

Bewertung der Ergebnisse des Nationalen Rückstandskontrollplanes 2010 und des Einfuhrüberwachungsplanes 2010

Stellungnahme Nr. 017/2012 des BfR vom 29. November 2011

Der Nationale Rückstandskontrollplan (NRKP) ist ein Programm zur Überwachung von Lebensmitteln tierischer Herkunft wie z.B. Fleisch, Milch oder Honig auf Rückstände von unerwünschten Stoffen. Auf Basis des Einfuhrüberwachungsplanes (EÜP) werden tierische Erzeugnisse aus Drittländern auf Rückstände von unerwünschten Stoffen untersucht.

Für Rückstände von Tierarzneimitteln und Umweltkontaminanten wie Schwermetalle oder Dioxine sind vielfach Höchstgehalte festgesetzt, die in tierischen Lebensmitteln nicht überschritten werden dürfen. Ziel der Lebensmittelüberwachung im Rahmen des Nationalen Rückstandskontrollplans und des Einfuhrüberwachungsplans ist es, die Einhaltung dieser Höchstgehalte zu überprüfen, die illegale Anwendung verbotener oder nicht zugelassener Substanzen aufzudecken sowie die Ursachen erhöhter Gehalte an Rückständen und Kontaminanten aufzuklären. Die Probenahme erfolgt zielorientiert.

Das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) hat die Ergebnisse der von den Überwachungsbehörden der Länder im Rahmen des NRKP 2010 untersuchten 55883 Proben sowie der 1486 Proben des Einfuhrüberwachungsplans vorgelegt. In 507 Fällen (0,91 %) bzw. 17 Fällen wurden Rückstände und Kontaminanten in nicht erlaubter Höhe nachgewiesen.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat die Rückstandsbefunde gesundheitlich bewertet. Es kommt zu dem Schluss, dass bei einmaligem oder gelegentlichem Verzehr von Lebensmitteln mit den vorgefundenen Rückständen kein gesundheitliches Risiko für die Verbraucher besteht. Aus Sicht des BfR befindet sich die Gesamtzahl der positiven Befunde weiterhin auf einem niedrigen Niveau. Beispielsweise wurden unzulässige Antibiotikarückstände in nur 0,1 % der Fälle gefunden.

Bei der Mehrzahl der Höchstgehaltsüberschreitungen in Leber und Niere von zwei Jahre alten oder älteren Rindern und Schweinen handelt es sich um die Schwermetalle Blei, Quecksilber und Cadmium. Diese im Rahmen des Nationalen Rückstandskontrollplans 2010 durchgeführte risikoorientierte Beprobung war Teil einer BfR-Pilotstudie zur Frage, ob es regionale Unterschiede bei der Schwermetallbelastung von Innereien gibt.

1 Gegenstand der Bewertung

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat die Ergebnisse des Nationalen Rückstandskontrollplanes 2010 und des Einfuhrüberwachungsplanes 2010 aus Sicht des gesundheitlichen Verbraucherschutzes bewertet.

2 Ergebnis

Aufgrund der vorgelegten Ergebnisse des Nationalen Rückstandskontrollplanes 2010 und des Einfuhrüberwachungsplanes 2010 besteht bei einmaligem oder gelegentlichem Verzehr von Lebensmitteln tierischer Herkunft mit den berichteten Rückständen kein unmittelbares gesundheitliches Risiko für Verbraucher.

3 Begründung

3.1 Einführung

Der Nationale Rückstandskontrollplan (NRKP) ist ein Programm zur Überwachung von Lebensmitteln tierischer Herkunft in verschiedenen Produktionsstufen auf Rückstände von unerwünschten Stoffen.

Auf Grundlage des Einfuhrüberwachungsplanes (EÜP) werden tierische Erzeugnisse aus Drittländern auf Rückstände von unerwünschten Stoffen kontrolliert.

Ziel des NRKP ist es, die illegale Anwendung verbotener oder nicht zugelassener Substanzen aufzudecken, die Einhaltung der festgelegten Höchstmengen für Tierarzneimittelrückstände zu überprüfen sowie die Ursachen von Rückstandsbelastungen aufzuklären. Ebenso werden die Lebensmittel tierischen Ursprungs auf eine Belastung mit Umweltkontaminanten untersucht.

Die zuständigen Behörden der Bundesländer haben im Rahmen des NRKP 2010 bei der Untersuchung von insgesamt 55.883 Proben von Tieren oder tierischen Erzeugnissen über 507 Fälle in 410 Proben berichtet, in denen unerwünschte Stoffe in Lebensmitteln tierischen Ursprungs gefunden wurden (Tabelle 1).

Tabelle 1: Positive Rückstandsbefunde des NRKP 2010 aufgeteilt nach Stoffgruppen

| Stoffgruppe A nach Richtlinie 96/23/EG | Substanzgruppe | Substanzklasse (Stoff) | Anzahl positiver Befunde in Tieren oder tierischen Erzeugnissen |
|--|--|--|---|
| Stoffe mit anaboler Wirkung und nicht zugelassene Stoffe | A4: Resorcylsäure-Lactone (einschließlich Zeranol) | Zeranol | 2 |
| | | Taleranol | 1 |
| | A6: Stoffe der Tabelle 2 des Anhangs der Verordnung (EU) Nr. 37/2010 | Chloramphenicol, Nitroimidazole | 2 3 |
| Stoffgruppe B nach Richtlinie 96/23/EG | Substanzgruppe | Substanzklasse (Stoff) | Anzahl positiver Befunde in Tieren oder tierischen Erzeugnissen |
| Tierarzneimittel und Kontaminanten | B1: Stoffe mit antibakterieller Wirkung, ohne Hemmstofftests | Aminoglycoside | 1 |
| | | Penicilline | 3 |
| | | Chinolone | 2 |
| | | Sulfonamide | 4 |
| | | Tetracycline | 5 |
| | B2: Sonstige Tierarzneimittel | Kokzidiostatika | 2 |
| NSAIDs | | 8 | |
| Synthetische Kortikosteroide | | 3 | |
| B3: Andere Stoffe und Kontaminanten | sonstige Stoffe | organische Chlorverbindungen, einschließlich PCB | 2 |
| | | chemische Elemente | 453 |
| | | Farbstoffe | 14 |
| | | sonstige Stoffe | 1 |

Bei der Einfuhr von Lebensmitteln aus Drittländern wurden bei der Untersuchung von insgesamt 1.486 Proben von Tieren oder tierischen Erzeugnissen über 17 Fälle in 15 Proben berichtet, in denen Rückstände und Kontaminanten die festgelegten Höchstmengen überschritten oder die Proben nicht zugelassene Stoffe enthielten (Tabelle 2).

Tabelle 2: Positive Rückstandsbefunde des EÜP 2010 aufgeteilt nach Stoffgruppen

| Stoffgruppe B nach Richtlinie 96/23/EG | Substanzgruppe | Substanzklasse (Stoff) | Anzahl positiver Befunde in Tieren oder tierischen Erzeugnissen |
|--|--|------------------------|---|
| Tierarzneimittel und Kontaminanten | B1: Stoffe mit antibakterieller Wirkung, ohne Hemmstofftests | Tetracycline | 1 |
| | B2: Sonstige Tierarzneimittel | Anthelmintika | 1 |
| | | Pyrethroide | 1 |
| B3: Andere Stoffe und Kontaminanten | chemische Elemente | 14 | |

Eine detaillierte Beschreibung der Substanzen, die Zahl der Proben, die Art der Probennahmen und die untersuchten Tierarten sind den Berichten des BVL „Jahresbericht 2010 zum Nationalen Rückstandskontrollplan“ und „Jahresbericht 2010 zum Einfuhrüberwachungsplan (EÜP)“ unter <http://www.bvl.bund.de/nrkp> zu entnehmen.

3.2 Allgemeine Bewertung

Im Vergleich zum Vorjahr 2009, in dem in 247 Fällen (0,45 %) Rückstände und Kontaminanten nachgewiesen wurden, hat sich die Zahl der Proben mit Gehalten oberhalb von Höchstmengen bzw. nicht eingehaltener Nulltoleranz auf 507 Fälle (0,91 %) verdoppelt. Dies ist hauptsächlich durch die erhöhte Anzahl an positiven Befunden chemischer Elemente begründet. Insgesamt befindet sich die Gesamtzahl positiver Befunde jedoch weiterhin auf einem niedrigen Niveau.

Aus Gründen des vorsorgenden Verbraucherschutzes sollte die Belastung von Tieren und tierischen Erzeugnissen mit Rückständen und Kontaminanten so weit wie möglich minimiert werden. Insofern sind unnötige und vermeidbare zusätzliche Belastungen, insbesondere durch nicht zulässige Überschreitungen der gesetzlich festgelegten Höchstmengen oder der Nulltoleranz generell nicht zu akzeptieren. Ware, die verbotene Stoffe enthält bzw. Höchstmengen überschreitet, ist aus lebensmittelrechtlicher Sicht nicht verkehrsfähig.

3.3 Verwendete Verzehrdaten

Die Schätzung der Exposition der Bevölkerung und der damit verbundenen potenziellen gesundheitlichen Risiken wurde auf Basis der höchsten gemessenen Gehalte und der Verzehrdaten aus der Nationale Verzehrsstudie II (NVS II) durchgeführt. Die NVS II ist die zurzeit aktuelle repräsentative Studie zum Verzehr der erwachsenen deutschen Bevölkerung. Die vom Max-Rubner-Institut (MRI) durchgeführte Studie, bei der insgesamt etwa 20.000 Personen im Alter zwischen 14 und 80 Jahren mittels drei verschiedener Erhebungsmethoden (Dietary History, 24h-Recall und Wiegeprotokoll) befragt wurden, fand zwischen 2005 und 2006 in ganz Deutschland statt (MRI, 2008).

Die Auswertungen für die chronische Exposition beruhen auf Daten der „Dietary History“-Interviews der NVS II, die mit Hilfe des Programms „DISHES 05“ erhoben wurden (MRI, 2008). Mit der „Dietary History“-Methode wurden 15.371 Personen befragt und retrospektiv ihr üblicher Verzehr der letzten vier Wochen (ausgehend vom Befragungszeitpunkt) erfasst. Sie liefert gute Schätzungen für die langfristige Aufnahme von Stoffen, wenn Lebensmittel in allgemeinen Kategorien zusammengefasst werden oder Lebensmittel betrachtet werden, die einem regelmäßigen Verzehr unterliegen.

Für 14.468 Personen wurden in den Studienzentren Messungen des Körpergewichtes vorgenommen, für 846 Personen konnte die Selbstangabe im Interview nach Plausibilitätsprüfung als Schätzwert für das Körpergewicht verwendet oder korrigiert werden. Für die verbleibenden 57 Personen wurden in Anlehnung an die „Hot-Deck“-Methode (Little & Rubin, 2002) die Werte der gesamten Stichprobe nach Geschlecht, Altersgruppen, Schicht und Schwangerschaftstrimester stratifiziert und aufsteigend nach der errechneten Kalorienaufnahme sortiert. Der jeweils „ähnlichste Nachbar“ der entstehenden Teilstichproben wurde als Ersatzwert für die fehlenden Angaben zum Körpergewicht gewählt.

Die Verzehrdatenauswertungen wurden im Rahmen des vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit finanzierten Projektes „LExUKon“ (Lebensmittelbedingte Aufnahme von Umweltkontaminanten, Blume et al., 2010) am BfR durchgeführt.

Für einige Lebensmittel konnten keine Einzelauswertungen vorgenommen werden, da sie entweder nicht verzehrt wurden oder zu selten verzehrt wurden, um repräsentative Aussagen zum Verzehr treffen zu können. Selten verzehrte Lebensmittel lassen sich mit der „Dietary History“-Methode nur schwer erfassen, da diese den üblichen Verzehr der Befragten widerspiegelt. Aufgrund des geringen Verzehranteils kann es bei der Betrachtung der Verzehrsmengen bezogen auf die Gesamtstichprobe (alle Befragte) zu Unterschätzungen kommen. Deshalb werden für diese Gruppen die Verzehrsmengen der Verzehrer herangezogen, die aber nicht dem Durchschnittsverzehr der Gesamtbevölkerung entsprechen.

Für die Berechnung der Verzehrsmengen wurden Rezepte/Gerichte und nahezu alle zusammengesetzten Lebensmittel in ihre unverarbeiteten Einzelbestandteile aufgeschlüsselt und gegebenenfalls Verarbeitungsfaktoren berücksichtigt. Somit sind alle relevanten Verzehrsmengen eingeflossen. Die Rezepte sind größtenteils mit Standardrezepturen hinterlegt und berücksichtigen somit keine Variation in der Zubereitung/Herstellung und den daraus folgenden Verzehrsmengen.

Für die Wirkstoffe trans-Permethrin, Nikotin und DEET (N,N-Dimethyl-m-toluamid) wurde die Abschätzung der Exposition der Bevölkerung und der damit verbundenen potenziellen gesundheitlichen Risiken auf Basis der gemessenen Rückstände und der Verzehrdaten verschiedener europäischer Konsumentengruppen gemäß dem EFSA-Modell PRIMo (EFSA, 2008) durchgeführt. Die Verzehrdaten für deutsche Kinder im Alter von 2 bis unter 5 Jahren (VELS-Modell (Banasiak et al., 2005)) sind Teil dieses Modells.

Die Abschätzung potenzieller chronischer Risiken für Verbraucher stellt eine deutliche Überschätzung dar, da vereinfachend angenommen wurde, dass das jeweilige Erzeugnis immer mit der berichteten Rückstandskonzentration belastet war und die beprobten Matrices zudem nur einen sehr geringen Teil des Ernährungsspektrums abdecken. Ohne weitere Informationen zur „Hintergrundbelastung“ aus anderen Lebensmitteln lässt sich für die zu bewertenden Stoffe die chronische Gesamtexposition nicht realistisch abschätzen.

3.4 Bewertung der einzelnen Stoffe

3.4.1 Stoffgruppe A: Stoffe mit anaboler Wirkung und nicht zugelassene Stoffe

Im Jahr 2010 wurden im Rahmen des NRKP insgesamt 28.417 Proben von Tieren oder tierischen Erzeugnissen auf Rückstände der Gruppe A (verbotene Stoffe mit anaboler Wirkung und nicht zugelassene Stoffe) untersucht, davon wurden 6 (0,02 %) positiv getestet.

Im Rahmen des EÜP wurden im Jahr 2010 insgesamt 404 Proben von Tieren oder tierischen Erzeugnissen auf Rückstände der Gruppe A (verbotene Stoffe mit anaboler Wirkung und nicht zugelassene Stoffe) untersucht, dabei wurde keine Probe positiv getestet.

Resorcylsäure-Lactone einschließlich Zeranol (Gruppe A4)

Das zur Gruppe der Resorcylsäure-Lactone gehörende **Taleranol** (β -Zearalanol) wurde im Urin eines von 68 getesteten Mastkälbern in Höhe von 17 $\mu\text{g}/\text{kg}$ gefunden. In diesem Tier wurden auch Rückstände von **Zeranol** (α -Zearalanol) in Höhe von 9,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ nachgewiesen. **Zeranol** (α -Zearalanol) im Urin wurde außerdem bei einem von 387 getesteten Mastrindern gefunden. Die gemessenen Konzentrationen im Urin lagen bei 1,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Taleranol ist ein Epimer des Zeranols, dessen Verwendung als Masthilfsmittel verboten ist. Nachweise von Zeranol und Taleranol im Urin können auch natürliche Ursachen haben. Beide Substanzen werden durch Schimmelpilze der Gattung *Fusarium* oder durch die Umwandlung der Mykotoxine Zearalenon sowie α - und β -Zearalenol gebildet. Eine Unterscheidung zwischen endogenen Gehalten und Gehalten, die auf eine illegale Anwendung zurückzuführen sind, ist schwierig. Im Ergebnis der Ermittlungen zur Aufklärung der Rückstandsursachen durch die zuständigen Behörden der Länder wird davon ausgegangen, dass mykotoxinhaltiges Futter verabreicht wurde (mündliche Mitteilung auf der Jahresarbeitstagung zum NRKP 2012 am 20. und 21.09.2011).

Ein mögliches Vorkommen in tierischen Produkten ist zwar nicht auszuschließen, eine direkte Gefährdung der Verbraucher – bedingt durch die Matrix und die geringe Konzentration – ist jedoch unwahrscheinlich.

Stoffe aus der Tabelle 2 des Anhangs der Verordnung (EU) Nr. 37/2010 (Gruppe A6)

Die Verabreichung von **Chloramphenicol** an Tiere, die zur Nahrungsmittelerzeugung genutzt werden, ist verboten. Insgesamt wurden 2.348 Mastrinder auf Rückstände von Chloramphenicol untersucht. Im Muskelfleisch eines Tieres wurde Chloramphenicol mit einer Konzentration von 0,98 $\mu\text{g}/\text{kg}$ nachgewiesen. Im Plasma eines weiteren Mastrindes wurden 0,8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Chloramphenicol detektiert. Diese Konzentrationen liegen oberhalb der Mindestleistungsgrenze (Minimum Required Performance Limit - MRPL) der Analysenmethode zur Bestimmung von Chloramphenicol¹. Im Rahmen der Aufklärung der Rückstandsursachen durch die zuständigen Behörden der Länder wurde ermittelt, dass die hier vorliegenden Chloramphenicol-Befunde auf Verschleppungen bei der Probenahme zurückzuführen sind. In diesem Zusammenhang wurde auf der Jahresarbeitstagung zum NRKP 2012 am 20. und 21. September 2011 noch einmal auf die Bedeutung der Einhaltung der Probenahmevervorschriften verwiesen.

¹ Entscheidung 2003/181/EG der Kommission vom 13. März 2003 zur Änderung der Entscheidung 2002/657/EG hinsichtlich der Festlegung von Mindestleistungsgrenzen (MRPL) für bestimmte Rückstände in Lebensmitteln tierischen Ursprungs; ABl. L 71 vom 15.03.2003 S. 17

Der zur Gruppe der Nitroimidazole gehörige Wirkstoff **Metronidazol** wurde mit einer Konzentration von 3 µg/kg im Plasma eines von 441 untersuchten Mastrindern gefunden. Aufgrund des Verdachts auf Genotoxizität und Kanzerogenität wurde Metronidazol in die Tabelle 2 des Anhangs der Verordnung (EU) Nr. 37/2010 aufgenommen. Der Einsatz bei Tieren, die der Lebensmittelgewinnung dienen, ist somit verboten. Der hier vorliegende Messwert deutet auf den illegalen Einsatz dieser Substanz hin. Berücksichtigt man, dass es sich hier um einen Einzelbefund im Plasma handelt, ist in Hinsicht auf die chronische Belastung nicht von einem Risiko für den Verbraucher durch Rückstände von Metronidazol auszugehen.

Metronidazol und dessen Metabolit **Hydroxymetronidazol** wurden in der Muskelprobe eines von 4.746 untersuchten Schweinen detektiert. Die Konzentration betrug 1,57 µg/kg für die Muttersubstanz und 0,32 µg/kg für den Metaboliten. Im Rahmen der Aufklärung der Rückstandsursachen durch die zuständigen Behörden der Länder wurde ermittelt, dass der hier vorliegende gleichzeitige Befund an Metronidazol und dessen Hydroxymetaboliten in einer Muskelprobe auf Verschleppungen bei der Probenahme zurückzuführen sind. In diesem Zusammenhang wurde auf der Jahresarbeitstagung zum NRKP 2012 am 20. und 21. September 2011 noch einmal auf die Bedeutung der Einhaltung der Probenahmenvorschriften verwiesen.

Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse für die Stoffe der Gruppe A

Die gesundheitliche Beeinträchtigung der Verbraucher durch die im Rahmen des NRKP 2010 gemessenen Rückstände von Stoffen mit anaboler Wirkung und nicht zugelassenen Stoffen wird als sehr gering bewertet.

3.4.2 Gruppe B 1: Antibakteriell wirksame Stoffe (Nachweise ohne Hemmstofftests)

Im Jahr 2010 wurden im Rahmen des NRKP insgesamt 16.884 Proben auf Rückstände der Gruppe B 1 (antibakteriell wirksame Stoffe) untersucht, davon wurden 13 (0,1 %) positiv getestet.

Im Rahmen des EÜP wurden im Jahr 2010 insgesamt 363 Proben von Tieren oder tierischen Erzeugnissen auf antibakteriell wirksame Stoffe untersucht, davon wurde eine Probe (0,3 %) positiv getestet.

Bei einem von 1.684 untersuchten Schweinen wurde in der Niere eine Höchstmengen-Überschreitung für den zur Gruppe der Aminoglykoside gehörenden Stoff **Dihydrostreptomycin** festgestellt (1.370 µg/kg). Die zulässige Höchstmenge in der Niere von Schweinen beträgt 1.000 µg/kg (Verordnung (EU) Nr. 37/2010). Ein ADI-Wert (Acceptable Daily Intake, akzeptable tägliche Aufnahmemenge) für Dihydrostreptomycin von 25 µg/kg KG und Tag wurde abgeleitet (EMEA, 2005).

Für den Verzehr von Niere (Schwein, Rind, Kalb, Schaf/Lamm) betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Verzehrer für die Langzeitaufnahme 0,078 g Niere/kg KG und Tag. Unter der Annahme, dass alle verzehrten „Nieren“ einen Dihydrostreptomycin-Rückstand in Höhe von 1.370 µg/kg aufweisen, würde ein Vielverzehrer ca. 0,11 µg Dihydrostreptomycin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 0,4 % des ADI-Wertes. In Anbetracht dieses Einzelbefundes ist hinsichtlich der chronischen Belastung nicht von einem Risiko für den Verbraucher durch Rückstände von Dihydrostreptomycin auszugehen.

Bei einem von 1.655 untersuchten Schweinen wurde in der Niere eine Höchstmengen-Überschreitung für den zur Gruppe der Penicilline gehörenden Stoff **Penicillin G (Benzylpenicillin)** festgestellt (360 µg/kg). Die zulässige Höchstmenge in der Niere von Schweinen beträgt 50 µg/kg (Verordnung (EU) Nr. 37/2010). Für Benzylpenicillin wurde ein ADI-Wert von 0,03 mg/Person und Tag (JECFA, 1990) abgeleitet, das entspricht bei einem Personen-Gewicht von 60 kg 0,5 µg/kg KG und Tag.

Für den Verzehr von Niere betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Verzehrer für die Langzeitaufnahme 0,078 g Niere/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer ca. 0,03 µg Benzylpenicillin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 5,6 % des ADI-Wertes. Berücksichtigt man, dass es sich hier um einen Einzelbefund handelt, ist in Hinsicht auf die chronische Belastung nicht von einem Risiko für den Verbraucher durch Rückstände von Benzylpenicillin auszugehen.

In der Niere einer von 91 untersuchten Kühen wurde **Amoxycillin (Hydroxyampicillin)** in einer Konzentration von 1.676 µg/kg detektiert. Die zulässige Höchstmenge für Niere von 50 µg/kg (Verordnung (EU) Nr. 37/2010) wurde um den Faktor 34 überschritten. Der ADI-Wert für Amoxycillin beträgt 30 µg/Person und Tag (EMA, 2008), das entspricht bei einem Personen-Gewicht von 60 kg 0,5 µg/kg KG und Tag.

Für den Verzehr von Niere von Säugern betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Verzehrer für die Langzeitaufnahme 0,078 g Niere/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer ca. 0,13 µg Amoxycillin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 26 % des ADI-Wertes. Berücksichtigt man, dass es sich hier um ein einzelnes Tier handelt, in dessen verzehrsfähigem Gewebe Rückstände von Amoxycillin gefunden wurden, ist insgesamt im Hinblick auf die chronische Belastung nicht von einem Risiko für den Verbraucher auszugehen.

Bei einer von 340 untersuchten Milchproben wurde der Wirkstoff **Ampicillin** mit einer Konzentration von 16,8 µg/kg detektiert. Die zulässige Höchstmenge in Milch liegt bei 4 µg/kg (Verordnung (EU) Nr. 37/2010).

Der ADI-Wert für Ampicillin beträgt 30 µg/Person und Tag (EMA, 2008), das entspricht bei einem Personen-Gewicht von 60 kg 0,5 µg/kg KG und Tag.

Für den Verzehr von Milch und -produkten (inkl. Butter) betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Befragten für die Langzeitaufnahme 10,565 g/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer (95. Perzentil der Gesamtbevölkerung) ca. 0,18 µg Ampicillin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 36 % des ADI-Wertes. In Anbetracht dieses Einzelbefundes und der methodischen Überschätzung durch die vereinfachende Annahme, dass alle verzehrte Milch und -produkte (inkl. Butter) mit der hier gemessenen Konzentration an Ampicillin belastet sei, ist hinsichtlich der chronischen Belastung nicht von einem Risiko für den Verbraucher durch Rückstände von Ampicillin auszugehen.

Aufgrund der ähnlichen antimikrobiellen Aktivität von Tetracyclin, Oxytetracyclin und Chlortetracyclin wurde für die 3 Wirkstoffe der gleiche ADI-Bereich von 0-3 µg/kg KG und Tag (EMA, 1995) festgelegt. Deshalb wurden für alle zur Lebensmittelerzeugung genutzten Arten identische Höchstmengen für Tetracyclin, Oxytetracyclin und Chlortetracyclin festgelegt. Sie liegen bei 600 µg/kg für Niere bzw. 100 µg/kg für Muskelfleisch (Verordnung (EU) Nr. 37/2010) für jeden der 3 Wirkstoffe.

Bei insgesamt 3.450 untersuchten Schweinen wurde in Muskulatur und Niere eines Tieres **Tetracyclin** in Konzentrationen von 222 µg/kg in der Muskulatur und 745 µg/kg in der Niere detektiert.

Für den Verzehr von Niere betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Verzehrer für die Langzeitaufnahme 0,078 g Niere/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer ca. 0,06 µg Tetracyclin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 2 % des ADI-Wertes von 3 µg/kg KG und Tag.

Für den Verzehr von Schweinefleisch betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Befragten für die Langzeitaufnahme 1,629 g Schweinefleisch/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer (95. Perzentil der Gesamtbevölkerung) ca. 0,36 µg Tetracyclin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 12 % des ADI-Wertes von 3 µg/kg KG und Tag.

Im Rahmen der Untersuchungen zum EÜP wurde **Oxytetracyclin** in der Muskulatur eines von 7 untersuchten Pferden mit einer Konzentration von 152 µg/kg detektiert.

Pferdefleisch gehört zu den selten verzehrten Lebensmitteln. Nach den Daten der NVS II betrug das 95. Perzentil aller Verzehrer für die Langzeitaufnahme 0,230 g Pferdefleisch/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer ca. 0,04 µg Oxytetracyclin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einer ADI-Ausschöpfung von ca. 1 % bezogen auf den ADI-Wert von 3 µg/kg KG und Tag.

602 Masthähnchen wurden auf Rückstände des Wirkstoffes **Doxycyclin** untersucht. Bei 3 Tieren wurden in der Muskulatur Konzentrationen im Bereich von 112 µg/kg bis 160 µg/kg gemessen. Die zulässige Höchstmenge für Doxycyclin im Muskelfleisch von Geflügel liegt bei 100 µg/kg (Verordnung (EU) Nr. 37/2010). Der mikrobiologische ADI-Wert² für Doxycyclin beträgt 3 µg/kg KG und Tag (EMA, 1997a).

Für den Verzehr von Geflügelfleisch betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Befragten für die Langzeitaufnahme 0,666 g Geflügelfleisch/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer (95. Perzentil der Gesamtbevölkerung), der ausschließlich Geflügelfleisch mit der höchsten im Rahmen des NRKP 2010 gemessenen Konzentration an Doxycyclin konsumiert, ca. 0,11 µg Doxycyclin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 3,6 % des ADI-Wertes.

Insgesamt wird keine Gefährdung der Verbraucher aufgrund des Verzehrs dieser mit Tetracyclinen belasteten Lebensmittel erwartet.

Der zur Gruppe der Chinolone gehörende Wirkstoff **Difloxacin** wurde bei der Untersuchung von insgesamt 17 Legehennen (Suppenhühnchen) in der Muskulatur eines Tieres detektiert. Die gemessene Konzentration von 431 µg/kg überschreitet die zulässige Höchstmenge von 300 µg/kg für Muskel (Verordnung (EU) Nr. 37/2010). Der ADI-Wert für Difloxacin beträgt 10 µg/kg KG und Tag (EMA, 2000).

Für den Verzehr von Fleisch von Suppenhühnern betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Verzehrer für die Langzeitaufnahme 0,170 g Fleisch/kg KG und Tag. Somit

² In Anlehnung an die Vorgehensweise des CVMP (Committee for Veterinary Medicinal Products) der EMA (European Medicines Agency) wird der mikrobiologische ADI-Wert für Berechnungen herangezogen, wenn dieser kleiner als der toxikologische oder pharmakologische ADI-Wert ist.

würde ein Vielverzehrer ca. 0,07 µg Difloxacin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 0,7 % des ADI-Wertes.

17 Legehennen (Suppenhühnchen) wurden auf Rückstände des Wirkstoffes **Sarafloxacin** untersucht. In der Leber eines Tieres wurde Sarafloxacin in einer Konzentration von 150 µg/kg gemessen. Es handelt sich dabei um dasselbe Tier, in dem auch schon Rückstände von Difloxacin detektiert wurden. Die zulässige Höchstmenge für Sarafloxacin in der Leber von Geflügel liegt bei 100 µg/kg (Verordnung (EU) Nr. 37/2010). Der (mikrobiologische) ADI-Wert für Sarafloxacin beträgt 0,4 µg/kg KG und Tag (EMA, 1996). Für den Verzehr von Geflügelleber betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Verzehrer für die Langzeitaufnahme 0,145 g Leber/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer ca. 0,02 µg Sarafloxacin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 5,4 % des ADI-Wertes.

Berücksichtigt man, dass es sich hier um ein einzelnes Tier handelt, in dessen verzehrsfähigem Gewebe Rückstände von Chinolonen gefunden worden, ist insgesamt im Hinblick auf die chronische Belastung nicht von einem Risiko für den Verbraucher auszugehen.

3.917 Schweine wurden auf Rückstände von **Sulfonamiden** untersucht. Die für alle zur Lebensmittelherstellung genutzten Arten gültigen Höchstmengen für die Summe aller Sulfonamide liegen sowohl für Muskelfleisch als auch für Niere bei 100 µg/kg (Verordnung (EU) Nr. 37/2010).

In Muskulatur eines von 3.915 getesteten Tieren und in der Niere eines weiteren Tieres wurden erhöhte Konzentrationen von **Sulfadiazin** gemessen. Diese lagen in der Nierenprobe bei 185,2 µg/kg und in der Muskulatur bei 146 µg/kg. Für Sulfadiazin wurde ein ADI-Wert von 0,02 mg/kg KG und Tag abgeleitet (APVMA, 2000). Für den Verzehr von Niere betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Verzehrer für die Langzeitaufnahme 0,078 g Niere/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer ca. 0,014 µg Sulfadiazin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 0,1 % des ADI-Wertes. Für den Verzehr von Schweinefleisch betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Befragten für die Langzeitaufnahme 1,629 g Schweinefleisch/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer ca. 0,24 µg Sulfadiazin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 1,2 % des ADI-Wertes.

Der Wirkstoff **Sulfathiazol** wurde in zwei von 117 untersuchten Honigproben mit Konzentrationen von 27,4 µg/kg bzw. 54,9 µg/kg detektiert. Für die Matrix Honig sind in der Verordnung (EU) Nr. 37/2010 keine Höchstmengen für Sulfonamide festgelegt, somit gilt die Nulltoleranz. Der Wirkstoff Sulfathiazol darf bei Bienen und -produkten nicht eingesetzt werden. Die gemessene Konzentration in Höhe von 54,9 µg/kg überschreitet die vom zuständigen Europäischen Referenzlabor empfohlene Konzentration für die Analysemethoden zur Bestimmung von Sulfonamiden in Honig von 50 µg/kg (CRL Guidance Paper, 2007). Im Rahmen der Aufklärung der Rückstandsursachen durch die zuständigen Behörden der Länder wurde ermittelt, dass die hier vorliegenden Befunde an Sulfathiazol auf die Anwendung des Wirkstoffes durch einen Hobby-Imker zurückzuführen sind. Es wurden ordnungs- und strafrechtliche Maßnahmen eingeleitet.

Berücksichtigt man, dass es sich hier um Einzelbefunde handelt, ist im Hinblick auf die chronische Belastung nicht von einem Risiko für den Verbraucher durch Rückstände von Sulfonamiden auszugehen.

Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse für die Stoffe der Gruppe B1

Die gesundheitliche Beeinträchtigung der Verbraucher durch die im Rahmen des NRKP 2010 gemessenen Rückstände von Stoffen mit antibakterieller Wirkung wird als sehr gering bewertet. Aufgrund der geringen Zahl von Rückstandsbefunden ist nicht von einem Risiko für den Verbraucher durch die Rückstände antibakteriell wirksamer Stoffe auszugehen. Anzumerken ist, dass vor allem bei wiederholter Exposition das Risiko der Ausbildung von Antibiotika-Resistenzen bestehen kann.

3.4.3 Gruppe B 2: Sonstige Tierarzneimittel

Im Jahr 2010 wurden im Rahmen des NRKP insgesamt 22.235 Proben auf sonstige Tierarzneimittel untersucht, davon wurden 11 (0,05 %) positiv getestet.

Im Rahmen des EÜP wurden im Jahr 2010 insgesamt 439 Proben von Tieren oder tierischen Erzeugnissen auf sonstige Tierarzneimittel untersucht, davon wurden zwei Proben (0,46 %) positiv getestet.

Anthelminthika (Gruppe B2a)

In der Niere einer von 94 untersuchten Kühen wurde **Diclofenac** in einer Konzentration von 20 µg/kg detektiert. Der ADI-Wert für Diclofenac beträgt 0,5 µg/kg KG und Tag (EMA, 2009). Die zulässige Höchstmenge liegt für Niere von Rindern bei 10 µg/kg (Verordnung (EU) Nr. 37/2010).

Für den Verzehr von Niere von Säugern betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Verzehrer für die Langzeitaufnahme 0,078 g Niere/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer ca. 0,002 µg Diclofenac/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 0,3 % des ADI-Wertes.

Im Rahmen der Untersuchungen zum EÜP wurde **Ivermectin**, ein weiterer Wirkstoff aus der Gruppe der Anthelminthika, in der Muskulatur eines von 27 untersuchten Fischen mit einer Konzentration von 7,9 µg/kg detektiert. Für die Matrix Fisch sind in der Verordnung (EU) Nr. 37/2010 keine Höchstmengen für Ivermectin festgelegt, somit gilt die Nulltoleranz. Der ADI-Wert für Ivermectin beträgt 10 µg/kg KG und Tag (EMA, 2004).

Für den Verzehr von Fisch (Süßwasserfische insgesamt) betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Verzehrer für die Langzeitaufnahme 0,150 g Fisch/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer ca. 0,002 µg Ivermectin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 0,02 % des ADI-Wertes.

Ein Risiko für den Konsumenten beim Verzehr dieser mit Anthelminthika belasteten Lebensmittel ist unwahrscheinlich.

Kokzidiostatika (Gruppe B2b)

Kokzidiostatika (und Histomonostatika) sind Stoffe, die zur Abtötung von Protozoen oder zur Hemmung des Wachstums von Protozoen dienen und sowohl als Tierarzneimittel als auch als Futtermittelzusatzstoffe zugelassen werden können.

Toltrazurilsulfon ist nicht als Futtermittelzusatzstoff, sondern ausschließlich als Tierarzneimittel zur Bekämpfung der Kokzidiose zugelassen. Der Hauptmetabolit von Toltrazuril (Handelsname: Baycox), ist ein Triazinonwirkstoff mit breitem antikomplexierendem Wirkungsspektrum zur oralen Anwendung für die Behandlung von Kokzidosen. Die empfohlene Behandlung von Kokzidosen bei Hühnern und Truthühnern ist die orale Applikation von Toltrazurilsulfon im Trinkwasser über zwei aufeinander folgende Tage mit jeweils 7 mg pro kg Körpergewicht. Aufgrund der Intensivhaltung sind alle, auch die nicht erkrankten, Vögel einer Herde zu behandeln.

Gemäß der Verordnung (EU) Nr. 37/2010 über pharmakologisch wirksame Stoffe und ihre Einstufung hinsichtlich der Rückstandshöchstmengen in Lebensmitteln tierischen Ursprungs sind die Rückstandshöchstgehalte von Toltrazurilsulfon in Geflügel- und in Säugetierarten unterschiedlich geregelt. Die entsprechenden Höchstgehalte für Toltrazurilsulfon in Leber und Muskel aus Geflügel sind 600 µg/kg bzw. 100 µg/kg. Toltrazuril darf nicht bei Geflügel angewendet werden, deren Eier für den menschlichen Verzehr bestimmt sind.

Im Tierversuch wird Toltrazuril bei Hühnern nach der Applikation von 8 mg/kg Körpergewicht über zwei aufeinander folgende Tage innerhalb von 4,5 Tagen zu 50 % und nach 15,5 Tagen zu 90 % über den Kot eliminiert (EMEA, 1998).

Bei insgesamt 80 untersuchten Truthühnern wurden in Leber und Muskulatur eines Tieres die Höchstgehalte von Toltrazurilsulfon in der Leber mit 1.285 µg/kg und in der Muskelprobe mit 346 µg/kg überschritten. Der ADI für Toltrazurilsulfon liegt bei 2 µg/kg Körpergewicht, entsprechend 120 µg pro Tag bei einer 60 kg Person (EMEA, 2004).

Aus den Daten der NVS II konnten für Muskulatur und Leber von Truthühnern keine Auswertungen vorgenommen werden, da sie entweder nicht verzehrt wurden (Truthahnleber) oder keine Abgrenzung der Daten möglich war (Truthahnfleisch/Putenfleisch). Deshalb wurden zur Beurteilung der Befunde an Toltrazurilsulfon in Leber von Truthahn näherungsweise die Verzehrdaten für Leber von Geflügel verwendet. Für den Verzehr von Geflügelleber betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Verzehrer für die Langzeitaufnahme 0,145 g/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer ca. 0,19 µg Toltrazurilsulfon/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 9 % des ADI-Wertes von 2 µg/kg KG und Tag.

Da der Verzehr von Truthahnfleisch aus den Daten der NVS II nicht abgelesen werden kann, wurde für die Expositionsschätzung der Befunde von Toltrazurilsulfon in Muskulatur von Truthahn Verzehrdaten für Muskelfleisch von Pute verwendet. Für den Verzehr von Putenfleisch betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Befragten für die Langzeitaufnahme 0,174 g Putenfleisch/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer (95. Perzentil der Gesamtbevölkerung) ca. 0,06 µg Toltrazurilsulfon/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 3 % des ADI-Wertes von 2 µg/kg KG und Tag.

Berücksichtigt man, dass es sich hier um ein einzelnes Tier handelt, in dessen verzehrsfähigem Gewebe Rückstände von Toltrazurilsulfon gefunden wurden, ist im Hinblick auf die chronische Belastung nicht von einem Risiko für den Verbraucher auszugehen.

Pyrethroide (B2c2)

Der zur Gruppe der Pyrethroide gehörende Wirkstoff Permethrin ist ein Gemisch aus vier Stereoisomeren (1R-trans, 1S-trans, 1R-cis, 1S-cis), wobei cis-Permethrin als toxischer beschrieben wird als trans-Permethrin (JMPR, 1999). Für Isomerengemische mit *cis:trans*-Verhältnissen von 25:75 bis 40:60 wurde vom JMPR ein ADI-Wert von 0,05 mg/kg KG abgeleitet, basierend auf dem NOAEL (No Observed Adverse Effect Level) von 5 mg/kg KG/d aus der 2-Jahresstudie an Ratten sowie der 1-Jahresstudie an Hunden und einem Sicherheitsfaktor von 100. Die Ableitung einer akuten Referenzdosis (ARfD) wurde aufgrund der geringen akuten Toxizität des im Jahr 1999 bewerteten technischen Permethrins nicht für erforderlich gehalten (JMPR, 1999). Im Jahr 2002 wurde für Permethrin (*cis:trans* 40:60) eine ARfD von 1,5 mg/kg KG abgeleitet, basierend auf dem NOAEL von 150 mg/kg KG aus der akuten Neurotoxizitätsstudie an Ratten und einem Sicherheitsfaktor von 100 (JMPR, 2002).

Näherungsweise wird diese ARfD auch zur Bewertung von trans-Permethrin herangezogen.

Im Rahmen des EÜP wurden in einer von 6 Proben Straußenfleisch Rückstände von trans-Permethrin in einer Konzentration von 0,0274 mg/kg bestimmt. Für Permethrin (Summe der Isomeren) ist gemäß der Verordnung VO (EG) Nr. 396/2005 ein Rückstandshöchstgehalt (RHG) von 0,05 mg/kg in Geflügelfleisch inkl. Straußenfleisch festgesetzt. Dieser Rückstandshöchstgehalt wurde eingehalten.

Mangels spezifischer Verzehrdaten zu Straußenfleisch wurden Verzehrdaten zu Hühnerfleisch verwendet. Was den chronischen Verzehr betrifft, ist dadurch mit einer deutlichen Überschätzung der verzehrten Mengen zu rechnen. Die akut verzehrte „large portion“ dürfte bei Straußen- und Hühnerfleisch hingegen vergleichbar sein.

Im EFSA-Modell PRIMo (EFSA, 2008) sind deutsche Kinder sowie Erwachsene aus dem Vereinigten Königreich (UK) als die Konsumentengruppen mit dem höchsten Verzehr an Hühnerfleisch relativ zum Körpergewicht ausgewiesen. Hühnerfleisch mit einem Rückstand von 0,0274 mg trans-Permethrin/kg würde auf Basis der „large portion“ für Erwachsene aus UK (66,7 kg Körpergewicht) einer Aufnahmemenge von 0,00032 mg/kg KG entsprechen und auf Basis der „large portion“ für deutsche Kinder im Alter von zwei bis fünf Jahren (16,15 kg Körpergewicht) einer Aufnahmemenge von 0,00031 mg/kg KG. Die Aufnahmemenge würde in beiden Fällen damit deutlich unterhalb der ARfD liegen. Dasselbe gilt entsprechend auch für die chronische Exposition bei Berücksichtigung mittlerer Verzehrsmengen und einem Vergleich der Exposition mit dem ADI-Wert.

Es ist weder ein akutes noch ein chronisches Risiko für Verbraucher durch den berichteten trans-Permethrin-Rückstand in Straußenfleisch zu erwarten.

NSAIDs (Gruppe B2e)

In der Muskulatur einer von 145 untersuchten Kühen wurden Rückstände von **Flunixin (Meglumin)** in Höhe von 91,8 µg/kg gemessen. Die zulässige Höchstmenge für Flunixin in Fleisch von Rindern liegt bei 20 µg/kg (Verordnung (EU) Nr. 37/2010). Der ADI-Wert für Flunixin beträgt 6 µg/kg KG und Tag (EMEA, 2000).

Für den Verzehr von Rindfleisch betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Verzehrer für die Langzeitaufnahme 0,767 g Fleisch/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer ca. 0,07 µg Flunixin/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 1,2 % des ADI-Wertes. In Anbetracht dieses Einzelbefundes ist hinsichtlich der chronischen Belastung nicht von einem Risiko für den Verbraucher durch Rückstände von Flunixin auszugehen.

Auf den Wirkstoff **Phenylbutazon** wurden 1.298 Mastrinder, 293 Kälber, 423 Kühe und 10 Pferde untersucht. Bei 2 Mastrindern wurden im Plasma Konzentrationen von 28,1 µg/kg und 42 µg/kg gemessen. Das Plasma eines der untersuchten Mastkälber wies eine Phenylbutazon-Konzentration von 49 µg/kg auf. Im Plasma einer Kuh wurde eine sehr hohe Konzentration an Phenylbutazon von 210.000 µg/kg detektiert. Diese Probe wurde auch auf Oxyphenbutazon Anhydrat – den Hauptmetaboliten des Phenylbutazons – untersucht und dabei eine Plasmakonzentration von 11 µg/kg gemessen. In der Leber eines Pferdes wurde Phenylbutazon in Höhe von 8,2 µg/kg nachgewiesen.

Der Wirkstoff Phenylbutazon darf bei Tieren, die der Lebensmittelgewinnung dienen, nicht angewandt werden. Die Ergebnisse weisen deshalb auf den illegalen Einsatz dieses Wirkstoffes hin. Dem BfR liegen für Phenylbutazon keine Daten zum Übergang des Wirkstoffes aus dem Plasma in verzehrbare Gewebe vor. Gerade im Hinblick auf die hohe Konzentration an Phenylbutazon, die im Plasma einer Kuh gemessen wurde, ist ein mögliches Vorkommen von Rückständen von Phenylbutazon in verzehrfähigen Geweben und tierischen Produkten nicht auszuschließen. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass es sich um Einzelbefunde im Plasma bzw. in der Leber eines Pferdes handelt. Hinsichtlich der chronischen Belastung ist nicht von einem Risiko für den Verbraucher durch Rückstände von Phenylbutazon auszugehen.

Sonstige Stoffe mit pharmakologischer Wirkung (Gruppe B2f)

Der Wirkstoff **Dexamethason** gehört zur Gruppe der synthetischen Kortikosteroide. Auf Rückständen von Dexamethason wurden 204 Kühe untersucht. In der Leber eines Tieres und in der Muskulatur zweier weiterer Tiere wurde Dexamethason in Konzentration von 3,8 µg/kg in der Leber und 4,74 µg/kg bzw. 13,7 µg/kg im Fleisch detektiert. Die zulässigen Höchstmengen für Dexamethason liegen für Rinderleber bei 2 µg/kg und für Rindfleisch bei 0,75 µg/kg (Verordnung (EU) Nr. 37/2010). Der ADI-Wert für Dexamethason beträgt 0,015 µg/kg KG und Tag (EMA, 1997b).

Für den Verzehr von Leber (Schwein, Rind, Kalb, Schaf/Lamm) betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Befragten für die Langzeitaufnahme 0,092 g Leber/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer (95. Perzentil der Gesamtbevölkerung) ca. 0,0004 µg Dexamethason/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 2,3 % des ADI-Wertes. Ein Risiko für den Konsumenten beim Verzehr dieser mit Dexamethason belasteten Leber ist unwahrscheinlich.

Für den Verzehr von Rindfleisch betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Verzehrer für die Langzeitaufnahme 0,767 g Fleisch/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer ca. 0,01 µg Dexamethason/kg KG und Tag aufnehmen. Dies entspricht einem Anteil von ca. 70 % des ADI-Wertes. Berücksichtigt man, dass es sich hier um einen Einzelbefund handelt, ist in Hinsicht auf die chronische Belastung nicht von einem Risiko für den Verbraucher durch Rückstände von Dexamethason in Rindfleisch auszugehen.

In einer von 20 Proben von Legehennen/Suppenhühnern wurde **Nikotin** in einer Konzentration von 0,121 mg/kg in Federn gefunden. Informationen zum Übergang von Nikotinrückständen aus Federn in verzehrbare Geflügelmatrices liegen dem BfR nicht vor.

An verschiedenen Speisepilzarten ist gezeigt worden, dass Nikotin aus entsprechend belasteter Luft oder von den Händen von Rauchern beim Kontakt leicht auf Pilze übergehen und zu hohen Rückständen auf/in den Pilzen führen kann (Eurofins, 2009). Insofern lässt sich ein Übergang von Oberflächenrückständen von Federn über die Haut ins Fleisch nicht gänzlich ausschließen, ist aber nicht quantifizierbar.

Würde Hühnerfleisch selbst Nikotinrückstände in einer Konzentration von 0,121 mg/kg enthalten, wäre ein Risiko für Verbraucher nicht auszuschließen: Im EFSA-Modell PRIMo (EFSA, 2008) sind deutsche Kinder sowie Erwachsene aus dem Vereinigten Königreich (UK) als die Konsumentengruppen mit dem höchsten Verzehr an Hühnerfleisch relativ zum Körpergewicht ausgewiesen. Hühnerfleisch mit einem Rückstand von 0,121 mg Nikotin/kg würde auf Basis der „large portion“ für Erwachsene aus UK (66,7 kg Körpergewicht) einer Aufnahmemenge von 0,00142 mg/kg KG entsprechen und auf Basis der „large portion“ für deutsche Kinder im Alter von zwei bis unter fünf Jahren (16,15 kg Körpergewicht) einer Aufnahmemenge von 0,00136 mg/kg KG.

ADI und ARfD für Nikotin wurden mit 0,0008 mg/kg KG/d festgesetzt (EFSA, 2009). Die hier berechneten Aufnahmemengen würde in beiden Fällen über dem ADI- bzw. ARfD-Wert von 0,0008 mg/kg KG/d liegen.

Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass Rückstände in Federn – wenn überhaupt – sicher nur zu einem geringen Teil in essbare Matrices von Legehennen/Suppenhühnern übergehen und dort auch eine Verdünnung erfahren würden. Aus dem berichteten Nikotin-Rückstand in Federn lässt sich nicht auf ein akutes oder chronisches Risiko für Verbraucher schließen.

3.4.4 Gruppe B 3: Andere Stoffe und Kontaminanten

Im Jahr 2010 wurden im Rahmen des NRKP insgesamt 6.941 Proben auf Umweltkontaminanten und andere Stoffe untersucht, davon wurden 760 (11 %) positiv getestet.

Im Rahmen des EÜP wurden im Jahr 2010 insgesamt 595 Proben von Tieren oder tierischen Erzeugnissen auf Umweltkontaminanten und andere Stoffe untersucht, davon wurden 12 Proben (2 %) positiv getestet.

Organische Chlorverbindungen, einschließlich PCB (Gruppe B3a)

Im Rahmen des NRKP wurden hinsichtlich der **Dioxine (PCDD/F) und dioxinähnlicher Polychlorierter Biphenyle (dl-PCB)** für Eier Überschreitungen der zulässigen Höchstgehalte festgestellt.

Als Grundlage einer gesundheitlichen Bewertung der Befunde wird die vom Scientific Committee on Food (SCF) in der Europäischen Union (EU) 2001 festgelegte wöchentliche tolerierbare Aufnahmemenge (TWI) für PCDD/F und dl-PCB von 14 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG herangezogen. Der TWI gibt die tolerierbare Menge eines Stoffes bezogen auf eine Woche an, die bei lebenslanger Aufnahme keine nachteiligen Auswirkungen auf die Gesundheit beim Menschen erwarten lässt.

Es wurden 133 Eiprobe auf Dioxine (WHO-PCDD/F-TEQ) sowie auf die Summe von Dioxinen und dl-PCB (WHO-PCDD/F-PCB-TEQ) untersucht. Nur eine Probe überschritt mit 3,53

pg WHO-PCDD/F-TEQ/g Fett den in der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 festgelegten Höchstgehalt für Dioxine in Eiern von 3 pg WHO-PCDD/F-TEQ/g Fett. Auch für die Summe von Dioxinen und dl-PCB überschritt diese Probe mit einer Konzentration von 6,1 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/g Fett den zulässigen Höchstgehalt von 6 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/g Fett.

Zur Berechnung eines Worst-Case-Szenarios wurde davon ausgegangen, dass ein Mensch sein Leben lang über den Verzehr von Eiern Konzentrationen an Dioxinen und dl-PCB aufnimmt, die der hier gefundenen Probe entsprechen. Nach den Daten der NVS II betrug das 95. Perzentil für die Langzeitaufnahme unter Berücksichtigung aller Befragten 0,851 g Ei/kg KG und Tag. Der durchschnittliche Fettgehalt von Eiern beträgt ca. 11,3% (Souci et al., 2000). Legt man diesen Wert zugrunde, so nimmt ein Mensch bei einem Verzehr von 0,851 g Ei/kg KG und Tag 0,096 g Eifett/kg KG und Tag auf. Somit würde ein Vielverzehrer (95. Perzentil der Gesamtbevölkerung), der die Probe mit dem hier gemessenen Gehalt an Dioxinen und dl-PCB (6,1 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/g Fett) verzehrt, ca. 0,59 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG und Tag aufnehmen. Das entspricht ca. 4,1 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG und Woche und damit einen Anteil von ca. 29 % des TWI-Wertes. Die im Rahmen des NRKP gezogenen Proben sind Einzelmessungen, die nicht durch eine repräsentative Probennahme gewonnen wurden. Die hier vorgestellte Betrachtung stellt eine Worst-Case-Berechnung dar. Die daraus resultierende Dioxinaufnahme des Verbrauchers wird nur in Einzelfällen auftreten (z.B. in einer von 133 Proben bei Eiern). Es ist deshalb nicht zu erwarten, dass die tolerable tägliche Aufnahme an Dioxinen und PCB über einen längeren Zeitraum überschritten wird.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass der gesundheitliche Verbraucherschutz hinsichtlich Dioxinen und dl-PCB trotz dieser Befunde sichergestellt ist. Allerdings sind die Anstrengungen, die allgemeine Belastung der tierischen Nahrungsmittel mit Dioxinen und PCB weiter zu verringern, unbedingt fortzusetzen, da immer wieder Einzelproben mit Höchstwertüberschreitungen gefunden werden.

Chemische Elemente (Gruppe B3c)

Im Jahr 2010 wurden insgesamt 452 Proben von Rindern und 26 Proben von Kälbern auf **Cadmium** untersucht. In Nieren von 12 der 288 auf Cadmium untersuchten Proben von Mastrindern (4,2 %) wurde Cadmium oberhalb des Höchstgehaltes von 1,0 mg Cadmium pro kg Nieren-Frischgewicht analysiert. Darüber hinaus überschritten 17 von insgesamt 164 untersuchten Proben von Kühen (10,4 %) den nach der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 geltenden Höchstgehalt für Cadmium von 1,0 mg/kg Nieren-Frischmasse.

Die Cadmium-Absorption über den Verdauungstrakt ist bei landwirtschaftlichen Nutztieren im Allgemeinen niedrig. Sie ist bei jungen Tieren höher als bei erwachsenen Tieren und kann zudem von verschiedenen Futterinhaltsstoffen beeinflusst werden. Rind, Schaf und Schwein absorbieren – wie alle Säugetiere – Cadmium sowohl über den Gastro-Intestinaltrakt als auch über die Lungen. Oral aufgenommenes Cadmium wird zu Anteilen zwischen 2 % und etwa 20 % absorbiert, wobei für den Wiederkäuer Werte von 11 % bzw. 18 % ermittelt wurden (Dorn, 1979). Beim Rind werden mehr als 70 % des oral zugeführten Cadmiums in den ersten 5 Tagen nach einer Einzelapplikation wieder ausgeschieden.

Der Gehalt an Cadmium in verschiedenen Geweben bzw. Organen des Tierkörpers ist nicht allein eine Funktion der absorbierten Anteile, sondern folgt auch einem ausgeprägten Gewebetropismus dieses Elements bzw. seiner biologischen Komplexe. Mit radioaktivem Cadmium (als Cadmiumchlorid) wurden etwa folgende Verteilungen im Rind ermittelt: 51 % der Dosis in der Leber, 24 % in den Nieren, jeweils 2 bis 3 % in Muskulatur, Knochen und Haut,

etwa 4 % bis 5 % im Magen-Darm-Trakt (Heeschen und Blüthgen, 1986). Andere Autoren sehen das Verhältnis der in Leber und Nieren retinierten Cadmium-Anteile umgekehrt (Vemmer, 1986). Nach einer Literaturlauswertung scheinen sich die mittleren Cadmium-Gehalte in der Leber bei Rindern auf Werte unter 0,4 mg pro kg Frischmasse (FM) zu belaufen, in der Niere auf Werte unter 1 mg/kg FM und in der Muskulatur auf solche unter 0,05 mg/kg FM (Kreuzer, 1973).

Für die Höhe der Gehaltswerte ist die Dauer der Exposition bzw. die Zeitspanne zwischen letzter Exposition des Tieres und der Untersuchung der betreffenden Gewebe von entscheidender Bedeutung. Auf Grund der langen biologischen Halbwertszeit nehmen die Cadmium-Gehalte in Leber und Niere mit dem Alter zu.

Cadmium ist in Lebensmitteln unerwünscht, weil es die Gesundheit des Verbrauchers schädigen kann. Die EFSA hat im Januar 2009 einen neuen Wert für die lebenslang tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge (TWI)³ von Cadmium abgeleitet. Diese liegt mit 2,5 µg/kg KG unter der durch den Gemeinsamen FAO/WHO-Sachverständigenausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe (JECFA) im Jahr 2010 neu evaluierten tolerierbaren monatlichen Aufnahmemenge für Cadmium von 25 µg/kg Körpergewicht (entsprechend TWI 5,8 µg/kg KG).

Für das Lebensmittel Rinderniere liegen keine Verzehrdaten vor. Deshalb wird mit den monatlichen Verzehrsmengen für Säugernieren gerechnet, die nur einen geringen Verzehranteil (3 %) aufweisen und nicht den Durchschnittsverzehr der Gesamtbevölkerung widerspiegeln. Bei einem mittleren wöchentlichen Verzehr von 0,133 g Niere (NVS II) pro kg Körpergewicht, welche den höchsten der bei Rindern ermittelten Cadmium-Gehalt von 3,3 mg Cadmium pro kg Nieren- Frischmasse aufweist, kann eine wöchentliche Gesamtaufnahme von 0,44 µg pro kg Körpergewicht Cadmium errechnet werden. Bezogen auf einen Verbraucher mit 60 kg Körpergewicht entspräche dies der Ausschöpfung des TWI zu 17,6 %.

Da von den insgesamt 452 Rindern, die auf chemische Elemente im Rahmen des NRKP untersucht worden sind nur in 29 Proben Cadmium-Gehalte in Nieren analysiert wurden, deren Werte den zulässigen Höchstgehalt von 1 mg/kg Frischgewicht überschritten und von diesen wiederum nur eine einzige Probe einen relativ hohen Gehalt an Cadmium aufwies (3,3 mg Cd/kg), kann für den kleinen Teil der Bevölkerung, der regelmäßig Rinderniere verzehrt, geschlossen werden, dass die Wahrscheinlichkeit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung gering ist.

Insgesamt wurden 1.438 Proben von **Schweinen** auf **Cadmium** untersucht. Dabei wiesen 22 Proben von Nieren Cadmiumgehalte zwischen 1,01 mg/kg und 3,3 mg/kg auf und lagen damit oberhalb des zulässigen Höchstgehaltes von 1,0 mg/kg Frischgewicht für Nieren.

³ Die tolerierbare bzw. zulässige wöchentliche Aufnahmemenge (TWI; Tolerable Weekly Intake) ist die Menge eines beliebigen Stoffes, der über die gesamte Lebenszeit pro Woche aufgenommen werden kann, ohne spürbare Auswirkungen auf die Gesundheit der Verbraucher zu haben. Der Gemeinsame FAO/WHO-Sachverständigenausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe (JECFA; Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) hat 1988 für Cadmium eine vorläufig tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge (PTWI) von 7 µg/kg Körpergewicht festgelegt, die im Jahr 2003 erneut von der JECFA bestätigt wurde. 1995 wurde diese vorläufige tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge ebenfalls vom damaligen Wissenschaftlichen Lebensmittelausschuss der EU bestätigt. Dieser Wert wurde bei einer Evaluierung von Cadmium durch die JECFA im Jahr 2010 auf eine vorläufige tolerierbare monatliche Aufnahmemenge (PTMI) von 25 µg/kg Körpergewicht gesenkt, entsprechen einem PTWI von 5,8 µg/kg Körpergewicht.

In Analogie zu den Befunden bei Rindern wies auch bei den Untersuchungen der Proben von Schweinenieren eine der insgesamt 1.438 untersuchten Proben einen relativ hohen Gehalt an Cadmium auf (2,55 mg Cd/kg Frischgewicht).

Grundsätzlich kann bei Schweinen – wie bei den Wiederkäuern – von einer vergleichsweise geringen enteralen Absorptionsrate (<0,5 % bis 3 %) und einer ausgeprägten dosis- und zeitabhängigen Kumulation von Cadmium in der Niere ausgegangen werden. Die Cadmium-Gehalte in der Niere erreichen in Abhängigkeit von der Zeit dabei höhere Werte als die mittleren Cadmium-Gehalte der verabreichten Futtermischung (Vemmer und Petersen, 1978). Zwischen dem mittleren Cadmium-Gehalt in der Futtermischung und den mittleren Gehalten an Cadmium in der Niere besteht eine nahezu lineare Abhängigkeit. Es kann somit angenommen werden, dass es sich bei dem ermittelten Maximalwert von 2,55 mg Cd/kg Frischgewicht Niere entweder um die Probe eines vergleichsweise alten Tieres gehandelt haben muss und/oder um ein Schwein, welches einer ungewöhnlich hohen Cadmium-Aufnahme über das Futter ausgesetzt war. In diesem Zusammenhang muss auch die Möglichkeit der Aufnahme kontaminierten Bodens in Betracht gezogen werden. Bekannt ist, dass bei Schweinen, die in Ausläufen oder im Freien gehalten werden, die Aufnahme an (kontaminiertem) Boden beträchtlich ist und Werte bis zu 8 % bezogen auf die tägliche Trockenmassaufnahme erreichen kann (Fries et al., 1982).

Schweinenieren werden nur sehr selten verzehrt. Die Schätzungen des üblichen Schweinenieren-Verzehrs auf Basis der NVS II-Daten sind sehr unsicher und können für den üblichen Verzehrer zu einer Überschätzung oder aber für spezielle Bevölkerungsgruppen mit regelmäßigem Verzehr zu einer Unterschätzung der tatsächlichen Cadmiumbelastung führen.

Die mittlere Verzehrsmenge der Verzehrer von Säugernieren (Verzehranteil 3%) liegt nach der NVS II bei wöchentlich 0,133 g pro kg Körpergewicht. Bei einem Gehalt für Cadmium von 2,55 mg/kg in einer Schweineniere würde der Verbraucher wöchentlich 0,34 µg pro kg Körpergewicht, entsprechend einer Ausschöpfung des TWI von 13,6 % aufnehmen. Bei einem Vielverzehrer von Nieren mit einem täglichen Verzehr von 0,078 g/kg Körpergewicht (95. Perzentil nach der NVS II) wäre die Ausschöpfung des TWI von 2,5 µg/kg Körpergewicht bei 22 %.

Bei Höchstmengenregelungen für Schwermetalle in (Futter- und) Lebensmitteln steht nicht die akute Vergiftungsgefahr als Gefährdungspotenzial im Mittelpunkt der Betrachtung, sondern vielmehr die tägliche Aufnahme geringer Dosen über vergleichsweise lange Zeiträume. Als Maßnahmen für den gesundheitlichen Verbraucherschutz leiten sich daraus neben der Festsetzung von Höchstgehalten die Einhaltung von Qualitätsparametern bei Produktion, Transport, Lagerung und Weiterverarbeitung sowie die Aufklärung des Verbrauchers ab. Das Ziel besteht darin, eine Senkung der Schwermetallkontamination in den (Futter- und) Lebensmitteln auf das niedrigste, technisch erreichbare Niveau zu erzielen. Da ein vollständiger Schutz vor schädlichen Einflüssen durch die Aufnahme von Cadmium, Blei und Quecksilber über Lebensmittel tierischen Ursprungs nicht möglich ist, muss das verbleibende gesundheitliche Restrisiko minimiert werden.

Insgesamt wurden 32 Proben von **Schafen** auf Umweltkontaminanten untersucht. Dabei hatte eine Niere eines Mastlamms einen **Cadmium**gehalt von 1,37 mg/kg und lag damit oberhalb des zulässigen Höchstgehaltes von 1,0 mg/kg Frischgewicht.

Wiederkäuer und Pferde nehmen während ihrer gesamten Lebensdauer Cadmium sowohl mit dem Grundfutter (Weidegras/Heu, Silagen) als auch über die direkte Aufnahme von Bo-

den(partikeln) auf. In bestimmten Regionen kann dies zu einer unerwünschten Cadmiumakkumulation in den Nieren führen.

Bei allen lebensmittelliefernden Tieren sind die Nieren dasjenige Organ, in dem die Akkumulation von Cadmium zuerst Gehalte erreicht, die die zulässigen Höchstgehalte für Kontaminanten in Lebensmitteln überschreiten. Neuere Kalkulationen auf der Basis von Meta-Analysen von entsprechenden Fütterungsversuchen kommen zu dem Schluss, dass die Cadmiumgehalte in den Nieren von Schafen schon nach 130 Fütterungstagen die zulässigen Höchstgehalte überschreiten, wenn den Tieren Futtermitteln verabreicht werden, deren Cadmiumgehalte den Bereich der zulässigen Höchstgehalte nicht überschreiten (Prankel et al., 2004; Prankel et al., 2005).

Ein gesundheitliches Risiko für den Verbraucher ist immer von der Exposition abhängig. Entscheidend ist, wie oft und wie lange der Verbraucher welche Menge an Umweltkontaminanten wie z.B. Cadmium, Quecksilber oder Blei mit den Lebensmitteln aufnimmt bzw. aufgenommen hat. Grundsätzlich gilt: Ohne Exposition kein gesundheitliches Risiko.

Aus dem Expositionsszenario lässt sich ableiten, dass sich aus dem gelegentlichen Verzehr von Schlachtnebenprodukten, insbesondere von Nieren, welche Gehalte an Umweltkontaminanten wie Cadmium, Quecksilber oder Blei aufweisen, die die lebensmittelrechtlich zulässigen Höchstgehalte maßvoll überschreiten, ein unmittelbares gesundheitliches Risiko für den Verbraucher nicht ergibt. Dennoch sollten Verbraucher wegen der Bioakkumulation einiger Schwermetalle im Organismus des Menschen grundsätzlich so wenig Cadmium wie möglich mit der Nahrung aufnehmen.

Bei vier von acht untersuchten Proben von **Pferden** wurden **Cadmiumgehalte** nachgewiesen, die über den zulässigen Höchstgehalten lagen. Der Leberwert eines Pferdes unter 2 Jahren betrug 5,26 mg/kg, der eines älteren Pferdes sogar 14,2 mg/kg (Höchstgehalt: 0,5 mg/kg). Die Cadmiumgehalte in der Muskulatur von zwei Pferden betragen 0,395 mg/kg und 1,13 mg/kg (Gesetzlicher Höchstgehalt: 0,2 mg/kg).

Das Stoffwechselverhalten von Cadmium bei Pferden unterscheidet sich von dem der anderen landwirtschaftlichen Nutztiere. Verglichen mit Gehaltswerten von Wiederkäuern und Schweinen zeigen Untersuchungen an Schlachtpferden, dass die Cadmium-Gehalte in Niere, Leber und Muskulatur oftmals auf einem wesentlich höheren Niveau liegen. Pferde scheinen über ein ausgeprägtes Anreicherungsvermögen gegenüber Cadmium zu verfügen, dass sich nicht allein durch eine altersbedingte Akkumulation oder durch Unterschiede in Fütterung und Haltung erklären lässt (Schenkel, 1990).

Der Anteil derjenigen Verbraucher, die Lebensmittel verzehren, die aus Pferdefleisch stammen, ist in Deutschland sehr gering und liegt bei etwa 0,3 % der gesamten Bevölkerung. Bei einem mittleren Verzehr (bezogen auf die Verzehrer) von 0,088 g Pferdefleisch pro Tag und kg Körpergewicht lässt sich für diese Verbrauchergruppe eine wöchentliche Cadmium-Aufnahme infolge des Verzehrs von Pferdefleisch mit einem Gehalt von 1,13 mg/kg eine Aufnahme von 0,70 µg/kg Körpergewicht kalkulieren. Dies entspricht einer Ausschöpfung des TWI von 28 %.

Zusätzlich wies von 43 untersuchten Proben von **Truthühnern** lediglich eine Muskelprobe mit einem **Cadmiumgehalt** von 0,084 mg/kg eine Überschreitung des gesetzlichen Höchstgehalts von 0,05 mg/kg auf.

In insgesamt 1.928 untersuchten Proben von **Rindern, Schweinen, Schafen/Ziegen, Pferden** und **Kaninchen** wurden keine **Blei**gehalte ermittelt, die die gesetzlichen Höchstgehalte von Blei in den entsprechenden Organen und der Muskulatur übertrafen. Für die 94 untersuchten Wildproben gibt es keine gesetzlichen Höchstgehalte für Schwermetalle wie Blei und Cadmium.

Blei weist – vergleichbar den Bedingungen bei Cadmium – eine ausgeprägte dosis- und altersabhängige Affinität zu einzelnen Organen bzw. Schlachtnebenprodukten auf. Blei kann beim Wiederkäuer sowohl in Nieren- und Lebergewebe als auch im Knochengewebe akkumulieren und dort zu messbaren Rückständen führen. Die Belastung von Tieren mit Blei ist hauptsächlich auf das Futter zurückzuführen und nimmt zu, wenn (Grund- bzw. Halm-) Futtermittel bedeutende Mengen kontaminierter Erde enthalten. Rinder und Schafe gelten als empfindlichste Tierarten gegenüber den toxischen Wirkungen von Blei.

Analog zu den beim Cadmium beschriebenen Bedingungen ist selbst bei längerfristig erhöhter Exposition eine als bedenklich einzustufende Akkumulation von Blei im Muskelgewebe von Wiederkäuern aus landwirtschaftlicher Haltung nicht zu erwarten.

Für Cadmium, Blei und Quecksilber existieren europaweit verbindliche Höchstgehalte für verschiedene Lebensmittel, die zusammen mit Höchstgehalten anderer Kontaminanten in der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 festgelegt sind. Für Quecksilber sind darin allerdings lediglich Höchstmengen für Fisch und Fischereierzeugnisse aufgeführt. In der Verordnung (EG) Nr. 396/2005 über Höchstgehalte für Pestizidrückstände in oder auf Lebens- und Futtermittel pflanzlichen und tierischen Ursprungs wird für Quecksilber auch für tierische Lebensmittel wie Fleisch und Innereien ein allgemeiner Grenzwert von 0,01 mg/kg festgelegt. Allerdings nimmt die nationale Rückstandshöchstmengenverordnung Quecksilberrückstände, die über Luft, Wasser und Boden in das Lebensmittel gelangen, von dieser Regelung aus, so dass kein rechtlicher Höchstgehalt für Quecksilber festgelegt ist.

Bei 10 von 288 untersuchten Rindern (3,5 %) und 7 von 164 Kühen (4,3 %) wurden in der Niere bzw. in der Leber **Quecksilber**gehalte nachgewiesen, deren Werte geringgradig über dem Höchstgehalt der Verordnung (EG) Nr. 396/2005 von 0,01 mg/kg lagen. Die maximal gemessenen Gehalte für Quecksilber lagen bei 0,012 mg/kg in der Leber und 0,061 mg/kg in der Niere. Bei den 26 untersuchten Kälbern kam es zu keinen Überschreitungen des Höchstgehalts.

Von 1.488 untersuchten Proben von Schweinen wurden mit 0,011 mg/kg bis 0,053 mg/kg in 48 Leberproben (3,2 %) und mit 0,011 bis 0,169 mg/kg in 199 Nierenproben (13,4 %) Gehalte über dem Höchstgehalt von 0,01 mg/kg gemessen. Über diesem Höchstgehalt lagen ebenfalls 14 Leberwerte und 7 Nierenwerte von Ferkeln.

Von insgesamt 79 untersuchten Proben von Wildtieren lagen die Leberwerte von 21 Wildschweinen (26,6 %) sowie die Nierenwerte von 13 Wildschweinen (16,4 %) und jeweils einem Damhirsch und Rothirsch über dem Grenzwert der Rückstandshöchstmengen-Verordnung (RHmV) von 0,01 mg/kg für Quecksilber. Mit einem Maximalwert von 1,25 mg/kg hatte die Niere eines Wildschweins den höchsten Wert aller auf Quecksilber untersuchten Proben im NRKP im Jahr 2010 mit einer 125-fachen Überschreitung des zulässigen Höchstgehalts.

Quecksilber ist eine Umweltkontaminante, die in verschiedenen chemischen Formen vorkommt. Die unterschiedlichen Bindungsformen unterscheiden sich sowohl hinsichtlich ihres stoffwechselkinetischen Verhaltens als auch hinsichtlich ihrer toxischen Wirkung. Anorgani-

sche Quecksilberverbindungen in Lebensmitteln sind weitaus weniger toxisch als organisches Methylquecksilber, das vor allem in Fischen und Meeresfrüchten enthalten ist.

Im Vergleich zu anorganischem Quecksilber wird Quecksilber in organischer Bindung zu einem höheren Anteil enteral absorbiert und weist eine deutlich längere biologische Halbwertszeit auf. Die Absorption wird bei Wiederkäuern mit 60 bis 70 % der aufgenommenen Menge angegeben. Die Ausscheidung erfolgt vor allem über den Kot. Im Organismus liegen die Quecksilbergehalte in Leber und Niere meist deutlich über denjenigen in der Muskulatur.

Da der Einsatz von Fischmehl in der Fütterung von Rindern, Schafen und Schweinen wegen futtermittelrechtlicher Restriktionen im Zusammenhang mit Vorschriften zur Verhütung, Kontrolle und Tilgung bestimmter transmissibler spongiformer Enzephalopathien (TSE) seit Jahren verboten bzw. extrem eingeschränkt und nur in Ausnahmesituationen erlaubt ist, kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei den vorliegenden Befunden derjenigen Proben von Nieren und Lebern, die als positiv beanstandet wurden, um Effekte einer umweltbedingten Kontamination von Futtermitteln ausschließlich mit anorganischen Quecksilberverbindungen handelt. Die teilweise besonders hohen Quecksilberbelastungen in einzelnen Nierenproben können möglicherweise von älteren Tieren (älter als 2 Jahren) stammen. Diese wären nach der Verordnung (EG) Nr. 854/2004 mit besonderen Vorschriften für die amtliche Überwachung von zum menschlichen Verzehr bestimmten Erzeugnissen tierischen Ursprungs, Artikel 5 Nr. 3e in Verbindung mit Anhang I Abschnitt II Kapitel V Nr. 1k als genusuntauglich zu erklären, wenn die Tiere aus Regionen stammen, in denen bei der Durchführung von Rückstandskontrollplänen gemäß der Richtlinie 96/23/EG festgestellt wurde, dass die Umwelt allgemein mit Schwermetallen belastet ist.

Für anorganisches Quecksilber von anderen Lebensmitteln als von Fisch hat die Gemeinsame Expertenkommission für Lebensmittelzusatzstoffe der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) (JECFA; Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) eine vorläufige lebenslang tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge (provisional tolerable weekly intake; PTWI) für den Menschen von 4,0 µg pro kg Körpergewicht festgelegt (JECFA, 2010).

Auf Grund der Tatsache, dass im Organismus die Quecksilbergehalte in Leber und Niere immer deutlich über denjenigen in der Muskulatur liegen, ist beim Verzehr von Rindfleisch und Rindfleischprodukten kein gesundheitliches Risiko infolge der Aufnahme von Quecksilber zu erwarten.

Die Bewertung der Gehalte an Quecksilber in Schlachtnebenprodukten von Mastrindern und Kühen trifft im Wesentlichen auch auf die Bedingungen bei Mastschweinen zu.

Auch bei Schweinen kann davon ausgegangen werden, dass die auffälligen Befunde ausschließlich auf Effekte umweltbedingter Kontamination zurückgeführt werden können. In Analogie zu der Bewertung bei Rindern ist die Wahrscheinlichkeit, dass aus dem Verzehr der untersuchten Organe und Körpergewebe von Mastschweinen ein gesundheitliches Risiko aufgrund der Quecksilbergehalte erwächst, unwahrscheinlich.

Ausführungen, wie sie am Beispiel der Bewertung des Cadmiums mit Blick auf die Problemfelder Expositionsschätzung und Ermittlung von Verzehrdaten vorgenommen wurden, sind auf die Bedingungen für Quecksilber bei Schweinen sowie allen anderen lebensmittelliefernden Säugern und Vögeln zu übertragen.

Aus dem höchsten der bei Rindern analysierten Quecksilbergehalt in der Niere von 0,061 mg Quecksilber/kg und einer mittleren wöchentlichen Verzehrsmenge an Nieren von 0,133 g Niere/kg Körpergewicht ergibt sich eine wöchentliche Quecksilberaufnahme von 0,008 µg/kg Körpergewicht. Dieser Wert entspricht einer Ausschöpfung des PTWI von 0,2 %. Daher ist die Wahrscheinlichkeit, dass aus dem Verzehr von Rinderleber und Rindernieren eine gesundheitliche Beeinträchtigung des Verbrauchers resultiert, sehr gering.

In Analogie zu den Befunden bei den Rindern würde sich aus der täglichen Verzehrsmenge (Vielverzehrer: 0,078 g/kg KG) und dem höchsten bei Schweinen analysierten Quecksilbergehalt in der Niere (0,169 mg/kg) eine Ausschöpfung des PTWI von 2,3 % ergeben. Die Wahrscheinlichkeit eines gesundheitlichen Risikos aufgrund der Quecksilbergehalte in den untersuchten Organen und Körpergeweben von Schweinen ist somit auszuschließen.

Im Nationalen Rückstandskontrollplan wurden im Jahre 2010 insgesamt 187 Proben von Rindern auf **Kupfer** untersucht. Die Rückstandshöchstgehalte für Kupfer in Lebensmittel tierischer Herkunft sind in der Verordnung (EG) Nr. 149/2008 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 396/2005 festgelegt.

Die Kupferwerte in Lebern von neun von 20 Kälbern (45 %), 11 von 47 Mastrindern (23,4 %) und acht von 120 Kühen (6,7 %) lagen über dem Höchstgehalt für Kupfer in Rinderleber von 30 mg/kg in Bezug auf das Frischgewicht. Der Maximalgehalt für Kupfer in der Leber einer Kuh lag bei 298 mg/kg.

Von 563 untersuchten Schweineproben lagen insgesamt 38 Leberproben mit Kupfergehalten von 31,2-239 mg/kg (6,7 %) und zwei Nierenproben (33-100 mg/kg) über dem Höchstgehalt von 30 mg/kg für Kupfer in Schweineleber.

Von fünf untersuchten Proben von Schafen und Ziegen hatte ein Mastlamm mit einem Leberwert von 265 mg/kg eine Höchstwertüberschreitung. Schafe sind als kleine Wiederkäuer besonders empfindlich gegenüber einer erhöhten Kupferexposition. Jeweils eine Reh- und Rotwildleber von insgesamt 52 untersuchten Wildproben hatten mit 36 mg/kg und 34 mg/kg Kupfergehalte geringgradig über dem Höchstwert von 30 mg/kg.

Bei 11 auf ihren Kupfergehalt untersuchten Honigproben waren mit 0,238-0,5 mg/kg bei drei Proben (27,3 %) Überschreitungen des Höchstgehalts von 0,01 mg/kg nach Artikel 18 1b der Verordnung (EG) 396/2005 über Höchstgehalte an Pestizidrückständen in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs nachgewiesen worden.

Im Gegensatz zu den weiter oben aufgeführten nichtessentiellen Schwermetallen Cadmium, Quecksilber und Blei ist Kupfer ein lebenswichtiges Spurenelement, das von tierischen und pflanzlichen Organismen zur Steuerung des Metabolismus und zum Wachstum benötigt wird. Aus diesem Grund werden Kupfer und dessen Verbindungen auch als Futtermittelzusatzstoff bei landwirtschaftlichen Nutztieren verwendet.

Das Spurenelement Kupfer ist als essentieller Bestandteil vieler Enzyme und Co-Enzyme und als Co-Faktor von Metalloenzymen wichtig für den Hämoglobinaufbau und den Sauerstofftransport, für die Funktion von Gehirn und Nerven, den Aufbau von Knochen und Bindegewebe, der Pigmentierung von Haut und Haaren, das Immunsystem und die antioxidative Wirkung von Kupfer schützt die Zellen vor freien Radikalen.

Kupfer wird aus dem Magen und dem Darm absorbiert, die Absorptionsrate beträgt ca. 35-70 % und ist homöostatisch reguliert. Die Leber ist das zentrale Organ des Kupferstoffwech-

sels, in der Kupfer z.T. gespeichert wird. Hohe Kupfergehalte finden sich vor allem in der Leber und im Gehirn. Ausgeschieden wird Kupfer zu 80 % über die Galle.

Kupfer und dessen Verbindungen werden in der Landwirtschaft auch als Pflanzenschutzmittel verwendet. Die Durchführungsverordnung (EU) Nr. 540/2011 regelt die Anwendung von Kupferverbindungen als Bakterizid und Fungizid im Pflanzenschutz, wobei diese insbesondere im ökologischen Landbau und bei Sonderkulturen wie Wein, Hopfen und Obst verwendet werden. Die Applikation von Reinkupfer im ökologischen Landbau ist auf 6 kg pro ha und Jahr reglementiert, diese Anwendung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln kann theoretisch über Futtermittel zu einer erhöhten Kupferexposition bei Nutztieren führen, ist aber aktuell vor allem aus Bodenschutzaspekten in der öffentlichen Diskussion.

Der gemeinsame FAO/WHO-Sachverständigenausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe (JECFA) empfiehlt für Kupfer eine vorläufige maximal tolerierbare tägliche Aufnahme (Provisional Maximum Tolerable Daily Intake; PMTDI) von 0,05-0,5 mg pro kg Körpergewicht.

Der wöchentliche mittlere Verzehr von Rinderleber wird nach der NVS II (alle Befragte) für einen deutschen Erwachsenen mit 0,126 g pro kg Körpergewicht angenommen. Beim Verzehr von 0,126 g Rinderleber pro kg Körpergewicht mit einem Gehalt von maximal 298 mg Kupfer pro kg Leber-Frischmasse würde ein Verbraucher 37,5 µg Kupfer pro Woche aufnehmen und damit die tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge (TWI) zu 7,5 % ausschöpfen. Ein gesundheitliches Risiko für den Verbraucher mit mittlerem Verzehr ist bei einem solchen Befund nicht zu erwarten.

Nach den Daten der NVS II für den Verzehr von Leber (Schwein, Rind, Kalb, Schaf/Lamm) betrug das 95. Perzentil aller Befragten für die Langzeitaufnahme 0,092 g Leber pro kg Körpergewicht und Tag. Dementsprechend wäre beim Verzehr von Schweineleber mit einem Höchstgehalt von 239 mg/kg die tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge (TWI) für Kupfer mit einem PMTDI von 0,05 mg/kg zu 44 % und bei einem entsprechenden Verzehr von Schafsleber zu 48,8 % ausgeschöpft.

Im EFSA-Modell PRIMo (EFSA, 2008) sind deutsche Kinder als die Konsumentengruppe mit dem höchsten Verzehr von Honig relativ zum Körpergewicht ausgewiesen. Die Verzehrdaten entsprechen den Daten der VELS-Studie für deutsche Kinder im Alter von 2 bis unter 5 Jahren. Der Maximalwert für Honigverzehr liegt bei 1,37 g/kg Körpergewicht und somit bei 22,1 g Honig pro Tag bei einer Körpermasse von 16,15 kg.

Bei einem Maximalgehalt von 0,5 mg/kg Kupfer in Honig würde ein Kind mit einem Verzehr von 22,10 g pro Tag eine tägliche Kupfermenge von 11,05 µg, entsprechend 0,68 µg/kg Körpergewicht aufnehmen und würde allein durch den Verzehr von Honig den maximalen PMTDI von 0,5 mg /kg Körpergewicht zu 2 % ausschöpfen.

Die Wahrscheinlichkeit eines gesundheitlichen Risikos von Kindern durch den Verzehr von Honig mit einem maximalen Kupfergehalt von 0,5 mg/kg ist auch bei dieser 50-fachen Überschreitung des zulässigen Höchstgehalts von 0,01 mg/kg auszuschließen.

Farbstoffe (Gruppe B3e)

In Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs dürfen keine Rückstände von **Malachitgrün** und **Leukomalachitgrün** enthalten sein. Eine Anwendung dieser Stoffe als Tierarzneimittel in Aquakulturen, die der Lebensmittelgewinnung dienen, ist nicht zulässig.

Die vorliegenden toxikologischen Daten sind nicht ausreichend, einen ADI festzulegen (BfR, 2008). Das wissenschaftliche Gremium der EFSA für Lebensmittelzusatzstoffe, Verarbeitungshilfsstoffe und Materialien, die mit Lebensmitteln in Kontakt kommen (AFC) kam zu der Einschätzung, dass Malachitgrün und Leukomalachitgrün zur Gruppe der Farbstoffe gehören, die als genotoxisch und/oder karzinogen zu betrachten sind (AFC, 2005). Für die Risikobewertung von Rückständen von genotoxischen und kanzerogenen Substanzen in Lebensmitteln und Futtermitteln empfiehlt die EFSA die Nutzung des Margin of Exposure (MOE) (EFSA, 2005).

Im Rahmen des NRKP wurden 264 Forellen aus Aquakulturen auf Rückstände von **Leukomalachitgrün** untersucht. Im Muskelfleisch von 9 Forellen wurde Leukomalachitgrün im Konzentrationsbereich von 0,0013 mg/kg bis 0,056 mg/kg detektiert. In einer dieser Forellen wurde in der Muskulatur auch Gesamt-Malachitgrün in einer Konzentration von 0,02 mg/kg nachgewiesen, in einer weiteren Forellenprobe wurde Gesamt-Malachitgrün in Höhe von 0,00081 mg/kg gemessen.

Für den Verzehr von Forellen betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Befragten für die Langzeitaufnahme 0,150 g Fisch/kg KG und Tag. Legt man der Berechnung die höchstbelastete Forellenprobe zugrunde, würde ein Vielverzehrer (95. Perzentil der Gesamtbevölkerung) ca. 0,008 µg Leukomalachitgrün/kg KG und Tag aufnehmen. Unter Nutzung dieser Verbraucherexposition ist der errechnete Wert für den MOE 1.547.619.

Von 142 untersuchten Karpfen wiesen 4 Tiere in der Muskulatur Rückstände von Leukomalachitgrün im Konzentrationsbereich von 0,0021 mg/kg bis 0,0057 mg/kg auf.

Für den Verzehr von Karpfen betrug nach den Daten der NVS II das 95. Perzentil aller Befragten für die Langzeitaufnahme 0,343 g Fisch/kg KG und Tag. Legt man der Berechnung die höchstbelastete Karpfenprobe zugrunde, würde ein Vielverzehrer (95. Perzentil der Gesamtbevölkerung) ca. 0,002 µg Leukomalachitgrün/kg KG und Tag aufnehmen. Unter Nutzung dieser Verbraucherexposition ist der errechnete Wert für den MOE 6.649.276.

Liegt der MOE bei 10.000 oder darüber, schätzt die EFSA das gesundheitliche Risiko eher niedrig ein. Somit ist das Risiko einer gesundheitlichen Beeinträchtigung aufgrund des Verzehrs von Fischen mit hier berichteten Rückständen an Malachitgrün und Leukomalachitgrün als sehr gering zu betrachten.

Sonstige Verbindungen (Gruppe B3f)

Ausgangspunkt für die Risikocharakterisierung einer ein- oder mehrmaligen oralen Aufnahme von **DEET (N,N-Dimethyl-m-toluamid)** über Rückstände in Lebensmitteln ist der NOAEL für die Neurotoxizität aus der 8-Wochen-Studie an Hunden (75 mg/kg KG/d). Bei Annahme einer quantitativen oralen Absorption und unter Verwendung des Standardsicherheitsfaktors sollte bei der oralen Aufnahme von DEET ein „Margin of Safety“ von 100 nicht unterschritten werden. Somit können Aufnahmemengen von bis zu 0,75 mg/kg KG/Tag als gesundheitlich unbedenklich angesehen werden. Dieser vorläufige TDI (Tolerable Daily Intake) kann sowohl zur Bewertung einer akuten als auch einer chronischen diätetischen Exposition gegenüber DEET verwendet werden (BfR, 2009).

In einer von 59 Proben Bienenhonig wurden Rückstände von DEET in einer Konzentration von 0,021 mg/kg bestimmt. Im EFSA-Modell PRIMo (EFSA, 2008) sind deutsche Kinder als die Konsumentengruppe mit dem höchsten Verzehr an Honig relativ zum Körpergewicht ausgewiesen. Honig mit einem Rückstand von 0,021 mg DEET/kg würde auf Basis der „large portion“ für deutsche Kinder im Alter von zwei bis unter fünf Jahren (16,15 kg Körpergewicht) einer Aufnahmemenge von 0,000029 mg/kg KG entsprechen und damit um mehrere Größenordnungen unterhalb der toxikologisch noch als unbedenklich anzusehenden Schwelle von 0,75 mg/kg KG liegen. Dasselbe gilt entsprechend auch für die chronische Exposition bei Berücksichtigung mittlerer Verzehrsmengen für Honig.

Es ist weder ein akutes noch ein chronisches Risiko für Verbraucher durch den berichteten DEET-Rückstand in Honig zu erwarten.

3.5 Referenzen

AFC, 2005: Opinion of the AFC Panel to review the toxicology of a number of dyes illegally present in food in the EU.

http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale-1178620753812_1178620764312.htm

APVMA, 2000: Australian Pesticide and Veterinary Medicines Authority, National Registration Authority for Agricultural and Veterinary Chemicals, Australia, Sulfonamides Review Final Report

<http://www.apvma.gov.au/products/review/docs/sulphonamides.pdf>

Banasiak, U., Heseker, H., Sieke, C., Sommerfeld, C., Vohmann, C., 2005: Abschätzung der Aufnahme von Pflanzenschutzmittel-Rückständen in der Nahrung mit neuen Verzehrsmengen für Kinder, Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 48: 84-98

BfR, 2008: „Collection and pre-selection of available data to be used for the risk assessment of malachite green residues by JECFA“, updated BfR expert opinion No. 007/2008 of 24.08.2007

http://www.bfr.bund.de/cm/245/collection_and_pre_selection_of_available_data_to_be_used_for_the_risk_assessment_of_malachite_green_residues_by_jecfa.pdf

BfR, 2009: DEET-Rückstände in Pfifferlingen aus Osteuropa sind kein Gesundheitsrisiko

http://www.bfr.bund.de/cm/217/deet_rueckstaende_in_pfifferlingen_aus_osteuropa_sind_kein_gesundheitsrisiko.pdf

Blume K., Lindtner O., Schneider K., Schwarz M., Heinemeyer G., 2010: Aufnahme von Umweltkontaminanten über Lebensmittel: Cadmium, Blei, Quecksilber, Dioxine und PCB; Informationsbroschüre des Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)

CRL Guidance Paper, 2007 – no legal force

Dorn, C.R., 1979: Cadmium and the Food Chain. *Cornell Vet.* 69, 323,342

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“, *The EFSA Journal* 282, (2005), 1-31

http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/sc_op_ej282_gentox_en3.pdf?ssbinary=true

EFSA, 2008: Calculation model PRIMO for chronic and acute risk assessment – rev.2_0

http://www.efsa.europa.eu/en/mrls/docs/calculationacutechronic_2.xls

EFSA, 2009: EFSA Statement “Potential risks for public health due to the presence of nicotine in wild mushrooms”, *The EFSA Journal* (2009) RN-286, 1-47

<http://www.efsa.europa.eu/de/scdocs/doc/286r.pdf>

EFSA, 2009: Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. Cadmium in food. *The EFSA Journal* (2009) 980, 1-139

EMA, 1995: Committee for veterinary medicinal products, Oxytetracycline, Chlortetracycline, Tetracycline, Summary report (3), EMA/MRL/023/95

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500015378.pdf

EMA, 1996: Committee for veterinary medicinal products, Sarafloxacin, Summary report

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500015842.pdf

EMA, 1997a: Committee for veterinary medicinal products, Doxycycline, Summary report (2), EMA/MRL/270/97

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500013941.pdf

EMA, 1997b: Committee for veterinary medicinal products, Dexamethasone, Summary report (2), EMA/MRL/195/97

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500013634.pdf

EMA, 1998: Committee for veterinary medicinal products, Toltrazuril, Summary report (1), EMA/MRL/314/97-FINAL

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500015623.pdf

EMA, 2000: Committee for veterinary medicinal products, Flunixin, Summary report (2), EMA/MRL/744/00

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500014325.pdf

EMA, 2000: Committee for veterinary medicinal products, Difloxacin, Summary report (4), EMEA/MRL/740/00

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500013823.pdf

EMA, 2004: Committee for medicinal products for veterinary use, Toltrazuril, Summary report (4), EMEA/MRL/907/04-FINAL

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500015632.pdf

EMA, 2004: Committee for Medicinal Products for Veterinary Use, Ivermectin, Summary report (5), EMEA/CVMP/915/04-FINAL

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500014505.pdf

EMA, 2006: Committee for Medicinal Products for Veterinary Use, Dihydrostreptomycin, Summary report (5), EMEA/CVMP/463923/2006

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500013863.pdf

EMA, 2008: Committee for veterinary medicinal products, Amoxicillin, Annex II, Scientific Conclusions, EMEA/CVMP/283947/2008-EN

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500013823.pdf

EMA, 2009: Committee for Medicinal Products for Veterinary Use, European Public MRL Assessment Report (EPMAR), Diclofenac (2), EMEA/CVMP/67421/2009

http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Maximum_Residue_Limits_-_Report/2009/11/WC500013765.pdf

Eurofins, 2009: „Nikotin in Steinpilzen - Rückstand, Kontamination oder Artefakt?“ Vortrag von Frau Dr. Katrin Hoenicke, Eurofins, Tagung der LChG am 03.04.2009 in Berlin

Fries, G.F.; Marrow, G.S.; Snow, P.A., 1982: Soil ingestion by swine as a route of contaminant exposure; Environmental Toxicology and Chemistry 1: 201-204

Heeschen, W.; Blüthgen, A., 1986: Carry over von Cadmium in die Milch. In: Zum Carry over von Cadmium. Cadmiumkonzentration von Futtermitteln und Auswirkungen auf die tierische Erzeugung. Arbeiten der Arbeitsgruppe „Carry over toxischer Elemente“ im Auftrag des BML (Red. Hermann Hecht). Schriftreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Heft 335, Münster-Hiltrup, 46-56

JECFA, 1990: Joint FAO / WHO expert Committee on Food Additives: Thirty-sixth Report of the Joint FAO / WHO expert Committee on Food Additives, 3.2.1. Benzylpenicillin, 37-41

http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_799.pdf

JECFA, 2010: Seventy-second meeting – Summary and conclusions, Rome, 16–25 February 2010

http://www.who.int/foodsafety/chem/summary72_rev.pdf

JMPR, 1999: Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues, Rome 20-29 September 1999, S. 157ff

http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/JMPR/Download/99_rep/REPORT1999.pdf

JMPR, 2002: Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues, Rome, Italy, 16-25 September 2002, S. 10-11

Little RJA, Rubin DB, 2002: Statistical Analysis with Missing Data. John Wiley & Sons, New York. S. 66ff

Max Rubner-Institut (MRI) 2008, Nationale Verzehrsstudie II (NVS II), Ergebnisbericht 1 und 2

<http://www.was-esse-ich.de/>

Kreuzer, W., 1973: Toxische Mikroelemente (Pb, Cd und Hg) in Fleisch (Lebern und Nieren) von Schlachtschweinen. 5. Hülsenberger Gespräche 1973, VTN, Hamburg, 129-133

Prankel, S.H.; Nixon, R.M.; Phillips, C.J., 2004: Meta-Analysis of feeding trials investigating cadmium accumulation in the livers and kidneys of sheep; Environmental Research 94 (2004): 171-183

Prankel, S.H.; Nixon, R.M.; Phillips, C.J., 2005: Implications for the human food chain of models of cadmium accumulation in sheep; Environmental Research 97 (2005): 348-358

Schenkel, H., 1990: Zum Stoffwechselverhalten von Cadmium bei landwirtschaftlichen Nutztieren. III. Mitteilung: Pferde; Übersichten Tierernährung 18, 247-262

Scientific Committee on Food, 2001: Opinion of the SCF on the risk assessment of dioxins and dioxin-like PCBs in Food. Adopted on 30. Mai 2001. Europäische Kommission, Brüssel. (http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out90_en.pdf)

Souci, S. W., Fachmann, W., Kraut, H., 2004: Lebensmitteltabelle für die Praxis; 3. Auflage 2004, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH

Vemmer, H., 1986: Der Einfluß von Cadmium im Futter auf die Cadmiumgehalte in Geweben von Schweinen. In: Zum Carry over von Cadmium. Cadmiumkonzentration von Futtermitteln und Auswirkungen auf die tierische Erzeugung. Arbeiten der Arbeitsgruppe „Carry over toxischer Elemente“ im Auftrag des BML (Red. Hermann Hecht). Schriftreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, Heft 335, Münster-Hiltrup, 73-86

Vemmer, H.; Petersen, U., 1978: Blei- und Cadmiumgehalte in verschiedenen Geweben von Mastschweinen bei normaler Fütterung; Landwirtschaftliche Forschung, SH 34/I, 62-71

Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln; ABl. L 364 vom 20.12.2006, S. 5

Verordnung (EU) Nr. 37/2010 der Kommission vom 22. Dezember 2009 über pharmakologisch wirksame Stoffe und ihre Einstufung hinsichtlich der Rückstandshöchstmengen in Lebensmitteln tierischen Ursprungs; ABl. L 115 vom 22.01.2010, S. 1-72