

BACK TO THE ROOTS



Nach dem Studium in Göttingen ganz oben: Im Doppeldeckerbus fahren Landtagsabgeordnete durchs Uni-Nordgebiet. Links Landtagspräsident Wernstedt, der Initiator der Alumni-Tour.

Von Göttingen nach Hannover, eine kurze Wegstrecke oder ein steiler Aufstieg: Von den 157 Abgeordneten des Niedersächsischen Landtags sind 19 ehemalige Studenten der Georgia Augusta. Drei Minister und der Landtagspräsident gehören zu ihnen. Trotz einer zugkräftigen Konkurrenzveranstaltung, der Cebit 99, verteilte die Mehrheit der Göttinger Abgeordneten quer durch alle Fraktionen für einen Besuch der Universität Göttingen, zu dem der Niedersächsische Landtagspräsident Prof. Rolf Wernstedt und Prof.

Horst Kern als Universitätspräsident eingeladen hatten. Das vom Presse- und Informationsbüro organisierte Programm für die Ehemaligen, zugleich der Einstieg in stärkere Bemühungen der Universität um ihre Alumni repräsentierte inhaltlich und räumlich – mit dem Doppeldeckerbus der Stadtwerke bequem erreichbar – alle Bereiche der Universität.

Den Anfang bildete eine kurze Führung durch die SUB. Dr. Axel Halle informierte die Abgeordneten über hochmoderne Technik, die den Nutzern einen

schnellen Zugang zu den über 4 Millionen Bänden ermöglicht. Neben der großen wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit der Bibliothek beeindruckte auch die großzügige Architektur des Universitätsneubaues die Abgeordneten. Die Arbeitsstandorte der Göttinger Geochemie sind weltweit angesiedelt. Weltweit einmalig hingegen ist die Mikrosonde des SFB 468 „Wechselwirkungen an geologischen Grenzflächen“, die Prof. Joachim Reitner und Prof. Gerhard Wörner den Parlamentariern vorführten. In der vorliegenden Ausgabe des SPEKTRUMS beschreiben Dr. Andreas Kronz und Ulrich Bielert den Einsatz des Analyseinstrumentes in ebenso umfassender wie anschaulicher Weise.

Im Anschluß an die Geochemie besichtigten die Abgeordneten gemeinsam mit der Universitätsleitung und Oberstadtdirektor Hermann Schierwater im Nordbereich der Universität den Baufortschritt des Zentrums für Molekulare Biowissenschaften und das Baugelände der Fakultät für Physik. Nach ihrer Fertigstellung sollen diese Einrichtungen wie Prof. Hans-Joachim Fritz, Prof. Klaus Beuermann und Prof. Rainer G. Ulbrich betonen, dazu beitragen, der Universität Göttingen einen herausragenden Platz in der Forschungslandschaft des nächsten Jahrtausends zu sichern.

Von der Norduni führte das Besuchsprogramm die Abgeordneten dann in das Altklinikum an der Humboldtallee. →

NEUES LEITUNGSMODELL NIMMT GESTALT AN



Optimales betriebswirtschaftliches Krankenhausmanagement – auch bei öffentlichen Trägern – und hochqualitative Krankenversorgung sind für den neuen Verwaltungsleiter des Universitätsklinikums, Günter Zwilling (l.) keine Gegensätze. Gemeinsam mit dem ersten hauptamtlichen Dekan der Medizinischen Fakultät, Prof. Dr. Manfred Droese (2.v.l.), unterzeichnete Zwilling am 30. April 1999 im Beisein von Wissenschaftsminister Thomas Oppermann (3. v.l.), Vizepräsident Hans-Jürg Kuhn (r.) und Prodekan Prof. Michael Oellerich (2.v.r.) seinen Vertrag. Mit Prof. Droese als Vorstandsmitglied 1 „Forschung und Lehre“ und Günter Zwilling als Vorstandsmitglied 2 „Wirtschaftsführung und Verwaltung“ ist der neue, mit weitreichenden Kompetenzen ausgestattete Klinikumsvorstand nun fast komplett. Bis zur endgültigen Personalentscheidung wird die dritte Vorstandsposition „Krankenversorgung“ vom bisherigen Ärztlichen Direktor Prof. Dr. Gerhard Anton Müller (3.v.r.) kommissarisch wahrgenommen. hol



Nach Jahren wieder die Hörsaalbank drücken: Alumni lauschen den Vorträgen „Aktiver“.

Der dort ansässige SFB 529 „Internationalität nationaler Literaturen“ glänzte durch den kompetent vorgetragenen und mittels Einsatz multimedialer Mittel auch unterhaltsamen Querschnitt seiner wissenschaftlichen Leistungen. Pünktlich zum Beginn EXPO 2000 soll die Rekonstruktion des Herzstücks des Altbaus der Staats- und Universitätsbibliothek – der 1812 in der Paulinerkirche eingerichtete Bibliothekssaal – abgeschlossen sein. Dr.

Helmut Rohlfing informierte die „Große Göttinger Koalition“ in einem knappen Abriss über die im EXPO- und Gutenberg-Jahr – der Geburtstag des Buchdruckerfinders jährt sich zum 600. Mal – in Göttingen geplante Ausstellung „Gutenberg und seine Wirkung“. Übrigens nicht nur Volksvertreter sind dazu aufgerufen, durch eine Spende den Wiederaufbau des aus zahlreichen historischen Stichen bekannten Regalsystems mitzutragen.

gen: Gestiftete Regalböden werden mit dem Namen des jeweiligen Spenders versehen. Beim abschließenden Empfang des Präsidenten in der Aula am Wilhelmsplatz gab Dr. Günther Koch Einblicke in die vielfältige Arbeit des Studentenwerkes. Nicht nur als Mensabesucher, sondern auch als ehemalige Bewohner von Wohnheimen war einigen Abgeordneten das Studentenwerk in bester Erinnerung. Apropos Wohnen – die Tischordnung des Empfanges, den Dr. Stephan Schwarzacher und Julia Ahlers-Hestermann in gelungener Weise musikalisch umrahmten, war eng mit der Studienzzeit der Abgeordneten verbunden: Auf den Tischkarten, die den Abgeordneten ihren Platz wiesen, war die jeweilige „Studentenbude“ abgebildet. hol



Landtagspräsident Wernstedt zeichnete das erste Regalbrett für die Paulinerkirche

FREUNDE FÜR DIE MEDIZIN

Förderverein unterstützt Medizinische Fakultät

Medizinische Spitzenforschung und daraus resultierende höchste Standards in der Behandlung sind eine Selbstverständlichkeit. Sind sie es wirklich? Sie sind es, aber es bedarf der Anstrengung vieler innovativer Menschen. Zweifels- ohne gehört die Göttinger Medizinische Fakultät zu den führenden in Deutschland. Genauso zweifelsfrei ist die Tatsache, daß in den medizinischen Einrichtungen der Universität modernste Behandlungsmethoden und Spezialisten für alle nur denkbaren Erkrankungen zur Verfügung stehen.

Eben daß es für selbstverständlich hingenommen wird, zeigt die tragende Funktion der Göttinger Universitätsmedizin in der Region. Angesichts knapper öffentlicher Mittel ist jedoch auch in der Medizin mehr denn je privates Engagement gefragt, um das erreichte hohe Niveau zu halten und zu steigern. Ein Anfang ist bereits gemacht: Etwa 200 engagierte Menschen haben sich bislang mit dem erklärten Ziel, die Medizinische Fakultät in all ihren Aufgaben zu unterstützen, im „Verein der Freunde und Förderer der Medizinischen Fakultät der Georgia Augusta zu Göttingen e. V.“ zusam-

mengefunden. „Auch wenn gegenwärtig viele unserer Mitglieder Mediziner sind“, erläutert der Fördervereins-Vorsitzende Prof. Dr. Heinrich Kreuzer, „so haben wir uns vorgenommen, die Geschicke des Vereins zunehmend in die Hände von Nichtmedizinern zu legen. Andere Universitäten, deren Fördervereine schon länger existieren, sind diesen Weg mit großem Erfolg gegangen.“

Und in der Tat haben die von der Medizinischen Fakultät ausgehenden wissenschaftlichen, wirtschaftlichen und sozialen Impulse direkten oder mittelbaren positiven Einfluß auf die Lebenssituation zahlreicher Menschen: Statistisch gesehen hat jeder Bewohner der Region das medizinische Angebot der Universität in den letzten beiden Jahrzehnten mehrfach genutzt. Seit dem Bezug des Klinikumneubaus in der Robert-Koch-Straße Ende der siebziger Jahre wurden weit mehr als eine Million Menschen dort behandelt. Die meisten von ihnen – und ihre Angehörigen – wissen die Vorteile eines modernen Krankenhauses mit Maximalversorgung sicherlich zu schätzen. Darüber hinaus beziehen Tausende von Familien ihr Einkommen durch die Ar-

beitsplätze, welche die Göttinger Medizin bietet, und verfügen damit über einen nicht unbedeutenden Teil der regionalen Kaufkraft, was durch die über 4000 Medizinstudenten noch verstärkt wird. Industrie, Handwerk sowie unterschiedlichste Dienstleistungsunternehmen profitieren von der Auftragsvergabe.

„In Zukunft wird sich der Wettbewerb unter den Hochschulen verstärken“, prognostiziert Professor Kreuzer. „Für welche Universität sich die besten Wissenschaftler und Studenten entscheiden, hängt in starkem Maße davon ab, welche Arbeitsbedingungen man ihnen bietet.“

Göttingens Kulturdezernent Joachim Kummer, Mitglied des Beirates des Fördervereins, fügt ergänzend hinzu: „In einer Stadt wie Göttingen ist die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft von grundlegender Bedeutung für die Entwicklung der Kommune. Ich hoffe, daß noch mehr Bürgerinnen und Bürger als bisher durch ihre Mitarbeit dazu beitragen, die Zukunftschancen zu nutzen. Das Engagement im Förderverein bietet hierfür eine gute Gelegenheit.“

hol

Kontakt: Verein der Freunde und Förderer der Medizinischen Fakultät der Georgia Augusta zu Göttingen e. V., Prof. Dr. Heinrich Kreuzer, c/o Medizinische Informatik, Robert-Koch-Straße 40, 37075 Göttingen, Tel. 05 51 / 39-34 31, Fax 05 51 / 39-24 93, E-Mail: mi@med.uni-goettingen.de



LEBENSWICHTIGE OBERFLÄCHE

Etwa 16 bis 20 Mal pro Minute atmet ein gesunder Erwachsener ein und wieder aus. Der Austausch von verbrauchter kohlendioxidreicher Atemluft und dem lebenswichtigen Sauerstoff findet an den Alveolen, den Lungenbläschen, statt.

Die Gesamtfläche der Lungenbläschen, die täglich mehrere tausend Mal ihre Funktion erfüllen ist beachtlich: 120- 140 qm, also fast so groß wie ein Tennisplatz. Im Gegensatz hierzu ist die Diffusionsbarriere, also der Übergang vom Hohlraum der Lungenbläschen, der Alveolarlichtung, zum Inneren der Blutkapillaren mit 0,6 µm fünfzigmal dünner als ein Bogen Luftpostpapier.

OBERFLÄCHEN(ENT)SPANNUNG

Das Phänomen der Oberflächenspannung ist jedem geläufig, der sich schon einmal mit Hausarbeit beschäftigt hat: Spülmittel nimmt dem Wasser seine Oberflächenspannung und macht es damit geeignet, auch fettiges Geschirr zu reinigen. Wie an jeder Gas-Flüssigkeitsgrenze werden an der feuchten Auskleidung der Lungenalveolen, Oberflächenspannungen wirksam.

Nach dem Laplace-Gesetz verhält sich die Oberflächenspannung bei kugelförmigen Gebilden umgekehrt proportional zu deren Radius. Da die Alveolen der menschlichen Lunge lediglich einen Durchmesser von 250-300 µm aufweisen, müßten dort theoretisch enorme Kräfte herrschen, die ein Schrumpfen des Atmungsorganes bewirken. Nimmt man ausschließlich das Laplace-Gesetz als Erklärungsmodell, müßten zudem die kleineren Alveolen mit höherer Oberflächenspannung zugunsten größerer schrumpfen, da die Lungenbläschen über den Bronchialraum miteinander verbunden sind. Letztendlich käme es zu einem Kollaps.

Als „Gegenkraft“, die das Schrumpfen verhindern könnte, ist das Bindegewebe gerüst der Alveolarwände nicht ausreichend. Bereits 1929 gab es erste Vermutungen, daß eine oberflächenaktive Substanz die Oberflächenspannung der Alveolen reduziert.

Erst 40 Jahre später gelang dem amerikanischen Wissenschaftler John Clements der Nachweis dieser Substanz, die heute allgemein als „Surfactant“ (surface active agent) bezeichnet wird. Ein Surfactantfilm bedeckt die oberste Zellschicht der Lungenbläschen und wirkt dem Laplace-Gesetz direkt entgegen: In kleinen Alveolen wird die Oberflächenspannung stärker reduziert als in größeren.

Surfactant ist ein komplexes Gemisch, daß zu ca. 90 % aus Lipiden und zu ca. 10 % aus Proteinen besteht. Ein Bestandteil der Lipidfraktion mit der eher Experten geläufigen Bezeichnung Dipalmitylphosphatidycholin ist für die Oberflächenspannung verantwortlich. Die Proteinfraction hat u.a. die Aufgabe, den Surfactantstoffwechsel zu steuern. Surfactant, das in speziellen Zellen, den Typ-II-Pneumozyten, der Alveolen gebildet wird ist außerdem immunologisch wirksam und wehrt außerdem inhaliertes Pathogene ab. Es gibt zwei Surfactantpools in der Lunge: der intrazelluläre Surfactantpool, der sich in den Speicherorganellen der Typ-II Pneumozyten befindet und ein weiter auf dem Deckgewebe der Alveolen.

LEBENSBEDROHLICHE STÖRUNGEN

Bei einer Reihe von Lungenerkrankungen bilden Störungen des Surfactantsystems die Ursache. Die unreifen Lungen frühgeborener Babys produzieren nicht genügend Surfactant. Die Folge ist das Atemnotsyndrom der Frühgeborenen (RDS/respiratory distress syndrome), eine der häufigsten Todesursachen von Frühgeborenen, die durch in die Atemwege verabreichte Surfactantpräparate gerettet werden können.

Bei der sogenannten Schocklunge (ARDS/ acute respiratory distress syndrome), einer lebensbedrohlichen Krankheit mit unterschiedlichsten Ursachen, wird das ursprünglich intakte Surfactantsystem geschädigt. Im Zusammenhang mit Lungentransplantationen gewinnen Untersuchungen des Surfactantsystems in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung.

Die Feinstruktur der Lunge und damit verbundene Funktionsmechanismen des Atmungsorganes gehören zu den Forschungsschwerpunkten der Arbeitsgruppe Elektronenmikroskopie des Zentrums Anatomie. Sowohl für die Grundlagenforschung als auch unter klinischen Aspekten ist dabei das Surfactant-System ein elementarer Bereich der wissenschaftlichen Arbeit von Prof. Dr. Joachim Richter und seinen Mitarbeitern. Grob skizziert könnte man das Surfactant-System als das chemische Gerüst der Lunge bezeichnen, da es die an den Lungenbläschen wirkende Oberflächenspannung reduziert: Surfactant, ein in der Lunge produziertes Gemisch aus Fett- und Eiweißverbindungen, stabilisiert die Anatomie der Lunge und ermöglicht erst deren Funktionsfähigkeit. Störungen des Surfactant-Systems bilden u. a. bei Lungentransplantation einen wichtigen Risikofaktor. Vor Lungentransplantationen muß das Spenderorgan oft mehrere Stunden ohne Blutzufuhr gekühlt lagern. Durch diese sogenannte hypotherme Organischämie trat nach bisheriger Annahme ein Schädigung des Surfactant-Systems ein, welche beim Empfänger des Spenderorganes zu lebensbedrohlichen Atemstörungen führen kann.

Spenderorgane sind vor der Übertragung mehrere Stunden ohne Blutzufuhr, bevor sie im Körper des Empfängers wieder von Blut durchströmt werden. Unterbrochene Blutzufuhr eines Organes bezeichnen Mediziner mit Ischämie, die Wiederdurchblutung mit Reperfusion.

In hierzu durchgeführten experimentellen Studien zeigte sich eine veränderte biochemische Zusammensetzung von Surfactant und eine daraus resultierende verminderte Wirkung als oberflächenentspannende Substanz beobachtet werden. Diese Veränderungen von Surfactant sind maßgeblich an den Ischämie/Reper-



Das Original in unverwechselbarer Qualität!

Design *Le Corbusier* 1925



Helten
EINRICHTUNGEN

37073 Göttingen, Düstere Straße 15
Tel. 0551/547810, Fax 0551/5478150



fusionschäden, bedrohliche Komplikationen in der Frühphase nach Lungentransplantationen, beteiligt.

URSACHE UND WIRKUNG

Strukturelle Analysen der Feinstruktur des Surfactantsystems sind nur auf elektronenmikroskopischer Ebene möglich. Um neben der reinen Strukturbeurteilung auch quantitative Befunde zu gewinnen, haben die Wissenschaftler der Abteilung Elektromikroskopie des Zentrums Anatomie elektronenmikroskopische Bilder mit Hilfe spezieller Methoden, die einen beträchtlichen Aufwand erfordern, ausgewertet.

Bei experimentellen Lungentransplantationen lassen sich auf diese Weise neben dem Surfactantpool im Deckgewebe der Alveolen auch Aussagen über den Pool in den Typ-II-Pneumozyten treffen und es kann Surfactant aus verschiedenen Lungenbereichen beurteilt werden. Die Untersuchungen belegen eindeutig, daß die Lagerung von Lungen ohne Blutzufuhr bei vier Grad Celsius, auch über

zwölf Stunden, den intrazellulären Surfactantpool nicht verändert.

In experimentellen Transplantationen auftretende Veränderungen dieses Pools am Ende der Ischämiephase sind somit auf die medizinische Vorgeschichte des Spenders, etwa die Dauer der Intubation vor der Organentnahme, zurückzuführen. Nach Transplantationen vorkommende Abnormitäten des Surfactants in den obersten Schicht der Alveolen hingegen erachtete man bislang üblicherweise als Folgeschäden eines Ödems innerhalb der Lungenbläschen.

Die Göttinger Anatomen stellten jedoch fest, daß Lungenödeme nicht Auslöser von transplantationsbedingten Surfactantstörungen sind, sondern vielmehr die Störungen die Ödementstehung fördern. Durch das sich entwickelnde Ödem kommt es zu weiteren Störungen des Surfactantsystems und somit zu einem Circulus vitiosus.

Dr. Matthias Ochs, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Elektronenmikroskopie, konnte in seiner Disser-



Dr. Matthias Ochs, Jahrgang 1967, begann im Wintersemester 1987/88 sein Medizinstudium in Göttingen, absolvierte 1992 den ersten und 1994 den zweiten Teil der ärztlichen Prüfung. Nach seinem praktischen Jahr in den Bereichen Psychosomatik/ Psychotherapie und Chirurgie/ Innere Medizin sowie der dritten ärztlichen Prüfung erhielt er nach anschließender 18-monatiger Tätigkeit in der Abteilung Elektronenmikroskopie 1996 die Approbation als Arzt.

tation beweisen, daß die Schädigungen nicht durch die hypotherme Ischämie verursacht werden. Die Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie verlieh ihm vor wenigen Wochen für seine richtungsweisende Arbeit den Nachwuchsförderpreis 1999. hol

INTERNATIONALER FRAUENTAG IM KLINIKUM

Im Rahmen des Internationalen Frauentages wurde vom 8. bis 22. März 1999 im Klinikum die Ausstellung „Eine Fraueninitiative in Guatemala“ gezeigt. Dies erfolgte in Zusammenarbeit der Frauenbeauftragten der Medizinischen Einrichtungen, Carmen Franz, mit der Universitätsfrauenbeauftragten, Dr. Ulrike Witt, sowie dem „Verein zur Förderung der Partnerschaft mit den Mujeres Mayas e. V.“.

Die Ausstellung zeigte den soziokulturellen Hintergrund der Frauengruppe CODIMM in Guatemala und stellte die bereits begonnenen und weiter beabsichtigten Projekte im zentralen Hochland von Guatemala vor.

CODIMM (Coordinadora de Desarrollo Integral de Mujeres Mayas = Koordinationsstelle für eine integrierte Entwicklung der Maya-Frauen) hat sich zur Aufgabe gemacht, die politische, kulturelle und wirtschaftliche Rolle der Frau in der guatemaltekischen Gesellschaft zu stärken, um ihre Mitgestaltungsmöglichkeiten am Entwicklungsprozeß in Guatemala zu fördern.

Vordringliches Ziel ist die Verbesserung der Lebensbedingungen der Frauen und ihrer Familien in den ländlichen Gebieten. Der „Verein zur Förderung der Partnerschaft mit den Mujeres Mayas e.V.“ wurde Ende 1997 in Göttingen gegründet und sieht seine Aufgabe darin, die Frauenorganisation CODIMM in Guatemala von Deutschland aus in ihrer Arbeit zu

unterstützen. Hierbei greift der Verein konkrete Anfragen der Mujeres Mayas auf und hilft bei der Umsetzung. Zur Zeit wird unter anderem am Aufbau eines mobilen medizinischen Versorgungssystems gearbeitet und eine Schule mit finanziellen Mitteln unterstützt.

Auf Betreiben des Vereins wurde im Frühjahr 1998 eine Partnerschaft des Landkreises Göttingen mit CODIMM etabliert. Der Verein hofft, dass die Partnerschaft für die Mitarbeiterinnen von CODIMM einen gewissen Schutz vor Verfolgung bietet.

Ein erstes gemeinsames Projekt ist die Ausstattung eines Ambulanzwagens, um in den weit verstreuten Dörfern die medizinische Versorgung zu gewährleisten. Ein Göttinger Arzt wird dort zunächst für ein Jahr arbeiten. Der Klinikumsvorstand hat sich dafür ausgesprochen im Rahmen seiner Möglichkeiten das Projekt zu unterstützen.

Wie der kommissarische Verwaltungsdirektor des Klinikums, Hans-Ulrich Grosse, mitteilte, wurde schon eine erste Medikamentensammlung zusammengestellt.

Informationen über den Verein zur Förderung der Partnerschaft mit den Mujeres Mayas e.V. unter Telefon 0551 / 75757.

Angela Friedrichs, Frauenbüro der Medizinischen Einrichtungen

Es gibt
Unterschiede, die
entscheidend sind



KÖHLER

Klavierbau

Service & Verkauf
Königsallee 44, 37081 Göttingen
Telefon (05 51) 6 76 36



KLEINE LEUTE, GANZ GROSS(E)



Riesenbackfisch „Dora“, Deutschlands größte jugendliche Riesin, ca. 1909

Der jährliche Kongreß der Deutschen Osteologischen Gesellschaft in diesem Jahr im Göttinger Universitätsklinikum statt. Diese Gesellschaft beschäftigt sich mit der Erforschung von Knochenkrankheiten; denn die Anzahl an Menschen mit kranken Knochen nimmt immer weiter zu: allein in der Bundesrepublik schätzt man zwischen 6-8 Millionen Osteoporosepatienten. Osteoporose ist eine krankhafte Schwächung der Knochen. Das feste Knochengewebe schwindet, die Markräume nehmen zu – der Knochen verliert an Festigkeit.

Mehrere hundert Wissenschaftler nahmen an dem Kongreß teil, über 140 Vorträge und Poster waren im Angebot.

Einen Einblick aus medizinisch-historischer Sicht bot eine besondere Ausstellung, die im Rahmen der Tagung im Spiegelsaal des Klinikums gezeigt wurde: Prof. Alfred Enderle, Oberarzt in der Orthopädischen Klinik der Universität, hatte in jahrelanger Kleinarbeit Postkarten gesammelt, auf den Menschen mit abnormalen Knochenwuchs (Riesenwuchs, bzw. krankhafter Kleinwuchs) zu sehen sind. Die meisten der Photopostkarten stammen aus der Zeit um die Jahrhundertwende.

Im Schaustellergewerbe dieser Zeit war es gang und gäbe, Menschen mit unnormalen Wuchs zu präsentieren: als Musikanten in einer Musikkapelle, als

Akrobaten, Gaukler, Clowns oder schlicht zum bestaunen ob ihrer (fehlenden) Größe.

Rund 1200 Bildpostkarten hat Prof. Enderle gesammelt. Und wie es sich für einen Mediziner gehört, geht die Ausstellung über das bloße Präsentieren hinaus – zu jeder Karte findet sich eine Diagno-



Hypophysärer Kleinwuchs im Showbiz: Gerdi und Pippin

se, unter welcher Art von Knochenkrankheit der/die Betreffende litt.

In der Zeitschrift „Osteologie – Interdisziplinäre Zeitschrift für Knochen und Gelenke“ sind einige der Postkarten kommentiert abgedruckt. Einleitende Artikel erläutern auch Laien die Thematik verständlich. fra

OSTEOLOGIE – Band 8, 1999, Supplement II, ISSN 1019-1291, Verlag Hans Huber



Der Riese Antonin maß 2,25 Meter

Alle Abbildungen: Katalog

KUNST
WÄSCHT DEN STAUB DES ALLTAGS
VON DER SEELE



NOTTBOHM
GALERIE · KUNSTHAUS
KURZE GEISMARSTRASSE 31-33
G Ö T T I N G E N

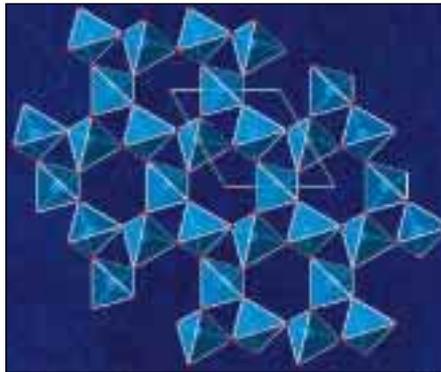


KRISTALLE UNTER WECHSELNDEM Stress!!!

von Holger Gibhardt und Götz Eckold

Seit 1996 besteht am Institut für Physikalische Chemie die Arbeitsgruppe um Prof. Götz Eckold, die sich mit dem Studium fester Körper beschäftigt. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf den Reaktionen von Festkörpern, wenn sie äußeren Störungen ausgesetzt werden. Durch die Beobachtung und Analyse der zeitlichen Entwicklung während der Störungen können Erkenntnisse über die Wechselwirkungen zwischen den Atomen im Festkörper gewonnen werden und zur Optimierung von Materialeigenschaften unerläßliche Informationen liefern. Als neuartige Untersuchungsmethode wird dabei in erster Linie die zeitaufgelöste, stroboskopische Neutronenstreuung verwendet. Daneben kommen aber auch weitere Beugungsmethoden wie Röntgen- oder γ -Diffraktion zum Einsatz.

Eine interessante Substanzgruppe bilden Stoffe mit sogenannten modulierten Phasen, bei denen die strukturelle Vielfalt fester Körper unmittelbar zum Ausdruck kommt. Ein Beispiel dafür ist Quarz, eines der wichtigsten Minerale und zugleich ein technologisch bedeutender Werkstoff. Über dessen strukturelle Eigenschaften gibt dieser Artikel einen kurzen Einblick. Die Ergebnisse stammen aus der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Dissertation von Holger Gibhardt „Kinetik der druckinduzierten Phasenumwandlung in Quarz“ (Göttingen 1998). Im Rahmen



dieser Arbeit wurden das erste Mal mit Hilfe der zeitaufgelösten Neutronenstreuung Untersuchungen zur Umwandlungskinetik von Quarz durchgeführt.

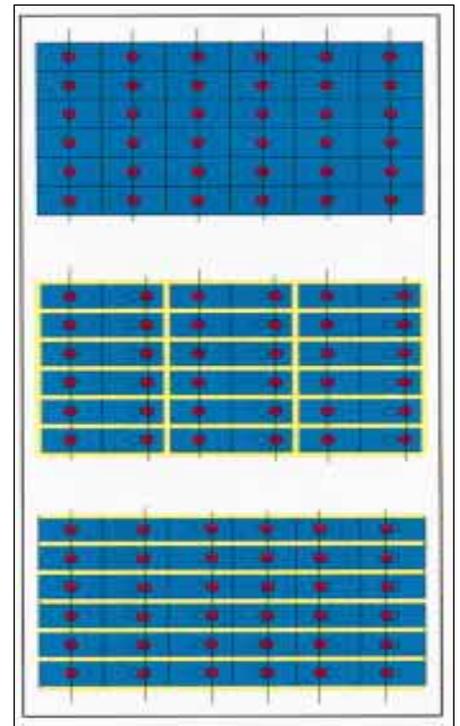
Quarz hat wegen seiner piezoelektrischen Eigenschaften viele technische Anwendungen (z.B. als Taktgeber in Computern) gefunden. Als Piezoelektrizität bezeichnet man die Fähigkeit, durch Anlegen einer elektrischen Spannung die Länge eines Kristalls zu verändern. Das wird durch eine bestimmte Anordnung von Atomen innerhalb einer Elementarzelle möglich. Ähnlich wie Steine in einer Mauer sind Elementarzellen die kleinsten Baueinheiten, aus denen Kristalle aufgebaut sind. Sie bestimmen die Eigenschaften der Kristalle. Das nächste Bild zeigt den Aufbau von Quarz mit einer rautenförmigen Elementarzelle. Je-

des Silizium-Atom ist von vier Sauerstoffatomen umgeben, so daß sich verkettete Tetraeder ergeben.

Bei 573 °C findet eine Umordnung der Atome statt und damit verschwindet die Piezoelektrizität. Man spricht wegen der unterschiedlichen Atomanordnungen von einer Phasenumwandlung. Die Umwandlung von der Tieftemperatur-(α)-Phase in die Hochtemperatur-(β)-Phase wurde bereits vor mehr als 100 Jahren von LECHATelier¹ entdeckt.

Ende der 70er Jahre rückte das Mineral erneut in den Mittelpunkt des wissenschaftlichen Interesses, als zwischen der α - und der β -Phase eine neue modulierte Phase entdeckt wurde.

Die nächste Abbildung erläutert den Begriff der modulierten Struktur.



Der obere Teil der Abbildung zeigt einen Kristallausschnitt mit einer normalen Phase. Jede Elementarzelle enthält nur ein einzelnes Atom (rote Punkte). Diese Grundstruktur liefert in Röntgen- oder Neutronenbeugungsexperimenten sogenannte Haupt-

¹ H. LeChatelier (1889) Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences (Paris) **108**, 1049



Prof. Dr. Götz Eckold (links) und Dr. Holger Gibhardt am Versuchsaufbau



strukturreflexe. Im mittleren Teil wurde jedes zweite Atom um einen gleichen geringen Betrag nach rechts verschoben. Der Kristall wird nun aus den gelb umrandeten, größeren Zellen aufgebaut. Es entsteht eine neue sogenannte Überstruktur, die in Beugungsexperimenten durch zusätzliche Überstrukturreflexe sichtbar ist.

Das untere Teilbild zeigt eine Modulation, in der alle Atome einer Zelle unterschiedlich stark aus der ursprünglichen Lage ausgelenkt sind. Es gibt nun streng genommen keine Elementarzellen mehr. Derartige Strukturen bezeichnet man als inkommensurabel. Solche Phasen kann man sich so vorstellen, indem man der zugrunde liegenden periodischen Grundstruktur eine Auslenkungswelle (ähnlich einer Wasserwelle) überlagert. Da die Auslenkungen klein sind, bleiben die Hauptstrukturreflexe der ursprünglichen Grundstruktur erhalten und man beobachtet die inkommensurable Phase durch zusätzliche sogenannte Satellitenreflexe.

Die Verschiebungen der Atome in den Elementarzellen werden häufig durch Sinus-Funktionen dargestellt. Deren Argument enthält den Wellenvektor q , der mit der Wellenlänge λ der Modulation durch $2\pi/\lambda$ zusammenhängt.

In vielen Fällen beobachtet man, daß sich die modulierte Struktur kontinuierlich mit der Temperatur ändert. In Quarz z. B. wandelt sich die (β -Phase bei der Temperatur $T_i = 575^\circ\text{C}$ in die inkommensurable Phase mit einer ungewöhnlich großen Modulationswellenlänge von etwa 15nm um. Mit abnehmender Temperatur wird die Wellenlänge noch größer, bevor die modulierte Struktur bei $T_c = 573^\circ\text{C}$ in die (α -Phase übergeht.

Inkommensurable Phasen können dann entstehen, wenn es über viele Atomabstände hinweg unterschiedliche, konkurrierende Wechselwirkungen gibt, die gewöhnlich in einem empfindlichen Gleichgewicht miteinander stehen. Offenbar spürt ein Atom die Auslenkung eines anderen Atoms sogar dann noch, wenn sich zwischen beiden mehr als 100 andere Teilchen befinden.

Die langreichweitigen Kräfte im Quarz stammen u.a. von inneren Verzerrungsfeldern. Die Phasenumwandlung wird durch eine kollektive Schwingung des gesamten Kristallgitters ausgelöst, bei der alle Tetraeder bis zu 1000 Milliarden mal als ganze Objekte hin und her kippen und dabei den Kristall verzerren. Wegen dieser Verzerrung läßt sich die inkommensurable Phase auch von außen durch Anwendung uniaxialen Druckes beeinflussen.

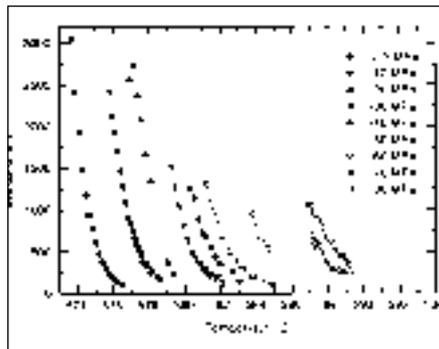
Experimentelle Untersuchungen über die Umwandlungsmechanismen gibt es nur wenige, obwohl theoretische Modellvorstellungen von JANOVEC² und

KAWASAKI³ schon 1983 aufgestellt wurden; auf die Details kann hier nicht eingegangen werden. Nach diesen Modellen können die Strukturänderungen nur erfolgen, wenn strukturelle Defekte entstehen. Diese bilden sich z. B. bei Temperaturänderungen. Durch den Abbau der Defekte wird die Strukturänderung vollzogen („Relaxation“).

Für die Druck-Experimente wurde ein spezieller Ofen entwickelt, in dem man die Probe bei hohen Temperaturen und Hochvakuum uniaxialem Druck (mit Kräften bis zu 40 N – entsprechend 4000 kg bzw. 100 MPa) aussetzen kann. Die Besonderheit der Apparatur liegt in der Möglichkeit, die Drücke zeitlich zu variieren. Die auftretenden Strukturänderungen werden zeitabhängig gemessen. Es wurden Lastwechsel von 25 MPa mit einer Wiederholzeit von 20 s angewendet. Jeweils für 10 s wurde der Druck ein- und ausgeschaltet. Die Zeitauflösung betrug 200 ms.

Die auftretenden mechanischen Kräfte müssen von einem großen stabilen Gegenlager aufgefangen werden. Aus diesem Grund wurde die inkommensurable Phase mit Hilfe der (stroboskopischen) Neutronenbeugung untersucht, da die Neutronen im Gegensatz zu Röntgenstrahlung auch massive Materie leicht durchdringen können. Das Bild auf Seite 10 oben rechts zeigt den Druckofen am Drei-Achsen-Spektrometer UNIDAS im Forschungsreaktor FRJ-2 (Jülich). Die Ziffern entsprechen folgenden Komponenten: (1) Probenkammer mit Kühlschlangen, (2) Motor, (3) Linearverschiebeeinheit, (4) Druckmeßdose und Gegenlager, (5) Vakuumpumpe, (6) Untergestell, (7) Probentisch UNIDAS, (8) Neutronenanalysator des UNIDAS.

Das nächste Bild (unten) zeigt, wie sich die Intensitäten der Satellitenreflexe bei unterschiedlichen statischen Drücken mit der Temperatur verändern.



Daraus läßt sich ein Phasendiagramm, in dem die Stabilitätsbereiche der einzelnen Phasen als Funktion von Druck und Temperatur dargestellt werden, bilden:

² V. Janovec (1983) Physics Letters **99A**(8), 384

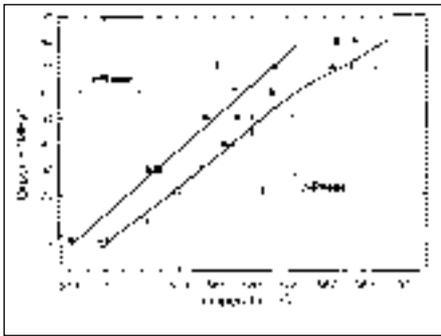
³ K. Kawasaki (1983) J. Phys. C: Solid State Physics **16**, 6911

**Geht nicht,
machen
wir nicht,
können
wir nicht:
Gibt's nicht.**

Manchmal helfen keine Standardlösungen. Wenn man geschäftlich unterwegs ist, gibt es Situationen, in denen Unmögliches möglich gemacht werden muß. Dann kommt es auf perfekte Planung und professionelle Betreuung an. Deshalb bietet Ihnen **FIRST BUSINESS TRAVEL INTERNATIONAL** ein komplettes Full-Service-Paket für Ihr Geschäftsreisemanagement. Und dazu profitieren Sie von spezialisierten Mitarbeitern, die Ihnen auch dort weiterhelfen, wo sonst oft gar nichts mehr geht. Weltweit, bundesweit und unweit in Ihrer Nähe.

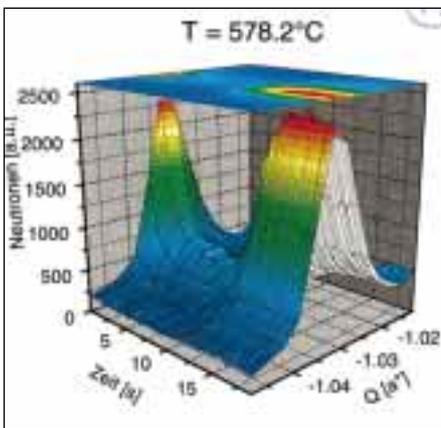
**FIRST
BUSINESS
TRAVEL**
INTERNATIONAL

Alexander + Minke GmbH
Posthof 4 · 37081 Göttingen
Telefon 05 51 / 505 55 10
Telefax 05 51 / 505 55 77
Geöffnet 8.00 – 18.00 Uhr

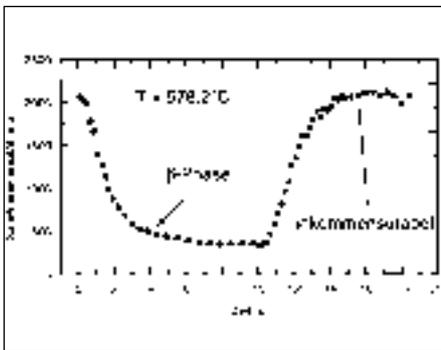


Durch Druck werden also die Phasenumwandlungen zu höheren Temperaturen verschoben. Die Verschiebung beträgt 1.8 K pro 10 MPa. Dieses Diagramm bildet zugleich die Referenz für die zeitaufgelösten Messungen.

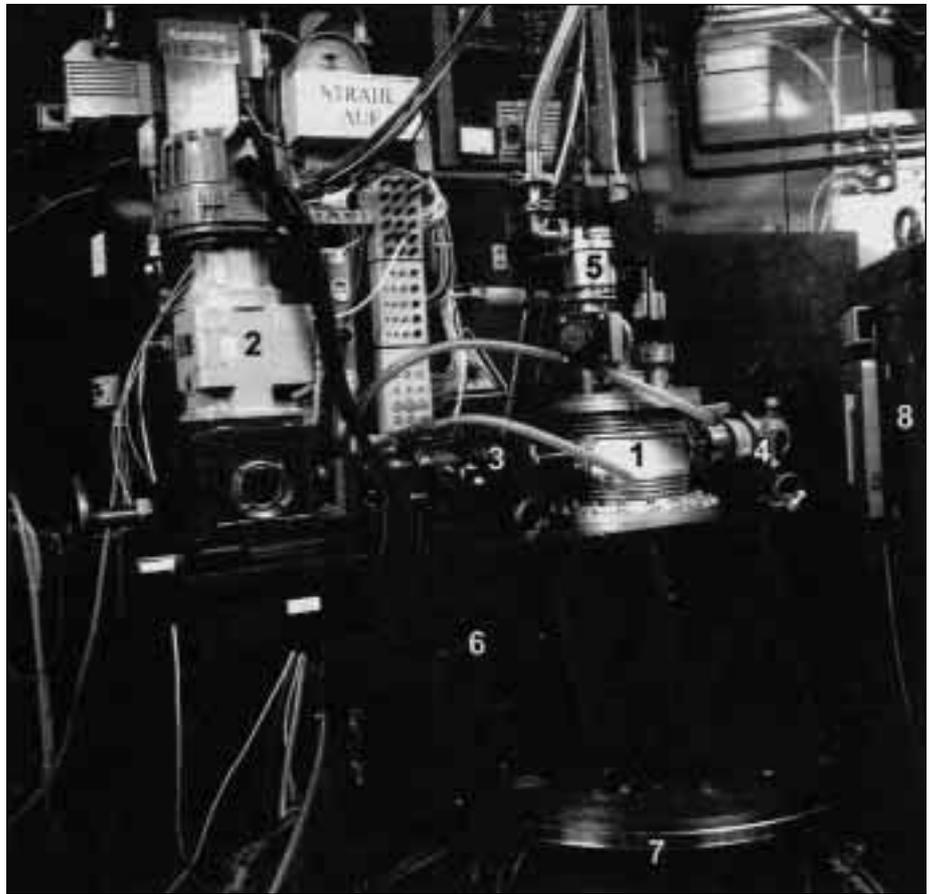
Das nächste Bild zeigt ein mit der neuen Meßmethode gemessenes Beugungsdiagramm, in dem die zeitliche Entwicklung der Satelliten bei konstanter Temperatur und variierendem Druck während der Umwandlung von der Hoch- in die inkommensurable Phase zu sehen ist:



Eine genauere Analyse der Zeitabhängigkeit ergibt folgendes Bild:

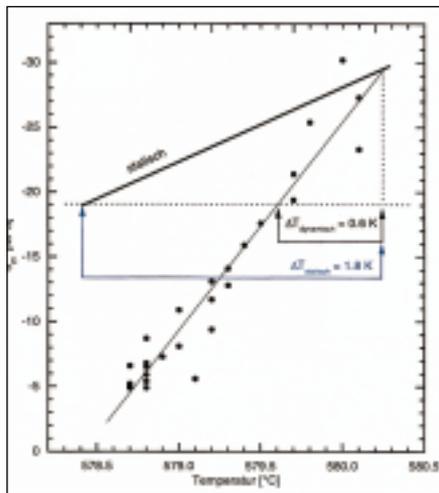


Bei dem Übergang von der inkommensurablen in die β -Phase folgt die Satellitenintensität (schwarze Punkte) unmittelbar dem Druck (Linie), während im umgekehrten Fall der Satellit nur verzögert entsteht. Offensichtlich ist es wesentlich einfacher, etwas zu zerstören, als aufzubauen. Es dauert etwa 0.8 s, die komplizierte Ordnung im gesamten Kristall einzubauen. Und das, obwohl man aufgrund der hochfrequenten Gitter-



schwingung eigentlich eine schnellere Informationsübertragung von Atom zu Atom erwarten würde.

Ein weiteres neues überraschendes Ergebnis ist, daß der Kristall trotz Druckentlastung verspannt bleibt, wie das dynamische Phasendiagramm zeigt:



Im Vergleich zu den statischen Messungen verschiebt sich bei einer Druckänderung von 10 MPa die Phasenumwandlung unter dynamischen Bedingungen nur noch um 0.6 °C. Demnach ist der Kristall nicht vollständig entlastet. Die Ursache für die bleibenden Verspannungen sind die oben erwähnten strukturellen Defekte, die in der kurzen Zeit nicht relaxieren können. Wie es jeder Mensch aus eigener

Erfahrung kennt, läßt die wiederkehrende Störung dem Kristall keine Zeit, seine Wunden auszuheilen. Er bleibt ständig unter Stress und kann sich weder erholen noch entspannen.

Der Einfluß äußerer Beanspruchungen auf die Eigenschaften von Kristallen und Werkstoffen wird in der Arbeitsgruppe am IPC auch an anderen Systemen untersucht. So sind z.B. zeitaufgelöste Experimente unter hohen elektrischen Wechselfeldern Thema eines Projektes im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 345 „Festkörper weit weg vom Gleichgewicht“.



Das war 1830
Pflanzbucher 1830