

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!

Element ^{46}Pd

Palladium ist ein recht seltenes, silberweißes Übergangsmetall mit natürlichem Vorkommen in Südafri-

ka, Kanada sowie Russland. Es gehört zusammen mit Platin, Rhodium, Ruthenium, Iridium und Osmium zur Gruppe der Platinmetalle, allesamt mit verwandten chemischen und physikalischen Eigenschaften.

Bei der Untersuchung von Verfahren zur Verarbeitung von Platinerzen entdeckte William Hyde Wollaston im Jahr 1802 das Metall erstmals und in Anlehnung an den zur damaligen Zeit entdeckten Planetoiden Pallas erhielt Palladium dann seinen Namen.

Palladium ist ein wirtschaftlich wichtiges Platinmetall, das Anwendung in der Elektronik, der Zahnmedizin, in Brennstoffzellen und vielen weiteren Bereichen findet. In der Schmuckindustrie wird es mit

Gold zu Weißgold legiert. Mittlerweile wird Palladium auch in der Finanzwelt als Anlagemetall in Form von Palladiumbarren und Münzen gehandelt.

Eine wichtige chemische Eigenschaft von Palladium ist sein großes Absorptionsvermögen für Wasserstoff. Fein verteiltes Palladium („Palladium-Schwamm“) kann das 850-Fache und Palladium in kolloidaler Lösung das 3000-Fache an Wasserstoff aufnehmen. In dieser Form ist der Wasserstoff besonders reaktionsfähig und lässt sich für viele Reduktionszwecke verwenden; fein verteiltes Palladium dient daher als Hydrierungskatalysator. Außerdem ist Palladium ein hervorragender Katalysator für C-C-Verknüpfungsreaktionen in der organischen Chemie. In der Heck-, der Negishi- und der Suzuki-Reaktion treffen Kohlenstoffatome auf das Palladium-Atom als Katalysator, dessen Nähe die chemische Reaktion überhaupt erst ermöglicht. Daher wurde im Jahr 2010 für diese Palladium-katalysierten Kreuzkupplungen der Nobelpreis für Chemie verliehen.



Selbstgefertigte Anreicherungssäule aus 1,5 cm langem Polymethylenzylinder mit Innendurchmesser 2,5 mm, befüllt mit 20 mg C18-Kieselgel und mit 2 selbstgestanzten Fritten verschlossen. Die Anreicherungssäule wird zur Fixierung in eine Kunststoffröhre eingeschoben. (Bild: Dr. Neudorfer-Schwarz, LGL Bayern)

Seit Mitte der Achtzigerjahre des letzten Jahrhunderts werden in Deutschland Katalysatoren zur Entgiftung von Autoabgasen eingesetzt. Dreiwegekatalysatoren verringern die Emission von Kohlenmonoxid, Stickoxiden und unverbrannten Kohlenwasserstoffen, allerdings werden aufgrund der hohen Temperaturen und durch mechanischen Abrieb Metallpartikel - darunter vor allem Platin, Rhodium und Palladium - aus dem Auspuff entsprechend ausgerüsteter Fahrzeuge in die straßennahe Atmosphäre emittiert.

Aufgrund seiner Seltenheit und Inertheit gelangt Palladium aus natürlichen Vorkommen nur in sehr geringen Mengen in die Umwelt. Durch die vielfältigen technischen und industriellen Anwendungen ist der anthropogen verursachte Palladium-Eintrag in die Umwelt besonders in den letzten Jahrzehnten stark ge-

stiegen. Dementsprechend wurden auch steigende Palladiumgehalte in verschiedenen Umweltkompartimenten nachgewiesen. So stellt beispielsweise Straßenstaub das primäre Sedimentationsprodukt der verkehrsbürtigen Emissionen dar. Von Kraftfahrzeugen emittiertes Palladium verbleibt jedoch nicht nur am unmittelbaren Straßenrand, sondern gelangt über den Wind und die Straßenentwässerung in Oberböden entlang der Straßen. Durch die oben beschriebenen Verwendungen wird es für uns Lebensmittelchemikerinnen und -chemiker analytisch relevant.



Einen bemerkenswert genauen Blick auf das vielseitige Element wirft Manfred P. Kage, der Pionier der Mikrofotografie. In 230-facher Vergrößerung bietet sich mit speziell dafür angefertigten Geräten ein faszinierendes Bild des Edelmetalls. (Gestaltung Postwertzeichen: (Andrea Voß-Acker, Wuppertal; Bild: KAGE Mikrofotografie)

Analytisches

Der Nachweis und die Bestimmung von Palladium im Spuren- und Ultraspurenbereich in komplexen umweltrelevanten Matrices stellt hohe Anforderungen an die Selektivität und an das Nachweisvermögen eines Analysenverfahrens. Grundsätzlich kann Palladium mit Element-spezifischen Nachweisverfahren wie ICP-MS („Inductively coupled plasma-mass spectrometry“) oder Graphitofen-Atomabsorptionsspektroskopie („GF-AAS“) quantitativ erfasst werden. Jedoch zeigen sich gerade bei der Bestimmung mit ICP-MS sehr weit reichende spektrale Interferenzen und Störungen, die in Verbindung mit der Isotopenzusammensetzung des Palladiums mit fünf fast gleichhäufigen Isotopen den Einsatz dieser Methode begrenzen. So stellt die GF-AAS bei der vorliegenden analytischen Konstellation die Methode der Wahl dar. Zur messtechnischen Erfassung der geringen Palladium-Konzentrationen ist zuvor eine selektive Isolierung und Anreicherung erforderlich. Für eine selektive Anreicherung von Palladium haben sich verschiedene

Thioharnstoffderivate als geeignet erwiesen. Insbesondere ermöglicht die Verbindung *N,N*-Diethyl-*N'*-benzoylthioharnstoff (DEBT) eine hochselektive Pd-Komplexierung. Für die Anreicherung sind mit einem C18-Kieselgel und der Ligandenlösung mit DEBT gefüllte Mikro-Säulen mit einem Volumen in der Größenordnung von 10 µL ausreichend. Wird die Anreicherung über ein vollautomatisierbares Fließinjek-

tionsanalysensystem (z. B. „FIAS“) durchgeführt, kann die gereinigte und angereicherte Analytlösung direkt der GF-AAS zugeführt und dort vermessen werden.

Kontakt und weitere Informationen: <https://www.gdch.de/netzwerk-strukturen/fachstrukturen/lebensmittelchemische-gesellschaft/arbeitsgruppen/elemente-und-elementspezies.html>

doi: <https://doi.org/10.1002/lemi.202400303>