Karl Hecht

Dr. med. Dr. med. habil.
Professor für Neurophysiologie und
emeritierter Professor für experimentelle und klinische pathologische Physiologie
der Humboldt-Universität (Charité) zu Berlin
Member of the International Academy of Astronautic
Mitglied der russischen Akademie der Wissenschaften
Ehrenpräsident der Europäischen Akademie für medizinische Prävention
Stress-, Schlaf- Chrono-, Umwelt-, Weltraummedizin
Müggelschlößchenweg 50, 12559 Berlin,
Telefon 0049/30/674 89 325, Telefax: 0049/30/674 89 323
E-Mail: hechtka@googlemail.com; Homepage: www.prof-dr-hecht.de
Steuernummer 36/335/60299

Öffentliche Experten-stellungnahme

Zur Wirkungsbeziehung zwischen Blei und Naturzeolith im menschlichen Körper

1 Wissenswertes Wissenschaftliches über das Blei als Umweltschadstoff, über seine Effekte im menschlichen Körper und über die Dekontaminierung des Bleis durch Zeolith

Blei zählt zu den Schwermetallen. Es wird neben Quecksilber und Cadmium zu den gesundheitsschädlichsten Schwermetallen eingestuft. Es wird aber auch als Spurenelement für den menschlichen Körper in der Einschlägigen Literatur angeführt. Bleiüberschuss im menschlichen Körper führt zur Verdrängung des Eisens in der extrazellulären Matrix. Einer Eisentherapie, z. B. bei Anämie, sollte stets eine Ausleitung des Bleis vorausgehen.

Beim Mangel an Blei ist die Hämatopoese (Blutbildung) nicht möglich, ebenso aber auch nicht bei Bleiüberschuss [Račikov 1999].

Blei muss daher, wie jedes Element, unter dem Aspekt der systemischen Regulation eines vielzelligen Organismus beurteilt werden [Shalimina und Novesokov 2000].

Als Schwermetalle werden bezeichnet:

Antimon	Arsen	Blei
Cadmium	Cobalt	Eisen
Gold	Kupfer	Mangan
Nickel	Plutonium	Quecksilber
Uran	Zink	

In Abhängigkeit von der Dosis und Einwirkungsdauer können Schwermetalle im menschlichen Körper Vergiftungen auslösen. Auch die Zuordnung der Elemente zu den Schwermetallen ist unterschiedlich. Manche Organisationen oder Autoren zählen nur Blei, Cadmium, Quecksilber, Arsen, Kupfer, Nickel und Mangan zu den Schwermetallen.

Manche von diesen Schwermetallen sind bereits in kleinen Dosen toxisch (giftig), z. B. Arsen, Blei, Quecksilber, Antimon, andere erst in höheren Dosen.

Schwermetalle werden aber auch als essentielle Spurenelemente eingestuft, weil sie in winzigen Mengen (Spuren) unbedingt für die Lebensprozesse des Menschen benötigt werden, z. B. Zink, Eisen, Mangan.

Deshalb wird in der einschlägigen Literatur darauf hingewiesen, dass Schwermetalle nicht prinzipiell und generell toxisch wirken, sondern, wie schon erwähnt, in Abhängigkeit von der Dosis und Dauer der Einwirkung.

Die internationale Union of Pure and Applied Chemistry IUPAC [Duffus 2002] empfiehlt den Begriff „Schwermetalle“ nicht zu verwenden und auch nicht im Sinne von „toxischen Stoffen“, weil auch manche von diesen für die menschliche Gesundheit essentiell (unbedingt erforderlich) sind.

Zu hohe Dosen von Stoffen, die als Schwermetalle bezeichnet werden, können toxisch [Hollemann und Wiberg 2007] wirken.

Literatur

Duffus, J. H. (2002): Heavy metals – a meaningless term? International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), Pure and Applied Chemistry 74, S. 793-807

Hollemann, A. T.; N. Wiberg (2007): *Lehrbuch der anorganischen Chemie*. 102. Auflage, Verlag Walter de Gruyter, Berlin, S. 1141

Račikov, S. V. (1999): *Veränderung des Gehalts der Spurenelemente und Ausführung der Radionuklide aus Organen und Gewebe der Rinderjungtiere bei Verfütterung von Zeolithergänzungen*. Dissertation, Brjansk. Landwirtschaftliche Staatsakademie des Ministeriums für Landwirtschaft und Lebensmittel der Russischen Föderation. S. 1-122

Shalmina, G. G.; Ya B. Novoselov (2002): Sicherheit der Lebenstätigkeit. Ökologisch-geochemische und ökologisch-biochemische Grundlagen. Novosibirsk, S. 1-433 (russisch)
Blzonacmost shiznedeyatelnosti ekologo-geokhimičeskie i ekologo-biokhemiteskie osnovy.

2 Grenzwerte beachten

Für Blutuntersuchungen gibt es daher Grenzwerte, die eine winzige Menge an Schwermetallen im Körper zulassen. Nur wenn die Grenzwerte überschritten werden, erhöht sich das Risiko für eine Schwermetallvergiftung.

Es darf daher keinesfalls angestrebt werden, einen Nullwert für Schwermetalle im Blut bzw. im Körper zu erreichen. Andererseits ist aber zu beachten, dass Schwermetallvergiftungen schwere Erkrankungen darstellen.

3 Drei Wirkstufen der Mineralien

Mineralien (Elemente des periodischen Systems) haben drei Wirkstufen, in Abhängigkeit von der Dosis und Dauer der Wirkung:

Defizit	→ Krankheit, Störung
regulativ ausgeglichen	→ Gesundheit, Resistenz Resilienz, Leistung
Überschuss	→ Störungen, Krankheit, Toxizität [Anke und Szentminalivi 1986]

Literatur

Anke, M.; S. Szentmihalyi (1986): Prinzipien der Spurenelementeversorgung und des Spurenelementestoffwechsels beim Wiederkäuer. In: M. Anke; Chr. Brückner; H. Gürtler; M. Grün: Arbeitstagung Mengen- und Spurenelemente. Leipzig, S. 87-107

4 Die Wirkungen von Schwermetallen mit toxischen Komponenten im menschlichen Körper hängen von verschiedenen Faktoren ab

Schwermetalle im Überschuss gelten für den menschlichen Organismus als besonders toxisch, weil sie die Fähigkeit besitzen, mit Eiweißen und Cofermenten Verbindungen einzugehen. Nach Račikov [1999] hängt aber die Toxizität von Quecksilber, Plumbum, Kadmium, Nickel, Arsen und Zink von folgenden Faktoren ab:

- von der Speicherung in den Geweben. Gespeicherte Metalle bzw. Schwermetalle wirken in Abhängigkeit von der Menge toxischer als nicht gespeicherte.
- von den Wechselwirkungen der Metalle und Schwermetalle untereinander bzw. zu anderen Elementen.
- von der Absorption im Gewebe, wobei auch die Wechselbeziehungen zu anderen Elementen eine Rolle spielen können.
- von der Härte des Wassers, in welchem die Ionen der Metalle gelöst sind. Je härter das Wasser, umso geringer ist die Re- und Absorption der Schwermetalle im Organismus.
- von der Fähigkeit des Körpersiliziums, Körpermagnesiums und Körperkalziums, Metalle zu binden. [Račikov 1999].

Literatur

Račikov, S. V. (1999): Veränderung des Gehalts der Spurenelemente und Ausführung der Radionuklide aus Organen und Gewebe der Rinderjungtiere bei Verfütterung von Zeolithergänzungen. Dissertation, Brjansk. Landwirtschaftliche Staatsakademie des Ministeriums für Landwirtschaft und Lebensmittel der Russischen Föderation. S. 1-122

5 Bleivergiftung

Die medizinische Bezeichnung dafür ist "Saturnismus". Bleivergiftungen entstehen durch Einatmen von Bleistäuben, Bleidämpfen und Bleirauch sowie bei dem Umgang mit Bleifarben und Bleistabilisatoren in der Kunststoffindustrie, aber auch durch Wasser, z. B. in alten Bleirohren. Blei kann aber auch mit der Nahrung aufgenommen werden.

Bezüglich der Symptomatik werden folgende Stadien der Bleivergiftung beschrieben:

1. Vorstadium: Klinisch stumm, d. h. keine Symptome, bei Nachweis von Blei im Körper sogenannte Bleiträger
2. Kritisches Anfangsstadium = Präsaturnismus: Müdigkeit, Schlappheit, Appetitlosigkeit, Kopf- und Gliederschmerzen, Schlafprobleme, Störungen im Verdauungssystem
3. Ausgeprägte Bleivergiftung: Verstärkung der im 2. Stadium auftretenden Symptome. Dazu Obstigration und Koliken im Verdauungssystem, Störung der Blutbildung, neurologische Symptomatik, Verlust des Muskeltonus, blassfahles Hautkolorit, Blaufärbung des Zahnfleisches und auch bestimmter Hautstellen (z. B Achselhöhle). Der "Bleisaum" des Zahnfleisches ist typisch (schiefergrau oder schwarzblau).
4. Spätstadium: Schrumpfnieren, Herzprobleme (Angina pectoris), chronische Gehirnerkrankungen, Lähmungen, Bleisklerose, Bleigicht, Gelenkschmerzen, Bleianämie. Im Urin: Auschseidung von Delta-amino-Lävolinsäure [Pschyrembel 2007]

Literatur

Pschyrembel (2007), Klinisches Wörterbuch. Bleivergiftung. 261. Auflage, Walter de Gruyter, Berlin, New York, S. 252

6 Bestimmung des Bleis im menschlichen Körper

Der Nachweis von Blei im menschlichen Körper erfolgt durch Untersuchung des Bluts, der Hare und des Urins. Die Haaranalyse gilt als der sicherste Nachweis. Es muss aber eine mögliche Kontaminierung durch Bleistäube aus der Luft ausgeschlossen werden. Gefärbte Haare sind untauglich für den Nachweis. Nachweis von Blei im Urin spricht für die Befreiung des Körpers von Blei, welches mit der Nahrung und mit dem Einatmen aufgenommen wurde.

7 Bleibelastung der Umwelt

7.1 Luft

Bleihaltige Stäube, die von Verkehr und Industrie kommen, sollen die Luft, vor allem der Großstadt, belasten.

Seit 2005 fahren die Autos offiziell mit "entbleitem" Benzin. Die Entbleiung wird seitdem mit synthetischen Zeolithen vorgenommen.

Prof. Dr. Hermann Gies und Dr. Bernd Marler beginnen ihren Artikel "Zeolithe erobern den Alltag. Das Spiel mit den Strukturen" wie folgt: "Wissen Sie was "Zeolithe" sind? Nein? Dabei gehören diese faszinierenden Stoffe schon fast zum täglichen Leben: Kein Tropfen Benzin entstünde ohne sie" [Gies und Marler 2004].

Die nach dem Vorbild der Naturzeolithe hergestellten synthetischen Zeolithe vermögen durch Ionenaustausch und Adsorption das im Benzin befindliche Blei zu binden, d. h. unschädlich zu machen und somit aus dem Benzin zu entfernen.

7.2 Boden

Die kontinentale Erdkruste soll im Mittel 15 mg Blei pro Kg Boden enthalten. Das ist eine natürliche Erscheinung, bei der das Blei fest in die Boden- oder Gesteinstrukturen eingebunden ist. **Das ist keine Bleibelastung des Bodens, sondern entspricht der Natur unseres Planeten. Das ist naturgebundenes Blei.**

Dem gegenüber wird eine anthropogene, d. h. durch den Menschen verursachte Bleibelastung beschrieben. Gewöhnlich gelangt das in der Luft befindliche Blei durch Regen in die Böden und von da aus in die Nahrungskette über Pflanzen, Obst und Gemüse (siehe weiter unten) sowie in die Gewässer. Anthropogenes Blei ist das gesundheitsgefährdende Blei. Das sind Bleiverbindungen, die vom Menschen in technischen Prozessen hergestellt werden.

7.3 Wasser

In Abwässer gelangt Blei durch die Industrie.

Es sollen z. B. in Deutschland Vorkehrungen getroffen werden, dass Luft, Boden und Wasser nicht weiter anthropogen mit Blei belastet werden. Das gelingt offensichtlich nicht ausreichend, wie es folgende Beispiele zeigen.

Literatur

Gies, H.; B. Marler (2004): Zeolithe erobern den Alltag. Das Spiel mit den Strukturen. www.ruhr-uni-bochum.de/rubin/rbin1_04/pdf/beitrag2.pdf (RUBIN Wirtschaftsmagazin 01.2004)

8 Blei und Cadmium im Großstadtgartengemüse

8.1 Gift im Gartenkraut - anthropogenes Blei

Gemüseanbau in der Stadt - eine Gesundheitsgefahr?

"*Wer sein Gemüse im eigenen Schrebergarten anbaut, benutzt meist keine Kunstdünger oder Pflanzenschutzmittel und erntet somit besonders gesunde Produkte - sollte man meinen. Doch Ina Säumel, Expertin für Umweltgifte an der Technischen Universität Berlin, rät zur Vorsicht beim Gärtnern in der Großstadt. In der Stadt sind Böden oft belastet, unter anderem mit Schwermetallen wie Cadmium und Blei, erklärt die Ökotoxikologin. Der Verzehr von Gemüse mit solchen Belastungen kann gesundheitliche Folgen haben, beispielsweise für das Herz-Kreislaufsystem, das Nervensystems oder für die Nieren*."

"*Durch Verkehrs- und Industrieabgase gelangt jede Menge Feinstaub in die Luft und der enthält Cadmium und Blei. Dieser Feinstaub sinkt zu Boden und die Schwermetalle werden von den Pflanzen aufgenommen. Aber auch Dünger und Pflanzenschutzmittel können mit Schwermetallen belastet sein*." (Zitat)

Abbildung 1: Gift im Gartenkraut [Foto: Grit_pixelio.de]

8.2 Ist Gemüse aus dem Supermarkt besser?

"*Das Dilemma: Auch Supermarktware ist nicht zwangsläufig besser. Die TU-Berlin hat dazu Vergleichsstudien gemacht. Zwar haben Mangold, Tomate, Möhre und Kohl aus dem Supermarkt insgesamt besser abgeschnitten als die Vergleichsprodukte aus Kleingartenanlagen, die in der Nähe von stark befahren Straßen lagen. Dafür waren in der Studie Kohlrabi, Bohnen, Äpfel, Mirabellen, Pflaumen und Nüsse aus dem Supermarkt teilweise stärker belastet als die jeweiligen Stadtgemüse bzw. Stadtfrüchte*." (Zitat)

[Quelle: http://www.daserste.de/information/wissen-kultur/w-wie-wissen/sendung/gemuese-104.html]

8.3 Auch Bauern haben Probleme mit anthropogenem Blei im Gemüseanbau

Elz- und Glottertal. Blei im Gemüse: Landwirte haben mit Altlasten zu kämpfen.

Große Sorgen machen sich derzeit die Bauern im Landkreis Emmendingen: Einige Äcker und Pflanzen sind zu hoch mit Schwermetall belastet. In sechs Fällen wurde jetzt der Anbau bestimmter Gemüsesorten verboten. Wie hoch ist die Gefahr für die Verbraucher? [Quelle:Südwest: Elz- und Glottertal: Blei im Gemüse: Landwirte haben mit Altlasten zu kämpfen - badische-Zeitung.de, 14.07.2014]

Abbildung 2: Salat nimmt gerne Blei aus belastetem Boden auf [Foto: H.D.Volz_pixelio.de]

8.4 Auch Nordrhein-Westfalen meldet: Anthropogenes Blei und Cadmium in Pflanzen durch verseuchten Boden

[Quelle: http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/infoblaetter/infoblatt11.pdf, 2014]

Das Landesumweltamt weist darauf hin, dass die Aufnahme von Schwermetallen in das Gemüse vom pH-Wert, d. h. vom Säuregehalt des Bodens abhängig ist. Je saurer der Boden, umso mehr Schwermetalle gelangen in die Pflanzen. Genauso ist es beim Menschen. Die Aufnahme von Schwermetallen in das Gewebe erfolgt umso schneller und intensiver, je niedriger der pH-Wert (saurer) ist.

Umweltgiftreport 2015 der Schweizer Stiftung "Green Cross" und der international tätigen Non-Profit-Organisation "Pure Earth" (New York) [22.10.2015]

"Green Cross" und "Pure Earth" legten mit dem Umweltgiftreport eine Studie vor, aus der hervorgeht, dass auf unserem Planten jährlich an den sechs schlimmsten anthropogenen Umweltgiften 95 Millionen Menschen jährlich erkranken. Als die schlimmsten anthropogenen Umweltgifte werden angeführt (in Klammern die Erkrankungshäufigkeit)

- Blei (26 Mio.)
- Quecksilber (19 Mio.)
- sechswertiges Chrom (16 Mio.
- Radionuclide (22 Mio.)
- Pestizide (7 Mio.)
- Cadmium (5 Mio.)

Diese Studie wurde in 49 Ländern durchgeführt, darunter Indien, Russland, Mexiko, Indonesien. Daten der EU-Länder wurden in diesem Report nicht angeführt.

2012 sollen 8 Mio. Menschen an den genannten Giften gestorben sein. Das seien weitaus mehr, als Menschen an Infektionskrankheiten sterben (z. B. Tuberkulose, Malaria, AIDS).

[Quelle: www.welt.de/gesundheit/article147906600/So-toedlich-sind-Blei-Quecksilber-und-Co.html]

9 Blei in der Luft vermag das Klima zu beeinflussen

Das anthropogen in die Luft gelangte Blei hat noch einen bisher unterschätzten Effekt. Diese anthropogene Bleibelastung der Luft bewirkt die Eisbildung in den Wolken. Bleihaltige Partikel haben sich als "Keine" für die Entstehung von Eiskristallen in Wolken herausgestellt. Daraus ergibt sich, dass nicht nur Niederschläge (Regen oder Schnee) entstehen, sondern dass damit das ganze Erdklima beeinflusst werden kann.

Zu dieser Erkenntnis kam eine Forschergruppe aus Wissenschaftlern Deutschlands, der Schweiz und den USA [Cziczo et al. 2009].

Folglich sollte nicht nur der CO_2-Ausstoß auf das Klima bewertet werden, sondern auch die Verseuchung der Luft durch anthropogene Bleibelastung und daraus folgend die Böden, das Wasser und die Nahrungskette des Menschen.

Literatur

Cziczo, J.; O. Stetzer; A. Worringen; M. Ebert; St. Weinbruch; M. Kamphus; St. J. Gallavardin; J. Curtius; St. Bormann; K. D. Froyd; St. Mertes; O. Möhler; U. Lohmann (2009): *Inadvertent climate modification due to anthropogenic lead*. Nature Geoscience, Online-Veröffentlichung vom 19. April

10 Zeolith gegen eine globale Katastrophe durch anthropogene Bleibelastungen der Böden und des Wassers unseres Planeten

Seitdem die Dekontaminierung des Bleis und anderer Schwermetalle durch Zeolith bekannt geworden ist, haben sich in den letzten 30 Jahren Wissenschaftler bemüht, Erkenntnisse zu gewinnen und Erfahrungen zu sammeln, wie durch das Tuffgestein Böden, Gewässer und Abwässer von Bleie und Schwermetallen befreit werden können.

Um den derzeitigen Erkenntnisstand in etwa zu dokumentieren, soll nachfolgend eine Liste von Literaturquellen als Beispiel angeführt werden, die keinesfalls Anspruch auf Vollständigkeit erhebt. **Die Liste zeigt aber, dass sich die Wissenschaft weltweit mit der Dekontaminierung des Bleis mittels Zeolith erfolgreich beschäftigt und teilweise großräumig und routinemäßig einsetzt.**

10.1 Literaturquellen zum derzeitigen Erkenntnisstand

Armbruster, T. (2001): Clinoptilolite-heulandite: applications and basic research. *Studies in Survace Science and Catalysis* **135**. Zeolites and Mesoporous Materials at the Dawn of the 21st Century. A. Galarnau, F. Di Renzo, F. Faujula, J. Veddrine (Editors), S. 135ff

Assenov, K. I.; Ch. Vassilev; M. Kostova (1976): Sorption of heavy metal on natural zeolites. Proceeding of the 4th Bulgarian-Soviet Symposium on Natural Zeolites. Burgas Bulgary, October 29.-31

Babel, S.; T. A. Kumiawan (2003): Low-cost adsorbents for heavy metals uptake from contaminated water: a review. *Journal of Hazardous Materials*, **Vol. 97, Issues 1-3**, S. 219-243

Beltcheva, M; R. Metcheva; M. Topashka-Ancheva; N. Popov; B. Blajev; J. A. Heredia (2010): Variant investigation on the influence of clinoptilolite sorbent KLS-10 MA and lead in conditions of ecotoxicological experiments with lobaoratory mice. Zeolite 2010 - 8th International Conference of the Occurrence, Properities, and Utilization of Natural Zeolites. Sofia, Bulgaria, 10.-18. July, S. 49-50

Beltcheva, M; R. Metcheva; Popov; S. Teodorova; J. A. Heredia-Rojas, et al. (2012): Natural clinoptilolite detoxifies small mammal's organism loaded with lead I. Lead disposition and kinetic model for lead bioaccumulation. *Biol Trade Elem Res* **147**, S. 180-188

Bhattacharyya, K. G.; S. S. Gupta (2008): Adsorption of a few heavy metals on natural and modified kaolinite and montmorillonite: A review. *Advances in Colloid and Interface Science* **140**, S. 114-131

Blanchard, G.; M. Maunaye; G. Martin (1984): Removal of heavy metal from water by meas of natural zeolites. *Water Res.* **18** (12), S. 1501-1507

Borowiak, M.; M. Górny; B. Kot; W. Lewandowski (1983): Study on distribution of heavy metals in athropogenic soil-zeolite systems. Paper presented at Meeting of Polish Assoc. of Chem., Katowice, S. 287 (polnisch)

Borowiak, M.; K. Czarnowska; W. Lewandowski; B. Kot (1986): Dynamics of changes in the content of heavy metals in anthropogenic soils in the presence of zeolites. *Roczniki gleboznawcze* **XXVII, 4**, S. 67-83 (polnisch)

Brogowski, Z.; B. Dobrzanski; J. Kocon (1979): Morphology of natural zeolites occurring in soil as determined by elektron microscopy. *Bull. Acad. Pol. Sci.* **28**, S. 115-117 (polnisch)

Brogowski, Z.; B. Dobrzanski; J. Kocon; E. Zaniewska-Chlipalska (1983): The possibility of zeolite occurrence in the soil of Poland. *Zeszyty problemowe Postepow Nauk rolniczych* **220**, S. 489-494 (polnisch)

Chelishev, N. F.; R. V. Chelisheva (1981): Importance of ion exchange properties of natural zeolites for the removal of toxic metals from digestive tract. Paper presented at meeting of aspirants, Baku, S. 217-228 (russisch)

Culfaz, M.; M. Yagiz (2004): Ion exchange properties of natural clinoptilolite: lead-sodium and cadmium-sodium equilibria. Sep Purif Technol 37, S. 93-105

Curkuvič, L.; S. Cerjan-Stefanovič; T. Filipan (1997): Metal ion exchange by natural and modified zeolites. *Water Research* **Vol. 31, Issue 6**, S. 1379-1383

Ghazaghi, M.; H. Shirkhanloo; H. Z. Mousavi; A. Rashidi (2015): Ultrasound-assisted dispersive solid phase extraction of cadmium(II) and lead(II) using a hybrid nanoadsorbent composed of graphene and the zeolite clinoptilolite. *Microchimica Acta* **Vol. 182, Issue 7**, S. 1263-1272

Godelitsas, A.; T. Armbruster (2003): HEUtype zeolites modifies by transition elements and lead. *Microporous and Mesoporous Materials* **61**, S. 324

Gorokhov, V. K.; P. M. Lyan; E. N. Isaeva; L. J. Kalacheva; E. V. Sichkar (1981): On possible use of natural sorbents from Sakhalin in agriculture. Paper presented at meeting of aspirants. Baku, S. 86-91 (russisch)

Günay, A.; E. Arslankaya; T. Ismail (2007): Lead removal from aqueous solution by natural and pretreated clinoptilolite: Adsorption equilibrium and kinetics. *Journal of Hazardous Materials* **146** (1-2), S. 362-371

Gworek, B.; M. Borowiak (1990): Model studies on immobilization of certain heavy metals by synthetic zeolite. *Roczniki gleboznawcze* **42**, S. 1-2 (polnisch)

Gworek, B. (1992): Lead inactivation in soils by zeolites. *Plangt and Soil* **Volume 143, Issue 1**, S. 71-74

Inglezakis, V. J.; M. A. Stylianou; D. Gkantzou; M. D. Loizidou (2007): Removal of Pb (II) from aqueous solutions by using clinoptilolite and bentonite as adsorbents. *Desalination* **210**; S. 248-256

KesraoulOuki, S.; C. Cheeserman; R. Perry (1993): Effects of conditioning and treatment of chabazite and clinoptilolite on the lead and cadmium removal. *Environmental science and technology* **27**, S. 1108-1116

Kosobucki, P.; M. Kruk; B. Buszewski (2008): Immobilization of selected heavy metals in sewage sludge by natural zeolites. *Bioresour Technol*. **99**, S. 5972-5976

Kragovic, M.; S. Milicevic; A. Dakovic; J. Peric; M. Trgo; N. Vukojevic Medvidovic; M. Ugrina; Z. Sekulic; I. Nuic (2010): Removal of copper and lead by clinoptilolite and clinoptilolite-iron system. Zeolite 2010 - 8th International Conference of the Occurrence, Properities, and Utilization of Natural Zeolites. Sofia, Bulgaria, 10.-18. July, S. 14

Miles, W. J. (2006): Analysis of zeolites exchange capacity cations. Zeolite '06-7th International Conference on the Occurance, Properties and Utilization of Natural Zeolites Socorro, New Mexico, USA, 16.-21. July

Moattar, F.; S Hayeripour (2004): Application of chitin and zeolite adsorbants for treatment of low level radioactive liquid wastes. *International Journal of Environmental Science & Technology* **1**, S. 45-50

Morah, N.; V. Cagin; I. Imamoglu (2006): Investigation of heavy metal (Cu^{2+}, Ni^{2+}, Zn^{2+}, Pb^{2+}) uptake by clinoptilolite and release of exchangeable ions. P. 184 in: Book of Abstracts. International Conference on the Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites. 16-21 July, Socorro, New Mexico, USA

Mumpton, F. A. (1999): La roca magica: uses of natural zeolites in agriculture and industry. P*roc Natl Acad Sci USA* **96**, S. 3463-3470

Oter, O.; H. Akcay (2007): Use of natural clinoptilolite to improve water quality: sorption and selectivity studies of lead(II), copper(II), zinc(II), and Nickel(II). *Water environ Res* **79**, S. 329-335

Ouki, S. K.; M. Kavannagh (1999): Treatment of metalscontaminated wastewaters by use of natural zeolites. *Water Science and Technology* **39**, S. 115-122

Pitcher, S. K.; R. C. T. Stade; N. I. Ward (2004): Heavy metal removal from motorway stormwater using zeolites. *Science of the Total Environment*, Volumes **334-335**, S. 161-166

Popov, N.; G. Jilov; T. Popova (1997): Study of the use of natural clinoptilolites and their modifications as effective sorbents of Sr and Cs and heavy metals from water solutions and drinking waters. 5th International Conference of Natural Zeolites "Zeolite-97", September 21.29, Ischia (Naples), Italy

Sawicka-Kapusta, K.; A. Gorecki; R. Swiergesz; G. Juszczak; M. Mielczarek et al. (1987): Effect of metabolic rate on the rate of eliminaion of high and low concentrations of cadmium and lead in teh bank vole. *Pol J Ecol* **35**, S. 399-430

Semmens, M.. J.; M. Seyfarth (1978): The selectivity of Clinoptilolite for certain heavy metals. In: L. b. Sand; F. A. Mumpton (edts): Natural Zeolits: *Occurance, Properties, Use*. Pergamon Press, Oxford, S. 517-526

Sheppard, R. A. (1984): Characterization of zeolitic materials in agrixultural research. In: W. G. Pond; F. A. Mumption (eds):, Zeo-Agrculture: *Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture*. Westview Press, Boulder, Colorado, S. 81-90

Shi, W.; H. Shao; H. Li; M. Shao; D. Sheng (2009): Progress in the remediation of hazardous heavy metal-polluted soils by natural zeolite. *Journal of Hazardous Materials*, **Vol. 170, Issue 1**, S. 1-6

Sprynskyy, M.; B. Buszewski; A. P. Terzyk; J. NamieAnik (2006): Study of the selection mechanism of heavy metal (Pb2+, Cu2+, Ni2+, and Cd2+) adsorption on clinoptilolite. *J Colloid Interface Sci* **304**, S. 21-28

Sprynskyy, M. (2009): Solid-liquid-solid extraction of heavy metals (Cr, Cu, Cd, Ni and Pb) in aquerous systems of zeolite-sewage sludge. *Journal of Hazardous Materials* **16**, S. 1377-1383

Stefanov, G. I.; V. I. Ivanov; A. G. Avramova; I. G. Stefanova (1981):: Sorption of lead (II) on clinoptilolite and its cation forms. Proceeding of the Conference on Geology, Physico-Chemical, Properties and Utilization of Natural Zeolites, Tbilisi (URSS), 01.-05. November

Vukojevic Medvidovic, N.; J. Peric; M. Trgo; M. N. Muzek (2007): Removal of lead ions by fixed bed of clinoptilolite - The effect of flow rate. *Microporous and Mesoporous Materials* **105**, S. 298-304

Wingenfelder, U.; B. Nowack; G. Furrer; R. Schulin (2005): Adsorption of Pb and Cd by amine-modified zeolithe. *Water Res*. **39**, S. 3287-3297

Zamzow, M. J.; B. R. Eichbaum; K. Sandgren; D. E. Shanks (1990): Removal of heavy metals and other cations from Wastewater using zeolites. *Separation Science and Technology* **25**, S. 1555-1569

11 Chelatbildnerwirkung des Klinoptilolith-Zeoliths bei anthropogener Schwermetalltoxizität

Die Umweltverschmutzung durch anthropogene Schwermetalle, vor allem durch Blei in der Luft, im Wasser und in der Nahrungskette, wie dies vorstehend für die Großstadt Berlin oder im Umweltgiftreport gezeigt wurde, hat eine schleichende Vergiftung der Bewohner zur Folge. Zur Therapie von Schwermetallvergiftungen werden gewöhnlich sogenannte Chelatbildner eingesetzt.

Chelatbildner sind Stoffe, die Schwermetallionen im menschlichen Körper binden und Chelate, d. h. sogenannte Scherenbindungskomplexe bilden. Die festen Ionenbindungen (Adsorption) machen die Toxizität der Schwermetalle unwirksam.

Der gebräuchlichste Chelatbildner ist die Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA). Es gibt aber noch keine optimal wirkende Chelatbildner. Die Behandlung ist sehr aufwendig, weil diese mittels Infusion appliziert werden müssen. Auch unerwünschte Nebenwirkungen können auftreten. Mit dem Klinoptilolith-Zeolith haben wir dank der besonderen Eigenschaften Adsorption und selektier Ionenaustausch mehr als einen Chelatbildner und ein einzigartiges Detoxmittel, denn er kann auch

notwendige Mineralien zuführen. Zeolith ist untoxisch [Pavelič et al. 2001] und auch als Präventionsmittel einzusetzen.

Literatur

Pavelič, K; M. Hadžija; Lj Bedrica; J. Pavelič; I. Dikic; M. Katic; M. Kralj; M. H. Bosnar; S. Kapitanovic; M. Poljak-Blazi; S. Krizanac; R. Stojkovic; M. Jurin; B. Subotic; M. Colic (2001): Natural zeolite cliniptilolito: new adjuvant in anticancer therapy. *J. Mol. Med*. **78**, S. 708-720

12 Zur Dekontaminierungsfunktion des Klinoptilolith-Zeoliths

12.1 Zur Adsorptionsfunktion

Die Adsorption des Klinoptilolith-Zeoliths ist an die Körperflüssigkeiten gebunden. Sie stellt einen Wechselwirkungsprozess zwischen Adsorbens und Adsorbat dar, der sich an der Grenze der Körperflüssigkeit und der Oberfläche des Adsorbens darstellt. Ionenaustausch und Adsorption stellen eine funktionelle Wirkungseinheit im Organismus dar. Bei dem Ausleitungsprozess, z. B. von Blei durch Ionenaustausch und Adsorption, spielen die **van-der-Waals-Kräfte, die physikalische Adsorption (elektrostatische Wechselbeziehungen auf der Grundlage von Ionenladungen**) und die **chemische Adsorption (Herstellung von chemischen Verbindungen, z. B. zwischen Mineralionen und Molekülen von Aminosäuren, Peptiden usw.**) eine Rolle.

12.2 Selektiver Ionenaustausch

Der Hauptwirkungsmechanismus des Klinoptilolith-Zeoliths liegt in funktioneller Einheit: selektiver Ionenaustausch und Adsorption. Der Ionenaustausch vollzieht sich in der Weise, dass die „Schadstoffe“ (ganz besonders Blei) eine große Affinität zu den Kristallgittern des Klinoptilolith-Zeoliths haben und die im Kristallgitter befindlichen Kationen stark von den organischen Stoffen im Organismus angezogen werden.

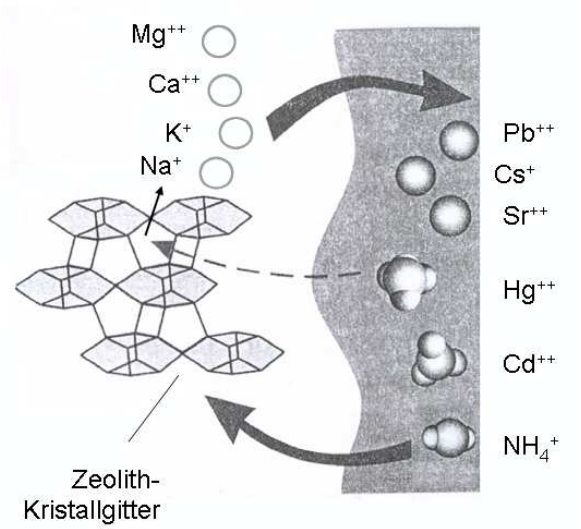

Abbildung 3: Schema zum Ionenaustausch [Hecht 2005, 2008]

Dieser Prozess vollzieht sich wie oben erwähnt mittel van-der-Waals-Kräften sowie physikalischer und chemischer **Ad**sorption.

Das nunmehr mit unschädlichen Schwermetallen und anderen toxischen Stoffen belegte Kristallgitterkörnchen wird mit dem Stuhl ausgeschieden. Das gleiche geschieht auch mit dem nicht zum selektiven Ionenaustausch benötigten Klinoptilolith-Zeolith-Kristallgitterkörnchen. [Übersicht: Hecht und Hecht-Savoley 2005; Hecht 2015]

12.3 Selektivitätskoeffizient

Die selektive Fähigkeit des Zeolith-Kristallgitterkäfigs kann in einer mathematischen Formel zum Ausdruck gebracht werden, wodurch der Selektivitätskoeffizient „S“ bestimmt wird. Das soll nachfolgend am Beispiel Na^+ dargestellt werden.

$$S = \frac{\text{Zeolith}\quad Z(K^{n+}) \cdot L(Na^+)}{\text{Lösung}\quad Z(Na^+) \cdot L(K^{n+})}$$

Z: Äquivalentanteil im Zeolith

L: Äquivalentanteil in der Lösung

Der Selektivitätskoeffizient (S) charakterisiert die Gleichgewichtskonstante der Ionenaustauschreaktion. „S“ gibt an, in welchem Umfang, in unserem Beispiel, Natriumionen durch andere Kationen, z. B. Cu^{++}, Pb^{++}, Hg^{++}, Co^{++} unter äquivalenten Verhältnissen ersetzt worden sind. Je höher der Selektivitätskoeffizient, desto größer ist der Anteil der aus den Kristallgitterkäfigen des Klinoptilolith-Zeoliths ausgetauschten Kationen, zum Beispiel Na^+.

12.4 Sorptionsreihen

Mittels des Selektivitätskoeffizienten werden Sorptionsreihen erstellt. Nachfolgend einige Beispiele von verschiedenen Zeolithvorkommen

Tabelle 1: Einige Beispiele von verschiedenen Sorptionsreihen

Goronkhov et al. 1982
$\mathbf{Pb^{++}}>Co^{++}>Cu^{++}>Ag^{+}>Cd^{+}>Zn^{++}>NH_4^{+}$
Datenblatt Zeolith Deutschland
$\mathbf{Pb^{++}}>Na^{+}>Ca^{++}>Mg^{++}>Ba^{++}>Cu^{++}>Zn^{++}$
Veretenina et al. 2003
$Cs^{+}>Rb^{+}>K^{+}>NH_4^{+}>\mathbf{Pb^{++}}>Ag^{+}>Ba^{++}>Na^{+}>Sr^{++}>Ca^{++}>Li^{++}>Cd^{+}>Cu^{++}>Zn^{++}$

Diese Sorptionsreihen bringen die Affinität des jeweiligen Elements zum Kristallgitter des Klinoptilolith-Zeoliths zum Ausdruck. Die vorn stehenden Elemente haben die größte Affinität zum Zeolithkristallgitter und benötigen die wenigste Energie um von den Kristallgitterkanälchen des Klinoptilolith-Zeoliths aufgesaugt (absorbiert) und darin aufgenommen zu werden. **Blei (Pb)** steht in den drei Beispielsorptionsreihen immer in vorderster Stellung, d. h. wenn sich Blei im menschlichen Körper

befindet, wird es vom Klinoptilolith-Zeolith-Kristallgitter bevorzugt aufgenommen. [Übersicht: Hecht und Hecht-Savoley 2005; Hecht 2015]

Gorokhov et al. [1982]verweisen darauf, dass an den ersten Stellen der Sorptionsriehe die Ionen stehen, die größere polarisierende Fähigkeiten haben und meinen, dass diese jene sind, die für biologische Objekte (Mensch und Tier) in größeren Mengen die größte Schadstoffgefahr darstellen.

Literatur

Hecht, K.; E. N. Hecht-Savoley (2005, 2008): *Naturmineralien, Regulation, Gesundheit*. Schibri-Verlag, Berlin, Milow, 1. und 2. Auflage
ISBN 3-937895-05-1

Hecht, K. (2015): *Lebenskraft durch das Urgestein Zeolith*. Prävention, Detoxhygiene, Ökoloige. Spurbuch Verlag, Baunach
ISBN 978-3-88778433-1

Gorokhov, W. K.; V. M. Duničev; O. A. Melnikov (1982): Zeolithe aus Sakhalin. Vladivostok, Dalnevostočnoe Knishnoe isdatelstovo, S. 1-105 (russisch)
Zeolity Sakhalin.

13 Studien zur Dekontaminierung von Blei (und anderen Schwermetallen) aus menschlichen und tierischen Körpern

13.1 Klinische Untersuchungen zur Ausscheidung von Schwermetallen (auch Blei) im Urin nach Applikation von Suspensionen aus aktiviertem Klinoptilolith-Zeolith

[Flowers et al. 2009]

Untersucht wurden 22 männliche Personen im Alter von 35-71 Jahren sowie eine Kontrollgruppe von 11 Personen Die Verumgruppe erhielt 30 Tage lang täglich eine Suspension von Klinoptilolith-Zeolith. Diese Therapiedauer genügte, um bei allen Personen die Schwermetalle aus dem Körper auszuführen, sodass Werte unter dem gültigen Grenzwert erreicht wurden.

Gleichzeitig erfolgte durch Ionenaustausch für den Körper die Zufuhr lebenswichtiger Kationen.

Wie aus folgender Abbildung hervorgeht, ist bereits in den ersten sieben Tagen der Applikation von Klinoptilolith-Zeolith-Suspension eine hohe Ausscheidungsrate an Schwermetallen erreicht worden.

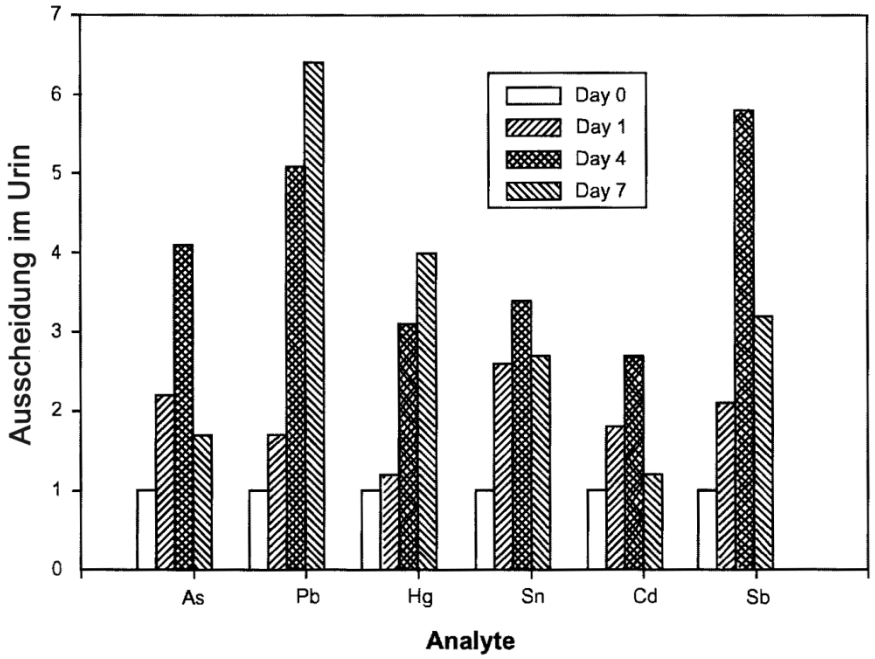

Abbildung 4: Ausscheidung von Schwermetallen im Urin von umweltbelasteten Personen nach täglicher Applikation einer Klinoptilolith-Zeolith-Suspension. As = Arsen, Pb = Blei; Hg = Quecksilber, Sn = Zinn, Cd = Cadmium, Sb = Antimon Auffallend ist die hohe Ausscheidungsrate des Bleis [Flowers et al. 2009]

Bei der Anwendung von Klinoptilolith-Zeolith ist zu wissen, dass neben dem Ionenaustausch und der Adsorption, die diuretische Wirkung des hohen Anteils von SiO_2 die Ausscheidung von Schadstoffen aller Art wirksam wird [Pschyrembel 2000]. In jeder Apotheke ist der SiO_2-reiche Schachtelhalmtee als "Nierenreinigungstee" erhältlich.

Über eine derartige Doppelfunktionswirkung bei der Dekontaminierung von Schadstoffen aus dem menschlichen Körper verfügt kein Chelatbildner. Hinzu kommt noch die Zufuhr von lebenswichtigen Mineralien.

Literatur

Flowers, J. L.; St. A. Lonkey; E. J. Deitsch (2009): Clinical evidence suporting the use of an activated clinoptilolite suspension as an agent to increase urinary excretion of toxic heavy metals. *Nutrition and Dietary Supplements* **1**, S. 11-18

Pschyrembel (2000): WörterbuchNaturheilkunde. Schachtelhalm: 5-8 % Kieselsäure (SiO_2), diuretische Wirkung. Walter deGruyter Verlag, Berlin, New York, S. 328

13.2 Klinische Studie zum Nachweis der Wirkung von drei Applikationsformen von Naturzeolith auf die Ausscheidung von Schwermetallen aus dem menschlichen Körper

[Karampahtisis 2012].

Da in den USA Naturzeolith als Pulver und als Flüssigkeit angeboten wird und zwischen USA-Firmen gestritten wird, welcher Zeolith besser ist, sollte die Unter-

suchung entschieden, welche Applikationsform die effektivere bei der Dekontaminierung von Schwermetallen aus dem menschlichen Körper ist.

Untersucht wurden 20 Personen über 18 Jahre. 10 von ihnen erhielten 5 Tage lang täglich das Pulver. Von den anderen 10 erhielten 5 Zeolith-Liquidum als orale Flüssigkeit (0,24 g/Tag) und 5 Personen als Spray mehrmals am Tag (28,3 mg/Tag). nach der Applikationszeit wurde Urin abverlangt und die Untersuchungen im weltbekannten Genova Diagnostics-Labor vorgenommen.

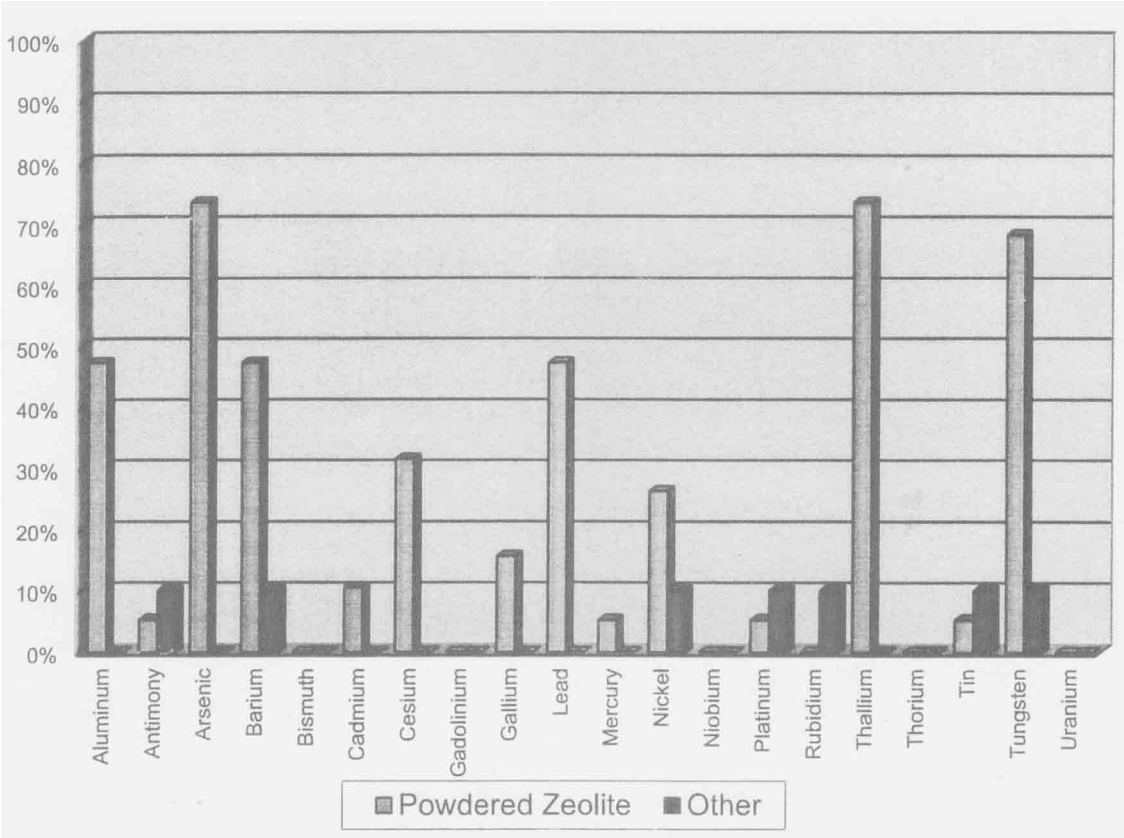

Abbildung 5: Prozentualer Anteil mit mindestens 50 % Senkung der Ausscheidung von verschiedenen Elementen aus dem menschlichen Körper mittels Urin.
Powdered Zeolith = Zeolithpulver
Other = Zeolithliquidum
[Karampathisis 2012]

Aus der Abbildung geht hervor, dass die Zeolith-Pulver-Applikation die effektivste Ausscheidung von Schwermetallen bewirkt. Das gilt auch für das Blei.

Aus meiner Sicht sind die Dosen im Zeolith-Liquium zu gering, um Effekte zu erzielen. Eine mittlere Tagesdosis von 5 g Pulver Zeolith ist adäquat.

Bemerkenswert ist, dass diese Dosis bereits nach fünftägiger Applikation beträchtliche Effekte der Ausscheidung von Schadstoffen aus dem menschlichen Körper ausweist.

Literatur

Karampathsis, E. (2012): Zeolite: Investigation of the effectiveness and safety as an oral chelating agent for heavy metals. A comparison between commercially available preparations. Original study. Emmanouil Karampahtsis, Arizona, December, S. 1-12

13.3 Reihenuntersuchungen an Schülern

Reihenuntersuchungen an Schülern in einer kinderärztlichen Praxis in Tshelyabinsk (Russland) ergaben bei 16 % der Untersuchten hohe und sehr hohe Werte an Cd, Cu, Cr, Ni und Pb. Eine vierwöchige täglich erfolgende Applikation von Natur-Klinoptilolith-Zeolith säuberte den Organismus dieser Kinder von den überschüssigen Schwermetallen. Das wurde durch zwei aufeinander folgende Kontrolluntersuchungen nachgewiesen [Shakov 1999].

Literatur

Shakov, Y. I. (1999): In: O. A. Veretenina; N. V. Kostina; T. Novoselova; Y. B. Vovoselov; A. G. Ronnisonn (2003): *Litovit*. Novosibirsk, S. 38-39 (russisch)

13.4 Untersuchungen an Industriearbeitern

Von 157 Männern waren bei einer Screeninguntersuchung 102 (65,6 %) schwermetallbelastet. Diese erhielten 30 Tage lang 2x 1,25 g Klinoptilolith-Zeolith. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 angeführt.

Tabelle 2: Industriearbeiter Screeninguntersuchung [Shakov 2003]

	Cd	Pb	Cu	Cr	Ni
vor Therapie	0,42 ± 0,06	9,4 ± 2,1	16,0 ±1,1	8,9 ± 0,15	3,2 ± 0,08
30. Therapietag	**0,2** **± 0,08**	**0,61** **± 0,12**	**7,65** **± 0,2**	**0,4** **± 0,02**	**0,62** **± 0,07**

Literatur

Shakov, Y. I. (2003): Klinische Studie zur Wirkung von Litovit bei der Ausleitung von Schwermetallen aus dem menschlichen Körper. Forschungsbericht der Tshelbinsker Staatlichen Medizinischen Akademie des Ministeriums für Gesundheitswesen der Russischen Föderation. (russisch)

13.5 Ausleitung von Übermengen an Blei

Bei Bergarbeitern wurden erhöhte Konzentrationen von Blei im Blut festgestellt. Diese erhielten an 25 Tagen täglich 5 g Klinoptilolith-Zeolith. Das Ergebnis ist in Abbildung 6 dargestellt.

Die Analyse des Bleigehalts im Blut wurde in allen drei Fällen mit der Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma durchgeführt.

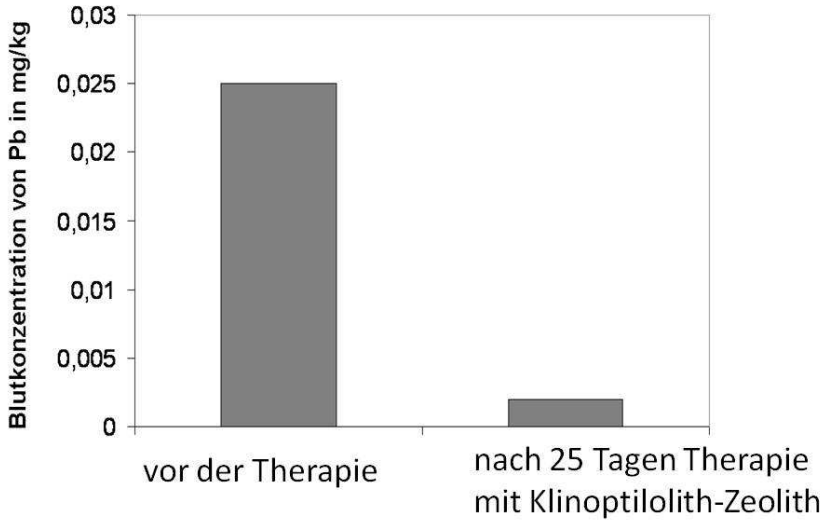

Abbildung 6: Bleibelastung bei Bergarbeitern [Veretenina et al. 2003] vor und nach der Therapie mit Klinoptilolith-Zeolith

Literatur

Veretenina, O. A.; N. V. Kostina; T. I. Novoselova; Ja. B. Novoselov; A. G. Roninson (2003): *Litovit*. Novosibirsk, Izdar (Verlag) Ekor, S. 1-103 (russisch)
ISBN 5-85618-107-7

13.6 Der Einfluss von Naturzeolith auf Lernen und Gedächtnis bleibelasteter Laborratten

[Nikpey et al. 2013]

Die Autoren gehen davon aus, dass Bleivergiftungen das Gedächtnis und das Lernende einschränken. Laborratten gelten seit langem als ein gutes Modell zur Untersuchung von Lernen und Gedächtnis.

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde das Kurzzeit-, Mittellangzeit- und Langzeitgedächtnis an 60 Tieren, die zu je 10 in 6 Gruppen unterteilt waren, untersucht.

1. Gruppe	normale Fütterung (Kontrolle)
2. Gruppe	Zusatz von 5 % Naturzeolith
3. Gruppe	Zusatz von 12,5 % Naturzeolith
4. Gruppe	erhielt Blei in Wasser gelöst als Zusatz
5. Gruppe	erhielt Blei in Wasser plus 12,5 % Naturzeolith
6. Gruppe	erhielt Blei in Wasser und 5 % Naturzeolith

Die Untersuchungen erfolgten über zwei Monate.

Es wurden folgende Resultate festgestellt.

Die Gruppe, die 12,5 % Naturzeolith erhielt, zeigte deutliche Verbesserungen des Langzeit-, Mittellangzeit- und Kurzzeitgedächtnisses. Die Gruppe, die 5 % Natur-

zeolith erhielt, zeigte gegenüber den Kontrollen eine Verbesserung des Mittellang- und Langzeitgedächtnisses. Die gleichen Ergebnisse wurden bei den beiden bleibelasteten Gruppen erzielt, die mit Zeolith behandelt wurden. Die Autoren schlussfolgern daraus, dass Naturzeolith Bleibelastungen so stark binden kann, dass es auf Lern- und Gedächtnisprozesse keinen Einfluss mehr nehmen kann. Die Verbesserung der Lernleistung durch Naturzeolith führen die Autoren auch auf die Mineralzufuhr aus dem Naturzeolith zurück.

Literatur

Nikpey, A.; H. Kazemian; A. Safari-Varyani; M. Rezaie; M. Sirati-Sabet (2013): Protective effect of microporous natural clinoptilolite on lead-induced learning an memory impairment in rats. *Health Scope Journal* **2(1)**, S. 52-57. DOI: 10.5812/jhs.10041

13.7 Naturzeolith versus Bleitoxizität

[Beltcheva et al. 2014]

Ausgehend davon, dass Industriearbeiter permanent von Bleivergiftungen betroffen sind, sollte im Modellexperiment geklärt werden, inwieweit Naturzeolith präventiv gesundheitliche Schäden und Bleitoxizität verhindern kann.

In umfangreichen Modelluntersuchungen an Mäusen stellten die Autoren fest, dass die durch Bleiakkumulation in verschiedenen Organen aufgetretenen Schäden durch die Applikation von Naturzeolith erheblich reduziert werden können. Zu den Schäden, die durch Zeolith verhindert werden können, zählen Chromosomenbrüche (Veränderung des Mitose-Index) und Störungen in der Blutbildung (Erythorpeose-Index). Die Bioakkumulation von Blei in der Lebern, den Nieren und Knochen konnte ebenfalls durch Zeolithapplikationen reduziert werden. Die Autoren schlussfolgern, dass Naturzeolith, dessen Intoxizität sie nachgewiesen haben, bei bleibelastungsgefährdeten Industriearbeitern als Präventionsmittel eingesetzt werden sollte.

Literatur

Beltcheva, M; R. Metcheva; M. Topashka-Ancheva; N. Popov; S. Teodorova; J. A. Heredia-Rojas; A O. Rodriguez-de la Fuente; L E Rodriguez-Flores (2014): Zeolites versus lead toxicity. *J. Bioequiv Availab* **6**, S. 223-240. DOI: 10.4172/jbb.10002019

13.8 Die Bedeutung des Zeoliths bei der Reduzierung der Bleitoxizität bei Fischern

[Pandey 2015]

Davon ausgehend, dass Fische in Gewässern bleibelastet sind und in die Nahrungskette des Menschen gelangen, wurden Nieren und Kiemen der Fischart Labeo rohita locally (genannt Rohu) auf Bleikontaminierung untersucht und den Fischen eine Zeolithart (Natrolith) appliziert. Es konnte nachgewiesen werden, dass die Bleibelastung durch die Zeolith-Applikation beseitigt oder vermindert werden konnte.

Literatur

Pandey, D. N. (2015): Role of natrolite in remediation of acute leas toxicity in fish. *International Journal of Applied and Universal Research*, **Vol. 2, Issue 3** (06.15), www.ijaur.com
E-ISSN: 2395-0269

13.9 Der Effekt von Blei und Zeolith auf hämatologische und einige biochemische Parameter beim Nilfisch Oreochromis nilaticus

[Cogun und Sahin 2013]

Die Autoren gehen davon aus, dass Fische oft bleibelastetem Wasser ausgesetzt sind und infolge Bleiakkumulation, Nieren- und Leberschäden sowie endokrine Störungen und Defekte an den Zellmembranen entstehen. Infolge dessen kann eine hohe Mortalität der Fische auftreten.

Die Autoren untersuchten von bleibelasteten fischen mit und ohne Naturzeolithbehandlung folgende Parameter: Hämatokrit, Hämoglobin, Erythrozyten, Leukozyten sowie die Plasmaenzyme AST (Aspartattransferase), das Stresshormon Cortisol und Cholinesterase.

Die Autoren wiesen nach, dass durch die Bleiakkumulation verursachte pathologische Veränderungen der angeführten Parameter mittels Zeolithapplikation wieder in den "Normbereich" zurückgeführt werden konnten. Der Gesundheitszustand der Fische verbesserte sich und die Mortalität der Fische wurde reduziert.

Literatur

Cogun, H. Y.; M. Sahin (2012): The effect of zeolite on reduction of lead toxicity in nil tilapia (Oreochromis niloticus linnaeus, 1758). *Kafkas Univ Vet Fak Derg*. **18(1)**, S. 135-140, http://dx.doi.org/10.5772/53076

Schlussfolgerung

Die vorgestellten kurzen Zusammenfassungen der neun Originalarbeiten dokumentieren, dass Naturzeolith in lebende Organismen die gleiche feste Dekontaminierung bewirkt, wie in Böden, Gewässern und Abwässern. In den Sorptionsreihen verschiedener Naturzeolith-Chargen steht Blei stets an vorderster Stelle. Das bedeutet, dass Blei eine große Affinität zu den Zeolithkristallen ausübt. eine Umkehrreaktion, d. h. dass lebende Strukturen Blei aus dem Zeolith entziehen können, habe ich bei meiner mehr als 25-jährigen Beschäftigung mit den Funktionen des Naturzeoliths nicht in der einschlägigen Literatur finden können.

Zu der gleichen Auffassung kommen auch Armbruster [2001] und Gorokhov et al. [1982]. Die meisten der Autoren der vorausgestellten Originalarbeiten betonen stets die Nutzersicherheit, die für den Zeolith im menschlichen und tierischen Körper besteht.

Aufgrund des bisherigen Erkenntnisstands kann konstatiert werden, dass Naturzeolith kein Blei abgibt, aber alle bisher in Anwendung befindlichen Chelatbildner um ein Vielfaches übertrifft und außerdem nutzbringende Eigenschaften besitzt, die den Chelatbildnern nicht eigen sind, wie selektiver Ionenaustausch, Adsorption, diuretische Effekte, Donator für wichtige Mineralstoffe, keine unerwünschten Nebenwirkungen und keine Toxizität besitzt.

Literatur

Armbruster, T. (2001): Clinoptilolite-heulandite: applications and basic research. *Studies in Survace Science and Catalysis* **135**. Zeolites and Mesoporous Materials at the Dawn of the 21st Century. A. Galarnau, F. Di Renzo, F. Faujula, J. Veddrine (Editors), S. 135ff

Gorokhov, W. K.; V. M. Duničev; O. A. Melnikov (1982): Zeolithe aus Sakhalin. Vladivostok, Dalnevostočnoe Knishnoe isdatelstovo, S. 1-105 (russisch)
Zeolity Sakhalin.

14 Modelluntersuchungen zur Absorption (Aufsaugung) von Blei in den Kristallgitterkanälchen des Naturzeoliths im Labor

- Der Begriff **Ab**sorption lateinisch: absorbere) = Aufsaugen, in sich aufnehmen, ist nicht mit dem Begriff **Ad**sorption zu verwechseln.
  Physiologisch wird unter **Absorption** die Aufnahme von Substanzen (Nährstoffen, Medikamenten) über Haut oder Schleimhäute bzw. aus dem Gewebe in die Blut- und Lymphbahnen verstanden.
- Resorption (lateinisch: resorbere) = Aufsaugung, d. h. Aufnahme von Stoffen durch die Haut oder Schleimhaut in die Blut- und Lymphbahn.
- Adsorption (lateinisch: adsorbere) = an sich binden. Diese Fähigkeit hat ein Adsorbent (z. B. Holzkohle und noch viel stärker Zeolith), nämlich Giftstoffe an sich zu binden und unschädlich zu machen.

Folgende, in zwei Laboren unabhängig voneinander durchgeführten Modelluntersuchungen der Absorption (Aufsaugen) von Blei in die Kristallgitterkanälchen des Naturzeoliths, zeigen die Studienergebnisse von Untersuchungen zur Dekontaminierung von Blei in menschlichen und tierischen Körpern.

Eine dieser Absorptionsstudien führte das unabhängige Prüflabor Wolfener Analytik GmbH mit MAC-Zeolith durch. Die zweite führte das Labor in Ökopark GmbH und Co KG: Öko-Control-Baumholder mit TMA-Zeolith durch. Beides sind ähnliche spezifische, mikronisierte und aktivierte Naturzeolithe in Pulverform. Als Modell dienten künstliche Säfte des Verdauungstrakts mit einem pH von 1,5 für den Magen und einem pH von 8,1 für den Darm (Zwölffingerdarm, Dünndarm).

Es wurde unter diesen Bedingungen die Affinität von Blei zum Zeolith, d. h. die Aufnahmekapazität und Aufnahmekraft von Klinoptilolith-Zeolith für Blei geprüft.

Bezüglich Blei wird festgestellt, wie es schon aus den vorgestellten Sorptionsreihen und den Studienergebnissen an Mensch und Tier hervorging, dass es eine beträchtliche Affinität (Aufsaugekapazität) zu den Kristallgittern des Klinoptilolith-Zeoliths hat. Wörtlich heißt es in diesem Bericht des Prüflabors Wolfner Analytik:

„Blei (Pb) bei pH 8,1

Die Versuche zeigen, dass bei pH 8,1 eine sehr starke Absorption von Blei stattfindet. Bei 0,5 g des eingesetzten MAC werden 86 % des eingesetzten Bleis absorbiert. Neben einer echten Absorptin könnte eine Mitfällung von Bleihydroxid mit den Eisenhydroxykomplexen für eine sehr gute Abtrennung verantwortlich sein.“

„Blei (Pb) ph 1,5

Die Versuche zeigen, dass bei pH 1,5 eine ausgeprägte Absorption von Blei stattfindet. Bei 0,5 g des eingesetzten MAC werden 32 % des eingesetzten Bleis absorbiert.“

Das heißt, dass im basischen Milieu, also im Darm, die Affinität des Blei zum Klinoptilolith-Zeolith größer ist als im sauren Milieu, d. h. im Magen. Da Klinoptilolith-

Zeolith im Verdauungstrakt neutralisierend wirkt und das saure Milieu verringert oder völlig beseitigt wird, ist einer großen Aufsaugekapazität und der praktische Anwendung zu erwarten.

Die gleichen Modelluntersuchungen wurden am 02.04.2004 im Labor im Ökompark GmbH und Co KG ÖKO-Control Baumholder mit anderen Versuchsmilieus, aber mit einem ähnlichen Ergebnis durchgeführt.

Zum Blei heißt es im Bericht zu diesen Untersuchungen:

"Bei den Metallen Blei und Cadmium ist der Verlust in Lösung noch größer als bei Quecksilber. Die Entfernungsrate liegt bei Cadmium bei etwa 80 % und bei Blei bei über 90 %. Da die "Absorption" erst bei pH-Werten über 7 zu Stande kommt ist eine Präzipitation mit Bindung der Hydroxide ($M(OH)_2$) oder gemischten Hydroxide ($M(OH)(H_2O)_n)^+$) an den Zeolith nicht auszuschließen."

"Allerdings ist auch die Absorption der Metall(-hydroxide) in den Zeolithkörper möglich. In diesem Fall ist die Re-Mobilisierung kinetisch gehemmt und ein Rückführen der Metalle ist dann durch Komplexbildner nicht mehr möglich.

Eine genaue Aussage über die Reversibilität der Metallabsorption im Körper ist für Clinoptilolith vs Blei/Cadmium nicht literaturbekannt ..."

"Eine Desorption der Metall-Zeolith ist jedoch nach den vorliegenden Erkenntnissen unwahrscheinlich [Armburster 2001], da die Austauschisothermen der $Pb^{2+} \rightarrow 2\ Na^+$ eine stabile Verbindung vorhersagen.

Auch werden Clinoptilolithe zur Entfernung der Elemente Blei und Cadmium in der Abwassertechnologie benutzt und von dort sind massive Probleme in der Regeneration der Absorber bekannt.

Im Gegensatz zu den bisher prognostizierten und gemessenen Affinitäten [Armbruster 2001] des Zeolith in Bezug auf Ionenabsorption ist die hier dargestellte Reihenfolge

$$Pb(II)_{pH=8,1} > Cd_{pH=8,1} \approx NH_4^+{}_{pH=8,1} > Hg(II)_{pH1,5} >> Zn_{pH=8,1} > Fe(II), Mn(II)$$

Dieses Verhalten des TMAZ ist einzigartig und wurde auch bisher nur bei dem tribomechanisch behandelten Clinoptilolith beobachtet."

Literatur

Armbruster, T. (2001): Clinoptilolite-heulandite: applications and basic research. *Studies in Survace Science and Catalysis* **135**. Zeolites and Mesoporous Materials at the Dawn of the 21st Century. A. Galarnau, F. Di Renzo, F. Faujula, J. Veddrine (Editors), S. 135ff

Schlussfolgerung

Beide Untersuchungen zur Absorption von zwei ähnlich strukturierten Naturzeolith-Pulvern zeigen, dass Blei sehr intensiv von Naturzeolith absorbiert wird und nach der Absorption in die Zeolith-Kristallgitterkanälchen sehr fest gebunden wird, so dass eine Desorption faktisch unmöglich ist. Das gilt im vorliegenden Fall für anthropogenes Blei. Von der Natur in den Zeolith eingebundenes Blei, das vor Millionen von Jahren erfolgte, dürfte eine Desorption noch weitaus unmöglicher sein.

Diese Modelluntersuchungen belegen ein weiteres Mal, dass Zeolith Blei stark an sich binden kann. Das vollzieht sich im menschlichen und tierischen Körper gleichermaßen wie im Boden und Wasser oder wie in diesen Modelluntersuchungen. **Dass eine Desorption von anthropogenem Blei aus dem Naturzeolith sehr schwierig ist, geht auch aus Bemerkungen im Prüfbericht Öko-Control-Baumholder hervor, wo es heißt, dass eine Regeneration des Adsorbers Klinoptilolith-Zeolith nach seiner Nutzung in der Abwasserreinigung "massive Probleme" mit sich bringt.**

Aus dem im Anhang befindlichen Prüfbericht geht desweiteren hervor, dass nach 2-13 jähriger täglicher Einnahme von Naturzeolith auch nicht geringste Anzeichen einer "chronischen Bleivergiftung" bei den Personen sichtbar ist. Deswegen kann ich als Arzt , der das "Primum non nocere" (zuerst als Arzt nicht schaden) des Hippokrates in seiner 60 jährigen Berufslaufbahn sehr ernst realisiert hat, ohne Einschränkung empfehlen, zur Ausleitung von Schwermetallen (einschließlich Blei) aus dem menschlichen Körper Zeolith mit entsprechendem Qualitätsausweis einzunehmen, um der global stattfinden schleichenden Vergiftung der Menschheit entgegen zu wirken und sich dagegen zu schützen, denn von Blei wurde eine Desorption aus dem Zeolith bisher nicht beschrieben.

15 Offizielle Unbedenklichkeitsdokumente für die Wirkung von Naturzeolith und Montmorillonit/Bentonit im menschlichen und tierischen Körper.

Der Klinoptilolith-Zeolith, der als Zusatzstoff E567 und E568 und später 19 598 bezeichnet und registriert wurde, wurde laut seiner Definition durch die Regulation der Europäischen Kommission sowie der Herausgebe einer neuen EU-Regulation als vollkommen unbedenklich für die Gesundheit für Mensch und Tier eingestuft und zwar ohne Notwendigkeit eines Post-Market-Monitorings !!! Damit wird erstens belegt, dass Klinoptilolith-Zeolith, der als Antioxidans in Verpackungen eingesetzt wird, nicht auf das darin verpackte Lebensmittel übergeht. Zweitens wird belegt, dass keine Gefahr für den das Fleisch eines Tieres konsumierenden Menschen besteht, da der Klinoptilolith-Zeolith während der Passage durch den Magen-Darm-Trakt des Masttieres nicht abgebaut wird und somit nicht in den Körper des Tieres übergeht und in weiterer Folge nicht in den Körper des Menschen gelangen kann. Folgerichtig wurde der Klinoptilolith-Zeolith auch 2013 für alle Tierarten freigegeben, nachdem er bis dahin nur für die Mast von Schweinen, Hühnern, Truthähnen, Rindern und Lachsen zugelassen war. Die EFSA hat die Ausweitung auf alle Tierarten nur deswegen durchgeführt, weil sie kein Gefährdungspotential durch den Klinoptilolith-Zeolith ausmachen konnte

Quellen

Commission Implementing Regulation (EU) (2013): Concerning the authorisation of clinoptilolite of sedimentary origin as a feed additive for all animal species and amending regulation (EC) No 1810/2005. (EU) No 651/2013 of 9 July (text with EEA relevance)

Commission Regulation (EC) (2005): Regulation No 1810/2005, concerning a new authorization for 10 years of an additive in feedingstuffs, the permanent authorization of certain additives in feedingstuffs and the provisional authorization of new uses of certain additives already authorized in feedingstuffs

EFSA Panel on Food Contact Materials, Enzyms, Flavourings ans Processing Aids (CEF) (2013): Scientific Opinion on the safey evaluation of the active substances (...) and clinoptilolite for use in food contact materials. EFSA Journal 11(4): 3155.[12 pp.]doi:10.2903/j.efsa.2013.3155

EFSA Panel on Additives and Products of Substances used in Animal Feed (FEEDAP) (2013): Scientific Opinion on the safety and efficacy of clinoptilolite of sedimentary origin for all animal species. EFSA Journal 11(1): 3039.[13pp.]doi:10.2903/j.efsa.2013.3039

Für Bentonit bestätigt ein wissenschaftliches Gutachten der EFSA (European Food Safety Authority) [2012] über die Sicherheit der Wirksamkeit von Bentonit als technologischer Futterzusatzstoff für alle Tierarten die Unbedenklichkeit

Literatur

European Food Safety Authority (EFSA) (2012): *Scientific opinion on safety and efficacy of bentonite as a technological feed addive for all species.* 20. July

Die Food and Drug Administration der USA (FDA) hat unter dem Code der federalen Regulation (CFR) Title 21 Zeolith (CFR 21) 182.2727 und Aluminiumsilikate unter (CFR 21) 182.2227 als unbedenklich zugelassen.

16 Die NASA verwendet Montmorillonit/Bentonit zur Prävention gegen Osteoporose der Astronauten in Spacestationen

Subject: [MedicalConspiracies] NASA used Clay with impressive results for bone health - msg#00031

List: MedicalConspiracies

MedicalConspiracies Navigation:
Date: Prev Next Date Index Thread: Prev Next Thread Index

December, 1964: Dr. Benjamin H. Ershoff, begins NASA-sponsored research prompted by evidence that astronauts' bodies lose large amounts of calcium from the bones under conditions of weightlessness. According to doctors, such conditions weaken the body and increase chances that kidney stones may develop during flights lasting months or years. Ershoff found that supplementing the diet with calcium alone couldn't reverse the severe damage of severely accelerated osteoporosis--but clay did, for animals. Especially the Red Desert™ Clay, produced impressive results in promoting growth and preventing disorders in the bones of tested animals, Ershoff said. When a small percentage of the Red Desert™ Clay was added to the diet, Ershoff said, the animals' body weight increased and bone diseases were prevented. Little or no benefits were noted, he said, when calcium alone was added. "This means that the clay supplement contained some factor or factors other than calcium which promoted improved calcium utilization and bone formation," he explained. Ershoff added that the consumption of clay has been observed among many peoples and animals for centuries, especially in areas where there is a marked deficiency of calcium, iron and other minerals in the diet.

Watch the video

Abschließend sei noch einmal wiederholt: Der heutige Wissenschaftliche Erkenntnisstand zeigt, dass Naturzeolith (und auch synthetischer Zeolith) dem entsprechenden Medium Blei entzieht, aber nicht an dieses abgibt

Berlin, Januar 2016

Prof. em. Prof. Dr. med. habil. Karl Hecht