

DOI 10.17590/20180726-131411-0

Freisetzung von Metallen aus emaillierten Grillrosten: Einige geben zu viel ab

Stellungnahme Nr. 024/2018 des BfR vom 26. Juli 2018

Gas- oder Holzkohlegrillgeräte sind häufig mit Grillrosten aus Stahl oder Gusseisen ausgerüstet. Die Materialien sind gute Wärmeleiter und –speicher und gestatten es, Lebensmittel gleichmäßig zu grillen. Zum Schutz vor Korrosion und für einfaches Reinigen können Grillroste mit Emaille beschichtet werden. Als Emaille bezeichnet man eine glasartig erstarrte Schmelze aus Silikaten und Oxiden verschiedener Metalle. Sie kann Aluminium, Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Eisen, Kobalt, Lithium und Nickel enthalten.

Überwachungsbehörden der Bundesländer haben bei emaillierten Stahl- und Gusseisengrillrosten untersucht, ob und in welchem Umfang metallische Elemente aus der Emailleschicht beim Grillen freigesetzt werden und damit in das Grillgut übergehen können. Es zeigte sich, dass bei einigen der untersuchten Grillroste teilweise erhebliche Mengen Aluminium, Antimon, Arsen und Nickel entweichen.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat die Ergebnisse gesundheitlich bewertet. Da es keine gesetzlich bindenden Höchstmengen gibt, hat das BfR zu den einzelnen Elementen gesundheitlich akzeptable Expositionswerte abgeleitet. Das sind jene Mengen an Metallen, die der Körper ohne Beeinträchtigung der Gesundheit aufnehmen kann. Das BfR kommt zu dem Schluss, dass bei mehreren Grillrosten die aus gesundheitlicher Sicht tolerierbaren Expositionswerte teilweise deutlich überschritten werden. Für Nickel und Arsen sind bei einigen der untersuchten Grillroste aufgrund der freigesetzten Mengen gesundheitliche Beeinträchtigungen möglich.

Unter den untersuchten Produkten waren auch emaillierte Grillroste mit niedrigen Freisetzungsraten dieser Elemente. Das zeigt, dass eine entsprechende Herstellung möglich ist. Hersteller emaillierter Grillroste sollten daher mögliche Ursachen für die Abgabe von Metallen aus emaillierten Grillrosten aufklären und durch geeignete Maßnahmen die Metallabgabe so weit wie möglich verringern.

1. Gegenstand der Bewertung

Im Jahr 2017 haben Überwachungsbehörden in den Bundesländern Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen emaillierte Grillroste hinsichtlich einer möglichen Abgabe darin enthaltener Elemente an das Grillgut untersucht. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat die vorliegenden Daten zur Freisetzung der Elemente Aluminium, Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Eisen, Kobalt, Lithium und Nickel aus Grillrosten in verschiedene Lebensmittelsimulanzien bewertet.

In Niedersachsen wurden acht Grillroste des gleichen Gerätemodells unter zwei verschiedenen Prüfscenarien jeweils in Vierfachbestimmung untersucht. Einerseits wurde das Prüfscenarium (4 % Essigsäurelösung, 24 h bei Raumtemperatur) herangezogen, welches für eine Vielzahl von Bedarfsgegenständen mit silikatischen Oberflächen (dazu gehört Emaille) in den entsprechenden Normen vorgeschrieben ist. Andererseits wurde in Anlehnung an die Vorgaben der Europaratsresolution zu Metallen und Legierungen (EDQM, 2013) ein Prüfscenarium (0,5 % Zitronensäurelösung, 1 h bei 100 °C) genutzt, das für den Verwendungszweck des Heißkontaktes angepasst ist.

In Nordrhein-Westfalen wurden acht Grillroste verschiedener Hersteller bzw. Serien (darunter auch der in Niedersachsen untersuchte Grillrost) und zwei Grillschalen geprüft. Zum Einsatz kamen vier unterschiedliche Prüfzenarien:

- 4 % Essigsäurelösung, 24 h bei Raumtemperatur
- 0,5 % Zitronensäurelösung, 1 h bei 100 °C
- simuliertes Leitungswasser (für nicht-saures Grillgut)
- 3 % Essigsäurelösung, 0,5 h bei 95 °C (in Anlehnung an den Normentwurf E DIN EN ISO 4531:2017-04 zur Prüfung der Migration aus emaillierten Gegenständen für den Kontakt mit Lebensmitteln)

2. Ergebnis

Da keine gesetzlichen Grenzwerte für den Übergang von Metallen aus emaillierten Grillrosten in Lebensmittel existieren, hat das BfR, ausgehend von toxikologischen Daten, entsprechende akzeptable Expositionswerte abgeleitet. Insgesamt zeigt sich, dass die Elementlöslichkeit des in Niedersachsen getesteten Grillrostes die abgeleiteten akzeptablen Expositionswerte für Aluminium, Antimon, Arsen und Nickel zum Teil deutlich überschreitet. Für Aluminium und Antimon geben die Überschreitungen keinen Anlass zur Besorgnis, da die akzeptablen täglichen Aufnahmemengen zu maximal 15 % ausgeschöpft werden und zudem davon ausgegangen werden kann, dass nicht täglich entsprechendes Grillgut verzehrt wird. Für das Element Nickel wird dagegen eine Gesundheitsgefährdung aufgrund der gemessenen Elementlöslichkeit für möglich gehalten. Für Arsen kann aufgrund seiner Kanzerogenität keine sichere Exposition abgeleitet werden. Insbesondere unter Berücksichtigung der bereits über Lebensmittel aufgenommenen Menge an Arsen stellen die gemessenen Übergänge aus der Sicht des BfR daher ein mögliches Gesundheitsrisiko dar.

Diese Einschätzung gilt entsprechend für in Nordrhein-Westfalen getestete Produkte, deren Elementfreisetzungen die akzeptablen Expositionswerte überschreiten. Ein Teil der Testergebnisse aus Nordrhein-Westfalen zeigt, dass eine deutlich geringere Elementfreisetzung technisch möglich ist.

3. Begründung

3.1. Risikobewertung

3.1.1. Mögliche Gefahrenquellen

Lebensmittelbedarfsgegenstände werden durch Aufbringen eines Überzuges aus Silikaten und Oxiden (Emaille) oberflächenvergütet. Aus diesem Überzug können Elemente an das Lebensmittel abgegeben werden.

3.1.2. Gefährdungspotential

Antimon

Antimon wird gastrointestinal resorbiert und über Stuhl und Urin ausgeschieden. Die orale Aufnahme von Antimon löst Reizungen im gastrointestinalen Bereich aus. Antimon wurde daher in der Vergangenheit auch als Brechmittel eingesetzt. Von der EFSA wurde Antimon 2004 als nicht genotoxisch bewertet (EFSA, 2004), die harmonisierte Einstufung von Anti-

mon durch die ECHA ist noch nicht abgeschlossen. Antimontrioxid ist harmonisiert als mögliches Karzinogen (Karzinogen der Klasse 2, „suspected of causing cancer“) eingestuft und von der IARC wurde Antimontrioxid als inhalatives Karzinogen der Klasse 2B („possibly carcinogenic to humans“) klassifiziert (IARC, 1989). Eine neuere epidemiologische Studie berichtet über eine mögliche Assoziation zwischen allgemeiner Tumorzinzidenz und vier verschiedenen Schwermetallen im Trinkwasser, darunter Antimon (Colak et al., 2015). Der Zusammenhang zwischen Antimon und Tumorraten wird aber bisher durch keine weiteren Daten bestätigt (ATSDR, 2017). Basierend auf einer oralen subchronischen Studie mit Antimontrioxid (Poon et al., 1998) und einer Bewertung durch Lynch und Mitarbeiter (Lynch et al., 1999) wurde ein „No observed adverse effect level“ (NOAEL) von 6 mg/kg Körpergewicht (KG)/Tag ermittelt. Fragliche Effekte waren dabei Abnahme des Körpergewichts und reduzierte Futter- und Wasseraufnahme. Effekte, die bei niedrigeren Dosen auftraten, wurden als adaptiv eingeschätzt (Lynch et al., 1999). Die daraus abgeleitete tolerable tägliche Aufnahmemenge (TDI) von 6 µg/kg KG/Tag enthält einen Faktor von 10 für die Extrapolation der subchronischen Studie auf die chronische Exposition.

Für den Übergang von Antimontrioxid aus Bedarfsgegenständen aus Kunststoff auf Lebensmittel wurde ausgehend von diesem TDI von 6 µg/kg KG/Tag unter Verwendung eines Allokationsfaktors¹ von 10 % ein spezifisches Migrationslimit (SML) von 40 µg Antimon/kg Lebensmittel abgeleitet (EU, 2011). Für den maximalen Gehalt an Antimon in Trinkwasser hat die WHO (WHO, 2017b) unter Verwendung desselben TDIs einen Richtwert von 20 µg/L empfohlen (Annahmen: KG = 60 kg, täglicher Trinkwasser-Verbrauch = 2 Liter, Allokationsfaktor = 10 %). Das vom Europarat abgeleitete spezifische Freisetzungslimit (SRL) von 40 µg/kg für den Übergang von Antimon aus Metallen und Legierungen auf Lebensmittel (EDQM, 2013) basiert ebenfalls auf dem TDI von 6 µg/kg KG/Tag und wird vom BfR als toxikologisch relevanter Bezugspunkt eingeschätzt. Das BfR empfiehlt daher, dass die Exposition des Verbrauchers mit Antimon aus emaillierten Grillrosten einen Wert von 0,040 mg/Tag nicht überschreiten sollte.

Arsen

Anorganische Arsenverbindungen werden nach oraler Aufnahme je nach Löslichkeit der Verbindung gut bis sehr gut resorbiert. Für Arsenit und Arsenat bspw. beträgt die Resorptionsrate 95 % (ATSDR, 2007; BfR, 2015; EFSA, 2009a). Arsen wird beim Menschen rasch aus dem Blut und vor allem in die Organe Leber, Niere, Milz und Lunge transportiert. Nach einigen Wochen verlagert es sich in Gewebe mit hoher Konzentration an schwefelhaltigen Proteinen wie Haare, Nägel und Haut. Anorganische Arsenverbindungen werden im menschlichen Körper zu 70 – 90 % metabolisiert und vor allem als Dimethylarsinat und Methylarsonat innerhalb weniger Stunden bis Tage über die Niere und die Galle ausgeschieden (EFSA, 2009a; Schuhmacher–Wolz et al., 2009). Als toxikologischer Grenzwert für die kurzfristige Aufnahme (akute Toxizität) von anorganischem Arsen wurde ein „Minimal Risk Level“ (MRL) von 5 µg/kg KG/Tag abgeleitet (ATSDR, 2007; BfR, 2015).

Arsen und seine Verbindungen sind von der IARC in die Kategorie 1 („carcinogenic to humans“) eingestuft (IARC, 2012a). Die EFSA hat 2009 einen „benchmark dose level“ (BMDL₀₁) von 0,3-8 µg/kg KG/Tag, basierend auf einem erhöhten Auftreten von Lungen-, Haut- und Blasentumoren, sowie Läsionen der Haut in epidemiologischen Studien ab-

¹ Der Allokationsfaktor berücksichtigt sowohl den Eintragspfad (oral, dermal, inhalativ) als auch die Quellen, über die der Mensch gegenüber einem Stoff exponiert ist. Vereinfacht gesagt heißt das hier, das die Quelle Grillrost über das verzehrte Grillgut mit 10% zur Gesamtaufnahme von Antimon beiträgt.

geleitet (EFSA, 2009a). Aus einer epidemiologischen Studie zur Reproduktionstoxikologie wurde ein $BMDL_{01}$ von $0,3 \mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}$ abgeleitet (BfR, 2015; Rahman et al., 2009). Entsprechend den Verzehrdaten der EFSA (EFSA, 2014) beträgt die Gesamtaufnahme für anorganisches Arsen aus allen Lebensmitteln für Erwachsene bis 65 Jahre bei mittleren Verzehrsmengen zwischen $0,11$ und $0,38 \mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}$ und bei hohen Verzehrsmengen (95-tes Perzentil) zwischen $0,18$ und $0,64 \mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}$. Kinder bis zehn Jahre nehmen bei mittleren Verzehrsmengen zwischen $0,20$ und $1,37 \mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}$ auf, bei hohen Verzehrsmengen zwischen $0,36$ und $2,09 \mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}$. Zur Exposition tragen dabei besonders Milch und Milchprodukte, Getreide, Trinkwasser und Reis und Reisprodukte bei (EFSA, 2014). Aufgrund der in letzteren häufig gemessenen hohen Gehalte an Arsen hat die europäische Kommission im Jahr 2015 (EU, 2015) Höchstgehalte zwischen $0,10$ und $0,30 \text{ mg Arsen}/\text{kg Frischgewicht}$ für Reis(produkte) in die Verordnung (EG) 1881/2006 (Kontaminantenverordnung) aufgenommen.

Der Europarat hat 2013, ausgehend von dem von der EFSA (EFSA, 2009a) abgeleiteten $BMDL_{01}$ von $0,3 \mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}$, ein SRL von $2 \mu\text{g}/\text{kg}$ Lebensmittel für den Übergang von Arsen aus Metallen und Legierungen auf Lebensmittel empfohlen (Annahmen: $\text{KG} = 60 \text{ kg}$, tägliche Verzehrsmenge = 1 kg , Allokationsfaktor = 10% , (EDQM, 2013)). Für Trinkwasser empfiehlt die WHO einen temporären Richtwert von $10 \mu\text{g}/\text{L}$ Trinkwasser. Da Arsen nur schwer aus Trinkwasser zu entfernen ist, orientiert sich dieser technisch begründete Wert nicht an toxikologischen Überlegungen, sondern an der Bestimmungsgrenze von $1\text{-}10 \mu\text{g}/\text{L}$ (WHO, 2017a).

Aufgrund der Genotoxizität und Karzinogenität kann keine sichere Aufnahmemenge für Arsen abgeleitet werden. Die EFSA empfiehlt in diesem Fall die Verwendung des „margin of exposure“-Konzepts (MOE, (EFSA, 2012b)). Der MOE stellt einen toxikologisch abgeleiteten Endpunkt ins Verhältnis zur Exposition gegenüber dem jeweiligen Stoff. Wenn, wie in diesem Fall, der toxikologisch abgeleitete Endpunkt einen $BMDL_{01}$ aus einer epidemiologischen Studie darstellt, gilt ein $\text{MOE} \geq 100$ als gesundheitlich unbedenklich (EFSA, 2005). Auf der Grundlage des $BMDL_{01}$ -Bereichs von $0,3 - 8,0 \mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}$ und der sich aus der Aufnahme über die Nahrung ergebenden Exposition resultiert für Erwachsene ein MOE zwischen $0,5$ und 73 sowie für Kinder zwischen $0,1$ und 40 . Wenngleich aus einem $\text{MOE} < 100$ nicht automatisch ein Gesundheitsrisiko abgeleitet werden kann, so kann ein erhöhtes Risiko für Krebserkrankungen aufgrund des mit der täglichen Nahrung aufgenommenen anorganischen Arsens auch nicht ausgeschlossen werden. Jede weitere Exposition sollte damit so gering wie technisch möglich sein.

Das BfR empfiehlt daher, dass eine Exposition des Verbrauchers mit Arsen aus emaillierten Grillrosten nicht stattfinden und somit eine Freisetzung des Elements aus emaillierten Grillrosten nicht nachweisbar sein sollte. Mit moderner analytischen Messungen können Nachweisgrenzen im ppt-Bereich erreicht werden. Das Ergebnis der Beurteilung wird zusätzlich durch die Probeninhomogenität und den Beitrag der Probenvorbereitung (Freisetzung) auf die Messunsicherheit beeinflusst. Unter der Berücksichtigung üblicher apparativer Ausstattungen analytischer Labore und der zuvor erwähnten weiteren Einflussfaktoren auf die Ergebnisangabe empfiehlt das BfR, angelehnt an die untere Bestimmungsgrenze für Arsen im Trinkwasser (WHO, 2017a), dass eine Exposition des Verbrauchers mit Arsen aus emaillierten Grillrosten einen Wert von $0,001 \text{ mg}/\text{Tag}$ nicht überschreiten sollte.

Blei

Blei ist nach aktuellem Kenntnisstand als nicht genotoxisch anzusehen (EFSA, 2010). Die IARC hat auf der Grundlage von Daten aus Tierstudien, und weil Humandaten lückenhaft

sind, Blei als Karzinogen der Klasse 2B („Possibly carcinogenic to humans“) sowie anorganische Bleiverbindungen als Karzinogen der Klasse 2A („Probably carcinogenic to humans“) eingestuft (IARC, 2006a). Darüber hinaus ist Blei nach Verordnung (EG) 1272/2008 (CLP-Verordnung) als reproduktionstoxisch Klasse 1A („may damage fertility, may damage the unborn child“) klassifiziert (ECHA, 2013b). In der „Scientific Opinion on Lead in Food“ benennt das EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) kardiovaskuläre Effekte und Nierentoxizität bei Erwachsenen als kritischste gesundheitsrelevante Wirkungen von Blei mit $BMDL_{01}$ und $BMDL_{10}$ -Werten von 1,5 bzw. 0,6 $\mu\text{g}/\text{kg KG}$ pro Tag (EFSA, 2010). Für Kinder wurde die Entwicklungs-Neurotoxizität (Gehirnentwicklung, die Beeinträchtigungen der Intelligenzentwicklung, der Aufmerksamkeit, sowie Verhaltensstörungen) als kritischster toxikologischer Endpunkt bewertet und ein $BMDL_{01}$ -Wert von 0,5 $\mu\text{g}/\text{kg KG}$ und Tag berechnet. Ein tolerabler Aufnahmewert wurde von der EFSA nicht abgeleitet. Da Blei plazentagängig ist, kann auch die Möglichkeit von pränatalen Schäden durch Exposition des ungeborenen Kindes nicht ausgeschlossen werden (EFSA, 2012a).

In der Altersgruppe 1-3 Jahre überschreitet bereits die nahrungsbedingte tägliche Bleiaufnahme von 1,10-3,10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Körpergewicht den von der EFSA abgeleiteten $BMDL_{01}$ Wert (EFSA, 2010). Insbesondere bei Kindern sind weitere Expositionsquellen für Blei bekannt. So hat das BfR in der Stellungnahme Nr. 048/2009 auf die Bleiaufnahme über Spielzeug hingewiesen (BfR, 2009).

Eine Freisetzung von Blei aus emaillierten Grillrosten sollte deshalb nicht nachweisbar sein. Mit moderner Messtechnik können Nachweisgrenzen im ppt-Bereich (10^{-12}) erreicht werden. Das Ergebnis der Beurteilung wird zusätzlich durch die Probeninhomogenität und den Beitrag der Probenvorbereitung (Freisetzung) auf die Messunsicherheit beeinflusst. Unter der Berücksichtigung üblicher Geräteausstattungen analytischer Labore und der zuvor erwähnten weiteren Einflussfaktoren auf die Ergebnisangabe empfiehlt das BfR, angelehnt an den von der Kommission vorgeschlagenen „discussion starting value“ für Blei (Simoneau et al., 2017), dass eine Exposition des Verbrauchers mit Blei aus emaillierten Grillrosten einen Wert von 0,01 mg/Tag nicht überschreiten sollte.

Cadmium

Die IARC hat Cadmium 2012 als Klasse 1 Karzinogen („carcinogenic to humans“) eingestuft (IARC, 2012b). Diese Klassifizierung beruht sowohl darauf, dass Cadmium bei inhalativer und dermaler Exposition Lungentumore auslösen, als auch dass es bei dermaler, oraler und intraperitonealer Exposition zu weiteren Krebsarten wie Leber- und Nierenkrebs führen kann. Entsprechend Verordnung (EG) 1272/2008 (CLP-Verordnung) ist Cadmium harmonisiert als Karzinogen Klasse 1B („may cause cancer“) und Mutagen Klasse 2 („suspected of causing genetic defects“) klassifiziert. Aufgrund dieser Klassifizierung wurden Cadmium und einige seiner Verbindungen 2013 in die Kandidatenliste für „Substances of very high concern“ (SVHC) aufgenommen (ECHA, 2013a; ECHA, 2013c). Entsprechend Annex XVII der Verordnung (EG) 1907/2006 (REACH-Verordnung) dürfen Cadmium und seine Verbindungen nur noch eingeschränkt verwendet werden (EU, 2009). Cadmium ist zudem nierentoxisch und fördert die Demineralisierung der Knochen - direkt oder indirekt - über eine Nierenfunktionsstörung. Auf der Grundlage der Nierentoxizität bei Langzeitexposition leitete das CONTAM-Panel der EFSA für Cadmium einen TWI von 2,5 $\mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Woche}$ ab (EFSA, 2009b).

Lebensmittel sind die hauptsächliche Expositionsquelle für Cadmium. Die Exposition wird durch die Zusammensetzung der Nahrung und das Essverhalten stark beeinflusst, da sich Cadmium in Getreide(produkten), Gemüse, Nüssen und stärkehaltigen Wurzeln (Knollen)

anreichert. Die höchsten Konzentrationen wurden in Fisch, Meeresfrüchten, Seetang, Schokolade, Pilzen und Ölsaaten nachgewiesen. Eine Verbraucherinformation des BfR (BfR, 2009) zur Cadmium-Aufnahme in der deutschen Bevölkerung kommt zu dem Schluss, dass vor allem durch Gemüse und Getreideprodukte der TWI zu ca. 58 % ausgeschöpft wird. Die EFSA hat 2012 erneut bestätigt, dass die Exposition bei einigen Kindern und Erwachsenen, die viel Cadmium aufnehmen (95-stes Perzentil der Exposition), den TWI überschreiten kann (EFSA, 2012a). In bestimmten Bevölkerungsgruppen (Vegetarier, Kinder, Raucher) kann der TWI um das 2-fache überschritten werden. Um die Exposition über Lebensmittel zu reduzieren, wurden die nach der Verordnung (EG) 1881/2006 erlaubten Höchstgehalte von Cadmium in Lebensmitteln gesenkt (EU, 2014). Raucher haben durch Tabak eine höhere Exposition, Kinder sind über Spielzeug und Hausstaub zusätzlich exponiert (BfR, 2009).

Der Europarat hat 2013 ein SRL von 5 µg/kg Lebensmittel für den Übergang von Cadmium aus Metallen und Legierungen auf Lebensmittel empfohlen (EDQM, 2013). Der Wert wurde ausgehend von der von der EFSA (EFSA, 2009b) abgeleiteten TWI von 2,5 µg/kg KG/Woche berechnet (Annahmen: KG = 60 kg, tägliche Verzehrsmenge = 1 kg, Allokationsfaktor = 25 %).

Das BfR empfiehlt, dass ein Übergang von Cadmium aus beschichteten Grillrosten nicht nachweisbar sein sollte. Mit moderner analytischer Messtechnik können Nachweisgrenzen im ppt-Bereich erreicht werden. Das Ergebnis der Beurteilung wird zusätzlich durch die Probeninhomogenität und den Beitrag der Probenvorbereitung (Freisetzung) auf die Messunsicherheit beeinflusst. Unter der Berücksichtigung üblicher Geräteausstattungen analytischer Labore und der zuvor erwähnten weiteren Einflussfaktoren auf die Ergebnisangabe empfiehlt das BfR, angelehnt an den von der Kommission vorgeschlagenen „*discussion starting value*“ für Cadmium (Simoneau et al., 2017), dass eine Exposition des Verbrauchers mit Cadmium aus emaillierten Grillrosten einen Wert von 0,005 mg/Tag nicht überschreiten sollte.

Lithium

Eine aktuelle Meta-Analyse von epidemiologischen Studien zur Lithium-Therapie zeigt, dass Lithium mit einer reduzierten glomerulären Filtrationsrate, einer stärkeren Gewichtszunahme, einer Unterfunktion der Schilddrüse (Hypothyreoidismus), einem Anstieg der Kalzium-Blutkonzentration und des Parathormons assoziiert sein kann (McKnight et al., 2012). Aus dieser Übersicht kann aber keine sichere Dosis für Lithium abgeleitet werden. Insgesamt liegen dem BfR keine neuen belastbaren toxikologischen Daten zu Lithium vor. Für die Ableitung geltender Migrationsgrenzwerte wurde stets ein TDI von aufgerundet 0,01 mg/kg KG/Tag zugrunde gelegt (RIVM, 1991).

In der Leitlinie des Europarates werden, abgeleitet aus der Total Diet Study (TDS2) der ANSES (ANSES, 2011), für Lithium tägliche Aufnahmemengen von 48,2 µg/Person (entsprechend 0,8 µg/kg KG /Tag bei einem angenommenen KG von 60 kg) und für Kinder 19,8 µg/Tag (entsprechend 1,6 µg/kg KG/Tag bei einem angenommenen Gewicht von 12 kg) angegeben. Das entspricht 10 bzw. 20 % des TDIs von 0,008 mg/kg KG /Tag. Die Exposition über Trinkwasser beträgt 34-35 % der Gesamtexposition.

Für den Übergang von Lithium aus Kunststoffen im Kontakt mit Lebensmitteln wurde ein Gruppen-SML von 0,6 mg/kg Lebensmittel(simulanz) festgelegt (EU, 2011) und mehrfach bestätigt (zuletzt (EFSA, 2008b)). Der SRL-Ableitung des Europarates liegt ebenfalls der von RIVM abgeleitete (nicht aufgerundete) TDI von 0,008 mg/kg KG /Tag zugrunde. Dabei wurde zusätzlich ein Allokationsfaktor von 10 % herangezogen, so dass ein SRL von 0,048 mg/kg Lebensmittel(simulanz) für Lithium resultiert (EDQM, 2013).

Lithium ist ein notwendiges Matrixelement für Emaillierungen. Da zudem die anderweitige Exposition mit Lithium deutlich unterhalb des TDIs liegt, wird für die Exposition des Verbrauchers mit Lithium aus emaillierten Grillrosten ein Wert von 0,48 mg/Tag, der sich aus dem TDI von 0,008 mg/kg KG /Tag ohne Anwendung eines Allokationsfaktors ableitet, als vertretbar betrachtet (Annahme: 60 kg KG).

Aluminium

Aluminiumverbindungen werden nach oraler Aufnahme mit in der Regel < 0,1 % schlecht resorbiert. Die Verteilung erfolgt in alle Gewebe, eine Anreicherung findet besonders im Knochen statt (COT, 2013; EFSA, 2008a; WHO, 2012). Aluminium wird mit einer Halbwertszeit von ca. einem Tag vor allem über den Urin ausgeschieden (WHO, 2012).

Aluminium ist nach aktuellem Stand der Forschung nicht genotoxisch und nicht kanzerogen (COT, 2013; EFSA, 2008a). Es wirkt neuro- und nierentoxisch, schädigt die Hoden und das sich entwickelnde embryonale Nervensystem (SCCS, 2014). Die EFSA hat sich wegen des Akkumulationsverhaltens dafür entschieden, auf der Grundlage der beschriebenen adversen Effekte für Aluminium einen TWI anstelle eines TDI abzuleiten. Dieser wurde auf 1 mg/kg KG/Woche festgelegt (EFSA, 2008a). Die JECFA hat auf der Grundlage neuerer Studien zur Neurotoxizität einen vorläufigen TWI von 2 mg/kg KG/Woche abgeleitet (WHO, 2012).

Die Hauptexpositionsquelle für Aluminium sind Lebensmittel, vor allem Cerealien und Gemüse, sowie Trinkwasser. Die EFSA schätzt die mittlere Aufnahme eines Erwachsenen auf 0,2 - 1,5 mg/kg KG/Woche. (Klein-)Kinder nehmen zwischen 0,7 und 2,3 mg/kg KG/Woche auf (97,5-tes Perzentil) (EFSA, 2008a). Die bedeutendste nicht Lebensmittel-basierte Aufnahmequelle stellt die dermale Exposition durch Kosmetika dar, die bereits den TWI erreichen oder sogar überschreiten kann (BfR, 2014).

Die Exposition aus anderen Quellen sollte daher so gering wie technisch möglich sein. Der Europarat hat 2013, auch nach Rücksprache mit der Industrie, festgestellt, dass ein maximaler Übergang von 5 mg Aluminium/kg Lebensmittel aus Metallen und Legierung technisch erreichbar ist, und diesen Wert als SRL festgelegt (EDQM, 2013). Das BfR empfiehlt, für den Übergang von Aluminium aus emaillierten Grillrosten, analog zum Vorgehen in der Verordnung (EU) 10/2011 (EU, 2016), ausgehend von dem EFSA-TWI von 1 mg/kg KG/Woche einen Allokationsfaktor von 10 % anzusetzen. Demnach sollte die Exposition des Verbrauchers mit Aluminium aus emaillierten Grillrosten einen Wert von 0,86 mg/Tag nicht überschreiten (Annahme: 60 kg KG).

Nickel

Die Resorption oral aufgenommener Nickelverbindungen hängt sehr stark von der Verbindung ab. Freie Nickelionen, bspw. aus Trinkwasser, werden am besten resorbiert (Resorptionsrate ca. 10 %, (EDQM, 2013))

Nickel ist nach der Verordnung (EG) 1272/2008 als inhalatives Karzinogen der Klasse 2 („suspected of causing cancer“) sowie als hautsensibilisierender Stoff der Kategorie 1 eingestuft (ECHA, 2008). Von der IARC wurden metallisches Nickel und seine Legierungen als Karzinogene der Klasse 2B („possibly carcinogenic to humans“) sowie Nickelverbindungen als Karzinogene der Klasse 1 („carcinogenic to humans“) eingestuft (IARC, 2012c). Die mögliche karzinogene Wirkung ist nach aktuellem Wissensstand auf die inhalative Aufnahme beschränkt. Bei EuropäerInnen und US-AmerikanerInnen mit Kontaktallergien tritt die Ni-

ckelallergie am häufigsten auf – so sind bspw. in Deutschland etwa 10 % der Bevölkerung entsprechend sensibilisiert (BfR, 2012). Eine Sensibilisierung findet nur durch dermale oder inhalative Exposition statt, allerdings kann die orale Aufnahme von Nickel bei bereits sensibilisierten Personen allergische Hautreaktionen auslösen (EFSA, 2015). Bei chronischer oraler Nickerexposition tritt eine Vielzahl adverser Effekte, bspw. auf die Verdauungsorgane (vor allem Leber und Niere) sowie das Nerven- und Immunsystem, auf. Zudem sind Nickelionen plazentagängig, und bereits bei sehr niedrigen Dosen treten reproduktions- und entwicklungsstoxische Effekte auf, aus denen die EFSA 2015 einen TDI von 2,8 µg Ni/kg KG/Tag abgeleitet hat (EFSA, 2015). Die WHO hat 2008 und 2011 und 2017 in ihren „Guidelines for Drinking-water Quality“ ausgehend von einer Studie zur Auslösung von Allergien bereits sensibilisierter Menschen durch Aufnahme von Nickel mit dem Trinkwasser einen TDI von 12 µg/kg KG/Tag abgeleitet (WHO, 2017b).

Die von der EFSA berechnete nahrungsbedingte Nickerexposition liegt, je nach Altersgruppe und Essverhalten, in einem Bereich zwischen 2,0 und 20,1 µg/kg KG/Tag und damit im Bereich des TDI oder sogar deutlich darüber (EFSA, 2015). Eine weitere Exposition der Verbraucher sollte demnach so gering wie möglich ausfallen.

Auf der Grundlage des TDIs von 2,8 µg/kg KG/Tag wurde 2017 unter Anwendung eines Allokationsfaktors von 10 % ein SML von 20 µg Nickel/kg Lebensmittel in die Verordnung (EU) 10/2011 aufgenommen, das ab 19.05.2019 gültig ist (EU, 2017). Der Europarat hat auf der Grundlage des TDIs der WHO von 12 µg/kg KG/Tag ein SRL von 140 µg/kg Lebensmittel für den Übergang von Nickel, bspw. aus nickelhaltigen Edelstählen, auf Lebensmittel empfohlen (Annahmen: KG = 60 kg, tägliche Verzehrsmenge = 1 kg, Allokationsfaktor = 20 %, (EDQM, 2013)).

Das BfR empfiehlt, dass unter Berücksichtigung eines Allokationsfaktors von 10 % des EFSA-TDI von 2,8 µg Ni/kg KG/Tag, analog zum Vorgehen in der Verordnung (EU) 10/2011 (EU, 2017), die Exposition des Verbrauchers mit Nickel aus emaillierten Grillrosten einen Wert von 0,017 mg/Tag nicht überschreiten sollte (Annahme: 60 kg KG).

Kobalt

Die Resorptionsrate von Kobaltverbindungen hängt sehr stark von der jeweiligen Verbindung und ihrer Dosis ab und kann zudem auch von Individuum zu Individuum sehr stark schwanken. Im Mittel werden etwa 25 % resorbiert, bei bestimmten Kobaltverbindungen, wie sie beispielsweise in Nahrungsergänzungsmitteln vorkommen, kann die Resorptionsrate auch > 90 % sein (EFSA, 2009c; Paustenbach et al., 2013).

Kobalt und seine Verbindungen wurden von der IARC als Karzinogen Klasse 2B („possibly carcinogenic to humans“) eingestuft (IARC, 1991; IARC, 2006b). Entsprechend Verordnung (EG) 1272/2008 ist Kobalt als hautsensibilisierend Klasse 1 und atemwegssensibilisierend Klasse 1 eingestuft (ECHA, 2017). Aktuell wird evaluiert, ob Kobalt auch als mutagen Klasse 2, karzinogen Klasse 1B und reproduktionstoxisch Klasse 1B eingestuft werden sollte. In Inhalationsstudien an Ratten mit elementarem Kobalt bzw. Kobaltsulphatheptahydrat wurden genotoxische Effekte sowie die Ausbildung von Adenomen und Karzinomen, vor allem in der Lunge, aber auch in weiteren Organen, beobachtet (ECHA, 2016). Zur Schaumstabilisierung wurde Bier lange Zeit Kobaltchlorid zugesetzt. In einer Studie an Probanden mit hohem Bierkonsum traten bereits bei niedrigen Kobalt-Expositionen Kardiomyopathien auf (LOAEL = 0,04 mg/kg KG pro Tag). Inwieweit diese Effekte bei sehr niedrigen Blutkonzentrationen von Kobalt für andere Personengruppen relevant sind, bleibt offen (Paustenbach et al., 2013). Aus der Studie wurde ein TDI von 1,4 µg/kg KG/Tag abgeleitet (RIVM, 2001). Weitere adver-

se Effekte wurden in der Schilddrüse und im Nervensystem beobachtet, zudem traten reproduktionstoxische Effekte auf (AFSSA, 2010; ATSDR, 2004; EFSA, 2009b; Nielsen et al., 2013). Für die Ableitung von gesundheitsbasierten Richtwerten wird von mehreren dieser Gremien als sensitivster Parameter die Kobalt-induzierte Polyzythämie angesehen, die mit einem „lowest observed adverse effect level“ (LOAEL) von 1 mg/kg KG/Tag am Menschen sowie mit einem NOAEL von 0,6 mg/kg KG/Tag an mit Kobalt behandelten Ratten beobachtet wurde. Bei der Beurteilung der Datenlage sind die Unsicherheiten von den Gremien mit Hilfe verschiedener Unsicherheitsfaktoren adressiert worden (NOAEL-Ableitung aus LOAEL; Intraspezies-Extrapolation; begrenzte Datenlage zur Genotoxizität (Co(II)-Verbindungen), chronische Toxizität, Reproduktions- und Entwicklungstoxikologie sowie Fehlen oraler Kanzerogenese-Daten). Der Gesamt-Unsicherheitsfaktor für die Ableitung gesundheitsbasierter Richtwerte liegt, je nach Gremium, zwischen 100 (ATSDR, 2004) und 3000 (Nielsen et al., 2013). Der niedrigste abgeleitete TDI für anorganische und lösliche Kobalt(II)salze beträgt 0,33 µg Co/kg KG/Tag (Nielsen et al., 2013).

In der Leitlinie des Europarates zu Metallen und Legierungen in Lebensmittel-Kontaktmaterialien (EDQM, 2013) werden für Kobalt tägliche Aufnahmemengen von 0,18 µg/kg KG für Erwachsene und 0,31 µg/kg KG für Kinder angegeben, die auf den Ergebnissen einer 2011 von der französischen Lebensmittelsicherheitsbehörde ANSES durchgeführten Total Diet Study (TDS2) (ANSES, 2011) beruhen. Das entspricht 13 bzw. 22 % des TDIs von 1,4 µg/kg KG/Tag.

Basierend auf diesem TDI hat der Europarat ein SRL von 0,02 mg/kg Lebensmittel(simulanz) für Kobalt empfohlen (Annahmen: KG = 60 kg, tägliche Verzehrsmenge = 1 kg, Allokationsfaktor = 20 %, (EDQM, 2013)). Der SML für Kobalt in der Verordnung (EU) 10/2011 für Kunststoffe im Kontakt mit Lebensmitteln (EU, 2011) beträgt 0,05 mg/kg Lebensmittel(simulanz).

In Anbetracht der Unsicherheiten in der Datenlage zur Toxizität von Kobalt (ECHA, 2016) wird die konservative Ableitung des SRL für die Freisetzung aus Metallen und Legierungen durch den Europarat vom BfR unterstützt. Für Glas- und Porzellan-Emailierungen ist Kobalt allerdings ein notwendiger Haftvermittler, der die Haftung auf Stahlsubstraten sicherstellt und als Zwischenoxid in der Glasmatrix wirkt. Da zudem die anderweitige Exposition des Verbrauchers mit Kobalt sehr gering ist, wird für den Übergang von Kobalt aus emailierten Grillrosten ein Wert von 0,1 mg/Tag, der sich aus dem TDI von 0,0014 mg/kg KG/Tag (RIVM, 2001) ohne die Anwendung eines Allokationsfaktors ableitet, als vertretbar betrachtet.

Eisen und Chrom

Der SML für Eisen in der Verordnung (EU) 10/2011 (EU, 2011) beträgt 48 mg/kg Lebensmittel(simulanz). Der Europarat hat 2013 einen maximalen Übergang von 40 mg Eisen/kg Lebensmittel aus Metallen und Legierungen als technisch möglich eingestuft und diesen Wert als SRL festgelegt (EDQM, 2013).

Für Chrom hat der Europarat in seiner Leitlinie zu Metallen und Legierungen in Lebensmittel-Kontaktmaterialien (EDQM, 2013) ein SRL von 0,25 mg/kg Lebensmittel(simulanz) empfohlen. Die aus den Grillrosten freigesetzten Eisen- und Chrommengen liegen deutlich unterhalb dieser Richtwerte, so dass keine weitere toxikologische Betrachtung dieser beiden Elemente erfolgt.

3.1.3. Expositionsabschätzung

Emaillierte Lebensmittelbedarfsgegenstände werden nicht über Einzelmaßnahmen im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 1935/2004 geregelt. Rechtlich verbindliche Grenzwerte zu ihrer Beurteilung existieren nicht. Normativ werden diese Gegenstände über die DIN ISO 4531-1:2000-04 und DIN ISO 4531-1:2015-07 erfasst. Diese Normen leiten sich aus der Regulierung keramischer Lebensmittelbedarfsgegenstände her und nutzen die dortigen Vorgaben für die Prüfbedingungen (4 % Essigsäurelösung, 24 h bei Raumtemperatur). In Abweichung von den Vorgaben für Keramik wurden für emaillierte Lebensmittelbedarfsgegenstände 1986 (DIN 51032:1986-02) niedrigere Grenzwerte vorgegeben. Diese betragen für Grillroste (Kochgeschirr, Flachware) 0,1 mg Blei /dm² bzw. 0,05 mg Cadmium /dm². Diese Werte wurden nach Kenntnis des BfR nicht anhand toxikologischer Daten und einer anschließenden Risikobewertung erlassen, sondern stellen den Stand der Technik der Elementlässigkeit zum Zeitpunkt der Erarbeitung der Normen in den 1970er Jahren dar.

Diese Grenzwerte sind ausschließlich in Verbindung mit den ebenfalls in den Normen DIN 51032:1986-02 und DIN ISO 4531-1:2015-07 vorgeschriebenen Testbedingungen anzuwenden. Sie können als Kriterium für die Einhaltung der Guten Herstellungspraxis (GMP) betrachtet werden.

Bei der Auswertung der übermittelten Daten fällt auf, dass alle mit Essigsäurelösung in Niedersachsen getesteten Grillroste erhöhte Werte für die Cadmiumabgabe aufweisen. So liegen drei von vier Messergebnissen sowie der Mittelwert der Messserie über dem Grenzwert von 0,05 mg/dm². Dieses Ergebnis ist aus der Sicht des BfR nicht mit GMP vereinbar. Zusätzlich zeigen insbesondere die von Nordrhein-Westfalen übermittelten Werte, dass eine Einhaltung des Grenzwertes technisch machbar ist.

Eine gesundheitliche Bewertung der Befunde zum Übergang in 4 % Essigsäurelösung anhand der normativ festgeschriebenen Testbedingungen ist, wie vorhergehend aufgeführt, nicht möglich. Werte für den Übergang auf Lebensmittel liegen nicht vor. Hierfür zieht das BfR daher die Werte der Freisetzung in 0,5 % Zitronensäurelösung bei 100 °C heran. Grillgut (Fleisch und Gemüse) wird vor dem Grillen häufig gewürzt und mariniert, wodurch es im Kontakt mit dem Grillrost einen niedrigen pH-Wert aufweist. Dies wird durch die Verwendung einer 0,5 %igen Lösung von Zitronensäure, die in einer Vielzahl von Lebensmitteln enthalten ist, als Simulanz abgebildet. Erfahrungsgemäß werden bei Freisetzungsversuchen in dieses Simulanz Werte ermittelt, die den tatsächlichen Übergang in reale Lebensmittel überschätzen, was im Sinne des vorbeugenden Verbraucherschutzes eine Grundanforderung an Lebensmittelsimulanzien ist (EU, 2011). Allerdings treten beim Grillen an der Kontaktstelle zwischen Lebensmittel und Grillrost deutlich höhere Temperaturen als 100 °C auf, was die Überschätzung zum Teil wieder relativiert.

Im Weiteren wird seitens des BfR folgendes Szenario zugrunde gelegt:

Beim Grillen wird ein mariniertes Stück Fleisch mit einer (einseitigen) Fläche von 1,5 dm² und einem Gewicht von 250 g einmalig am Tag zubereitet und verzehrt. Dabei wird das Grillgut beim Wenden exakt auf dieselbe Stelle zurückgelegt, so dass die Kontaktfläche auf dem Grill über die gesamte Garzeit konstant bei 1,5 dm² liegt. Weiteres Grillgut wird nicht verzehrt. Die oberflächliche Abgabe von Elementen an das Grillgut wird genauso hoch eingeschätzt, wie für das Simulanz 0,5 % Zitronensäurelösung. Die mit dem Grillgut in Kontakt stehende Rostfläche wird unter der Annahme berechnet, dass nur das obere Drittel der oben liegenden Streben in Kontakt kommt. Mit den angegebenen 1,5 dm² Grillgut kommen so 0,57 dm² Grillrost in Berührung. Ausgehend von einer wiederholten Nutzung werden die Messwerte des 3. Freisetzungsversuches herangezogen. Die Kontaktzeit wird auf 15 min

festgelegt und die Freisetzungsrates als linear angenommen, so dass die zugrunde gelegten Werte einem Viertel der Messwerte im 3. Freisetzungsversuch (60 min Versuchsdauer) entsprechen.

Im Zuge der Auswertung wurde für die Grillroste aus Niedersachsen jeweils eine Exposition aus dem niedrigsten, dem höchsten sowie dem Mittelwert der dritten Freisetzungsversuche berechnet. Aus den von Nordrhein-Westfalen übermittelten Werten wurden die dritten oder, wenn anhand der experimentellen Daten nicht anders möglich, vierten Freisetzungswerte in das Simulanz 0,5 % Zitronensäurelösung herangezogen und daraus die Exposition berechnet. Es kann eine annähernde Vergleichbarkeit der Werte aus den Bundesländern angenommen werden.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse ist der Tabelle 1 und Tabelle 2 zu entnehmen. Toxikologisch relevante Übergänge wurden dabei für die Elemente Aluminium, Arsen und Nickel beobachtet. Für Aluminium und Arsen überschritten 5 der 11 und für Nickel 9 der 12 Grillroste die vom BfR abgeleiteten akzeptablen Expositionswerte zum Teil deutlich. So wurden bis zu 1600 µg Aluminium/Mahlzeit (250 g Grillgut), bis zu 105 µg Arsen/Mahlzeit und bis zu 494 µg Nickel /Mahlzeit ermittelt.

3.1.4. Risikocharakterisierung

Exposition gegenüber Aluminium, Arsen und Nickel

Von den in der Tabelle 1 gezeigten Elementen Aluminium, Arsen und Nickel gehen problematisch hohe Mengen ins Grillgut über. Die vom BfR abgeleiteten akzeptablen Expositionswerte werden zum Teil deutlich überschritten.

Tabelle 1: Vergleich der abgeleiteten akzeptablen Expositionen mit den modellierten Expositionen gegenüber Aluminium, Arsen und Nickel in Grillgut beim Kontakt mit emaillierten Grillrosten; Freisetzungsbedingungen: 0,5 % Zitronensäurelösung, 1 h bei 100 °C, 3. Freisetzung (Berechnungsmodell siehe Abschnitt 3.1.3)

	Aluminium	Arsen	Nickel
vom BfR abgeleiteter akzeptabler Expositionswert* in mg/Tag	0,86	0,001***	0,017
Exposition durch Freisetzung aus dem in Niedersachsen getesteten Grillrost (Mittelwert) in mg/Tag**	1,30	0,050	0,392
Exposition durch Freisetzung aus den in Nordrhein-Westfalen getesteten Produkten in mg/Tag**	0,075 - 1,24	0,0001 - 0,105	0,002 - 0,253

* für einen Erwachsenen mit 60 kg Körpergewicht

** berechnet für eine Mahlzeit mit 250 g Grillgut pro Tag

*** berechnet aus der analytischen Nachweisgrenze

Für das Element **Aluminium** ergibt sich aus allen Messwerten für den in Niedersachsen getesteten Grillrost eine Überschreitung des abgeleiteten akzeptablen Expositionswertes. Dieser Befund wird durch die Messungen in Nordrhein-Westfalen bestätigt. Insgesamt wurde bei 5 von 11 in Nordrhein-Westfalen getesteten Produkten eine Überschreitung des akzeptablen Expositionswertes festgestellt. Für einen 60 kg schweren Erwachsenen wird durch

eine mit dem in Niedersachsen getesteten Grillrost zubereitete Mahlzeit die dem TWI (1 mg Aluminium/kg KG/Woche) entsprechende tägliche akzeptable Aufnahmemenge zu 15 % ausgeschöpft.

Für das Element **Arsen** wurde in allen Messungen in Niedersachsen sowie in mehreren Proben in Nordrhein-Westfalen die analytische Nachweisgrenze deutlich überschritten. Insgesamt wurde bei 5 von 11 der in Nordrhein-Westfalen getesteten Produkte Überschreitungen der Nachweisgrenze festgestellt. Für Arsen kann aufgrund seiner Kanzerogenität keine sichere Dosis angegeben werden. Zur Bewertung eines möglichen Gesundheitsrisikos wird das von der EFSA in solchen Fällen empfohlene „margin of exposure“ Konzept (MOE, vgl. Abschnitt 3.1.2 Arsen) herangezogen. Zur Berechnung des MOEs wird der für die Entstehung von Tumoren in Blase, Leber und Niere abgeleitete BMDL₀₁ von 0,3 µg/kg KG/Tag verwendet. Ein MOE ≥ 100 gilt als gesundheitlich unbedenklich. Für den Arsen-Übergang aus dem in Niedersachsen untersuchten Grillrost ergibt sich für einen Erwachsenen (60 kg) ein MOE von 0,4. Für ein Kind (20 kg) ergibt sich entsprechend ein MOE von 0,1. Bei den in Nordrhein-Westfalen untersuchten Produkten ergibt sich für den Grillrost mit dem höchsten gemessenen Arsen-Übergang ein MOE von 0,2 (Erwachsene) bzw. ein MOE von 0,06 für Kinder. Aus einem MOE < 100 kann nicht automatisch ein Gesundheitsrisiko abgeleitet werden. Die berechneten MOE-Werte geben jedoch insbesondere unter Berücksichtigung der bereits durch Lebensmittel aufgenommenen Menge an Arsen Anlass zu toxikologischen Bedenken.

Für das Element **Nickel** wird der abgeleitete akzeptable Expositionswert durch die Freisetzung aus dem in Niedersachsen untersuchten Grillrost ebenfalls überschritten. Auch dieser Befund wird durch die Ergebnisse in Nordrhein-Westfalen bestätigt. Insgesamt wurden bei 9 von 12 in Nordrhein-Westfalen getesteten Produkten zum Teil deutliche Überschreitungen festgestellt. Die gemessene Nickel-Freisetzung pro Mahlzeit (0,392 mg) aus dem in Niedersachsen getesteten Grillrost überschreitet dabei den TDI von 2,8 µg/kg KG/Tag (für einen 60 kg schweren Erwachsenen) bereits um 133 %. Auch der höchste in Nordrhein-Westfalen ermittelte Nickel-Übergang (0,253 mg/Mahlzeit) überschreitet den TDI um 51 %.

Exposition gegenüber Cadmium, Kobalt, Antimon, Blei und Lithium

Die in Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen gemessene Freisetzung aus emaillierten Grillrosten in Lebensmittel ist für weitere untersuchte Elemente (Tabelle 2) deutlich weniger problematisch.

Tabelle 2: Vergleich der abgeleiteten akzeptablen Expositionen mit den modellierten Expositionen gegenüber Cadmium, Kobalt, Antimon, Blei und Lithium in Grillgut beim Kontakt mit emaillierten Grillrosten; Freisetzungsbedingungen: Zitronensäure (0,5 %), 1 h bei 100 °C, 3. Freisetzung (Berechnungsmodell siehe Abschnitt 3.1.3)

	Cadmium	Kobalt	Antimon	Blei	Lithium
vom BfR abgeleiteter akzeptabler Expositionswert* in mg/Tag	0,005***	0,1	0,04	0,01***	0,48
Exposition durch Freisetzung aus dem in Niedersachsen getesteten Grillrost (Mittelwert) in mg/Tag**	0,002	0,048	0,017	0,0003****	0,100****
Exposition durch Freisetzung aus den in Nordrhein-Westfalen getesteten Produk-	0,0001 - 0,002	0,002 - 0,093	0,0003 - 0,048	0,0001 - 0,005	0,0004 - 0,164

ten in mg/Tag**					
--------------------	--	--	--	--	--

* für einen Erwachsenen mit 60 kg Körpergewicht

** berechnet für eine Mahlzeit mit 250 g Grillgut pro Tag

*** berechnet aus der analytischen Nachweisgrenze

**** Messwerte aus Nordrhein-Westfalen

Die vom BfR abgeleiteten akzeptablen Expositionswerte wurden in der Regel nicht überschritten. Nur für das Element **Antimon** wurde bei einem der 11 in Nordrhein-Westfalen untersuchten Produkte eine Überschreitung festgestellt. Der TDI wird in diesem Fall zu 13 % ausgeschöpft.

Risikocharakterisierung unter Berücksichtigung saisonaler Anwendung

Die Zubereitung von Speisen auf dem Grill erfolgt üblicherweise saisonal und dann in der Regel auch nicht täglich. Die Überschreitungen der abgeleiteten akzeptablen Expositionswerte für Aluminium und Antimon geben deshalb bei einer Ausschöpfung des TDI von maximal 15 % keinen Anlass zur Besorgnis.

Für das Element Nickel (höchster gemessener Übergang: 0,392 mg/Mahlzeit) wird der TDI um bis zu 133 % überschritten. Auch unter der Berücksichtigung eines nicht-täglichen Verzehrs von Grillware ist ein gesundheitliches Risiko hier nicht auszuschließen.

Für Arsen kann aufgrund seiner Kanzerogenität keine sichere Dosis angegeben werden. MOE-Werte ≥ 100 gelten als gesundheitlich unbedenklich. Aus einem MOE < 100 kann nicht automatisch ein Gesundheitsrisiko abgeleitet werden. Die berechneten MOE-Werte liegen jedoch für hochbelastete Proben für alle relevanten Zielgruppen deutlich unter 1 und sind, insbesondere unter Berücksichtigung der bereits durch Lebensmittel aufgenommenen Menge an Arsentoxikologisch bedenklich. Aus der Sicht des BfR stellen diese Übergänge auch unter der Berücksichtigung eines nicht-täglichen Verzehrs von Grillware ein Gesundheitsrisiko dar.

3.2. Weitere Aspekte

Aus toxikologischer Sicht ist der Übergang von Eisen unbedenklich. Allerdings könnte die verstärkte Freisetzung dieses Elementes aus einigen der emaillierten Grillroste ein Hinweis darauf sein, dass eine Freisetzung des Grundmetalls erfolgt. Dies entspräche nicht den Vorgaben gemäß GMP.

3.3. Handlungsrahmen (Empfehlungen im Interesse des Verbraucherschutzes)

Aus der Freisetzung der Elemente Arsen und Nickel aus emaillierten Grillrosten können sich Gesundheitsrisiken für den Verbraucher ergeben. Die Risikobewertung zeigt, dass die emaillierten Grillroste, aus denen Arsen und Nickel in Mengen deutlich oberhalb der vom BfR abgeleiteten akzeptablen Expositionswerte ins Lebensmittel übergehen, nicht zum Grillen von Speisen verwendet werden sollten.

Die Untersuchungen in Nordrhein-Westfalen zeigen des Weiteren, dass die Elementfreisetzungen aus einigen emaillierten Grillrosten die akzeptablen Expositionswerte nicht überschreiten. Aus der Sicht des BfR sollten daher die Hersteller die Ursachen für die erhöhte Abgabe von Nickel und Arsen aus einigen Grillrosten an das Grillgut aufklären und durch geeignete Maßnahmen beheben.

Die Freisetzung von Kobalt und Lithium in Lebensmittel sollte von den Herstellern durch technische Maßnahmen so weit als möglich verringert werden.

4. Referenzen

AFSSA (2010): Opinion of the French Food Safety Agency on a request for scientific and technical support regarding the migration of cobalt from porcelain oven-dishes intended to come in contact with food.

<https://www.anses.fr/en/system/files/MCDA2010sa0095EN.pdf>

ANSES (2011): Second French Total Diet Study (TDS 2) Report 1 Inorganic contaminants, minerals, persistent organic pollutants, mycotoxins and phytoestrogens

ATSDR (2004): Toxicological Profile for Cobalt. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Atlanta, GA. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp33.pdf>

ATSDR (2007): Toxicological profile for Arsenic. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Atlanta, GA. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp2.pdf>

ATSDR (2017): Toxicological Profile for Antimony and Compounds - Draft for Public Comment. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Atlanta, GA. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp23.pdf>

BfR (2009): Cadmium in Lebensmitteln. BfR-Pressestelle. ISBN: 3-938163-50-X.

http://www.bfr.bund.de/cm/350/cadmium_in_lebensmitteln.pdf

BfR (2012): Kontaktallergene in Spielzeug: Gesundheitliche Bewertung von Nickel und Duftstoffen - Aktualisierte Stellungnahme Nr. 010/2012 des BfR vom 11. April 2012.

<http://www.bfr.bund.de/cm/343/kontaktallergene-in-spielzeug-gesundheitliche-bewertung-von-nickel-und-duftstoffen.pdf>

BfR (2014): Aluminiumhaltige Antitranspirantien tragen zur Aufnahme von Aluminium bei - Stellungnahme Nr. 007/2014 des BfR vom 26. Februar 2014.

<http://www.bfr.bund.de/cm/343/aluminiumhaltige-antitranspirantien-tragen-zur-aufnahme-von-aluminium-bei.pdf>

BfR (2015): Arsen in Reis und Reisprodukten - Stellungnahme Nr. 018/2015 vom

24.06.2015. <http://www.bfr.bund.de/cm/343/arsen-in-reis-und-reisprodukten.pdf>

Colak E.H., Yomralioglu T., Nisanci R., Yildirim V., and Duran C. (2015): Geostatistical analysis of the relationship between heavy metals in drinking water and cancer incidence in residential areas in the Black Sea region of Turkey. J Environ Health 77 (6), 86-93. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25619041>

COT (2013): Committee on toxicity of chemicalc in food, consumer products and the environment (COT) - Statement on the potential risks from aluminium in the infant diet. <https://cot.food.gov.uk/sites/default/files/cot/statealuminium.pdf>

- ECHA (2008): Nickel - European Union Risk Assessment Report.
<https://echa.europa.eu/documents/10162/cefda8bc-2952-4c11-885f-342aac769b3>
- ECHA (2013a): Inclusion of substances of very high concern in the candidate list, document: ED/69/2013. <https://echa.europa.eu/documents/10162/49a335ae-1ec4-40e5-88fb-3b08702da95c>
- ECHA (2013b): Opinion of the committee for risk assessment (RAC) on a dossier proposing harmonised classification and labeling at EU level. https://echa.europa.eu/opinions-of-the-committee-for-risk-assessment-on-proposals-for-harmonised-classification-and-labelling/-/substance-rev/2142/term?_viewsubstances_WAR_echarevsubstanceportlet_SEARCH_CRITERIA_EC_NUMBER=231-100-4&_viewsubstances_WAR_echarevsubstanceportlet DISS=true
- ECHA (2013c): Support document of the member state committee for the identification of cadmium as a substance of very high concern.
<https://echa.europa.eu/documents/10162/a048359b-de39-4b7e-8602-51272a55aeae>
- ECHA (2016): Proposal for Harmonised Classification and Labelling - Substance Name: Cobalt. <https://echa.europa.eu/documents/10162/d1ca0305-88d5-5b07-69ee-1f4312c1951f>
- ECHA (2017): Kobalt - aktuelle CLP-Einstufung. <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/discli/details/34808>
- EDQM (2013): Metals and alloys used in food contact materials and articles. Council of Europe, European Directorate for Quality of Medicines & Healthcare, Strasbourg, France. ISBN: 978-92-871-7703-2
- EFSA (2004): Opinion of the Scientific Panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food (AFC) on a request from the Commission related to a 2nd list of substances for food contact materials. EFSA Journal 24, 1-13
- EFSA (2005): Opinion of the Scientific Committee on a request from EFSA related to A Harmonised Approach for Risk Assessment of Substances Which are both Genotoxic and Carcinogenic. EFSA Journal 3 (10), 282-n/a. DOI: 10.2903/j.efsa.2005.282
- EFSA (2008a): Safety of aluminium from dietary intake - Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Food Contact Materials (AFC). EFSA Journal 6 (7), 754-n/a. DOI: 10.2903/j.efsa.2008.754
- EFSA (2008b): Scientific Opinion of the Panel on food contact materials, enzymes, flavourings and processing aids: 20th list of substances for food contact materials - Scientific Opinion of the Panel on food contact materials, enzymes, flavourings and processing aids (CEF). EFSA Journal 6 (10), 816-n/a. DOI: 10.2903/j.efsa.2008.816
- EFSA (2009a): Scientific Opinion of the EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) on Arsenic in Food. EFSA Journal 7 (10), 1351. DOI: 10.2903/j.efsa.2009.1351

- EFSA (2009b): Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain (CONTAM) on a request from the european commission on cadmium in food. EFSA Journal 980 (980), 1-139. DOI: 10.2903/j.efsa.2009.980
- EFSA (2009c): Statement of the Scientific Panel on Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS) - Assessment of the safety of cobalt(II) chloride hexahydrate added for nutritional purposes as a source of cobalt in food supplements and the bioavailability of cobalt from this source. EFSA Journal 7 (5), 1066-n/a. DOI: 10.2903/j.efsa.2009.1066
- EFSA (2010): Scientific Opinion of the Efsa Panel on Contaminants in the Food Chain on Lead in Food. EFSA Journal 8 (4), 1570-n/a. DOI: 10.2903/j.efsa.2010.1570
- EFSA (2012a): Scientific report of EFSA - Cadmium dietary exposure in the European population. EFSA Journal 10 (1), 2551. DOI: 10.2903/j.efsa.2012.2551
- EFSA (2012b): Statement of the EFSA Efsa Scientific Committee on the applicability of the Margin of Exposure approach for the safety assessment of impurities which are both genotoxic and carcinogenic in substances added to food/feed. EFSA Journal 10 (3), 2578-n/a. DOI: 10.2903/j.efsa.2012.2578
- EFSA (2014): Dietary exposure to inorganic arsenic in the European population. EFSA Journal 12 (3), 3597-n/a. DOI: 10.2903/j.efsa.2014.3597
- EFSA (2015): Scientific Opinion of the EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) on the risks to public health related to the presence of nickel in food and drinking water. EFSA Journal 13 (2), 4002-n/a. DOI: 10.2903/j.efsa.2015.4002
- EU (2009): Regulation (EC) 552/2009 - amending Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council on the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) as regards Annex XVII. <https://echa.europa.eu/substances-restricted-under-reach/-/dislist/details/0b0236e1807e2518>
- EU (2011): Commission Regulation (EU) No 10/2011 of 14 January 2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food. Official Journal of the European Union L12, 1-98. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0010&qid=1481193238618&from=EN>
- EU (2014): Commission regulation (EU) No 488/2014 of 12 May 2014 amending regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of cadmium in foodstuffs. Official Journal of the European Union L.138, 75
- EU (2015): Commission regulation (EU) 2015/1006 of 25 June 2015 amending regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of inorganic arsenic in foodstuff. Official Journal of the European Union L161, 14-16. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R1006&rid=1>
- EU (2016): Verordnung (EU) 2016/1416 - zur Änderung und Berichtigung der Verordnung (EU) Nr. 10/2011 über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R1416&from=EN>

- EU (2017): Verordnung (EU) 2017/752 - zur Änderung und Berichtigung der Verordnung (EU) Nr. 10/2011 über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0752&from=DE>
- IARC (1989): IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans - Some Organic Solvents, Resin Monomers and Related Compounds, Pigments and Occupational Exposures in Paint Manufacture and Painting, volume 47, 291-305. IARC Press, Lyon, France. ISBN: 92 83212479. DOI:
- IARC (1991): IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans - Cobalt and Cobalt-compounds, volume 52, 363-472. IARC Press, Lyon, France. ISBN: 92 832 1252 5. DOI:
- IARC (2006a): IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans - Inorganic and Organic Lead Compounds, volume 87, 1-432. IARC Press, Lyon, France. ISBN: 92 832 1287 8. DOI:
- IARC (2006b): IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans - Metallic cobalt particles (with and without tungsten carbide), volume 86, 37-155. IARC Press, Lyon, France. ISBN: 92 832 1286 X. DOI:
- IARC (2012a): IARC monograph on the evaluation of carcinogenic risks to humans - arsenic, metals, fibres, and dusts, volume 100C, 41-94. IARC Press, Lyon, France. ISBN: 978 92 832 1320 8. DOI:
- IARC (2012b): IARC monograph on the evaluation of carcinogenic risks to humans - cadmium and cadmium compounds, volume 100C, 121 - 146. IARC Press, Lyon, France. ISBN: 978 92 832 1320 8. DOI:
- IARC (2012c): IARC monograph on the evaluation of carcinogenic risks to humans - Nickel and Nickel Compounds, volume 100C, 169-218. IARC Press, Lyon, France. ISBN: 978 92 832 1320 8. DOI:
- Lynch B.S., Capen C.C., Nestmann E.R., Veenstra G., and Deyo J.A. (1999): Review of subchronic/chronic toxicity of antimony potassium tartrate. Regul Toxicol Pharmacol 30 (1), 9-17. DOI: 10.1006/rtp.1999.1312
- Nielsen E., Greve K., and Ladefoged O. (2013): Cobalt(II), inorganic and soluble salts. Evaluation of health hazards and proposal of a health based quality criterion for drinking water. (Agency T.D.E.P., ed.), Copenhagen, Denmark. ISBN: 978-87-93026-75-9. <http://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2013/12/978-87-93026-75-9.pdf>
- Paustenbach D.J., Tvermoes B.E., Unice K.M., Finley B.L., and Kerger B.D. (2013): A review of the health hazards posed by cobalt. Critical Reviews in Toxicology 43 (4), 316-362. DOI: 10.3109/10408444.2013.779633
- Poon R., Chu I., Lecavalier P., Valli V.E., Foster W., Gupta S., and Thomas B. (1998): Effects of antimony on rats following 90-day exposure via drinking water. Food Chem Toxicol 36 (1), 21-35. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9487361>

Rahman A., Vahter M., Smith A.H., Nermell B., Yunus M., El Arifeen S., Persson L.-Å., and Ekström E.-C. (2009): Arsenic Exposure During Pregnancy and Size at Birth: A Prospective Cohort Study in Bangladesh. *American Journal of Epidemiology* 169 (3), 304-312. DOI: 10.1093/aje/kwn332

RIVM (2001): Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels. Dutch National Institute for Public Health and the Environment (RIVM).
<http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/711701025.pdf>

SCCS (2014): Scientific Committee on Consumer Safety - opinion on the safety of aluminium in cosmetic products, volume SCCS/1525/14. ISBN: 978-92-79-31194-9. DOI: 10.2772/63908

Schuhmacher–Wolz U., Dieter H.H., Klein D., and Schneider K. (2009): Oral exposure to inorganic arsenic: evaluation of its carcinogenic and non-carcinogenic effects. *Critical Reviews in Toxicology* 39 (4), 271-298. DOI: 10.1080/10408440802291505

Simoneau C., Beldi G., Jakubowska N., and Peltzer M. (2017): Towards suitable tests for the migration of metals from ceramic and crystal tableware: Work in support of the revision of the Ceramic Directive 84/500/EEC, EUR 28872 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg. ISBN: 978-92-79-76302-1. DOI: 10.2760/54169

WHO (2012): Safety evaluation of certain food additives and contaminants prepared by the Seventy-fourth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, volume 65. ISBN: 978-92-4-166065-5.
http://whqlibdoc.who.int/publications/2012/9789241660655_eng.pdf

WHO (2017a): Arsenic - Fact sheet. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs372/en/>

WHO (2017b): Guidelines for Drinkingwater Quality: fourth edition incorporating the first addendum. ISBN: 978-92-4-154995-0.
<http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/254637/1/9789241549950-eng.pdf>

Weitere Informationen auf der BfR-Website zum Thema ...

<https://www.bfr.bund.de/cm/343/ausgewaehlte-fragen-und-antworten-zum-grillen.pdf>



„Stellungnahmen-App“ des BfR

Über das BfR

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) ist eine wissenschaftlich unabhängige Einrichtung im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Es berät die Bundesregierung und die Bundesländer zu Fragen der Lebensmittel-, Chemikalien- und Produktsicherheit. Das BfR betreibt eigene Forschung zu Themen, die in engem Zusammenhang mit seinen Bewertungsaufgaben stehen.