

Aluminium im Alltag: ein gesundheitliches Risiko?

Dr. Rüdiger Schneider et al.

Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Karlsruhe

Die gesundheitliche Bewertung der Aufnahme von Aluminium ist aufgrund neuerer wissenschaftlicher Erkenntnisse in den Fokus geraten. So hat die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit den Wert für die tolerierbare Aluminiumaufnahme deutlich gesenkt. Hauptquelle für die Aluminiumexposition ist die Ernährung, wobei aber auch die Kosmetika und die Bedarfsgegenstände mit Lebensmittelkontakt häufig in den Medien erwähnt werden.

Im Folgenden sind verschiedene Aluminiumquellen aufgeführt:

Aluminium in Trinkwasser

Aluminium ist das häufigste Metall der Erdkruste. Es liegt in der Natur hauptsächlich in Form schwerlöslicher Verbindungen vor. Aus dieser geringen Löslichkeit resultiert eine meist niedrige Konzentration in Gewässern von unter 0,05 mg/l Aluminium. Als Folge des sauren Regens sind eine Mobilisierung des Aluminiums aus dem Boden und damit ein Anstieg der Aluminiumgehalte im Grundwasser feststellbar. Durch dieses geogene Vorkommen wird der natürliche Aluminiumgehalt in Trinkwasser bestimmt.

Bestimmte Aluminiumverbindungen dürfen, soweit sie dafür durch das Umweltbundesamt zugelassen sind, als Aufbereitungsstoff für Trinkwasser verwendet werden. In Frage kommen hier Zugaben von Aluminiumverbindungen zu Flockungs- oder Fällungszwecken, wobei nur technisch unvermeidbare und technologisch unwirksame Anteile an Aluminium im Wasser verbleiben dürfen, sowie der Einsatz zur Adsorption, zum Ionenaustausch oder der Entfernung von Fluorid.

Da die akute Toxizität von Aluminium gering ist, wird es in der Trinkwasser-Verordnung als Indikatorparameter eingestuft. Die Festlegung des Grenzwertes von 0,2 Milligramm Aluminium pro Liter hat vor allem ästhetisch-sensorische Gründe, denn Aluminium kann eine Trübung von Wasser hervorrufen. Der Grenzwert gilt sowohl für den natürlichen

Aluminiumgehalt als auch nach Einsatz als Aufbereitungsstoff.

Aluminiumbestimmungen sind durch den Wasserversorger je nach abgegebener Wassermenge mindestens einmal pro Jahr durchzuführen. Im Rahmen der amtlichen Kontrollen durch die Chemischen und Veterinäruntersuchungsämter in Baden-Württemberg werden pro Jahr 600 bis 700 Trinkwasserproben auf ihren Aluminiumgehalt untersucht. In den letzten Jahren wurden hierbei nur zwei Überschreitungen des Grenzwertes festgestellt. Bei diesen Einzelfällen handelte es sich um saures aggressives Quellwasser, das bereits aufgrund seines pH-Wertes nicht der Trinkwasser-Verordnung entsprach, sowie um das Trinkwasser einer kleinen Wassergemeinschaft, das zudem durch zu hohe Trübung und Färbung auffiel und bei dem die Grenzwerte für Eisen und Mangan ebenfalls nicht eingehalten wurden.

Aluminium in Säften

Im Bereich der nichtalkoholischen Getränke sind insbesondere Kernobstsäfte betroffen, da deren Lagerung z.B. in kleineren Mostereien vielfach noch in Aluminiumtanks erfolgt. Bei Aluminiumtanks ohne Innenbeschichtung beziehungsweise bei Aluminiumtanks, deren Innenbeschichtung altersbedingt nicht mehr vollständig intakt ist, kann Fruchtsaft aufgrund seines natürlichen Säuregehaltes Aluminium aus der Wandung herauslösen. Gehalte von über 8 mg Aluminium pro Liter Fruchtsaft werden als technisch vermeidbar und damit als nicht vertretbar angesehen. Einige Kernobstsäfte mussten aus diesem Grund beanstandet werden.

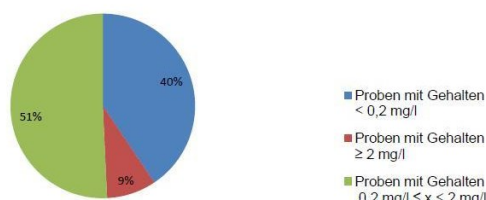
Aluminium in Wein und weinhaltigen Getränken

Im Verlauf der Weinbereitung kommt das Produkt mit verschiedenen Bedarfsgegenständen in Kontakt. Werden unbeschichtete Aluminiumtanks sowie andere Gegenstände aus Aluminium verwendet, kann es zu einem Übergang von Aluminium auf Wein kommen. Auch bei der Behandlung von weiterverarbeiteten Erzeugnissen, wie z.B. der Erhitzung von Glühwein, können erhöhte Aluminiumgehalte auftreten, die erfahrungsgemäß auf eine gewisse Metalllössigkeit der verwendeten Gegenstände wie z. B. Durchlauferhitzer oder Kessel, zurückzuführen sind. Dies wird insbesondere durch lange Standzeiten, hohe Erhitzungstemperaturen sowie das saure Milieu begünstigt. Daher werden heutzutage für Wein meist Tanks aus Edelstahl oder Holzfässer bzw. für Glühwein emailierte Töpfe oder Kessel aus Edelstahl verwendet.

Für Erzeugnisse des Weinrechts besteht eine gesetzlich festgelegte Höchstmenge von 8 Milligramm Aluminium pro Liter. Diese Grenze wird in der Praxis nur selten überschritten. Im Rahmen der Untersuchung von 173 Proben Wein und 82 Proben weinhaltige Getränke (Untersuchungszeitraum 2011-2013) war dies lediglich bei einem einzigen auf einem Weihnachtsmarkt entnommenen Glühwein (8,5 mg/l) der Fall. Mit Ausnahme von zwei Proben Glühwein lagen die ermittelten Werte mindestens um mehr als die Hälfte unterhalb der Höchstmenge (Median Wein 0,8 mg/l, weinhaltige Getränke 1,0 mg/l).

Die Menge an Aluminium, die über den Konsum eines solchen Getränks aufgenommen wird, ist anhand der von der EFSA abgeleiteten tolerierbaren wöchentlichen Aufnahmemenge (TWI: 1 mg Aluminium pro kg Körpergewicht [1]) als gesundheitlich nicht bedenklich einzustufen. Da der Mensch jedoch über zahlreiche Quellen Aluminium aufnimmt, gilt es, die Menge an Aluminium im Lebensmittel auf ein möglichst niedriges Maß zu reduzieren. 97 % der untersuchten Weine sowie 90 % der

Gehalt an Aluminium in Säften, Nektaren und Sirupen (2010-2013)



weinhaltigen Getränke wiesen Gehalte an Aluminium unter 2,0 mg/l auf. Es ist also durchaus möglich, im Rahmen der guten Herstellungspraxis Wein und weinhaltige Getränke mit niedrigen Aluminium-Gehalten herzustellen.

satzstoffe, die als Bestandteil des jeweiligen Moleküls Aluminium enthalten.

Während in der ersten Gruppe die Verzehrsmengen und damit das Risiko als gering einzuschätzen sind, ist die zweite Gruppe mit Hinblick auf die betroffenen Verbraucher als problematischer einzuschätzen. Calciumsalze werden in Säuglingsnahrung verwendet, u.a. in Anfangsmilch. Da dieses dann die alleinige Nahrung ist, ist besonders hier der Aluminiumgehalt zu prüfen. Aufgrund der Untersuchungsergebnisse wurde schon vor Jahren der zulässige Höchstgehalt in Calciumsalzen beschränkt, sodass hier kein Risiko mehr zu erwarten ist.

In Deodorants werden Aluminiumverbindungen aufgrund ihrer antimikrobiellen Eigenschaft eingesetzt. Im Gegensatz zu Antitranspirantien werden durch Deodorantien lediglich flüchtige, unangenehm riechende Verbindungen gebunden und der Geruch durch Parfümöle überdeckt ohne hierbei die Schweißkanäle zu verstopfen [3].

Gefährdungspotential durch Aluminium

Die gesundheitliche Unbedenklichkeit von Aluminium in Antitranspirantien wird immer wieder kritisch hinterfragt. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) nahm im Februar 2014 dazu Stellung: Wissenschaftlich erwiesen ist, dass hohe Aluminiumdosen neurotoxische Wirkungen beim Menschen und embryotoxische Effekte in Tierstudien zeigen. Ein kausaler Zusammenhang zwischen erhöhter Aluminiumaufnahme durch Antitranspirantien und der Alzheimer-Krankheit bzw. Brustkrebs konnte bislang wissenschaftlich nicht belegt werden.

Aluminium wird auch über die Nahrung aufgenommen. Derzeit gilt eine systemisch verfügbare tägliche Aufnahmemenge von 8,6 µg für einen 60 kg schweren Menschen als unbedenklich [4]:

Laut Stellungnahme des BfR kann derzeit nicht ausgeschlossen werden, dass alleine durch Anwendung eines Antitranspirants mit 5 % Aluminium (entspricht ca. 20 % Aluminiumchlorohydrat) 10,5 µg über die Haut aufgenommen und systemisch verfügbar ist, d.h. über Lymphe und Blut in Gewebe und innere Organe eindringt.

Das BfR hat diesen Wert anhand einer in-vivo-Studie ermittelt, bei der eine Penetrationsrate von 0,014% ermittelt wurde. Allerdings war die Zahl der Probanden so gering, dass dieser Wert nicht als gesichert betrachtet werden kann.

Die Ergebnisse der Studien zur Aluminiumaufnahme durch die Nahrung sind nur bedingt auf Kosmetika zu übertragen, denn die Stoffaufnahme und -verteilung im Körper steht in Verbindung mit dem Eintragsweg (oral, dermal, usw.). Aus diesem Grund sind Studien zur Aufnahme von Aluminium nach dermalen Applikation für die Risikobewertung von kosmetischen Mitteln zur äußeren Anwendung (z.B. Antitranspirantien) unerlässlich. Bisher wurden hierzu nur wenige Studien durchgeführt, welche aber laut einer aktuellen Bewertung des wissenschaftlichen Ausschusses für Verbrauchersicherheit der EU Kommission (SCCS) aufgrund mangelnder Studienbedingungen nur sehr beschränkte Aussagen ermöglichen [1]. Es ist auch davon auszugehen, dass die Applikationsform (Aerosol, Stick, Creme) und die

Gehalt an Aluminium in Wein und weinhaltigen Getränken



Leinsamen

Bei insgesamt 47 seit 2012 untersuchten Proben wurden im Mittel 20,7 mg/kg Aluminium festgestellt (maximal 96 mg/kg bei einer Probe Bio-Leinsaat europäischer Herkunft). 90% der Proben wiesen 33,5 mg/kg und weniger auf.

Reis- und Glasnudeln

Deutlich höhere Verzehrsmengen sind bei Teigwaren möglich. Besonders bei asiatischen Schnellkochnudeln auf Reis- und Weizenbasis („Glasnudeln“) wurden in den letzten Jahren erhöhte Aluminiumgehalte berichtet.

Die Aluminiumgehalte der insgesamt 69 seit 2010 in Baden-Württemberg untersuchten Proben betrugen ganz überwiegend weniger als 10 mg/kg (90 Perzentilwert: 10,4 mg/kg, Median 3,1 mg/kg). Allerdings fielen auch bei unseren Untersuchungen Glasnudeln mit deutlich erhöhten Aluminiumgehalten auf. Die beiden höchsten Gehalte wurden bei Glasnudeln vietnamesischer bzw. chinesischer Herkunft mit 287 bzw. 108 mg/kg festgestellt.

Aluminiumhaltige Zusatzstoffe finden sich z. B. bei Silikaten oder als saures Aluminiumphosphat. Während erstere in letzter Zeit in ihren Einsatzgebieten deutlich eingeschränkt wurden, findet sich das saure Aluminiumphosphat vorwiegend in Backtriebmitteln oder Backmischungen aus dem englischen Sprachraum und gelangt daher bei uns nur vereinzelt in den Markt.

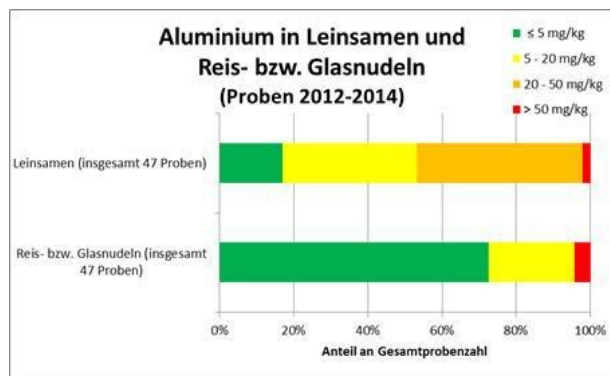
Aluminium in kosmetischen Mitteln

Unterschiedliche Aluminiumverbindungen werden in kosmetischen Mitteln wie Deodorants, Antitranspirantien, Lippenstifte und Lidschatten, sowie Zahnpasten oder Sonnencremes, eingesetzt [2]. Je nachdem um welches kosmetische Produkt es sich handelt, reicht seine Funktion von schweißhemmend, adstringierend bis hin zu geschmeidig machend oder der Verwendung als Farbpigment, als Ummantelung von Titandioxid oder als Aluminiumfluorid in Zahnpasten [3]. Aus toxikologischer Sicht sind insbesondere die Antitranspirantien zu beachten. Hier sind die Gehalte an Aluminiumverbindungen im Bereich der kosmetischen Mitteln relativ hoch.

Wie wirken Antitranspirantien?

Häufig werden Aluminiumverbindungen wie Aluminiumchlorohydrat eingesetzt. Sie bilden auf der Haut Aluminiumhydroxid-Polymere, die die Schweißkanäle verschließen. Dadurch wird die Schweißbildung wirksam reduziert. Durch den natürlichen Hauterneuerungsprozess wird der entstandene Pfropf nach einiger Zeit wieder abgestoßen [1].

Aluminium in Leinsamen und Reis- bzw. Glasnudeln (Proben 2012-2014)



Aluminium in Zusatzstoffen

Als Quelle von Aluminium in Zusatzstoffen sind 3 Kategorien zu nennen: Aluminiumhaltige Farblacke, Calciumsalze sowie Zu-

Produktzusammensetzung die Hautpenetration eines bestimmten Stoffes und somit die Körperaufnahme beeinflussen können [4].

Aufgrund dessen sieht das BfR weiteren Forschungsbedarf hinsichtlich der tatsächlichen Aufnahmemenge von Aluminium über die Haut. Bei geschädigter Haut, z.B. auch nach einer Rasur, ist allerdings nach den bekannten Studien sicher von einer deutlich höheren Penetrationsrate auszugehen. Deshalb empfiehlt das BfR, aluminiumhaltige Antitranspirantien nicht unmittelbar nach der Rasur bzw. bei geschädigter Achselhaut zu verwenden.

Untersuchungsergebnisse

Im Jahr 2012 hat das CVUA Karlsruhe 32 Antitranspirantien auf ihren Aluminium-Gehalt untersucht. 12 Produkte hatten keine aluminiumhaltigen Wirkstoffe. 20 Produkte enthielten aluminiumhaltige Wirkstoffe in Gehalten von 0,9 % bis max. 4,5 %. Die meisten Produkte wiesen Gehalte zwischen 2 und 4 % auf. Derzeit (Herbst 2014) läuft ein neues Untersuchungsprogramm, das noch nicht abgeschlossen ist.

In Hautpflegeprodukten mit Aluminiumverbindungen sind die Gehalte an Aluminium i.d.R. weit unter 1 %.

Gesetzliche Regelungen

Gesetzliche Regelungen zu Höchstgehalten liegen derzeit lediglich für Aluminium-zirkoniumchloridhydroxid vor. Laut der **europäischen Kosmetikverordnung VO (EG) Nr. 1233/2009** muss auch der Warnhinweis „Nicht auf gereizter oder verletzter Haut anwenden“ auf das Produkt angebracht werden. Dieser Warnhinweis wird auch bei anderen aluminiumhaltigen Kosmetika von Herstellern auf freiwilliger Basis angegeben.

Aufnahme über andere Verbraucherprodukte

In den Jahren 2013 und 2014 wurden ca. 265 Bedarfsgegenstände auf ihren Gehalt an Aluminium bzw. auf die Abgabe an Aluminium auf Simulanzlebensmittel untersucht. Die untersuchten Bedarfsgegenstände setzten sich zusammen aus:

- Lebensmittelkontaktmaterialien,
- Spielzeug und
- Gegenständen, die mit dem Körper in den Kontakt kommen, ausgenommen Textilien und Leder

Der Großteil der untersuchten Proben war unauffällig, nur Lebensmittelkontaktmaterialien wiesen vereinzelt auffällige Gehalte an Aluminium im Simulanzlebensmittel auf.

Kochtöpfe und Getränkedosen werden aus Aluminium hergestellt. Zurzeit besteht gemäß den „**Guidelines on Metals and alloys**“ die Beschränkung, dass nur 5 mg Aluminium auf 1 kg Lebensmittel übergehen dürfen. Die Lagerung von sauren, alkalischen oder salzigen, wässrigen Lebensmitteln in unbeschichteten Utensilien aus Aluminium sollte begrenzt werden, um die Freisetzung von Aluminium zu minimieren. Insgesamt wurden 160 Lebensmittelkontaktmaterialien auf ihre Abgabe an Aluminium auf Lebensmittelsimulanzien untersucht. Nur fünf Proben (3 %) wiesen auffällige Abgabewerte an Aluminium auf.

Färbende Pigmente, wie sie z.B. in Wasserfarben oder auch im Lack von Spielzeug aus Kunststoff enthalten sind, können Aluminiumverbindungen enthalten. Für abgeschabte Spielzeugmaterialien, z.B. für den Lack eines Spielzeuges besteht ein Richtwert von 70.000 mg/kg gemäß **DIN EN 71-3:2013-07**. Alle untersuchten Proben aus den Jahren 2013 und 2014 waren diesbezüglich unauffällig.

Aluminiumverbindungen werden als Pigmente zum Einfärben auch bei Gegenständen mit Körperkontakt verwendet. Für diese Gegenstände gibt es jedoch keine rechtlichen Vorgaben. Zur Beurteilung werden die Richtwerte der **DIN EN 71-3:2013-07** herangezogen. Im Jahr 2014 wurden insgesamt 15 Gegenstände mit Körperkontakt auf ihren Aluminiumgehalt untersucht. Alle untersuchten Proben wiesen unauffällige Gehalte an Aluminium auf.

Aluminium in Textilien und Leder

Bislang spielt Aluminium in textilen Bekleidungsgegenständen noch keine große Rolle, so dass entsprechende Untersuchungsergebnisse zu Gehalten in diesen Produkten nicht vorliegen.

Ganz vereinzelt gibt es Textilien mit Aluminiumanteilen im Garn, welche einen Metallisierungseffekt bewirken. Die neuere Literatur weist auf Entwicklungen hin, wonach mit Aluminium ausgerüstete Textilien (sog. intelligente Textilien) Grundlage für tragbare Elektronik sein könnten. Mobiltelefone für das Berufliche, Pulsmesser für den Sport, Standortbestimmung (von Einsatzkräften), Babystrampler mit Alarmfunktion werden als Anwendungsbeispiele genannt. Bereits 2008 wurde in Textil integrierte Photovoltaik präsentiert. Weitere Anwendungen bei sog. technischen Textilien ist eine Aluminiumbeschichtung zu Hitzeschutzzwecken.

Inwieweit für Verbraucher, die direkten Kontakt mit den ausgerüsteten Textilien haben,

eine sog. „Kontaminationsgefahr“ besteht, ist nicht bekannt.

Zum Gerben von Leder werden vereinzelt noch sog. Alaune [Natriumchlorid/Aluminiumsulfat-Mischsalz] – anstatt der traditionellen Chrom(III)-Salz-Gerbung – verwendet. Diese Leder sind jedoch nicht waschbar, das Salz wird lediglich eingelagert und geht keine Ligandenbindung mit den Eiweißmolekülen ein. Erfahrungsgemäß sind im gebrauchsfertigen Leder noch Grammengen an Aluminiumsalz vorhanden. Der Verwendungsbereich ist heute überwiegend nur noch die Buchbinderei. In den vergangenen 10 Jahren kamen daher im Rahmen der amtlichen Lebensmittelüberwachung keine Bedarfsgegenstände aus alaungegerbtem Leder zur Untersuchung. Auch sind keine negativen Auffälligkeiten durch Kontakt solcher Lederwaren mit Verbrauchern bekannt.

Literatur

[1] EFSA, *Safety of aluminium from dietary intake*[1] - Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavours, Processing Aids and Food Contact Materials (AFC), 15.7.2008

[2] *Scientific Committee on Consumer Safety, 2014. Opinion on the safety of aluminium in cosmetic products, SCCS/1525/14 Revision of 18 June 2014*

[3] *Beschluss der Kommission vom 9. Februar 2006 zur Änderung des Beschlusses 96/335/EG der Kommission zur Festlegung einer Liste und einer gemeinsamen Nomenklatur der Bestandteile kosmetischer Mittel (2006/257/EG)*

[4] Raab, W. & Kindl, U., 2004. *Pflegekosmetik. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart*.