

# Übergang von Aluminium aus Aluminium-Menüschalen auf Lebensmittel

NEHRING  
CONSULTANTS

im Auftrag der

European Aluminium Foil Association e.V.  
(EAFA)

Düsseldorf

August 2018

Dr. Ulrich Nehring

NEHRING Consultants GmbH  
Salzdahlumer Str. 196(2)  
38126 Braunschweig  
Deutschland

## I. Einleitung

### I.1. *Aluminium in Lebensmitteln*

Viele Lebensmittel weisen einen natürlichen Gehalt an Aluminium auf. Die Konzentration von Aluminium erreicht in Erzeugnissen wie Tee, bestimmten Kräutern, Kakao oder einigen Gewürzen 10 mg/kg und mehr. Lebensmittel stellen für die durchschnittliche Bevölkerung die größte Expositionsquelle von Aluminium dar.

Aluminium, das Bestandteil von Materialien oder Gegenständen für den Kontakt mit Lebensmitteln ist, leistet normalerweise nur einen geringen Beitrag zur Exposition von Verbrauchern mit Aluminium. Wenn Gegenstände aus blankem, nicht beschichtetem Aluminium mit sehr sauren oder sehr salzhaltigen Lebensmitteln in Kontakt gebracht werden, können allerdings chemische Reaktionen zwischen Bestandteilen des Lebensmittels und dem metallischen Aluminium lösliche Aluminiumsalze, -oxide und -hydroxide gebildet werden, die in das Lebensmittel übergehen können. Ein möglicher Übergang von Aluminium auf Lebensmittel ist deshalb das Ergebnis einer Korrosionsreaktion und nicht einer Migration, die ein physikalischer Effekt ist.

Blanke Aluminium-Gegenstände sollten deshalb nicht in Kontakt mit sehr sauren oder sehr salzhaltigen Lebensmitteln verwendet werden.

### I.2. *Gesundheitliche Aspekte der Aluminiumaufnahme über die Ernährung*

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) (Panel AFC) hat eine *Opinion on the safety of aluminium for dietary intake* (1) veröffentlicht. Unter Einbeziehung einer europäischen Expositionsstudie und der verfügbaren toxikologischen Daten zu Aluminium und seinen Verbindungen hat EFSA einen tolerierbaren wöchentlichen Aufnahmewert (TWI) für Aluminium von 1 mg/kg Körpergewicht/Woche vorgeschlagen.

Das gemeinsame Expertenkomitee der WHO/FAO für Lebensmittelzusatzstoffe (JECFA) hat einen vorübergehenden wöchentlichen Aufnahmewert (PTWI) für Aluminium von 2 mg/kg Körpergewicht/Woche vorgeschlagen (2).

### I.3. *Gesetzliche Anforderungen an Aluminium-Menüschalen für den Lebensmittelkontakt*

Innerhalb der EU gibt es keine spezifischen gesetzlichen Anforderungen an Metalle und Legierungen für den Lebensmittelkontakt. Um die Erfüllung der rahmenrechtlichen Anforderungen gemäß Art. 3 der Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 (3) für Lebensmittelkontaktmaterialien aus Metall nachzuweisen, bedient man sich in der Regel der Resolution CM/Res (2013)9 des Europarates (4). In Verbindung mit dem Leitfaden CoE/EDQM *Technical guide on metals and alloys used in food contact materials and articles* wird durch diese Resolution ein spezifischer Abgabewert (SRL) für Aluminium aus metallischen Lebensmittelkontaktmaterialien und -gegenständen von 5 mg/kg Lebensmittel festgelegt.

In Italien gibt ein ministeriales Dekret über Gegenstände aus Aluminium und Aluminium-Legierungen, die für den Kontakt mit Lebensmitteln bestimmt sind (5). Dieses Dekret definiert die Reinheit von Aluminium und Aluminium-Legierungen und sieht Kontrollen für Gegenstände vor, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Kontakt zu kommen.

### I.4. *Untersuchungen des BfR zur Abgabe von Aluminium aus Aluminium-Menüschalen*

2017 hat das deutsche Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) Ergebnisse einer Studie veröffentlicht, in der die Abgabe von Aluminium aus blanken, nicht beschichteten Aluminium-Menüschalen auf Lebensmittel untersucht wurde (6). Das BfR hat drei verschiedene Lebensmittel (Sauerkrautsaft, verdünntes Apfelmus, passierte Tomaten) mit einer Temperatur von 80 °C in drei verschiedene Typen von blanken Aluminium-Menüschalen gefüllt. Die gefüllten Menüschalen wurden abgekühlt und über 72 Stunden bei 3 °C gekühlt gelagert. Anschließend wurden die gefüllten Menüschalen bis zu einer Kerntemperatur von 72 °C erhitzt und dann über 2 Stunden bei 65 °C warmgehalten, um ein typisches Cook & Chill-Verfahren, wie es in der Gemeinschaftsverpflegung angewandt

wird, zu simulieren. Die nach dieser Behandlung in den Lebensmitteln gemessenen Aluminiumkonzentration erreichten Werte zwischen 20 und 30 mg/kg.

Das BfR hat aus seinen Prüfergebnissen den Schluss gezogen, dass Verbraucher, die regelmäßig Lebensmittel aus Gemeinschaftsverpflegung oder Außer-Haus-Verpflegung verzehren, einem hohen Risiko unterliegen, den von der EFSA empfohlenen TWI von 1 mg/kg Körpergewicht/Woche zu überschreiten. Das BfR empfiehlt deshalb die Verwendung von innenseitig beschichteten anstelle von blanken Aluminium-Menüschalen.

#### *I.5. Ziel dieser Studie*

Das Ziel dieser Studie ist die Untersuchung des Aluminiumüberganges aus blanken Aluminium-Menüschalen unter realistischen Bedingungen der Gemeinschaftsverpflegung. Verschiedene Typen von üblichen Aluminium-Menüschalen für das Catering sollen mit einem repräsentativen Spektrum von warmen Gerichten, die als Teil einer Gemeinschaftsverpflegung angeboten werden, in Kontakt gebracht werden. Um die Bedingungen eines typischen Caterings widerzuspiegeln sollen die Gerichte in blanken Aluminium-Menüschalen in einem Cook&Chill-Verfahren zubereitet und angeboten werden, das hinsichtlich seiner Ausgestaltung mit den Prüfbedingungen vergleichbar ist, die das BfR in seiner Studie zur Anwendung gebracht hat. Der gesamte Aluminiumgehalt der Lebensmittel nach dem Kontakt mit den Aluminium-Menüschalen als auch der Aluminiumübergang aus den Menüschalen auf die Lebensmittel soll gemessen werden. Anhand der Prüfergebnisse soll eine Betrachtung zur Aluminium-Exposition von Verbrauchern, die regelmäßig in blanken Aluminium-Menüschalen zubereitete und angebotene warme Gerichte verzehren, angestellt werden.

## **II. Probenmaterial und Prüfmethode**

### *II.1. Probenmaterial*

#### *II.1.1. Aluminium-Menüschalen*

Sechs europäische Hersteller von Aluminium-Menüschalen haben aus ihrer regulären Produktion insgesamt 16 verschiedene Aluminium-Menüschalen zur Verfügung gestellt. Die Aluminium-Menüschalen waren mit einem, zwei oder drei Kompartimenten ausgestattet und waren für den Einsatz in der Gemeinschaftsverpflegung bzw. in der Außer-Haus-Verpflegung als Behältnisse für Fertiggerichte bestimmt.

| Nr. | Hersteller | Typ                                       | Format (cm)   |
|-----|------------|---|---------------|
| 1.1 | A          | 1 Kompartiment, blank                     | 22 x 17 x 3   |
| 1.2 | A          | 3 Kompartimente, blank                    | 22 x 17 x 3   |
| 2.1 | B          | 1 Kompartiment, blank                     | 22 x 17 x 3   |
| 2.2 | B          | 3 Kompartimente, blank                    | 22 x 17 x 3   |
| 2.3 | B          | 1 Kompartiment, groß, blank               | 32 x 25,5 x 5 |
| 3.1 | C          | 1 Kompartiment, innen und außen lackiert  | 16 x 11 x 3   |
| 4.1 | A          | 1 Kompartiment, groß, blank               | 32 x 25,5 x 5 |
| 5.1 | D          | 1 Kompartiment, blank                     | 19 x 16 x 3   |
| 5.2 | D          | 3 Kompartimente, blank                    | 22 x 17 x 3   |
| 5.3 | D          | 1 Kompartiment, groß, blank               | 31 x 25,5 x 6 |
| 6.1 | E          | 1 Kompartiment, blank                     | 22 x 17 x 4   |
| 6.2 | E          | 3 Kompartimente, blank                    | 22 x 17 x 3   |
| 6.3 | E          | 1 Kompartiment, groß, blank               | 31 x 25,5 x 6 |
| 6.4 | E          | 2 Kompartimente, innen und außen lackiert | 22 x 17 x 4   |
| 7.1 | F          | 1 Kompartiment, blank                     | 22 x 17 x 3   |
| 7.2 | F          | 3 Kompartimente, blank                    | 22 x 17 x 3   |



Probe 1.1



Probe 1.2



Probe 2.1



Probe 2.2



Probe 2.3



Probe 3.1



Probe 4.1



Probe 5.1



Probe 5.2



Probe 5.3



Probe 6.1



Probe 6.2



Probe 6.3



Probe 6.4



Probe 7.1



Probe 7.2

Im Hinblick auf die begrenzte Kapazität des Cateringunternehmens wurden die folgenden Aluminium-Menüschalen für die Studie ausgewählt:

- Probe 1.1
- Probe 1.2
- Probe 2.1
- Probe 2.2
- Probe 3.1
- Probe 4.1

Die Auswahl repräsentiert kleine Aluminium-Menüschalen mit einem und drei Kompartimenten für Einzelportionen, große Aluminium-Menüschalen für mehrere Portionen und innen beschichtete Aluminium-Menüschalen.

### II.1.2. Lebensmittelproben

Die Herstellung der Proben wurde in Zusammenarbeit mit einem kommerziellen Großküchenunternehmen, das Fertiggerichte für die Gemeinschafts- und Außer-Haus-Verpflegung anbietet, durchgeführt. Das Unternehmen vertreibt seine Produkte in einer mitteldeutschen Großstadt.

Das Großküchenunternehmen bietet an 7 Tagen der Woche einen täglich unterschiedlichen Speiseplan mit jeweils 7 verschiedenen warmen und kalten Gerichten an. Der Speiseplan wird wöchentlich gewechselt. Die Gerichte werden in der zentralen Großküche des Unternehmens zubereitet und in blanke Aluminium-Menüschalen abgefüllt. Die Gerichte werden üblicherweise im warmen, verzehrsfähigen Zustand an Kunden ausgeliefert, die teilweise die Gerichte in Umluftöfen bis zum Verzehr warmhalten.

Aus den Speiseplänen des Großküchenunternehmens für die 11. und 12. Kalenderwoche 2018 wurden solche Gerichte ausgewählt, die im Hinblick auf ihre Art und Zusammensetzung als besonders korrosiv gegenüber Aluminium eingeschätzt werden konnten. Insgesamt wurden 20 Gerichte, die üblicherweise als Hauptmahlzeiten verzehrt werden, für die Herstellung der Proben ausgewählt.

Die Gesamtfüllmenge für die Portions-Menüschalen variierte je nach Typ des Gerichtes zwischen 180 g and 360 g pro Portion. Die Mehrportionen-Aluminiumschalen wurden soweit befüllt, dass der Boden der Schalen vollständig mit Lebensmittel bedeckt war.

Von jedem für die Untersuchung eingesetzten Typ von Aluminium-Menüschalen wurden je Gericht 3 Schalen befüllt. Die Mehrportionen-Aluminiumschalen wurden nur mit solchen Gerichten befüllt, die üblicherweise aus solchen Schalen angeboten werden, z.B. Lasagne Bolognese. Von den Mehrportionen-Aluminiumschalen wurde je Typ nur 1 Stück befüllt.

Eine Portion je Gericht wurde außerdem in eine Kunststoffschale abgefüllt. Diese Probe diente zur Feststellung des Blindwertes bzw. des ursprünglichen Aluminiumgehaltes der Lebensmittel.

Für die weitere Untersuchung wurden die befüllten Aluminium-Menüschalen mit einem Deckel aus Aluminiumfolie verschlossen und für 14 bis 21 Tage bei  $-22^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ) bis zur Probenaufarbeitung und Laboruntersuchung aufbewahrt.



Abbildung: Befüllen und verschließen der Aluminium-Menüschalen

Die folgenden Gerichte wurden aus den Speiseplänen für die Untersuchung ausgewählt:

| Nr. | Tag | Datum      | Kategorie | Gericht   |
|-----|-----|------------|-----------|---|
| 1   | MON | 12.03.2018 | III       | Schweinesteak mit Pfeffersauce und Bratkartoffeln                           |
| 2   | DIE | 13.03.2018 | III       | Lasagne Bolognese   |
| 3   |     |            | VII       | Bayerischer Wurstsalat mit Laugenbrötchen*)                                 |
| 4   | MIT | 14.03.2018 | II        | Fusili mit Tomatensauce und gebratener Jagdwurstscheibe                     |
| 5   |     |            | III       | Kasseler-Rippchen mit Sauce, Speckbohnen und Kartoffeln                     |
| 6   | DON | 15.03.2018 | VI        | Vegetarische Paprikaschoten mit Sauce und Kartoffeln                        |
| 7   |     |            | V         | Gebratene Putenbrust mit Tomaten-Basilikum-Sauce und Kartoffeln             |
| 8   | FRE | 16.03.2018 | II        | Schmorwurst mit Bayerisch Kraut und Kartoffeln                              |
| 9   |     |            | V         | Seelachswürfel mit Gemüse, Senf-Dill-Sauce und Kartoffeln                   |
| 10  | SAM | 17.03.2018 | II        | Brathering mit Zwiebelringen und Bratkartoffeln                             |
| 11  | SON | 18.03.2018 | II        | Wildgulasch mit Waldpilzen dazu Kartoffelklöße                              |
| 12  | MON | 19.03.2018 | III       | Knackwurst mit Sauerkraut und Kartoffelbrei                                 |
| 13  |     |            | VI        | Milchnudeln mit Zimt und Zucker, Apfelmus                                   |
| 14  | DIE | 20.03.2018 | I         | Tomatenreissuppe mit Geflügelfleischklößchen                                |
| 15  |     |            | II        | Rinderbraten mit Sauce, Rosenkohl und Kartoffeln                            |
| 16  | MIT | 21.03.2018 | II        | Makkaroni mit Wurstgulasch  |
| 17  |     |            | III       | Kasselersteak mit Honig-Senf-Sauce, Romanesco und Kartoffeln                |
| 18  | DON | 22.03.2018 | I         | Gyrossuppe mit Weißbrot   |
| 19  |     |            | III       | Currywurst-Pfanne (Wurstscheiben mit Tomaten-Curry-Sauce) mit Kartoffelbrei |
| 20  | FRE | 23.03.2018 | II        | Putenragout "Jäger Art" mit Kartoffeln                                      |

\*) Obwohl dieses Gericht üblicherweise kalt serviert wird, wurde es erhitzt, um vergleichbare Prüfbedingungen zu erhalten.

Kategorien von Gerichten:

|                        |
|------------------------|
| I = "Eintöpfe"         |
| II = "Hausmannskost"   |
| III = "Das Pikante"    |
| IV = "Das Kleine"      |
| V = "Bekömmliche Kost" |
| VI = "Vegetarisch"     |
| VII = „Kaltgericht“    |

## II.2. Prüfmethode

### II.2.1 Probenvorbereitung

Vor der Untersuchung wurden die tiefgefrorenen Gerichte zum Auftauen über 12 Stunden bei 7 °C (+/- 2 °C) aufbewahrt. Die Gerichte in Aluminium-Menüschalen wurden im Umluftofen bei 150 °C für 50 Minuten erhitzt, um eine Kerntemperatur von 70 °C zu erreichen (Erreichen eines verzehrfertigen Zustandes). Anschließend wurden die Gerichte in den Aluminium-Menüschalen für 2 Stunden bei 65 °C in einem Ofen warmgehalten, um die typischen Bedingungen einer Gemeinschaftsverpflegung zu simulieren.

Die Proben zur Messung der Blindwerte wurden nach dem Auftauen nicht erhitzt und warmgehalten.

### II.2.2 Homogenisierung und Probenaufschluss

Nach der Probenvorbereitung wurde je Gericht der Inhalt aus den jeweils drei gleichen Aluminium-Menüschalen vereinigt und homogenisiert. Ein aliquoter Teil der homogenisierten Probe wurde mit konzentrierter Salpetersäure im Mikrowellenofen aufgeschlossen.

### II.2.3 Bestimmung der Aluminium-Konzentration im Lebensmittel

Die Aluminium-Konzentration wurde in den Aufschlüssen der Lebensmittelproben mittels eines ICP/MS-Verfahrens bestimmt. Die Bestimmungsgrenze des Verfahrens lag bei 0,02 mg/kg.

Der Aufschluss und die Bestimmung der Aluminium-Konzentration erfolgte gemäß Methode ASU §64 LFGB L 00.00-157 (Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 64 LFGB (7)).

Die analytische Schwankungsbreite der Bestimmung der Aluminium-Konzentration lag bei ca. ± 0,2 mg/kg.

Probenvorbereitung, Homogenisierung, Aufschluss und Bestimmung der Aluminium-Konzentration wurden von einem nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflabor durchgeführt.

### II.2.4 Auswertung

Die Prüfergebnisse wurden einerseits als Gesamt-Aluminium-Konzentration der Proben (mg/kg) als auch als Konzentration des Aluminium-Übergangs aus der Menüschale (mg/kg) angegeben, der durch Subtraktion des Blindwertes des entsprechenden Lebensmittels von der Gesamt-Aluminium-Konzentration der Probe errechnet wurde. Sofern durch die Subtraktion ein Wert < 0,1 mg/kg oder aufgrund der analytischen Schwankungsbreite ein negatives Resultat errechnet wurde, wurde die Konzentration des Aluminium-Übergangs mit "<0,1 mg/kg" angegeben.

**III. Untersuchungsergebnisse****III.1. Aluminium-Menüschaale 1.1**

Aluminium-Menüschaale 1.1: 1 Kompartiment, blank

| Nr. | Gericht   | Menüschaale 1.1     | Blindwert   | Menüschaale 1.1       |
|-----|---|---------------------|-------------|-----------------------|
|     |   | Aluminium<br>gesamt |             | Aluminium<br>Übergang |
|     |   | Al (mg/kg)          | Al (mg/kg)  | Al (mg/kg)            |
| 1   | III Schweinesteak mit Pfeffersauce und Bratkartoffeln                           | 1,0                 | 0,2         | <b>0,8</b>            |
| 2   | III Lasagne Bolognese   | 5,1                 | 4,2         | <b>0,9</b>            |
| 3   | VII Bayerischer Wurstsalat mit Laugenbrötchen                                   | 4,7                 | 1,5         | <b>3,2</b>            |
| 4   | II Fusili mit Tomatensauce und gebratener Jagdwurstscheibe                      | 3,6                 | 1,6         | <b>2,0</b>            |
| 5   | III Kasseler-Rippchen mit Sauce, Speckbohnen und Kartoffeln                     | 2,2                 | 0,7         | <b>1,5</b>            |
| 6   | VI Vegetarische Paprikaschoten mit Sauce und Kartoffeln                         | 3,4                 | 2,2         | <b>1,2</b>            |
| 7   | V Gebratene Putenbrust mit Tomaten-Basilikum-Sauce und Kartoffeln               | 3,0                 | 1,2         | <b>1,8</b>            |
| 8   | II Schmorwurst mit Bayerisch Kraut und Kartoffeln                               | 1,5                 | 0,5         | <b>1,0</b>            |
| 9   | V Seelachswürfel mit Gemüse, Senf-Dill-Sauce und Kartoffeln                     | 1,0                 | 0,4         | <b>0,6</b>            |
| 10  | II Brathering mit Zwiebelringen und Bratkartoffeln                              | 5,3                 | 0,9         | <b>4,4</b>            |
| 11  | II Wildgulasch mit Waldpilzen dazu Kartoffelklöße                               | 2,8                 | 1,2         | <b>1,6</b>            |
| 12  | III Knackwurst mit Sauerkraut und Kartoffelbrei                                 | 2,0                 | n.b. (<0,2) | <b>2,0</b>            |
| 13  | VI Milchnudeln mit Zimt und Zucker, Apfelmus                                    | 4,0                 | 0,4         | <b>3,6</b>            |
| 14  | I Tomatenreissuppe mit Geflügelfleischklößchen                                  | 5,4                 | 3,2         | <b>2,2</b>            |
| 15  | II Rinderbraten mit Sauce, Rosenkohl und Kartoffeln                             | 1,9                 | 0,7         | <b>1,2</b>            |
| 16  | II Makkaroni mit Wurstgulasch   | 2,8                 | 0,9         | <b>1,9</b>            |
| 17  | III Kasselersteak mit Honig-Senf-Sauce, Romanesco und Kartoffeln                | 0,3                 | 0,2         | <b>0,1</b>            |
| 18  | I Gyrossuppe mit Weißbrot   | 4,5                 | 2,5         | <b>2,0</b>            |
| 19  | III Currywurst-Pfanne (Wurstscheiben mit Tomaten-Curry-Sauce) mit Kartoffelbrei | 3,5                 | 1,6         | <b>1,9</b>            |
| 20  | II Putenragout "Jäger Art" mit Kartoffeln                                       | 1,2                 | 0,5         | <b>0,7</b>            |

n.b. = nicht bestimmbar, unter Bestimmungsgrenze (&lt;0,2 mg/kg)

## III.2. Aluminium-Menüschale 1.2

## Aluminium-Menüschale 1.2: 3 Kompartimente, blank

| Nr. | Gericht   | Menüschale 1.2      | Blindwert   | Menüschale 1.2        |
|-----|---|---------------------|-------------|-----------------------|
|     |   | Aluminium<br>gesamt |             | Aluminium<br>Übergang |
|     |   | Al (mg/kg)          | Al (mg/kg)  | Al (mg/kg)            |
| 1   | III Schweinesteak mit Pfeffersauce und Bratkartoffeln                           | 0,9                 | 0,2         | <b>0,7</b>            |
| 2   | III Lasagne Bolognese   |                     | 4,2         |                       |
| 3   | VII Bayerischer Wurstsalat mit Laugenbrötchen                                   |                     | 1,5         |                       |
| 4   | II Fusili mit Tomatensauce und gebratener Jagdwurstscheibe                      |                     | 1,6         |                       |
| 5   | III Kasseler-Rippchen mit Sauce, Speckbohnen und Kartoffeln                     | 1,5                 | 0,7         | <b>0,8</b>            |
| 6   | VI Vegetarische Paprikaschoten mit Sauce und Kartoffeln                         | 2,7                 | 2,2         | <b>0,5</b>            |
| 7   | V Gebratene Putenbrust mit Tomaten-Basilikum-Sauce und Kartoffeln               | 2,4                 | 1,2         | <b>1,2</b>            |
| 8   | II Schmorwurst mit Bayerisch Kraut und Kartoffeln                               | 1,0                 | 0,5         | <b>0,5</b>            |
| 9   | V Seelachswürfel mit Gemüse, Senf-Dill-Sauce und Kartoffeln                     | 0,4                 | 0,4         | <b>&lt;0,1</b>        |
| 10  | II Brathering mit Zwiebelringen und Bratkartoffeln                              | 2,2                 | 0,9         | <b>1,3</b>            |
| 11  | II Wildgulasch mit Waldpilzen dazu Kartoffelklöße                               | 2,3                 | 1,2         | <b>1,1</b>            |
| 12  | III Knackwurst mit Sauerkraut und Kartoffelbrei                                 | 2,1                 | n.b. (<0,2) | <b>2,1</b>            |
| 13  | VI Milchnudeln mit Zimt und Zucker, Apfelmus                                    | 1,8                 | 0,4         | <b>1,4</b>            |
| 14  | I Tomatenreissuppe mit Geflügelfleischklößchen                                  |                     | 3,2         |                       |
| 15  | II Rinderbraten mit Sauce, Rosenkohl und Kartoffeln                             | 1,4                 | 0,7         | <b>0,7</b>            |
| 16  | II Makkaroni mit Wurstgulasch   |                     | 0,9         |                       |
| 17  | III Kasselersteak mit Honig-Senf-Sauce, Romanesco und Kartoffeln                | 0,7                 | 0,2         | <b>0,5</b>            |
| 18  | I Gyrossuppe mit Weißbrot   |                     | 2,5         |                       |
| 19  | III Currywurst-Pfanne (Wurstscheiben mit Tomaten-Curry-Sauce) mit Kartoffelbrei | 4,3                 | 1,6         | <b>2,7</b>            |
| 20  | II Putenragout "Jäger Art" mit Kartoffeln                                       | 0,9                 | 0,5         | <b>0,4</b>            |

*n.b.* = nicht bestimmbar, unter Bestimmungsgrenze (<0,2 mg/kg)

## III.3. Aluminium-Menüschale 2.1

## Aluminium-Menüschale 2.1: 1 Kompartiment, blank

| Nr. | Gericht   | Menüschale 2.1      | Blindwert   | Menüschale 2.1        |
|-----|---|---------------------|-------------|-----------------------|
|     |   | Aluminium<br>gesamt |             | Aluminium<br>Übergang |
|     |   | Al (mg/kg)          | Al (mg/kg)  | Al (mg/kg)            |
| 1   | III Schweinesteak mit Pfeffersauce und Bratkartoffeln                           | 1,3                 | 0,2         | <b>1,1</b>            |
| 2   | III Lasagne Bolognese   | 5,5                 | 4,2         | <b>1,3</b>            |
| 3   | VII Bayerischer Wurstsalat mit Laugenbrötchen                                   | 12,2                | 1,5         | <b>10,7</b>           |
| 4   | II Fusili mit Tomatensauce und gebratener Jagdwurstscheibe                      | 6,8                 | 1,6         | <b>5,2</b>            |
| 5   | III Kasseler-Rippchen mit Sauce, Speckbohnen und Kartoffeln                     | 2,9                 | 0,7         | <b>2,2</b>            |
| 6   | VI Vegetarische Paprikaschoten mit Sauce und Kartoffeln                         | 2,9                 | 2,2         | <b>0,7</b>            |
| 7   | V Gebratene Putenbrust mit Tomaten-Basilikum-Sauce und Kartoffeln               | 11,7                | 1,2         | <b>10,5</b>           |
| 8   | II Schmorwurst mit Bayerisch Kraut und Kartoffeln                               | 1,1                 | 0,5         | <b>0,6</b>            |
| 9   | V Seelachswürfel mit Gemüse, Senf-Dill-Sauce und Kartoffeln                     | 1,1                 | 0,4         | <b>0,7</b>            |
| 10  | II Brathering mit Zwiebelringen und Bratkartoffeln                              | 5,8                 | 0,9         | <b>4,9</b>            |
| 11  | II Wildgulasch mit Waldpilzen dazu Kartoffelklöße                               | 1,9                 | 1,2         | <b>0,7</b>            |
| 12  | III Knackwurst mit Sauerkraut und Kartoffelbrei                                 | 5,0                 | n.b. (<0,2) | <b>5,0</b>            |
| 13  | VI Milchnudeln mit Zimt und Zucker, Apfelmus                                    | 5,2                 | 0,4         | <b>4,8</b>            |
| 14  | I Tomatenreissuppe mit Geflügelfleischklößchen                                  | 17,6                | 3,2         | <b>14,4</b>           |
| 15  | II Rinderbraten mit Sauce, Rosenkohl und Kartoffeln                             | 1,6                 | 0,7         | <b>0,9</b>            |
| 16  | II Makkaroni mit Wurstgulasch   | 1,9                 | 0,9         | <b>1,0</b>            |
| 17  | III Kasselersteak mit Honig-Senf-Sauce, Romanesco und Kartoffeln                | 0,8                 | 0,2         | <b>0,6</b>            |
| 18  | I Gyrossuppe mit Weißbrot   | 3,5                 | 2,5         | <b>1,0</b>            |
| 19  | III Currywurst-Pfanne (Wurstscheiben mit Tomaten-Curry-Sauce) mit Kartoffelbrei | 7,1                 | 1,6         | <b>4,5</b>            |
| 20  | II Putenragout "Jäger Art" mit Kartoffeln                                       | 1,3                 | 0,5         | <b>0,8</b>            |

*n.b.* = nicht bestimmbar, unter Bestimmungsgrenze (<0,2 mg/kg)

## III.4. Aluminium-Menüschale 2.2

## Aluminium-Menüschale 2.2: 3 Kompartimente, blank

| Nr. | Gericht   | Menüschale 2.2      | Blindwert   | Menüschale 2.2        |
|-----|---|---------------------|-------------|-----------------------|
|     |   | Aluminium<br>gesamt |             | Aluminium<br>Übergang |
|     |   | Al (mg/kg)          | Al (mg/kg)  | Al (mg/kg)            |
| 1   | III Schweinesteak mit Pfeffersauce und Bratkartoffeln                           | 1,1                 | 0,2         | <b>0,9</b>            |
| 2   | III Lasagne Bolognese   |                     | 4,2         |                       |
| 3   | VII Bayerischer Wurstsalat mit Laugenbrötchen                                   |                     | 1,5         |                       |
| 4   | II Fusili mit Tomatensauce und gebratener Jagdwurstscheibe                      |                     | 1,6         |                       |
| 5   | III Kasseler-Rippchen mit Sauce, Speckbohnen und Kartoffeln                     | 1,5                 | 0,7         | <b>0,8</b>            |
| 6   | VI Vegetarische Paprikaschoten mit Sauce und Kartoffeln                         | 2,7                 | 2,2         | <b>0,5</b>            |
| 7   | V Gebratene Putenbrust mit Tomaten-Basilikum-Sauce und Kartoffeln               | 2,9                 | 1,2         | <b>1,7</b>            |
| 8   | II Schmorwurst mit Bayerisch Kraut und Kartoffeln                               | 1,0                 | 0,5         | <b>0,5</b>            |
| 9   | V Seelachswürfel mit Gemüse, Senf-Dill-Sauce und Kartoffeln                     | 0,6                 | 0,4         | <b>0,2</b>            |
| 10  | II Brathering mit Zwiebelringen und Bratkartoffeln                              | 5,0                 | 0,9         | <b>4,1</b>            |
| 11  | II Wildgulasch mit Waldpilzen dazu Kartoffelklöße                               | 2,9                 | 1,2         | <b>1,7</b>            |
| 12  | III Knackwurst mit Sauerkraut und Kartoffelbrei                                 | 1,1                 | n.b. (<0,2) | <b>1,1</b>            |
| 13  | VI Milchnudeln mit Zimt und Zucker, Apfelmus                                    | 2,1                 | 0,4         | <b>1,7</b>            |
| 14  | I Tomatenreissuppe mit Geflügelfleischklößchen                                  |                     | 3,2         |                       |
| 15  | II Rinderbraten mit Sauce, Rosenkohl und Kartoffeln                             | 1,4                 | 0,7         | <b>0,7</b>            |
| 16  | II Makkaroni mit Wurstgulasch   |                     | 0,9         |                       |
| 17  | III Kasselersteak mit Honig-Senf-Sauce, Romanesco und Kartoffeln                | 0,8                 | 0,2         | <b>0,6</b>            |
| 18  | I Gyrossuppe mit Weißbrot   |                     | 2,5         |                       |
| 19  | III Currywurst-Pfanne (Wurstscheiben mit Tomaten-Curry-Sauce) mit Kartoffelbrei | 3,3                 | 1,6         | <b>1,7</b>            |
| 20  | II Putenragout "Jäger Art" mit Kartoffeln                                       | 0,8                 | 0,5         | <b>0,3</b>            |

*n.b.* = nicht bestimmbar, unter Bestimmungsgrenze (<0,2 mg/kg)

## III.5. Aluminium-Menüschale 3.1

## Aluminium-Menüschale 3.1: 1 Kompartiment, innen lackiert

| Nr. | Gericht   | Menüschale 3.1         | Blindwert               | Menüschale 3.1              |
|-----|---|------------------------|-------------------------|-----------------------------|
|     |   | Aluminium<br>gesamt    |                         | Aluminium<br>Übergang       |
|     |   | Al (mg/kg)             | Al (mg/kg)              | Al (mg/kg)                  |
| 1   | III Schweinesteak mit Pfeffersauce und Bratkartoffeln                           | 0,3                    | 0,2                     | <b>0,1</b>                  |
| 2   | III Lasagne Bolognese   | 4,1                    | 4,2                     | <b>&lt;0,1</b>              |
| 3   | VII Bayerischer Wurstsalat mit Laugenbrötchen                                   | 1,2                    | 1,5                     | <b>&lt;0,1</b>              |
| 4   | II Fusili mit Tomatensauce und gebratener Jagdwurstscheibe                      | 2,0                    | 1,6                     | <b>0,4</b>                  |
| 5   | III Kasseler-Rippchen mit Sauce, Speckbohnen und Kartoffeln                     | 0,8                    | 0,7                     | <b>0,1</b>                  |
| 6   | VI Vegetarische Paprikaschoten mit Sauce und Kartoffeln                         | 1,8                    | 2,2                     | <b>&lt;0,1</b>              |
| 7   | V Gebratene Putenbrust mit Tomaten-Basilikum-Sauce und Kartoffeln               | 1,3                    | 1,2                     | <b>0,1</b>                  |
| 8   | II Schmorwurst mit Bayerisch Kraut und Kartoffeln                               | 0,5                    | 0,5                     | <b>0,1</b>                  |
| 9   | V Seelachswürfel mit Gemüse, Senf-Dill-Sauce und Kartoffeln                     | 0,4                    | 0,4                     | <b>&lt;0,1</b>              |
| 10  | II Brathering mit Zwiebelringen und Bratkartoffeln                              | 0,8                    | 0,9                     | <b>&lt;0,1</b>              |
| 11  | II Wildgulasch mit Waldpilzen dazu Kartoffelklöße                               | 1,3                    | 1,2                     | <b>0,1</b>                  |
| 12  | III Knackwurst mit Sauerkraut und Kartoffelbrei                                 | n.d.( <b>&lt;0,2</b> ) | n.b. ( <b>&lt;0,2</b> ) | <b>n.d.(<b>&lt;0,2</b>)</b> |
| 13  | VI Milchnudeln mit Zimt und Zucker, Apfelmus                                    | 0,6                    | 0,4                     | <b>0,2</b>                  |
| 14  | I Tomatenreissuppe mit Geflügelfleischklößchen                                  | 2,9                    | 3,2                     | <b>&lt;0,1</b>              |
| 15  | II Rinderbraten mit Sauce, Rosenkohl und Kartoffeln                             | 0,6                    | 0,7                     | <b>&lt;0,1</b>              |
| 16  | II Makkaroni mit Wurstgulasch   | 1,1                    | 0,9                     | <b>0,2</b>                  |
| 17  | III Kasselersteak mit Honig-Senf-Sauce, Romanesco und Kartoffeln                | 0,2                    | 0,2                     | <b>&lt;0,1</b>              |
| 18  | I Gyrossuppe mit Weißbrot   | 2,9                    | 2,5                     | <b>0,4</b>                  |
| 19  | III Currywurst-Pfanne (Wurstscheiben mit Tomaten-Curry-Sauce) mit Kartoffelbrei | 2,7                    | 1,6                     | <b>1,1</b>                  |
| 20  | II Putenragout "Jäger Art" mit Kartoffeln                                       | 0,5                    | 0,5                     | <b>&lt;0,1</b>              |

*n.b.* = nicht bestimmbar, unter Bestimmungsgrenze (**<0,2 mg/kg**)

## III.6. Aluminium-Menüschale 4.1

Aluminium-Menüschale 4.1: Mehrportionen-Menüschale, 1 Kompartiment, blank

| Nr. | Gericht   | Menüschale 4.1      | Blindwert   | Menüschale 4.1        |
|-----|---|---------------------|-------------|-----------------------|
|     |   | Aluminium<br>gesamt |             | Aluminium<br>Übergang |
|     |   | Al (mg/kg)          | Al (mg/kg)  | Al (mg/kg)            |
| 1   | III Schweinesteak mit Pfeffersauce und Bratkartoffeln                           |                     | 0,2         |                       |
| 2   | III Lasagne Bolognese   | 4,9                 | 4,2         | <b>0,7</b>            |
| 3   | VII Bayerischer Wurstsalat mit Laugenbrötchen                                   |                     | 1,5         |                       |
| 4   | II Fusili mit Tomatensauce und gebratener Jagdwurstscheibe                      | 2,7                 | 1,6         | <b>1,1</b>            |
| 5   | III Kasseler-Rippchen mit Sauce, Speckbohnen und Kartoffeln                     |                     | 0,7         |                       |
| 6   | VI Vegetarische Paprikaschoten mit Sauce und Kartoffeln                         |                     | 2,2         |                       |
| 7   | V Gebratene Putenbrust mit Tomaten-Basilikum-Sauce und Kartoffeln               |                     | 1,2         |                       |
| 8   | II Schmorwurst mit Bayerisch Kraut und Kartoffeln                               |                     | 0,5         |                       |
| 9   | V Seelachswürfel mit Gemüse, Senf-Dill-Sauce und Kartoffeln                     |                     | 0,4         |                       |
| 10  | II Brathering mit Zwiebelringen und Bratkartoffeln                              |                     | 0,9         |                       |
| 11  | II Wildgulasch mit Waldpilzen dazu Kartoffelklöße                               |                     | 1,2         |                       |
| 12  | III Knackwurst mit Sauerkraut und Kartoffelbrei                                 |                     | n.b. (<0,2) |                       |
| 13  | VI Milchnudeln mit Zimt und Zucker, Apfelmus                                    |                     | 0,4         |                       |
| 14  | I Tomatenreissuppe mit Geflügelfleischklößchen                                  |                     | 3,2         |                       |
| 15  | II Rinderbraten mit Sauce, Rosenkohl und Kartoffeln                             |                     | 0,7         |                       |
| 16  | II Makkaroni mit Wurstgulasch   | 1,4                 | 0,9         | <b>0,5</b>            |
| 17  | III Kasselersteak mit Honig-Senf-Sauce, Romanesco und Kartoffeln                |                     | 0,2         |                       |
| 18  | I Gyrossuppe mit Weißbrot   |                     | 2,5         |                       |
| 19  | III Currywurst-Pfanne (Wurstscheiben mit Tomaten-Curry-Sauce) mit Kartoffelbrei |                     | 1,6         |                       |
| 20  | II Putenragout "Jäger Art" mit Kartoffeln                                       |                     | 0,5         |                       |

*n.b.* = nicht bestimmbar, unter Bestimmungsgrenze (<0,2 mg/kg)

#### IV. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

20 verschiedene warme Gerichte, die aus dem Speiseplan eines deutschen Gemeinschafts- und Außer-Haus-Verpflegungsunternehmens ausgewählt wurden, wurden in 6 verschiedene Aluminium-Menüschalen abgefüllt, tiefgekühlt gelagert und unter Cook&Chill-Bedingungen zubereitet. Der Übergang von Aluminium aus blanken und beschichteten Aluminium-Menüschalen auf die Lebensmittel wurde gemessen.

Die getroffene Auswahl an Aluminium-Menüschalen repräsentiert das Spektrum an Produkten, die üblicherweise im Markt für Gemeinschaftsverpflegungszwecke eingesetzt werden.

Die getroffene Auswahl an Lebensmittelproben ist repräsentativ für typisches Spektrum an warmen Speisen, die als Hauptgericht des Tages von deutschen Gemeinschaftsverpflegungsunternehmen angeboten wird. Weil aus dem gesamten Speiseplan des Catering-Unternehmens vor allem die besonders korrosiven Lebensmittel ausgewählt wurden, stellen die Proben den kritischsten Fall (worst case) für regelmäßige Verbraucher einer typischen Gemeinschaftsverpflegung, z.B. Kindergartenkinder, Schulkinder, Nutzer von Betriebskantinen oder Senioren in Wohnheimen und Nutzer von Außer-Haus-Verpflegung dar.

Die gewählten Bedingungen der Probenvorbereitung den kritischsten Fall (worst case) einer Zubereitung, wie sie bei einer Gemeinschaftsverpflegung, die in Übereinstimmung mit dem Standard DIN 10536:2016-02 (food hygiene – cook & chill procedure). (8) erfolgt, auftreten kann.

Die Untersuchungsergebnisse sind deshalb geeignet, die Aluminium-Exposition von Verbrauchern abzuschätzen, die regelmäßig warme Speisen aus blanken -Aluminium-Menüschalen, die in Gemeinschaftsverpflegungseinrichtungen angeboten werden, verzehren.

Nach den Ergebnissen dieser Untersuchung wird das spezifische Übergangslimit (SRL) für Aluminium von 5 mg/kg gemäß Europarats Resolution CM/Res (2013)9 bei warmen Speisen die in der Gemeinschafts- und Außer-Haus-Verpflegung in blanken Aluminium-Menüschalen angeboten werden, in der Regel sehr deutlich unterschritten.

Es wurden lediglich drei Ausnahmen festgestellt, bei denen der SRL-Wert überschritten wurde. Die erhöhten Werte eines Aluminiumübergangs wurden nur bei sehr korrosiven Lebensmitteln, die in einen bestimmten Typ einer blanken Aluminium-Menüschale abgefüllt wurden, gemessen. (Menüschale 2.1).

Der durchschnittliche Aluminium-Übergang aus blanken Aluminium-Menüschalen auf Lebensmittel lag bei 2,0 mg/kg mit einem Minimum bei <0,1 mg/kg und einem Maximum bei 14,4 mg/kg.

Der durchschnittliche Aluminium-Übergang aus blanken Aluminium-Menüschalen mit Ausnahme der Menüschale 2.1 auf Lebensmittel lag bei 1,3 mg/kg mit einem Minimum bei <0,1 mg/kg und einem Maximum bei 4,1 mg/kg.

Unter den angewandten Prüfbedingungen wurde nur rein sehr geringer Aluminiumübergang von innen beschichteten Aluminium-Menüschalen auf Lebensmittel festgestellt. Der höchste Aluminiumübergang aus seiner beschichteten Aluminium-Menüschale lag bei 1,1 mg/kg, der durchschnittliche Aluminiumübergang aus beschichteten Aluminium-menüschalen auf Lebensmittel lag bei 0,2 mg/kg.

##### IV.1 Prüfergebnisse, die den SRL-Wert überschreiten

In drei Fällen wurde der SRL-Wert für Aluminium von 5 mg/kg deutlich überschritten. Der höchste gemessene Aluminium-Übergang lag bei 14,4 mg/kg.

Die sehr hohen Werte für einen Aluminium-Übergang wurden bei einem bestimmten Typ einer blanken Aluminium-Menüschale (Menüschale 2.1, 1 Kompartiment) gemessen, wenn

diese Menüschale mit besonders aggressiven Lebensmitteln (Wurstsalat mit einer Sauce auf Essigbasis, Tomatensauce und Tomatensuppe) in Kontakt gekommen ist.

Die vergleichbare blanke Aluminium-Menüschale eines anderen Herstellers (Menüschale 1.1) hat keinen erhöhten Aluminiumübergang gezeigt, wenn sie unter gleichen Bedingungen mit den gleichen Lebensmitteln in Kontakt gebracht wurde.

Hohe Werte eines Aluminiumübergangs aus blanken Aluminium-Menüschalen auf Lebensmittel korrelieren mit sichtbaren Korrosionsschäden auf der Innenoberfläche der Menüschalen.

Es sind weitere spezifische Untersuchungen erforderlich, um die Ursachen für die unterschiedliche Korrosionsstabilität der blanken Aluminium-menüschalen zu ermitteln.

Die Aluminium-Menüschale Nr. 2.1 muss als nicht geeignet für den Kontakt sauren Lebensmitteln, auch mit schwach sauren Lebensmitteln, wie sie als Teil einer regelmäßigen Gemeinschaftsverpflegung auftreten können, beurteilt werden.



Abbildung: Blanke Al Menüschalen nach Kontakt mit Lebensmittelprobe Nr. 14: Menüschale 1.1. (links) keine sichtbaren Korrosionsschäden und Menüschale 2.1 (rechts) mit korrodierter innenseitiger Oberfläche

#### IV.2 Exposition von Verbrauchern

Gemäß den Ergebnissen dieser Untersuchung lag der durchschnittliche Gesamt-Aluminiumgehalt bei den Gerichten, die in blanken Aluminium-Menüschalen verpackt und zubereitet wurden bei 3,1 mg/kg. Dieser Mittelwert schließt auch die Fälle ein, bei denen der SRL-Wert überschritten wurde.

Die Gruppe an Verbrauchern, die regelmäßig warme Mahlzeiten aus einer Gemeinschafts- oder Außer-Haus-Verpflegung verzehren, nimmt in Deutschland stetig zu. Nimmt man einen täglichen Verzehr von einer warmen Mahlzeit mit einem Gewicht von 350 g, die in einer blanken Aluminium-Menüschale verpackt und zubereitet wurde, an, lässt sich aus den Untersuchungsergebnissen eine tägliche Aluminium-Aufnahme über diesen Verzehr von 1,1 mg/Person und eine wöchentliche Aluminium-Aufnahme von 7,7 mg/Person errechnen.

Die wöchentliche Aluminium-Exposition durch warme Mahlzeiten, die in blanken-Aluminium-Menüschalen verpackt und zubereitet werden, liegt somit bei 0,38 mg/kg Körpergewicht/Woche für Kinder mit einem Körpergewicht von 20 kg und bei 0,13 mg/kg Körpergewicht/Woche für Erwachsene mit einem Körpergewicht von 60 kg. Die Ausschöpfung der von der EFSA empfohlenen tolerierbaren wöchentlichen Aluminium-Aufnahme (TWI) von 1 mg/kg Körpergewicht/Woche durch warme Mahlzeiten, die in

blanken-Aluminium-Menüschalen verpackt und zubereitet werden, erreicht insofern 38 % für Kinder mit einem Körpergewicht von 20 kg und 13 % für Erwachsene mit einem Körpergewicht von 60 kg.

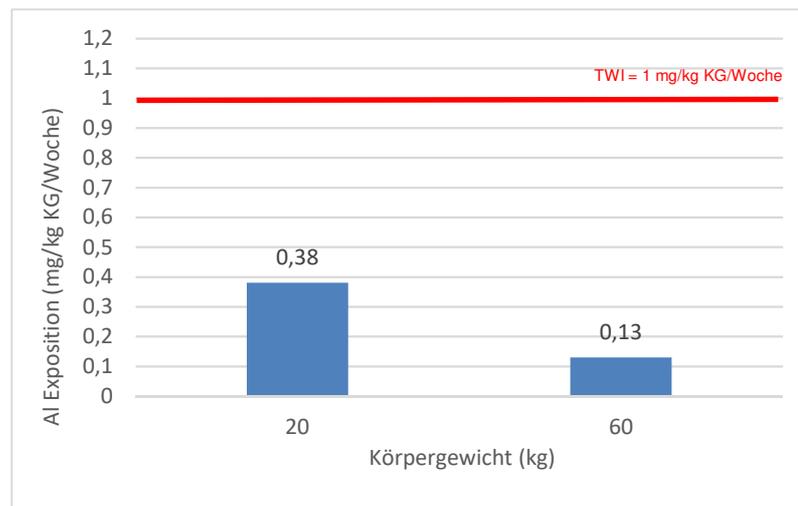


Abbildung: wöchentliche Al Exposition für Kinder und Erwachsene durch regelmäßigen Verzehr von warmen Gerichten aus blanken Aluminium-Menüschalen

#### IV.3 Vergleich mit den durch das deutsche BfR veröffentlichten Untersuchungsergebnissen

Die Ergebnisse dieser relativ umfangreichen Studie bestätigen nicht die Befunde, die das deutsche BfR in 2017 veröffentlicht hat.

- Der Übergang von Aluminium aus blanken Aluminium-Menüschalen unter Cook&Chill-Bedingungen in realistische Lebensmittel überschreitet üblicherweise nicht den SRL-Wert von 5 mg/kg. Die Ergebnisse, die das BfR bei seinen Untersuchungen mit unrealistischen Lebensmitteln wie Sauerkrautsaft, verdünntem Apfelsaft und passierten Tomaten festgestellt hat, und die zwischen 20 und 30 mg/kg lagen, spiegeln offenbar nicht die tatsächlichen Verhältnisse, wie sie in der Gemeinschafts- und Außer-Haus-Verpflegung auftreten können, wider.
- Die Ergebnisse dieser Studie bestätigen nicht die Unterschiede, die das deutsche BfR hinsichtlich des Aluminiumübergangs aus blanken Aluminium-Menüschalen mit ein und drei Kompartimenten festgestellt hat. Blanke Aluminium-Menüschalen mit drei Kompartimenten zeigen unter realistischen Anwendungsbedingungen einer Gemeinschafts- und Außer-Haus-Verpflegung keinen höheren Aluminium-Übergang als blanke Aluminium-Menüschalen mit nur einem Kompartiment.
- Um die Exposition von Verbrauchern mit Aluminium zu vermindern, hat das deutsche BfR auf der Grundlage seiner unter unrealistischen Bedingungen gewonnen Prüfergebnisse empfohlen, anstelle von blanken Aluminium-Menüschalen in der Gemeinschafts- und Außer-Haus-Verpflegung ausschließlich innen beschichtete Aluminium-Menüschalen zu verwenden. Nach den Ergebnissen dieser Studie leistet ein regelmäßiger Verzehr von warmen Gerichten, die in blanken Aluminium-Menüschalen verpackt und zubereitet wurden, auch bei empfindlichen Verbrauchergruppen wie Kindern keinen hohen Beitrag zur Ausschöpfung der tolerierbaren Gesamtexposition mit Aluminium. Die Untersuchungsergebnisse zeigen insofern nicht die Notwendigkeit an, in der Gemeinschafts- und Außer-Haus-Verpflegung grundsätzlich blanke Aluminium-Menüschalen durch innen beschichtete Aluminium-Menüschalen zu ersetzen.

## Literaturverzeichnis

1. **EFSA-AFC.** Opinion on safety of aluminium for dietary intake. *The EFSA Journal*. 2008, Vols. 754, 1-34.
2. **JECFA.** 74th Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. *Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants*. s.l. : WHO, 2011. Vol. WHO Technical Report Series , 966.
3. **Commission, European.** Regulation (EC) No. 1935/2004 of the European Parliament and of the Council on materials and articles intended to come into contact with food. *Official Journal of European Union*. 2004, L 338/4.
4. **(Coe), EDQM Council of Europe.** *Resolution CM/Res (2013)9 on metal and alloys used in food contact materials and articles*. Strasbourg : EDQM, 2013. 978-92-871-7703-2.
5. **Ministero della Salute, Italy.** Gazzetta Ufficiale. *Decreto 18 Aprile 2007, N. 76: Regolamento recante la disciplina igienica dei materiali e degli oggetti di alluminio e di leghe di alluminio destinati a venire a contatto con gli alimenti*. 2007. N. 141 del 20 Giugno 2007 .
6. **(BfR), Bundesinstitut für Risikobewertung.** *Unbeschichtete Aluminium-Menüschalen: Erste Forschungsergebnisse zeigen hohe Freisetzung von Aluminiumionen, Stellungnahme Nr. 007/2017 vom 29.05.2017*. Berlin : BfR, 2017.
7. **Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach §64 LFGB (ASU).** *Methode L 00.00-157 Bestimmung von Aluminium in Lebensmitteln mit der Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS)* . Berlin : Beuth Verlag.
8. **(DIN), Deutsches Institut für Normung.** *DIN 10536:2016-03 Lebensmittelhygiene - Cook & Chill Verfahren - Hygieneanforderungen*. Berlin : Beuth Verlag, 2016.