

MULTITALENT

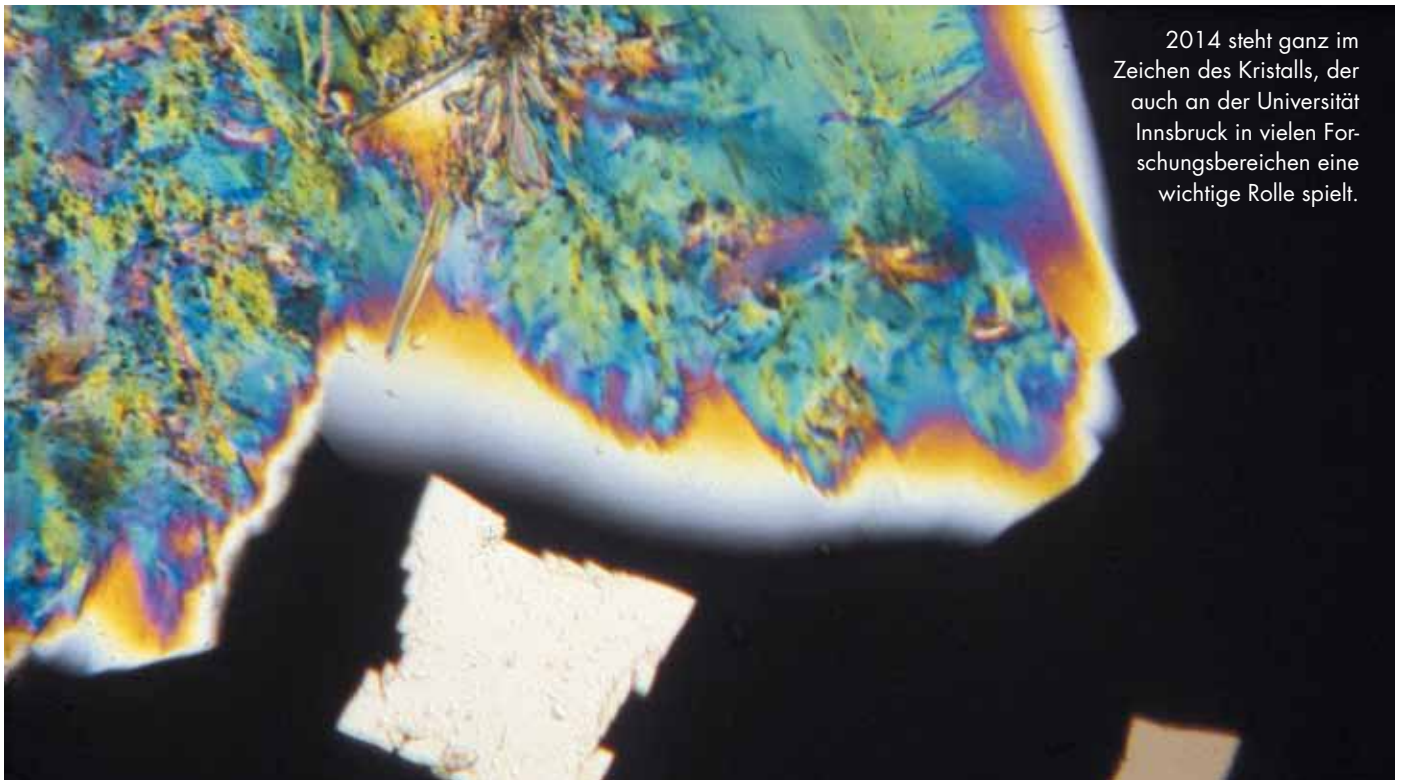
98 Prozent der festen Materie unseres Planeten bestehen aus Kristallen, doch ist die häufigste Erscheinungsform von Festkörpern in der öffentlichen Wahrnehmung kaum präsent.

Dass ausgerechnet das Jahr 2014 von den Vereinten Nationen zum Internationalen Jahr der Kristallografie ernannt wurde, ist kein Zufall: Vor genau 100 Jahren erhielt Max von Laue den Physik-Nobelpreis für seine Entdeckung, dass Röntgenstrahlen an Kristallen gebeugt werden können. Die daraus resultierenden Beugungsmuster ermöglichen Rückschlüsse auf die Anordnung der Atome in festen Körpern und damit auch auf deren Kristallstruktur.

ALLGEGENWÄRTIGE KRISTALLE

„Viele Menschen assoziieren mit Kristallen in erster Linie natürliche Edelsteine – eine besonders spektakuläre Erscheinungsform der Kristalle“, sagt der Mineraloge Prof. Volker Kahlenberg vom Institut für Mineralogie und Petrografie. „Man muss aber bedenken, dass die überwiegende

Zahl aller Gesteine unseres Planeten aus Kristallen besteht, aber nicht immer sind sie mit freiem Auge sichtbar.“ Auch in der Industrie spielen kristalline Verbindungen eine wichtige Rolle: Keramische Werkstoffe wie z.B. Porzellan, Zemente, viele pharmazeutische Produkte, Silizium für die Mikrochips sowie Stähle und andere wichtige Legierungen bestehen aus Kristallen. Ferner können hochkomplexe organische Moleküle wie Proteine und sogar Viren zur Aufklärung ihrer Struktur kristallisiert werden. Darüber hinaus sind viele Gebrauchsgüter des täglichen Lebens wie Kochsalz oder Zucker kristallin. Im menschlichen Körper spielen Kristalle ebenso eine zentrale Rolle: „Wesentliche Komponenten unseres Skeletts – nämlich Zähne und Knochen – bestehen aus kleinen miteinander verwachsenen Kristallen“, erklärt Kahlenberg. Da die kristalline Zusammen-



2014 steht ganz im Zeichen des Kristalls, der auch an der Universität Innsbruck in vielen Forschungsbereichen eine wichtige Rolle spielt.

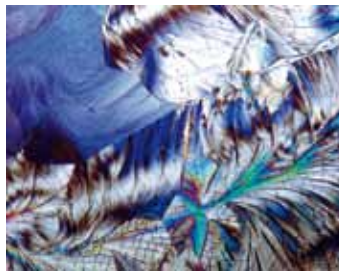
setzung von Materialien so allgegenwärtig ist, ist es nicht weiter verwunderlich, dass Kristallografie in Forschung und Entwicklung eine wichtige Rolle spielt: „Kristallografie ist stark interdisziplinär und unterstützt wichtige Bereiche in Wissenschaft und Technik“, sagt Kahlenberg.

Kristalle stehen auch an der Uni Innsbruck im Fokus der Forschungsarbeiten verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen wie Chemie, Pharmazie, Molekularbiologie oder Physik. Die Arbeitsgruppe für angewandte Mineralogie und Kristallografie betreibt nicht nur Grundlagenforschung, sondern arbeitet auch an konkreten Fragestellungen bzw. Forschungszielen in Kooperation mit Unternehmen wie Sandoz, Tyrolit, Steka und Swarovski. „Hier geht es insbesondere um die Entwicklung und Charakterisierung von neuen oder die Adaptierung von bereits bestehenden Werkstoffen, die die spezifischen Produktvorgaben der Unternehmen erfüllen sollen“, so Kahlenberg.

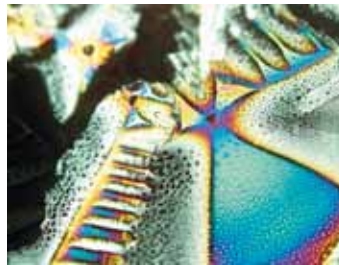
In der Grundlagenforschung widmet sich die Arbeitsgruppe vor allem den Aspekten Druck und Temperatur. „Uns interessiert, was mit einzelnen Kristallen oder auch polykristallinen Verbindungen geschieht, wenn sie sehr hohen oder tiefen Temperaturen ausgesetzt werden“, schildert Kahlenberg. Er betont die Wichtigkeit dieser Untersuchungen besonders für die Beschreibung des Verhaltens von keramischen Werkstoffen, Bindemitteln oder Schlacken.

WANDELBARE KRISTALLE

Arzneimittel bestehen meist aus kristallinen Stoffen, die unter bestimmten Bedingungen unterschiedlichste Formen annehmen können. Pharmazeuten um Prof. Ulrich Griesser vom Institut für Pharmazie sind dieser „Verwandlungskunst“ seit vielen Jahren auf der Spur. Ein und derselbe Stoff kann bei gleichbleibenden chemischen Bausteinen unterschiedliche Festzustände und somit verschiedene Kristallformen ausbilden. Dieses als Polymorphie bezeichnete Phänomen stellt die Wissenschaft vor große Herausforderungen und ist gerade in der Herstellung von Arzneistoffen von Relevanz. „Wir wissen heute, dass mehr als die Hälfte aller uns in der Pharmazie bekannten Wirkstoffe in mehreren Kristallformen auftreten können. Diese verschiedenen Erscheinungsformen müssen in der Entwicklung von Arzneistoffen sehr genau berücksichtigt werden, da sie Einfluss auf die Eigenschaften und Wirksamkeit der Arzneien nehmen können“, erklärt Griesser. Die Herstellung von Medikamenten umfasst daher viel mehr als nur die Beschreibung der chemischen Zusammensetzung der Substanz und ihrer Wirkung im Körper.




Die Aufnahme zeigt zwei Kristallisationsformen von Barbitone, einem Schlafmittel, das vor über 100 Jahren unter dem Namen Veronal auf den Markt kam. Die mikroskopische Aufnahme mit polarisiertem Licht hat Neslihan Zencirci angefertigt. Die Substanz wurde dazu in einer Dimethylformamid-Lösung unkristallisiert, über dem Schmelzpunkt aufgeheizt und rasch abgeschreckt.

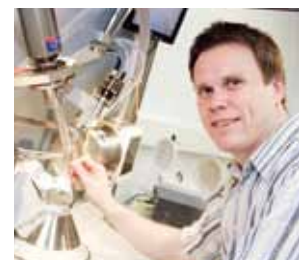


Diese von Doris Braun angefertigte Aufnahme zeigt die Kristallisation einer der heute am häufigsten eingesetzten Antioxydanzien. Das unter der Bezeichnung E 321 in Lebensmitteln, aber auch in Kosmetika und Verpackungen eingesetzte Butylhydroxytoluol (BHT) verhindert Oxidationsprozesse und hemmt so Veränderungen der Produkte durch den Sauerstoff in der Luft.

Je nach Kristallstruktur weisen die Wirkstoffe verschiedene Festkörpereigenschaften auf, die sich bei unterschiedlichen Feuchte-, Temperatur- oder Druckbedingungen verändern können. „Manche Formen lassen sich beispielsweise besonders gut oder besonders schlecht in Wasser lösen, andere wiederum ändern ihre Kristallstruktur, wenn sie vermahlen werden oder großen Kompressionen ausgesetzt sind“, nennt Griesser einige Beispiele. Polymorphe Veränderungen können somit zu großen Problemen in einzelnen Produktionsschritten der Arzneien führen. „Denn unter Umständen nehmen die Stoffe im Zuge verschiedener Vorgänge im Herstellungsprozess neue Kristallformen an und haben nicht mehr die gewünschte oder im Extremfall gar keine Wirkung mehr“, sagt der Pharmazeut.

Bis heute ist es kaum möglich vorherzusehen, welche und wie viele kristalline Strukturen eine chemische Verbindung hervorbringen kann. „Polymorphie bringt die Naturwissenschaft im Moment noch an ihre Grenzen, computerunterstützt können wir mittlerweile bei weniger komplexen Molekülen schon Vorhersagen treffen“, sagt Griesser. Er verweist auf Erfolge der Hertha-Firnberg-Stipendiatin Dr. Doris Braun und auf ein am Innsbrucker Institut für Pharmazie von Dr. Thomas Gelbrich entwickeltes Computerprogramm, das eine erweiterte Auswertung von experimentell gewonnenen Strukturdaten möglich macht und die Optimierung der Prognose von Kristallstrukturen unterstützt. Damit erhoffen sich die Forscherinnen und Forscher, aus Struktureigenschaften Rückschlüsse auf allgemeingültige Baumechanismen in Kristallen ziehen zu können. mb 

ZUR PERSON



Volker Kahlenberg (geb. in Wiesbaden) studierte Physik und Mineralogie an der Universität Mainz (Diplom 1991, Doktorat 1995) und habilitierte sich 2002 an der Universität Bremen. In Bremen war er seit 1996 als wissenschaftlicher Assistent im Fachbereich Geowissenschaften tätig. In Innsbruck lehrt und forscht er seit 2003 als Universitätsprofessor für Angewandte Mineralogie.