



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

Österreichische UNESCO-Kommission
Austrian Commission for UNESCO



naturhistorisches
museum wien

2014

international year of
crystallography



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization



International
Union of
Crystallography

Partners for the International Year of Crystallography 2014

INTERNATIONAL YEAR OF CRYSTALLOGRAPHY 2014

Loperamide crystals. Credit: Annie Cavanagh and David McCarthy, Wellcome Images (wellcomeimages.org).

Kristalle finden sich überall in der Natur:

Sie sind als Mineral wie Quarz Bestandteile von Gesteinen; besonders begehrte Kristalle sind Edelsteine; jeder kennt Kristalle in Form von Schneeflocken, Eis oder Salz auf unserem Esstisch.

Der regelmäßige atomare Aufbau von Kristallen ist für viele physikalische Eigenschaften verantwortlich. Daraus leiten sich wichtige Erkenntnisse für die Chemie, Physik, Biologie und auch die Medizin, sowie die Material- und Rohstoffkunde ab.

Um auf die Errungenschaften der Kristallographie für den wissenschaftlichen Fortschritt und ihren Beitrag zum Wohlstand der Menschheit aufmerksam zu machen, haben die Vereinten Nationen das Jahr 2014 zum Internationalen Jahr der Kristallographie ausgerufen.

www.iycr2014.org

Das Naturhistorische Museum Wien bietet Veranstaltungen an, die auf Schulklassen aller Altersstufen abgestimmt sind.

**[www.nhm-wien.ac.at / ausstellung /
angebote_fur_schulen__kindergarten](http://www.nhm-wien.ac.at/ausstellung/angebote_fur_schulen__kindergarten)**

Was ist Kristallographie?

Kristallographie ist die **Wissenschaft von kristalliner Materie**, dem atomaren Aufbau, der Symmetrie, der Entstehung oder künstlichen Herstellung sowie der Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten von Kristallen. Sie ist ein Teilgebiet der Mineralogie, der Lehre von Mineralien.

Seit der Antike waren die Gelehrten fasziniert von der **Schönheit der Kristalle**, ihrer symmetrischen Form und Farbvielfalt. Bis zur Entdeckung der Röntgenstrahlen konnten Kristalle nur mit Hilfe der Geometrie und der Chemie untersucht werden. Die Geburtsstunde der modernen Kristallographie ist mit der Entdeckung des deutschen Physikers Max von Laue von 1914 verbunden, dass **Röntgenstrahlen** Kristalle durchdringen und dabei mit ihnen in Wechselwirkung treten. Röntgenstrahlen werden an bestimmten Richtungen im Kristall gebeugt. In weiterer Folge wurden Röntgenstrahlen dazu eingesetzt, die Atompositionen innerhalb eines Kristalls genau zu bestimmen und seine dreidimensionale Struktur zu entschlüsseln. Diese Entdeckung hat sehr viel zur modernen Entwicklung aller Naturwissenschaften beigetragen. Mit dieser Methode konnte man nicht nur die Strukturen von anorganischen Kristallen, sondern auch die Struktur einer Reihe von biologischen Molekülen, wie z.B. Cholesterin, Penicillin, Vitamin B12, Insulin, Proteinen und Nukleinsäuren lösen. Einer der größten Meilensteine des zwanzigsten Jahrhunderts war die Bestimmung der **Kristallstruktur der DNS**. Die Entdeckung der „Doppelhelix“ der DNA ebnete den Weg zur Makromolekül- und Proteinkristallographie, heute essentielle Werkzeuge in der Biologie und Medizin.

KristallographInnen studieren nicht nur die Struktur von Materialien, sondern lernen dieses Wissen auch anzuwenden, um eine bestimmte Struktur so zu verändern, dass das neue Material die gewünschten Eigenschaften erhält. In der Entwicklung fast aller neuen Materialien – etwa für **Displays von Mobiltelefonen und iPads** bis zu modernen Solarzellen – werden die Erkenntnisse der Kristallographie angewendet. Moderne Methoden der Kristallzüchtung haben große Einkristalle hoher Qualität verschiedener Substanzen verfügbar gemacht, die aus vielen Bereichen der Technologie heute nicht mehr wegzudenken sind. Dazu gehören unter anderem die Materialien für die Halbleiter- und Ultraschalltechnik, als auch der **Einsatz als Laser, Speicher oder Magnet**.

Kristallographie in der Pharmazie

Enorme Wachstumsraten verzeichnete in den letzten beiden Jahrzehnten die Biokristallographie bei der **Strukturanalyse biologisch relevanter Makromoleküle** (Viren, Proteine etc.) und beim **Design neuer Medikamente**.

Die Entwicklung solcher Wirkstoffe ist in starkem Maße vom Gebrauch der Kristallographie abhängig. Ein pharmazeutisches Unternehmen, das auf der Suche nach einem neuen Wirkstoff gegen ein spezifisches Bakterium oder einen Virus ist, muss zunächst ein kleines Molekül finden, das in der Lage ist, die aktiven Proteine (Enzyme) zu blockieren, die beim Befall der menschlichen Zellen involviert sind. Das Wissen um die genaue Form des Proteins ermöglicht den WissenschaftlerInnen, eine wirksame Substanz zu entwickeln, die sich an das aktive Zentrum des Proteins heftet und damit seine **schädliche Wirkung aufhebt**. Kristallographie ist auch notwendig um verschiedene feste Modifikationen eines Wirkstoffs voneinander zu unterscheiden, da sich ihre Löslichkeit unter Umständen unterscheiden und somit die Effektivität beeinflusst werden kann. Dies ist von hoher Bedeutung für die Generika produzierende pharmazeutische Industrie in Asien und Afrika, insbesondere dort, wo **AIDS-Medikamente** unter Zwangslizenzen produziert werden, um sie auch den ärmsten Menschen zugänglich machen zu können.

Kristallographie und Mineralogie

Praktisch alles, was wir über Gesteine, geologische Formationen und die Entwicklung der Erde wissen, basiert auf der Kenntnis der Kristalle und Mineralien. Das daraus gewonnene Wissen ist unerlässlich für die gesamte **Rohstoffgewinnung**, den Bergbau und alle anderen damit verbundenen Industriebereiche, wie etwa die Wasser-, Erdöl- und Erdgas- oder auch die Erdwärme-Industrie aber auch für das **Recycling** wertvoller Materialien.

Kristallographie in der Bekleidungsindustrie

Neue Materialien spielen eine Rolle in der Entwicklung von sogenannter **„smarter Kleidung“**. Diese könnte sowohl luftdurchlässig als auch wärmend sein – je nach dem, ob der oder die TrägerIn schwitzt oder friert. Die Innenseiten der Kleidung könnten mit **Sensoren** zur Überwachung der Körpertemperatur, der Atemfrequenz und des Herzschlages ausgestattet werden, welche die ermittelten Daten zum Handy des Trägers senden. Die Außenseiten könnten dagegen zur Detektion von giftigen Gasen, **schädlichen Bakterien** oder **extremer Hitze** dienen. Die Eigenschaften, die man zur Entwicklung solcher neuen Materialien benötigt, können von KristallographInnen bestimmt werden.

Kristallographie und Schokolade

Kakaobutter, die wichtigste Zutat von Schokolade, kristallisiert in sechs verschiedenen Formen. Jedoch schmilzt nur eine davon angenehm im Mund und hat den **Oberflächenglanz und die Knackigkeit**, die sie so schmackhaft macht. Diese „köstliche“ Kristallform ist jedoch nicht sehr stabil. Sie tendiert dazu, sich in eine stabilere Form umzuwandeln, die eine trübere Oberfläche und weichere Konsistenz aufweist. Die Schokolade schmilzt sehr viel langsamer im Mund und schmeckt dann grobkörnig und sandig. Glücklicherweise verläuft diese Umwandlung bei Zimmertemperatur sehr langsam. Wenn man Schokolade stark unterkühlt kann man beobachten, dass sich ein fleckiger, gräulicher Schleier aus Kakaobutterkristallen gebildet hat. SchokoladenherstellerInnen müssen daher ausgefeilte **Kristallisationsprozesse** anwenden, um die ansehnliche und wohlschmeckende Kristallform zu erhalten.

Herausforderungen

Im Jahr 2000 hat die internationale Staatengemeinschaft acht Millenniums-Entwicklungsziele beschlossen, die bis 2015 erreicht werden sollen. Dazu zählt die Bekämpfung von extremer Armut und Hunger, Grundschulbildung für alle Kinder, die Gleichstellung der Geschlechter, die Verbesserung der Gesundheit von Müttern und Kindern, die Bekämpfung von HIV/AIDS und anderen Krankheiten, ökologische Nachhaltigkeit und eine Entwicklungspartnerschaft zwischen armen und reichen Ländern. Derzeit wird auch an neuen Zielsetzungen für die Zeit nach 2015 gearbeitet.

- Mit Hilfe der Kristallographie können viele dieser globalen Herausforderungen vorangetrieben werden:
- ◆ Die Nachfrage nach Lebensmitteln wird sich bis 2050 um 70% erhöhen, was eine enorme Herausforderung für die Landwirtschaft darstellt. Kristallographie kann bei der Untersuchung von versalzten Böden und der **Entwicklung von Nutzpflanzen**, die gegen salzige Umgebungen beständiger sind, eingesetzt werden. Auch zur **Heilung von Tier- und Pflanzenkrankheiten** wie etwa Tomatenfäule oder Vogel- und Schweinegrippe kann sie beitragen.
 - ◆ Darüber hinaus sind kristallographische Studien an Bakterien auch für die **Produktion von Nahrungsmitteln** aus Milch, Fleisch, Gemüse und anderen Pflanzen wichtig.
 - ◆ Kristallographie kann auch für die **Verbesserung von Wasserqualität** verwendet werden, indem sie zum Beispiel neue Materialien identifiziert, die Wasser einfach und kostengünstig reinigen können. Solche Erfindungen sind vor allem für ärmere Länder entscheidend, in denen Frischwasser Mangelware ist.
 - ◆ Mit Hilfe der Kristallographie können weiters neue Produkte entwickelt werden, die den **Energieverbrauch** von Häusern sowie die Kosten von Solarzellen, Windrädern und Batterien reduzieren und sie gleichzeitig effizienter werden lassen.
 - ◆ Auch im Gesundheitsbereich wird die Kristallographie benötigt, um beispielsweise die zunehmende **Resistenz von Bakterien gegen Antibiotika** und andere Medikamente zu bekämpfen.