftragten Projektträger eingereicht werden (Abb. 2). Mit diesem mehrstufigen Auswahlverfahren wird der administrative Aufwand begrenzt und der Entscheidungsprozess zeitlich beschleunigt. Die eingereichten Projektvorschläge stehen im Wettbewerb. Das BMBF und der Projektträger behalten sich vor, bei der Auswahl der zu fördernden Projektvorschläge themenspezifisch einen unabhängigen Gutachterausschuss zu Rate zu ziehen. Die der Bewertung und Auswahl zugrunde gelegten Kriterien werden in den Bekanntmachungen der jeweiligen Fördermaßnahme veröffentlicht.

In der zweiten Stufe des Auswahlverfahrens können die Konsortien der priorisierten Projektvorschläge förmliche Anträge stellen. Der Antrag eines Verbundprojektes besteht grundsätzlich aus einer gemeinsamen Verbundbeschreibung und den fachlich-administrativen Antragsteilen der Verbundpartner. Für die Förderung gelten die Grundsätze der Projektförderung des BMBF.

- Für Zuwendungen auf Ausgabenbasis sind dies die Allgemeinen Nebenbestimmungen für Zuwendungen zur Projektförderung (ANBest-P) und die Besonderen Nebenbestimmungen für Zuwendungen des BMBF zur Projektförderung auf Ausgabenbasis (BNBest-BMBF 98).
- Für Zuwendungen auf Kostenbasis sind dies die Nebenbestimmungen für Zuwendungen auf Kostenbasis des BMBF an Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft für Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (NKBF 98).

Diese Zuwendungsbestimmungen sind auf dem Förderportal des Bundes zugänglich:
<https://foerderportal.bund.de/>.

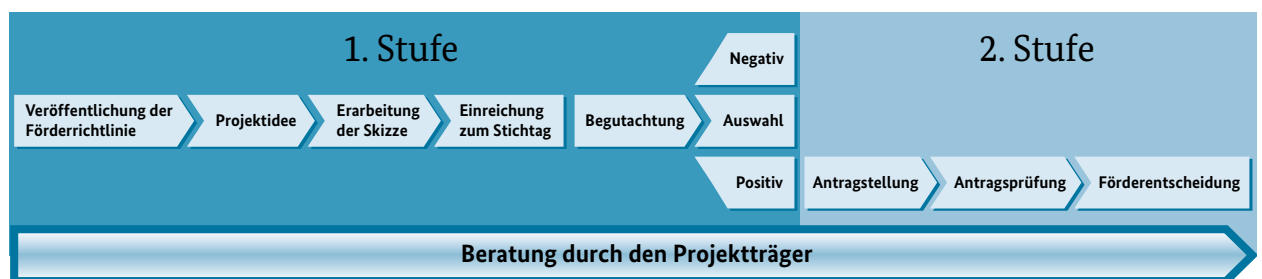


Abb. 2: Der Weg zum Projekt

11.3 Evaluation und Weiterentwicklung

Die strategische Konzeption des Programms Geo:N ist auf eine Laufzeit bis 2025 angelegt. Aufgrund der zu erwartenden Veränderungen der ökonomischen und technisch-wissenschaftlichen Rahmenbedingungen ist das Programm als offener, lernender Handlungsrahmen angelegt. So können neue Themenfelder identifiziert und aktualisierte Ziele, Aufgaben und Prioritäten gesetzt werden.

Durch Experten- und Fachgespräche werden die Fördermaßnahmen im Vorfeld von Bekanntmachungen dem tatsächlichen Entwicklungsstand in Wissenschaft und Wirtschaft angepasst. Das BMBF wird hierbei durch ein geowissenschaftliches Begleitgremium beraten, das sich aus Mitgliedern der maßgeblichen Fachgebiete zusammensetzt.

Darüber hinaus soll zur Mitte der Laufzeit eine Evaluation durchgeführt werden, so dass Erkenntnisse über die Zielgenauigkeit der Maßnahmen in die Fortentwicklung des Programms einfließen können.



Impressum**Herausgeber**

Bundesministerium
für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat System Erde
53170 Bonn

Bestellungen

schriftlich an
Publikationsversand der Bundesregierung
Postfach 48 10 09
18132 Rostock
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
Internet: <http://www.bmbf.de>
oder per
Tel.: 030 18 272 272 1
Fax: 030 18 10 272 272 1

Stand

September 2015 (2. aktualisierte Auflage März 2017)

Druck

BMBF

Gestaltung und Text

Projektrträger Jülich (PtJ), Forschungszentrum Jülich GmbH

Bildnachweis

Titel: juancat/iStock/thinkstock | Vorwort: Presse- und Informationsamt der Bundesregierung, Steffen Kugler | S. 2 – 3; S. 9: dpa Deutsche Presse-Agentur GmbH | S. 4; S. 26 Grafiken: PtJ | S. 5, oben; S. 11; S. 15 unten: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) | S. 5 unten: Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches Geo-Forschungszentrum (GFZ) | S. 6 – 7: DmyTo/iStock/thinkstock | S. 7: Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung Leipzig (UFZ) | S. 8: Domenico Pellegriti/iStock/thinkstock | S. 10 – 11; 18: Thomas Walter, Hamburg | S. 12: Byelikova_Oksana/iStock/thinkstock | S. 13: Zentrum für Marine Umweltwissenschaften (marum) | S. 14 – 16: Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel (GEOMAR) | S. 17: studio023/iStock/thinkstock | S. 20: W. Zahn, PtJ | S. 21: Paul Cowan/iStock/thinkstock | S. 22: Digital Vision/Photodisc/thinkstock | S. 23: Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) | S. 24: ©shutterstock.com/g/photopiano | S. 25: ©iStockphoto.com/kickers | S. 26: Dr. Hauke Reuter, Leibniz-Zentrum für Marine Tropenökologie GmbH (ZMT) | S. 28: Bildmontage: Rawpixel Ltd/iStock/Thinkstock; FONA

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unentgeltlich abgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerberinnen/Wahlwerbern oder Wahlhelferinnen/Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament. Missbräuchlich sind insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an

Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift der Empfängerin/dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

