

Aluminium in Apfelsaft: Lagerung von Fruchtsäften nicht in Aluminiumtanks

Gesundheitliche Bewertung Nr. 034/2008 des BfR vom 18. Juni 2008

Von der Amtlichen Lebensmittelüberwachung wurden erhöhte Aluminiumgehalte in Fruchtsäften, insbesondere in Apfelsaft, gemessen. Ursache dafür war die unsachgemäße Lagerung von Säften in nicht mit Lack beschichteten Aluminiumbehältern. Da Aluminium von säure- und salzhaltigen Lebensmitteln gelöst wird, ging das Metall in den Saft über.

Bei kurzzeitiger Aufnahme über die Nahrung ist Aluminium kaum gesundheitsschädlich. Bei einer erhöhten, langfristigen Aufnahme kann Aluminium beim Menschen jedoch zu brüchigen Knochen, Anämie und Hirnschädigungen führen. In Tierstudien wurde nachgewiesen, dass der Stoff die Fortpflanzung und das sich entwickelnde Nervensystem bereits in niedrigen Dosen beeinträchtigen kann. Daher hat die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) für die lebenslange Aufnahme von Aluminium eine gesundheitlich unbedenkliche wöchentliche Aufnahmemenge (TWI – tolerable weekly intake) von 1 Milligramm (mg) je Kilogramm Körpergewicht festgesetzt.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat die Aluminiumaufnahme aus Apfelsaft gesundheitlich bewertet. Dabei wurden auch weitere Quellen, aus denen Verbraucher Aluminium aus Lebensmitteln aufnehmen können, berücksichtigt: Der Stoff kann als Lebensmittelzusatzstoff beispielsweise in Süßwaren enthalten sein, aus Bedarfsgegenständen wie Kochutensilien oder Aluminiumfolie in das Lebensmittel übergehen oder natürlicherweise in der Nahrung (Früchte, Gemüse, Getreide, Soja, Fleisch) enthalten sein. Daher sollte aus Sicht des BfR der TWI-Wert höchstens zu 50 Prozent durch Fruchtsäfte, insbesondere Apfelsaft, ausgeschöpft werden.

Nach BfR-Berechnungen ist die 50%ige Ausschöpfung des TWI-Wertes von Erwachsenen mit einem durchschnittlichen Apfelsaftverzehr bei einem Gehalt von 30 mg Aluminium je Liter Fruchtsaft erreicht; bei hohem Konsum ist die Hälfte des TWI bereits bei einem Gehalt von 8 mg Aluminium je Liter ausgeschöpft. Kinder sind eine besonders empfindliche Verbrauchergruppe. Für sie hat das BfR die im Verhältnis zum Körpergewicht höheren Trinkmengen berücksichtigt: Bei Apfelsaft-Vieltrinkern sollten langfristig nicht mehr als 2 mg Aluminium je Liter Saft enthalten sein, um sicherzustellen, dass der TWI nicht mehr als zu 50 Prozent ausgeschöpft wird. Durch die gemessenen Aluminiumgehalte von bis zu 87 mg pro Liter Fruchtsaft könnte der TWI für Kinder und Erwachsene somit um ein Vielfaches überschritten werden. Allerdings muss bei der Bewertung des Gesundheitsrisikos berücksichtigt werden, dass der TWI sich nicht auf eine kurzfristige einmalige Überschreitung, sondern auf eine lebenslange Aufnahme bezieht.

Das BfR empfiehlt wegen der zu erwartenden Übergänge von Aluminium in das Lebensmittel, dieses Metall grundsätzlich nicht im Kontakt mit säure- und salzhaltigen Speisen und Getränken zu verwenden. Für die Lagerung von Fruchtsäften sind allenfalls lackierte Aluminiumtanks geeignet.

1 Gegenstand der Bewertung

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat Untersuchungsergebnisse der Amtlichen Lebensmittelüberwachung zu Aluminiumgehalten in Fruchtsäften bewertet und eine Aussage darüber getroffen, ab welchen Aluminiumgehalten in Fruchtsaft (insbesondere Apfelsaft) ein gesundheitliches Risiko für den Menschen besteht. Die gemessenen Gehalte betragen bis zu 87 mg Aluminium(Al)/L Fruchtsaft. Die Werte sind entsprechend den Angaben der Le-

bensmittelüberwachung auf eine unsachgemäße Lagerung der Säfte in Aluminiumtanks zurückzuführen.

2 Ergebnis

Wegen der zu erwartenden hohen Aluminiumübergänge sind Aluminiumtanks ohne eine Innenlackierung für die Lagerung von Fruchtsäften nicht geeignet.

Bei der Ableitung von gesundheitlich begründeten Höchstwerten für Aluminium in Fruchtsäften sollte wegen weiterer Expositionsquellen ein Allokationsfaktor von 50 % berücksichtigt werden. Unter dieser Voraussetzung kann ein Gehalt von 8 mg Al/L als ausreichend für Erwachsene auch bei hohem Konsum von Fruchtsäften (95. Perzentil der Verzehrer) betrachtet werden. Bei Kindern als besonders empfindlicher Verbrauchergruppe kann für durchschnittliche Verzehrer ebenfalls ein Gehalt von 8 mg Al/L Fruchtsaft als ausreichend betrachtet werden. Für Kinder mit hohem Fruchtsaftkonsum (95. Perzentil der Verzehrer) sollte der Aluminiumgehalt von Fruchtsäften jedoch nicht über 2 mg/L liegen.

3 Begründung

3.1 Risikobewertung

3.1.1 Agens

Aluminium ist das häufigste metallische Element der Erdkruste und wird auch durch industrielle Prozesse weltweit in die Umwelt freigesetzt. Die wichtigste Expositionsquelle für den Menschen sind die Lebensmittel; daneben kommt Aluminium auch in Trinkwasser, Verbraucherprodukten (z.B. kosmetischen Mitteln) und Arzneimitteln vor.

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat ein Gutachten zu Aluminium in Lebensmitteln erstellt (EFSA, 2008), in dem der typische Aluminiumgehalt von unbehandelten Lebensmitteln mit 5 mg/kg angegeben wird. Einige Lebensmittel (z.B. Backwaren, verschiedene Gemüsesorten und besonders Teeblätter und Gewürze) können auch höhere Gehalte aufweisen. Die durchschnittliche Exposition über die Nahrung liegt bei 1,6 bis 13 mg Aluminium pro Tag – entsprechend 0,2 bis 1,5 mg/kg Körpergewicht pro Woche für eine 60 kg schwere Person (EFSA, 2008).

Aluminium findet eine breite Anwendung im Lebensmittelbereich: Neben aluminiumhaltigen Zusatzstoffen und Farben ist die Verwendung von Aluminium in Lebensmittelkontaktmaterialien zu berücksichtigen, beispielsweise in Kochgeschirr, Küchengeräten und Verpackungsmaterialien. Für die Verwendung im Lebensmittelkontakt werden aus Aluminium hergestellte Materialien und Gegenstände häufig lackiert.

Aluminium ist sehr resistent gegenüber Korrosion; bei Kontakt mit Luftsauerstoff bildet sich ein dünner Film aus Aluminiumoxid, der eine weitere Oxidation oder andere chemische Reaktionen verhindert (Passivierung der Oberfläche). Die schützende Oxidschicht ist im pH-Bereich zwischen 4,5 und 8,5 weitgehend unlöslich. Im Kontakt mit sauren und/oder salzigen Lebensmitteln, zum Beispiel bei Defekten in der Lackierung oder im Fall von unlackierten Aluminiumoberflächen, wird die Oxidschicht jedoch zerstört und es kann zu Übergängen von Aluminium kommen (vgl. auch Council of Europe, 2002; Brauer et al., 2006). In Rhabarber- bzw. Johannisbeersaft, die unter haushaltsüblichen Bedingungen in Dampfentsaftern aus Aluminium gewonnen wurden, wurden Aluminiumgehalte bis zu 170 bzw. 110 mg/l festgestellt (Liukkonen et al., 1992).

Publizierte Daten zum Aluminiumgehalt in handelsüblichen Fruchtsäften liegen in Abhängigkeit von der Art des Fruchtsaftes und des Verpackungsmaterials bei 0,05-1,14 mg/L (López, 2002), 0,2-0,77 mg/L (Seruga et al., 2006) und 0,1 mg/L (Rodushkin et al., 2005).

Zur Beurteilung von Aluminiumgehalten in Fruchtsäften hat der Arbeitskreis lebensmittelchemischer Sachverständiger der Bundesländer und des BVL (ALS) festgelegt, dass Werte über 8 mg Al/L als technisch vermeidbar anzusehen sind und damit als inakzeptabel kontaminiert im Sinne von Art. 14 Abs. 2 lit. b in Verbindung mit Abs. 5 VO (EG) 178/2002 zu beurteilen sind (ALS, 2007).

3.1.2 Gefährdungspotenzial

Das BfR hat sich in den vergangenen Jahren wiederholt zum Gefährdungspotenzial durch Aluminium in Lebensmitteln (BfR, 2002) und Bedarfsgegenständen (BfR, 2007) geäußert.

Beim Menschen ist die Resorption des Aluminiums aus dem Gastrointestinaltrakt normalerweise gering: Sie beträgt maximal 1 % und kann bei hohen Zufuhrmengen (>1 g Aluminium) bis auf 0,01 % absinken. Dabei sind lösliche Aluminiumverbindungen (Chlorid- oder Lactatsalze) leichter bioverfügbar als unlösliche Verbindungen (Hydroxide, Silicate). In Gegenwart bestimmter Anionen wie Citrat, Malat oder Ascorbat – beispielsweise aus Fruchtsäften – kann die orale Resorption erhöht sein. Mittlere Blutspiegel werden mit 7 µg/L angegeben. Aluminium wird hauptsächlich über die Nieren ausgeschieden. Aluminium kann in verschiedenen Organen, vor allem in Knochen gespeichert werden. Bei einer Aufnahme von 5-125 mg Al/Tag wurde allerdings bei gesunden Männern keine Akkumulation des Aluminiums beobachtet (EU SCMPMD, 1999).

Bei der Aufnahme über die Nahrung ist die akute Toxizität des Aluminiums gering. Interaktionen mit dem Phosphat- und Calciumstoffwechsel sind beim Menschen sowie tierexperimentell belegt. Mit hohen Dosen von Aluminiumchlorid (355 ppm) kam es bei Mäusen zur Reduktion der Phosphatretention. Mit 0,1 % und 0,2 % Aluminiumchlorid im Futter wurden funktionelle oder neurochemische Veränderungen beobachtet. In hohen Dosen traten in reproduktionstoxikologischen Studien auch embryotoxische Effekte auf; teratogene Wirkungen (Fehlbildungen) wurden aber nicht beobachtet (Schmidt et al., 1991).

Nach der Einnahme von Antacida (>1.000 mg Al/Person/Tag) sind beim Menschen Störungen des Phosphat- und Calciumhaushalts beschrieben worden; es kam zur Demineralisation der Knochen und zur Reduktion der Knochenfestigkeit (Schmidt et al., 1991). Erhöhte, toxiologisch relevante Aluminium-Blutspiegel traten bei Dialysepatienten durch hohe Konzentrationen im Dialysewasser und/oder durch therapeutische Gabe von Aluminiumhydroxid auf. Die toxischen Effekte des Aluminiums manifestieren sich bei diesen Patienten in den Symptomen einer Dialyse-Enzephalopathie, die durch eine Vitamin-D-resistente Mineralisationsstörung der Knochen, Anämie und Hirnschädigungen gekennzeichnet ist. Es gibt zahlreiche Hinweise darauf, dass Aluminium die Blut-Hirnschranke passieren kann, wobei der Transportmechanismus noch unklar ist (Exley et al., 1996).

Ein möglicher Zusammenhang zwischen der Aluminiumaufnahme und neurodegenerativen Erkrankungen, insbesondere der Alzheimer Erkrankung, wird in verschiedenen neueren epidemiologischen bzw. tierexperimentellen Untersuchungen diskutiert. Auch wenn Aluminium und andere Metalle wie Eisen und Kupfer wahrscheinlich keine ursächliche Rolle in der Entstehung der Alzheimer Erkrankung spielen, könnten sie als Kofaktoren an der Bildung von kritischen neuropathologischen Läsionen beteiligt sein (BfR, 2007).

Vom Gemeinsamen Expertenkomitee für Lebensmittelzusatzstoffe der FAO/WHO (JECFA) ist 2006 der ursprünglich für die Gesamtaufnahme von Aluminium aus Lebensmitteln festgelegte PTWI (vorläufiger Wert für die tolerierbare wöchentliche Aufnahme: „provisionally tolerable weekly intake“) von 7 mg/kg Körpergewicht auf 1 mg/kg Körpergewicht herabgesetzt worden (JECFA, 7. Juli 2006). Das Komitee kam zu dem Schluss, dass Aluminium (in löslichen Verbindungen) die Fortpflanzung und das sich entwickelnde Nervensystem bereits in niedrigeren Dosen beeinträchtigen kann. Die neu bewerteten oralen Fütterungsstudien an verschiedenen Spezies (Maus, Ratte, Hund) hatten verschiedene Einschränkungen, zeigten in ihrer Gesamtheit aber Werte für die niedrigste noch wirksame Dosis (LOEL, lowest-observed-effect-level) zwischen 50 und 75 mg/kg Körpergewicht und Tag. Für den niedrigsten LOEL-Wert aus diesen Studien wurde zusätzlich zu dem üblichen Unsicherheitsfaktor von 100 ein weiterer Faktor von 3 für die Unsicherheiten in der Datenbasis (kein definierter Wert für die höchste Dosis ohne Effekt (NOAEL, No Observed Adverse Effect Level, keine chronischen Studien) berücksichtigt. Unter Berücksichtigung der verschiedenen tierexperimentellen Studien und Unsicherheiten in der Datenbasis hat das AFC-Panel (Panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food) der EFSA 2008 ebenfalls einen TWI (tolerable weekly intake) für Aluminium von 1 mg/kg Körpergewicht abgeleitet (EFSA, 2008).

3.1.3 Exposition

Für die Exposition mit Aluminium im Verbraucherbereich sind Lebensmittel einschließlich Trinkwasser (natürlicher Gehalt, aluminiumhaltige Lebensmittelzusatzstoffe, Migration aus Lebensmittelbedarfsgegenständen, Verwendung von aluminiumhaltigen Substanzen in der Trinkwasseraufbereitung), kosmetische Erzeugnisse (Antiperspirantien) und Arzneimittel (Antazida) zu betrachten. Die Beiträge zur Gesamtbelastung über die dermale Exposition (z.B. kosmetische Mittel) sowie über Trinkwasser sind jedoch vernachlässigbar (BfR, 2007). Das JECFA und das AFC-Panel der EFSA haben im Rahmen der Neubewertung von Aluminium eine umfassende Expositionsbeurteilung unter Berücksichtigung der genannten Quellen durchgeführt. In deren Ergebnis wurde festgestellt, dass bei einigen Verbrauchergruppen, insbesondere bei Kindern, die regelmäßig Lebensmittel mit aluminiumhaltigen Zusatzstoffen verzehren, sowie bei Säuglingen, die mit Säuglingsanfangsnahrung auf Sojabasis gefüttert werden, der (P)TWI wahrscheinlich deutlich überschritten wird (JECFA, 2006; EFSA, 2008). Für hoch belastete Kleinkinder und Jugendliche (97,5. Perzentil) wurden Aluminiumaufnahmen von 0,7-2,3 mg/kg Körpergewicht pro Woche abgeschätzt (EFSA, 2008).

3.2 Fruchtsaftkonsum in Deutschland

3.2.1 Datengrundlagen

Zur Auswertung der langfristigen Aufnahmemengen von Aluminium wurde der Ernährungssurvey (ES) (Mensink et al., 1998) herangezogen. Die Untersuchung ist ein Teil des Bundesgesundheits surveys 1998, den das Robert Koch-Institut im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit durchgeführt hat. Im ES wurden 4.030 Personen im Alter von 18-79 Jahren zu ihren Ernährungsgewohnheiten befragt. Damit ist er die zurzeit aktuellste repräsentative Studie zu den Verzehrsgewohnheiten der deutschen Bevölkerung. Die Teilnehmer haben 4 Wochen lang ihre üblichen Verzehrsmengen der Einzellebensmittel je Mahlzeit geschätzt. Beim ES handelt es sich somit um eine retrospektive Studie. Die angewendete Erhebungsmethode „Diet History“ liefert gute Schätzungen für die langfristige Aufnahme.

Neben dem Ernährungssurvey werden Ergebnisse der aktuell durchgeführten ESKIMO-Studie (Mensink et al., 2007a; 2007b) sowie der Nationalen Verzehrsstudie II (Max Rubner-Institut, 2008) zitiert. Für diese konnten am BfR jedoch noch keine eigenen Auswertungen vorgenommen werden, da die Daten noch nicht vorliegen.

3.2.2 Auswertung der Verzehrsdaten

Entsprechend der Auswertungen des Ernährungssurveys trinken 90 % der deutschen Bevölkerung mindestens 1x pro Monat Fruchtsaft, 37 % mindestens 1x pro Monat Apfelsaft und 5 % mindestens 1x pro Monat Gemüsesäfte.

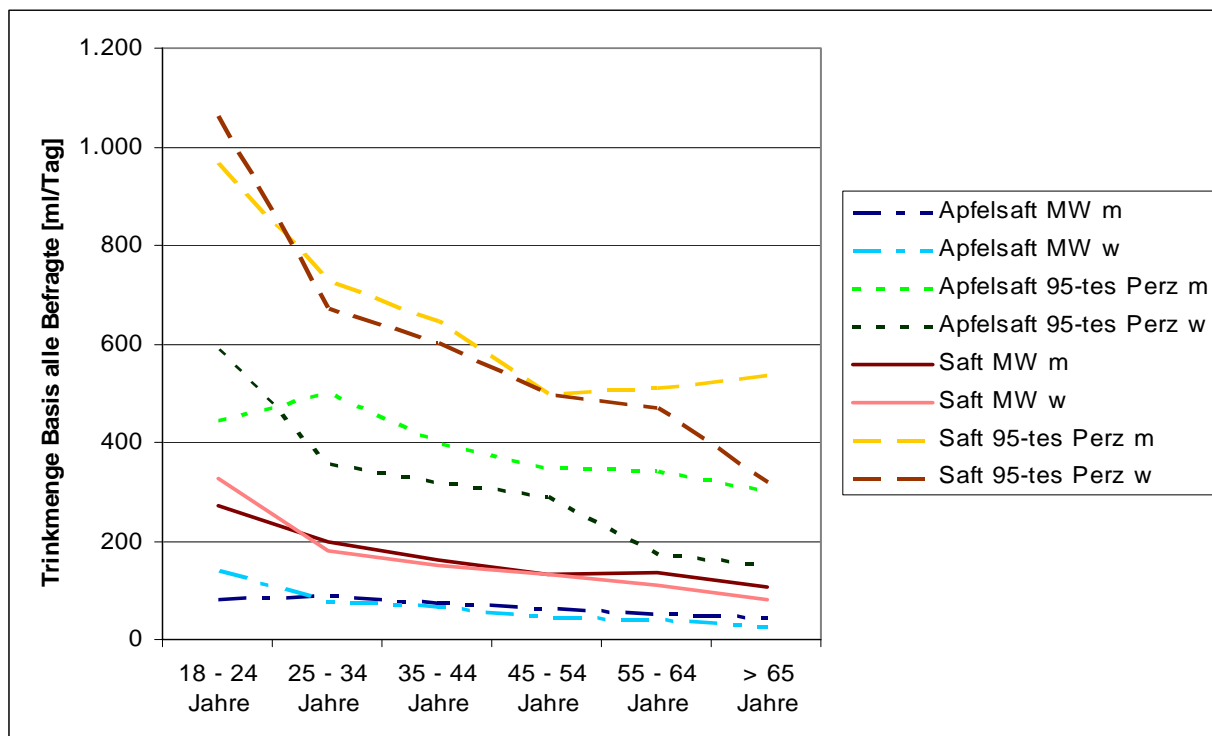
Bezogen auf die erwachsene deutsche Bevölkerung (18-79 Jahre) trinken diese im Mittel täglich 155 ml Saft, davon 150 ml Fruchtsaft und 5 ml Gemüsesaft. Der entsprechende mittlere Apfelsaftkonsum liegt bei 63 ml pro Tag.

Betrachtet man ausschließlich die täglichen Trinkmengen der Verzehrer im ES so kommen die Personen, die mindestens einmal pro Monat Saft/Fruchtsaft trinken, auf mittlere Trinkmengen von 172 ml Saft bzw. 168 ml Fruchtsaft. Der mit 37% geringere Anteil der Bevölkerung, der mindestens 1x pro Monat Apfelsaft trinkt, hat eine mittlere Trinkmenge von 171 ml Apfelsaft pro Tag. Die Gruppe der Verzehrer von Gemüsesaft trinkt im Mittel 93 ml Gemüsesaft pro Tag.

Fünf Prozent der Bevölkerung trinken sogar mehr als 629 ml Fruchtsaft täglich, für Apfelsaft liegt das 95-te Perzentil bei 350 ml/Tag (alle Befragte). Extremverzehrer (95-tes Perzentil der Verzehrer) von Säften bzw. Fruchtsäften kommen auf tägliche Trinkmengen von 653 ml/ Tag und für Apfelsaft von 506 ml/Tag.

Wie Abbildung 1 entnommen werden kann, haben Alter und Geschlecht einen deutlichen Einfluss auf die Trinkmengen. Frauen trinken ähnlich viel Saft wie Männer, bezogen auf das Körpergewicht weisen sie aber eine höhere Aufnahme auf. Insbesondere die jüngeren Altersgruppen trinken Saftmengen, die deutlich über dem Durchschnitt der Gesamtbevölkerung liegen. In der Gruppe der 18-24-Jährigen werden bei Männern im Mittel täglich 272 ml Saft, davon 266 ml Fruchtsaft und 81 ml Apfelsaft getrunken. Frauen kommen auf tägliche Trinkmengen von 326 ml/Tag Saft, 323 ml/ Tag Fruchtsaft und 138 ml/Tag Apfelsaft.

Abbildung 1: Einfluss von Alter und Geschlecht auf die mittleren (Mittelwert) und hohen (95-tes Perzentil) Trinkmengen von Saft und Apfelsaft der erwachsenen deutschen Bevölkerung



In den Auswertungen der ESKIMO-Studie, die an 6-17 jährigen Kindern durchgeführt wurde, wurden Verzehrsmengen von durchschnittlich 257 ml Saft pro Tag für beide Geschlechter nachgewiesen. Eine Unterscheidung nach Obst- und Gemüsesäften wurde nicht vorgenommen, wobei davon auszugehen ist, dass auch ähnlich der anderen Studien der Gemüsesaft nur eine geringe Menge davon ausmacht. Jungen tranken im Vergleich zu Mädchen mehr Saft (12-17-jährige Jungen durchschnittlich 395 ml/Tag, 12-17-jährige Mädchen 384 ml/Tag) (Mensink et al., 2007a; 2007b).

Tabelle 1 zeigt den durchschnittlichen Saftverzehr und die Körpergewichte der Kinder in den jeweiligen Altersgruppen. Außerdem wurde der Saftverzehr in g/kg Körpergewicht errechnet. Die Körpergewichte wurden im Rahmen anthropometrischer Messungen im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KIGGS) ermittelt. Die Eskimo-Studie, ein Teilmodul des KIGGS, befasste sich mit der Ernährung der Kinder.

Tabelle 1: Saftverzehr und Körpergewichte von Kindern – Ergebnisse der Eskimo-Studie (nach Mensink et al., 2007a; 2007b)

Alter in Jahren	Verzehr in g/Tag MW	Verzehr in g/Tag 95. Perz.	Gewicht in kg MW	Verzehr in g/kg KG/Tag MW*	Verzehr in g/kg KG/Tag 95. Perz.*
Jungen					
6	253	864	23,7	10,7	36,5
7	297	667	27,2	10,9	24,5
8			30,8	9,6	21,7
9			33,8	8,8	19,7
10	266	735	38,3	6,9	19,2
11			43,2	6,2	17,0
12	399	1214	47,3	8,4	25,7
13	370	1165	54,2	6,8	21,5
14			61,2	6,0	19,0
15	409	1606	66,4	6,2	24,2
16			70,5	5,8	22,8
17			71,6	5,7	22,4
Mädchen					
6	201	600	23,2	8,7	25,9
7	253	731	26,1	9,7	28,0
8			29,8	8,5	24,5
9			33,8	7,5	21,6
10	260	649	38,4	6,8	16,9
11			43,8	5,9	14,8
12	374	1150	50,3	7,4	22,9
13	358	1105	54,3	6,6	20,3
14			57,7	6,2	19,2
15	403	1249	59,9	6,7	20,9
16			61,2	6,6	20,4
17			61,8	6,5	20,2

* berechnete Werte, nicht der Publikation entnommen, MW = Mittelwert

Der Verzehr, bezogen auf das Körpergewicht, nimmt für beide Geschlechter mit zunehmendem Alter ab, bei Jungen jedoch gravierender als bei Mädchen. Somit verzehren jüngere Kinder verhältnismäßig zum Körpergewicht mehr Saft als Ältere. Je höher der Verzehr pro kg Körpergewicht, desto höher auch die Aufnahme an Aluminium pro kg Körpergewicht.

Der Verzehr von Saft wird in den publizierten Ergebnissen in Gramm angegeben. Die Dichte von Säften variiert je nach Art des Saftes. Das BfR ging bei seinen Berechnungen davon aus, dass diese Menge äquivalent zur Menge in Millilitern ist und die Dichte somit bei 1 liegt. Es ist zu beachten, dass der Verzehr pro Tag teils nur als Mittelwert zusammengefasster Altersgruppen angegeben ist und daher keine exakte Berechnung des Verzehrs pro kg Körpergewicht für jedes Alter möglich war. So kann es zu einer Über- bzw. Unterschätzung des Verzehrs für bestimmte Altersgruppen kommen.

Die bereits publizierten Verzehrdaten aus der Nationalen Verzehrsstudie (NVS) II zeigen einen durchschnittlichen Konsum der Männer von ca. 274 ml Saft pro Tag und der Frauen von 236 ml/Tag. Davon entfallen 270 ml/Tag (Männer) bzw. 232 ml/Tag (Frauen) auf Frucht-

säfte und jeweils 4ml/Tag auf Gemüsesäfte. Apfelsaft wird nicht gesondert erwähnt. In der Studie wurden Personen von 14-80 Jahren befragt. Ebenso wie im Ernährungssurvey nimmt auch hier der Saftverzehr mit steigendem Alter von durchschnittlichen 460 ml/Tag (14-18 Jährige) auf 143 ml/Tag (65-80 Jährige) ab (Max Rubner-Institut, 2008).

3.2.3 Auswertung der Aluminium-Aufnahme bezogen auf die Verzehrsmengen des ES

In Tabelle 2 sind Aufnahmemengen von Aluminium aus Säften dargestellt, die auf Grundlage des durchschnittlichen Saftkonsums der Verzehrer des ES errechnet wurden. Dabei wurden verschiedene Aluminiumgehalte in den Säften angenommen und die Ausschöpfung des PTWI ermittelt. Die angenommenen Gehalte ermöglichen eine umfassende Betrachtung der Aluminium-Aufnahme durch Säfte und spiegeln den Bereich der gemessenen Aluminium-Werte der Untersuchungen der Lebensmittelüberwachung in Fruchtsaft wider.

Tabelle 2: Wöchentliche Aufnahme an Aluminium bezogen auf die Verzehrsmengen von Säften (ES) mit unterschiedlichen Aluminium-Gehalten (nur Verzehrer)

AlGehalt im Saft	Aufnahme an Al pro Woche	alle Säfte		Fruchtsaft		Apfelsaft		Gemüsesaft	
		Mittelwert	Perz. 95	Mittelwert	Perz. 95	Mittelwert	Perz. 95	Mittelwert	Perz. 95
1mg/l	absolut (in mg/kg KG)	0,023	0,093	0,016	0,062	0,016	0,051	0,009	0,026
	% PTWI	2,3	9,3	1,6	6,2	1,6	5,1	0,9	2,6
5 mg/l	absolut (in mg/kg KG)	0,116	0,463	0,081	0,309	0,081	0,257	0,046	0,129
	% PTWI	11,6	46,3	8,1	30,9	8,1	25,7	4,6	12,9
8 mg/l	absolut (in mg/kg KG)	0,186	0,740	0,129	0,495	0,130	0,411	0,074	0,207
	% PTWI	18,6	74,0	12,9	49,5	13,0	41,1	7,4	20,7
10 mg/l	absolut (in mg/kg KG)	0,232	0,925	0,161	0,618	0,163	0,513	0,092	0,259
	% PTWI	23,2	92,5	16,1	61,8	16,3	51,3	9,2	25,9
15 mg/l	absolut (in mg/kg KG)	0,348	1,388	0,242	0,927	0,244	0,770	0,138	0,388
	% PTWI	34,8	138,8	24,2	92,7	24,4	77,0	13,8	38,8
20 mg/l	absolut (in mg/kg KG)	0,465	1,851	0,322	1,237	0,325	1,027	0,184	0,517
	% PTWI	46,5	185,1	32,2	123,7	32,5	102,7	18,4	51,7
30 mg/l	absolut (in mg/kg KG)	0,697	2,776	0,483	1,855	0,488	1,540	0,276	0,776
	% PTWI	69,7	277,6	48,3	185,5	48,8	154,0	27,6	77,6
60 mg/l	absolut (in mg/kg KG)	1,394	5,552	0,966	3,710	0,975	3,081	0,552	1,552
	% PTWI	139,4	555,2	96,6	371,0	97,5	308,1	55,2	155,2
80 mg/l	absolut (in mg/kg KG)	1,858	7,403	1,289	4,946	1,300	4,108	0,736	2,069
	% PTWI	185,8	740,3	128,9	494,6	130,0	410,8	73,6	206,9

KG = Körpergewicht, % PTWI (provisionally tolerable weekly intake) = Ausschöpfung der tolerierbaren wöchentlichen Aufnahmemenge in %

PTWI für Aluminium = 1 mg/ kg KG/ Woche

Im Fall von Fruchtsäften ist insbesondere durch die Regionalität der Anbieter von einer hohen Markentreue auszugehen. Dementsprechend muss bei der Risikobewertung neben dem Mittelwert der Aluminiumgehalte in Lebensmitteln auch ein oberes Perzentil (95-tes) einbezogen werden. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass Verbraucher auch über

mittelfristige und langfristige Zeiträume hohe Mengen ein und desselben Herstellers verzehren.

3.3 Risikocharakterisierung

Für die gesundheitliche Bewertung der Aluminiumaufnahme aus Lebensmitteln sind der auf dem neuesten Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis abgeleitete PTWI (JECFA, 2006) und der TWI-Wert der EFSA (EFSA, 2008) heranzuziehen. Für die Bewertung von Aluminiumgehalten in Fruchtsäften ist auch zu berücksichtigen, dass eine Hintergrundbelastung durch natürliche Aluminiumgehalte in unbehandelten Lebensmitteln von 0,1 bis 20 mg/kg gegeben ist (Brauer et al., 2006). Es ist weiterhin zu berücksichtigen, dass die Aluminiumresorption aus Fruchtsäften in Gegenwart von organischen Säuren höher liegt als üblicherweise für Lebensmittel angenommen (<1 %). Für die Aluminiumaufnahme über Fruchtsäfte sollte daher höchstens eine 50%ige Allokation des (P)TWI erfolgen. Im Zusammenhang mit dem hohen Fruchtsaftkonsum von jungen Erwachsenen (18-24 Jahre) und Kindern ist auch der Verzehr von Lebensmitteln mit aluminiumhaltigen Zusatzstoffen und von Süßwaren (BfR, 2006; EFSA, 2008) zu berücksichtigen. Auf eine deutliche Überschreitung des (P)TWI („likely to be exceeded to a large extent“) durch bestimmte Verbrauchergruppen, besonders durch Kinder, wird auch durch die JECFA (2006) und die EFSA (2008) hingewiesen. Für die Bewertung des gesundheitlichen Risikos ist es für diese Personengruppen auch bedeutsam, dass der neue (P)TWI-Wert für Aluminium auf der Grundlage von Wirkungen auf das Reproduktionssystem und das sich entwickelnde Nervensystem festgesetzt wurde (JECFA, 2006; EFSA, 2008), d.h. dass die Personen mit dem höchsten Fruchtsaftkonsum auch als die gegenüber den Aluminiumeffekten sensitivste Gruppe anzusehen ist.

Die in Tabelle 2 enthaltenen Daten zum Fruchtsaftkonsum von erwachsenen Personen in Deutschland zeigen, dass bei einem mittleren Verzehr von Fruchtsäften (50. Perzentil der Verzehrer: 172 ml/Tag), die 30 mg Al/L enthalten, der (P)TWI-Wert bei Erwachsenen etwa zur Hälfte ausgeschöpft wird. Bei hohem Konsum (95. Perzentil der Verzehrer: 653 ml/Tag) wäre dieselbe (P)TWI-Ausschöpfung bereits bei einem Gehalt von 8 mg Al/L anzunehmen. Für junge Erwachsene (<25 Jahre) werden aber deutlich höhere Trinkmengen angegeben (Abbildung 1). Für Kinder sind die im Verhältnis zum Körpergewicht höheren Trinkmengen zu berücksichtigen – den ungünstigsten Fall stellen entsprechend den Daten aus der ESKIMO-Studie 6-jährige Jungen dar (Tabelle 1): Eine 50%ige Ausschöpfung des (P)TWI ist in dieser Altersgruppe für durchschnittliche Verzehrer (10,7 g Fruchtsaft/Tag) bei 7 mg Al/L und für Hochverzehrer (95. Perzentil: 36,5 g Fruchtsaft/Tag) bereits bei 2 mg Al/L anzunehmen (eine Aufnahme von 0,5 mg Al über 75 bzw. 255 ml Fruchtsaft/kg Körpergewicht und Woche wird bei Gehalten von 7 bzw. 2 mg Al/L Fruchtsaft erreicht).

Bei der Bewertung des Gesundheitsrisikos ist zu berücksichtigen, dass der (P)TWI sich auf eine lebenslange Exposition bezieht und nicht als Grenzwert für eine kurzfristige Überschreitung der Aufnahme, wie sie sich beim Konsum einer stärker belasteten Charge eines Fruchtsafts ergeben könnte, zugrunde gelegt werden sollte.

4 Handlungsrahmen/Maßnahmen

- Wegen der zu erwartenden hohen Übergänge sollte Aluminium grundsätzlich nicht im direkten Kontakt mit säure- und salzhaltigen Lebensmitteln verwendet werden. Unlackierte Aluminiumtanks sind für die Lagerung von Fruchtsäften daher nicht geeignet.

- Im Hinblick auf die geringe akute Toxizität von Aluminium stellt eine kurzfristige Überschreitung des (P)TWI-Wertes für Aluminium kein generelles gesundheitliches Risiko dar, da der Wert für eine lebenslange Aufnahme abgeleitet wurde.
- Der vom ALS abgeleitete Beurteilungswert von 8 mg Al/L Fruchtsaft kann im Hinblick auf eine chronische Exposition für Erwachsene auch bei hohem Konsum von Fruchtsäften (95. Perzentil der Verzehrer) als ausreichend betrachtet werden. Dabei berücksichtigt dieser Wert wegen der nicht zu vernachlässigenden Aufnahme von Aluminium aus anderen Lebensmitteln einen Allokationsfaktor von 50 %.
- Kinder sind sowohl hinsichtlich der für Aluminium zu beachtenden toxikologischen Endpunkte als auch der auf das Körpergewicht bezogenen Verzehrsmengen an Fruchtsäften als besonders empfindliche Verbrauchergruppe zu betrachten. Bei durchschnittlichem Verzehr ist auch für Kinder unter Einbeziehung des Allokationsfaktors von 50 % der Beurteilungswert des ALS von 8 mg Al/L Fruchtsaft ausreichend. Für Kinder mit hohem Fruchtsaftkonsum (95. Perzentil der Verzehrer in dieser Gruppe) sollte der Aluminiumgehalt von Fruchtsäften jedoch nicht über 2 mg/L liegen.

5 Referenzen

Arbeitskreis lebensmittelchemischer Sachverständiger der Bundesländer und des BVL, 2007. J. Verbr. Lebensm. 2 (2007): 439-444

BfR, 2007. Keine Alzheimer-Gefahr durch Aluminium aus Bedarfsgegenständen, Aktualisierte gesundheitliche Bewertung Nr. 033/2007.
http://www.bfr.bund.de/cm/216/keine_alzheimer_gefahr_durch_aluminium_aus_bedarfsgegenstaenden.pdf

BfR, 2002. Erhöhte Gehalte von Aluminium in Laugengebäck, Stellungnahme vom 25. November 2002.
http://www.bfr.bund.de/cm/208/erhoehte_gehalte_von_aluminium_in_laugengebäck.pdf

Brauer, B., R. Schuster, W. Pump, 2006. Lebensmittelbedarfsgegenstände. In: Frede, W. (Hrsg.) Taschenbuch für Lebensmittelchemiker, Berlin : Springer, 845-904

Council of Europe, 2002. Guidelines on metals and alloys used as food contact materials
http://www.coe.int/t/e/social_cohesion/soc%2Dsp/public_health/food_contact/TECH%20DOC%20GUIDELINES%20METALS%20AND%20ALLOYS.pdf

EFSA, 2008, Safety of aluminium from dietary intake. The EFSA Journal (2008) 754, 1-34
http://www.efsa.europa.eu/EFSA/Scientific_Opinion/afc_ej754_aluminium_op_en,0.pdf

EU, Scientific Committee on Medicinal Products and Medical Devices, 1999. Opinion on toxicological data on colouring agents for medicinal products: Aluminium, adopted by the Scientific Committee on Medicinal Products and Medical Devices on 14 April 1999.
http://europa.eu.int/comm/health/ph_risk/committees/scmp/docshhtml/scmp_out21_en.htm

Exley, C., E. Burgess, J.P. Day, E.H. Jeffery, S. Melethil, R.A. Yokel, 1996. Aluminium toxicokinetics. J. Toxicol. Environ. Health 48: 569-584.

Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 2006. Sixty-seventh meeting, Rome, 20-29 June 2006, Summary and Conclusions, issued 7 July 2006.
<http://www.who.int/ipcs/food/jecfa/summaries/summary67.pdf>

Liukkonen, H., S. Piepponen, 1992. Leaching of aluminium from aluminium dishes and packages, *Food Add. Contam.* 9, 213-223.

López, F., C. Cabrera, M.L. Lorenzo and M.C. López, 2002. Aluminium content of drinking waters, fruit juices and soft drinks: contribution to dietary intake, *Sci. Total Environ.* 292, 205-213.

Max Rubner-Institut, 2008. Nationale Verzehrsstudie II, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Ergebnisbericht, Teil 2.

Mensink G B M, M., Hermann-Kunz, M. Thamm M, 1998. Der Ernährungssurvey. *Gesundheitswesen* 60 Nr. Sonderheft 2: S83-S86.

Mensink G B M; A. Bauch, C. Vohmann, A. Stahl, J. Six, S. Kohler, J. Fischer, H. Hesecker, 2007a. EsKiMo – Das Ernährungsmodul im Kinder- und Jugendgesundheitssurvey (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 2007, Band 50.

Mensink G B M; H. Hesecker, A. Richter, A. Stahl, C. Vohmann, 2007b. Ernährungsstudie als KiGGS-Modul (EsKiMo). *Forschungsbericht*.

Rodushkin, I., A. Magnusson, 2005. Aluminium migration to orange juice in laminated paper-board packages, *J. Food Compos. Anal.* 18, 365-374.

Schmidt E., W. Grunow, 1991. Toxikologische Beurteilung von Bedarfsgegenständen aus Aluminium. *Bundesgesundheitsbl.* 34 (12), 557-564.

Seruga, M., B. Laslavic, 2006. Aluminium content of fruit juices and tea beverages, *Dtsch. Lebensm.-Rundsch.* 102, 435-441.