



Alle unter einem Dach

Zu Besuch im Geozentrum auf dem Campus Riedberg



Sie ist nicht spektakulär – eine Fläche, teilweise asphaltiert, vor dem Geozentrum auf dem Riedberg. Ein Roboter fährt darauf herum. Das kleine Fahrzeug erinnert an ein Mondauto.

Marek Naser, wissenschaftlicher Mitarbeiter des Geophysikers Prof. Andreas Junge, nimmt Messungen vor. „Wir haben Geräte entwickelt, die dem Roboter Augen geben“, sagt der Wissenschaftler. Augen, die gewissermaßen ‚in den Boden gehen‘. Denn der Roboter kann feststellen, wo und in welcher Tiefe Rohre liegen. Egal ob Wasser, Strom oder Gas: Der Untergrund einer Stadt ist voll mit Adern. Und nicht immer weiß man genau, wo sie liegen. Für genau solche Fälle wurde der Roboter entwickelt – eine Gemeinschaftsarbeit mehrerer Hochschulen im Auftrag eines Unternehmens. Auf zwei Zentimeter genau misst er mittels GPS seine Position. Entsprechend exakt werden auch die Versorgungsröhren geortet.

Um die Sensoren des Roboters zu testen, wurde die Fläche vor dem Geozentrum angelegt. Auf den ersten Blick könnte sie auch ein Parkplatz sein, Abmessung: 30 mal 50 Meter. „Aber dieses Gelände hat es in sich“, so Naser. Genauer: Unter sich. Zwei Kilometer Rohre wurden im Untergrund der Fläche vergraben, alle gängigen Größen und Materialien sind vertreten. „Geologisch gesehen haben wir bis zu einer Tiefe von drei Metern die wichtigsten Bodenbeschaffenheiten nachgebildet und dafür 2.500 Kubikmeter Erde bewegt. Damit sind wir weltweit einmalig.“

Junges Team ist für die Entwicklung der Messgeräte zuständig. Das Bild des Untergrunds, das der Roboter liefert, zeigt in Grautönen gerade Linien – die Rohre. Die Daten dafür werden elektromagnetisch und mit Radar erhoben – einem Sechs-Kanal-Radar, wie Naser sagt.

Ich verlasse ihn und seinen Roboter – gemeinsam mit Priv. Doz. Sabine Klein, die mich durch das Geozentrum und seine Außenanlagen führt. Das Geozentrum, Altenhöferallee 1, ist das Zentrum der hessischen Geowissenschaftler und Geografen. Seit Ende 2006 wird in dem Komplex geforscht: auf 7.000 Quadrat-

metern, in die 31 Millionen Euro investiert wurden. „Wir sind froh über diese Arbeitsmöglichkeiten hier“, sagt Klein und beginnt zu schwärmen: „Jetzt sind endlich alle Geowissenschaften unter einem Dach! Vorher, in Bockenheim, waren wir auf rund 15 Standorte verteilt.“ Jetzt kann beispielsweise der Mineraloge schnell mal zum Geophysiker gehen, wenn er eine Frage hat – und umgekehrt.

Auf vier Stockwerken wird im Geozentrum geforscht und gelehrt. 35 Professorinnen haben dort ihre Arbeitsgruppen eingerichtet – wobei Prof. Petra Döll vom Institut für Physische Geografie bedauert, dass noch immer nur drei Frauen einen Lehrstuhl inne haben. Und das bei einem Studierendenanteil der Frauen von 40 bis 50 Prozent...

Sabine Klein führt mich durch die Stockwerke. Das Haus erweist sich als dermaßen komplex und vielfältig, dass man ihm ganze Bücher widmen könnte, und sich einem beim ersten Besuch nur Bruchstücke erschließen können. Im Erdgeschoss wird beispielsweise das Untersuchungsmaterial angeliefert, überwiegend Gesteine. Ganz schön staubig ist es dort, denn die Steine werden auch geschnitten – denn will man die Gesteinsstrukturen mikroskopisch untersuchen, müssen so genannte Dünnschliffe hergestellt werden, zwei oder drei Zentimeter lang und hauchdünn: „Drei Hundertstel Millimeter dick dürfen sie sein“, sagt Eckehard Gottwald. Im weißen Kittel steht er an seinem Arbeitsplatz, einem Raum mit Schleifscheiben und Schleifpapier, mit Objektträgern und Kunststoffen, um die Steinscheiben auf ihren gläsernen Trägern zu fixieren. Er bereitet alles genau so vor, wie es die Forscher und Dozenten wünschen: Für mineralogische Untersuchungen müssen die Gesteine zu kleinen Präparaten verarbeitet werden, deren Oberfläche so hoch poliert sein muss, dass sich das Gestein spiegelt. „Ich bin seit 40 Jahren im Beruf und kenne fast alles“, sagt Gottwald. „Am schwierigsten“, fügt er hinzu, „sind fast immer die Salze.“ Denn schon die Feuchtigkeit seiner Hände und seines Atems löst die empfindlichen, dünnen Scheiben auf.

Doch manchmal muss es auch sehr kraft-

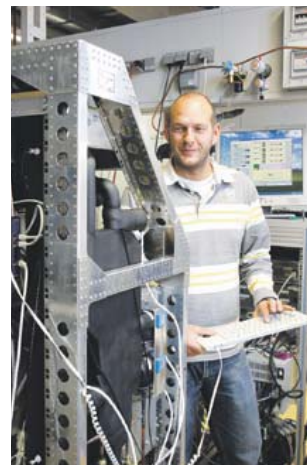
voll zu Werke gehen: Ebenfalls im Erdgeschoss befindet sich das Hochdrucklabor der Mineralogie. Dort arbeitet Werkstattmeister Franz Kneissl. „Ich passe auf, dass alle Sicherheitsvorkehrungen eingehalten werden“, sagt er. Denn in den vier Hydraulikpressen des Labors können Drücke simuliert werden, wie sie im Erdinneren herrschen. Solche Drücke führen auch zur Entstehung von Diamanten. „Im Hochdrucklabor werden die natürlichen Bedingungen zur Entstehung von Diamanten im Labormaßstab simuliert“, erläutert Sabine Klein. „Uns interessieren aber nicht nur die Diamanten alleine, sondern auch Minerale, die gemeinsam mit den Diamanten entstehen.“ Welche das sind hängt von Druck und Temperatur ab: „Meine Kollegen suchen gezielt nach diesen Begleitern der Diamanten“, so Klein, „denn mit ihrer Hilfe können wir im Einzelfall sagen, unter welchen Bedingungen der jeweilige Diamant entstanden sein muss.“ Im Falle solcher geochemischer Untersuchungen haben sich die Geowissenschaften also längst von der staubigen Arbeit mit Hammer und Meißel entfernt. Hier wird inzwischen im Nanomaßstab geforscht.

Zur Altenhöferallee hin liegt im Erdgeschoss des Geozentrums der Labortrakt mit dem Massenspektrometer-Raum. Im seinem Eingangsbereich, einer Schleuse, fühlt man sich an einen Vorbereitungsraum für Chirurgen erinnert. In zwei Reihen stehen dort je fünf weiße Spinde, alles wirkt klinisch. Denn wer das Massenspektrometer oder eines der Reinstlabore nutzen will, muss sich vorher umziehen. Labor-Klocks oder Überzieher an den Schuhen, ein langer, weißer Kittel, ein Haarnetz gehören zur Grundausstattung für alle, die mit dem Massenspektrometer arbeiten. „Die Luft im Spektrometer-Raum muss möglichst staubfrei gehalten werden“, erläutert Sabine Klein, „Schon kleinste Verunreinigungen in der Luft können ein Untersuchungsergebnis beeinflussen.“ Die Institut für Geowissenschaften betreibt drei Massenspektrometer, High-Tech-Geräte für die Bestimmung der Bestandteile von Geomaterialien quer durch das Periodensystem der Elemente. „Wir ana-

Oben links: Auf vier Stockwerken und 7.000 Quadratmetern vereint das Geozentrum seit Ende 2006 die geowissenschaftliche Expertise der Goethe-Universität

Oben rechts: Marek Naser und Dominik Wallenstein auf dem Roboter-Testfeld direkt vor dem Geozentrum

Unten: Das Aerosollabor im Institut für Atmosphäre und Umwelt ist der Arbeitsplatz von Dr. Björn Nilius





Früh übt sich: Die korrekte Bestimmung von Mineralen und Gesteinen lernen angehende Geologinnen und Geologen ab dem ersten Semester (links). Grundlage für derartige Übungen ist die umfangreiche Lehrsammlung des Fachbereichs Geowissenschaften/Geographie (Ausschnitt unten)



lysieren die chemische Bestandteile von Gesteinen, einzelnen Mineralen, technischen Materialien. Dabei wird nicht nur analysiert, um welche Elemente es sich handelt, sondern auch, wie viel von jedem Bestandteil enthalten ist“, sagt Klein. Dabei sei die Methode so sensibel, dass man auch noch geringste Spuren eines Elementes im Nanogrammbereich finden kann. „Wir setzen für die Methode auch einen Laser ein“.

Mit der Massenspektrometrie kann man aber noch mehr machen. Um mir dies zu zeigen, führt mich Sabine Klein durch eine lange, weiße Flucht. An der einen Flurseite sind Büros angeordnet, an der anderen die Labore. In einem hat Geologe Dr. Wolfgang Dörr seinen Arbeitsplatz. Mit Hilfe eines Lichtmikroskops sortiert der Akademische Oberrat bestimmte Bestandteile aus einer Probe Staube aus. „Die Guten ins Töpfchen, die Schlechten...“, scherzt Dörr. Er mache das schon einige Jahre, er „sehe“ die gesuchten Zirkone einfach – und schießt sie aus dem Staub ins „Töpfchen“. „Die Zirkone“, erläutert er, „werden in etwas Flusssäure aufgelöst und dann im Massenspektrometer untersucht.“ Das Messgerät verrät ihm, wie viel Uran und Blei, genauer deren Isotope, in den zu den Silikaten gehörigen Mineralen enthalten sind. Hieraus wiederum lässt sich das Alter eines Gesteins bestimmen. Denn bei seiner Bildung lagert der Zirkon nur Uran in seiner Struktur ein. Je mehr davon zu Blei geworden ist, umso älter ist die Probe. Für solche Erkenntnisse reichen winzigste Mineralmengen. Isotopenuntersuchungen führen auch Dörrs Kollegen Axel Gerdes und Michael Seitz durch. Sie betreuen neben ihren eigenen Forschungsarbeiten auch die Gäste: Wissenschaftler von anderen Universitäten, die selbst keine Massenspektrometer besitzen und hier in Kooperation ihre Untersuchungen durchführen.

Doch die Forschungspalette an Hessens einzigem Geozentrum ist noch viel breiter. Unter einem Dach arbeiten Physische Geographen, Atmosphären- und Umweltforscher sowie Geowissenschaftler. Weiterhin zählen die Humangeographen auf dem Campus Bockenheim zum Fachbereich – ihre Fragestellungen liegen im Bereich der Wirtschaftsgeographie und umfassen Stadtentwicklung ebenso wie Globalisierungsforschung. Das größte der vier Institute ist das der Geowissenschaften. In seinen vier Facheinheiten arbeiten Geophysiker, Mineralogen, Geologen und Paläontologen. Bundesweit bekannt wurde Heisenberg-Professor Frank Brenker, als er Sternstaub zer-

störungsfrei untersuchte, den die amerikanische Sonde ‚Stardust‘ zur Erde brachte.

Die physischen Geographen beschäftigen sich mit Bodenkunde, Hydrologie und geökologischen Fragestellungen wie der Wüstenbildung. Ein anderes großes Thema ist die geophysikalische Erforschung des Erdinneren und der Prozesse, die zu Vulkanausbrüchen und Erdbeben führen. Ein empfindlicher Seismograph der Geophysiker, ein Instrument, das Erdbebenwellen misst, steht im Taunus-Observatorium auf dem Kleinen Feldberg. Die Wellen werden dort automatisch aufgezeichnet. Unter demselben Dach zeichnen die Meteorologen Daten wie Luftdruck, Dichte, Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf. Auch die Menge und Vielfalt von Spurengasen und Aerosolen, Partikeln in der Luft, wird am Taunus-Observatorium gemessen. „Dafür muss niemand permanent dort sein“, erläutert Sabine Klein, „alles läuft automatisch.“

Wir treffen Dr. Heidi Höfer. Sie kommt gerade aus einem Erstsemester-Praktikum mit über 90 TeilnehmerInnen. Die Aufgabe der Erstsemester: Sie müssen Kristalle zeichnen – denn nur so prägt man sich deren Strukturen wirklich ein. „Die Zahl der Studienanfänger ist bei uns wahrhaft explodiert“, sagt Sabine Klein. Statt, wie vor zwei Jahren, rund

130, studieren seit einigen Wochen allein 270 im Bachelor-Studiengang Geowissenschaften. Womit der plötzliche Beliebtheits-Anstieg zusammenhängt, ist nicht so leicht nachvollziehbar. „Aber: Wir haben in einem Erstsemester-Mikroskopierkurs 18 Mikroskope und 57 Teilnehmer. Damit jeder mit jedem Proben arbeiten kann, muss der Kurs drei Mal gehalten werden“, erläutert die Privatdozentin. „Das ist nur ein Beispiel. Es gibt viele solche Veranstaltungen.“ Wissenschaftlichen Mitarbeitern, die meist nur ein sehr kleines Lehrdeputat haben, stelle sich ein echtes Problem.

Wir gehen weiter. Im dritten Stock ist das Institut für Atmosphäre und Umwelt angesiedelt, dort arbeiten die Meteorologen. Hinter einer Labortür schraubt Dr. Björn Nillius an einem Gerät herum, das knapp zwei Meter hoch ist und die Abmessungen eines Gefrierschranks hat. Entsprechend schwer ist es: „Es wiegt 150 Kilogramm“, sagt Nillius. In der Arbeitsgruppe von Prof. Joachim Curtius ist er für das neue Messgerät zuständig. Durchaus klassisch – mit Schraubenzieher und Schiebellehre. „Solche Geräte gibt es nicht im Elektromarkt“, scherzt er. „Die müssen wir selbst zusammenbauen.“ Wofür und weshalb erklärt Joachim Curtius: „Wir wollen das Gerät in ein Forschungsflugzeug des Deutschen Zentrums



Links: Engagiert in Forschung und Lehre – Dr. Heidi Höfer an der Elektronenstrahl-Mikrosonde



Rechts: An eine chirurgische Station erinnert die Arbeitsatmosphäre in der Schleuse zum Reinstlabor

für Luft- und Raumfahrt einbauen.“ Das Gerät – es trägt den Namen ‚Finch‘ für Fast Ice Nucleus Chamber – soll Eiskeime in der Troposphäre messen. „Nur jede zehnte Wolke regnet ab, neun Wolken verdunsten wieder, ohne dass Regen fällt“, so Curtius. Denn Regen entsteht nur, wenn sich Eiskristalle bilden, wachsen, schwerer werden und schließlich herabfallen. „Wassertropfen werden nicht so groß. Man braucht Eis“, so Curtius.

Aber auch Eis entsteht nicht einfach so. „Bis zu minus 38 Grad bleibt das Wasser in der Atmosphäre flüssig. Eiskristalle bilden sich nur, wenn Kristallisationskeime vorhanden sind“, fährt Curtius fort. „Die Wetterdienste arbeiten,

wenn sie Regen vorhersagen, mit einer Modellvorstellung einer mittleren Keimzahl pro Volumen.“ Ob unter bestimmten Wetterbedingungen in einer bestimmten Region tatsächlich so viele Keime vorhanden sind, das lässt sich nur in der Luft direkt messen. Deswegen wird seit etwa fünf Jahren ‚Finch‘ entwickelt. „Am Boden funktioniert schon alles erwartungsgemäß. Die Feuerprobe im Flugzeug folgt voraussichtlich 2010.“

Eiskeime – das sind Aerosolpartikel, Schwebeteilchen in der Luft. Sie sind mikroskopisch klein, in einem Kubikzentimeter Luft gibt es Hunderte von ihnen. Doch nicht jedes Aerosolpartikel taugt auch zum Eiskeim, erläutert Curtius. Diese – bekannt ist etwa Silberjodit, das in manchen Regionen von Wetterflugzeugen bei drohenden Gewittern in Wolken geschossen wird, damit die Landwirtschaft keine Hagelschäden erleidet – gilt es zu messen. „Finch‘ tut dies, indem es Luft aus der Umgebung ins Innere der Messeinrichtung saugt. „Dann zählen wir die Anzahl der Eiskeime pro Volumen“, so Curtius. Vielleicht lassen sich so in Zukunft die Wetterprognosen weiter verbessern. Denn wissen, ob es drei oder dreißig Eiskeime pro Liter gibt, heißt wissen, ob es regnen wird.

Auch für Flüge höher als zehn Kilometer, zum Beispiel in die tropische Tropopause, ist ‚Finch‘ ausgelegt. Dort drohen es kälter als minus 38 Grad, und Eis entsteht auch ohne Eiskeime. „Aber es ist nicht auszu-schließen, dass auch dort Eiskeime eine Rolle spielen“, so Curtius.

Momentan hängt das Forschungsprojekt noch in der Luft – oder eben gerade nicht. Denn das neue Messflugzeug hat noch nicht alle erforderlichen Genehmigungen durch das Luftfahrt-Bundesamt erhalten. An der Maschine namens Gulfstream G550 mussten – unter anderem, um den Luftstrom mit den Eiskeimen in die Kabine und zum Messgerät leiten zu können – Veränderungen vorgenommen werden. Veränderungen, für die die Experten jetzt einzeln nachweisen müssen, dass sie nicht die Flugsicherheit beeinflussen. Doch wenn sie dann einmal abhebt, bietet die Gulfstream – offizieller Name HALO (für High Altitude and Long Range) – ganz neue Möglichkeiten für die Forscher. Denn HALO hat, anders als das Vorgängerflugzeug, eine Reichweite von 12.000 Kilometern und fliegt mit einer maximalen Flughöhe von 15,5 Kilometern bis in die untere Stratosphäre. Die Forscher um Curtius sind schon heute mächtig stolz, dass zwei Instrumente der Anfangsmissionen von ihnen entwickelt werden. Ein exemplarisches Beispiel für die Leistungsfähigkeit der erfolgreichen Frankfurter Geowissenschaftler. Und deren Liste ließe sich problemlos weiter fortsetzen: Zum Beispiel erforscht man in der Paläontologie fossile Korallenriffe und Meeresedimente, sammelt so Erkenntnisse über die Klima-Entwicklung in der Vorzeit und extrapoliert diese in die Zukunft. Aber das ist schon wieder Stoff für einen neuen Rundgang und eine neue Reportage – denn wie gesagt: über das Geozentrum ließen sich ganze Bücher schreiben. *Thomas J. Schmidt*