

Steckbrief „Unsere speziellen Elemente“

AG Elemente und Elementspezies

Das internationale Jahr des Periodensystems der Elemente 2019 inspiriert seither die Mitglieder der Arbeitsgruppe „Elemente und Elementspezies“ zu eher persönlichen Steckbriefen mit exemplarischen Literaturstellen. Durch die elementanalytische Brille sollen die Lesenden eine entsprechende Sicht auf das jeweilige Element erhalten können. Viel Spaß bei der Lektüre unserer Steckbriefe!

Titan ²²Ti

„Unbreakable“ – nicht nur ein Filmtitel, sondern auch die perfekte Beschreibung unseres heutigen Elements: Titan. Das silbergraue Übergangsmetall ist von enormer Festigkeit und bewegte 1795 den deutschen Chemiker Martin Klaproth dazu, das Element nach dem griechischen Göttergeschlecht der Titanen zu benennen.

Für die Luft- und Raumfahrt ist Titan ein wahrer Alleskönner. Selbst hohe Temperaturschwankungen können dem Metall nichts anhaben, da es einen niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzt. Titan überzeugt aber nicht nur in höheren Sphären,

sondern durch seine Korrosionsbeständigkeit gegenüber Salzwasser auch auf See. Weil Titan seine hohe Festigkeit mit einem geringen Gewicht kombiniert, ist es prädestiniert für Anwendungen im Sportbereich und Militär.

Titan ist hypoallergen und triggert somit keine Immunantwort, weshalb es auch gerne als Schmuckmetall verwendet wird. Im medizinischen Bereich ist zusätzlich die hohe Biokompatibilität von Vorteil. Diese liegt darin begründet, dass das Leichtmetall bei Sauerstoffkontakt eine äußerst beständige Passivierungsschicht aus Titandioxid bildet, die es gegen Korrosion schützt und zwar so sehr, dass sie selbst von Königswasser unbeeindruckt bleibt. Pulverförmiges Titan ist da schon weitaus reaktionsfreudiger – so ist es bereits bei Raumtemperatur selbstentzündlich. Einige Titan-salze sehen wir auch jährlich weiß am Himmel funkeln, nämlich als Additiv im Feuerwerk.

Titandioxid, je nach kristalliner Form auch Rutil, Anatas oder Brookit genannt, ist die wirtschaftlich wichtigste Verbindung des Metalls. Das weiße Pigment wird unter anderem in Farben, Lacken, Kunststoffen, Papier, Kosmetik und Pharmazeutika einge-

setzt. Sogar Glas wird damit oberflächenbehandelt, um durch die fotokatalytische Aktivität von Titandioxid selbstreinigende Eigenschaften zu erzielen.

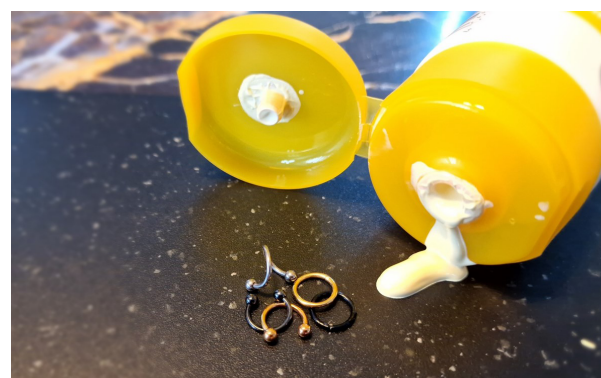
Bis zur Neubewertung durch die EFSA fand Titandioxid als Lebensmittelzusatzstoff E 171 seinen Weg auf unsere Teller. Seit 2022 darf das Weißpigment in Lebensmitteln innerhalb der EU allerdings nicht mehr eingesetzt werden. Grund hierfür ist, dass die genotoxische Wirkung von Titandioxid, vor allem in Nanoform, nicht sicher ausgeschlossen werden kann. Aus diesem Grund wurde Titandioxid von der ECHA als Kategorie 2-Karzinogen eingestuft. Gänzlich aus der Diskussion unberücksichtigt blieb die Tatsache, dass einige pflanzliche und mineralische Lebensmittel natürliche Gehalte an Titandioxid aufweisen. Die Frage, welche Grenze für einen unvermeidbaren Titan-gehalt in Lebensmitteln gesetzt werden kann, erweist sich als herausfordernd.

Reguliert durch die Verordnung (EG) Nr. 1223/2009 ist Titandioxid (CI 77891) in Kosmetika weiterhin erlaubt und manchmal sogar essenziell, z. B. als mineralischer UV-Filter in Sonnencremes. Im Gegensatz zu organischen UV-Filtern absorbiert das Pigment keine UV-Strahlung, sondern blockiert Sonnenstrahlen rein physikalisch, hinterlässt jedoch einen weißen Schleier – sogenanntes Weißeln – wenn es nicht in Nanoform zum Einsatz kommt. Daneben gibt es jedoch auch Kosmetika, in denen der Einsatz von Titandioxid umstritten ist, darunter Kinderzahnpaste, die unbeabsichtigt verschluckt werden kann.

Die besonderen Eigenschaften von Titan sind der Grund, warum so manch ein Analytiker zusammenzuckt, wenn es um die Probenaufarbeitung geht. Verwendet wird für einen vollständigen Aufschluss nämlich in der Regel Flußsäure: jene Substanz, die einem Alptraum entspringen sein könnte, da sie bei Kontakt die Haut- und Gewebeschichten tief penetriert, um

sich dann an den Knochen zu schaffern zu machen. Flußsäure ist zwar eine vergleichsweise schwache Säure, komplexiert mit Titan allerdings zu Hexafluorotitanat – nicht weniger schädlich, aber dafür wasserlöslich!

Nach Alternativen wird daher gesucht: so wird mit mehrstufigen Aufschlüssen und aufwendigen Kaliumdisulfatschmelzen experimentiert oder zur besseren Handhabung sauren Aufschlüssen festes Ammoniumfluorid zugesetzt. Sobald Titan in Lösung ist, lässt es sich mittels ICP-OES oder ICP-MS messen. Aufgrund mangelnder Standardisierung nutzt hierfür fast jede Untersuchungseinrichtung ein eigenes Hausverfahren. Spezialanwendungen wie die single particle ICP-MS eignen sich für Fragestellungen hinsichtlich des Einsatzes von Nano-Titandioxid. Wer dem klassischen Flußsäureaufschluss treu geblieben ist, dem ist geraten auf eine inerte Probenzufuhr aus PEEK oder PFA zu setzen, damit die Flußsäure das hier klassischerweise verwendete Quarzglas nicht genau so effektiv auflöst, wie zuvor die Probe.



Vielseitiges Titan. In metallischer Form (teilweise PVD-beschichtet) als Körperschmuck oder in Form von Titandioxid in mineralischer Sonnencreme. (Bild: Sandra Marie Müller, CVUA-Westfalen)

doi: <https://doi.org/10.1002/lemi.202400411>