

INHALT DIESER AUSGABE

- Unterscheidung zwischen Aluminiummetall und Aluminiumverbindungen | 2
- Aluminium macht rund 8 % der Erdkruste aus | 3
- Aus welchen Quellen nehmen wir Aluminium auf? | 3
- Unterschied zwischen Antitranspirantien und Deodorants | 4
- Sonderfall Pharmazeutika und Impfstoffe | 5
- Aluminiumverbindungen in Laugengebäck (z. B. Brezeln) | 6
- Grenzwerte und Kennzeichnungsempfehlungen | 6
- Kein kausaler Zusammenhang zwischen der Aufnahme von Aluminium und Alzheimer, Brustkrebs und Allergien | 7
- Was kann der Verbraucher tun? | 7
- Die Industrie zeigt seit langem Verantwortungsbewusstsein! | 7
- Aluminiumanwendungen tragen zum Erhalt der Volksgesundheit bei! | 8
- Weitere Informationsquellen zum Thema Aluminium und Gesundheit | 8

DOWNLOAD PDF-VERSION



SPEZIAL: ALUMINIUM UND GESUNDHEIT



Die gesundheitliche Unbedenklichkeit von Aluminium wird immer wieder kritisch hinterfragt. Dazu gehört zum Beispiel die Frage, ob Aluminium an der Entwicklung der Alzheimer-Krankheit und der Entstehung von Brustkrebs beteiligt sein kann. So werden die GDA-Mitgliedsfirmen oftmals von Medien, Kunden, Mitarbeitern, Verbrauchern und anderen interessierten Kreisen auf das Thema „Aluminium und Gesundheit“ angesprochen.

Wie viel Aluminium nehmen wir über unverarbeitete und verarbeitete Lebensmittel auf? Wie viel Aluminium kann durch die Verwendung von Kosmetika über die Haut in den Körper gelangen? Welche Auswirkungen auf die Gesundheit kann Aluminium haben? sind Fragen, die immer wieder gestellt werden.

Die vorliegende Sonderausgabe fasst die wesentlichen Aspekte zu diesem Themenbereich zusammen, gibt hilfreiche Argumente an die Hand und soll allgemein zu einer Versachlichung der Diskussion beitragen.



Unterscheidung zwischen Aluminiummetall und Aluminiumverbindungen

In der öffentlichen Diskussion wird - wie oben beschrieben - stets pauschal über „Aluminium“ gesprochen. Dies ist sachlich nicht korrekt. Zunächst einmal ist festzuhalten, dass sauber zwischen dem **Aluminiummetall** und **Aluminiumverbindungen** (d. h. Verbindungen anderer Elemente mit Aluminium in ionischer Form) unterschieden werden muss.

Metallisches Aluminium, meist in Form von Legierungen mit anderen Metallen, kommt in den unterschiedlichsten Industrien zum Einsatz. In der Automobil-, Bau- und Elektroindustrie sowie in Bedarfsgegenständen zum Verpacken, Lagern oder Verarbeiten von Lebensmitteln, Kosmetika oder Pharmazeutika, z. B. Haushaltsgeräte, Kochgeschirr, Dosen, Tuben, Schalen oder Folien.

Infolge seiner starken Neigung zu chemischen Reaktionen kommt **Aluminium** in der Natur - anders als Gold und Silber - nicht als Metall, sondern nur in **Verbindungen** vor. Aluminiumverbindungen wie zum Beispiel Aluminiumhydroxid, -sulfate, -chlorhydrate oder -fluoride werden aber auch künstlich hergestellt. Synthetische, also künstlich in chemischen Verfahren hergestellte Aluminiumverbindungen finden, teils in großen Mengen, Anwendung für verschiedenste industrielle Verfahren wie z. B. bei der Wasseraufbereitung, der Papierherstellung oder für die Herstellung von Nahrungsmittelzusatzstoffen, Kosmetika und pharmazeutischen Produkten. Der Mensch nimmt Aluminium nur in Form von Verbindungen auf.

Bei **Aluminiumverbindungen** muss beachtet werden, dass der Anteil von Aluminium in ionischer Form in einer Verbindung, je nach Verbindungsart, variieren kann. Für die

gesundheitliche Bewertung der Exposition des Verbrauchers mit Aluminium relevant ist also nicht die Aluminiumverbindung als solche, sondern lediglich der Anteil des Aluminiums in ionischer Form aus der jeweiligen Verbindung.

Im weiteren Text wird - der Einfachheit halber - nur noch zwischen metallischem Aluminium und Aluminiumverbindungen unterschieden. Und wenn von Grenzwerten für die Aufnahme von Aluminium die Rede ist, ist dabei stets Aluminium in ionischer Form gemeint. ■



metallisches Aluminium



Aluminiumverbindungen

Aluminium macht rund 8 % der Erdkruste aus

Aluminium ist nach Sauerstoff und Silizium das dritthäufigste Element und das häufigste Metall in der Erdkruste. Allerdings kommt es aufgrund seines unedlen Charakters praktisch ausschließlich in gebundener Form (d. h. als Aluminiumverbindung) vor, zum Beispiel als Bestandteil von Ton, Gneis und Granit. Dementsprechend sind Aluminiumverbindungen als natürlicher Bestandteil auch in zahlreichen unverarbeiteten Lebensmitteln zu finden.

Laut einem im Mai 2008 veröffentlichten Gutachten der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) zur Sicherheit der Aluminiumaufnahme aus Lebensmitteln enthalten die meisten unverarbeiteten Lebensmittel weniger als 5 mg Aluminium/kg. Höhere Konzentrationen (durchschnittlich 5 - 10 mg/kg) sind oft in Brot, Kuchen und anderen Backwaren (mit den höchsten Konzentrationen bei Keksen/Plätzchen), einigen Gemüsearten (mit den höchsten Konzentrationen bei Pilzen, Spinat, Rettich, Mangold, Kopfsalat und Feldsalat), kandierten Früchten, Milchprodukten, Würstchen, Innereien, Meeresfrüchten, zuckerreichen Lebensmitteln, Backmischungen und den meisten Mehlprodukten und Mehlen enthalten. Sehr hohe Durchschnittskonzentrationen finden sich unter anderem in Teeblättern, Kräutern, Kakao und Kakaoprodukten sowie Gewürzen. Hier kann der durchschnittliche Aluminiumgehalt 100 mg/kg zum Teil deutlich überschreiten. ■



Aus welchen Quellen nehmen wir Aluminium auf?

Die wesentlichen oralen Aufnahmewege für Aluminiumverbindungen sind

- aufgrund ihres natürlichen Gehalts unbehandelte, nicht verarbeitete Lebensmittel (bis zu 60 %),
- Lebensmittelzusatzstoffe (bis zu 40 %).

Eine untergeordnete Bedeutung haben

- Bedarfsgegenstände aus Aluminium wie Haushaltsutensilien, Verpackungen, Haushaltsfolie (1 - 4 %)
- Trinkwasser (1 - 2 %).

Über das Essen nehmen wir je nach Land und Ernährungsgewohnheiten nach einer Studie der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) zwischen einem und 15 Milligramm Aluminium pro Tag auf. Bei Erwachsenen entspricht das bis zu 0,2 Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht und Tag, bei Kindern und Säuglingen bis zu etwa 0,35 Milligramm.

Bei gesunden Menschen wird mehr als 99 % des über Lebensmittel pro Tag aufgenommenen Aluminiums unresorbiert über den Kot oder die Nieren ausgeschieden. Bei Menschen mit geschädigter Nierenfunktion, insbesondere chronischer Niereninsuffizienz (z. B. Dialysepatienten), ist die Fähigkeit, absorbiertes Aluminium auszuscheiden, jedoch eingeschränkt, so dass es zu Anreicherungen im Körper und gesundheitlichen Schäden (z. B. Knochenweichungen oder Schädigung des Zentralnervensystems) kommen kann.

Verpackungen aus oder mit Aluminium, zum Beispiel (Getränke-)Dosen, Flaschen, Tuben, Getränke- oder Lebensmittelkartons, Beutel, Blister) sind überwiegend beschichtet oder lackiert, wodurch ein Korrosionsangriff des Füllguts auf das Aluminium und eine mögliche Freisetzung von Aluminiumverbindungen in das Produkt verhindert werden. Das metallische Aluminium wird sozusagen vor den Füllgütern geschützt.

Unbeschichtete Aluminium-Bedarfsgegenstände wie Kochgeschirr oder Aluminiumfolie sind zur Sicherstellung des sachgemäßen Gebrauchs mit dem Verbraucherhinweis zu versehen, dass diese Bedarfsgegenstände nicht für den Kontakt mit bzw. die Lagerung von sauren oder salz-



→ haltigen Produkten geeignet sind. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass Aluminiumoxid, das unter Lufteinwirkung an der Oberfläche von metallischem Aluminium entsteht, in einem pH-Bereich zwischen 4,5 und 8,5 stabil ist.

Aufnahme über die Haut

Diskutiert wurde auch die Frage, ob und in welchem Umfang Aluminiumverbindungen durch die Verwendung von Kosmetika über die Haut (dermal) aufgenommen werden. Gesichtscremes, Körperlotionen, Haarpflegeprodukte oder Make-up können Aluminiumverbindungen als zusätzlichen Inhaltsstoff in meist geringer Dosierung beinhalten. Bewertungen des wissenschaftlichen Ausschusses für Verbrauchersicherheit (Scientific Committee on Consumer Safety SCCS) der EU Kommission haben ergeben, dass nur sehr wenig Aluminium aus kosmetischen Produkten durch die Haut in den Körper gelangt. Antitranspirantien zum Beispiel enthalten zwar lösliche Aluminiumsalze, die jedoch unlösliche Komplexe mit dem Schweiß auf der Hautoberfläche bilden.

Der wissenschaftliche Ausschuss hatte im Juni 2019 eine abschließende Bewertung von Humanstudien vorgenommen ("Opinion on the safety of aluminium in cosmetic products"), die im Auftrag von Cosmetics Europe durchgeführt wurden und unter anderem auch eine realistische Abschätzung der dermalen Aluminiumexposition durch Aluminiumchlorohydrat-haltige Antitranspirantien liefern. Insgesamt resümiert

der SCCS in seiner Bewertung, dass die Aufnahme von Aluminiumverbindungen über kosmetische Produkte nicht signifikant ist.

Basierend auf diesen neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen kommt auch das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) in seiner aktualisierten Stellungnahme vom 20. Juli 2020 zu dem Schluss, dass gesundheitliche Beeinträchtigungen durch den regelmäßigen Gebrauch von Aluminiumchlorohydrat-haltigen Antitranspirantien nach gegenwärtigem wissenschaftlichem Kenntnisstand unwahrscheinlich sind. Der Beitrag von aluminiumhaltigen Antitranspirantien zur Gesamtbelastung mit Aluminium ist deutlich geringer als bisher angenommen. ■



UNTERSCHIED ZWISCHEN ANTITRANSPIRANTIEN UND DEODORANTS

In **Antitranspirantien** werden häufig Aluminiumverbindungen wie Aluminiumchlorohydrat eingesetzt. Schweißhemmend wirkt Aluminiumchlorohydrat zum einen durch die Eigenschaft, die Haut zusammenzuziehen und zum anderen durch die Bildung eines gelartigen Protein-Komplexes, der wie eine Art Pfropfen temporär die Schweißkanäle verschließt.



Durch den natürlichen Hauterneuerungsprozess wird der entstandene Pfropf nach einiger Zeit wieder abgestoßen.

In **Deodorants** werden Aluminiumverbindungen nur selten 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. Deodorants wirken also nur antibakteriell und geruchshemmend, ohne den Schweißfluss zu vermindern. Durch die Achselnässe nimmt der antibakterielle Schutz langsam ab, so dass die Wirkung nicht so langanhaltend wie bei einem Antitranspirant ist.



SONDERFALL PHARMAZEUTIKA UND IMPFSTOFFE

Aluminiumverbindungen werden in Medikamenten und Impfstoffen verwendet.

Diese finden sich zum Beispiel in weit verbreiteten Arzneimitteln gegen Sodbrennen, die teilweise ohne Rezept erhältlich sind. Magensäure-bindende Arzneimittel (Antazida) enthalten häufig Aluminium-Trisilikate und Aluminiumhydroxid. Letztere können in Form einer einzigen Tablette mehr als 200 mg Aluminium enthalten.

Die Hersteller raten deshalb auf dem Beipackzettel vor allem in Zusammenhang mit ungenügender Nierenleistung und langfristiger Einnahme zur regelmäßigen Überprüfung des Aluminiumspiegels im Körper, damit eine übermäßige Aufnahme von Aluminium vermieden wird.

Aluminiumverbindungen sind zudem in einigen Impfstoffen als sogenannte Adjuvantien (Hilfsstoffe) enthalten, und zwar in Form von Aluminiumhydroxid, Aluminiumphosphat oder Aluminiumhydroxyphosphat. Die Menge des in einem Impfstoff enthaltenen Aluminiums schwankt zwischen 0,3 und 1,5 mg pro Dosis. Berücksichtigt man die verschiedenen Impfungen und die Anzahl der erforderlichen Auffrischungen, so würde eine Person dadurch im Laufe ihres Lebens eine Maximaldosis von 15 mg erhalten.

Das entspricht etwa der normalen oralen Aufnahme über zwei Tage.

Subkutan (über das Bindegewebe und Fettgewebe) und intramuskulär injizierte Aluminiumverbindungen lösen sich allmählich auf und treten in die Blutbahn ein. Dann wird es in gleicher Weise wie das aus dem Magen-Darm-Trakt aufgenommene Aluminium mit dem Harn ausgeschieden. Ein Ersetzen des derzeit eingesetzten Adjuvans würde eine eingehende Untersuchung möglicher Alternativen erfordern, bevor diese zugelassen werden könnten. Jede Zurücknahme aus Vorsorgegründen hätte gravierende Auswirkungen auf die Immunogenität und Schutzwirkung derzeit eingesetzter Impfstoffe und würde Impfprogramme weltweit gefährden.





ALUMINIUMVER- BINDUNGEN IN LAUGENGEBÄCK (Z. B. BREZELN)

Das Thema „Aluminiumverbindungen in Laugengebäck“ ist insbesondere im süddeutschen Raum aktuell, wo diese Produkte in größerem Umfang konsumiert werden und eine entsprechend große Exposition vorliegt.

In ihren Untersuchungen stellten bayrische Überwachungsbehörden immer wieder Aluminiumgehalte im Laugengebäck fest, die über dem für Bayern geltenden Höchstwert von 10 mg/kg Frischgewicht lagen. Einen für ganz Deutschland bzw. europaweit geltenden gesetzlichen Grenzwert gibt es bisher nicht. Laugengebäck mit einem Aluminiumgehalt, der über diesem Höchstwert von 10 mg/kg Frischgewicht liegt, wird als nicht sicheres Lebensmittel und damit als nicht zum Verzehr geeignet beurteilt.

Erhöhte Aluminiumwerte könnten jedoch durch geeignete technologische Maßnahmen gut vermieden werden. Bereits im November 2002 hatte das BfR eine Stellungnahme zu diesem Thema veröffentlicht, in der empfohlen wurde, auf Verfahren zu verzichten, die einen erhöhten Übergang von Aluminium auf das Backgut bewirken (z. B. das Eintauchen der Aluminiumbleche in Natronlauge).

Der Zentralverband des deutschen Bäckerhandwerks e. V. hat über seine Mitgliedsverbände und die Bäckerinnung die Betriebe aufgefordert, bei Laugengebäck eine erhöhte Aluminiumaufnahme durch unsachgemäße Herstellung zu vermeiden. In eigens entwickelten Merkblättern zum Umgang mit Natronlauge und Aluminiumblechen bei der Herstellung von Laugengebäck wird darauf hingewiesen, dass sich die Natronlauge durch wiederholtes Eintauchen der Aluminiumbleche mit Aluminiumverbindungen anreichert. Bei Vermeidung solcher Laugen können die Teiglinge ohne Bedenken auf Aluminiumblechen gebacken werden. Weitere Alternativen für diesen speziellen Fall sind der zusätzliche Einsatz von Backpapier oder die Verwendung von Blechen aus Edelstahl.

Grenzwerte und Kennzeichnungsempfehlungen

Die dauerhaft tolerierbare Aufnahme von Aluminium sollte den von der European Food Safety Authority festgelegten Grenzwert von 1 mg pro Kilogramm Körpergewicht pro Woche und den vom Council of Europe empfohlenen spezifischen Grenzwert für die Freisetzung von Aluminium aus Bedarfsgegenständen in Höhe von 5 mg pro Kilogramm Lebensmittel nicht überschreiten.



In der Leitlinie des Council of Europe für Metalle und Legierungen für Lebensmittelkontaktmaterialien sind die Testmethoden zur Bestimmung der Freisetzung von Aluminium aus dem Bedarfsgegenstand festgelegt. In diesem Zusammenhang ist darauf zu achten, dass der natürliche Aluminiumgehalt des Lebensmittels bekannt ist, bevor die Bestimmung des Übergangs aus dem Bedarfsgegenstand vorgenommen wird. Nur so kann man korrekt beurteilen, ob der vom Council of Europe gesetzte Grenzwert eingehalten wird.

In der Leitlinie sind zudem geeignete Kennzeichnungen für unbeschichtete Bedarfsgegenstände aus metallischem Aluminium vorgesehen, so dass eine unsachgemäße Verwendung dieser Bedarfsgegenstände (z. B. das Verpacken oder Lagern von salz- oder säurehaltigen Lebensmitteln in diesen Gegenständen) durch den Verbraucher vermieden wird.

Vor dem Hintergrund neuer wissenschaftlicher Studien hat der Gemeinsame FAO/WHO-Sachverständigenausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe (JECFA) im Jahr 2011 den Grenzwert für eine tolerierbare Aufnahme von Aluminium auf 2 mg pro Kilogramm Körpergewicht pro Woche festgelegt (das doppelte des EFSA Grenzwerts aus dem Jahr 2008), so dass hier gegenwärtig zwei unterschiedliche, wissenschaftlich hergeleitete Grenzwerte im Raum stehen.

Bei einer nicht dauerhaften, kurzfristigen Überschreitung der empfohlenen Grenzwerte ist im Rahmen einer Risikobewertung im Einzelfall zu prüfen, ob die Exposition des Verbrauchers gesundheitlich bedenklich ist. Dies muss nicht notwendigerweise der Fall sein. ■

Kein kausaler Zusammenhang zwischen der Aufnahme von Aluminium und Alzheimer, Brustkrebs und Allergien

In der Öffentlichkeit und in der Wissenschaft wird immer wieder diskutiert, ob ein kausaler Zusammenhang zwischen der Aufnahme von Aluminium und Alzheimer, Brustkrebs oder Allergien besteht.

Auf dem im November 2014 vom Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) durchgeführten internationalen „BfR-Forum Verbraucherschutz: Aluminium im Alltag – ein gesundheitliches Risiko?“ und in einem im Februar 2015 veröffentlichten Dokument „Fragen und Antworten zu Aluminium in Lebensmitteln und verbrauchernahen Produkten“ hatte das BfR festgestellt, dass

- ein eindeutiger Zusammenhang zwischen einer erhöhten Aluminiumaufnahme und der Alzheimer-Krankheit bzw. Brustkrebs aufgrund der widersprüchlichen Datenlage wissenschaftlich bisher nicht belegt worden ist.
- Aluminium nicht im Verdacht steht, Allergien auszulösen.

Die Schlussfolgerungen des BfR werden auch durch entsprechende Positionen der Alzheimer Association und der World Health Organisation (WHO) gestützt. ■

Was kann der Verbraucher tun?

Aluminiumverbindungen als Inhaltsstoffe werden bereits seit mehreren Jahren auf den Verpackungen von Lebensmitteln (E-Nummern) und Kosmetika aufgeführt. Der Verbraucher kann durch sein Verzehrverhalten und den sachgemäßen Umgang mit Aluminium-Bedarfsgegenständen gemäß den aufgebrachten Verwendungshinweisen darauf hinwirken, die Aufnahme von Aluminiumverbindungen aus Lebensmitteln, Lebensmittelzusatzstoffen und unbeschichteten Bedarfsgegenständen zu verringern. Zudem verwenden einige Kosmetikhersteller freiwillig zusätzliche Produktkennzeichnungen, die dem Verbraucher zum Beispiel die Wahl erleichtern sollen, ob er ein Antitranspirant oder Deodorant mit oder ohne Aluminiumsalze verwendet. ■



Die Industrie zeigt seit langem Verantwortungsbewusstsein!

Die Hersteller von beschichteten Aluminiumpackmitteln oder Verbundverpackungen mit Aluminiumfolien und die Lebensmittelhersteller stellen durch geeignete



Verpackungsspezifikationen (Materialauswahl, Verbundaufbau, Lackierung) und entsprechende Eignungs- und Lagertests sicher, dass die Verpackungen für die zu verpackenden Produkte geeignet und in Konformität mit den lebensmittelrechtlichen Vorgaben sind. Bei unbeschichteten Bedarfsgegenständen aus Aluminium wie zum Beispiel Haushaltsfolie oder Grillschalen sind auf Umverpackungen oder Einlegern Verwendungshinweise abgedruckt, um eine sichere und sachgemäße Benutzung durch den Verbraucher sicherzustellen.

Alle Beteiligten in der Lieferkette wirken im Rahmen ihrer Sorgfaltspflicht zusammen, um eine dauerhafte Überschreitung der Grenzwerte zu vermeiden und die Exposition des Verbrauchers mit Aluminiumverbindungen aus den diversen Eintragsquellen zu reduzieren. ■

Aluminiumanwendungen tragen zum Erhalt der Volksgesundheit bei!

Bei allen Diskussionen über die oben genannten Aspekte sollte man nicht vergessen, dass zahlreiche Produkte aus metallischem Aluminium wesentlich zum Erhalt oder zur Verbesserung der Volksgesundheit beitragen.

Ob Asthma-Aerosole in Aluminiumdosen, medizinische Salben in Aluminiumtuben, Tabletten in Blisterverpackungen, PAK*-freies Grillen mit Aluminium-Grillschalen, Krankentragen oder Patientenlifte für Pflegepersonal, Geräte zur körperlichen Ertüchtigung wie Fahrräder oder Fußballtore, Lärmschutzwände, hitzebeständige Schutzanzüge für Rettungskräfte oder Rettungsdecken:

Das Metall Aluminium sorgt in all diesen Fällen unter anderem durch seine hervorragenden Barriereeigenschaften und seine Leichtigkeit dafür, dass ein Mehr an Volksgesundheit erreicht wird. ■

*Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe



Weitere Informationsquellen zum Thema Aluminium und Gesundheit

European Aluminium (EA) hat zum Thema Aluminium und Gesundheit eine Reihe nützlicher Fact Sheets veröffentlicht.

[Downloadseite Fact Sheets →](#)

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat am 20.07.2020 ein Fragen und Antworten Papier zu Aluminium in Lebensmitteln und verbrauchernahen Produkten veröffentlicht.

[Download Fragen und Antworten Papier →](#)

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat am 20.07.2020 eine Stellungnahme zum Thema „Neue Studien zu aluminiumhaltigen Antitranspirantien: Gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Aluminium-Aufnahme über die Haut sind unwahrscheinlich“ veröffentlicht.

[Download Stellungnahme →](#)

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat am 22.07.2007 eine aktualisierte gesundheitliche Bewertung zum Thema „Keine Alzheimergefahr durch Aluminium-Bedarfsgegenstände“ veröffentlicht.

[Download gesundheitliche Bewertung →](#)

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat am 25.11.2002 eine Stellungnahme zum Thema „Erhöhte Gehalte von Aluminium in Laugengebäck“ veröffentlicht.

[Download Stellungnahme →](#)

Die Position der Alzheimer Association zum Thema Aluminium und Alzheimer ist unter folgendem Link abrufbar:

[Website Alzheimer Association →](#)

Herausgeber: Gesamtverband der Aluminiumindustrie e. V. (GDA) | Fritz-Vomfelde-Straße 30 | 40547 Düsseldorf | Tel.: +49 211 47 96 0
E-Mail: information@aluminio.de | **Verantwortlich für den Inhalt:** Marius Baader, sämtliche Rechte beim GDA e. V.

Bildnachweis:

Seite 1: © drubig-photo/fotolia.com | Seite 2: oben: Norsk Hydro ASA; unten, metallisches Aluminium: © rdnzl/fotolia.com | Seite 3: © Frédéric Prochasson/fotolia.com | Seite 4: oben: © picsfive/fotolia.com; unten: © gpointstudio/fotolia.com | Seite 5: oben: © Remains/fotolia.com; unten: © Gina Sanders/fotolia.com | Seite 6: © Coloures-pic/fotolia.com | Seite 7: oben: © drubig-photo/fotolia.com; unten: © Getränke-dose: martinspurny/istockphoto.com; © Kapseln und Tube: Linhardt GmbH & Co. KG | Seite 8: © psdesign1/fotolia.com