

Geowissenschaftler

B 8835-902

B 8835-106

Wetterleuchten auf dem Arbeitsmarkt

Das Jahr der Geowissenschaften geht auf die Initiative „Wissenschaft im Dialog“ zurück. Unter dem Motto „System Erde“ wurde es im Januar 2002 in Berlin eröffnet.

Zu diesem Jahr der Geowissenschaften wurden bundesweit „Erlebnistage der Wissenschaft“ veranstaltet. Zu den insgesamt mehr als 1000 Veranstaltungen kamen bisher 175.000 Besucherinnen und Besucher.

Energie, Wasser und Boden werden, wirtschaftlich wie politisch, die Themen sein, die das gegenwärtige Jahrhundert bestimmen. Und in wenigstens einem sind sich die Experten dabei einig.

Wenngleich in unterschiedlichem Maße, so wird davon doch die gesamte Community der Geowissenschaftler profitieren – auch in Deutschland, wo deren Berufsgruppe zwischen 20.000 bis 25.000 Fachleute, darunter aber nur sehr wenige Fachfrauen, zählt.

Das sind Geologen, Paläontologen, Geophysiker, Mineralogen, Geoökologen, Georingenieure, Geoinformatiker, Ozeanographen, Geodäten, aber ebenso Meteorologen, Bodenwissenschaftler, Geographen und sogar die bereits tot gesagten Bergbauingenieure. Die Bedeutung der Geowissenschaften wie der Geowissenschaftler für die Zukunft unserer Erde ins Bewusstsein der Öffentlichkeit zurückzuholen, ist eines der vom Bundesministerium für Bildung und Forschung proklamierten Ziele des *Jahres der Geowissenschaften*. Auch wenn eine einflussreiche Geo-Industrie in der Bundesrepublik derzeit fehlt, sind die indirekten volkswirtschaftlichen Effekte doch bereits jetzt beträchtlich.

Inhalt

1. Die Situation der Geowissenschaften
2. Arbeitsfelder der Geowissenschaftler
 - 2.1 Allgemeine Geowissenschaften
 - 2.1.1 Forschung

- 2.1.2 Landesämter/Öffentliche Verwaltung
- 2.1.3 Museen/Infotainment
- 2.2 Angewandte Geowissenschaften
 - 2.2.1 Steine und Erden-Industrie, Stein- und Braunkohletagebau
 - 2.2.2 Kohlenwasserstoffindustrie (Erdöl und Erdgas)
 - 2.2.3 Baugrund-/Ingenieurgeologie
 - 2.2.4 Hydrogeologie/Wasserversorgung
 - 2.2.5 Altlasten
 - 2.2.6 Abfallwirtschaft
 - 2.2.7 Geoinformatik
3. **Ausgewählte geowissenschaftliche Projekte – Tätigkeiten und Anforderungen für Geowissenschaftler**
 - 3.1 Geoforschungssatelliten (CHAMP, GRACE)
 - 3.2 Geothermielabor
4. **Beispiele für Nachfrage nach modernem geowissenschaftlichem Know-how**
 - 4.1 *Mineralogen*: Kristalle züchten für High Tech-Schmieden
 - 4.2 *Geophysiker*: Als vulkanologischer Sicherheitsexperte den Puls der Erde messen
 - 4.3 *Geodäten*: Scouting für die perfekte Navigation zu Land, zu Wasser und in der Luft
 - 4.4 *Geoökologen*: Geoökologische Analysen mit volkswirtschaftlichem Nutzwert
 - 4.5 *Meteorologen*: Wettervorhersage zur Kostenreduzierung im Gesundheitswesen
 - 4.6 *Geotechnikingenieure*: Die den Baugrund beherrschen
5. **Geowissenschaften studieren – Neue Entwicklungen**
6. **Grenzfall Geographie: Schnittmenge aus Natur- und Sozialwissenschaften**



1. Die Lage im Überblick

Experten wie der Vorstandsvorsitzende des Geoforschungszentrums (GFZ) Potsdam, Prof. Rolf Emmermann, gehen von einer steigenden Nachfrage nach Geowissenschaftlern aus. Diese Botschaft mag überraschend klingen, zumal die deutschen Geowissenschaften mit dem Wegbrechen der heimischen Montanwirtschaft einen erheblichen Bedeutungsverlust erlitten. Tatsächlich ist die Zahl der hier zu Lande in einschlägigen Unternehmen beschäftigten Absolventen kaum noch der Erwähnung wert, auch wenn die amtliche Statistik eine beträchtliche Unschärfe besitzt. Denn viele deutsche Fachleute verdienen ihr Geld inzwischen im Ausland. Und das dürfte sich fortsetzen. Prospektion, Förderung und Aufbereitung/Weiterverarbeitung waren schließlich seit jeher ein internationales Geschäft und werden es in Zukunft sein, – mit weiterhin großen Wachstumsraten. Immerhin prognostiziert die International Energy Agency (IEA) gegenüber 1995 für 2020 ein weltweites Wachstum des Energieverbrauchs um satte zwei Drittel. Nicht weniger als 95 Prozent dieses zusätzlichen Energiebedarfs werde von fossilen Rohstoffen gedeckt, heißt es in der Studie.

In Ländern wie China und Indien erwartet die IEA deshalb eine rasante Zunahme des Kohleabbaus. Trotz technologischer Fortschritte wie etwa der Horizontalbohrtechnik gehen Fachleute auch für die Öl- und Gasförderung von einer stärkeren Nachfrage geowissenschaftlichen Know-hows aus. Schließlich müsse sich die Exploration immer öfter auf kleine, mehr noch geologisch schwierige Lagerstätten konzentrieren. Und selbst von der angestrebten Energiewende dürften Geowissenschaftler profitieren. Die Geothermie ist ein Beispiel, die Windkraft ein anderes. Bei letzterer geht es vor allem um komplizierte Speicherprobleme, weil die Windenergie stochastisch anfällt und die Zeiten eines hohen Windaufkommens meist nicht mit denen des Spitzenverbrauchs zusammenfallen. „Die Lösung könnten Kavernen sein, in denen mit Hilfe der aus Windrädern gewonnenen Energie (elektrischer Strom) umgewandelt als komprimierte Luft ‚zwischenlagert‘ wird“, wagt der Energieexperte Constantinos Sourkouis von der TU Clausthal einen Blick in die Zukunft. „Diese könnte dann adiabatisch in Abschnitten hohen Verbrauches über Expansionsmaschinen wieder in elektrische Energie zurückgeführt werden.“ Das, wagt Sourkouis einen Blick voraus, gäbe endlich auch die Möglichkeit, die gegenwärtige, volkswirtschaftliche viel zu teure nationale Sicherheitsreserve von

30 Gigawatt ohne Sicherheitseinbußen reduzieren zu können.

Ist das Arbeitsfeld der Energierohstoffe eines, in dem Geowissenschaftler schon immer eine wichtige Rolle spielten und ohne Einschränkungen auch künftig spielen werden, zeichnen sich für die Zukunft weitere interessante Einsatzbereiche ab, in denen es die Kompetenz von Erdwissenschaftlern zwingend braucht. Das dürfte deren Jobchancen positiv beeinflussen. Worum es geht? Um die Gewährleistung einer hochwertigen Wasserversorgung vor allem, um die Linderung von Umweltgefahren beispielsweise, die Voraussage des zukünftigen Weltklimas, das Minimieren der Auswirkungen von Klimaveränderungen, die verbesserte Frühwarnung vor Naturkatastrophen, schließlich eine Optimierung der Landnutzungsplanung. Das alles ist mit viel High Tech und noch mehr IuK-Technologie einschließlich Modellierung verknüpft. Darüber hinaus spielt, wie bei den Erdwissenschaften immer schon, die Messtechnik eine zentrale Rolle.

Das Beispiel des von der Astrium GmbH in Friedrichshafen gebauten Kleinsatelliten CHAMP zeigt, dass die deutschen Geowissenschaftler nicht nur den Anschluss an die internationale Entwicklung gewonnen, sondern bei niedrig fliegenden Erderkundungssatelliten etwa sogar die Technologieführerschaft zurückerobert haben. Mehr noch, dass die wirtschaftlichen und sich daraus beschäftigungsmäßig ergebenden „Fernwirkungen“ inzwischen sehr konkrete Gestalt annehmen. Die NASA jedenfalls setzt seit Juli für das erste Projekt ihres neuen „Earth System Science Pathfinder“-Programms auf die CHAMP-Technologie und hat die beiden GRACE-Satelliten in Deutschland fertigen lassen. Zur Entschlüsselung des komplexen Systems Erde sind immerhin riesige globale und regionale Datenmengen notwendig, um so Phänomene und Prozesse zu erfassen, die sich innerhalb, aber genau so zwischen den Subsystemen abspielen. Während herkömmliche Satelliten die Erde in einer Höhe von 25.000 bis 30.000 Kilometer umrunden, fliegen CHAMP und GRACE in einem Korridor von nur 250 bis 500 Kilometer. Das ermöglicht eine Verbesserung der räumlichen Auflösung insbesondere in der Schwere- und Magnetfelderkundung und damit eine Genauigkeitssteigerung von ein bis zwei Zehnerpotenzen. Damit können endlich Wechselwirkungen zwischen den Ozeanen, den großen Eisflächen, der Erdkruste und der Atmosphäre erfasst, mithin genauere Bezüge zum Klima und seinen Veränderungen hergestellt werden.



Geowissenschaftler (Fortsetzung)

Freilich sind die Benefits einer genauen Kenntnis des Magnetschwerefeldes der Erde für die Industrie auch ganz unmittelbar und beschäftigen Rückversicherer Geowissenschaftler aus gutem Grund. „Neun von zehn Satellitenausfällen“, berichtet der beim GeoForschungsZentrum Potsdam tätige Geophysiker Kemal Erbas, „gehen auf Schädigungen durch hochenergetische Teilchen im Bereich des Südatlantik zurück. Der Grund sei eine lokale Magnetfeldanomalie. Allein während der letzten zwanzig Jahre habe sich das Magnetfeld dort um nicht weniger als zehn Prozent reduziert. Die durch so genannte magnetische Stürme hervorgerufenen Störungen können allerdings noch ganz andere Größenordnungen erreichen. Die elektrisch geladenen Sonnenteilchen, die auf die Erde zurasen legen in jeder Sekunde 500 Kilometer zurück, bei einem Sonnenausbruch erreichen sie sogar die doppelte Geschwindigkeit. Aus Schaden klug geworden, weiß man heute, dass rapide Magnetfeldänderungen und die damit verbundenen Umkonfigurationen der Plasmapopulation im erdnahen Weltraum zu empfindlichen Beeinträchtigung moderner technischer Systeme wie Überlandstromversorgungsnetze oder Pipelines führen können. „In Kanada legte 1995 ein solcher magnetischer Sturm die Stromversorgung des gesamten Landes für acht Stunden lahm“, berichtet Erbas. Die Möglichkeit der Wiederholung ist für Ingenieure, Manager und Politiker allerorten ein Albtraum.

Geschrumpfte Studienanfängerzahlen und noch weniger Absolventen sorgen mittlerweile für recht passable Chancen, bei Geophysikern und angewandten Geologen übertrifft die Nachfrage schon gar nicht so selten das Angebot. Die Zentralstelle für Arbeitsvermittlung (ZAV) verzeichnete 2001 21 Prozent mehr Stellenangebote als ein Jahr zuvor. Die Nachfrage kam überwiegend von Architektur- und Ingenieurbüros sowie von Beratungs- und Consultingunternehmen, die Geowissenschaftler vor allem für Expertisen über die Entwicklung wirtschaftlich nutzbarer Untergründe suchten. Freilich ist überall Anwendungsorientierung gefragt. In Ingenieurbüros, mit im Übrigen immer währendem Interesse an studentischen Praktikanten, geht es um Aufgaben im Grundbau, in der Geotechnik, im Altlastensektor, zur Bereitstellung von Trinkwasser oder in der Baugrunderkundung. In der Steine und Erden-Industrie steht das Auffinden, Erkunden und Bewerten von Rohstofflagerstätten im Mittelpunkt. In der Geoinformatik wieder-

rum werden Satellitenbilder mit der Photogrammetrie, digitaler Bildverarbeitung und GIS-Systemen (GIS = Geoinformationssystemen) bearbeitet, müssen daneben Datenbanken gepflegt, numerische Modellierungen vorgenommen und neuronale Netze designt werden. Wer Freude an Naturwissenschaften und deren praktischer Anwendung hat, der findet in den Geowissenschaften das genau richtige Studien- und Arbeitsfeld.

Das anhaltende Wachstum der Weltbevölkerung, die dadurch bedingte immer intensivere Nutzung unseres Planeten und seiner Ressourcen sowie seine Veränderung im Rahmen einer beispiellosen zivilisatorisch-technischen Entwicklung erfordern schließlich ein nachhaltiges und international abgestimmtes Handeln zum Erhalt des Lebensraumes Erde und zum Erhalt der Umwelt. Das „System Erde“, die Prozesse, die in seinem Inneren und an der Oberfläche ablaufen, die Wechselwirkungen zwischen den Teilsystemen Geo-, Hydro-, Atmo- und Biosphäre sind miteinander gekoppelt und bilden verzweigte Ursache-Wirkung-Ketten. Durch die rasante Entwicklung in der Messtechnik sowie der Computertechnologie sind die Geowissenschaften jetzt erstmals in der Lage, das Puzzle der gesammelten Daten und Informationen zu einem Gesamtbild zusammensetzen, das heißt erfassen, quantifizieren und modellieren zu können. Dies bietet die Basis für ein „Erdmanagement“ und darüber hinaus eine Bewertung der menschlichen Aktivitäten, die im modernen Industriezeitalter Veränderungen in Größenordnungen hervorrufen können, die den natürlichen Veränderungen von Jahr-millionsen entsprechen, womit der Mensch selbst zu einem geologischen Faktor geworden ist.

Was schon immer galt, hat sich nochmals deutlicher ausgeprägt. Die Themenstellungen und Organisation geowissenschaftlicher Projekte werden zunehmend komplexer, tragen immer deutlicher einen globalen, ganzheitlichen Charakter und basieren auf der Integration und Auswertung unterschiedlichster Daten. Deutsche Geowissenschaftler sind in internationalen Großprojekten heute gesuchte Kooperationspartner. Das gilt beispielsweise auch für das Feld der Frühwarnung vor Naturkatastrophen, von denen unsere Region unmittelbar nur in geringem Maße bedroht ist. International aber ist die Bedeutung solcher Ereignisse wie Erdbeben, Vulkanausbrüche, Hochwasser oder Hangrutschungen enorm. Zwar ist deren Anzahl in den vergangenen Jahrzehnten keines-



wegs angestiegen. Gewachsen, und zwar überproportional, sind indessen ihre zum Teil verheerenden Folgen: regional auf Grund einer zunehmenden Konzentration von Menschen und Wirtschaftsgütern in gefährdeten Gebieten, und global durch das Zusammenwachsen der Weltwirtschaft. Dadurch werden auch solche Länder, die durch ihre geographische Lage direkt nicht gefährdet sind, indirekt von den Folgen von Naturkatastrophen in Mitleidenschaft gezogen. „Würde beispielsweise ein vergleichbares Erdbeben, wie es 1995 die japanische Küstenstadt Kobe heimsuchte, die Hauptstadt Tokio treffen“, erklärt der Vorstandsvorsitzende des GeoForschungsZentrums (GFZ) Potsdam, „so hätte dies nicht nur einen unabsehbaren Verlust an Menschenleben und Wirtschaftsgütern zur Folge, sondern wäre wegen der herausragenden Stellung Tokios im Weltwirtschaftshandel auch eine dramatische Destabilisierung des Weltkapitalmarktes nicht mehr auszuschließen.“ Tatsächlich haben Naturkatastrophen in den letzten zwei Jahrzehnten weltweit über drei Millionen Menschenleben gefordert, das Leben von mindestens 800 Millionen weiterer Menschen beeinträchtigt und zu unmittelbaren Schäden in Höhe von 230 Milliarden US-Dollar geführt. Der steigende Bedarf an Katastrophenhilfe und Katastrophennachsorge kann nur durch eine Abwehrstrategie bewältigt werden, die Konzepte und Technologien zur Katastrophenvorbeugung in den Mittelpunkt stellt. Das ist eine originäre Aufgabe für Geowissenschaftler.

Der „Geomarkt“ von morgen wird in weiten Bereichen der menschlichen Daseinsvorsorge verpflichtet sein. So treten traditionelle geowissenschaftliche Forschungsfelder wie die klassische Lagerstättenkunde in den Hintergrund, während Umwelt- und Klimafragen an Bedeutung gewinnen. Auf Grund ihres wissenschafts- und arbeitsmarktpolitischen Zukunftspotenzials schälen sich mehrere gleichermaßen bedeutende geowissenschaftliche Kernbereiche heraus:

- Auffindung und Bewertung von mineralischen Rohstoffen und fossilen Energieträgern sowie von Grund- und Trinkwasserressourcen unter dem Aspekt nachhaltiger Nutzung
- Entwicklung innovativer Technologien, etwa im Bereich geophysikalischer Erkundungsmethoden, Bohrtechnologien, Frühwarnsysteme, Erdbebenbeobachtungssysteme, Robotik-Systeme für Probenahme- und Experimentieraufgaben im Tiefseebereich oder Softwareentwicklung

- Öffentliche und kommerzielle Dienstleistungen, z.B. auf dem Gebiet des Erdbaus oder der Abfall- und Sanierungstechnik
- Gesellschaftliche Aufgaben vorrangig im Umweltmanagement und im Katastrophenschutz
- Geowissenschaftliche Entwicklungshilfe und Technologietransfer.

Weiterführende Informationen

www.dgg.de
www.bgr.de
www.planeterde.de

2. Die Arbeitsfelder der Geowissenschaftler im Einzelnen

Nach Angaben der Deutschen Geologischen Gesellschaft (DGG) verteilen sich die berufstätigen Geowissenschaftler auf die einzelnen Berufsfelder wie folgt:

– <i>Forschung insgesamt:</i>	20,7 Prozent
<i>Universitäten:</i>	16,2 Prozent
<i>Außeruniversitäre Forschungsinstitutionen:</i>	4,5 Prozent
– <i>Ingenieurbüros und Consultingfirmen:</i>	21,4 Prozent
– <i>Öffentliche Verwaltung insgesamt:</i>	16,2 Prozent
<i>Geologischer Staatsdienst (Geologische Landesämter, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe):</i>	11,0 Prozent
<i>Kommunale Verwaltungen:</i>	4,2 Prozent
<i>Museen:</i>	1 Prozent
– <i>Industrie/Wirtschaft:</i>	12,9 Prozent
– <i>fachfern mit Geobezug:</i>	9,1 Prozent
– <i>fachfremd ohne Geobezug:</i>	12,3 Prozent
– <i>arbeitslos:</i>	7,4 Prozent.

Weiterführende Informationen

www.geoberuf.de
<http://home.wtal.de/geoforum/texte/geo-nachfrage.htm>



Geowissenschaftler (Fortsetzung)

Die nachfolgenden Ausführungen über einzelne Arbeitsfelder für Geowissenschaftler beschränken sich wegen des gebotenen Verzichts von Doppelungen lediglich auf **BerufeNet** ergänzende Informationen. So wird für die Beschreibung von Tätigkeitsinhalten und Eignungsmerkmalen auf diese Datenbank (www.arbeitsamt.de bzw. <http://berufenet.arbeitsamt.de>) verwiesen.

2.1 Allgemeine Geowissenschaften

2.1.1 Forschung

Die geowissenschaftliche Forschung in Deutschland findet an 36 Universitäten und im Wesentlichen 4 der 16 Großforschungseinrichtungen statt. Der allgemeine Sparzwang der öffentlichen Hand wirkt sich auf die Stellensituation für Geowissenschaftler negativ aus. Eine Umkehr dieses Trends ist bislang nicht erkennbar. Die weiterhin rückläufigen Studentenzahlen dürften weitere Anlässe für Stellenkürzungen und sogar Institutsschließungen geben. Allgemein lässt sich ein Trend zur Zusammenlegung von Instituten der Geologie, Mineralogie und Geophysik zu „geowissenschaftlichen Instituten“ erkennen. Auch die Forschung außerhalb der Hochschulinstitute hat es angesichts der knappen öffentlichen Mittel nicht weniger leicht. So war das 1992 in Potsdam neu gegründete GeoForschungszentrum (GFZ) von Anbeginn seines Bestehens in die allgemeine Kürzung von Planstellen durch Land und Bund einbezogen.

2.1.2 Landesämter/Öffentliche Verwaltung

Die Arbeitsgebiete in den Geologischen Landesämtern (GLÄ) sowie der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe zeichnen sich fachlich durch eine große Bandbreite aus. Gleichwohl regiert derzeit auch hier der Rotstift. So wurde das Geologische Landesamt Nordrhein-Westfalen Landesbetrieb zur Kostendeckung verpflichtet und muss seine Tätigkeit unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten ausrichten. Andere Landesämter wurden fusioniert, so in Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, dem Saarland, Sachsen oder Schleswig-Holstein. Die in Hannover ansässige Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe mit derzeit etwa noch 680 Beschäftigten lebt mit der Auflage, jährlich 1,5 Prozent ihrer Stellen einsparen zu müssen.

2.1.3 Museen/Infotainment

Zwar ist die Zahl der Museen in den letzten 25 Jahren beständig gestiegen. In ihnen arbeiten etwas mehr als 200 Geowissenschaftler. Im einzelnen sind es rund 150 Geologen, 50 Mineralogen, und 20 Geophysiker. Doch macht sich auch hier die nachlassende Finanzkraft der öffentlichen Hand inzwischen unübersehbar bemerkbar. Frei gewordene Stellen werden zeitweilig nicht wiederbesetzt oder sogar ganz gestrichen. Ob Beispiele für erfolgreiches Geo-Infotainment wie in den USA auch in Deutschland möglich sind, muss zunächst mangels Nachahmungsprojekten eine offene Frage bleiben. Im Mittleren Westen der USA gründete der amerikanische Geologe Paul Herr 1998 die „Wisconsin Dells Nature Safaris“. Herr und seine Mitarbeiter nahmen 1999 seinen eigenen Angaben zufolge mehr als 5.000 Info-Abenteurer auf eine Zeitreise durch 1,7 Millionen Jahre und erklärten den faszinierten Besuchern, warum die im Wisconsin Dells-Naturpark herumliegenden Steine „Naturwunder der Weltklasse“ sind.

2.2 Angewandte Geowissenschaften

2.2.1 Steine und Erden-Industrie, Stein- und Braunkohlenbergbau

Während die Steine und Erden-Industrie derzeit expandiert und sich auch der Braunkohletagebau noch wirtschaftlich durchführen lässt, ist der bislang, wengleich mit schrumpfendem Volumen, nach wie vor staatlich subventionierte Steinkohlenabbau stark rückläufig. Die Steine und Erden-Industrie gibt den Bedarf für die Rohstoffgewinnung und -verarbeitung mit etwa 100 Nachwuchingenieuren an. Die aktuelle Zahl der Absolventen einschlägiger Studiengänge liegt deutlich niedriger. Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass die Steine und Erden-Industrie in ihren wirtschaftlichen Aktivitäten in hohem Maße von der konjunkturellen Entwicklung der Bauwirtschaft abhängig ist. Einige Fachleute weisen im Übrigen darauf hin, dass wegen des Ausbaus des Bauschuttrecyclings in speziellen Bereichen langfristig mit einer rückläufigen Nachfrage nach mineralischen Baustoffen gerechnet werden muss.

Für Beschäftigungsmöglichkeiten im Bereich fossiler Rohstoffe wird die Frage, ob die wachsenden Ansprüche der Weltbevölkerung nur durch einen verstärkten Abbau natürlicher Ressourcen gedeckt werden können oder ob es gelingen wird, das Wirt-



schaftswachstum vom Umwelt- und Materialverbrauch abkoppeln zu können. In den Industrieländern, besonders auch in Deutschland, ist der Trend zu einem rationelleren Umgang mit den entsprechenden Ressourcen unverkennbar. Immerhin konnte die Bundesrepublik ihren Verbrauch an Rohstoffen und Energieträgern pro 500 Euro reales Bruttoinlandsprodukt in den letzten 40 Jahren fast halbieren. Bei den aufstrebenden Schwellenländern nimmt der Ressourcenverbrauch dagegen kräftig zu. Die Zukunft der Energierohstoffe ist schwer vorauszusagen. Hier spielen viele Faktoren eine Rolle, etwa die Verfügbarkeit wirtschaftlich erschließbarer Lagerstätten, die Entwicklung der Weltwirtschaft, die Energiepolitik oder die Entwicklung neuer Technologien. Es besteht jedoch kein Zweifel, dass weltweit auch in Zukunft ein großer Bedarf bestehen wird.

Weiterführende Informationen

www.baustoffindustrie.de

2.2.2 Kohlenwasserstoffindustrie (Erdöl und Erdgas)

Die Aussagen über die Erdölreserven schwanken beträchtlich. Der Grund besteht in den unterschiedlichen Ausgangsdefinitionen. Die einen beziehen sich allein auf Reserven, die in Zukunft zu etwa heutigen Preisen gewinnbar sind, die anderen beziehen Lagerstätten mit ein, deren Gewinnung infolge schwieriger geologischer Konstellationen wesentlich kostenintensiver wird, was die Wirtschaftlichkeit stark in Frage stellt. Noch ist Erdöl, das als fossiler Energieträger eigentlich nichts anderes als gespeicherte Sonnenenergie ist, mit einem Anteil von rund 40 Prozent am Weltenergieverbrauch der wichtigste Energieträger der Weltwirtschaft. „Eine physische Verknappung von Erdöl hat es in diesem Jahrhundert nicht gegeben“, erklärt Peter Kehrer von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, „und wird es auch in unmittelbarer Zukunft nicht geben.“ Die gegenwärtigen weltweiten Erdölreserven werden mit 150 Milliarden Tonnen angegeben. Bei einer gegenwärtigen Förderung von ca. 3,5 Milliarden Tonnen jährlich ergibt sich daraus eine statistische Reichweite von mindestens 40 Jahren. Bislang sind in der Geschichte der Menschheit 120 Milliarden Tonnen gefördert worden, ganz überwiegend im letzten Jahrhundert. Konservative Schätzungen gehen zu den bereits bekannten Reserven von noch einmal 80 Milliarden Tonnen noch auffindba-

rer Vorräte aus. So ist relativ sicher, dass in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts die maximale Produktion an konventionellem Erdöl erreicht sein wird. Die Zeit des unbegrenzt verfügbaren und preiswert zu fördernden, konventionellen Rohöls wird dann Geschichte sein. „Zurückblickend“, schließt Kehrer, „werden künftige Generationen das Erdöl-Zeitalter als eine bedeutsame, aber nur sehr kurze Episode in der langen Geschichte der Menschheit beurteilen.“

Einer der wesentlichen Einflussfaktoren für die Beschäftigung bei der Öl- und Gasförderung ist die Zahl neuer Bohrungen, denn der Bereich der „Services“, zu denen auch die geowissenschaftlichen Dienstleistungen gerechnet werden, hängt stark von diesen Aktivitäten ab. Die wiederum stehen in direktem Zusammenhang mit der Preis- und technischen Entwicklung. So bewirkte etwa die Einführung der Horizontalbohrtechnik eine Verringerung der notwendigen Bohrungen insgesamt. Als Folge nahm die Zahl der Bohrbetriebe sowie der dort Beschäftigten ab. Dagegen stieg die Zahl der in der einschlägigen Datenverarbeitung und -interpretation Tätigen. Beschäftigungsgewinne dürften sich aus der Tatsache ergeben, dass sich die Exploration zunehmend auf kleinere Öl- und Gasfelder konzentrieren muss, die schwieriger zu finden und zu beurteilen, damit im Ergebnis personalintensiver sind. In Deutschland gibt es zurzeit acht national und/oder international tätige Firmen, die sich mit der Erkundung und Gewinnung von Erdöl und Erdgas beschäftigen. Dazu kommen eine Reihe von meist international tätigen Serviceunternehmen. 2000 arbeiteten nach Angaben der DGG etwa 430 Geowissenschaftler in 22 Unternehmen sowie einer Reihe kleinerer Consulting-Firmen der Kohlenwasserstoffindustrie. Trotz insgesamt sinkender Beschäftigtenzahlen habe es aber immer wieder Einstellungen auch von Berufsanfängern gegeben.

Erste praktische Berufserfahrungen in Form von Praktika während des Hauptstudiums erleichtern den Berufseinstieg bei in- und ausländischen Firmen beträchtlich. Wird ein Berufseinstieg im Ausland geplant, erweist sich ein Auslandsstudienaufenthalt an einem renommierten „Petroleum Department“ einer namhaften Universität in den USA, Kanada oder Großbritannien (z.B. Imperial College London) von großem Nutzen. Die großen Explorations- und Produktionsfirmen präsentieren sich hier in aller Regel einmal im Jahr. Auch können Kontakte über einschlägige internationale Gesellschaften wie EAGE (European Association of Geoscientists & Engineers/www.eage.nl), PESGB (Petroleum Exploration Society of Great Britain/



Geowissenschaftler (Fortsetzung)

www.pesgb.org.uk), AAPG (American Association of Petroleum Geologists/www.aapg.org) und CSPG (Canadian Society of Petroleum Geologists/www.cspg.org). Stellenangebote veröffentlicht auch der BDG (Berufsverband Deutscher Geowissenschaftler/www.geoberuf.de) sowie der W.E.G. (Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung/www.erdoel-erdgas.de). Im Übrigen ist auf die Jobsuchmaschine der Kohlenwasserstoffindustrie (www.driller.com) zu verweisen. Bewerber sollten eine solide und breite Grundausbildung besitzen. Von Vorteil sind weiterhin vertiefte Kenntnisse im Bereich der Erdöl- und Lagerstättengeologie, Sedimentologie/Petrographie, Strukturgeologie, angewandter Geophysik (Seismik, Bohrlochgeophysik), organischer Geochemie und auch Paläontologie. Kenntnisse der Tiefbohrtechnik erweisen sich in zahlreichen Fällen als vorteilhaft.

Weiterführende Informationen

www.erdoel-erdgas.de

www.eage.nl

www.pesgb.org.uk

www.aapg.org

www.cspg.org

www.driller.com

2.2.3 Baugrund-/Ingenieurgeologie

Über die Zukunft der Baukonjunktur, ebenso der Bauwirtschaft sind sich die Fachleute uneins. Eine langfristige Prognose wagt kaum jemand. Wie dem auch sei. Die Entwicklung der allgemeinen Baukonjunktur schlägt sich nur teilweise auf den Sektor der Baugrunduntersuchung und der Ingenieurgeologie nieder. Denn tatsächlich ist nur ein Teil der Baukonjunktur für diesen Sektor von Bedeutung, nämlich der, bei dem boden- oder felsmechanische Untersuchungen angestellt werden müssen. So spielt die Baugrunduntersuchung bei Bausanierungen in den seltensten Fällen eine Rolle und wird bei kleineren Bauprojekten auf eine geotechnische Beurteilung zumeist verzichtet. Zwar haben sich die auf Baugrunduntersuchungen spezialisierten Ingenieurbüros in ihrer Mehrzahl am Markt behaupten können. Gleichwohl sind die Preise für geotechnische Dienstleistungen stark gesunken.

2.2.4 Hydrogeologie/Wasserversorgung

Der Wasserverbrauch ist in Deutschland in den vergangenen zehn Jahren um ein Fünftel zurückgegangen, der Trinkwasserverbrauch um immerhin noch 10 Prozent. In gleichem Maße sank über den gleichen Zeitraum auch die Förderung von Quell- und Grundwasser. Wassermangel gibt es in Deutschland nicht, auch nicht in sehr trockenen Jahren. Das gilt umso mehr, als in der Bundesrepublik 75 Prozent der Wasservorräte nicht genutzt werden. Allerdings ist die Trinkwassersituation in Deutschland sehr ungleichmäßig verteilt. Während beispielsweise in Sachsen und Thüringen momentan Trinkwasserüberschuss herrscht, ist die Trinkwasserversorgung in einigen Gebieten, wie etwa Franken oder dem Nordosten Deutschlands angespannt. Um das Thema der Regenwasserversickerung, das noch vor wenigen Jahren das Mittel zum Hochwasserschutz zu sein schien, ist es indessen still geworden. Als Aufgabenfeld für Geowissenschaftler spielt es kaum mehr eine Rolle. Entgegen der Situation in Deutschland hat sich der Wasserverbrauch innerhalb der letzten 50 Jahre weltweit vervierfacht. Annähernd eine halbe Milliarde Menschen lebt in Ländern, in denen Wasser bereits knapp ist. Bis zur Mitte dieses Jahrhunderts, so wird geschätzt, werde aller Wahrscheinlichkeit nach mindestens ein Viertel der Weltbevölkerung mit chronischem oder wenigstens doch immer wiederkehrenden Wassermangel leben. Die zunehmende Verschmutzung des Oberflächen- und Grundwassers verschärft die Wassersituation zusätzlich. Jeder fünfte Erdbewohner hat heute schon keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser. Wie bereits im Nahen Osten wird sich das Thema „Wasser“ zukünftig auch in vielen anderen Regionen, vorzugsweise in Afrika und Südasien, zum wohl wichtigsten Politikum entwickeln, kriegerische Auseinandersetzungen darum sind nicht auszuschließen.

2.2.5 Altlasten

Eine Ausweitung der direkten „Umweltschutzarbeitsplätze“ scheint den meisten Fachleuten unwahrscheinlich. Viele Umweltinvestitionen sind abgeschlossen, dazu hat sich der Trend zum integrierten Umweltschutz, also eine allgemeine Berücksichtigung von Umweltaspekten im Voraus, der nachsorgende Arbeiten (End-of-Pipe-Lösungen) überflüssig machen soll, immer stärker durch-



gesetzt. Der Umweltschutz wird damit zunehmend, etwa durch energie- und ressourcensparende Techniken, in die Produktionsprozesse integriert. Gesucht werden daher mehrheitlich technisch orientierte Fachleute für Aufgaben im Umweltmanagement. Das wird zu einer weiteren Verminderung einschlägiger direkter Umweltschutzarbeitsplätze und entsprechender Beschäftigungsmöglichkeiten führen. Die Zahl der Geo-Ingenieurbüros, von denen viele im Umweltbereich tätig sind, hat immerhin bereits stark abgenommen. Zwar ist Deutschland beim Export von Umweltschutzprodukten und Umweltschutzdienstleistungen noch immer unter den Top-Five, die Spitzenposition aber ging verloren. Was die Altlastenflächen in Deutschland anbetrifft, sind die meisten inzwischen erfasst, freilich steht bei nahezu 300.000 Altlastenverdachtsflächen die Gefahrenprüfung und gegebenenfalls eine Sanierung noch aus.

Einen Lichtblick gibt es dennoch. Das Interesse an einer „natürlichen“ Lösung von Altlastenproblemen ist weiter beträchtlich. Man sieht sie als kostengünstige Sanierungsmethode, was sie in Zeiten leerer öffentlicher Kassen besonders interessant macht. Diese „Einfach-Abwarten-Variante“ der In-Situ-Sanierung erfordert allerdings im Gegensatz zu technischen Sanierungslösungen eine äußerst gewissenhafte Abschätzung der natürlichen Selbstreinigungskraft und unter Umständen auch einen erheblichen Aufwand für Untersuchungen und Monitoring. Daraus könnten für Geologen durchaus neue Beschäftigungsmöglichkeiten erwachsen. Gleiches gilt für andere passive Sanierungsverfahren wie z.B. „reaktive Wände“. Ebenso sind neue Betätigungsfelder für Geowissenschaftler in der Umweltuntersuchung wenig entwickelter Länder zu erwarten, insbesondere in Osteuropa. Die EU-Kandidaten müssen schnell an die entsprechenden EU-Standards herangeführt werden.

2.2.6 Abfallwirtschaft

In Deutschland fallen jährlich rund 30 Millionen Tonnen Hausmüll und hausmüllähnliche Siedlungsabfälle an. Das bedeutet, dass die Abfallmenge nicht zurückgeht, in einigen Bundesländern sogar wieder ansteigt. Die Ziele des Kreislaufwirtschaftsgesetzes sind damit noch immer nicht erfüllt. Mehr als 60 Prozent dieser Abfälle werden in den rund 350 Siedlungsabfalldeponien der Bundesrepublik entsorgt. Ungefähr 30 Prozent der Siedlungsabfälle werden verbrannt. In den nächsten zwei Jahrzehnten soll die Abfallwirtschaft so umgestaltet sein, dass alle Siedlungsabfälle einer

vollständigen umweltverträglichen Verwertung zugeführt und damit Deponien überflüssig werden. Bekanntlich gibt es gegenwärtig, wenn auch regional unterschiedlich, erhebliche Deponie-Überkapazitäten. Schon gibt es Deponiestilllegungen. Welche Auswirkungen diese Entwicklung auf die Beschäftigungsmöglichkeiten von Geowissenschaftlern in diesem Arbeitsfeld haben wird, kann zum jetzigen Zeitpunkt schlecht abgeschätzt werden.

Weiterführende Informationen

www.deponie.de.

2.2.7 Geoinformatik

Unter Geoinformatik hat man sich etwas anderes vorzustellen, als an flimmernden Computern geniale Programme zu entwickeln. Die Geoinformatik ist ein äußerst innovatives Arbeitsgebiet. Es hat eine Brückenfunktion zwischen der Informatik und den Geowissenschaften. Geoinformatiker befassen sich mit der Entwicklung und Anwendung von Methoden zur computergestützten Lösung von raum-zeitbezogenen Problemen, weshalb sie solide Fachkenntnisse sowohl in den Geowissenschaften wie in der Informatik benötigen. Im Rahmen der Fernerkundung der Erde werden Luft- und Satellitenbilder mit der Photogrammetrie, der digitalen Bildbearbeitung und auch mit GIS-Systemen bearbeitet. Zu den Tätigkeitsschwerpunkten gehören daneben Datenbanken, statistische und geostatistische Methoden, 3D-Modelle, numerische Modellierungen von Transportvorgängen und neuronale Netze. Berufliche Einsatzmöglichkeiten bestehen in den Bereichen Vermessungswesen, Landesplanung, Umweltmonitoring, Verkehrsleitsysteme, Wasser-, Land- und Forstwirtschaft sowie Geo-Marketing.

Die Berufschancen in der Geoinformatik sind relativ gut. Immerhin sind rund 80 Prozent aller Entscheidungen in Wirtschaft, Verwaltung und Wissenschaft raumbezogene Probleme. Als Berufsfelder nennt die Deutsche Geologische Gesellschaft (DGG) Stadtplanung, Regionalplanung, Landesplanung, Umweltmonitoring und Umweltplanung, Logistik, Navigation, Verkehr, Telekommunikation, Freizeit und Tourismus, Land- und Forstwirtschaft, Abfallwirtschaft, Wasser- und Energieversorgung.

Geoinformatik kann an Universitäten, Fachhochschulen im Haupt- oder auch im Nebenfach, als Schwerpunkt oder Vertiefungsfach studiert wer-



Geowissenschaftler (Fortsetzung)

den. Betriebswirtschaftliche Zusatzkenntnisse sind für viele Arbeitsplätze nahezu ein Muss.

Informationen zu den einzelnen Studienmöglichkeiten und Links zu weiterführenden Informationen enthält die Datenbank KURS (www.arbeitsamt.de)

Weiterführende Informationen z.B.

<http://ifgi.uni-muenster.de>

www.hu-berlin.de/geoinf

www.geo.tu-freiberg.de/geoinformatik

www.fh-nb.de

3. Ausgewählte geowissenschaftliche Projekte für Geowissenschaftler – Tätigkeiten und Anforderungen für Geowissenschaftler

3.1 Geoforschungssatelliten (CHAMP, GRACE)

Der Satellit CHAMP (Challenging Mini-Satellite Payload for Geosciences an Application) hat die Aufgabe, das Erdschwerefeld zu vermessen, das Erdmagnetfeld zu untersuchen sowie die Atmosphäre und Ionosphäre zu sondieren. Damit liefert er wesentliche Beiträge zur Ermittlung globaler Referenzmodelle für Schwere- und Magnetfeld, Modellierung des Aufbaus des Erdinnern, Überwachung der Ozeanzirkulation des mittleren Meeresspiegels, Bestimmung des globalen vertikalen Temperaturprofils der Atmosphäre und des Wasserdampfgehaltes in der Troposphäre, schließlich der Überwachung des Weltraumwetters.

Der Bau des Satelliten erfolgte in Verantwortung eines Industriekonsortiums, das die Jena-Optronik (ASTRIUM) steuerte. Die Gesamtverantwortung für das Projekt lag beim GFZ Potsdam. Für den Betrieb ist das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) zuständig. Der Raumflugkörper, am 15. Juli 2000 vom Kosmodrom im russischen Plesetsk mit einer russischen COSMOS-Trägerrakete aus gestartet, misst vier Meter – einschließlich eines Messauslegers sogar acht Meter und wiegt 500 Kilogramm. Er umrundet die Erde in einer relativ niedrigen, jedoch fast polaren Bahn. Seine Flughöhe beträgt 470 km (die Flughöhe „normaler“

Nachrichtensatelliten liegt zwischen 25.000 und 30.000 km), wird sich allerdings in seiner 5-jährigen Lebensdauer auf 300 km verringern. Durch aktiv messende Bordinstrumente (Radio-Okkultations-Messungen) fallen die von CHAMP gelieferten Messergebnisse zehn- bis hundertmal genauer aus, als bei bisherigen Satellitenmissionen.

Durch diese exakten Messungen wird es nun möglich, auch minimale Veränderungen des Meeresspiegels zu beobachten und aus dem All Verlagerungen von Meeresströmungen festzustellen, die enorme klimatische Auswirkungen haben können. Von praktischer Bedeutung sind die Messungen, weil das magnetische Moment der Erde kontinuierlich abnimmt und sich dieser Prozess seit Beginn solcher Messungen vor 400 Jahren zu beschleunigen scheint. In der Vergangenheit der Erde hat sich das Magnetfeld viele Male umgepolt, und war während der Umpolung jeweils sehr schwach. Das bedeutet eine hohe Gefährdung, denn das Erdmagnetfeld schützt unseren Planeten vor hochenergetischen Teilchen aus dem Weltraum. Dieser Schutz würde bei einer Schwächung des Feldes dramatisch vermindert und könnte dramatische Auswirkungen, wie unter 1 geschildert, nach sich ziehen. Besonders stark ist diese Magnetfeldanomalie im Bereich des Südatlantik, was dort zu einem lokal stark erhöhten Strahlungshintergrund führt. Bereits heute erfahren deshalb 90 Prozent aller niedrig fliegenden Satelliten ihre Schädigungen durch hochenergetische Teilchen über dem Südatlantik.

CHAMP, der samt Trägerrakete ein Kostenvolumen von ca. 20 Millionen Euro erreichte, nutzt bei seiner Mission die Signale des GPS (Global Positioning Systems). Das heißt, der Satellit empfängt die Radiosignale der hinter der Erde untergehenden GPS-Satelliten. Das zu Grunde liegende Prinzip ist folgendes. Beim Durchlaufen der unterschiedlich dichten Atmosphärenschichten werden die Radiowellen unterschiedlich stark verzögert und gebrochen. Daraus werden vertikale Profile der Temperatur und des Wasserdampfgehaltes in der Troposphäre berechnet. Jeden Tag nimmt CHAMP so mehr als 200 Profile von Temperatur und Feuchte in der Atmosphäre auf. Damit wird eine Lücke in den Beobachtungen von Wetter und Klima besonders in den bislang datenarmen Regionen der Erde, wie den Ozeanen, geschlossen. Darüber hinaus sind die Messungen kalibrationsfrei und sehr genau. So werden unter Umständen künftig



Wettervorhersagen möglich, ohne mit (einer) Wetterstation(en) direkt vor Ort sein zu müssen.

In GRACE (Gravity Research and Climate Experiment), einem Gemeinschaftsprojekt der US-amerikanischen Weltraumbehörde NASA mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), wird die CHAMP-Mission weitergeführt. Es handelt sich dabei um das zweite Projekt des Nasa Programms Earth System Science Pathfinder. Bei GRACE vermessen zwei Satelliten gemeinsam die Erde. Die Messergebnisse werden dadurch noch genauer sein als die von CHAMP. Als Hauptauftragnehmer ist ASTRIUM für den Bau der beiden Satelliten verantwortlich. Das Kostenvolumen wird auf runde 60 Millionen Euro geschätzt. Die zwei Satelliten messen wie CHAMP auch die Temperaturverteilung und den Wasserdampfgehalt in der Atmosphäre und Ionosphäre. Die Federführung bei der Auswertung der GRACE-Daten liegt bei Wissenschaftlern der Universität von Texas in Austin sowie des Geo-Forschungszentrums Potsdam. Die Satelliten wurden am 1. Juli dieses Jahres gestartet.

Die beiden Satelliten messen ständig und sehr genau den Abstand, den sie zueinander halten. Da dieser Abstand sich unter dem Einfluss der Erdgravitation verändert, lässt sich mit dieser Methode das Schwerfeld unseres Planeten vermessen. Mit den an Bord installierten K-Band-Messinstrumenten lässt sich der Abstand zwischen beiden Satelliten bis auf einen Mikrometer – das ist ein Tausendstel Millimeter! – genau bestimmen. Bisherige Modelle des Geoids lieferten eine Genauigkeit von etwa 40 Zentimetern bei einer horizontalen Auflösung von rund 500 Kilometern. Mit den Ergebnissen der GRACE-Mission wird sich die Genauigkeit dieser Modelle bis auf eine Größenordnung von wenigen Millimetern bei einer Auflösung von etwa 200 Kilometern verbessern. Das gesamte Erdgravitationsfeld wird alle 30 Tage neu vermessen. Veränderungen der Messergebnisse zeigen dabei Veränderungen an den korrespondierenden Orten an, beispielsweise das Abschmelzen oder Anwachsen eines Gletschers oder die Veränderung des Pegels in einem Grundwasserspeicher.

Tagtäglich sammeln die GRACE-Satelliten zusammen eine Datenmenge von etwa 100 Mb. Die Daten werden zunächst an Bord der Satelliten gespeichert. Vier- bis fünf Mal täglich, wenn die Satelliten die Bodenstationen in Weilheim und Neustrelitz überfliegen, übertragen sie die gespeicherten Daten zur Erde. Überwacht und gesteuert werden die Satelliten vom German Space Operation Center (GSOC) in Oberpfaffenhofen.

Die Daten von GRACE ermöglichen Geowissenschaftlern der unterschiedlichsten Disziplinen einen erheblichen Gewinn.

- *Ozeanographen* können sich mit Hilfe dieser Daten ein sehr viel genaueres Bild der Strömungen an der Meeresoberfläche und in der Tiefsee machen. Auch für die Untersuchung von Schwankungen des Meeresspiegels ist die präzise Kenntnis des Erdgravitationsfeldes notwendig. Außerdem können die Wärmeverteilung und der Wärmefluss in den oberen Schichten der Ozeane genauer ermittelt werden.
- *Hydrologen* vermögen auf der Grundlage der neuen Daten Veränderungen des Grundwasserspiegels sowie die großräumige Verdunstung von Oberflächenwasser zu untersuchen.
- *Glaziologen* (Gletscherkundler) können aus den GRACE-Daten auf das Abschmelzen und Anwachsen von Gletschern und polaren Eisflächen schließen.
- *Geophysiker* erhalten Informationen über die Dichtestruktur sowie über mechanisch-physikalische Eigenschaften von Erdinnerem und Erdkruste.

Weiterführende Informationen

www.astrium-space.com

3.2 Geothermielabor

Geothermische Energie, also die Erdwärme, zählt zu den weltweit am meisten genutzten regenerativen Energien. Sie steht unabhängig von allen Witterungseinflüssen jederzeit und an jedem Ort zur Verfügung, das ist ihr entscheidender Vorteil. Im in-situ-Geothermielabor Groß Schönebeck nordöstlich von Berlin werden derzeit spezielle Experimente durchgeführt und Technologien entwickelt, um genügend hohe Fließraten heißen Wassers aus dem Untergrund fördern zu können. Der Wasseranteil in den Sandsteinen beträgt über 10 Prozent. Bei einer Temperatur von 150 °C erwarten die Geowissenschaftler deshalb eine ausreichende Menge von förderbarer Erdwärme. Als bislang noch ungelöstes Problem erweist sich derzeit die Permeabilität. Das heißt, die vorhandenen Fließwege in den Gesteinen reichen für eine wirtschaftliche Produktion bislang noch nicht aus. Für die derzeit laufenden Förderexperimente wird ein so genannter „Stickstofflift“ eingesetzt. Die Pumpwirkung wird durch das Einpressen von Gas hervorgerufen.



Geowissenschaftler (Fortsetzung)

Durch das Bohrgestänge wird Stickstoffgas in die mit Salzwasser gefüllte Bohrung verpresst. Dies erzeugt einen Überdruck, der einen Aufwärtsstrom eines Gemisches von Fluid und Stickstoff verursacht. Dadurch wird Wasser aus dem Gestein in die Bohrung gesaugt. Die im Thermalwasser enthaltene Wärme wird dann zur Stromgewinnung an den Kraftwerksprozess übertragen. Nach Aussagen des GFZ Potsdam erstreckt sich die erforderliche geologische Struktur, die zur geothermischen Gewinnung günstige Voraussetzungen bietet, von den Niederlanden über Norddeutschland bis nach Polen und Lettland.

4. Beispiele für die steigende Nachfrage nach geowissenschaftlichem Know-how in der modernen Industriegesellschaft

4.1 Mineralogen: Kristalle züchten für High Tech-Schmieden

Seit wenigen Wochen arbeitet Marco Meibohm in der Entwicklungsabteilung Elektrik/Elektronik des Forschungs- und Innovationszentrums von BMW. Zuvor stand er drei Jahre auf der Gehaltsliste von EPCOS (Electronic Parts and Components). Was bei der Nennung dieser Arbeitgeber überraschen mag, Meibohm ist Mineraloge, umgangssprachlich, wenn auch schon lange nicht mehr zutreffend, Gesteinskundler genannt. Kaum etwas könnte den Wandel der Mineralogie von einer klassischen geowissenschaftlichen Forschungsdisziplin zu einer modernen angewandten Naturwissenschaft besser veranschaulichen als Marco Meibohms Arbeitsbereiche. Bei EPCOS, einem der weltweit größten Hersteller passiver elektronischer Bauelemente mit Sitz in München, war Meibohm Mitarbeiter der Technischen Entwicklung. Sein Geschäftsbereich hieß Oberflächenwellenfilter (OFW). Und ohne die läuft im Kommunikationszeitalter kein Handy, kein PC, kein Notebook, kein DVD-Player ...

Oberflächenwellenfilter werden auf piezoelektrischen, kristallinen Materialien, den so genannten Wafern, hergestellt. „Ihre Funktion besteht darin“, beschränkt Marco Meibohm seine Erklärung auf den Horizont eines technisch unbedarften Durchschnittsbürgers, „das so genannte Frequenzrauschen ‚herauszufiltern‘.“ Was sich der Laie darun-

ter vorstellen kann? Meibohm aktiviert seine pädagogischen Talente. Am Ausgang eines Antennenkabels, beschreibt er, lägen die Übertragungssignale einer Vielzahl von Programmen an. Benutzt werde im Normalfall jedoch nur eines. Und nur dieses Signal dürfe demzufolge bis ins Netzteil des Empfangsgerätes gelangen. Alle anderen gelte es auszusortieren. Genau das mache der Oberflächenwellenfilter. Technisch korrekter ausgedrückt: der Oberflächenwellenfilter dient dazu, die gleichzeitig bei verschiedenen Frequenzen empfangenen und gesendeten Signale voneinander zu trennen, um so einen störungsfreien Betrieb des Empfangsgerätes, das heute auch ein Handy sein kann, zu gewährleisten. EPCOS' letzter großer Wurf ist der weltweit kleinste Duplexer, auch ein Waver, für UMTS-Telefone. Seine Abmessungen: 3,8 x 3,8 x 1,35 mm³.

Erstaunlich allein für Nichtfachleute: In Oberflächenwellenfiltern verbirgt sich eine Menge mineralogisches Know-how und so war Marco Meibohms Weg zu EPCOS deshalb kein bloßer Zufall. Immerhin hatte Meibohm sich im Rahmen seines Studiums für den industrienahen Schwerpunkt Kristallographie entscheiden, was ihm beste Kenntnisse in der Festkörperphysik und -chemie sowie einen engen Bezug zur Mathematik, Stichwort Symmetrietheorie, garantierte – bei EPCOS' Geschäftsbereich Oberflächenwellenfilter gefragte Kompetenzen. Umso mehr, als der Mineraloge Meibohm sich in Diplomarbeit und Promotion auf dem Feld kristallchemischer Untersuchungen sowie der Kristallstrukturbestimmung vertieft hatte.

Das machte ihn für den angestrebten Einsatz in der technischen Entwicklung, das heißt konkret der Evaluation und Einführung neuer piezoelektrischer Wafermaterialien wie zum Beispiel Quarz, Litiumniobat und Litiumtantalat, die von Subunternehmen bezogen werden, besonders wertvoll. Schließlich müssen die Wafer eine ganz bestimmte Oberflächenrauigkeit besitzen. „In der Röntgenkristallographie“, erinnert sich Meibohm, „konnte ich meine mineralogische Qualifikation voll in die Waagschale werfen.“ Und wenn Meibohm von Oberflächengenauigkeit redet, meint er Toleranzen im Nanometerbereich, ist notwendig zu wissen, dass die Waverscheibe selbst lediglich zwischen 300 bis 500 µm stark ist. Zur Kristallzucht wird ein Kristallkeim in eine Reaktionslösung aus Litiumniobat und Litiumtantalat gegeben, womit nun auch der Chemiker im Mineralogen gefragt ist. Feuch-



tigkeit, Druck und Wärme in einem fein ausgeklügelten Verhältnis sorgen dann für das „Wachstum“ des Kristallkeimes. Bald ist daraus eine große Birne von 10 Zentimetern Durchmesser und 15 Zentimeter Länge geworden, das Rohmaterial, aus dem anschließend die Waferscheiben herauspräpariert werden, wie es in der Fachsprache der Mineralogen heißt.

„Mein Job bei EPCOS“, analysiert Meibohm seine Tätigkeit, „war eine typische Schnittstellenfunktion im Dreieck von Prozessentwicklung, Beschaffung und Fertigung.“ Die Kenntnisse, die hier gebraucht werden – Chemie, Physik, Mathematik und immer wieder die Kristallographie – waren genau auch die Gründe für seine Einstellung. EPCOS jedenfalls weiß, Mineralogen können viel mehr als lediglich fernab menschlicher Siedlungen, von deren Formen und Farben fasziniert, ein paar seltene Steine zu sammeln, und sie, in diebstahlsicheren Vitrinen aufgereiht, der uninteressierten Nachwelt zu überliefern. Sie sind stattdessen ohne irgendwelche Einschränkungen industrietauglich. Einsetzbar auch in High Tech-Schmieden wie EPCOS. Selbst die Biotechnik bedarf ihrer Hilfe immer öfter. Die Schlagworte sind Bio- und Proteinkristallographie. In Marco Meibohms Fall hat sich nun BMW seiner Dienste versichert. Und wieder ist es eine Schnittstellenfunktion. Die neuen Aufgaben heißen Systems Engineering, also Projektmanagement und Systemgestaltung. Es geht, wie anders könnte es wohl sein, erneut um viel Elektronik.

Weiterführende Informationen

www.epcos.de

4.2 **Geophysiker: Als vulkanologischer Sicherheitsexperte in Indonesien den Puls der Erde messen**

Die alten Griechen kamen bei ihren ausgedehnten Streifzügen entlang der Küsten des Mittelmeeres schon früh mit aktiven Vulkanen in Berührung. Noch ohne Kenntnisse der modernen Geowissenschaften, erklärten sie sich das Geschehen mythologisch. So wähten sie im Ätna auf Sizilien den Wohnsitz des Feuergottes Hephaistos. Sie glaubten, dessen Ausbrüche entstammten seiner Schmiede. Tief unten im Krater, in Rauch und Feuer gehüllt, sahen sie ihn Waffen für die Götter schmieden. Und jedes Mal, erzählten sie sich, wenn er am Zepter des Gottvaters Zeus arbeite, komme es zu einer Eruption. Joachim Wasser-

mann, wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Geophysik der Universität Potsdam, weiß es natürlich besser. Der Geophysiker ist Vulkanseismologe, einer von nur fünf in Deutschland. Seiner für ein Gespräch habhaft zu werden, ist nicht einfach. Vulkanologen wie er müssen nämlich immer wieder ins Gelände. Nur durch die unmittelbare Beobachtung vor Ort gelingt es ihnen, die vielfältigen Daten zutreffend interpretieren zu können.

Als ich ihn treffe, sitzt Wassermann wieder einmal auf gepackten Koffern. Sein Ziel heißt Indonesien, genauer Merapi. Der Merapi ist einer von 129 tätigen Vulkanen in dem südostasiatischen Vielvölkerstaat. Wie wichtig für die Menschen dort ein funktionierendes Frühwarnsystem ist, kaum einer weiß das besser als der Potsdamer Vulkanseismologe. Immerhin kamen beim Ausbruch des Tambora als des schlimmsten Vulkanausbruchs der Neuzeit vor knapp zweihundert Jahren nicht weniger als 92.000 Inselbewohner ums Leben. Freilich weiß Wassermann auch, mit welchen Schwierigkeiten die vulkanische Frühwarnung verbunden ist. Von Prognose spricht der Potsdamer Wissenschaftler so auch ganz bewusst nicht. Zwar ist das Funktionsprinzip von Vulkanen seit langem entschlüsselt: sie bauen vergleichbar einem Schnellkochtopf solange Druck auf, bis das Wirtsgestein ihm nicht mehr standhalten kann und an seiner dünnsten Stelle bricht. Doch ist das, was sich im Innern eines Vulkans abspielt so komplex, dass sich Vorhersagen über das Wo, Wann, Wieviel und Wie lange als überaus problematisch erweisen, eine Simulation selbst mit der leistungsfähigsten Computersoftware noch immer nicht möglich ist.

Gleichwohl habe die instrumentelle Vulkanologie in den letzten Jahrzehnten einen gewaltigen Sprung nach vorne getan, ist Wassermann überzeugt. Am Merapi testet er derzeit ein modernes seismisches Überwachungsnetz. Dabei setzt er Verfahren ein, die auf so genannter künstlicher Intelligenz beziehungsweise Methoden der automatischen Sprachverarbeitung und Radartechnologie basieren. „Unser Ziel ist es, Kennzahlen von Aktivitätsparametern zu entwickeln“, beschreibt Wassermann Sinn und Zweck seines Tuns. Dazu aber müsse man sehr viel vom einzelnen Vulkan verstehen, denn jeder Vulkan sei ein Individuum. „Die zur erfolgreichen Frühwarnung nötigen Beobachtungszeiträume sind dementsprechend lang und erfordern viel Aufmerksamkeit und Geduld von den Vulkanologen.“ Wassermann und seine Kollegen wissen: bei einem Vulkan ist die Vergangenheit



Geowissenschaftler (Fortsetzung)

stets das Vorspiel des Kommenden, hat Erfahrungswissen mithin einen hohen Stellenwert.

„Die gefährlichsten Vulkane sind deshalb die, die nur alle hundert Jahre einmal ausbrechen“, erklärt Wassermann. Denn bei ihnen vermöge man das Zusammenspiel der Signale unmittelbar vor einem Ausbruch noch immer nicht exakt genug zu deuten. Als Beispiel nennt er das Phänomen des vulkanischen Tremors, also kürzerer oder längerer Bodenerschütterungen, in der Regel ein Zeichen gesteigerter vulkanischer Aktivität. Heute weiß man jedoch, dass dieser Tremor ebenso letzter Hinweis auf einen unmittelbar bevorstehenden Ausbruch wie aber auch Jahre andauern kann. „Der Mechanismus ist multikausal und räumlich nur unvollkommen zuzuordnen“, erzählt der Vulkanseismologe von seinen und seiner Kollegen Schwierigkeiten. Ihr größtes Handicap, sie können ihre Messgeräte nicht direkt in das Geschehen einbringen. Selbst wenn es gelänge, Löcher bis in die Lavakammern zu bohren, die Glut des Magma würde alles Material sofort schmelzen lassen.

Fehlprognosen, wie vor achtzehn Jahren am Vesuv, kommen deshalb immer wieder vor. In Fachkreisen unbestritten ist, dass sich dieser Hochrisikovulkan in einem Gebiet mit immerhin mehr als zweieinhalb Millionen Menschen auf einen neuen Auftritt vorbereitet, „aufheizt“ wie die Vulkanologen sagen. Doch als sich 1984 der Boden in der nahen Hafenstadt Pozzouli plötzlich um über zwei Meter hob, sonst das ultimativ letzte Zeichen vor einem Ausbruch („Da gehen die Flanken des Vulkankegels auf wie ein Hefekloß“), die Fischer ihre Boote nicht mehr an der Mole festmachen konnten, blieb es trotzdem ruhig. 40.000 Einwohner wurden vergeblich evakuiert, Millionen Lire waren umsonst ausgegeben. „Wir tragen volkswirtschaftlich eine riesige Verantwortung“, weiß Joachim Wassermann.

Den ersten intensiven Kontakt mit seismologischen Fragestellungen hatte der damalige Geophysikstudent während eines Praktikums am Seismologischen Zentralobservatorium Gräfenberg in Erlangen. Von da an lässt ihn das Thema nicht mehr los. Seine Promotion öffnet endgültig die Tür zum exklusiven Kreis der Vulkanexperten. Vulkanologie in einem Land ohne aktive Vulkane fixiert vorrangig Grundlagenforschung. Unumstritten ist dieser Wissenschaftssektor deswegen hier zu Lande nicht. Vor allem in Zeiten eines Generationenwech-

sels unter den deutschen Vulkanologen. Wassermann hofft freilich, dass es dennoch gelingt, ein Grundverständnis bewahren zu können, wenn vielleicht auch in einer anderen Organisationsform als bisher. „Die Universitäten können das nicht mehr allein stemmen“, ist er um Bodenhaftung bemüht. Für die Notwendigkeit des Erhaltes hat Wassermann ein gewichtiges Argument: „Wir leisten wertvolle Entwicklungshilfe. Und auch innerhalb Europas brauchen Länder wie Spanien, Griechenland oder Italien unser Know-how.“

Darüber hinaus profitieren auch die in der Explorationsseismik arbeitenden Geophysiker durchaus vom Know-how der Vulkanseismologen. Etwa bei der Entscheidung, wie viel Öl oder Gas einer Lagerstätte entnommen werden dürfen, ohne dass deren „Dach“ instabil wird. Hier wie dort geht es um Sachwerte und Menschenleben. So arbeiten Vulkanologen stets an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Verwaltung und (Versicherungs-)Wirtschaft. „Wiesen wir Gebiete als vulkanisch akut gefährdet aus“, formuliert der Jenaer Vulkanologe Gerhard Jentzsch, „stiegen dort die Versicherungsprämien, fielen die Bodenpreise, wanderten Wirtschaftsunternehmen ab.“

Weiterführende Informationen

www.gfz-potsdam.de

4.3 Geodäten: Scouting für die perfekte Navigation zu Land, zu Wasser und in der Luft

Wolfgang Lechner ist promovierter Geodät. Früher hieß das etwas schlichter: Vermessungsingenieur. Das zu studieren, empfahlen in seligen Zeiten Vätern Söhnen, die mathematisch begabt waren und den sicheren Beamtenjob suchten. Denn den größten Einstellungsbedarf an Absolventen dieser Studiendisziplin haben seit jeher die staatlichen Katasterämter sowie die Öffentlich bestellten Vermessungsingenieure (ÖbVI). Zwar atmen auch Lechners Erklärungen Präzision, Exaktheit und absolute Verlässlichkeit. Gleichwohl mag er das Bild des behäbigen und seine „hoheitliche“ Machtfülle genießenden Geometer ebenso wenig bestätigen, wie er sein Geld nicht als Beamter, sondern als Unternehmer verdient. Seine Firma heißt Telematica und ist zusammen mit drei Schwesterfirmen (TeleOrbit/Linden, TeleeConsult Austria/Graz,



TelePlus Italia/Bozen) in Deutschland wie in Europa führender Spezialist im Bereich der Verkehrstelematik, insbesondere in der Kommunikation der Basistechnologien Navigation, Kommunikation und Geographische Informationssysteme.

Unter Verkehrstelematik ist die Erfassung, Übermittlung und Auswertung verkehrsbezogener Informationen zu verstehen. Dabei geht es um die gezielte Beeinflussung des Verkehrs durch eine intelligente Verknüpfung von Information und Kommunikation, damit die Steuerung von Verkehrsströmen zur Minimierung negativer Auswirkungen des Verkehrs. „Was heute noch in den Kinderschuhen steckt“, ist Lechner überzeugt, „wird einer der dynamischsten Märkte und Arbeitgeber der Zukunft sein.“ Statt wie gegenwärtig nur um die Reduzierung des Parksuchverkehrs oder die Verminderung von Staus und Unfällen auf Autobahnen durch Verkehrsbeeinflussungsanlagen wird langfristig die permanente Information an den Mann beziehungsweise die Frau hinter dem Steuer angestrebt: mit Warnhinweisen an den Fahrer etwa vor scharfen Kurven, starken Gefällestrecken, gefährlichen Nebelbänken oder auch einfach nur schlecht einsehbaren Kreuzungen.

Licht in diesen Navigationsdschungel zu bringen, bedarf es dringend kompetenter Lotsen. Eine Rolle, die den querschnittsorientiert ausgebildeten Geodäten geradezu auf den Leib geschneidert scheint. Als Beispiel berichtet Wolfgang Lechner von zwei aktuellen Projekten. LOCUS (Location of Cellular Users for Emergency Services) heißt das eine, NAFFF (Navigation für Fahrzeuge, Fahrradfahrer und Fußgänger) das andere. Beide Projekte basieren technologisch auf dem Einsatz modernster Mobilfunknetztechnik und Navigationssatelliten. „Da verfügen Geodäten über die größten Erfahrungswerte“, behauptet Lechner, „denn wir haben die Satellitentechnik als erste Berufsgruppe sehr früh professionell genutzt.“ Mehr als die Hälfte aller seiner Mitarbeiter sind denn auch Vermessungsingenieure, im heutigen Sprachgebrauch Geodäten.

Mit LOCUS soll ein von Telematica geführtes internationales Team Konzepte für ein europaweit einheitlich einsetzbares automatisches Notrufsystem entwickeln. Das existiert bis jetzt nicht einmal in Anfängen. Denn noch immer gibt es in den EU-Mitgliedstaaten ein schwer durchschaubares Nummernchaos. Mit im Ernstfall möglicherweise schwer wiegenden Folgen. Immerhin muss sich der potenziell in Not geratene Nutzer für jedes Land, teilweise sogar jede Region eine andere Zahlenkombination merken. Damit jedoch noch

nicht genug. „Die Notrufnummern laufen überall in ganz unterschiedlichen Institutionen auf“, berichtet Lechner. Beides gab die wesentlichen Ziele für den angestrebten schnellstmöglichen Einsatz der Rettungskräfte quasi von selbst vor: Standardisierung des Zugangs, automatische Weiterleitung des Anrufs an spezielle Notrufzentralen, dort automatische Ortung des Anrufers. Bis jetzt sind Dispatcher wie Besatzungen oft allein auf die nicht selten konfuse Angaben des Opfers oder eventueller Helfer angewiesen. Gemeinsam mit dem Telekommunikationsunternehmen Motorola und Netzbetreibern wie Telecom Italia Mobile haben Lechners Leute hierfür inzwischen die Grundlagenarbeit geleistet.

„Am Anfang“, sagt Telematica-Chef Lechner, „steht die alles entscheidende Bewertung des Marktpotenzials.“ Dann folge die technische Machbarkeitsstudie. Sie muss Antwort auf die Frage geben, ob der erhobene Bedarf in eine technische Plattform gegossen und am Ende des Prozesses in ein für die Zielgruppe bezahlbares Produkt umgesetzt werden können. „Bei NAFFF“, wird Lechner konkret, „vermögen wir die Marktakzeptanz nur zu erreichen, wenn Geräte- und Übertragungskosten für Otto-Normalverbraucher erschwinglich bleiben.“ Der Lösungsvorschlag seines Projektteams, dem mit Bosch immerhin auch Europas führender Hersteller von Fahrzeugnavigationssystemen angehört, deshalb: Entwicklung eines Subsystems zu den im Auto eingebauten Geräten. Das reduziere den technischen Aufwand und senke die Kosten.

Der Wertschöpfungsanteil der Geodäten für solche Navigationssysteme ist ein doppelter. So haben sie einmal die Grundalgorithmik entwickelt, nach der aus den via Satelliten gewonnenen Daten über Laufzeitmessungen die konkrete Entfernung, und somit letztlich durch Kombination mehrerer Messungen die Position des Nutzers, bestimmt werden kann. Zum anderen sind sie in der Modellierung der Signalkorrekturen gefragt, wenn es gilt, die ionosphärischen und atmosphärischen Störfelder bewerten zu müssen. „Und natürlich ist der Geodät immer dann unverzichtbar, wenn es um Karten geht“, nennt Wolfgang Lechner einen weiteren Kompetenzvorteil seiner Berufsgruppe. Das gelte selbstverständlich auch für digitale Karten. „Was wir dabei noch stärker von den Geographen zu lernen haben, ist vom Kunden als dem Nutzer her zu denken. Oftmals steht noch zu sehr die technische Lösung im Vordergrund.“ Nachholbedarf bestehe darüber hinaus im Projektmanagement, in Führungsqualitäten, in sicheren Englischkenntnissen, schließlich in der Anwendung der verschiedenen



Geowissenschaftler (Fortsetzung)

Kommunikationstechnologien. Als Lehrbeauftragter an der Technischen Universität Dresden weiß Lechner, was er sagt. Was Geodäten freilich auszeichne und in Unternehmen wie dem seinen unentbehrlich mache, sei ihr Streben nach absoluter Genauigkeit und größtmöglicher Zuverlässigkeit. Mathematik erzieht halt. Spätestens nach der dritten unrichtigen Ansage eines Navigationssystems sei das Vertrauen des Benutzers in das System dahin. „Das kann sich kein Hersteller leisten.“

Weiterführende Informationen

www.telematica.de

4.4 Geoökologen: Geoökologische Analytisten mit volkswirtschaftlichem Nutzwert

Die „Geckos“, wie sich die Absolventen der Geoökologie selbstironisch, gleichwohl durchaus zutreffend nennen, haben auch fünfundzwanzig Jahre nach der Geburtsstunde ihres Studienganges noch immer ein Problem. Trotz exzellenter Ausbildung ist ihr Bekanntheitsgrad weiter gering, die Akzeptanz auf Arbeitgeberseite verbesserungsfähig. Dass man dieses Los mit den Absolventen der meisten querschnittsorientierten und multidisziplinär angelegten Umweltschutzstudiengängen teilt, tröstet freilich nur wenig. Wie denen begegnen auch Geoökologen bei der Stellensuche gar nicht selten der misstrauischen Frage so mancher Personalchefs: „Gibt es denn überhaupt ein Gebiet, auf dem Sie sich richtig auskennen?“ Und ob! „Wir haben“, bringt es Irene Ring vom UFZ-Umweltforschungszentrum Halle-Leipzig auf den Punkt, „im Studium gelernt, wie die Umwelt funktioniert, weil wir gelernt haben, wie sich Stoffe in der Umwelt verhalten.“

So verwundert es nicht, dass Geoökologen ihre Arbeitsplätze bevorzugt in Schnittstellenfunktionen finden, wo sie vor allem wegen ihrer Moderationsfähigkeit geschätzt werden. „Wir sind Grenzgänger, wir sprechen viele naturwissenschaftliche Sprachen“, formuliert es die Arbeitsgruppenleiterin Ring. Tatsächlich ist das Besondere der Geoökologie, sie vermittelt ein prozessorientiertes Verständnis von Ökosystemen samt ihren Wechselwirkungen zwischen Geo- und Biosphäre, dazu die Grundlagen und Methoden eines nachhaltigen

Umweltmanagements. Deshalb sind die Geckos etwa beim Modellieren von Prozessen und Zusammenhängen in Ökosystemen nahezu konkurrenzlos. Karin Aden ist beispielsweise in ihrem Arbeitsgebiet eine von nur wenig mehr als zehn Experten bundesweit.

In der Biologischen Bundesanstalt Braunschweig simuliert sie die Folgen des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln und muss dazu eine Fülle sehr verschiedenartiger Einflussfaktoren mathematisch darstellen. „Der im Studium erworbene Blick für Zusammenhänge, ebenso das Verstehen naturwissenschaftlich vielschichtiger Prozesse erleichtern mir die Arbeit sehr“, begründet die junge Geoökologin ihren Erfolg bei der Stellensuche insbesondere gegenüber Chemikern und Agrarwissenschaftlern. Boris Schröder, wie ein wachsender Teil der Absolventen in der Grundlagenforschung tätig, erkennt noch einen weiteren Vorteil der Geckos. „Wir haben die Fähigkeit zum Erkenntnistransfer über verschiedene naturwissenschaftliche Disziplinen und Maßstabsebenen bis hin zum Landschaftsmaßstab“, erklärt der wissenschaftliche Koordinator eines BMBF-Verbund-Forschungsprojektes in der Arbeitsgruppe Landschaftsökologie an der Universität Oldenburg.

Immer öfter ist die Kunst der Geoökologen zum Brückenschlag allerdings noch an anderer Stelle gefragt. „Die Arbeit im Umweltschutz darf sich nicht in der naturwissenschaftlichen Analyse und der ingenieurtechnischen Umsetzung erschöpfen“, ist Irene Ring überzeugt. Denn, sagt sie: „Die notwendigen Veränderungen im Umgang mit Natur und Umwelt bedürfen ebenso der Wirtschaftlichkeit, sie müssen sozial ausgewogen und rechtlich seriös sein.“ Irene Ring hat nach ihrem Studium an der Universität Bayreuth denn auch am Institut für Europäische Umweltpolitik in Bonn über ‚Möglichkeiten und Grenzen marktwirtschaftlicher Umweltpolitik aus ökologischer Sicht‘ promoviert. Heute versteht sie sich deshalb als ökologische Ökonomin.

Erst die Kombination von ökologischem und ökonomischem Wissen mache einen Gecko sowohl Nur-Ökologen als auch Nur-Ökonomen überlegen. Schließlich sei die methodische Unzulänglichkeit einer eindimensional verkürzt nur ökologischen oder nur ökonomischen Perspektive zur Betrachtung der meist hoch komplexen Umweltsachverhalte heute offensichtlich. Und sind genau des-



wegen entsprechend qualifizierte Geoökologen gesuchte Fachkräfte. Sie können, wozu andere nicht in der Lage sind. Nämlich abschätzen, ob ein Projekt, das zwar unter allein monetären Gesichtspunkten unrentabel ist, mit Blick auf die nachhaltige Bewahrung unserer natürlichen Lebensgrundlagen dennoch geboten scheint.

Das ist die tägliche Arbeit von Anneli Gruber. Sie arbeitet als Abfall- und Umweltberaterin in einer Gemeinde des Landkreises München. Dort ist sie für alles zuständig, was nur irgendwie mit Umwelt und Abfall zu tun hat. Sie macht Öffentlichkeitsarbeit, ist verantwortlich für Fragen der Landschaftspflege, des Natur- und Umweltschutzes, der Energiewirtschaft, Umwelterziehung, Abfallwirtschaft, des Boden- und Gewässerschutzes, der Siedlungsökologie, auch einer umweltfreundlichen Materialbeschaffung, darüber hinaus koordiniert sie die Agenda 21. „Das Studium hat mich fachlich auf all diese Aufgaben bestens vorbereitet“, fällt die Beurteilung Anneli Grubers über die Geoökologie durchgängig positiv aus.

Weshalb sie die Berufschancen künftiger Absolventen zumindest bei öffentlichen Arbeitgebern dennoch sehr zurückhaltend einschätzt, hat einen einfachen Grund. „Die Arbeitsplätze sind besetzt, in der Mehrzahl mit Leuten um die Vierzig“, sagt sie, „zusätzliche Einstellungen aber scheinen mit Blick auf die leeren Kassen höchst unwahrscheinlich.“ Sabine Düreth-Joneck bestätigt den eingeschränkten Handlungsspielraum kommunaler Auftraggeber aus der Sicht eines Ingenieurbüros. „Zu einer über die gesetzliche Pflicht hinausreichenden Kür für mehr und besseren Umweltschutz entscheiden sich Gemeinden und Landkreise nur ganz selten.“

Weitere Informationen

<http://geoökologie.de>

www.ufz.de

4.5 Meteorologen: Wettervorhersage zur Kostenreduzierung im Gesundheitswesen

Dass der Deutsche Wetterdienst (DWD) als nachgeordnete Einrichtung des Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen größter und wichtigster Arbeitgeber für Meteorologen ist, weiß jeder Schüler. Tatsächlich stehen derzeit nicht weniger als 347 Meteorologen, davon 123 in der Wettervorhersage, auf dessen Lohnliste. Dass es

dort allerdings auch ein Geschäftsfeld Medizin-Meteorologie gibt, dürfte freilich nur den wenigsten bekannt sein. Einer aus diesem, in Freiburg i.Br. angesiedelten Arbeitsbereich ist der Diplom-Meteorologe Henning Staiger. An der Nahtstelle zwischen Meteorologie und Medizin beschäftigt er sich mit den (Ein-/Aus-)Wirkungen der Umwelt auf den menschlichen Organismus. Und das ganz anwendungsorientiert. Der so genannte UV-Wetterbericht, also die Vorhersage der sonnenbrandwirksamen UV-Strahlung (UV-Index-Wert), ist sein wichtigstes „Produkt“.

Sonne kann so schön sein, aber auch sehr gefährlich werden. Kaum einer weiß das besser als Henning Staiger. Immerhin hat der ultraviolette Anteil der Sonnenstrahlung auf Grund des Ozonloch-Phänomens immerhin stark zugenommen. Was Staiger macht, ist ein Teilgebiet dessen, was in der Fachsprache Biosynoptik genannt wird. Vereinfacht geht es um die Einflüsse kurzfristiger Änderungen im Zustand der Atmosphäre auf den Menschen, die besonders die vegetative Regulation fordern. Da diese Reaktionen individuell sehr unterschiedlich sind, kommen der Statistik und dem Modellieren in der Arbeit von Henning Staiger allergrößte Bedeutung zu. Die volkswirtschaftliche Brisanz UV-bedingter Erkrankungen ist schon lange kein Geheimnis mehr. Erkrankte 1975 erst einer von 1.500 Menschen am Schwarzen Hautkrebs, dem Melanom, sind es wenig mehr als fünfundzwanzig Jahre später bereits einer von 75. Und auch beim Grauen Star wird inzwischen weltweit jede fünfte Erkrankung auf eine UV-Überdosis zurückgeführt. „Das Ziel meiner Arbeit ist es deshalb, einen Einstellungswandel zu erreichen“, sagt Staiger. Je bronzefarbener die Hautbräune, desto gesünder der Körper darunter – nichts sei falscher als das, aber werde doch noch immer viel zu oft aufs Größte missachtet. Dass die Lebenszeitdosis an UV unmittelbar mit dem Risiko korreliert, an Basal- oder Stachelzellskrebs zu erkranken, ist inzwischen gesicherte wissenschaftliche Erkenntnis.

Wie für die meisten Geowissenschaften typisch, dominiert die Physik auch den Berufsalltag des Meteorologen Staiger. Zwar führt er die Messungen des Ozons nicht selbst durch, sondern erhält die erforderlichen Werte vom Geschäftsbereich Basisdienste geliefert. Damit füttert er eigens entwickelte numerische Modelle. Die spucken am Ende Daten aus, die Henning Staiger eine Vorhersage ermöglichen, wie hoch der UV-Index in den nächsten Tagen wohl sein wird und nach welcher Zeit man spätestens das Sonnenbad abbrechen



Geowissenschaftler (Fortsetzung)

sollte, um nicht Schaden zu nehmen. Das klingt recht einfach, ist bei genauem Hinschauen jedoch eine meteorologisch komplizierte Aufgabe. Seit 1994 allerdings keine unlösbar mehr. Die 48-Stunden-Vorhersage hat mittlerweile einen hohen Genauigkeitsgrad erreicht.

„Die Schwankungen des UV-Index als Gradmesser für den Anteil der an der Erdoberfläche ankommenden kurzwelligen Strahlung wird ausschließlich von den Fluktuationen der meteorologischen Felder in der Atmosphäre hervorgerufen“, erklärt Staiger. Neben der Sonnenhöhe, der Höhe des Standortes über dem Meeresspiegel, den Reflexionseigenschaften und der Bewölkung sei der Gesamt-ozongehalt der Atmosphäre die wesentliche Einflussgröße. Die Dichte des Ozons, mehr noch seine Absorptionsfähigkeit aber werden selbst durch allerlei Faktoren beeinflusst, etwa die Temperatur. Der Aerosolgehalt der Atmosphäre, also die Lufttrübung, ist ein weiterer wichtiger Einflussfaktor. Jedenfalls benötigt Henning Staiger Berge von Rohdaten, die er dann in täglicher Routine zu einer Vorhersage verarbeitet. Die Messwerte gewinnt der Deutsche Wetterdienst mit Hilfe von Bodenstationen, durch Stratosphärenballons in große Höhen gebrachte Radiosonden, sowie zunehmend auch Satelliten. Die Assimilation dieser an den einzelnen Orten zu unterschiedlichen Zeitpunkten erhobenen Daten übernimmt schließlich ein Rechenzentrum nahe Londons.

Der DWD hofft, seines Mitarbeiters Staiger Arbeitsergebnisse bald auch in anderen Ländern Europas feilbieten zu können. Die Aussichten dafür stehen nicht schlecht. „Die Medizin-Meteorologie hat in Deutschland eine lange Tradition, weshalb wir auf diesem Gebiet international führend sind“, meint Staiger. Die USA, Großbritannien und Frankreich beginnen erst jetzt, die Thematik aufzugreifen. Denn auch hier beginnt man darüber nachzudenken, wie die hohen Kosten, die der Gesellschaft insgesamt durch unangepasstes Verhalten bei schädigenden Wetterlagen entstehen, möglichst gering gehalten werden können. Eine Vorhersage über das Gefährdungspotenzial ist dafür wichtiger Eckpfeiler. Dafür gut ausgebildete Fachkräfte sind gesucht, auch und besonders solche mit deutscher Zunge. Und für den von Henning Staiger verantworteten Teilbereich der UV-Vorhersage – die Medizinmeteorologie umfasst daneben noch die Lufthygiene, Immissionsmessungen und -gutachten sowie die Bioklimatologie – steht zweifelsfrei

fest, besonders das stratosphärische Ozon nimmt ab. Über Deutschland drei Prozent pro Jahrzehnt. Schlimmer noch, eine Abnahme des Gesamt-ozons um nur ein Prozent hat eine Zunahme des sonnenbrandwirksamen UV um eineinhalb Prozent zur Folge. Einen Aufgabenmangel muss der Diplom-Meteorologe Staiger also nicht befürchten.

Weiterführende Informationen

www.dwd.de

4.6 Geotechnikingenieure: Die den Baugrund beherrschen

Dass Matthias Zwinge als Trainee zum Betriebsingenieur bei der RWE Rheinbraun AG anheuerte, dem größten Braunkohleförderunternehmen weltweit, scheint eher zufällig. Wie viele seiner Kommilitonen hätte es den Geotechniker genau so gut in ein Planungs- und Ingenieurbüro oder ein Unternehmen der Bau-, Wasser- und Abfallwirtschaft führen können. Denn überall, wo in den Untergrund, gleich ob Locker- oder Felsgestein, zur Rohstoffförderung, für Baumaßnahmen, zur Wassergewinnung oder der Deponierung von Reststoffen, eingegriffen werden muss, ist die Kompetenz von Geotechnikern wie Matthias Zwinge inzwischen unverzichtbar geworden. Immerhin bringen nur sie das interdisziplinäre Know-how aus dem Grenzbereich zwischen den klassischen Geowissenschaften und dem Bauingenieurwesen mit.

Das Betätigungsfeld, für das Rheinbraun sich der Dienste des Absolventen der Technischen Universität Clausthal versichert hat, heißt neben der Braunkohle folgerichtig Abraum. Hier ist der Geotechniker Zwinge in seinem Element, müssen in einem Tagebau doch riesige Erdmengen bewegt und am Ende gelagert oder, wie die Bergleute sagen, verkippt werden. „Mit Hilfe analytisch-nummerischer Methoden kann ich die Abraumkippen dimensionieren und berechne ihre Standsicherheit“, beschreibt er eines seiner Tätigkeitsfelder. Diese gut auszufüllen, muss der Geotechniker immer wieder den Schreibtisch verlassen und hinaus in den Betrieb. Denn, bestätigt er, Erfahrung habe in seinem Job einen hohen Stellenwert und sei schließlich nur durch noch mehr Erfahrung zu ersetzen. Und im Übrigen müsse er auch Aufsichtsfunktionen ausüben. Beides verlange seine unbedingte Präsenz vor Ort. Zwinge macht keinen



Hehl daraus, ihm liegt der stete Wechsel von „Büromief“ und frischer Luft. Mehr noch, er hat ihn gesucht.

Wie bei Matthias Zwinge beginnt die Arbeit von Geotechnikern regelmäßig dort, wo Berg- wie Bauingenieure an ihre, freilich unterschiedlichen Grenzen stoßen. Dafür sollen der Tunnel- und Spezialtiefbau (für Hochhäuser) als Beispiele genannt werden. Schnelle Landverkehrsverbindungen kommen ohne Tunnels nicht aus. Das Geschäft floriert, war indessen bisher eine Domäne der Bergingenieure. Immer öfter bleiben sie nun allerdings im Wettbewerb mit Georingenieuren nur zweiter Sieger. Die Begründung: Georingenieure besitzen ein breites Verständnis für alle gebirgsmechanischen Zusammenhänge, können es durch Stoffgutachten, Parameter und Kennwerte ingenieurmäßig charakterisieren. Und ihr Blick geht weit in die Zeit. Während dessen der Stollen des Bergingenieurs nur so lange zu halten braucht, wie er die Lagerstätte ausbeutet, sind Tunnels Jahrhundertbauwerke, statisch und dynamisch langfristig höchsten Belastungen ausgesetzt. Das ergibt ein weiteres Feld, auf dem Georingenieure ihre Kompetenzvorteile auszuspielen vermögen. Sind sie doch keineswegs bloß Fachleute für den Baugrund, sondern auch für das Zusammenspiel von Baugrund und geotechnischem Bauwerk, haben sie eine solide Ausbildung im Sprengwesen und der Beton-technologie.

Genau das macht sie auf vielen Baustellen etwa in der europäischen Wolkenkratzermetropole Frankfurt mittlerweile zu einer gesuchten Spezies. Norbert Meyer, in Clausthal Professor für Geotechnik, weiß natürlich weshalb. „Unsere Absolventen kennen nicht nur die Eigenschaften des dortigen tonernden Baugrundes, sondern auch, mit welchen (Bau-)Techniken eventuelle Schäden am eigenen und den Nachbargebäuden zu vermeiden sind.“ Ton, erklärt Meyer, reagiere unter Last wie ein nasser Schwamm, Eigenschaften, die schwierig zu beherrschen seien. Aber Georingenieure wissen selbst da eine Lösung. Setzt man auf eine überdimensioniert dicke Bodenplatte, damit zu erwartende Setzungen wenigstens gleichmäßig verlaufen, oder führt man die tonnenschweren Lasten über Pfähle in tiefere, aufnahmefähigere Kalkschichten ab? Die Entscheidung trifft der Geotechniker immer aus der Gesamtschau von geotechnischer Struktur des Baugrundes einerseits und den Gebäudegegebenheiten andererseits. „Das ist es, was nur wir können“, lässt Meyer Pionierstolz erkennen.

Zurück zu Rheinbraun und Matthias Zwinge. Der ist im Tagebau Hambach auch noch Wasserfachmann, vor allem wenn es um die Wechselwirkung von Untergrund und Bauwerk unter Wassereinfluss geht. „Boden speichert enorme Mengen Feuchtigkeit, was uns viele Probleme bereitet“, sagt er. Und: „Das muss ich bei der Gestaltung einer Böschung in der Modellierung sowie der anschließenden Berechnung und Planung ebenso berücksichtigen wie mein Kollege in der Frankfurter Baugrube.“ Da erweist es sich hier wie dort als hilfreich, sich im Rahmen des Studiums neben den Angewandten Geowissenschaften, der Mathematik und Statistik, der Experimentalphysik und den Technischen Grundlagen (Mechanik, Elektro- und Messtechnik) auch solide Kenntnisse in der Chemie angeeignet zu haben.

Weiterführende Informationen

www.tu-berlin.de

www.tfh-bochum.de

www.tu-clausthal.de

www.tu-freiberg.de

5. Geowissenschaften studieren: Anforderungen und Entwicklungen

Die Freude an Fragestellungen, die die Erde unter unseren Füßen betreffen, Neugier für die Geheimnisse der Natur und ein gutes räumliches Vorstellungsvermögen sind die Grundvoraussetzungen jedes Studenten der Geowissenschaften. Alle geowissenschaftlichen Studiengänge stellen hohe Anforderungen in allen Naturwissenschaften. Zwar nach Studienfach unterschiedlich, sind solide Grundkenntnisse in Chemie, Physik und Mathematik insbesondere für die Studienfächer Geologie, Mineralogie, Geophysik, und Geoökologie, sowie in Biologie, vor allem für die Studienfächer Geologie, Paläontologie, Geoökologie unerlässlich. Für die in nahezu allen Studiengängen dazu gehörenden studienbegleitenden Geländeeinsätze ist eine gewisse physische Stabilität unabdingbar. Englisch ist absolutes Muss. Durchhaltevermögen und Belastbarkeit, dazu eine effektive Organisation des Lernprozesses sind für die großen zu lernenden Wissensmengen wichtige persönliche Eigenschaften.

An einigen deutschen Universitäten ist in den letzten Jahren ein neuer gestufter Studiengang Geo-



Geowissenschaftler (Fortsetzung)

wissenschaften mit den Abschlüssen Bachelor of Science (B.Sc) und Master of Science (M.Sc.) eingeführt worden. Dieser Studiengang könnte die klassischen Diplomstudiengänge Geologie, Paläontologie, Mineralogie und Geophysik ersetzen. Die Spezialisierung in eine dieser Richtungen erfolgt künftig erst im zweiten Studienabschnitt nach eigener Entscheidung. Der gemeinsame erste Studienabschnitt soll zunächst eine solide mathematisch/naturwissenschaftliche und breite geowissenschaftliche Grundausbildung vermitteln und damit die von der Praxis geforderte interdisziplinäre Schnittstellenkompetenz zwischen den Teildisziplinen herstellen. Der Abschluss M.Sc. ist dem bisherigen Diplom gleichwertig. Mit dem Abschluss B.Sc. sollen die Absolventen bereits nach drei Jahren in vor allem fachbezogene Berufsfelder einsteigen und sich über „training on the job“ weiterqualifizieren können. Die Kritiker dieser neuen Studienstruktur sehen in der Zusammenlegung eine Verwässerung bisheriger Standards und beziehen das vorrangig auf Mathematik und Physik. Auf Grund der inzwischen in einigen Fachbereichen recht ausgedünnten Studentenzahlen wird diese Entwicklung allerdings kaum aufzuhalten sein. An einigen Standorten sind bereits Institute geschlossen oder wie in Hessen in geowissenschaftlichen Studienzentren zusammengeführt worden. Eine weitere Sorge besteht darin, dass beim bevorstehenden Generationswechsel der Ordinarien weitere Streichungen erwartet werden müssen. Die Sorge gründet insbesondere darin, dass es üblich ist, im Zuge einer Neubesetzung auch das dazugehörige Institut gerätetmäßig neu auszustatten, und die Länder vor diesen Investitionen zurückscheuen und als Konsequenz deshalb auf eine Neubesetzung ganz verzichten könnten.

Geowissenschaftliche Studiengänge vermitteln durchgängig einen breiten anwendungsorientierten naturwissenschaftlichen Hintergrund verbunden mit viel Geländearbeit. Damit erweisen sie sich als Studiengänge, in denen die Studenten lernen, Vorgänge nicht nur auf mathematische Gleichungen zu reduzieren, sondern in ihrer ganzen Komplexität zu erfassen. Erkenntnisse werden immer in ihrem praktischen Anwendungsbezug gelehrt. Exkursionen, nicht selten auch ins weit entfernte Ausland, nehmen deshalb sowohl im Grund- wie im Hauptstudium einen großen Raum ein, ist auch meist die Diplomarbeit mit einem hohen Gelände-

anteil verbunden. Hierdurch fallen häufig recht hohe Kosten an. Gleichzeitig erweisen sich diese Studienbestandteile freilich auch als stark motivationsfördernd.

Dass die Bundesrepublik aus wohlverstandem Eigeninteresse auch weiterhin Experten für die Katastrophenfrühwarnung insbesondere von Erdbeben und Vulkanausbrüchen ausbilden müsse, auch wenn Deutschland selbst von diesen Naturkatastrophen kaum betroffen wird, ist der Vorstandsvorsitzende des GeoForschungsZentrums Potsdam, Prof. Rolf Emmermann, fest überzeugt. Das gilt nicht nur im Hinblick auf die Europäische Gemeinschaft, in denen es stark gefährdete Regionen gibt, sondern auch wegen der Beziehungen zu den Schwellen- und Entwicklungsländern. Hilfe auf diesem Feld, so die Überlegungen, öffnen auch auf wirtschaftlichem Terrain manche Türen schneller.

So wird in Kürze die Universität Karlsruhe einen internationalen englischsprachigen Masterstudiengang „Desaster Management“ einrichten. „So etwas gibt es bislang noch nirgendwo anders“, weist Emmermann auf die Einzigartigkeit des Projektes.

6. Grenzfall Geographie: Schnittmenge aus Natur- und Sozialwissenschaften

„Geographen werden im Studium zu Spezialisten für raumbezogene Ursache-Wirkungszusammenhänge.“ Anders ausgedrückt, das Geographiestudium macht gegenüber monokausalen Patentlösungen immun. „Große Informationsmengen unterschiedlicher Bedeutungsebenen miteinander vernetzen zu können, das vor allem ist unsere Stärke“, beschreibt der Diplom-Geograph Christoph Winkelkötter, jetzt Projektleiter bei Dynamis Gesellschaft für Projektentwicklung und Beratung mbH München seine und seiner Kollegen wichtigste Kompetenz.

Götz von Rohr, Geographieprofessor an der Uni Kiel gibt dafür ein Beispiel: „Wenn Krebsforscher feststellen, dass in einer Stadt die Lungenkrebshäufigkeit besonders in den Stadtteilen mit der größten Luftbelastung hoch ist, gehen sie meist von einem ursächlichen Zusammenhang aus. Geographen fällt meist schnell auf, dass die Dinge oft



viel komplexer sind.“ Etwa weil in diesem Stadtteil gerade wegen der hohen Luftbelastung vorwiegend Arbeiter wohnen. Weil die wiederum an ihren Arbeitsplätzen in anderen Stadtbezirken überdurchschnittlichen Umweltbelastungen ausgesetzt sind. Weil unter Umständen die hier preiswerten Wohnungen eine mindere Qualität aufweisen. Weil auf Grund eines niedrigeren Bildungsgrades die dort wohnenden Arbeiter weniger gesundheitsbewusst leben ...

Spätestens jetzt wird deutlich, das Studienfach Geographie hat mit der simplen Stadt-Land-Fluss-Erdkunde der Penne kaum noch etwas gemeinsam. Geographie ist die Wissenschaft von den räumlichen Unterschieden, mehr noch von den Veränderungen, die sich in räumlichen Strukturen und Standortsystemen vollziehen. Das erklärt die engen Beziehungen der Geographie zu den Natur- und Sozialwissenschaften. Immer wieder, wie beispielsweise beim Umweltschutz oder dem Tourismus, müssen Geographen die Verbindungen zwischen diesen beiden Bereichen, also zwischen naturwissenschaftlichen und sozialwissenschaftlichen Erscheinungen herstellen. „Das macht das Studium so spannend, aber auch zugleich so anspruchsvoll“, ist die Erfahrung von Andre Albertsen, Student im siebten Semester und soeben von Trier nach Kiel gewechselt.

Das Geographiestudium vermittelt besonders in den Semestern bis zur Vordiplomprüfung ein sehr breites Problemverständnis. Neben den wichtigen Methodenfächern wie Geostatistik, Empirische Sozialforschung, Geoinformatik und Kartografie müssen die Studenten deshalb Lehrveranstaltungen aus den Bereichen Physische, Wirtschafts- und Sozial- sowie Regionale Geographie belegen. Dieses fachlich breite Spektrum zieht offensichtlich viele Unentschlossene und gar nicht wenige Enttäuschte an. Jeder dritte Erstsemesterstudent Geographie ist an der Uni kein Neuling, sondern war zuvor in einem anderen Studiengang eingeschrieben. Die Kehrseite allerdings: über die Hälfte der Studienanfänger wendet der Geographie meist noch vor der Vordiplomprüfung wieder den Rücken. Tatsächlich fordert der interdisziplinäre Spagat den Studenten ein hohes Maß an intellektueller und methodischer Flexibilität ab. „Gute Grundkenntnisse in Mathe, Physik, Biologie und Chemie“, sagt Andre Albertsen, „sind für den Studien-erfolg unerlässlich.“ Darüber hinaus werden nicht wenige Studienanfänger ob des prall gefüllten Studienplanes sowie zahlreicher zeitaufwändiger Exkursionen überrascht. „Man muss schon wetterfest sein und Spaß haben, sich in der Landschaft

aufzuhalten“, gibt Albertsen interessierten Gymnasiasten zu bedenken. In einem nur sechssemestri- gen Bachelorstudiengang könne dieses Profil deshalb nicht umgesetzt werden, beurteilt der Arbeitsmarktexperte des Deutschen Verbandes für Angewandte Geographie (DVAG) Peter M. Klecker entsprechend neue Studienangebote kritisch.

Zu Beginn des Hauptstudiums muss jeder Student eine berufsentscheidende Weiche stellen. Sieht er seine Zukunft eher in der physischen Geographie und setzt er weiter auf die Naturwissenschaften, oder entscheidet er sich lieber für die Wirtschafts- und Sozialgeographie (an einigen Hochschulen auch Anthropogeographie genannt), pakt Statistik für Betriebswirte, lernt Fremdsprachen und Standortfaktoren zu analysieren. Oder reizt die Anthropogeographie doch am meisten. In einem der Bereiche gilt es sich zu vertiefen. Je nach Forschungsschwerpunkt der Hochschule und Studienfortschritt wird anschließend eine noch weiter gehende Spezialisierung unumgänglich. Vor Einseitigkeit aber ist zu warnen. Immer nämlich sollte der Geograph einiges von den anderen Hauptstudienrichtungen verstehen. „Unsere fachübergreifende Qualifikation, verbunden mit einer speziellen Lösungskompetenz für ausgewählte Aufgabenfelder bestimmt schließlich unseren besonderen Arbeitsmarktwert“, begründet Professor Meusburger. Dass die Studienplatzkapazitäten und damit die Zahl der Absolventen im Vergleich zur Nachfrage freilich deutlich zu hoch sind, darauf verweist Arbeitsmarktexperte Klecker.

Für den Berufseinstieg mindestens genau so bedeutsam hält Götz von Rohr die gängigsten raumbedeutsamen Arbeitstechniken zu beherrschen. Das sind die Empirik als Methode für die Erhebung von Primärdaten, die Fernerkundung zur Erschließung zusätzlicher Datenquellen, die Statistik, mit deren Verfahren die zuvor erhobenen Primärdaten aufbereitet werden, schließlich die Kartografie als Hilfsmittel, räumlich differenzierte Phänomene angemessen darstellen zu können. In allen diesen Arbeitstechniken kommt der EDV mittlerweile eine außerordentliche Bedeutung zu, „verschmelzen sie in den Geographischen Informationssystemen sogar regelrecht“, weist Rohr auf eine völlig neue Qualität hin. Von großem Gewicht ist auch die Wahl der Nebenfächer. Für viele Berufsfelder haben die Wirtschafts-, ebenso die Rechtswissenschaften große Relevanz. Nicht zu vergessen Praktika, um die sich der Student freilich selbst kümmern muss. „Die Hochschulen tun da bislang viel zu wenig“, deutet Christoph Win-



Geowissenschaftler (Fortsetzung)

kelkötter auf einen neuralgischen Punkt in der akademischen Ausbildung von Geographen.

Peter Meusburger sieht die berufliche Zukunft der Geographen dennoch optimistisch. „Die Nachfrage nach unserer Kompetenz wird wachsen“, ist er überzeugt. „Immerhin hebt die Globalisierung den Raum nicht auf, im Gegenteil sie macht ihn immer bewusster.“ In der Tat nimmt die Mobilität zu, werden Umweltprobleme immer offensichtlicher, wächst die Raumknappheit („Pro Sekunde werden in Deutschland 15 qm Bodenfläche versiegelt“, so Winkelkötter), wird, wie die aktuellen Krisen zeigen, es für ein friedliches Miteinander unerlässlich, regional differenzieren zu können.

Arbeitsmarkt

Nach Hochrechnungen des Deutschen Verbandes für Angewandte Geographie (DVAG) beträgt die Zahl ausbildungsadäquat berufstätiger Geographen (Diplom/Magister) rund 10.500. Dazu kommen etwa 1.200 Geographen, die als Wissenschaftler an Hochschulen arbeiten, und etwa 46.000 Geographielehrer (Staatsexamen). Bezeichnend ist: ein Drittel der Geographieabsolventen, das sind rund 6.500, haben sich völlig umorientiert und arbeiten berufsfremd. Auffällig ist ebenfalls der starke Anstieg selbstständiger Geographen.

Entsprechend einer Schätzung des DVAG ist inzwischen nahezu jeder zehnte Geograph sein eigener Unternehmer, wohl oft gezwungenermaßen. 2001 gab es 1.100 arbeitslose Geographen. Nur etwa 1.500 berufstätige Geographen sind älter als 45 Jahre. Als Folge dürfte der mittelfristige arbeitsmarktliche Ersatzbedarf gering ausfallen (vgl. ibv 21/02 vom 22. Mai 2002 S. 1674 – Der Arbeitsmarkt für besonders qualifizierte Fach- und Führungskräfte).

Studenten

Die Zahl der Geographiestudenten (Diplom, Magister, Bachelor/Master) beträgt insgesamt 17.800 (Frauenanteil 45%) [Zeitreihe 1996: 18.900; 1997: 19.200; 1998: 18.700; 1999: 17.800]. Dazu kommen noch einmal 4.900 Lehramtsstudenten (Frauenanteil 52%) mit dem Unterrichtsfach Geographie [Zeitreihe 1996: 6.200; 1997: 5.800; 1998: 5.400; 1999: 5.050].

Als Studienanfänger schrieben sich zuletzt 3.600 (Frauenanteil 50%) im ersten Fachsemester ein

[Zeitreihe 1996: 3.950; 1997: 1.150; 1998: 1.000; 1999: 1.050].

Die Zahl der Absolventen mit Diplom-/Magisterabschluss beläuft sich aktuell auf 1.560 (Frauenanteil 49%) [Zeitreihe 1996: 1.400; 1997: 1.700; 1998: 1.700; 1999: 1.600]. Ein Lehramtsstudium Geographie beendeten im gleichen Zeitraum 550 Absolventen.

Einsatzgebiete

Die Geographen verteilen sich auf die Privatwirtschaft (40%), die öffentliche Verwaltung (27%), Hochschulen (19%) sowie Verbände, Kammern und Forschungseinrichtungen (12%). Die Hauptberufsfelder der außerhalb der Hochschulen tätigen Geographen sind in der Reihenfolge die räumliche Planung (Entwicklungsplanung; Maßnahmenumsetzung), Umwelt und Landschaft (Landschaftsplanung; Fachplanung) sowie Information und Dokumentation (Erhebung, Aufbereitung und Dokumentation; Informationsvermittlung und -transfer).

Weitere erwähnenswerte Arbeitsfelder sind Verkehr und Mobilitätsforschung, Ver- und Entsorgung, Geoinformationssysteme, Touristik und Fremdenverkehr, Entwicklungshilfe, Politikberatung sowie Immobilien- und Wohnungswirtschaft.

Die Palette möglicher Arbeitgeber reicht vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung über Kommunal- und Zweckverbände, Forschungsinstitute, Wohnungsbauunternehmen, Investmentgesellschaften, Umwelt- und Naturschutzverbände, Statistische Landes- und Bundesämter, Luftbild- und Fernerkundungsunternehmen, Datenbanken bis hin zu Technologietransferstellen.

Informationen:

www.geographie.de

www.dvag.de

www.giub.uni-bonn.de

Deutscher Verband für Angewandte Geographie (DVAG): Geographen und ihr Markt, Westermann Schulbuchverlag, Braunschweig 1999

Das Jahr der Geowissenschaften unter dem Motto „Planet Erde“ soll den Dialog zwischen Forschung und Öffentlichkeit fördern. Zu den Geowissenschaften gibt es zahlreiche regionale Veranstaltungen, die auch als „In achtzig Wissenschaften um die Welt“ unter www.planeterde.de angeboten werden.

Suchworte: Abfallwirtschaft, Atlanten, angewandte Geowissenschaften, Atmosphäre, Baugrund-/Ingenieurgeologie, Baugrundgeologie, BDG, Bergbau, Bergbauingenieurwesen, Bergingenieurwesen, Berufsverband Deutscher Geowissenschaftler (BDG), Biosphäre, Bodenwissenschaften, Bohrlochgeophysik, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Disaster Management, Deutsche Geologische Gesellschaft (DGG), Deutscher Verband für angewandte Geographie (DVAG), Deutscher Wetterdienst (DWD), DGG, DVAG, EAGE, Erdbau, Erdbeben, Erdbebenbeobachtungssysteme, Erdmanagement, Erdölgeologie, Erdwissenschaften, Energierohstoffe, European Association of Geoscientists & Engineers (EAGE), Frühwarnsysteme, Frühwarnung vor Naturkatastrophen, Gecko (Geoökologe), Geodäsie, Geoforschungssatelliten, GeoForschungs-Zentrum (GFZ), Geographie, Geoindustrie, Geoinformatik, Geoinformationssysteme (GIS), Geoinformationssystem, Geo-Infotainment, Georingenieurwesen, Georingenieurwissenschaften, Geologie, Geologische

Landesämter, Geologische Landesämter (GLÄ), Geomarkt, Geoökologie, Geoökologische Analysen, Geophysik, Geophysikalische Erkundungsmethoden, Geosphäre, Geotechnik, Geotechnikingenieurwesen, Geothermie, Geothermielabor, Geowissenschaften, Geowissenschaftliche Entwicklungshilfe, Geowissenschaftlicher Technologietransfer, GFZ, GIS, GLÄ, Glaziologie, Gletscherkunde, Grundwasserressourcen, Hangrutschungen, Hochwasserforschung, Hydrologie, Hydrosphäre, IEA, Ingenieurgeologie, International Energy Agency (IEA), Jahr der Geowissenschaften, Katastrophenschutz, Katastrophenvorbeugung, Lagerstättengeologie, Lagerstättenkunde, Landnutzungsplanung, Location of Cellular Users for Emergency Services (LOCUS), Locus, Messtechnik, Meteorologen, Meteorologie, Mineralogie, Montanwirtschaft, NAFFF, Naturkatastrophen, Navigation für Fahrzeuge, Fahrräder und Fußgänger (NAFFF), Organische Geochemie, Ozeanographie, Paläontologie, Petrografie, Sedimentologie, Seismik, Steine Ingenieurgeologie, und Erden, Strukturgeologie, Trinkwasserressourcen, Umweltschutz, Vermessungsingenieurwesen, Vulkanausbrüche, W.E.G., Wasserversorgung, Wirtschaftsverband Erdöl- und Erdgasgewinnung (W.E.G.)

HSt Ic3 8/2002

