

# **Aluminium im Alltag: ein gesundheitliches Risiko?**

*Prof. Dr. Bernd Schäfer*



## A. Einführung

- A.1 Wie werden gesundheitliche Risiken durch Aluminium in der Öffentlichkeit wahrgenommen?
- A.2 Toxikologisches Wirkprofil
- A.3 Aluminium-assoziierte Krankheitsbilder
- A.4 Molekulare Mechanismen der Toxizität durch Aluminium

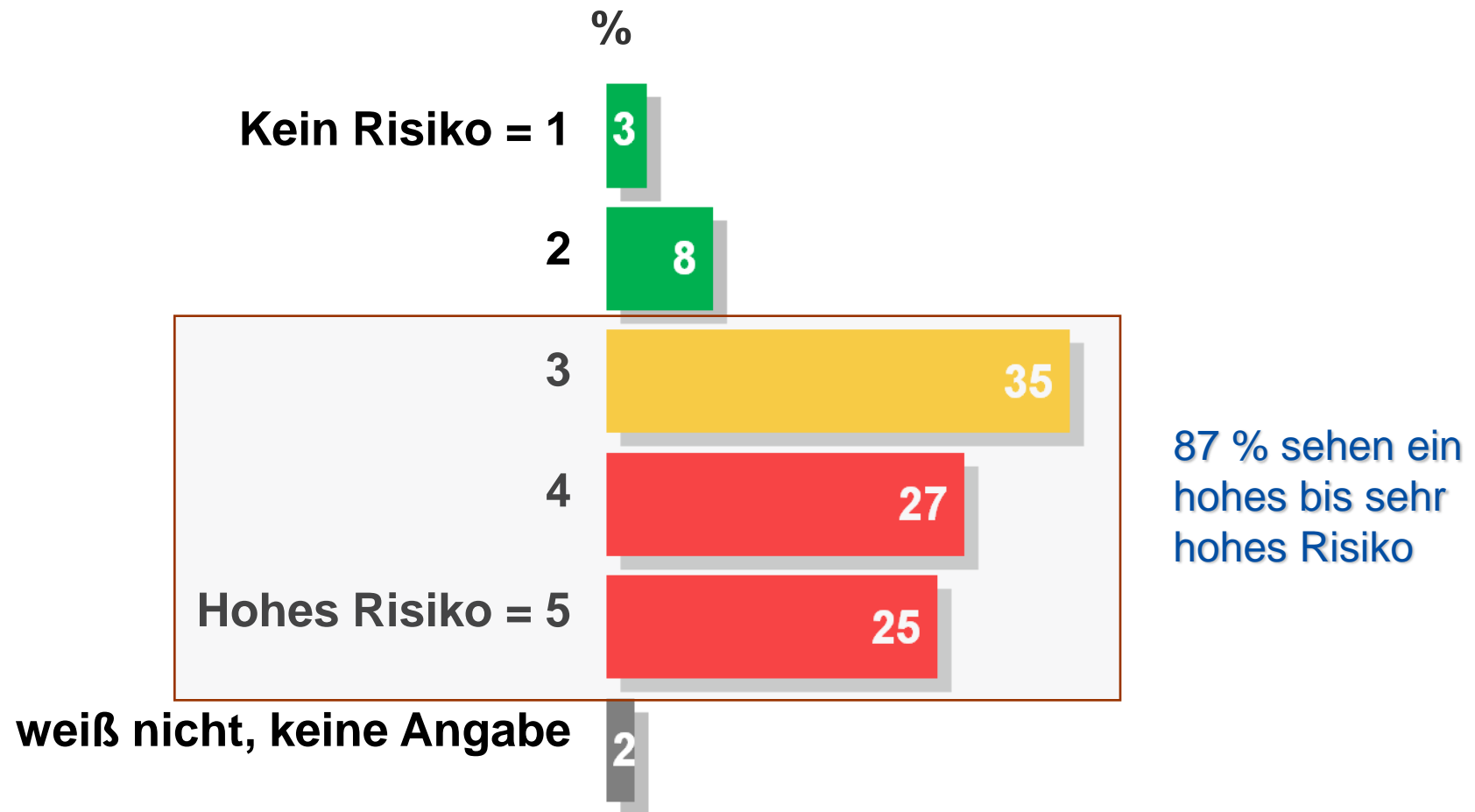
## B. Aluminium in Lebensmitteln

- B.1 Orale Expositionsquellen für Aluminium
- B.2 Resorption, Verteilung und Eliminierung nach oraler Aufnahme
- B.3 Gesetzliche Vorschriften zur Regulation von Aluminium in Lebensmitteln

## C. Aluminium in Bedarfsgegenständen und kosmetischen Mitteln

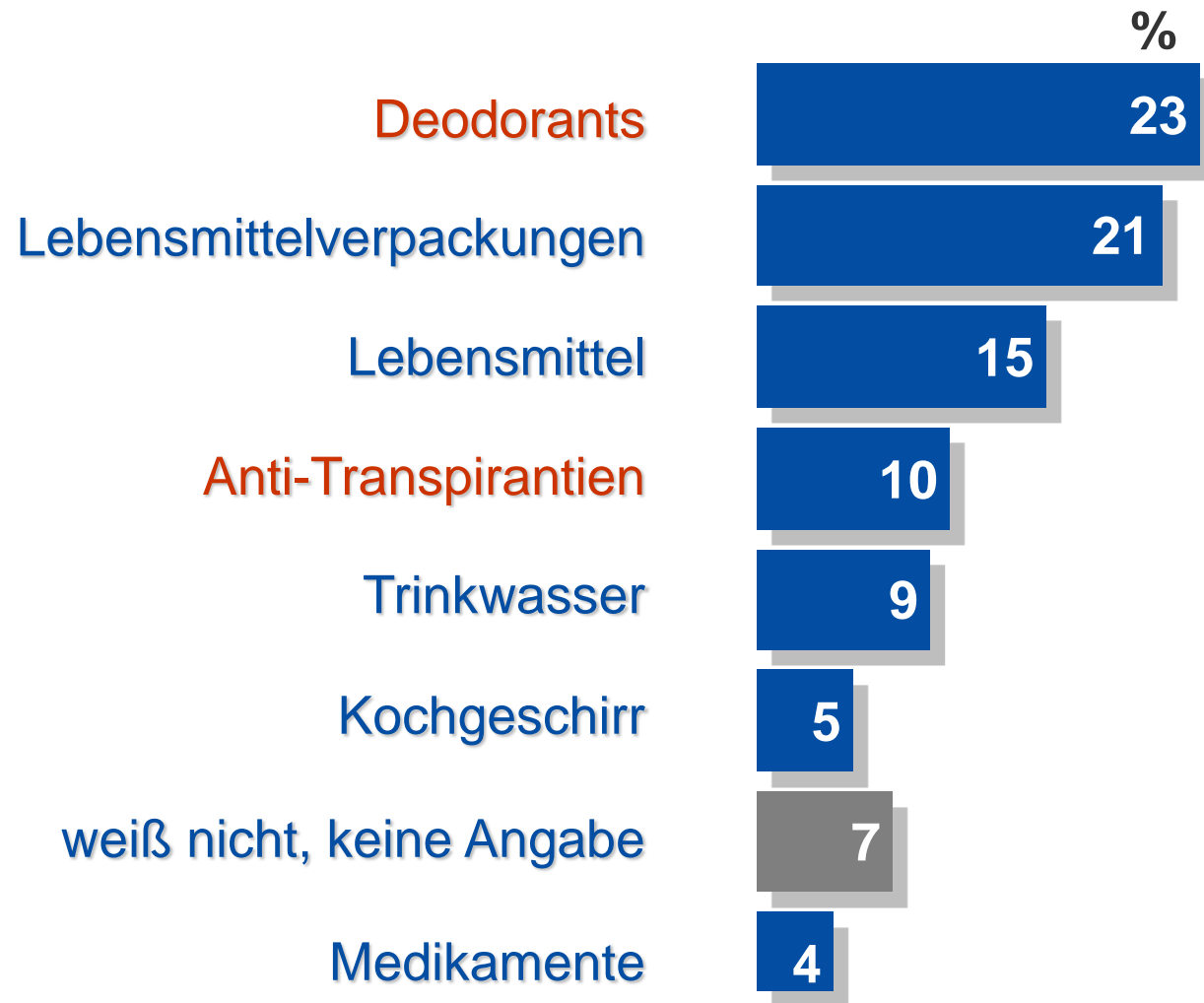
- C.1 Dermale Expositionsquellen für Aluminium
- C.2 Modellierung der dermalen Exposition aus Antitranspirantien
- C.3 Gesetzliche Vorschriften zur Regulation von Aluminium in Antitranspirantien

# Aluminium in Verbraucherprodukten als gesundheitliches Risiko?



Lohmann (2014): BfR-Verbraucherumfrage 11/2014 mit n = 1.004 Befragten

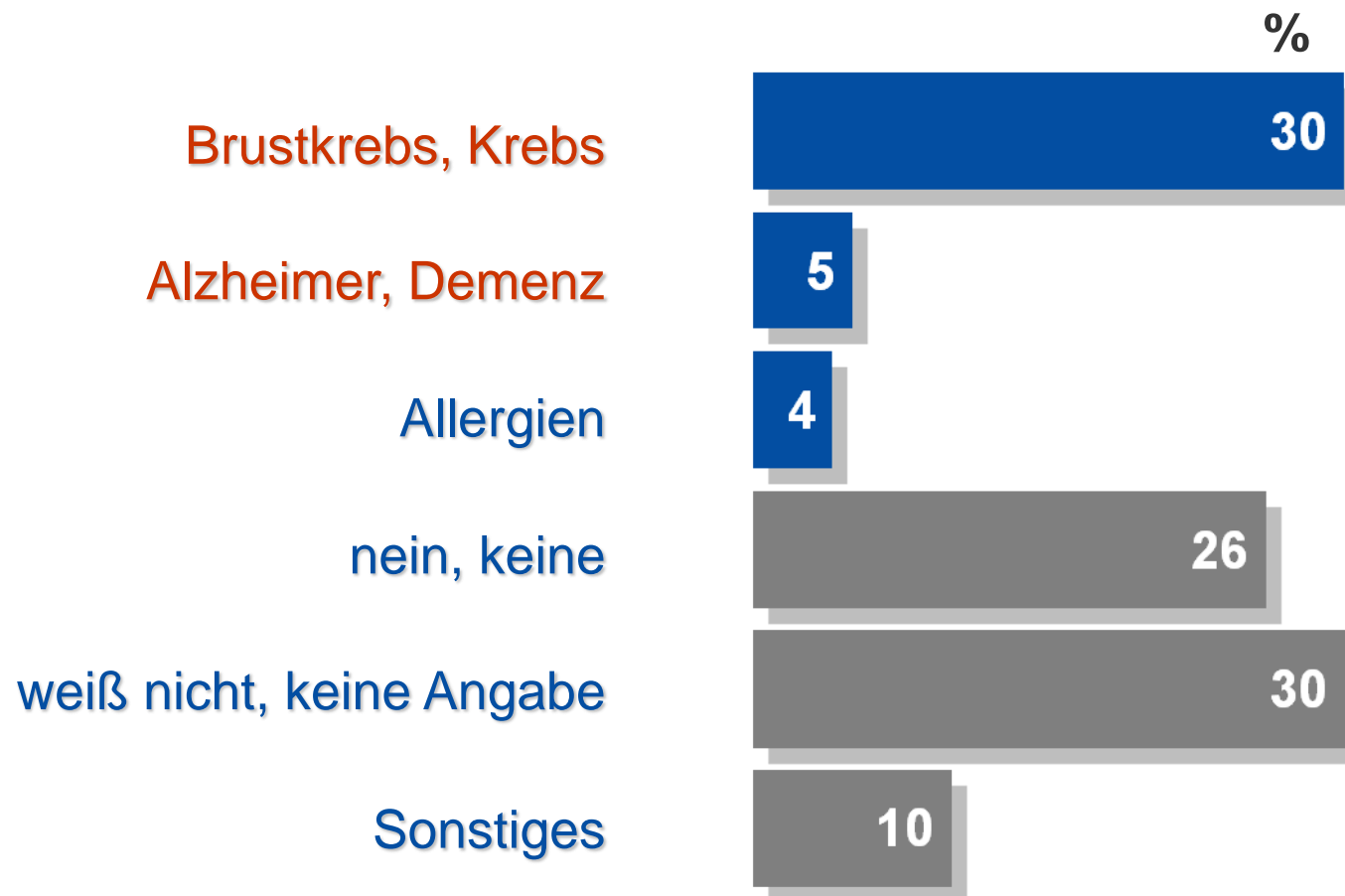
# Von welchem Produkt geht aus Ihrer Sicht das größte gesundheitliche Risiko im Zusammenhang mit Aluminium aus?



Lohmann (2014): BfR-Verbraucherumfrage 11/2014 mit n = 973 Befragten, die zumindest ein gewisses Risiko sehen.



# Über welche gesundheitlichen Beeinträchtigungen im Zusammenhang mit Aluminium in Verbraucherprodukten wurde in den Medien berichtet?



Lohmann (2014): BfR-Verbraucherumfrage 11/2014 mit n = 686 Befragten, die das Thema in den Medien wahrgenommen haben.

# Toxikologisches Wirkprofil

## Akute Toxizität



- akute orale Toxizität gering  
LD<sub>50</sub> (Ratte): 162-750 mg/kg KG  
LD<sub>50</sub> (Maus): 164-980 mg/kg KG
- Toxizität v. a. von der Bioverfügbarkeit der eingesetzten Aluminiumverbindung abhängig: Al-Bromid > Nitrat > Chlorid > Sulfat.

## Hautreizung und Sensibilisierung\*



- *Hautreizung*  
Aluminiumverbindungen können Haut reizen
- *Sensibilisierungspotential*  
Kontaktallergie in der Literatur beschrieben  
Sensibilisierungspotential nach dermalen Exposition gering
- *Produkte zur spezifischen Immuntherapie (PEI 2014)*  
Allergene an Aluminiumhydroxid adsorbiert  
(verstärkt immunologische Wirkung und wirkt als Depot)

90 % aller Therapieallergene zur subkutanen Anwendung verwenden  
Aluminiumhydroxid als Adjuvans (0,113-0,135 mg/ml, max. 1,25 mg/Dosis)

\* PEI 2014

# Toxikologisches Wirkprofil



## Embryotoxische Effekte

- In hohen Dosen embryotoxische Effekte  
→ v.a. Beeinflussung des sich entwickelnden Nervensystems  
→ aber keine teratogenen Wirkungen (Fehlbildungen).
- Toxizität v.a von Expositionsroute und/oder Löslichkeit der eingesetzten Aluminiumverbindung abhängig.

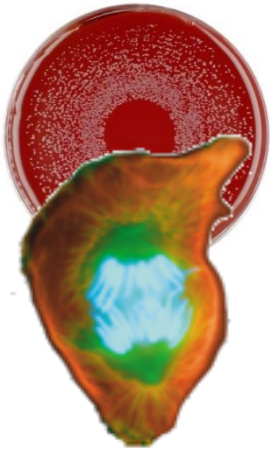
## Neurotoxische Effekte

- Aluminium kann die Blut-Hirnschranke passieren  
→ Transportsystem gekoppelt an Citrat\*  
→ Transferrin-Rezeptor vermittelte Endozytose.\*

\* EFSA 2008, Yokel et al. 2002

# Toxikologisches Wirkprofil

## Genotoxizität



- *in-vitro*  
keine Hinweise auf genotoxische Effekte in bakteriellen Testsystemen  
in manchen Säugerzellsystemen jedoch Effekte auf die Chromosomen-Integrität und Chromosomensegregation bei hohen Dosen
- *in-vivo*  
klastogene Effekte nach intraperitonealer Gabe von hohen Dosen von Aluminium-Sulfat

## Fazit

- in bakteriellen Testsystemen keine Hinweise auf genotoxische Effekte
- vermutlich indirekter Wirkmechanismus für klastogene Effekte in Säugerzellsystemen (Chromosomenaberrationen/Chromosomenverlust, Schwesterchromatid-Austausche) durch
  - oxidativen Stress (Zerstörung der lysosomalen Membranen unter Freisetzung von DNase)
  - Störungen der Assemblierung des Spindelapparates
  - Cross-Linking von DNA mit chromosomalen Proteinen

Effekte treten bei hohen, für den Menschen üblicherweise nicht relevanten Expositionen auf.

\* EFSA 2008

# Toxikologisches Wirkprofil

## Kanzerogenität

- **Humandaten**

Epidemiologie Arbeitsplatzexposition während der Aluminiumproduktion

→ „Sufficient evidence“ für Blasen und Lungenkrebs

### Tierexperimentelle Untersuchungen

Exposition von Luftproben aus Aluminiumproduktionen

→ „Sufficient evidence“ für eine kanzerogene Wirkung

### Bewertung durch IARC (2012)\*

Arbeitsplatzexposition (Aluminiumproduktion) → kanzerogen für den Menschen (Klasse 1)

## Fazit

Arbeitsplatzexposition (Aluminiumproduktion) von IARC als kanzerogen eingestuft. Jedoch deuten die Daten darauf hin, dass die Effekte auf die Co-Exposition gegenüber Kanzerogenen wie polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) an diesen Arbeitsplätzen zurückzuführen sind. IARC bezieht die Bewertung nicht auf Aluminium!

Die aktuell verfügbaren Daten aus *In-vitro*-Experimenten, Tierexperimenten und Humandaten geben keinen Hinweis auf ein kanzerogenes Potential von Aluminium.\*\*

\* IARC 2012, \*\* Krewski et al. 2007

# Aluminium-assoziierte Krankheitsbilder

Direkt in den Körper verabreichtes Aluminium (z.B. bei hoher parenteraler Exposition) verteilt sich in allen Geweben und wird hauptsächlich über die Nieren ausgeschieden.

Bei Patienten mit Niereninsuffizienz mit oder ohne Dialyse werden im Zusammenhang mit erhöhten Aluminiumspiegeln verschiedene Krankheitsbilder beobachtet:

## Aluminium-assoziierte renale Osteodystrophie

- Knochenschmerzen, häufige Knochenbrüche und proximale Myopathien
- Charakteristisch: Resistenz auf Vitamin D oder dem Secosteroid Calcitriol
- histologischer Befund einer Osteomalazie mit Überschuss an nicht-mineralisierter Kochensubstanz (Osteoid)
- histochemischer Nachweis von Aluminium

## Dialyse-Enzephalopathie

- Form der Aluminium-Intoxikation
- beginnt meist mit Sprach- und Bewusstseinsstörungen.
- Später Halluzinationen, psychotische Episoden, Ataxie, Myoklonien
- typische EEG-Veränderungen, Krämpfe und Demenz

Die Krankheit endet, wenn sie nicht früh behandelt wird, einige Monate nach den ersten Symptomen tödlich.



# Aluminium-assoziierte Krankheitsbilder

## Neurotoxische Wirkung von Aluminium - eine mögliche Ursache für die Alzheimer'sche Erkrankung?



- **Tierexperimentelle Befunde**

Funktionelle oder neurochemische Veränderungen mit 0,1 % und 0,2 % Aluminiumchlorid im Futter.

Jedoch wurde die für die Alzheimer-Krankheit typische neurofibrilläre Degeneration in Tierstudien, in denen Aluminium verfüttert wurde, nicht nachgewiesen.



- **Human-Daten**

Es gibt Berichte, nach denen bei Alzheimer-Patienten erhöhte Aluminiumkonzentrationen in den betroffenen Hirnregionen gefunden wurden.

Verschiedene epidemiologische Studien, die einen Zusammenhang zwischen der Aluminiumaufnahme aus Trinkwasser und der Alzheimer-Krankheit zu belegen versuchen, lassen aufgrund der inkonsistenten Datenlage jedoch keine wissenschaftliche Beweisführung zu.

### Fazit

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) kam zu dem Schluss, dass eine Aluminiumaufnahme (im Bereich der typischen Humanexposition) mit großer Wahrscheinlichkeit keine Ursache für die Alzheimer-Krankheit darstellt (IPCS, 1997).

# Aluminium-assoziierte Krankheitsbilder

## Aluminium-Exposition und Brustkrebs-Risiko?

- **Hypothese\*\***

Da Antitranspirantien in diesem Bereich angewendet werden, wird ein Zusammenhang zwischen der Verwendung Aluminium-haltiger Antitranspirantien und dem Auftreten von Brustkrebs vermutet.

- **Studien an Brustkrebspatientinnen**

Hinweise auf signifikant höhere Aluminium-Gehalte im Gewebe der äußeren Brustregion (axillärer Quadrant) im Vergleich zum inneren (medialen) Bereich\*

axillärer Quadrant weist im Vergleich zum inneren (medialen) Bereich höhere Tumorinzidenz auf\*

In England und Wales Anstieg der Tumorinzidenzen in diesem Bereich\*\*

1920-1930s	31,0 %
1979	47,9 %
2006	53,3 %

### Fazit

Die objektive Datenlage ist widersprüchlich.

Bislang konnte wissenschaftlich kein kausaler Zusammenhang zwischen der Aufnahme von Aluminium aus kosmetischen Mitteln und der Entstehung von Krebs, insbesondere Brustkrebs, belegt werden.

\* Exley et al., 2007 J Inorg Biochem 101, 1344-1346, \*\* Darbre & Charles. 2010. Anticancer Research 30, 815-828



# Molekulare Mechanismen der Toxizität durch Aluminium

## *In-vitro*

- Metallo-östrogene Wirkung

## Systemische Exposition

- Interaktionen mit dem intrazellulären Ionenhaushalt (beim Menschen sowie tierexperimentell belegt)
  - $Mg^{2+}$ - und  $Ca^{2+}$ -Ionenhaushalt → ähnlicher Ionenradius
  - Dysregulation der zellulären Fe-Aufnahme → Konkurrenz um Bindung an Transferrin
  - Reduktion der Phosphatretention → Maus: Aluminiumchlorid bei > 355 mg/kg KG
  - Beeinflussung der Al-Clearance → Bindung an Plasma-Albumin
- indirekte Mechanismen für klastogene Effekte
  - oxidativer Stress
  - Zerstörung der lysosomalen Membranen unter Freisetzung von DNase
  - Störungen der Assemblierung des Spindelapparates
  - Cross-Linking von DNA mit chromosomalen Proteinen

## Inhalative Exposition

- Chronische Entzündung,  
Aluminose und möglicherweise Kanzerogenität nach Partikelüberladung in der Lunge

# Übersicht

## A. Einführung

- A.1 Wie werden gesundheitliche Risiken durch Aluminium in der Öffentlichkeit wahrgenommen?
- A.2 Toxikologisches Wirkprofil
- A.3 Aluminium-assoziierte Krankheitsbilder
- A.4 Molekulare Mechanismen der Toxizität durch Aluminium

## B. Aluminium in Lebensmitteln

- B.1 Orale Expositionsquellen für Aluminium
- B.2 Resorption, Verteilung und Eliminierung nach oraler Aufnahme
- B.3 Gesetzliche Vorschriften zur Regulation von Aluminium in Lebensmitteln

## C. Aluminium in Bedarfsgegenständen und kosmetischen Mitteln

- C.1 Dermale Expositionsquellen für Aluminium
- C.2 Modellierung der dermalen Exposition aus Antitranspirantien
- C.3 Gesetzliche Vorschriften zur Regulation von Aluminium in Antitranspirantien

# Vorkommen von Aluminium



## Natürliches Vorkommen

- nach Sauerstoff und Silizium das dritthäufigste Element der Erdkruste (Anteil 7,57 %)
- nahezu ausschließlich in gebundener Form (> 1000 verschiedene aluminiumhaltige Minerale)
- Bauxit  
ca. 60 % Aluminiumhydroxid

## Freisetzung in die Umwelt

(industrielle Prozesse, Oxidation von Aluminiumbauteilen)

## Trinkwasser

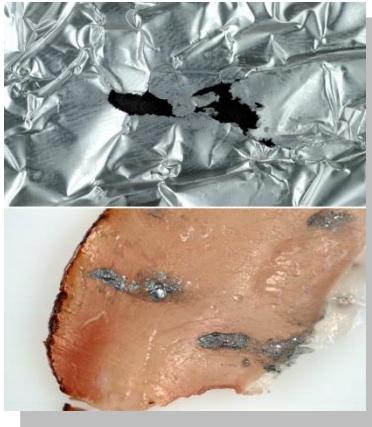
## Unbehandeltes Obst/Gemüse

# Orale Expositionsquellen für Aluminium



## Lebensmittel

- Trinkwasser → natürliche Gehalte, Trinkwasserbehandlung
- unbehandelte Lebensmittel → Früchte, Gemüse, Teeblätter, Gewürze
- verarbeitete Lebensmittel → Aluminium-haltige Zusatzstoffe



## Aluminiumhaltige Bedarfsgegenstände für Lebensmittel

- Kochutensilien, Dosen, Folien oder Tuben aus denen das Leichtmetall auf die Speisen übergehen kann
- Viele Verbindungen des Metalls sind bei neutralem pH wasserunlöslich. Bei saurem oder basischem pH erhöht sich jedoch die Löslichkeit!



## Arzneimittel zur oralen Applikation

- Antazida (Aluminiumhydroxid, Aluminiumglycinat)
- Styptika (Medikamente gegen Durchfall)

# Aufnahme von Aluminium über Trinkwasser

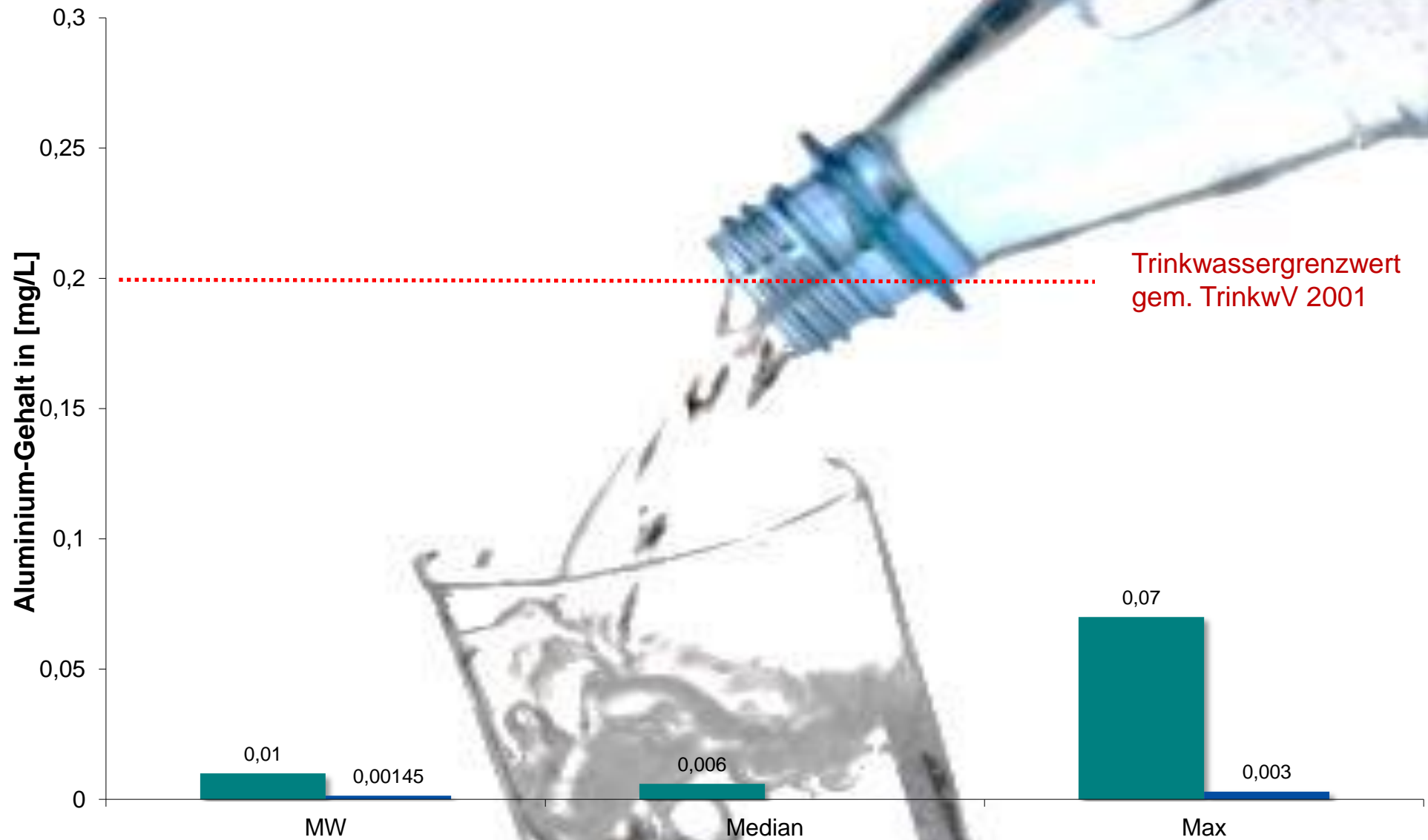
## Qualität des Trinkwassers

- In Deutschland gilt nach der „*Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV 2001)*“ ein Grenzwert von 0,2 mg Aluminium/L.

Jahr	Überwachte WVG	WVG mit Nichteinhaltungen
2011	1859	2
2012	1901	1
2013	2129	4

Quelle: Bericht des Bundesministeriums für Gesundheit und des Umweltbundesamtes an die Verbraucherinnen und Verbraucher über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasser) in Deutschland - Berichtszeitraum: 1.1.2011 - 31.12.2013. \* WVG = Wasserversorgungsgebiet.

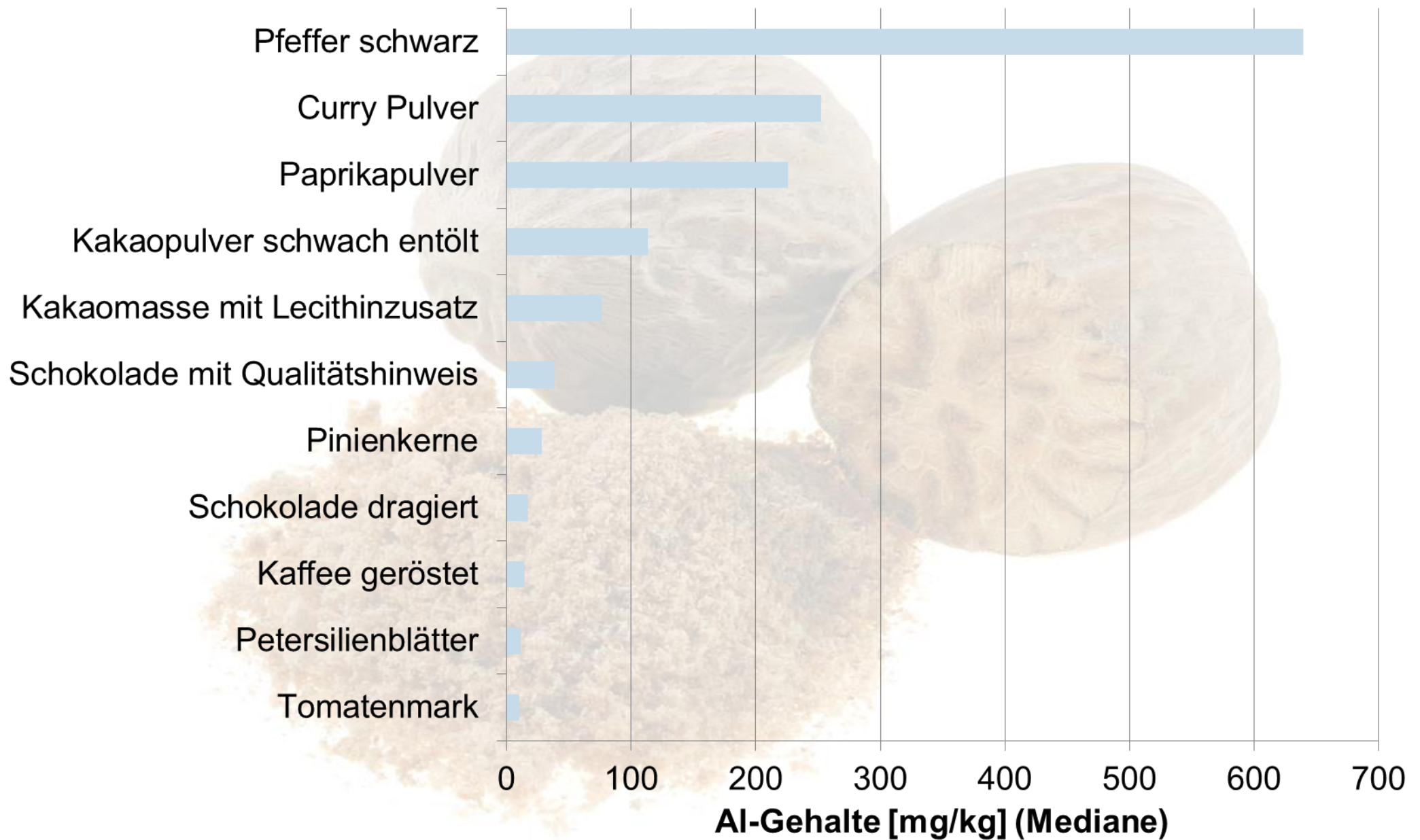
# Aufnahme von Aluminium über Mineralwasser



Daten: ■ Stahl et al. 2011; ■ Bericht zum Lebensmittelmonitoring 2007.

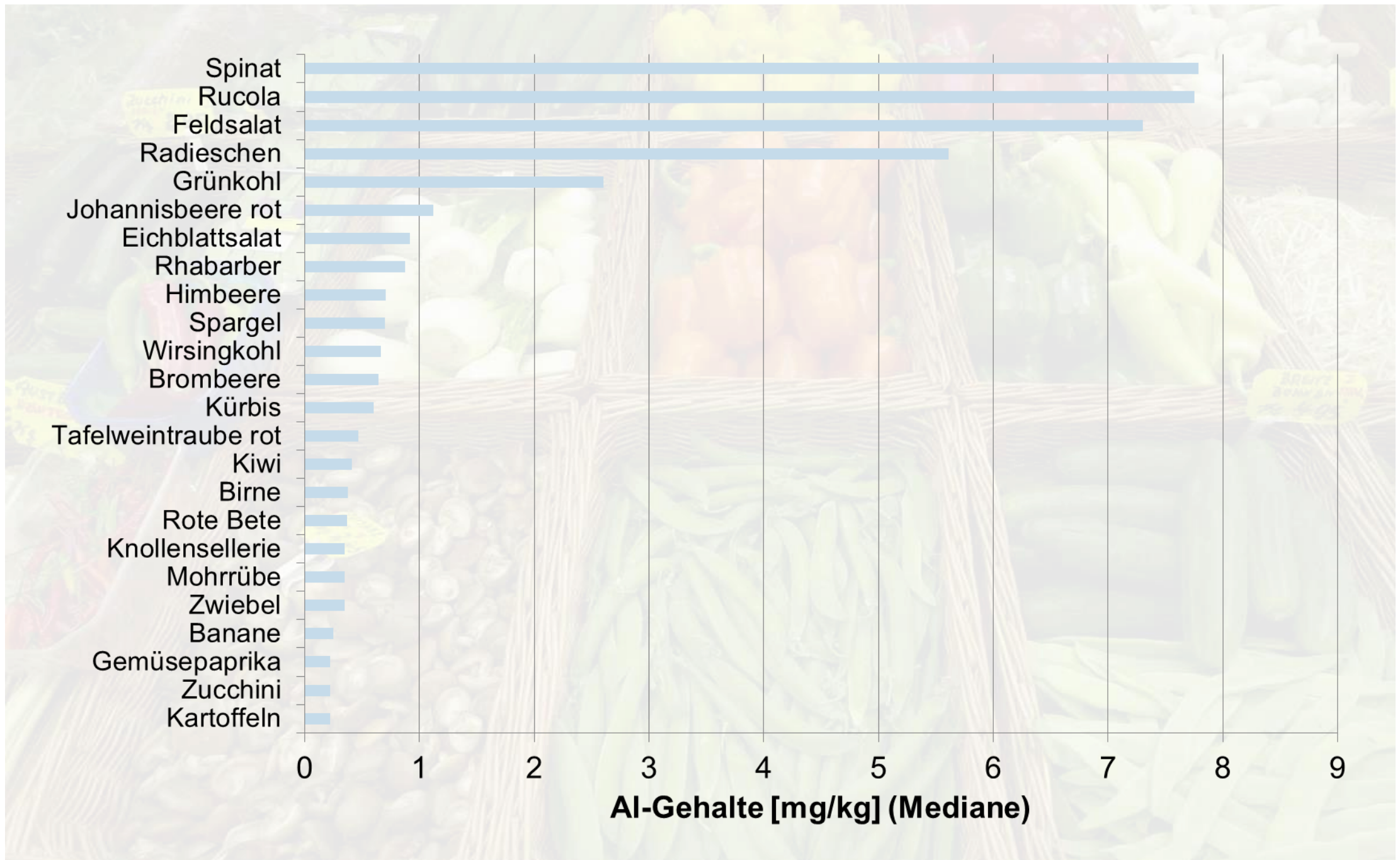


# Aluminium-Gehalte in Lebensmitteln



\*Daten: Lebensmittelmonitoring Deutschland 2000-2012

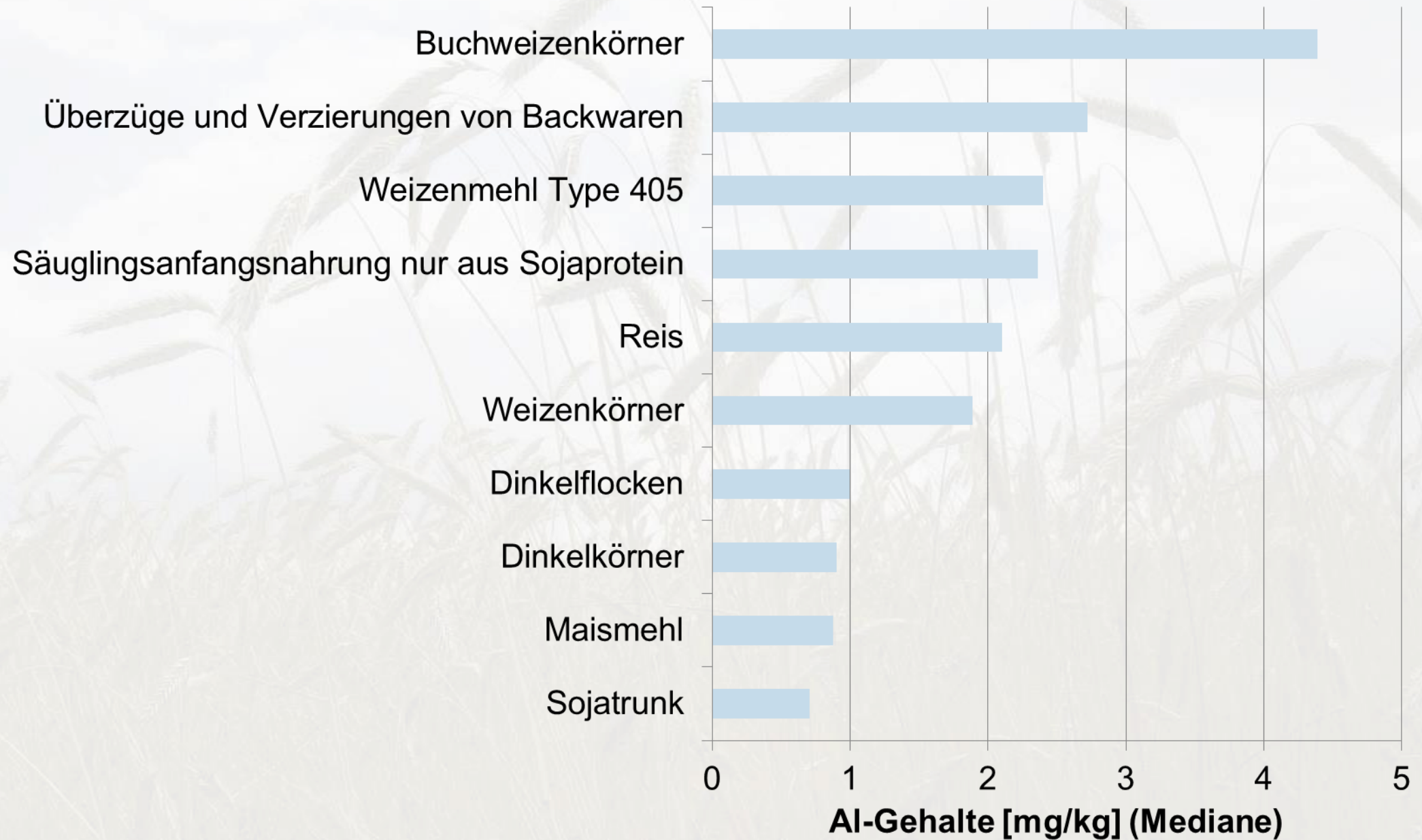
# Aluminium-Gehalte in Lebensmitteln: Obst und Gemüse



\*Daten: Lebensmittelmonitoring Deutschland 2000-2012

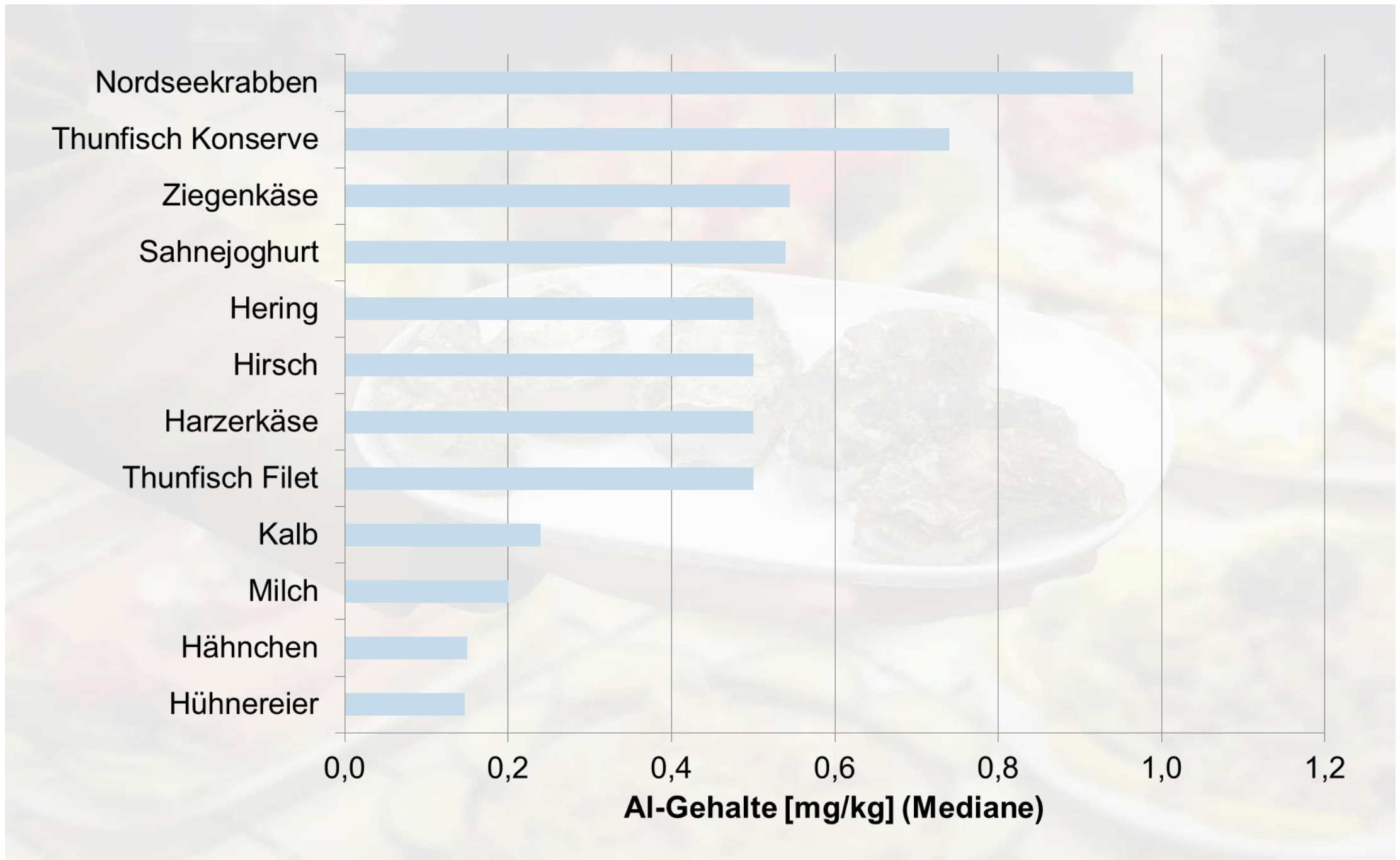


# Aluminium-Gehalte in Lebensmitteln: Getreide- & Sojaerzeugnisse



\*Daten: Lebensmittelmonitoring Deutschland 2000-2012

# Aluminium-Gehalte in Lebensmitteln: Tierische Produkte



\*Daten: Lebensmittelmonitoring Deutschland 2000-2012

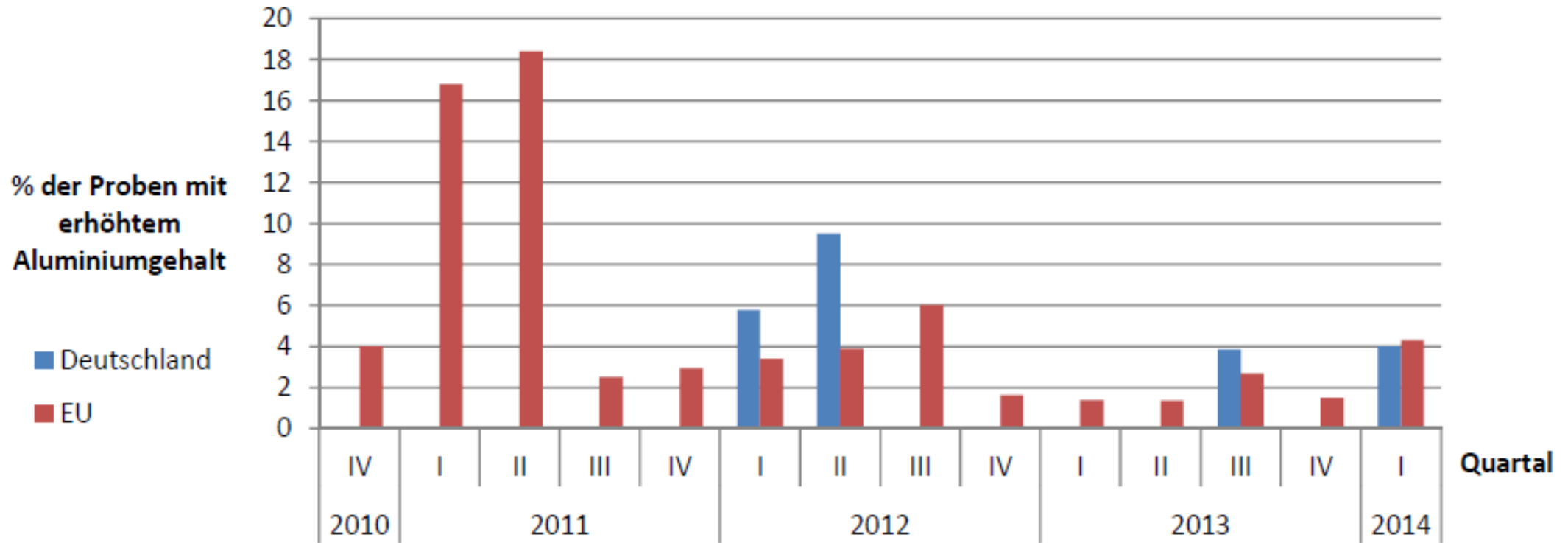
# Aluminium-Gehalte in Laugengebäck



Überschreitung des in Bayern geltenden Höchstwerts von 10 mg/kg;

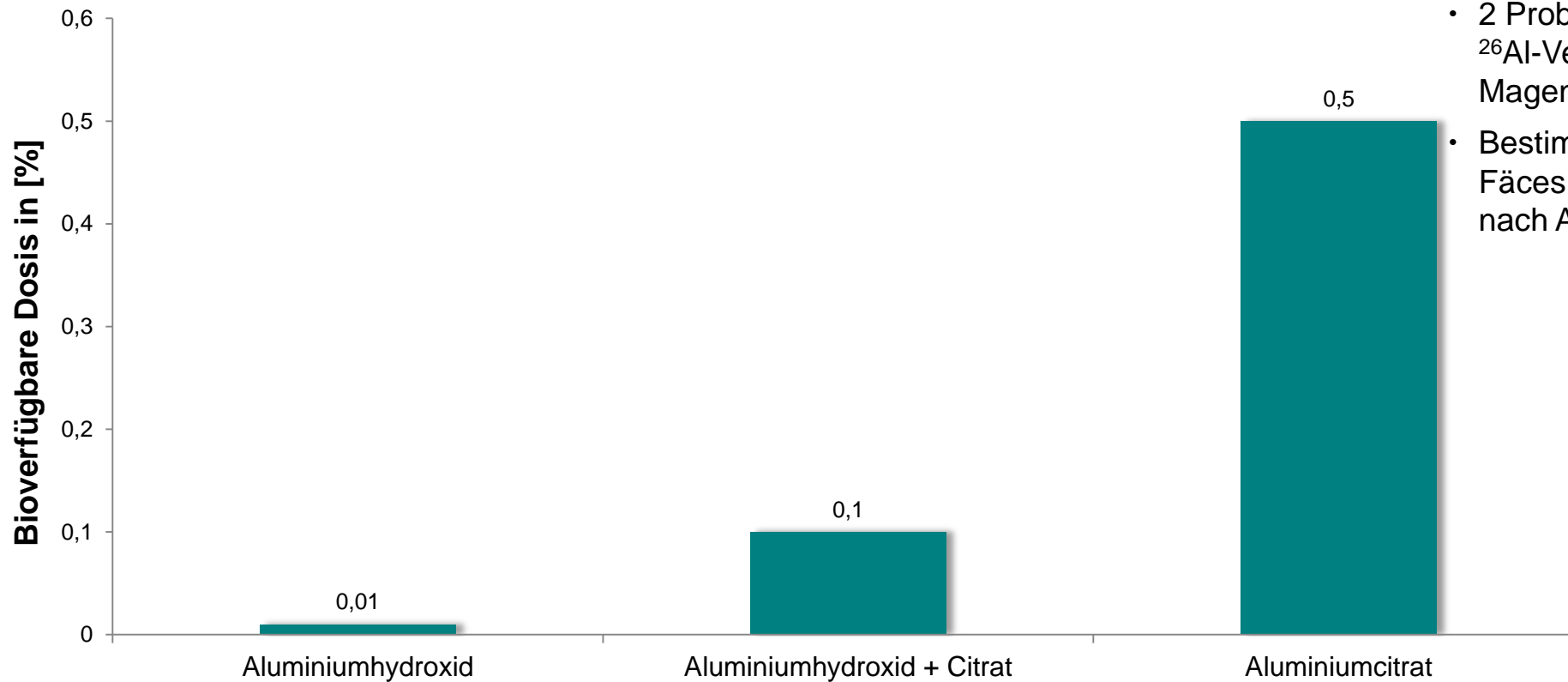
\* Quelle: Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit

# Aluminium in Nudeln aus China



- **Lebensmittelüberwachung**  
hohe Aluminiumgehalte in Nudeln aus China (z.T. deutlich > 5 mg/kg)
- **Verordnung (EG) Nr. 669/2009**  
2010-2014 verstärkte amtliche Kontrolle bei der Einfuhr der Erzeugnisse in die EU (Kontrolle von 10 % aller Lieferungen).
- **Verordnung (EU) Nr. 323/2014**  
Ende der verstärkten amtlichen Kontrolle, jedoch weiterhin Kontrolle im Rahmen der üblichen Lebensmittelüberwachung.

# Resorption nach oraler Aufnahme



## Humanstudie\*

- 2 Probanden, Gabe von  $^{26}\text{Al}$ -Verbindungen mittels Magensonde
- Bestimmung  $^{26}\text{Al}$  in Urin, Fäces und Blut 5 Tage nach Applikation

## Fazit

Aus dem Magen-Darm-Trakt resorbierte Menge abhängig

- von der oralen Zufuhrmenge  
max. 1% → sinkt bis auf 0,01% bei erhöhter Zufuhr (> 1g Aluminium)
- von der Wasserlöslichkeit der Aluminiumverbindung

- vom pH-Wert

Magen (pH < 5):

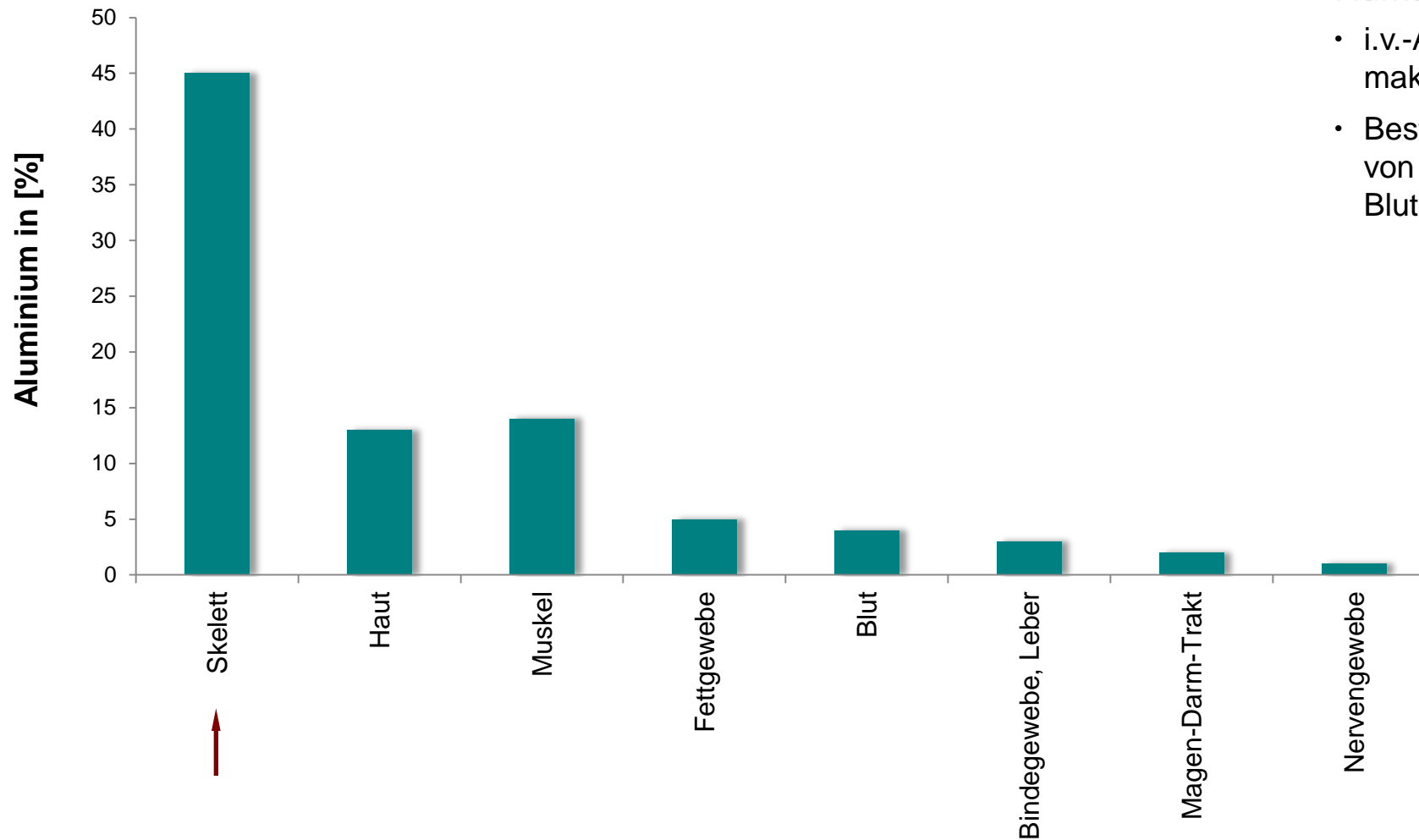
lösliches  $\text{Al}^{3+}$  als  $(\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6)^{3+}$

Darm (pH > 5):

unlösliches Aluminiumhydroxid  $\text{Al}(\text{OH})_3$  → Ausscheidung über Fäzes

\* Priest et al. 2004

# Verteilung und Speicherung



## Humanstudien\*

- i.v.-Applikation von  $^{26}\text{Al}$ -markiertem Aluminiumcitrat\*
- Bestimmung der Verteilung von  $^{26}\text{Al}$  in Gewebe und Blut

## Fazit

- Gleichmäßige Verteilung zwischen Plasma und zellulären Blutbestandteilen
- Bindung an Transferrin (89 %) und Citrat (11 %), seltener Albumin und niedermolekulare Proteine
- Akkumulation v.a. in Skelettknochen

\* Hornstein et al. 1988, Priest et al. 2004, Yokel et al. 2001



# Eliminierung

## Eliminierungswege

- Nicht absorbiertes Aluminium aus dem Magen-Darm-Trakt
- Systemisch verfügbares Aluminium

Fäzes  
Niere (98 %)  
Galle



## Biologische Halbwertszeit ( $t_{1/2}$ )

- Große Streuung, abhängig von:
  - Verbindungsform
  - Löslichkeit
  - Aufnahmeweg (oral, inhalativ, dermal)

- $t_{1/2}$  Mensch (6 Freiwillige,  $^{26}\text{Al}$  Citrat, i.v.):  
(geschätzt )

7-50 Jahre

- $t_{1/2}$  Ratte, Maus, Hund, Kaninchen (lösliches Aluminiumsalz):

2-5 Stunden

# Gibt es in der EU einen Grenzwert für die orale Aufnahme?

## Ableitung eines TWI (EFSA 2008\*)

### 1. LOAEL (orale Fütterungsstudien an Maus, Ratte, Hund)

50-75 mg/kg KG und Tag.

Basierend auf dem niedrigsten LOAEL-Wert a.d. Studien wurde zusätzlich ein Unsicherheitsfaktor von 100 ein weiterer Faktor von 3 für die Unsicherheiten aufgrund der Unsicherheiten der Datenbasis (kein definierter Wert für NOAEL, keine chronischen Studien) berücksichtigt. Daraus resultierte ein TWI von 1,2 mg/kg KG.

### 2. NOAEL (entwicklungsneurotoxische Studie an Mäusen)

10 mg/kg KG und Tag

Daraus resultierte ein TWI von 0,7 mg/kg KG.

LOAEL/NOAEL [mg/kg KG/Tag]	Inter- und intraspezies (Un)Sicherheitsfaktor	TWI [mg/kg KG/Woche]
50	300	1,2
10	100	0,7

## Fazit

- Aus beiden Werten wurde ein TWI von 1 mg/kg Körpergewicht und Woche abgeleitet.

*\* Panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food*



# Aluminium-haltige Zusatzstoffe in Lebensmitteln

E-Nr.	Substanz	Einschränkung der Zulassung*
E520-E523	Aluminiumsulphate	<ul style="list-style-type: none"><li>• Einschränkung von "Eiklar" auf "nur Flüssigeiklar für Eiklarschäume"</li><li>• <b>Absenkung von 30 auf 25 mg Al/kg</b> und nur noch E 520 (Aluminiumsulphat)</li></ul>
E541	Saures Na-Aluminiumphosphat	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Reduktion von 1.000 auf 400 mg Al/kg</b> bezogen auf Biskuitteil</li></ul>
E551-E559	Aluminiumsilikate	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Nur noch aluminiumfreie Zusatzstoffe dieser Gruppe zugelassen</b> mit wenigen Ausnahmen</li></ul>
E173	Aluminium	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>keine Zulassung mehr für Verwendung in Süßwaren seit August 2014</b></li><li>• wegen <i>quantum satis</i>-Regulierung nicht zu quantifizieren</li></ul>
	Aluminiumlacke von Lebensmittelfarbstoffen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Begrenzung der Liste der Farbstoffe, die in Form von Aluminiumlacken zugelassen sind</li><li>• Begrenzung der zugelassenen Mengen an Aluminium durch Farblacke auf <b>verschiedene Höchstgehalte je LM-Gruppe (300 bzw. 5 mg/kg, keine <i>quantum satis</i>-Verwendungen)</b></li></ul>

\* Einschränkung der Zulassung aluminiumhaltiger Zusatzstoffe durch VO (EU) Nr. 380/2012 seit 2014

# Übersicht

## A. Einführung

- A.1 Wie werden gesundheitliche Risiken durch Aluminium in der Öffentlichkeit wahrgenommen?
- A.2 Toxikologisches Wirkprofil
- A.3 Aluminium-assoziierte Krankheitsbilder
- A.4 Molekulare Mechanismen der Toxizität durch Aluminium

## B. Aluminium in Lebensmitteln

- B.1 Orale Expositionsquellen für Aluminium
- B.2 Resorption, Verteilung und Eliminierung nach oraler Aufnahme
- B.3 Gesetzliche Vorschriften zur Regulation von Aluminium in Lebensmitteln

## C. Aluminium in Bedarfsgegenständen und kosmetischen Mitteln

- C.1 Dermale Expositionsquellen für Aluminium
- C.2 Modellierung der dermalen Exposition aus Antitranspirantien
- C.3 Gesetzliche Vorschriften zur Regulation von Aluminium in Antitranspirantien

# Dermale Expositionsquellen für Aluminium

## (1) Kosmetische Mittel\*



### Antitranspirantien (Roller, Stick, Creme oder Aerosol)

- Aluminiumzirkoniumchloridhydroxide bzw. Komplexe mit Glycin
- Aluminiumchlorohydrat



### dekorative Kosmetik (Lippenstifte, Lidschatten, Make-up)

- Aluminiumverbindungen als Farbpigment



### Zahncremes

- Aluminiumfluorid



### Gesichtscremes, Körperlotions und Haarpflegeprodukte

- Aluminiumverbindungen als zusätzlichen Inhaltsstoff in meist geringer Dosierung



### Sonnenschutzmittel

- Aluminiumverbindungen als Ummantelung von Titandioxid

\* Ob ein kosmetisches Produkt Aluminium enthält, kann anhand der INCI-Kennzeichnung der Inhaltsstoffe (International Nomenclature of Cosmetic Ingredients) überprüft werden.

# Dermale Expositionsquellen für Aluminium

## (2) Arzneimittel zur topischen dermalen Anwendung



### Essigsaurer Tonerde

- Aluminiumhaltige Tonminerale

### bestimmte Antiseptika

- Alaun v.a. als schwefelsaure Kaliumsalze, Aluminiumchlorid

### Adstringentia und Antihydrotika (Mittel gegen übermäßiges Schwitzen)

- Aluminiumzirkoniumchloridhydroxide bzw. Komplexe mit Glycin,
- Aluminiumchlorohydrat

# Dermale Expositionsquellen für Aluminium



## Deodorants

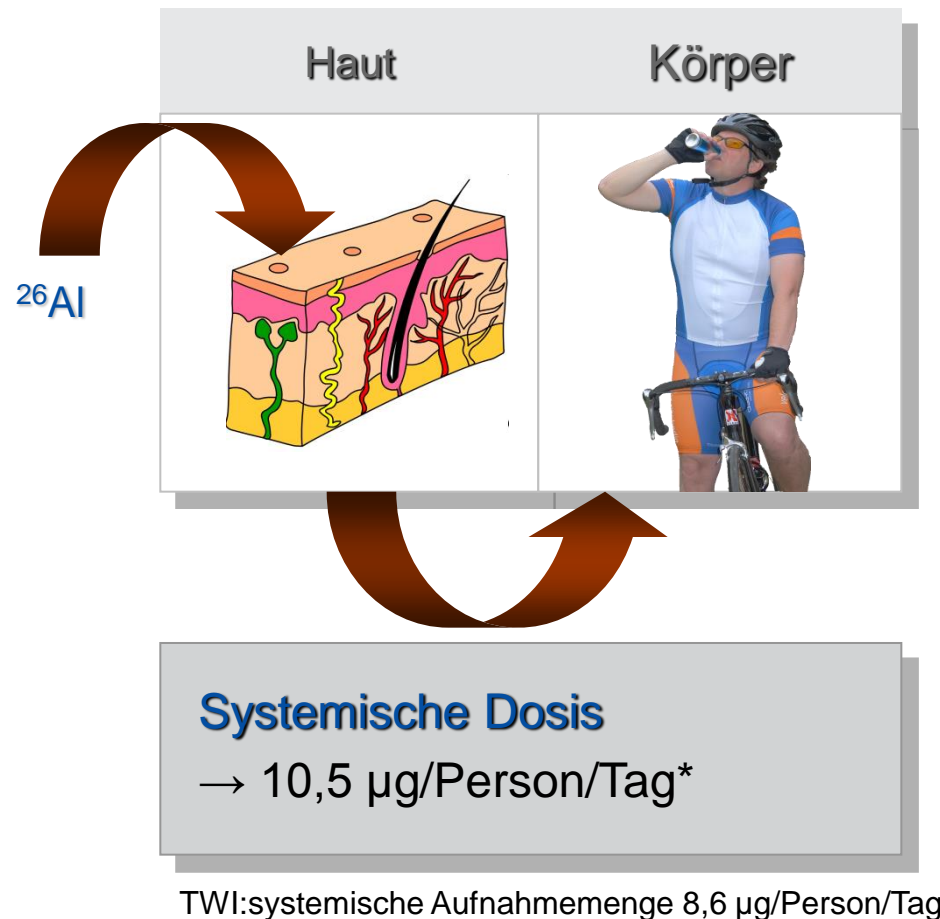
- dienen der „Geruchsverbesserung“
- enthalten in der Regel kein Aluminium!
- Wirkungsweise:
  - Parfümöle (überlagern Schweißgeruch)
  - antibakterielle Wirkstoffe (Hemmung des Wachstums der schweißzersetzenden Bakterien)
  - geruchsabsorbierende und feuchtigkeitsaufsaugende Wirkstoffe



## Antitranspirantien

- kosmetische Mittel mit schweißhemmender Wirkung (Reduktion 20-50 %) als Roller, Stick, Creme oder Aerosol angeboten.
- enthalten meist Aluminiumsalze als Wirkstoff
  - Wirkungsweise:
    - durch die Eigenschaft, die Haut zusammenzuziehen (adstringierende Wirkung) und
    - durch die Bildung eines gelartigen Protein-Komplexes, der temporär die Ausführungsgänge der Schweißkanäle verschließt, so dass weniger Schweiß ausgeschieden und Bakterien die Lebensgrundlage entzogen wird.

# Modellierung der dermalen Exposition

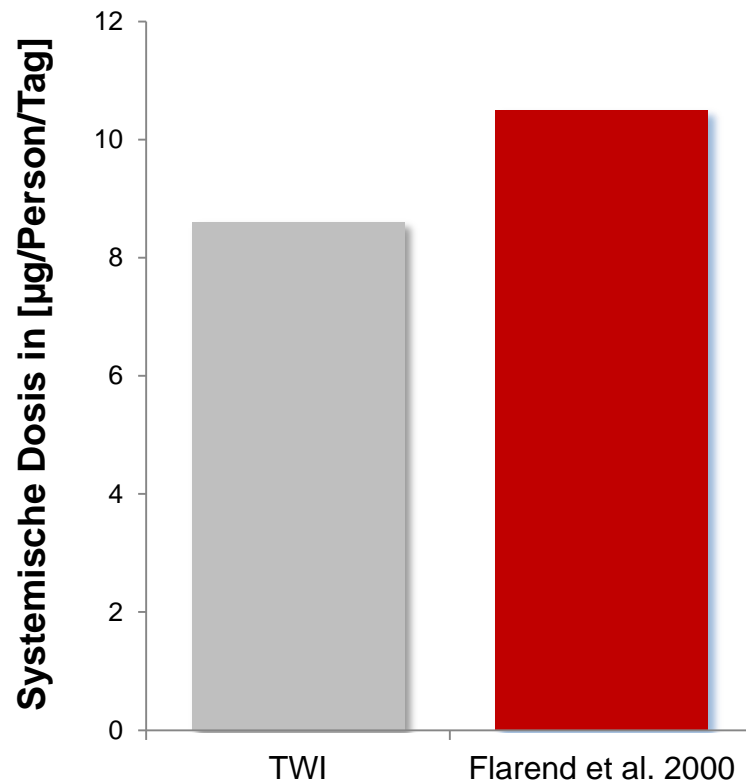


## Probandenstudie (Flarend et al. 2000)

- 2 Probanden (♂, ♀)
- $^{26}\text{Al}$ -Aluminiumhydroxychlorid-Lösung  
Auftragung auf rasierte Achselhöhle (okklusiv)  
Tägliches Waschen + „skin stripping“ der Achselhöhle  
Sammlung: Blut/Urinproben
- Resultat: 0,014% Aufnahme durch Haut

\* BfR (2014)

# Modellierung der dermalen Exposition



## Fazit

- TWI allein durch Exposition über aluminiumhaltige Antitranspirantien überschritten!
- Limitationen der Studie:
  - Nur 2 Probanden, Ergebnisse mit großen Unterschieden bezügl. Penetrationsrate
  - relative niedrige Dosis (→ erhöhte Aufnahme)
  - keine kosmetische Formulierung sondern Lösung verwendet
  - Versuch unter Okklusion und mit "tape stripping" durchgeführt (→ erhöhte Aufnahme)



# Zusammenfassung

Für die Bewertung möglicher gesundheitlicher Risiken ist die **Aufnahme über alle möglichen Quellen** zu berücksichtigen.

Die individuelle Aluminiumaufnahme kann reduziert werden. Das BfR hat basierend auf dem Stand des derzeitigen Wissens dazu verschiedene Empfehlungen gegeben.

## (1) Lebensmittel

Die meisten unverarbeiteten Lebensmittel enthalten **natürlicherweise weniger als 5 mg Aluminium/kg**.

Die **gesetzlichen Regelungen in der EU** sollen sicherstellen, dass der **TWI unter Berücksichtigung aller oralen Aufnahmequellen nicht überschritten** wird.

Verordnung (EU) Nr. 380/2012:

Einschränkung der für aluminiumhaltige Lebensmittelzusatzstoffe geltenden Verwendungsbedingungen und –mengen. Die Bestimmungen der Verordnung gelten seit 1. Februar 2014 bzw. seit 1. August 2014.

Für Trinkwasser gilt in Deutschland nach der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) ein Grenzwert für Aluminium von 0,2 mg/L.

Besonders besorgte Verbraucherinnen und Verbraucher können die **individuelle Belastung gering halten**, wenn sie bei der Auswahl von Lebensmitteln die **generelle Empfehlung zu Abwechslung und Vielfalt** berücksichtigen. Auf diese Weise lassen sich einseitige Belastungen mit den verschiedensten potenziell gesundheitsgefährdenden Stoffen, mit deren vereinzelt Vorkommen in Lebensmitteln gerechnet werden muss, vorbeugen.



# Zusammenfassung

## (2) Bedarfsgegenstände

Verbraucher sollten eine Aluminiumaufnahme durch den **unsachgemäßen Gebrauch von Alufolie, Alu-Grillschalen oder unbeschichtetem Alu-Geschirr vermeiden**.

Für die **Aufbewahrung oder das Abdecken von sehr sauren oder salzigen Lebensmitteln** (z. B. Apfelsaft, Apfelmus, Tomatenpüree, Rhabarber oder Salzhering) sollte **keine Aluminiumfolie** verwendet werden.

**Säure- und salzhaltige Speisen oder säurehaltige Getränke** (z.B. Fruchtsäfte) sollten **nur in beschichteten Aluminium-Kochtöpfen oder Geschirr** (mit vollständig intakter Beschichtung) gekocht oder länger aufbewahrt werden.

Aluminiumhaltige Espressokannen sollten mit der Hand, nicht im Geschirrspüler gereinigt werden.

## (3) Aluminiumhaltige Kosmetika

Die individuelle Aluminiumaufnahme kann über aluminiumhaltige Kosmetika, wie Antitranspirantien oder andere kosmetische Mittel beeinflusst werden.

Die Aluminiumaufnahme durch Antitranspirantien wird vor allem gesenkt, indem diese **nicht unmittelbar nach der Rasur bzw. bei geschädigter Achselhaut auf die Haut** aufgebracht werden.

Zudem sind **Antitranspirantien ohne Aluminiumsalze** im Handel erhältlich.

Ob ein kosmetisches Produkt Aluminium enthält, kann anhand der INCI-Kennzeichnung der Inhaltsstoffe (International Nomenclature of Cosmetic Ingredients) überprüft werden.

# **Danke für Ihre Aufmerksamkeit**

Federal Institute for Risk Assessment  
Max-Dohrn-Str. 8-10 • D-10589 Berlin  
Tel. +49 30 - 184 12 - 0 • [www.bfr.bund.de](http://www.bfr.bund.de)