

Peptiden ist gegeben, dass die Ausgangsmaterialien der Reaktion nicht verbraucht werden, sondern für weitere Zyklen zur Verfügung stehen. Die Experimente deuten darauf hin, dass es ein autokatalytischer, also sich selbst beschleunigender und damit evolutionsfähiger synthetischer Prozess war, mit dem das Leben seinen Anfang genommen hat.

Dr. Wolfgang Eisenreich
Lehrstuhl für Organische Chemie und Biochemie
Tel.: 089/289-13336
wolfgang.eisenreich@ch.tum.de

Zur Rolle von Wasser in Silikatschmelzen

Wenn Vulkane schäumen

Mit Vulkanismus beschäftigt man sich in der Fakultät für Physik der TUM in Garching zwar nicht, sehr wohl aber mit dem Verhalten von Silikatgestein, dem Grundstoff der Magma. »Einfluss von Wasser auf die atomare Dynamik und Struktur von Silikatschmelzen und -gläsern« heißt das vom Bund der Freunde der TU München geförderte Projekt unter Leitung von PD Dr. Andreas Meyer vom Lehrstuhl für Experimentalphysik IV, E13 (Prof. Winfried Petry).

Geschmolzenes Silikatgestein - Magma - spielt eine bedeutende Rolle in den Geowissenschaften. Die Fließeigenschaften der Magma sind entscheidende Faktoren zum Verständnis des Vulkanismus. Nicht zuletzt von der Viskosität der Magma hängt es ab, wie explosiv ein vulkanischer Ausbruch verläuft. Gelöstes Wasser hat schon in geringen Mengen einen drastischen Einfluss auf die Fließeigenschaften von Silikatschmelzen. So kann beispielsweise die Zugabe von lediglich einem Gewichtsprozent Wasser die Magma-Viskosität um mehrere Größenordnungen vermindern; das entspricht in etwa der Änderung der Zähigkeit von Honig aus dem Gefrierfach zu der von Tubenhonig bei Raumtemperatur. In der Magmakammer, in einer Tiefe von fünf bis zehn Kilometern, können bei Drücken bis zu einigen Kilobar und bei Temperaturen bis zu 1 500 Kelvin in der Magma mehrere Gewichtsprozent Wasser gelöst sein. Wenn bei einem vulkanischen Ausbruch die Magma auf dem Weg von der Magmakammer an die Erdoberfläche von dem starken Druck entlastet wird, kommt es zu einem diffusiven Fluss des Wassers aus der dann übersättigten Schmelze in wachsende Blasen - vergleichbar mit dem Schäumen von Sekt, nur dass abgestandener Sekt nicht zähflüssig wird. Der Wasserverlust macht die verbleibende Schmelze wesentlich zähflüssiger, und Spannungen durch die nachdrückende Magmasäule können nicht mehr durch Fließprozesse abgebaut werden. Gleichzeitig steigt das Volumen des Zweiphasensystems Silikatschmelze/Wasserdampfblasen drastisch an, was zu einer Beschleunigung sogar auf Überschallgeschwindigkeiten führen kann. Dabei wird

die Magma schließlich in heiße vulkanische Asche fragmentiert.

Die TUM-Physiker untersuchen mit inelastischer Neutronenstreuung, wie sich Wasser auf die Fließmechanismen in Silikaten auswirkt. Bis heute weiß man nicht genau, wie Wasser in Silikatschmelzen gebunden ist. Auch ist ungeklärt, welche Prozesse im Detail die Zähigkeit der Schmelze bei Zugabe von Wasser abnehmen lassen. Mit Hilfe der inelastischen Neutronenstreuung kann man die Anordnung und die Bewegung von Atomen sichtbar machen. So lassen sich Schwingungs-

zende Nahordnung beobachten. Tauscht man im Fall wasserhaltiger Silikatschmelzen den Wasserstoff durch sein chemisch äquivalentes Isotop Deuterium aus, kommt es zur kontrastreichen Anfärbung des Wassers. Da Neutronen an Wasserstoff wesentlich stärker gestreut werden als an Deuterium, wird so zum einen gezielt die Bewegung des Wasserstoffs in den Silikaten sichtbar, zum anderen kann die Struktur des Silikats eingehend untersucht werden.

Gemeinsam mit Kollegen vom Lehrstuhl für Mineralogie und Petrologie der Lud-

Ein Fall für starke Schwimmer



Quer über den Starnberger See ging in diesem Jahr das »High-End«-Konditionstraining im Rahmen der Forschungstaucher-Ausbildung der Limnologischen Station der TUM in Iffeldorf. 4,2 Kilometer lang war die Strecke, die die Ammerländer Wasserwacht für diese zweite Überquerung des - dank des heißen Sommers wohl temperierten - Sees ausgesucht hatte. Mit Zeiten zwischen 1:25 und 2:12 Stunden schwammen die Forschungstaucher auf den vierten Platz. Die Limnologische Station ist ein anerkannter Ausbildungsbetrieb für Forschungstaucher, die sich hier mit Disziplinen wie Tauchmedizin, Gerätekunde, Sicherheit und wissenschaftliche Untersuchungsmethoden unter Wasser befassen. Die Kurse leitet Dr. Eva Sandmann (l.).

Foto: privat

anregungen von Atomen und Atomgruppen, atomare Diffusionsvorgänge und einset-

wig-Maximilians-Universität München (Prof. Donald Dingwell) beladen die TUM-Wis-

senschaftler Silikatschmelzen in einer innenbeheizten Gasdruckzelle unter Hochdruck um 1 000 bar und Temperaturen um 1 400 Kelvin mit Wasser und schrecken die Proben isobar auf Raumtemperatur ab. An der europäischen Neutronenquelle des Instituts Laue-Langevin in Grenoble untersuchen sie dann systematisch Struktur und Schwingungsanregungen in Abhängigkeit der Wasserkonzentration und der Zusammensetzung des zu Glas erstarrten Silikats. Die Ergebnisse zeigen, dass neben OH-Gruppen auch H₂O-Moleküle in den Silikaten gebunden sind. Die Struktur weist eine zusätzliche Nahordnung auf Längenskalen von sechs bis acht Ångström auf (1 Ångström = 10⁻¹⁰ m, etwa ein Atomradius). Inwieweit diese Nahordnung die schnelle Diffusion der Wasserbestandteile beeinflusst, und inwieweit das molekulare Wasser an der Bildung dieser Nahordnung beteiligt ist, wird derzeit eingehend im Rahmen des Projekts untersucht. Anfang nächsten Jahres bietet dann die neue Forschungsneutronenquelle der TUM, der FRM II, alle Möglichkeiten, die Experimente auf Messungen bei hohen Temperaturen und Drücken auszudehnen und so Silikatschmelzen unter Bedingungen zu untersuchen, wie sie in der Magmakammer herrschen.

Andreas Meyer

PD Dr. habil. Andreas Meyer
Physik-Department E13
Tel.: 089/289-12447
Andreas_Meyer@ph.tum.de

Interdisziplinärer Interventionsarbeitsplatz

Science-Fiction im OP?

Im Operationssaal trägt Prof. Hubertus Feussner ein Head-Set. Es klemmt über der grünen OP-Kappe, das Mikro hängt vor dem Mundschutz. Prononciert diktiert Feussner Befehle hinein: »Operationstisch Neigung fußtief«. Schon fängt der Tisch leise an zu surren und bringt die Patientin in Schräglage. Sciencefiction in der Arztserie? Dafür sprechen die fünf Monitore, die über dem Operationstisch hängen und permanent Bilder aus dem Körperinnern der Patientin liefern; auch die vielen Kabel, die vom OP-Tisch zu zwei Computer-Rollschränken und von dort zu den Monitoren führen. Dagegen spricht die Gelassenheit, mit der hier operiert wird.

Wir befinden uns in der Gegenwart, im TUM-Klinikum rechts der Isar, es ist halb drei Uhr nachmittags, und Feussner entfernt einen Polypen aus dem oberen Ende des Dickdarms der Patientin. Der immense Einsatz von Technik, der die Szene so filmtauglich macht, ist das bisherige Ergebnis eines Forschungsprojekts von Feussner und seinen Kollegen der MITI-Arbeitsgruppe (MITI steht für minimal-invasive interdisziplinäre Interventionen). Die Mediziner modernisieren den Arbeitsplatz Operationssaal. Fast könnte man sagen: Sie erfinden ihn neu. Denn am Ende wird er nicht mehr das klassische Reich des Chirurgen sein, sondern auch Ärzte anderer Fachrichtungen werden hier »Interventionen« vornehmen. »Interdisziplinärer, krankheitsorientierter Interventionsarbeitsplatz« lautet der korrekte Name des Projekts, das die bayerische Forschungstiftung seit Januar 2002 über eine Laufzeit von drei Jahren fördert. Ziel ist die Trauma-Minimierung. Der Patient soll nach der Operation mit möglichst geringen Wunden aufwachen. Dafür steht der Begriff »minimal-invasiv«: Die Schnitte, mit denen der Chirurg den Körper öffnet, sind gerade einmal so groß, dass Kamera und Operationsbesteck hindurch passen. Die Sicht muss auf andere Weise ermöglicht werden. Und da kommen nun benachbarte Fachrichtungen und vor allem neueste Computertechnologie ins Spiel.

Bilder aus dem Körperinnern gewinnt man heute auf sehr verschiedene Weise: im Röntgenverfahren, mittels Computer- oder Kernspintomographen, durch Ultraschall, endoskopisch - also mit einer Kamera, die durch die natürlichen Zugangswege in den Körper geführt wird - oder laparoskopisch - mit einer Kamera, die durch die minimalen, vom Chirurgen gesetzten Schnitte geschoben wird. Während sich der Operateur früher eine Auswahl der - vor der Operation aufgenommenen - Bilder an die Wand hängen konnte, stehen ihm am neuen Interventionsarbeitsplatz alle



»Minimal-invasive« Operationen schonen den Patienten, denn die kleinen Schnitte, durch die Kamera und Instrumente eingeführt werden, verheilen rasch wieder.

Foto: Armin Schneider

erhobenen Befunde zur Verfügung. Er muss nicht einmal den Kopf zur Bilderwand wenden, sondern kann sich die Aufnahmen direkt auf einem der Monitore über dem OP-Tisch ansehen. Viel wichtiger aber ist, dass auch während des Operierens Bilder gemacht werden, mit