

Unter die Oberfläche geschaut

Mit Thermografie kann man sehr rasch Risse, Blasen oder andere Fehler in Produkten entdecken. [Producer] Seite 12



Iranisches Tuch für christlichen Herzog

Das Grabgewand von Herzog Rudolf IV., dem „Stifter“, wird nun erstmals eingehend untersucht. [APA] Seite 13

Isotopen erzählen Geschichte

CHEMIE. An der Boku werden archäologische Funde, Kunstgegenstände und Lebensmittel auf ihre Herkunft getestet.

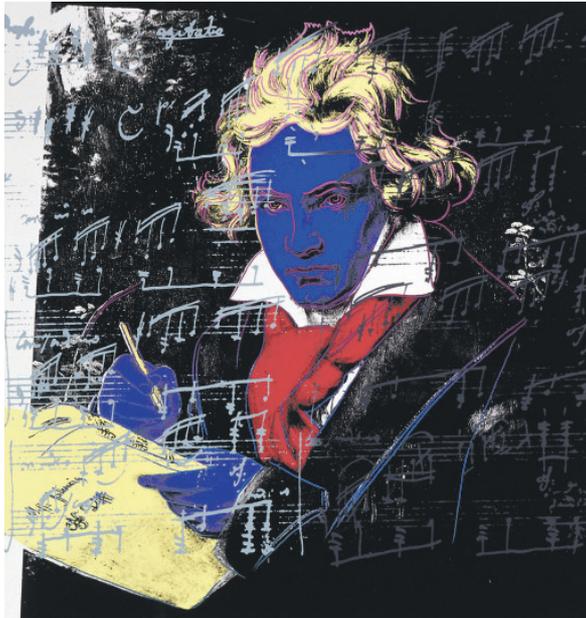
VON VERONIKA SCHMIDT

Was haben ein Haar von Beethoven, ein prähistorischer Knochen und Marchfelder Spargel gemeinsam? Sie alle lagen schon im Labor von Thomas Prohaska im Chemie-Department der Boku und wurden mit Hilfe von Isotopen-Analytik untersucht. Während Prohaska und sein Team Isotopenverhältnisse in den Haaren von Beethoven analysierten, hörten sie oft die Frage: „Warum macht ihr nicht einfach DNA-Analysen, um herauszufinden, ob die Haare tatsächlich von Beethoven stammen?“ Weil in sehr altem Material die DNA meistens nicht konserviert ist. Darum.

„Das Verhältnis von leichten zu schweren Isotopen verschiedenster chemischer Elemente bleibt über extrem lange Zeiträume unverändert“, berichtet Prohaska über die Grundlage des Verfahrens. Isotope nennt man die unterschiedlich schweren Atome eines Elements (mit gleicher Protonen- aber unterschiedlicher Neutronenzahl). Ein bekanntes Isotop ist das schwere Kohlenstoffatom C-14, dessen Verhältnis zu leichten C-12 Atomen bei prähistorischen Funden erkennen lässt, wann das Lebewesen gelebt hat. Genauso können die Wissenschaftler der Boku das Verhältnis von Isotopen verschiedenster Elemente dazu verwenden, um Zugehörigkeiten und Herkunft unterschiedlichster Objekte zu identifizieren. Das wundersame Gerät, das dies ermöglicht ist in Österreich einzigartig und nennt sich „Induktiv gekoppeltes Plasma Massenspektrometer“ (ICP-MS). „Wir messen die Masse der unterschiedlich schweren Isotope natürlich mit einem Massenspektrometer“, meint Prohaska. Die zusätzliche Technik macht aus dem Routinegerät ein Spezialgerät, mit dem minimale Unterschiede der Isotope bei sehr geringer Konzentration detektiert werden können.

Isotopen dienen als Fingerprint

„Die Isotopenverhältnisse einiger Elemente sind von Region zu Region unterschiedlich. Seit der Erdgenese hat jedes Urgestein einen typischen Fingerprint“, erklärt Prohaska. Aus dem Urgestein werden die Isotope durch Wasser mobilisiert, so gelangt das für die Region typische Isotopenverhältnis in Pflanzen, von diesen wiederum in pflanzenfressende Tiere und in unsere Nahrung, sodass auch der Mensch stets chemische Elemente in einem bestimmten Isotopenverhältnis eingelagert hat, die seine Herkunft verraten. „In manchem Gewebe wie Zahnschmelz bleibt der Fingerprint ein Leben lang gleich. Andererseits können wir



Wissenschaftler fanden in den Haaren Beethovens – im Bild in der Fassung von Andy Warhol – Blei-Einlagerungen. Ob es stimmt, dass diese von Medikamenten stammen, soll nun geklärt werden. [AP]

messen, welche Stoffe durch externe Einflüsse im Gewebe eingelagert wurden.“ Bei Beethovens Haaren findet man beispielsweise Bleieinlagerungen, deren Herkunft spekulativ Medikamenten zugeordnet wurde. Die Isotopenanalyse soll nun klären, wo das Blei tatsächlich herkam.

„Außerst spannend war die Zusammenarbeit mit dem Naturhistorischen Museum bei Ausgrabungen von Aspern/Schletz in Niederösterreich“, schildert Prohaska. Die Anthropologin Maria Teschler-Nicola untersuchte dort ein Dorf, bei dem viele Knochen eindeutig nicht von Beerdigungen stammten, sondern weit verstreut und in ungewöhnlicher Stellung gefunden wurden. Man nahm an, dass es sich um Opfer von Kämpfen handelte. Durch die High-Tech-Methoden des Boku-Labors konnte belegt werden,

dass hier ein „negativer sozialer Kontakt“ stattgefunden hatte: Die Strontium-Isotope einiger Individuen unterschieden sich stark von der großen Masse der Dorfbewohner. „Es war eindeutig ein Überfall von auswärtigen Angreifern. Die ansässigen Männer starben im Kampf. Junge Frauen wurden wohl als Beute mitgenommen, ihre Knochen fand man dort nicht“. Auch mit dem Kunsthistorischen Museum arbeitet das Team oft zusammen, jüngstes Projekt war die Herkunftsbestimmung mehrerer Porzellan-Puttel von Della Robbia aus dem 15. Jahrhundert. Das Museum wollte prüfen, ob denn alle Figuren vom gleichen Hersteller und aus derselben Zeit waren. „Nach Analyse der Blei-Isotope war klar, dass alle Figuren aus einem Ensemble stammten“. An diesem Punkt macht Prohaska darauf auf-

merksam, wie schonend die ICP-MS-Technik ist: „Früher wurden Proben bei der Analyse zerstört. Aber das Museum würde sich nicht freuen, wenn wir Forscher die Kunstgegenstände zerstaubt in einem Laborglas zurückbringen.“ Darum verwenden die Wissenschaftler einen feinen Laserstrahl, der einen minimalen Punkt (tausendstel bis hundertstel Millimeter) der Oberfläche abträgt.

Laserstrahl zerstört die Objekte nicht

Die Löcher sind mit freiem Auge nicht sichtbar und reichen dem ICP-MS doch aus, um Isotopenverhältnisse des abgetragenen Materials zu identifizieren. Und was hat ICP-MS mit dem Marchfelder Spargel zu tun? „Wir haben über drei Jahre das Verhältnis von Strontium-Isotopen am Marchfelder Spargel getestet und es mit Spargel von anderen Anbaugebieten verglichen“, geht Prohaska auf die Untersuchungen zur Lebensmittelsicherheit ein. Die Marchfelder Proben konnten zu 100 Prozent von ungarischem oder slowakischem Spargel unterschieden werden. Der Boku kann also keine einen auswärtigen Spargel als echte Marchfelder Qualität unterjubeln.

„Wichtig ist, dass wir die Datenbank der getesteten Produkte stetig ausbauen, um die Lebensmittelsicherheit und die Herkunft der Produkte immer genauer zuordnen können“, erklärt Prohaska. Da sich die Isotopenverhältnisse auch bei der Verarbeitung von Lebensmitteln nicht verändern, ist die moderne Technik im Stande, so ziemlich alles, was einem einfällt, auf Echtheit zu testen. So wurde beispielsweise ungarisches Paprikapulver analysiert – und bestätigt, dass die verarbeiteten Paprika tatsächlich aus Ungarn stammten.

AUF EINEN BLICK

Isotope sind unterschiedlich schwere Atome eines Elements, sie unterscheiden sich in der Zahl der Neutronen. Die Isotopen-Analytik macht sich zu Nutze, dass das Verhältnis von leichten zu schweren Isotopen einiger chemischer Elemente in Materialien aller Art deren Herkunft verrät.

Die Methode wird eingesetzt, um Lebensmittel zu prüfen, archäologische Funde zu bestimmen, die Echtheit von Kunstgegenständen zu sichern, Münzen ihrem Prägeort zuzuordnen oder prähistorische Wanderungen aufzudecken.



Ob prähistorische Schädel oder Spargel: Das Verhältnis der Isotope verrät die Herkunft. [Rohby/DFP]

Ökologie von schweren und leichten Atomen

Welchen Weg einzelne Moleküle im Naturkreislauf gehen, wird in vielen Projekten erforscht.

Das Studium von Isotopen hat sich in den letzten Jahren als fixer Bestandteil der Wissenschaft etabliert. Diese Atome mit unterschiedlicher Zahl an Neutronen, aber ansonsten gleichen chemischen Eigenschaften, sind ein Erbe aus der Entstehungszeit des Sonnensystems. Manche von ihnen sind stabil – sie zerfallen also nicht weiter. Andere wiederum, etwa Thorium oder Uran, zerfallen in andere Elemente (wie Blei) und emittieren dabei radioaktive Strahlung.

Vor allem bei ökologischen Untersuchungen leisten natürliche Isotope gute Dienste. So untersuchen etwa Geologen der Uni Innsbruck die Zusammensetzung von „Speleothermen“ (Höhlensinter). In die wachsenden Kalzit-Kristalle sind dabei winzige Mengen an Wasser eingeschlossen. Aus dem Verhältnis der verschiedenen Wasserstoff-Isotope kann man direkte Rückschlüsse auf die seinerzeitigen Niederschläge treffen –

wodurch man das Klima und seine Veränderungen in den vergangenen Hunderttausenden Jahren quantifizieren will. Ein weiteres Beispiel: Am steirischen Joanneum Research nutzt man die für eine Region spezifischen Isotopen-Verhältnisse von Strontium, Kalzium und Eisen, um einen Einblick in den Wasserhaushalt zu bekommen. Konkret: Wie sich hydrochemische Prozesse, etwa Ablagerung und Lösen von Salzen, auf die Wasserzusammensetzung auswirken.

Fossiler Kot von Bergleuten

Selbst über die Ernährungsgewohnheiten von prähistorischen Bergleuten können Isotopen-Analysen etwas aussagen. In Hallstatt wurden nämlich auch „Koprolithen“ ausgegraben, das ist mineralisierter fossiler Kot. Aus diesen will man nun, unter anderem durch die Untersuchung der stabilen Isotope C-13 und N-15, Details über das tägli-

che Leben unserer Vorfahren ermitteln. Bisweilen werden Isotope auch gezielt in der Umwelt ausgebracht. Mit stabilen Isotopen werden dabei bestimmte Moleküle „markiert“. Man kann dadurch verfolgen, welchen Weg die Moleküle in der Natur gehen. Biologen der Uni Innsbruck nutzen das beispielsweise, um zu untersuchen, wie markiertes Heu durch Regenwürmer auf Almfäcken verarbeitet und verteilt wird.

Ein einzigartiger Langzeit-Versuch läuft im Versuchsgut Fuchsenbirg der Universität für Bodenkultur: Dort wurde im Jahr 1967 mit C-14 markiertes Material (Stroh und Stallmist) ausgebracht, seither verfolgt man, was damit passiert. Eine der vielen Erkenntnisse aus diesem Versuch: Kohlenstoff ist im Boden ziemlich langlebig. Heute noch sind – je nach Nutzung des Bodens – sechs bis neun Prozent des vor 40 Jahren eingebrachten Materials im Humus zu finden. *ku*