

## **Bleibelastung von Wildbret durch Verwendung von Bleimunition bei der Jagd**

Stellungnahme Nr. 040/2011 des BfR vom 3. Dezember 2010

Wildfleisch gehört zu den am höchsten mit Blei belasteten Lebensmitteln. Eine wesentliche Ursache dafür ist die bei der Jagd verwendete Bleimunition, die im geschossenen Wild Bleipartikel hinterlassen kann. In Abhängigkeit von der Geschossart dringen Geschossfragmente und kleinste Bleisplitter tief ins Wildbret ein und sind dort kaum erkennbar, so dass selbst eine großzügige Entfernung des Fleisches um den Schusskanal nicht immer ausreicht, um vergleichsweise hohe Kontaminationen des gewonnenen Fleisches zu vermeiden. Untersuchungen belegen, dass der Bleigehalt von Wildfleisch um ein Vielfaches höher sein kann als die für Fleisch von Rindern, Schafen und Schweinen in der EU-Verordnung zugelassenen Höchstgehalte für das Schwermetall. Ein Höchstgehalt für Blei in Wildbret ist in der Verordnung nicht festgelegt.

Blei ist schon in kleinen Mengen schädlich. Bereits bei geringen Konzentrationen im Körper kommt es zu negativen gesundheitlichen Effekten. Außerdem reichert sich Blei im Organismus an. Es kann die Blutbildung, innere Organe wie die Nieren sowie das zentrale Nervensystem schädigen und lagert sich in den Knochen ab. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob der Bleigehalt im Fleisch von mit Bleimunition erlegtem Wild ein Gesundheitsrisiko für Verbraucher darstellt. Die vorliegende Bewertung des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) stützt sich auf einen neuen Bewertungsansatz der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) zum Risiko von Blei in Lebensmitteln.

In ihrem 2010 veröffentlichten Gutachten hat die EFSA neue Daten zur Bleiexposition der Bevölkerung in Europa und zur toxikologischen Wirkung des Schwermetalls systematisch ausgewertet. Aufgrund ihrer Modellrechnungen hält sie die für Blei international festgelegte, und jahrzehntelang angewendete vorläufig tolerierte wöchentliche Aufnahmemenge (PTWI) als Referenzwert für die gesundheitliche Risikobewertung nicht mehr für angemessen, um den Verbraucher ausreichend vor der Bleiexposition über Lebensmittel zu schützen. Neuere Daten belegen, dass bereits kleinste Mengen an Blei zu schädlichen Effekten im Körper führen können. Das heißt, es kann keine Dosis ohne Wirkung angegeben werden. Aus diesem Grund schlägt die EFSA die Anwendung eines Sicherheitsabstands zur Bestimmung des Gesundheitsrisikos durch eine bestimmte Bleikonzentration vor (Margin-of-Exposure-Ansatz). Dieser Margin of Exposure wird als Abstand zwischen zwei Größen berechnet und stellt damit das Verhältnis zwischen der vorher definierten Effektdosis für eine spezifische toxische Wirkung von Blei und der Bleiexposition des Verbrauchers dar. Die EFSA hat für Kinder das Nervensystem und bei Erwachsenen die Nieren als sensibelste Organsysteme ermittelt.

Das BfR hat verschiedene Modellrechnungen zu der Aufnahme von Blei über Lebensmittel und der toxischen Wirkung der aufgenommenen Mengen vorgenommen. In diese Modellrechnungen wurden Verzehrsmengen, Verzehrgruppen und die Bleigehalte verschiedener Lebensmittel, im Besonderen in Wild, berücksichtigt und aufeinander bezogen. Grundlage der Berechnungen sind Verzehrdaten aus einem 2009 durchgeführten Forschungsprojekt zur Aufnahme von Umweltkontaminanten aus Lebensmitteln in Deutschland (LExUKon-Projekt). Die Daten zeigen, dass Verbraucherinnen und Verbraucher Blei hauptsächlich über die Nahrung und hier vor allem über Grundnahrungsmittel wie Getreide, Gemüse, Obst und Getränke aufnehmen. Die insgesamt von Erwachsenen über diese Lebensmittel aufgenommenen Bleimengen sind so hoch, dass nach dem zugrunde gelegten Bewertungsmodell der EFSA Effekte auf die Funktionsfähigkeit der Nieren möglich sind.

Das BfR ist deshalb der Auffassung, dass jegliche zusätzliche Exposition gegenüber Blei vermieden werden sollte. Dies gilt für alle Personengruppen (Männer, Frauen und Kinder). Für Kinder unter 7 Jahren gilt diese Aussage in besonderem Maße, weil bei ihnen neurotoxische Effekte auftreten können, die die Entwicklung des Nervensystems beeinträchtigen.

Lebensmittel, die hohe Bleigehalte aufweisen können, wie zum Beispiel mit Bleimunition erlegtes Wild, sollten daher nur in geringem Umfang verzehrt werden. Durchschnittlich verzehren Verbraucherinnen und Verbraucher in Deutschland ca. 2 Gramm Wildbret pro Tag (1-2 Wildmahlzeiten pro Jahr). Die zusätzliche Bleiaufnahme über Wildfleisch ist bei diesen Mengen gegenüber der Aufnahme über Getränke, Getreide, Obst und Gemüse toxikologisch unbedeutend. Ähnlich wird die Situation bei Vielverzellern (bis zu 10 Portionen Wildfleisch im Jahr) eingeschätzt.

Diese Einschätzung gilt jedoch nicht für Kinder und Ungeborene. Bei ihnen ist das Risiko einer Gesundheitsgefährdung durch Blei besonders hoch. Kinder bis zum Alter von sieben Jahren reagieren aufgrund ihres geringeren Körpergewichtes und eines anderen Stoffwechsels empfindlicher, so dass bereits geringe Bleimengen gesundheitsschädliche Effekte bei der Entwicklung des Nervensystems auslösen können. Dies gilt auch für das Ungeborene. Da während der Schwangerschaft das in den Knochen der Mutter gespeicherte Blei freigesetzt wird, können Feten im besonderen Maße durch eine erhöhte Bleiaufnahme der Mutter gefährdet sein. Aus diesem Grund sollte die Bleiaufnahme auch bei Mädchen und Frauen im gebärfähigen Alter grundsätzlich so gering wie möglich sein. Während der Schwangerschaft ist eine gesundheitliche Gefährdung des Feten bereits durch eine einmalige Aufnahme von Lebensmitteln mit hohen Bleigehalten möglich, da besonders sensible Phasen in der Entwicklung des Nervensystems beeinträchtigt werden können. Das BfR empfiehlt daher, dass insbesondere Kinder bis zum Alter von sieben Jahren, Schwangere und Frauen im gebärfähigen Alter auf den Verzehr von mit Bleimunition geschossenem Wild verzichten.

Nach den vorliegenden Daten der EFSA und aus der Schweiz ist in Jägerhaushalten mit einem häufigen Verzehr von Wildbret (zwischen 50 (EFSA) und 90 (Schweiz) Portionen Wildbret pro Jahr) zu rechnen. Das Risiko einer Gesundheitsgefährdung für Jäger und ihre Familien ist insbesondere dann hoch, wenn das Wildbret mit konventioneller Bleimunition erlegt worden ist. Das BfR empfiehlt deshalb, Jäger verstärkt über die Gesundheitsrisiken von mit Bleimunition geschossenem Wild aufzuklären und auf die Verwendung von Jagdmunition hinzuwirken, die kein Blei an das Lebensmittel Wildbret abgibt.

## 1 Hintergrund/Gegenstand der Bewertung

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat im April 2010 ihr Gutachten zu „Blei in Lebensmitteln“ (Lead in Food) veröffentlicht, in dem u.a. eine Evaluierung des PTWI<sup>1</sup>-Wertes für Blei vorgenommen wird (EFSA 2010). In ihrem Gutachten hat die EFSA auf der Basis neuer Daten zur Bleiexposition der Bevölkerung in Europa und einer systematischen Auswertung von Studien zur toxikologischen Wirkung von Blei eine Risikocharakterisierung vorgenommen (EFSA 2010, Jorgensen 2010).

Auf Grundlage dieser Evaluierung hält die EFSA den bisherigen PTWI der JECFA<sup>2</sup> von 25 µg/kg Körpergewicht (JECFA 1986, JECFA 2000) nicht mehr für angemessen, um den Verbraucher ausreichend vor einer Bleiexposition zu schützen, und nimmt die Risikocharakterisierung auf der Basis der modellierten Daten mithilfe des MoE<sup>3</sup>-Ansatzes vor.

Vor diesem Hintergrund hat das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) eine gesundheitliche Bewertung des Verzehrs von bleihaltigem Wildbrets erstellt. Insbesondere wurden die gesundheitliche Bewertung für die Risikogruppen der Schwangeren und Kinder und Handlungsoptionen betrachtet. Dabei standen nachfolgende Fragen im Zentrum der Betrachtung:

1. Wie ist das gesundheitliche Risiko durch die Aufnahme von Blei aus Wildbret im Vergleich zur Gesamtexposition von Blei aus Lebensmitteln einzuschätzen?
2. Wie ist das Schutzniveau für verschiedene Verzehrgruppen (Normal-, Hoch-, Extremverzehrer) bei einer angenommenen Begrenzung der Bleigehalte auf das 90. bzw. 95. Perzentil der vorliegenden Daten einzuschätzen? Dabei wurden die empfindlichen Verbrauchergruppen (insbesondere Frauen im gebärfähigen Alter und Schwangere) besonders berücksichtigt.
3. Inwieweit sind welche Verzehrsempfehlungen geeignet, um für die empfindlichen Verbrauchergruppen (dabei insbesondere Frauen im gebärfähigen Alter und Schwangere) eine angemessene Maßnahme darzustellen?
4. Welche Informationen liegen dem BfR über die Bleiverteilung im Wildkörper vor, die für die Praxis der Fleischerzeugung relevant sind?
5. Welche Risikomanagementmaßnahmen sind insgesamt am besten geeignet, um eine mögliche gesundheitliche Gefährdung so weit wie möglich praktikabel zu verringern?
6. Lässt sich die Herkunft der analysierten Wildproben aus Daten des Lebensmittel-Monitorings und der EFSA feststellen?

Für die Exposition des Verbrauchers in Deutschland liefert das LExUKon-Projekt (Blume et al. 2010, Schwarz et al. 2010)<sup>4</sup> angemessene Verzehr- und Expositionsdaten. Die Verzehrdaten stammen aus der Nationalen Verzehrstudie II (NVS II) des Max Rubner-Institutes (MRI), die der EFSA bei Erstellung des EFSA-Gutachtens nicht vorlagen. Die Daten zum Bleigehalt des Wildbrets stammen aus dem nationalen Lebensmittel-Monitoring

<sup>1</sup> PTWI = Provisional Tolerable Weekly Intake; vorläufig duldbare wöchentliche Aufnahmemenge

<sup>2</sup> JECFA = Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives; gemeinsamer FAO/WHO-Sachverständigenausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe

<sup>3</sup> MoE = Margin of Exposure; Der Margin of Exposure ergibt sich aus der menschlichen Exposition gegenüber einem Stoff und der festgestellten bzw. berechneten Effektdosis für einen gegebenen Effekt.

<sup>4</sup> Die Ergebnisse des LExUKon-Projektes wurden in Form einer Verbraucherbrochure publiziert (Blume et al. 2010).

(LM-M) des Bundesamts für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) und sind in der Höhe der Bleigehalte mit den Daten, die der EFSA zur Verfügung standen, vergleichbar.

Die Tatsache, dass eine Wirkungsschwelle hinsichtlich der Bleiexposition nicht definiert werden kann, ist schon seit einiger Zeit bekannt. Allerdings wurde dies durch die systematische Auswertung der EFSA (EFSA 2010, Jorgensen 2010) noch einmal hinsichtlich der drei Endpunkte „Entwicklungsneurotoxizität“, „Nierentoxizität“ und „kardiovaskuläre Effekte“ präzisiert. Auf Basis dieser Auswertung wurde dargelegt, dass alle drei Effekte schon im Bereich geringer Konzentrationen von Blei im Blut auftreten können. Somit kann eine gesundheitliche Bewertung nicht mehr auf Basis des bisher zugrunde gelegten PTWI der JECFA erfolgen. Die Kommission Human-Biomonitoring (HBM) des Umweltbundesamtes hat aufgrund einer nicht definierbaren Wirkungsschwelle für die Toxizität von Blei und durch die Einstufung von Blei als mögliches Humankanzerogen durch die MAK-(maximale Arbeitsplatzkonzentration) Kommission die HBM-Werte<sup>5</sup> für Deutschland ausgesetzt (HBM 2009).

Im Jahr 2009 ist der Bericht zur „Expositionsschätzung für Blei“ im Rahmen des LExUKon-Projektes erschienen (Schwarz et al. 2010). Dieser kann neben dem Gutachten der EFSA zur gesundheitlichen Bewertung der Bleiexposition über Lebensmittel für den Verbraucher in Deutschland herangezogen werden. Dieser Bericht aus dem LExUKon-Projekt bietet eine geeignete Grundlage für die Expositionsschätzung des Verbrauchers in Deutschland gegenüber Blei. Auf der Basis der neuen Gehalts- und Verzehrdaten sowie der Auswertung der EFSA zu den toxischen Effekten von Blei (EFSA 2010, Schwarz et al. 2010) hat das BfR zum Thema „Bleibelastung von Wildbret durch Verwendung von Bleimunition bei der Jagd“ die vorliegende Stellungnahme angefertigt.

---

<sup>5</sup> Die Human-Biomonitoring-Werte (HBM-I und -II) werden auf der Grundlage von toxikologischen und epidemiologischen Untersuchungen abgeleitet. Diese Ableitung stützt sich üblicherweise auf Studien, in denen ein Zusammenhang zwischen der Konzentration eines Stoffes oder seiner Metaboliten in menschlichen Körperflüssigkeiten und dem Auftreten adverser Wirkungen nachgewiesen wurde.

## 2 Ergebnis

Die EFSA (2010) empfiehlt, die Exposition gegenüber Blei über den Verzehr von Lebensmitteln weiter zu reduzieren, da sie gegenwärtig ein gesundheitliches Risiko durch Blei für Säuglinge, Kinder und Feten (Exposition der schwangeren Frauen) für möglich hält.

Die Auswertungen des LExUKon-Projektes (Blume et al. 2010, Schwarz et al. 2010) ergaben, dass zu den Lebensmitteln mit hohen Bleigehalten Fleisch vom Wild oder Wildgeflügel, Innereien, Meeresfrüchte und Gewürze gehören. Aufgrund des Verzehrverhaltens in der Bevölkerung liefern aber Lebensmittel wie Getränke und Gemüse den größten Beitrag zur Bleiexposition, gefolgt von Obst, Nüssen und Kakao sowie Getreide. Das liegt darin begründet, dass beispielsweise Wild zu den selten verzehrten Lebensmitteln gehört, während Getränke und Gemüse über den häufigen und hohen Verzehr einen höheren Einfluss auf die Gesamtexposition haben. Weitere Expositionsquellen, wie z.B. Trinkwasser aus Bleileitungen, Kinderspielzeug und Keramikgefäße, aus denen Blei in Lebensmittel übergehen kann, können zur Gesamtleiaufnahme beitragen. Für die Allgemeinbevölkerung gilt die Nahrung als Hauptaufnahmequelle für Blei. Rauchen und berufliche Exposition können bei entsprechenden Personengruppen einen wesentlichen Beitrag an der Bleiaufnahme haben. In Regionen mit bleiverarbeitenden Betrieben kann besonders für kleine Kinder die Aufnahme über Hausstaub von Bedeutung sein.

Das BfR empfiehlt, generell alle Maßnahmen zu unterstützen, die zu einer Verringerung des Eintrags an Blei in die Nahrungskette führen. In Bezug auf die Bleibelastung des Wildbrets empfiehlt das BfR Maßnahmen wie die Aufklärung des Verbrauchers, das Ausweichen auf Alternativmaterialien bei der Jagdmunition sowie die Erarbeitung von Verzehrsempfehlungen. Zusätzliche Beiträge zur Exposition aus vermeidbaren Quellen sollten minimiert werden.

Im Hinblick auf die spezielle Frage zur Bewertung des BfR von möglichen Gesundheitsrisiken durch den Verzehr bleihaltigen Wildbrets müssen neben der sogenannten Hintergrundbelastung in erster Linie die Bleikonzentrationen im Wildfleisch durch Fragmente der Jagdmunition betrachtet werden. Zu der vorliegenden Bewertung von möglichen Gesundheitsrisiken durch den Verzehr bleihaltigen Wildbrets kommt das BfR zu folgenden Aussagen:

- Wildfleisch gehört zu den Lebensmittelgruppen in Deutschland und in Europa, die die höchsten Bleigehalte aufweisen. Das 95. Perzentil der Gehalte im Muskelfleisch von Wildschweinen lag im Lebensmittel-Monitoring (LM-M) 2007 bei 20,9 mg/kg (Maximalgehalt: 288 mg/kg). Die EFSA (2010) hat nach Auswertung der ihr zur Verfügung gestellten Daten eine Konzentration von 1,53 mg/kg Wildfleisch für das 95. Perzentil der Gehalte ermittelt (Maximalgehalt 867 mg/kg). Nach der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln liegt der Höchstgehalt für Blei in Fleisch von Rindern, Schafen, Schweinen und Geflügel bei 0,1 mg/kg. Ein Höchstgehalt für Blei in Wildbret wurde in der genannten Verordnung nicht festgelegt.
- Kinder bis zum Alter von sieben Jahren und Schwangere sind im Hinblick auf die Bleiexposition als besonders empfindliche Personengruppen zu betrachten. Bei Schwangeren gilt dies sowohl hinsichtlich der toxischen Wirkungen von Blei auf den Fetus als auch auf die Exposition der Schwangeren selbst. Bei Schwangeren sind folgende Besonderheiten zu beachten:
- Während der Schwangerschaft erfolgt eine Remobilisierung des im Körper gespeicherten Bleis aus dem Skelett (Langzeitdepot für Blei) und trägt dadurch zusätzlich zur täglichen

Bleiexposition über Lebensmittel (und ggf. über andere Quellen) von Schwangeren und Feten bei. Aus diesem Grund sollte die Bleiexposition auch bei Mädchen und Frauen im gebärfähigen Alter grundsätzlich so gering wie möglich sein.

- Während der Schwangerschaft ist eine gesundheitliche Gefährdung des Fetus bereits durch eine einmalige Aufnahme von Lebensmitteln mit hohen Bleigehalten möglich, wodurch besonders sensible Phasen in der Entwicklung des Fetus (z.B. des Nervensystems) beeinträchtigt werden können. Eine bilanzierte Betrachtung über einen längeren Zeitraum ist aus diesem Grunde nicht empfehlenswert.
- Schwangere weisen nach den Auswertungen im Rahmen des LExUKon-Projektes eine um etwa 17 % höhere Bleiexposition über den Verzehr von Lebensmitteln gegenüber der durchschnittlichen Bevölkerung auf. Deshalb sollte im Hinblick auf mögliche entwicklungsneurotoxische Effekte von Blei auf den sich entwickelnden Fetus die Bleiexposition so gering wie möglich gehalten werden und alle vermeidbaren Aufnahmen ausgeschlossen werden.
- Bei Kindern bis zum Alter von sieben Jahren sollte die Exposition gegenüber Blei insgesamt so gering wie möglich sein und noch weiter reduziert werden, da auf Basis der Auswertung zur Exposition gegenüber Blei über Lebensmittel und andere Quellen sowie der Benchmark-Dosis(BMD)-Modellierung durch die EFSA der Wert des Margin of Exposure (MoE) kleiner als 1 ist (EFSA 2010) und damit entwicklungsneurotoxische Effekte möglich sind. Deshalb sollte unbedingt jede zusätzliche Bleiaufnahme vermieden werden.
- Zu den Lebensmitteln mit hohen Bleigehalten gehören Fleisch vom Wild oder Wildgeflügel, Innereien, Meeresfrüchte und Gewürze. Aufgrund des Verzehrverhaltens in der Bevölkerung liefern aber Lebensmittel wie Getränke und Gemüse den größten Beitrag zur Bleiexposition, gefolgt von Obst, Nüssen und Kakao sowie Getreide. Da Wild zu den selten verzehrten Lebensmitteln gehört, ist der Beitrag zur Bleiexposition bezogen auf die Allgemeinbevölkerung als gering zu betrachten. Verbraucher aus Jägerhaushalten und ihrem Umfeld müssen aufgrund ihres hohen Wildverzehr gesondert betrachtet werden.

Das BfR kommt zu dem Schluss, dass für besonders empfindliche Bevölkerungsgruppen wie Kinder und Schwangere (und Frauen im gebärfähigen Alter) ein gesundheitliches Risiko durch die Exposition gegenüber Blei möglich ist. Diese Einschätzung des BfR wurde durch die Auswertung der EFSA bestätigt.

Insgesamt ist festzuhalten, dass die Bleiexposition bei Erwachsenen in einem Bereich liegt, in dem gemäß der BMD-Modellierung der EFSA Effekte auf die Funktionsfähigkeit der Nieren möglich sind (MoE liegt im Bereich von 1). Aus diesem Grund sollte jegliche zusätzliche Exposition gegenüber Blei vermieden werden. Dies gilt für alle Personengruppen (Männer, Frauen und Kinder). Da hinsichtlich der Entwicklungsneurotoxizität von Blei bei Kindern der MoE kleiner als 1 ist, gilt diese Aussage für Kinder in besonderem Maße.

Bei Betrachtung des gesundheitlichen Risikos für besonders gefährdete Personengruppen muss die Exposition im Hinblick auf den Verzehr von Wildbret betrachtet werden. Deshalb bieten sich zur Reduzierung der Exposition über Blei in Wildbret in erster Linie Verzehrsempfehlungen und Verbraucheraufklärung an.

- Frauen wird empfohlen, während der Schwangerschaft und des Stillens auf den Verzehr von Fleisch von mit Bleimunition erlegtem Wild zu verzichten, um jegliche zusätzliche Exposition gegenüber Blei zu vermeiden, da auch eine hohe Exposition über einmaligen

Verzehr von Wildfleisch mit hohen Bleigehalten nicht ausgeschlossen werden kann. Die gleiche Empfehlung gilt für Kinder, die 7 Jahre oder jünger sind, da diese Altersgruppe eine besonders hohe Exposition gegenüber Blei aufweist (siehe EFSA 2010, Wilhelm 2003, Wilhelm 2004).

- Für Verzehrer aus Jägerhaushalten und ihrem Umfeld kann die Bleiexposition über Wildfleisch ein Vielfaches der durchschnittlichen Bleiexposition über Lebensmittel (Durchschnittsverzehrer) betragen (bis ca. 7-fach auf Basis der Mittelwerte im LM-M). Deshalb sollte der Verzehr von mit Bleimunition erlegtem Wildfleisch in allen Personengruppen so gering wie möglich sein.

Bei Kindern (Alter 2 bis < 5 Jahre) liegt der Beitrag des Verzehrs von einer Portion Wildfleisch à 50 g bzw. einer Portion Wildfleisch à 200 g (bzw. 4 Portionen à 50 g), bezogen auf die Gesamtaufnahme, unter einem Prozent. Damit liegt die Gesamtaufnahme im Vergleich zu Erwachsenen höher (Altersgruppe 1 bis 3 Jahre: 1,1 bis 3,1 µg/kg KG und Tag; Altersgruppe 4 bis 7 Jahre: 0,8 bis 2,6 µg/kg KG und Tag nach EFSA 2010). Bei Kindern aus Jägerhaushalten mit einem für Erwachsene angenommenen Verzehr von 91 Portionen zu 200 g Wildfleisch im Jahr steigt die Bleiexposition über Lebensmittel durch diesen Verzehr auf das 6,9-Fache.

Das BfR sieht Forschungsbedarf dahingehend, welche Geschosskonstruktion für eine Minimierung der Sekundärkontamination mit Blei in Wildbret am besten geeignet ist. Weiterhin sollte überprüft werden, ob und welche Maßnahmen bei der Zerlegung und Weiterverarbeitung von Wildbret geeignet sind, die geschossbedingte Bleibelastung im zu verzehrenden Fleisch herabzusetzen. Darauf aufbauend sollte bei der Aus- und Weiterbildung von Jägern darauf hingewirkt werden, dass bei der Zerlegung die Art und Lage des Schusskanals beachtet wird und alle Maßnahmen vermittelt werden, die dazu dienen können, Verzehrer von Wildfleisch optimal zu schützen.

Die Antworten auf die formulierten Fragen werden im folgenden Abschnitt aufgeführt:

### Zu 1) Wie ist das gesundheitliche Risiko durch die Aufnahme von Blei aus Wildbret im Vergleich zur Gesamtexposition von Blei aus Lebensmitteln einzuschätzen?

Zu Beginn werden an dieser Stelle noch einmal die definierten Verzehrgruppen vorgestellt:

Normalverzehrer (Mittelwert)	Männer: 2 Portionen zu 200 g Wildfleisch pro Jahr Frauen: 1 Portion zu 200 g Wildfleisch pro Jahr
Vielverzehrer: (95. Perzentil)	Männer: 10 Portionen zu 200 g Wildfleisch pro Jahr Frauen: 5 Portionen zu 200 g Wildfleisch pro Jahr
Jägerhaushalte und ihr Umfeld <sup>6</sup>	Männer/Frauen: 91 Portionen zu 200 g Wildfleisch pro Jahr (nach Haldimann 2002); 51 Portionen zu 200 g pro Jahr (nach EFSA 2010)
Arithmetischer Mittelwert der Gehalte (MW) von Wildschwein nach Lebensmittel-Monitoring (LM-M) 2007	4,7 mg/kg Fleisch
Median der Gehalte von Wildschwein nach LM-M 2007	0,02 mg/kg Fleisch

**Normalverzehrer; MW der Gehalte:** Berechnet man den Anteil der Bleiaufnahme über Wildschweinverzehr im Vergleich zur Gesamtleiaufnahme über Lebensmittel von 0,52 µg/kg Körpergewicht (KG) und Tag (Männer) bzw. 0,54 µg/kg KG pro Tag (Frauen; Schwarz et al. 2010), dann ergibt sich ein Anteil von 14,2 % für Männer und 7,9 % für Frauen. Das bedeutet für Normalverzehrer eine zusätzliche Exposition über den Verzehr von Wildfleisch mit durchschnittlichen Gehalten (MW) von 7,9 % (Frauen) bzw. 14,2 % (Männer).

Bei Betrachtung des mittleren Verzehrverhaltens (Normalverzehr), bei dem der Mittelwert der Verzehrsmenge der Bevölkerung über längere Zeiträume eingeht (Basis: Gesamtbevölkerung, Verzehrer und Nichtverzehrer eingeschlossen) ist für Normalverzehrer kein zusätzliches gesundheitliches Risiko zu erwarten. Diese Betrachtung ist geeignet, um die Exposition der Gesamtbevölkerung bei durchschnittlichem Verzehr abzubilden, aber nicht geeignet, um besonders empfindliche Personengruppen zu schützen.

**Normalverzehrer; Median der Gehalte:** Auf Basis des Medians ist keine nennenswerte zusätzliche Exposition zu erwarten ( $\leq 0,1$  %).

**Vielverzehrer; MW der Gehalte:** Der Verzehr von Wildfleisch mit durchschnittlichen Bleigehalten (MW) erhöhte bei Vielverzellern auf der Datenbasis des LEXUKon-Projektes die Bleiexposition über Lebensmittel auf den 1,4-fachen Wert bei Frauen und etwa auf den 1,7-fachen Wert bei Männern. Auf Basis des EFSA-Gutachtens (EFSA 2010) steigt damit die Wahrscheinlichkeit für ein gesundheitliches Risiko (Nierentoxizität), da die derzeitige Exposition über Lebensmittel bereits im Bereich der durch BMD-Modellierung ermittelten Effekte liegt (MoE etwa bei 1).

Bei Betrachtung des 95. Perzentils des Verzehrs (Vielverzehrer) und gleicher Wahrscheinlichkeit für hohe und niedrige Bleigehalte (Basis: MW der Gehalte) muss mit einem geringem zusätzlichem gesundheitlichen Risiko hinsichtlich der nierentoxischen Wirkung von Blei gerechnet werden (Basis: Nierentoxizität nach EFSA 2010).

<sup>6</sup> Unter diese Kategorie fällt auch die teilweise als „Extremverzehrer“ bezeichnete Gruppe

**Vielverzehrer; Median der Gehalte:** Auf Basis des Medians ist keine nennenswerte zusätzliche Exposition zu erwarten ( $\leq 0,3 \%$ ).

Ein gesundheitliches Risiko auf Basis der Medianwerte für Bleigehalte in Wildfleisch (Annahme: geringe Wahrscheinlichkeit für hohe Bleigehalte) ist für Normal- und Vielverzehrer über den Verzehr von Wildfleisch unwahrscheinlich. Allerdings führt die Verwendung des Medians zu einer Unterschätzung des Risikos für alle Verzehrgruppen, da der Anteil von Wildfleisch mit hohen Gehalten unberücksichtigt bleibt. Dementsprechend ist dieses Szenario nicht ausreichend konservativ, um alle Personen- und Verzehrgruppen zu schützen.

**Jägerhaushalte und ihr Umfeld; MW der Gehalte:** Den größten prozentualen Anteil an der alimentären Gesamtexposition für Blei hat die Gruppe der Jägerhaushalte und ihres Umfeldes. Bei dieser Gruppe ist die Bleiexposition durch Wildbretverzehr um das 7,2-Fache bei Männern bzw. um das 6,4-Fache bei Frauen höher als die durchschnittliche alimentäre Bleiexposition in Deutschland. Dementsprechend ist auf der Basis von durchschnittlichen Gehalten von Blei im Wildfleisch mit einem signifikant erhöhten gesundheitlichen Risiko für diese Gruppe der Verzehrer zu rechnen.

**Jägerhaushalte und ihr Umfeld; Median der Gehalte:** Auf Basis des Medians liegt die zusätzliche Exposition gegenüber Blei durch den Verzehr von Wildfleisch bei 2-3 %. Allerdings steigt mit zunehmendem Verzehr auch die Wahrscheinlichkeit, ein Stück Fleisch mit hohen Gehalten zu verzehren, sodass dieses Szenario eher zu einer Unterschätzung des gesundheitlichen Risikos führt.

Auf Basis der Verzehrannahmen der EFSA für Vielverzehrer erhöht sich die Exposition gegenüber Blei durch den Verzehr von Wildfleisch auf etwa das Doppelte (1,98-2,44; Lower- bzw. Upper-Bound-Betrachtung bezogen auf Gesamtexposition).

**Zu 2) Wie ist das Schutzniveau für verschiedene Verzehrgruppen (Normal-, Hoch-, Extremverzehrer) bei einer angenommenen Begrenzung der Bleigehalte auf das 90. bzw. 95. Perzentil der vorliegenden Daten einzuschätzen? Dabei wurden die empfindlichen Verbrauchergruppen besonders berücksichtigt.**

Die Bleigehalte der Wildschweinproben des LM-M 2007 wurden zur Kontrolle eines theoretischen Schutzniveaus bei maximal 2 mg/kg (90. Perzentil) bzw. 20 mg/kg (95. Perzentil) begrenzt und höhere Gehalte von Blei nicht berücksichtigt. Die Medianwerte verändern sich nicht durch die Annahme eines theoretischen Höchstgehaltes. Durch den prozentualen Anstieg der Werte im Bereich der Bestimmungsgrenze verringern sich die Mittelwerte und oberen Perzentile in signifikantem Ausmaß (Tabelle 22).

Die Bleiaufnahme unter der Annahme eines theoretischen Höchstgehaltes von 2 mg/kg bzw. 20 mg/kg wurde für sechs Expositionsszenarien unterschiedlicher Verzehrgruppen und Verbrauchergruppen berechnet (Tabelle 23). Durch die Verringerung der Mittelwerte und der 95. Perzentile auf ca. 10 % bzw. 1 % des ursprünglichen Wertes bei einer Einführung von Höchstgehalten von 20 mg/kg bzw. 2 mg/kg verringern sich die Expositionen in den unterschiedlichen Szenarien entsprechend, allerdings nur bei den Szenarien, in denen der Mittelwert zur Berechnung verwendet wurde. Da sich der Medianwert bei der Einführung von Höchstgehalten nicht verändert, bleibt die Bleiaufnahme in diesen Szenarien gleich.

Die Berechnungen sind mit großen Unsicherheiten verbunden, da die Annahme einer vollständigen (100 %) effektiven Lebensmittelüberwachung unrealistisch erscheint, sodass Wer-

te über den dann geltenden Höchstgehalten nicht auszuschließen sind und sich entsprechend höhere Mittelwerte ergeben würden.

**Zu 3) Inwieweit sind welche Verzehrsempfehlungen geeignet, um für die empfindlichen Verbrauchergruppen (dabei insbesondere Frauen im gebärfähigen Alter und Schwangere) eine angemessene Maßnahme darzustellen?**

Frauen im gebärfähigen Alter, die der Altersgruppe der 15- bis 45-Jährigen entsprechen, weisen mit 6 % im Vergleich zu allen betrachteten Bevölkerungsgruppen die geringste Zahl an Verzehrern auf. Der durchschnittliche Verzehr von Wildbret beträgt für Frauen im gebärfähigen Alter etwa 0,3 g pro Tag; Vielverzehrerinnen (95. Perzentil) nehmen täglich etwa 2 g Wild zu sich (Tabelle 9). Schwangere sind in der Gruppe der Frauen im gebärfähigen Alter inbegriffen, konnten aber aufgrund zu geringer Verzehrerraten und damit verbundener Unsicherheiten nicht separat ausgewertet werden.

Frauen wird empfohlen, während der Schwangerschaft und des Stillens auf den Verzehr von Fleisch von mit Bleimunition erlegtem Wild zu verzichten, um jegliche zusätzliche Exposition gegenüber Blei zu vermeiden, da auch eine hohe Exposition über den einmaligen Verzehr von Wildfleisch mit hohen Bleigehalten nicht ausgeschlossen werden kann. Die gleiche Empfehlung gilt für Kinder, die sieben Jahre oder jünger sind, da diese Altersgruppe besonders hohe Expositionen gegenüber Blei aufweist (siehe EFSA 2010).

**Zu 4) Welche Informationen liegen dem BfR über die Bleiverteilung im Wildkörper vor, die für die Praxis der Fleischerzeugung relevant sind?**

Bei der Verwendung bleihaltiger Jagdgeschosse kommt es aufgrund der Geschosskonstruktion zwangsläufig zu einer mehr oder weniger hohen Kontamination der Wildkörper mit Bleifragmenten und Bleisplintern, die z.T. makroskopisch nicht wahrnehmbar und nur radiologisch und durch toxikologische Analytik darstellbar sind. Das Ausmaß der Verteilung dieser Bleisplinter um den Schusskanal in ausgeweideten, aber ohne Umschneidung von Ein- und Ausschuss und vom Schusskanal des noch nicht endgültig zur Zerlegung hergerichteten Wildkörpers wird in der verfügbaren Literatur mit Bereichen von im Maximum bis zu 45 cm, im Mittel mit etwa 15 cm angegeben. Die Angaben variieren dabei erheblich und sind von vielfältigen Faktoren beeinflusst. Wenn kein Verzicht auf die Verwendung bleihaltiger Munition erfolgt, wird als Maßnahme sowohl die großzügige Umschneidung des Ein- und Ausschusses als auch des kompletten Schusskanals empfohlen. Hierbei sollte deutlich über den Bereich des sichtbar z.B. durch Hämatome veränderten Gewebes hinausgegangen werden. Diese Empfehlung deckt sich erst teilweise mit den in der einschlägigen Jagdliteratur zur Aus- und Fortbildung zu findenden Angaben. In der Praxis der Zerlegung sollte deshalb die genannte Empfehlung unbedingt Anwendung finden. Es sollte eine Informationskampagne initiiert werden, um die Jagdkreise entsprechend zu informieren.

**Zu 5) Welche Risikomanagementmaßnahmen sind insgesamt am besten geeignet, um eine mögliche gesundheitliche Gefährdung so weit wie möglich praktikabel zu verringern?**

Es sind die Verzehrsempfehlungen zu Frage 3) und die Empfehlungen zur Fleischerzeugung zu Frage 4) zu beachten.

Da der Verzehr von mit bleihaltiger Jagdmunition erlegter Wildtiere auch durch Wildfleisch von Gatterwild und importiertem Farmwild (z.B. Hirschfleisch aus Neuseeland) leicht zu sub-

stituieren ist, sollte der Verbraucher auf das potenzielle Risiko einer Bleiexposition über den Verzehr mit Bleimunition erlegter Wildtiere umfangreich informiert werden.

Die Einführung von Höchstgehalten für Blei in Wildfleisch von Tieren, die bei der Jagd in Deutschland erlegt wurden, wird aufgrund des hohen Anteils der Eigenvermarktung und des Eigenbedarfs durch die Jäger und deren Angehörige nicht durch eine Lebensmittelüberwachung zu kontrollieren sein.

Da sich in der Praxis keine Unterschiede zur Präzision und tötenden Wirkung zwischen konventionellen bleihaltigen Jagdgeschossen und bleifreien Jagdgeschossen belegen lassen (Knott et al. 2009), sollte die Verwendung bleifreier Jagdmunition propagiert und gefördert werden.

Generell ist die Datenlage sowohl seitens der Verzehrsmengen als auch seitens der Bleigehalte als unzureichend anzusehen. Es ist zu empfehlen, zukünftige Messungen von Bleigehalten für Wildschwein und andere Wildarten (insbesondere Hirschartige, Gatterwild und importiertes Wildfleisch) repräsentativ für den deutschen Markt in ausreichender Probenzahl (> 188 Proben) und mit detaillierten Informationen zu Fleischteil, Haltungsform, Herkunft, Alter der Tiere und zur verwendeten Tötungsmethode/Geschosswahl zu erheben. Seitens der Verzehrdaten könnte eine Befragung zur Ermittlung langfristiger Verzehrshäufigkeiten einzelner Wildarten und eine Befragung des Wildverzehrs in Jägerhaushalten in Deutschland die Expositionsschätzung wesentlich verbessern.

#### **Zu 6) Lässt sich die Herkunft der analysierten Wildproben feststellen (Monitoring, EFSA)?**

Für die Erstellung der vorliegenden Stellungnahme wurden in erster Linie die Daten aus dem Lebensmittel-Monitoring (LM-M) zugrunde gelegt. Im Rahmen des LM-M erfolgte die Erhebung von Bleigehalten in Wildschweinproben in den Jahren 1997, 1998 und 2007. In allen Jahren wurden Wildschweinproben von Jungtieren im 2. Lebensjahr (Überläufer) aus Deutschland im 3. und 4. Quartal analysiert. Die Probenahmen 1997 und 1998 erfolgten bei staatlichen Forstämtern und Jagdgemeinschaften. Im Jahr 2007 wurden die Proben in Wildbearbeitungsbetrieben, Haarwild-Bearbeitungsbetrieben und Wildsammelstellen genommen. In den Jahren 1997 und 1998 wurden Wildschweine aus Gatterhaltung explizit ausgeschlossen. Die Entnahme der analysierten Probe erfolgte nicht in der Nähe der Einschussstelle (BGVV 1997, BgVV 1998, BVL 2007). Die EFSA stützt ihre Auswertung auf Daten aus 14 EU-Mitgliedsstaaten und Norwegen des Zeitraums 2003-2009. Dabei kann nicht ausgeschlossen werden, dass auch Daten aus risikoorientierten Probennahmen eingeflossen sind. Insgesamt stammen nahezu 50 % der Daten aus Deutschland. Darüber hinaus wurden für die vorliegende Stellungnahme auch Daten zu Bleigehalten berücksichtigt, die aus Dissertationen zitiert wurden.

### 3 Grundlagen der Bewertung im Einzelnen

#### 3.1 Gefahrenpotenzial

##### 3.1.1 Jagd und Munition

Bei der Jagd finden, je nach Größe des zu bejagenden Wildes, unterschiedliche Munitionsarten Anwendung. Schrotpatronen kommen bei der Bejagung von Niederwild (z.B. Federwild, Hasenartige) zum Einsatz. Mit Jagdgeschossen (Büchsenpatronen) wird üblicherweise Schalenwild (Paarhufer wie Wildschweine, Gämsen, Rehe und andere Hirschartige) gejagt.

Schrotpatronen bestehen entweder aus Bleischrot (durch Antimonzusatz gehärtet) oder aus Alternativmetallen wie Weicheisen („Stahlschrot“), Wismut, Wolfram oder Zink.

Jagdgeschosse (Büchsenpatronen) haben einen Geschosskörper, der entweder durchgehend aus dem gleichen Material besteht oder dessen Kernmaterial mindestens zum Teil von einem Mantel aus einem anderen Material umhüllt ist. Büchsenpatronen bestehen entweder aus Blei, Kupfer oder aus einer Legierung von Kupfer und Zink. Bei einem Kupferanteil von unter 70 % an der Legierung spricht man von Messing, bei einem Kupferanteil von über 70 % wird das Gemisch als Tombak bezeichnet.

Bei der Bejagung von Federwild und Niederwild wird üblicherweise Bleischrot, seltener, wenn auch zunehmend, Schrotmunition aus anderen Alternativmaterialien verwendet. So wird z.B. Niederhaarwild bei der Jagd im Idealfall durch mehrere Schrote im Kopf- oder vorderen Rumpfbereich getroffen. Der Tod tritt dabei durch Schockwirkung ein (Primärschock); der Eindringtiefe der Schrote und den Schusswunden kommt dabei weniger Bedeutung zu (Sekundärschock). Eine Schrotpatrone im häufigen Kaliber (12/70) mit einer Schrotladung von z.B. 35 g enthält ca. 140 bis 390 Schrote mit Durchmessern von 2,5 bis 3,5 mm (Reb 2001, Krebs 2005).

Für die Jagd auf größeres Wild kommen meistens Jagdgeschosse mit Bleikern und Ummanntelungen aus Tombak oder anderen Legierungen zum Einsatz (z.B. Teilmantelgeschosse), seltener Geschosse ohne Bleianteil. Im Tierkörper geben diese Geschosse ihre Energie durch Verformung oder Fragmentierung ab (Reb 2001, Krebs 2005). Dabei verbleibt je nach Konstruktion des Geschosses und der Art des durchschossenen Gewebes ein mehr oder weniger großer Anteil von Geschossresten im Tierkörper (Moreth & Hecht 1981, Hecht 1984, Hecht 2000, Hunt et al. 2006). Die Deformation, Zerlegung und Splitterbildung der Jagdgeschosse im Tierkörper kann durch den Beschuss von Gelatineblöcken simuliert werden und ist in Tabelle 1 dargestellt. Die Splittergröße reicht von einigen mm bis zu mikroskopisch kleinen Partikeln („Bleiwolke“) an der Grenze des Auflösungsvermögens des Röntgenfilms (Moreth & Hecht 1981, Hecht 2000).

**Tabelle 1: Vergleich der Restgewichte und der Splittermenge verschiedener Jagdgeschosse (Kaliber 7 x 57R) bei Beschuss auf Gelatineblöcke. Die Werte entsprechen den Mittelwerten aus 10 Einzelschüssen (verändert nach Moreth & Hecht 1981, Hecht 1984; 2000, Krebs 2005).**

Geschosstyp	Geschosstyp	Geschoss- masse des intakten Ge- schosses [g]	Masse des Geschossres- tes [g]	Splittermenge vom Gesamt- geschoss in %	Masse der Splitter [g]
Teilmantelrundkopf- Geschoss	Zerlegungsge- schoss	9,0	5,4	40	3,6
H-Mantelgeschoss	Teilerlegungs- geschoss	11,2	6,8	38,5	4,4
Topedo-Ideal (TIG)	Teilerlegungs- geschoss	10,5	7	33,1	3,5
Kegelspitz-Geschoss	Deformationsge- schoss	10,5	7,9	24,3	2,6
Nosler-Geschoss	Deformationsge- schoss	9,1	8,2	9,5	0,9
ABC-Geschoss	Deformationsge- schoss	10,2	9,5	6,9	0,7

Die Gefährdung basiert auf den toxischen Eigenschaften der Geschossreste. Hierbei ist, insbesondere bei Geschossen mit Bleianteil, die mehr oder weniger weit um den Schusskanal nachweisbare Sekundärkontamination zu beachten (siehe hierzu auch Punkt Bleiverteilung im Wildkörper).

Das Ausmaß dieses potenziellen gesundheitlichen Risikos (d.h. Bleikontamination der verzehrbaren Anteile des Wildkörpers) ist dabei direkt abhängig:

1. vom Bleigehalt der verzehrfähigen Gewebe des Wildes und
2. von der Verzehrsmenge, d.h. vom Gewicht des verzehrten Wildanteiles einer Mahlzeit und von der Häufigkeit des Verzehrs, sowie
3. von der biologischen Verfügbarkeit der Bleireste.

### Wildbretaufkommen und Wildfleischhandel in Deutschland

Für den internationalen Wildfleischhandel ist die EU der bedeutendste Absatzmarkt, und innerhalb der EU ist Deutschland der wichtigste Importeur von Wildfleisch (Krostitz 1996).

Nach aktuellen Zahlen werden in Deutschland pro Jahr und Kopf etwa 450 g bis 600 g Wildfleisch verzehrt (Krostitz 1996, AID 2009, Europäische Marketingagentur GmbH schriftl. Mittlg. 2010). Diese Angaben beinhalten sowohl Wildbret von in Deutschland erlegtem Wild als auch von Gatterwild und importiertes Wildfleisch. Durch Importe werden ca. 60 % des Wildbedarfs gedeckt (AID 2009). Nach Angaben des AID-Reports „Wild und Wilderzeugnisse“ vom Oktober 2009 kommt das in Deutschland verwertete Wildfleisch aus folgenden Quellen:

Haar- und Federwild aus Deutschland	17.600 t
Gatterwild	1.000 t
Importe abzüglich Exporte	18.500 t
<b>Wildfleischverzehr gesamt</b>	<b>36.100 t</b>

(Quelle: AID-Report 2009)

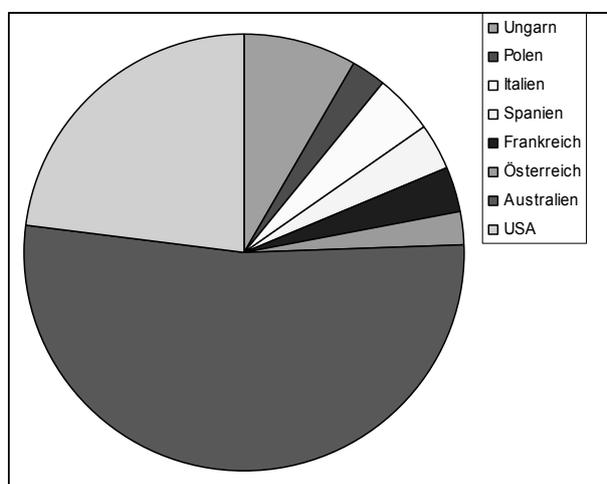
Die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) schätzt das globale Wildbretaufkommen auf etwa 1 Mio t Wildfleisch pro Jahr und damit auf ca. 0,5 % der Weltfleischerzeugung. Angaben zu Wildfleisch gelten als besonders unvollständig und wenig verlässlich (Krostitz 1996). Die Angaben zum Wildbretaufkommen und Wildbretverzehr in Deutschland divergieren beträchtlich. Als aktueller Anhaltswert können jedoch die oben aufgeführten Daten aus dem AID-Report empfohlen werden. Diese 36.100 t würden einem mittleren jährlichen Verzehr von 441 g Wildfleisch pro Bundesbürger entsprechen. Ein Problem der Berechnung des Wildbretaufkommens und -verzehrs ist die Feststellung des Gewichts der Tiere, z.B. mit oder ohne Kopf, Fell, Beine, Innereien, Federn, Knochen oder weiterer nicht verzehrsgeeigneter Tierkörper Teile (auch schuss- und krankheitsbedingt), und die daraus resultierende Extrapolation des Gewichts des vermarktungsfähigen oder küchenfertigen Wildbrets.

Nach Golze (2007) werden in Deutschland jährlich etwas mehr als 1.500 t Wildfleisch aus Wildgattern und weitere 30.000 t aus der deutschen Jagd geliefert und damit ca. 60 % des Wildbedarfs gedeckt. Ein jährliches Wildbretaufkommen von etwa 30.000 t wurde ebenfalls für Mitte der 1990er-Jahre aus der Jagd in Deutschland berechnet (Krostitz 1996). In der Bilanz der Außenhandelstatistik des Statistischen Bundesamtes wurden aus Deutschland in den Jahren 2006 bis 2009 zwischen 4.000 und 6.000 t (MW 4.957 t) Wildbret exportiert und im gleichen Zeitraum zwischen 14.000 und 19.000 t (MW 16.871 t) importiert (GENESIS-Online Datenbank des Statistischen Bundesamtes, Abfrage 28.10.2010).

Die größten Importe an Wildfleisch kommen mit jährlich 6.000 bis 10.000 t als Hirschfleisch aus Wildfarmen aus Neuseeland (EMA 2010). Etwa 60 % des aus Neuseeland exportierten Hirschfleisches werden in Deutschland vermarktet. Es stellt hierzulande ca. 80 % des im Einzelhandel angebotenen Hirschfleisches dar (AID-Report 2009). Mit ca. 2,2 Mio. Tieren in der landwirtschaftlichen Wildhaltung (85 % Rothirsch, 12 % Wapiti, 3 % Damhirsch) ist Neuseeland global der Hauptproduzent und Exporteur von Wildfleisch (Golze 2007).

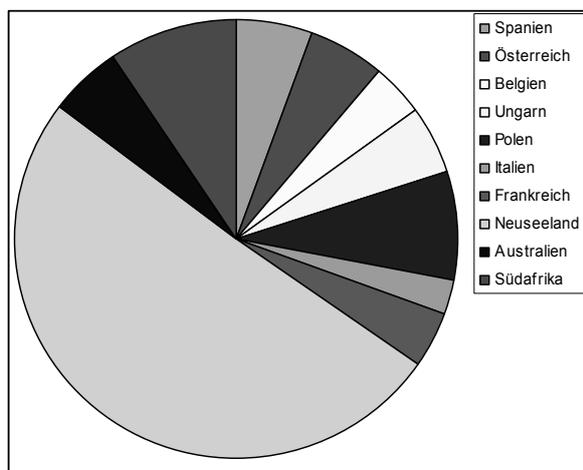
Nach Auswertung der Außenhandelsdaten des Statistischen Bundesamtes durch die Europäische Marketingagentur GmbH (EMA 2010) wurden in den Jahren 2005 bis 2008 in Deutschland insgesamt 21.180 t bis 24.074 t (MW 22.765 t) Wildfleisch eingeführt, davon zwischen 2.065 t und 3.372 t (MW 2.758 t) Wildschweinfleisch und 17.200 t bis 18.600 t (MW 18.005 t) anderes Wildfleisch (EMA 2010).

**Abbildung 1: Einfuhrstatistik für Wildschweinfleisch (2.116 t) für das Jahr 2008 (Quelle: Statistisches Bundesamt)**



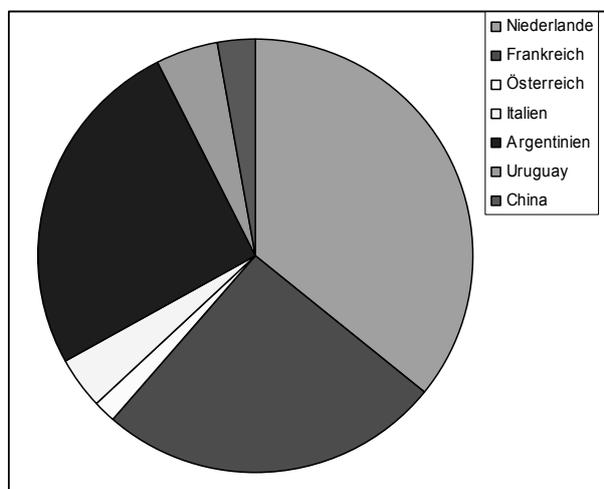
Unter diesem Begriff „anderes Wildfleisch“ dominierten im Jahr 2008 die 8.268 t Hirschfleisch aus Neuseeland. Die 1.520 t Wildfleisch aus Südafrika bestanden insbesondere aus Antilopen- und Gazellenfleisch, aus den europäischen Ländern kommen vor allem Reh- und Hirschfleisch (AID Report 2009, EMA 2010). Das Angebot des internationalen Wildhandels, vor allem für die Gastronomie, reicht von Eich und Bison bis zu Känguru, Robben und Krokodil. Beim Federwild sind es Fasane, Wachteln, Rebhühner und Wildenten, aber vor allem Strauß (AID Report 2009).

**Abbildung 2: Einfuhrstatistik für anderes Wildfleisch (17.184 t) für das Jahr 2008 (Quelle: Statistisches Bundesamt)**



Die im Einzelhandel angebotenen Hasenteile kommen zu 85 % aus Argentinien (AID 2009). Nach aktuellen Zahlen des Statistischen Bundesamtes sind diese argentinischen Importe jedoch stark rückläufig und seit 2007 wird Hasenfleisch ebenfalls aus China importiert (Abbildung 3). Nach Deutschland wurden in den Jahren 2005 bis 2008 zwischen 1.900 t und 2.600 t (MW 2002 t) Hasenfleisch exportiert (EMA 2010).

**Abbildung 3: Einfuhrstatistik für Hasenfleisch (1.880 t) für das Jahr 2008 (Quelle: Statistisches Bundesamt)**



Insbesondere im Herbst und Winter gelangt auch einheimisches Wild in den Handel. Drei Viertel des einheimischen Wildbrets werden jedoch von den Jägern und deren Angehörigen direkt verzehrt oder von den Jägern, Forstämtern und Jagdgenossenschaften direkt an Privatabnehmer und die Gastronomie vermarktet (Krostitz 1996). Das Gatterwild kommt aus den ca. 6.000 Wildgattern in Deutschland. Es werden zu 90 % Damwild, aber auch Rotwild (4-6 %) und andere Wildarten gehalten (Golze 2007). Nach der Tierschutz-Schlachtverordnung darf das Gatterwild in Deutschland nur mit Büchsenpatronen (Jagdgeschosse) betäubt und getötet werden.

Nach Angaben des Deutschen Jagdschutz-Verbandes (DJV) betrug das Wildbretaufkommen allein durch Schalenwild 17.300 t im Jagdjahr 2008/2009 und 14.836 t im Jagdjahr 2007/2008. Ein Jagdjahr geht vom 1. April bis 31. März des folgenden Jahres. Reh ist nach Schwarzwild das häufigste Wildbret in Deutschland (Tabelle 2).

**Tabelle 2: Wildbretaufkommen durch häufiges Schalenwild in Deutschland im Jagdjahr 2008/2009<sup>7</sup>**

	Gewicht pro Tier (kg) <sup>2</sup>	Rohaufkommen in Decke und Schwarte (t) <sup>1</sup>	Faktor ohne Knochen	Wildbret (t)	Faktor mit Knochen	Wildbret mit Knochen (t) <sup>3</sup>
Schwarzwild	41,0	24.800	0,37	9.100	0,60	14.800
Rehwild	12,5	11.200	0,49	5.500	0,70	7.800
Rotwild	65,0	4.100	0,47	1.900	0,56	2.300
Damwild	35,0	1.700	0,50	800	0,60	1.000
Summe	-	41.800		17.300		25.900
Vorjahr	-	34.943		14.836		21.912

<sup>1</sup> Um den Anteil an Fallwild reduzierte Jahresstrecke; abgerundete Zahlen

<sup>2</sup> Mittelwert unter Berücksichtigung des erheblich größeren Anteils jüngerer Tiere an der Gesamtstrecke Schalenwild

<sup>3</sup> Wildbretaufkommen in der Decke/Schwarte mit Knochen

Da in dieser Statistik nicht alle Schalenwildarten angegeben sind und diese Angaben auch kein Niederwild (z.B. Feldhase, Wildkaninchen) und Federwild (z.B. Fasane, Wildtauben, Wildenten u. -gänse) beinhalten, ist das jährliche Wildbretaufkommen in Deutschland höher als diese Angaben des DJV. Werden die weiteren Schalenwildarten (Sikahirsch, Gämse und Mufflon), die mit Kugelgeschossen erlegt werden, in die Berechnungen zum Wildbretaufkommen einbezogen, betrug allein das Wildbretaufkommen durch die Schalenwildjagd in den Jagdjahren 2004 bis 2007 ca. 12.000 t bis 15.000 t.

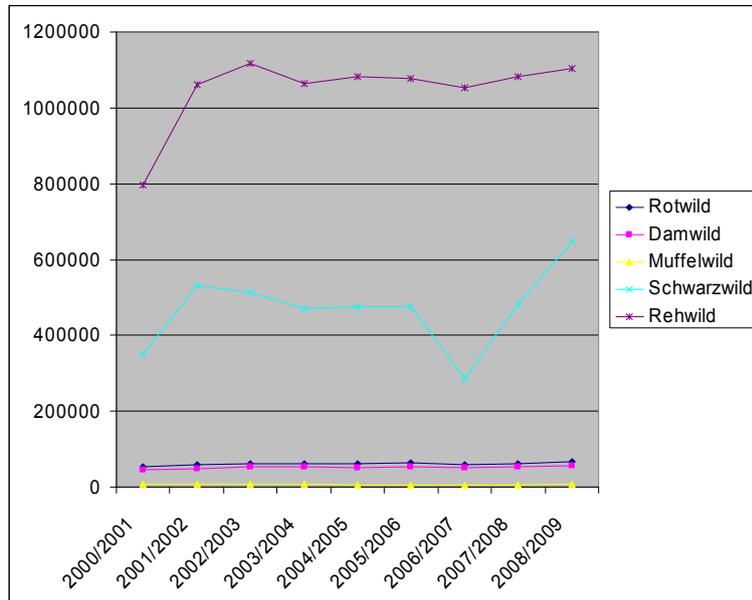
Bei der jährlichen Jagdstrecke von Wildschweinen gab es in den letzten Jahren eine deutliche Zunahme der erlegten Tiere, während die Strecken von Rothirsch, Damhirsch und Mufflon weitgehend konstant blieben. Die jährliche Strecke des Rehwilds schwankt auf hohem Niveau um ca. 1 Mio. erlegter Tiere (Tabelle 3, Abbildung 4).

<sup>7</sup> (Quelle: DJV, <http://www.jagd-online.de>)

**Tabelle 3: Wildstrecke in Deutschland für die häufigsten Schalenwildarten vom Jagdjahr 2000/2001 bis 2008/2009. Die Stückzahlen beinhalten Fallwild (meist Unfallwild), dies sind ca. 18 % bei Rehen, 5 % bei Rothirsch, 7 % bei Damhirsch und 6 % bei Schwarzwild (Quelle: DJV<sup>8</sup>).**

	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009
Rotwild	53.241	57.593	60.407	62.363	62.057	62.902	58.590	60.308	67.246
Damwild	45.609	48.951	52.240	53.255	50.819	52.186	49.742	54.055	55.407
Muffelwild	6.869	7.280	7.392	7.109	6.137	6.481	5.576	6.408	6.888
Schwarzwild	350.976	531.887	512.050	470.283	476.042	476.645	287.080	479.907	646.790
Rehwild	795.957	1060.272	1117.511	1064.782	1081.416	1077.441	1053.121	1081.160	1102.604
Σ	1252.652	1705.983	1749.600	1657.792	1676.471	1675.655	1454109	1681.838	1878.935

Abbildung 4: Wildstrecke in Deutschland für die häufigsten Schalenwildarten vom Jagdjahr 2000/2001 bis 2008/2009. Die Stückzahlen beinhalten Fallwild (Unfallwild) (Quelle: DJV<sup>8</sup>).



### Bleiverteilung im Wildkörper

Die Bleigehalte im Wildbret sind auf die variable Hintergrundbelastung und die Rückstände bleihaltiger Geschosse zurückzuführen. Letztere können durch den Verbleib des oder der Projektils im Wildkörper oder von bleihaltigen Teilen bzw. Abrieb der Projektils oder Teilen von ihnen die Bleikonzentration im Wildkörper erhöhen.

Im hier erörterten Zusammenhang handelt es sich bei der zu betrachtenden Munition um Kugelmunition, die bei der Bejagung von Schalenwild (Wildwiederkäuer und Schwarzwild) verwendet werden darf. Schrotmunition ist für die Bejagung von Schalenwild in Deutschland nicht zugelassen.

Im Rahmen der sogenannten Wund- oder Zielballistik, d.h. des Verhaltens von Projektilen oder Teilen von ihnen sowie des um den Schusskanal herum gelegenen Gewebes im beschossenen Wildkörper, kommt es zu einer Verteilung von Bleirückständen und -partikeln. Das Ausmaß dieser Verteilung ist im Wesentlichen von folgenden Faktoren abhängig:

- Konstruktion des Projektils: Bei den verwendeten bleihaltigen Teilmantelgeschossen lassen sich konstruktiv Deformations-, Teilerlegungs- und Zerlegungsgeschosse unterscheiden.
- Laborierung: Hierunter ist die dem Kaliber, Geschossgewicht und dem Verwendungszweck angepasste Beladung der Patrone mit Explosivstoffen gemeint, die neben anderen Faktoren entscheidend für die sich beim Schuss entwickelnde Energie verantwortlich ist.
- Schussentfernung: Proportional zur Entfernung von Laufmündung und Ziel nimmt die Energie des Projektils beim Auftreffen auf den Wildkörper ab. Die Energieabgabe im Tierkörper ist entscheidend für das Verformungs- und Zerlegungsverhalten des Projektils, das hierbei in mehr oder weniger engen Grenzen der konstruktionsbedingten Zielballistik des Herstellers entspricht.

- Anatomie des Wildkörpers: Abhängig davon, an welcher Stelle und in welchem Winkel das Projektil den Wildkörper trifft, wirken unterschiedliche physikalische Kräfte auf das Projektil ein. Ein dicht unter der Haut liegender Knochen wie eine Rippe oder das Schulterblatt erzeugen andere Verformungen am Projektil als weichere Gewebe wie die Gliedmaßenmuskulatur oder die Bauchdecke mit darunter gelegenen flüssigkeitsgefüllten Organen. Einen Einfluss hat dabei auch die Masse des Wildkörpers.

Die zu diesem Thema zur Verfügung stehenden Informationen sind insgesamt spärlich. Untersuchungen zur Verteilung von Bleikontaminationen in Wildkörpern entstammen überwiegend aus dem Bereich des Naturschutzes. Hier steht insbesondere der Schutz von Greifvögeln vor Bleivergiftungen durch die Nahrungsaufnahme an Tierkadavern oder Teilen von ihnen im Fokus, die mit bleihaltiger Munition erlegt wurden.

Eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf eine Exposition für den Menschen ist aber nicht immer möglich, weil bei der Gewinnung von Wildfleisch erhebliche Anteile des Wildkörpers (Organe, Verdauungstrakt und zirkuläre Bereiche um den Schusskanal herum) entfernt und darum nicht verzehrt werden. Wenn dagegen wild lebende Greifvögel an erlegtes Schalenwild gelangen, handelt es sich dabei häufig um solche Tiere, die bei der Jagd nach dem Beschuss nicht sofort getötet wurden und vom Jäger nicht gefunden werden konnten. Auch kommt es vor, dass Wild nach dem Erlegen vom Jäger (Jagdausübungsberechtigten) nicht angeeignet wurde, weil es durch das Vorhandensein entsprechender (z.B. pathomorphologischer) Merkmale nicht zum Verzehr geeignet war und deshalb am Erlegungsort verbleibt. Darüber hinaus ist es üblich und rechtlich zulässig, Organkonvolute (Wildaufbruch) nach dem Versorgen des in Besitz genommenen Wildkörpers ebenfalls im Revier zurückzulassen. Es wird zwar empfohlen, diese Materialien entweder zu vergraben oder anderweitig abzudecken, diese Maßnahmen werden aber häufig durch Wildschweine und Füchse bei der Nahrungssuche durch Freilegen wieder zunichte gemacht. In diesen genannten Fällen verbleiben in einer nicht genau zu beziffernden Größenordnung Reste bleihaltiger Geschosse in der Nahrungskette und Umwelt zurück.

Trinogga und Krone (2008) führten radiologische Untersuchungen an erlegtem Wild in Deutschland durch. Die Aufnahmen wurden jeweils von unaufgebrochenen und nicht ausgeweideten Stücken und von 14 separierten Organkonvoluten von mit bleihaltigen Geschossen erlegtem ausgeweidetem Wild erstellt. Alle 14 Wildaufbrüche waren mit Bleipartikeln kontaminiert. Dabei wurden zwischen 2 und 600 Splitter gefunden. Die bei der Untersuchung in ventro-dorsaler ( $n = 50$ ) und latero-lateraler ( $n = 48$ ) Lagerung erstellten Aufnahmen zeigten, dass Splitter entlang der Schusskanäle in unterschiedlichem Ausmaß zu finden waren: Der Minimalabstand der gefundenen Partikeln vom Schusskanal war unter einem Zentimeter, im Maximum betrug der Abstand 22 cm (Tabelle 4). Dabei variierten die Splitter in der Größe von weniger als einem Millimeter bis knapp 10 mm Durchmesser. Die Anzahl der Splitter schwankte zwischen 25 und 500 Partikeln, im Mittel der untersuchten Munitionssorten zwischen fast 90 und 280.

**Tabelle 4: Abstand der Geschossfragmente vom Schusskanal bei bleihaltigen Geschossen in Zentimetern [cm] (Trinogga und Krone 2008)**

Ventro-dorsale Röntgenaufnahmen						
Geschoss	n	Mittelwert	Median	Standardabw.	Minimum	Maximum
Teilmantelspitzkopf	14	8,4	6,5	5,1	4,0	22,0
Teilmantelrundkopf	10	11,4	12,0	4,4	5,0	17,0
Brenneke TUG	3	5,6	6,5	1,9	3,5	7,0
Norma Vulkan	10	9,2	8,0	3,9	4,5	17,0
RWS Kegelspitz	6	7,4	9,0	4,6	1,0	12,0
RWS Evolution	7	10,7	10,0	3,2	5,5	15,0
Latero-laterale Röntgenaufnahmen						
Teilmantelspitzkopf	14	8,8	7,5	3,7	4,5	16,0
Teilmantelrundkopf	10	12,0	11,5	3,8	5,0	19,0
Brenneke TUG	3	15,5	14,0	4,9	11,5	21,0
Norma Vulkan	10	9,5	9,5	2,5	5,5	13,5
RWS Kegelspitz	4	6,4	7,3	4,6	0	11,0
RWS Evolution	7	9,5	9,0	3,3	6,0	16,0

Hinsichtlich der Fragestellung bzgl. der Bleiverteilung im Wildkörper und entsprechender Maßnahmen für die Praxis der Fleischzerlegung ist auf Grundlage der o.g. Daten eine Aussage zu der Anzahl von den Bleipartikeln, die nach dem Aufbrechen und der Entfernung der Organe noch im Wildkörper verblieben und evtl. noch durch Umschneidung des Schusskanals entfernt hätten werden können, als unsicher einzuschätzen.

In einer Untersuchung von Dobrowolska und Melosik (2008) an mit bleihaltigen Geschossen erlegten zehn Rothirschen (*Cervus elaphus*) und zehn Wildschweinen (*Sus scrofa*) wurden Gewebeproben direkt am Ein- und Ausschuss als auch um den Schusskanal auf ihre Bleigehalte analysiert. Am Schusskanal wurden Probennahmestellen in 5, 15, 25 und 30 cm Abstand gewählt. Die Ergebnisse zeigen, dass bei einem Wildschwein in direkter Umgebung des Einschusses ein extrem hoher Bleiwert von knapp über 1000 mg pro kg Muskelgewebe erreicht wurde. Die Werte aller untersuchten Proben aus dem direkten Bereich von Ein- und Ausschuss lagen weit über dem zulässigen Höchstgehalt für Blei von 0,10 mg pro kg Frischgewicht in Fleisch von schlachtbaren Nutztieren nach Abschnitt 3 im Anhang der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006.

Auch in der Umgebung des Schusskanals wurden noch in 15 cm Entfernung Konzentrationen ermittelt, die den oben genannten Wert beim Rotwild um ca. das 100-Fache und beim Schwarzwild um ca. das 10-Fache überschritten. Auffällig ist dabei eine Gewichts- und damit auch Altersabhängigkeit, die von den Autoren mit dem Deformationsverhalten der Projektile erklärt wird. In kleineren Wildkörpern erfolgt eine Verformung und damit einhergehende Abgabe von Splintern in Relation zum Schusskanal erst sehr viel später im Verlaufe der Passage durch den Wildkörper als bei großen Wildtieren. Die Projektile verlassen den Wildkörper, ehe sie im gleichen Maße Kontaminationen bewirkt haben.

Im Fazit empfehlen die Autoren als Maßnahme zur Vermeidung von hohen Bleigehalten im Wildbret neben der Option des Verzichts auf bleihaltige Geschosse bei der Jagd, den Be-

reich von Ein- und Ausschuss sowie auch den Schusskanal großzügig und möglichst auch über den Radius der Blut-infiltrierten Gewebe hinaus zu entfernen.

Anlässlich eines Forschungsvorhabens zur Bleiexposition Aas fressender Greifvögel stellten Hunt et al. (2006) bei der radiologischen Untersuchung von mit bleihaltiger Munition erlegten Weißwedel- und Maultierhirschen (*Odocoileus virginianus* und *O. hemionus*) fest, dass bei ausgeweideten Wildkörpern Bleifragmente in Größenbereichen von mehr als 5 mm bis hin zu solchen von ca. 0,5 mm bis in einem Radius von 15 cm zu finden waren, im Mittel die Entfernung aber 7 cm betrug. In die Untersuchung waren 39 Wildkörper einbezogen, von denen bei neun ausgeweideten Tieren Fragmente in der Umgebung der Schusskanäle gefunden wurden.

Weitere radiologische Untersuchungen von den aufgebrochenen und ausgeweideten Tierkörpern von 30 mit Bleimunition erlegten Weißwedelhirschen aus den USA wurden von Hunt et al. (2009) ebenfalls publiziert. Bleipartikel fanden sich dabei im Mittel in einem Radius von 24 cm um den Schusskanal herum, im Maximum wurde ein einzelnes Partikel in 45 cm Entfernung gefunden.

Grund et al. (2010) untersuchten radiologisch das Vorhandensein von Bleipartikeln nach Bejagung mit bleihaltiger Munition an acht Weißwedelhirschen und nach experimentellem Beschuss an 72 euthanasierten Hausschafen. Bei diesen betrug die Schussentfernung konstant 50 Meter und bei der Schussabgabe auf den Thorax wurde stets ein rechter Winkel zur Tierkörperachse eingehalten. Dabei wurden als bleihaltige Jagdmunition sowohl Zerlegungsgeschosse als auch Deformationsgeschosse, als auch ein bleifreies Geschoss und weitere Jagdpatronen verwendet. Die Herstellerinformationen zu den Zerlegungsgeschossen gaben ein durchschnittliches Restgewicht der Projektile nach Beschuss von jeweils 50 % an, für die Deformationsgeschosse wurden Restkörpergewichte von mehr als 90 bis zu 100 % angegeben. Bei anschließenden radiologischen Untersuchungen wurden in den Tierkörpern Splitter quantitativ bewertet und Muskelfleisch in Distanzen von 5 cm, 25 cm und 45 cm von der Ausschusswunde toxikologisch auf deren Bleigehalte analysiert (Tabelle 5). Ohne Angabe der festgestellten Bleikonzentrationen berichten die Autoren, dass in 45 cm Entfernung von der Austrittsverletzung noch erhöhte Bleigehalte im Gewebe gefunden wurden. In einer weiteren Untersuchung verglichen die Autoren den Effekt durch die Anwendung von Wasser zum Ausspülen der Tierkörper und konnten zeigen, dass nach dem Spülen in höherem Maße Bleirückstände in Körperregionen zu finden waren, bei denen vor dem Spülen keine oder niedrigere Konzentrationen von Blei gemessen worden waren.

Hinweise hinsichtlich der Umschneidung des Schusskanals finden sich in Literatur, die bei der Aus- und Weiterbildung von Jägern im deutschsprachigen Raum verbreitet ist.

Kujawski (1988) fordert, die Blutergüsse, die sich am Einschuss wie am Ausschuss im Wildbret befinden, wegzuschneiden, auch weil sich an diesen Stellen Fäulnis bildet. Krebs (2005) stellt fest, dass durch die Einwirkung des Schusses in jedem Fall eine Verunreinigung erfolgt. Häufig verformt und zerlegt sich das Projektil, sodass Metallsplitter in das Gewebe um den Schusskanal eindringen und im Fleisch stecken bleiben. Derart veränderte Gewebe werden von ihm als untauglich zum Genuss für den Menschen eingeschätzt und er fordert, diese möglichst bald großräumig auszuschneiden.

Hohe Maximalwerte von Bleikonzentrationen in Wildbret interpretieren Dedek und Steineck (1994) als Sekundärkontaminationen durch das für die Tötung eingesetzte Zerlegungsgeschoss. Durch die hohe Auftreffenergie komme es zu einem starken Abrieb entlang des Schusskanals und unter Umständen zum Splintern des Geschosses, sodass Bleifragmente in

größerer Distanz zur Lage des Einschusses gefunden werden können. Sie empfehlen ein sehr sorgfältiges Ausschneiden des Fleisches entlang der durchschossenen Teile und warnen vor der Verwendung der entfernten Teile zu Tierfutterzwecken.

Bert (2008) fordert für die Nachsorge des erlegten Wildes die Überprüfung des Aufbrechens, die fachgerechte Endversorgung der Stücke sowie die Analyse der Schusskanäle. Daraus ergibt sich für ihn, dass verunreinigte Ein- und Ausschüsse großzügig wegzuschneiden sind.

Im Rahmen der Zurichtung des Wildbrets, also der weiteren Verarbeitung nach dem Aufbrechen und Ausweiden des Wildes, sind nach Winkelmayr et al. (2008) der Ein- bzw. Ausschuss nochmals zu kontrollieren und gegebenenfalls verschmutzte bzw. hochgradig zerstörte Teile zu entfernen.

**Tabelle 5: Radiologische und toxikologische Ergebnisse des kontrollierten Beschusses von Schafskörpern aus einer Distanz von 50 m mit unterschiedlichen Jagdgeschossen (verändert nach Grund et al. 2010)**

Geschoss	Geschossart	Geschwindigkeit [m/s] <sup>1</sup>	Masseverlust nach Herstellerangaben [%]	Bleianteil	N Schafe	Anzahl der Fragmente ventral-dorsal [n] MW ± SD	Minimum	Maximum	Anzahl der Fragmente latero-lateral < 5 cm vom Ausschluss [n] MW ± SD	Minimum	Maximum	analysierte Muskelproben	Prozentualer Anteil der Muskelproben mit > 1 ppm Blei		
													Abstand zum Einschusskanal		
													5 cm	25 cm	45 cm
Nosler Ballistic Tip	Zerlegung	876 ± 10	50	Bleikern	9	141 ± 135	74	498	41 ± 20	13	86	30	50	70	10
Remington Core Lekt	Zerlegung	885 ± 17	50	Bleikern	10	86 ± 34	28	138	43 ± 23	15	92	30	70	40	0
Winchester XP3	Teilerlegung	894 ± 20	0	vordere Hälfte Kupfer, Basis Blei	10	9 ± 7	2	28	< 1 ± 1	0	3	30	0	0	0
Hornady Interbond	Teilerlegung	855 ± 12	< 10	mantelgebundenes Blei	10	82 ± 62	21	28	36 ± 240	11	83	30	50	20	10
Barnes TSX	Deformation	871 ± 30	0	kein Blei	10	2 ± 1	1	4	< 1 ± 1	0	2	30	0	0	0
Remington Foster Slug	Flintenlauf	452 ± 38	k.A.	100 % Blei	10	28 ± 41	3	127	12 ± 9	1	31	30	40	0	0

### 3.1.2 Agens Blei

Blei ist eines der ältesten bekannten Metalle und aufgrund der natürlichen Erosion von Gesteinen und Vulkanismus ubiquitär in der Umwelt verbreitet. Seit der Industrialisierung überwiegen die anthropogen bedingten Emissionen die geogene Emission um mehrere Größenordnungen. Emittiert wird Blei insbesondere bei der Verhüttung von Metallen und der Verbrennung fossiler Rohstoffe (Nriagu 1989). Die bedeutendste Emission von Blei war die Verwendung von Tetraethylblei und Tetramethylblei als „Antiklopfmittel“ in Kraftstoffen für Otto-Motoren. Durch das Benzin-Bleigesetz von 1971 und die europäische Richtlinie 78/611/EWG über den Bleigehalt des Benzins wurde der Zusatz dieser organischen Bleiverbindungen sukzessiv reduziert und im Normalbenzin seit dem Jahr 1988 verboten (Umweltbundesamt 1994).

Industriell wird Blei vor allem zur Herstellung von Akkumulatoren (z.B. Batterien) verwendet. Weiterhin findet Blei in größerem Umfang Verwendung als Kabelummantelung, für Legierungen, in der Elektrotechnik und als Farbpigment. In der Bundesrepublik lag der Bleiverbrauch von 1995 bis 2005 bei 350.000-400.000 t/Jahr, zeitweise sogar über 410.000 t/Jahr. Davon wurden mehr als 50 % für Akkumulatoren verwendet (Umweltbundesamt 2005).

Blei wird als Munition sowohl für militärische und polizeiliche Waffen als auch für Sport- und Jagdwaffen verwendet. Insbesondere bei der Entwicklung moderner Zivil- und Militärgeschosses wird jedoch aus ballistischen und umweltschutzrelevanten Aspekten immer häufiger auf Blei bei der Munitionsfertigung verzichtet und stattdessen Kupfer bzw. Kupferlegierungen verwendet. Aufgrund seines hohen spezifischen Gewichtes wird Blei auch im Angel- und Tauchsport als Bleigewicht verwendet.

Für die 15 EU-Staaten wurde für das Jahr 2003 die Verwendung von 38.300 t Blei für Bleimunition berechnet, davon entfallen etwa 34.600 t auf Bleischrot und 4.000 t auf Bleigeschosse. In Deutschland wurde mit 12.500 t innerhalb der 15 EU-Staaten am meisten Bleimunition verbraucht, allerdings ist dies durch den im europäischen Vergleich sehr hohen Anteil an Sportschützen bedingt. Für die Jagdausübung wurden für Deutschland 1.017 t Bleischrot und 8 t für Jagdgeschosse berechnet (European Commission Enterprise Directorate 2004).

### 3.1.3 Toxizität

Blei ist ein nichtessentielles und toxisches Spurenelement. Die Resorption von Blei im Verdauungstrakt liegt bei Kindern mit etwa 50 % wesentlich höher als bei Erwachsenen mit etwa 15 %. Im Blut wird Blei zu 50 % an das Hämoglobin der Erythrozyten gebunden, 25 % binden an große Plasmaproteine und weitere 25 % sind an kleine Plasmaproteine gebunden oder frei im Blut vorhanden. Fetales Hämoglobin hat eine höhere Affinität zu Blei als das Hämoglobin Erwachsener. Akkumulationsorgane für Blei sind die Leber und die Nieren. Das Langzeitdepot für Blei im Körper ist der Skelettknochen, mit einer Halbwertszeit von Jahrzehnten. Bei Erwachsenen werden ca. 94 % des aufgenommenen Bleis im Knochen gespeichert, während es bei Kindern ca. 73 % sind. Der mobile Anteil an Blei im kindlichen Organismus ist höher als bei Erwachsenen. Während des Wachstums akkumuliert Blei überwiegend im trabekulären Knochen, während es bei Erwachsenen sowohl im kortikalen als auch im trabekulären Knochen gespeichert wird (ATSDR 2007).

Die toxische Wirkung von Blei betrifft fast alle Organe und Körperfunktionen und beruht vor allem auf dessen Interaktionen mit Proteinen, z.B. Enzymen, und Störungen der Homöostase von Calcium-abhängigen Stoffwechselfunktionen.

## Anämie

Blei hemmt die Synthese des roten Blutfarbstoffs Hämoglobin durch Interaktionen mit diversen Enzymen, die bei der Biosynthese dieses Sauerstoff-bindenden Proteins beteiligt sind. Die Bindung von Blei an das zinkabhängige Enzym Aminolevulinsäure-Dehydratase (ALAD) inhibiert die Synthese von Porphobilinogen, einer Vorstufe des aktiven Sauerstoff-bindenden Zentrums des Hämoglobins. Die ALAD und weitere Proteine der Hämoglobinsynthese im Blut und Harn dienen auch als Indikator für eine Bleiexposition.

Diese bleiinduzierte Reduktion der Hämoglobinsynthese reduziert den Sauerstofftransport zu sämtlichen Körperzellen und hat weitreichende Konsequenzen auf viele Stoffwechsel-, Organ- und Körperfunktionen, einschließlich des Nervensystems (ATSDR 2007).

## Organschädigung

Die biochemischen Mechanismen der in mehreren Studien nachgewiesenen toxischen Wirkung von Blei auf die Nieren sind nicht vollständig geklärt. In Humanstudien konnte gezeigt werden, dass kleinmolekulare Proteine bei einer erhöhten Bleiexposition über den Urin ausgeschieden werden, die normalerweise über die proximalen Tubuluszellen rückresorbiert werden. Diese bleiinduzierte Proteinurie ist vermutlich eine Störung der Permeabilität der Zellmembran der Nierenzellen.

Ein charakteristischer histologischer Befund der Nierentoxizität durch Blei ist die Bildung von Einschlüssen im Zellkern von Zellen des proximalen Tubulus (z.B. ATSDR 2007). In epidemiologischen Studien wurden Effekte von Blei auf die Nierenfunktionsleistung (z.B. glomeruläre Filtration) gezeigt (z.B. EFSA 2010, Navas-Acien et al. 2009). Darüber hinaus wurden in epidemiologischen Studien Wirkungen von Blei auf das kardiovaskuläre System beobachtet. In zahlreichen Studien konnte ein Zusammenhang zwischen den Blutbleigehalten und dem systolischen Blutdruck dahingehend gezeigt werden, dass erhöhte Blutbleigehalte mit einer Erhöhung des systolischen Blutdrucks korrelierten (Zusammenfassung bei ATSDR 2007, EFSA 2010, Navas-Acien 2007).

## Neurotoxische Effekte

Blei beeinträchtigt das Nervensystem durch mehrere Mechanismen, insbesondere jedoch durch die Imitation und Substitution von Calcium und Störungen der Calcium-Homöostase.

Da Calcium als Cofaktor bei vielen zellulären Prozessen eine Rolle spielt, können folglich durch Blei diverse Wege der Signaltransduktion beeinflusst werden. Beispielsweise hemmt Blei die Calcium-abhängigen Impulse der Neuronen und Synapsen des Nervensystems und beeinträchtigt die Proteinkinase C. Der Proteinkinase-C-Komplex ist z.B. in die Synthese von Neurotransmittern, die synaptische Signalübertragung und die Bildung von Gehirn- und Nervenzellen involviert. Diese Störung der Freisetzung von Neurotransmittern und des zentralnervösen Metabolismus wirkt sich insbesondere auf das sich entwickelnde Nervensystem und die Bildung und Verästelung der Synapsen bei Feten, Säuglingen und Kleinkindern aus. Bei Kleinkindern konnten in zahlreichen Studien neurobiologische Störungen, intellektuelle Defizite und Lern- und Verhaltensdefizite selbst bei sehr niedriger Bleiexposition gezeigt werden (ATSDR 2007).

## Kanzerogene Wirkungen

Im Tierversuch konnten für Blei kanzerogene Wirkungen nachgewiesen werden. Die „International Agency for Research on Cancer“ (IARC) stuft anorganische Bleiverbindungen als „wahrscheinlich kanzerogen für den Menschen“ (probably carcinogenic to humans), Gruppe 2A, ein (IARC 2006). Organische Bleiverbindungen werden der Gruppe 3 – als „nicht klassifizierbar im Hinblick auf ihre kanzerogene Wirkung am Menschen“ (not classifiable as to their carcinogenicity to humans) eingestuft. Dabei weist das Gremium darauf hin, dass im Tierexperiment organische Bleiverbindungen in anorganische Bleiverbindungen umgewandelt werden können und damit die gleichen toxischen Effekte wie von anorganischen Bleiverbindungen zu erwarten sind.

Hinsichtlich der kanzerogenen Wirkung von Blei werden verschiedene, in erster Linie epigenetische Mechanismen wie Hemmung der DNA-Synthese oder -reparatur, Veränderungen der interzellulären Kommunikation oder Schädigung durch oxidativen Stress diskutiert (Silbergeld et al. 2000, zitiert nach ATDSR 2007). Hinweise auf eine kanzerogene Wirkung von Bleiverbindungen beim Menschen stammen in erster Linie aus epidemiologischen Studien mit beruflich bedingter Exposition (siehe Zusammenfassung bei ATDSR 2007).

## Benchmark-Dosis-Modellierung (EFSA 2010)

In ihrem Gutachten hat die EFSA auf der Basis neuer Daten zur Bleiexposition der Bevölkerung in Europa und einer systematischen Auswertung von Studien zur toxikologischen Wirkung von Blei eine Risikocharakterisierung vorgenommen. Basierend auf der Benchmark-Dosis(BMD)-Modellierung<sup>8</sup> mit den in epidemiologischen Studien erhobenen Daten war für keinen der untersuchten Endpunkte – Entwicklungsneurotoxizität, kardiovaskuläre Effekte und Nierentoxizität – ein als unbedenklich geltender Wert ableitbar. Als Referenzwert wurde ein BMDL<sub>01</sub> für Entwicklungsneurotoxizität und kardiovaskuläre Effekte sowie ein BMDL<sub>10</sub> für nephrotoxische Effekte gewählt.

Die ermittelten BMDL-Werte und die korrespondierende Definition sind der Tabelle 6 zu entnehmen.

**Tabelle 6: BMDL in Abhängigkeit der gewählten Endpunkte und der Studienpopulationen als Grundlage für die Risikocharakterisierung durch die EFSA (2010)**

Endpunkt	Population	BMDL Definition	BMDL (µg Blei/L)
Entwicklungsneurotoxizität	Kinder	1 % Reduktion auf IQ-Skala	BMDL <sub>01</sub> : 12
Kardiovaskuläre Effekte	Erwachsene	1 % Anstieg systolischer Blutdruck	BMDL <sub>01</sub> : 36
Nierentoxizität	Erwachsene	10 % erhöhte Prävalenz CKD	BMDL <sub>10</sub> : 15

CKD: chronische Nierenerkrankung, chronic kidney disease: glomeruläre Filtrationsrate < 60 mL/1,73 m<sup>2</sup> u. min

Die Auswertung der Daten ergab, dass die gemessenen Konzentrationen im Blut als Maß für das über Lebensmittel aufgenommene Blei in dem Bereich liegen (oder darüber), für den mithilfe der Modellierung der Daten aus epidemiologischen Studien, insbesondere zur Entwicklungsneurotoxizität bei Kindern sowie zur Nierentoxizität bei Erwachsenen, bereits Effekte identifiziert wurden.

<sup>8</sup> Bisher dient bei der Verwendung von Tierversuchsdaten für die Risikobewertung von Stoffen in Lebensmitteln, die nicht genotoxisch und karzinogen sind, der NOAEL-Wert (No-Observed-Adverse-Effect-Level) und/oder der LOAEL-Wert (Lowest-Observed-Adverse-Effect-Level) der kritischen Wirkung eines Stoffes als Referenzpunkt für die Ableitung von gesundheitlichen Richtwerten, wie etwa einer zulässigen wöchentlichen Aufnahmemenge (TWI-Wert). Dieser Ansatz verwendet jedoch die verfügbaren Daten nicht für eine quantitative Analyse, sondern stützt sich vielmehr auf eine qualitative Auswertung und ihre Informationen. Der Benchmark-Dosis(BMD)-Ansatz verwendet hingegen umfassend die Dosis-Wirkungs-Daten aus Studien an Versuchstieren oder aus epidemiologischen Studien, um potenzielle Risiken zu beschreiben und zu quantifizieren.

## **Besondere Schutzbedürftigkeit von Risikogruppen wie Schwangere, Embryos, Feten und Kinder**

Das BfR sowie seine Vorgänger-Institute – das Bundesgesundheitsamt (BGA) und das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) – haben in der Vergangenheit bereits in zahlreichen Stellungnahmen darauf hingewiesen, dass Schwangere, Feten und Kleinkinder als besonders empfindliche Risikogruppen einzustufen sind.

Für die Gruppe der Schwangeren, Embryos, Feten und Säuglinge sind dabei folgende Eigenschaften von Blei von Bedeutung:

Blei ist plazentagängig, die Belastung der Neugeborenen entspricht der ihrer Mütter. Ein Übergang in die Muttermilch wurde gezeigt und Neurotoxizität sowie Kanzerogenität gelten als toxikologische Endpunkte (ATSDR 2007).

Da die Abnahme der Bleigehalte im Blut auf unbedenkliche Werte bei bleiexponierten Personen nicht kurzfristig erfolgt, sollte die für Schwangere abgeschätzte tolerierbare Bleizufuhr prinzipiell für alle Frauen im gebärfähigen Alter gelten. Blei im Knochen hat eine extrem lange Halbwertszeit von bis zu einigen Jahrzehnten (ATSDR 2007). In einem vom BfR in Auftrag gegebenen Forschungsvorhaben „Höchstgehalte für Umweltkontaminanten in Säuglings- und Kleinkindernahrung“ (Wilhelm et al. 2004) heißt es hierzu: *„Quelle der Bleibelastung des Fetus ist nicht nur die aktuelle mütterliche Bleiaufnahme, sondern vor allem die Remobilisation von Blei aus dem tiefen Kompartiment Knochen. Gulson et al. (2003; zitiert in Wilhelm 2004) schätzen bei Müttern aus Australien mit einer geringen alimentären Kalziumaufnahme, dass durchschnittlich etwa 79 % des aus den Knochen mobilisierten Bleis über die Nabelschnur zum Neugeborenen gelangt. Wegen der Mobilisierung von Blei aus dem Knochen in der Schwangerschaft und noch mehr während der Stillzeit sinken die Blutbleispiegel mit der Anzahl der Schwangerschaften, sodass ein Risiko einer erhöhten Bleiaufnahme des Fetus und des Säuglings bei der ersten Schwangerschaft möglicherweise am höchsten ist.“*

Kinder sind aufgrund folgender Stoffmerkmale von Blei als besonders empfindliche Risikogruppen anzusehen (zusammengestellt z.B. von Wilhelm 2004):

- höhere Resorptionsrate des Stoffes (o. a. physiologische Besonderheit)
- höhere Exposition durch Verzehrverhalten, geringes Körpergewicht
- noch nicht voll entwickelte Stoffwechselfvorgänge bei Säuglingen und Kleinkindern
- höhere Empfindlichkeit gegenüber der neurotoxischen Wirkung, da Kinder sich in einer besonders empfindlichen Phase der Hirnentwicklung befinden
- andere Wirkungen/toxikologische Endpunkte (z.B. endokrine Effekte)
- weitere Expositionsquellen wie z.B. Spielzeug und Hausstaub

Kleinkinder bis zu einem Alter von sechs Jahren nehmen über Hand-zu-Mund-Aktivitäten mehr Blei auf als Erwachsene. Unterschiede in der Kinetik führen zu einer höheren inneren Belastung und Mobilisierbarkeit von Blei bei Kindern.

Aufgrund ihres größeren Oberfläche-Volumen-Verhältnisses weisen Kinder eine höhere Stoffwechselrate auf. Dies und ihre größere körperliche Aktivität führen im Vergleich zum Erwachsenen zu einer erhöhten Nahrungs- und Wasseraufnahme sowie einer erhöhten Atemfrequenz bezogen auf das Körpergewicht. Dementsprechend kann es bezogen auf das Körpergewicht bei Kindern zu einer vergleichbar höheren Exposition gegenüber Schadstoffen als bei Erwachsenen kommen (Wilhelm et al. 2004).

Besonders empfindlich sind Feten, Säuglinge und Kleinkinder gegenüber den neurotoxischen Wirkungen von Blei. Es wird heute aufgrund von Studienergebnissen davon ausgegangen, dass bereits Blutbleispiegel  $< 100 \mu\text{g Blei/L}$  die individuelle Entwicklung von Kindern beeinträchtigen (ATSDR 2007). Eine sichere Wirkschwelle für Blei konnte bisher nicht abgeleitet werden (Canfield et al. 2003). Berichtet wurde auch über Zusammenhänge zwischen dem Hyperkinetischen Syndrom sowie endokrinen Effekten selbst bei relativ niedrigen Blutbleigehalten. Das Risiko für die Erkrankung bei Kindern (4-15 Jahre) war bei Blutbleikonzentration  $> 20 \mu\text{g/L}$  4-fach höher als bei Konzentrationen  $< 10 \mu\text{g/L}$  (Braun et al. 2006, HBM 2008). Die in Deutschland bei Kindern gemessenen Blutbleikonzentrationen (Mittel  $18 \mu\text{g/L}$ , Maximum  $100 \mu\text{g/L}$ ) liegen in Bereichen, bei denen adverse Effekte beobachtet werden (Becker et al. 2008).

### **3.2 Exposition über Wildfleischverzehr**

#### **3.2.1 Datengrundlage für Gehalte und Verzehr**

##### **Lebensmittel-Monitoring**

Die vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) übermittelten Bleigehalte von Wildschweinproben aus dem Lebensmittel-Monitoring (LM-M) wurden als Datengrundlage für die Aufnahmeberechnung von Blei über Wildbret verwendet. Die Bleigehalte stammen ausschließlich von in Deutschland erlegten Tieren.

Das LM-M ist ein gemeinsam von Bund und Ländern jährlich durchgeführtes systematisches Mess- und Beobachtungsprogramm, in dem Lebensmittel des deutschen Marktes auf Gehalte an gesundheitlich unerwünschten Stoffen untersucht werden. Es dient dem vorbeugenden gesundheitlichen Verbraucherschutz. Im Gegensatz zu den Datenerhebungen anderer Überwachungspläne (z.B. Bundesüberwachungsprogramm) enthält das LM-M keine Verdachtsproben und stellt dadurch annähernd reale und repräsentative Kontaminationen der untersuchten Stoffe in Lebensmitteln des deutschen Marktes dar.

Allgemein gelten die Daten des LM-M als repräsentativ in dem Sinn, dass sie keine Verdachtsproben enthalten und der angestrebte Stichprobenumfang von 236 Proben (für Lebensmittel, über die bislang keine Informationen vorliegen) sicherstellt, dass 98 % der auf dem Markt vorhandenen Gehalte mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % in der Stichprobe enthalten sind (BVL 2005). Aufgrund der hier vorliegenden geringeren Probenzahlen sind die errechneten Belastungswerte mit Unsicherheiten behaftet, da möglicherweise nicht alle auf dem Markt in Wildbret vorkommenden Gehalte von Blei abgebildet werden und die Importe von Wildfleisch mit einem Marktanteil von etwa 60 % (AID 2009) nicht im LM-M auf Blei untersucht wurden.

##### **Nationale Verzehrstudie II**

Als Datengrundlage zum Verzehr von Wildbret für Erwachsene diente die Nationale Verzehrstudie II (NVS II) des Max Rubner-Institutes (MRI). Die NVS II ist die aktuelle repräsentative Studie zum Verzehr von Lebensmitteln der Bevölkerung in Deutschland. Die Studie, bei der etwa 20.000 deutschsprachige Personen im Alter zwischen 14 und 80 Jahren mittels drei verschiedener Erhebungsmethoden (Dietary History, 24h-Recall und Wiegeprotokoll) zu ihrem Ernährungsverhalten befragt wurden, fand zwischen 2005 und 2006 in ganz Deutschland statt (MRI 2008). Die Auswertungen zum Verzehr von Wild für die deutsche erwachsene Bevölkerung beruhen auf den Daten der „Dietary History“-Interviews, die mithilfe des Pro-

gramms „DISHES 05“ erhoben wurden. Hierbei wurden 15.371 Personen befragt und ihr üblicher Verzehr der letzten vier Wochen (ausgehend vom Befragungszeitpunkt) retrospektiv erfasst.

Die „Dietary-History“-Methode 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. Bei Wildbret, wie Wildschwein, Hase oder Wildkaninchen, handelt es sich jedoch eher um selten verzehrte Lebensmittel. Bei solchen Lebensmitteln ist nicht auszuschließen, dass die „Dietary-History“-Methode die Verzehrsmengen unterschätzt.

Die Verzehrdatenauswertungen wurden im Rahmen des vom BMU finanzierten Projektes „LExUKon“ (Schwarz et al. 2010) am BfR durchgeführt. Für die Berechnung der Verzehrsmengen wurden Rezepte/Gerichte und nahezu alle zusammengesetzten Lebensmittel in ihre unverarbeiteten Einzelbestandteile aufgeschlüsselt und entsprechende Verarbeitungsfaktoren, z.B. Trocknung, berücksichtigt.

Weiterhin wird darauf hingewiesen, dass es aufgrund verschiedener methodischer Ansätze zur Datenaufbereitung (Aufschlüsselung und Zuordnung der Lebensmittel, wie oben beschrieben) Unterschiede zu Verzehrsmengen anderer Auswertungen geben kann.

### **VELS-Studie**

Als Datengrundlage zum Verzehr von Wildbret für Kinder wurden Verzehrdaten aus der VELS-Studie<sup>9</sup> herangezogen (Heseker et al. 2003, Banasiak et al. 2005). Die Studie wurde zwischen 2001 und 2002 an 816 Säuglingen und Kleinkindern im Alter von sechs Monaten bis unter fünf Jahren in ganz Deutschland durchgeführt. Die Eltern haben für jedes Kind zweimal 3-Tage-Ernährungsprotokolle über alle verzehrten Lebensmittel geführt. Die Lebensmittel und Speisen wurden anschließend unter Berücksichtigung der Verarbeitungsfaktoren auf rohe Lebensmittel zurückgerechnet. Für die Aufnahmeberechnung wurden Verzehrdaten der Kinder zwischen zwei und unter fünf Jahren mit einem durchschnittlichen Körpergewicht von 16,15 kg zugrunde gelegt.

Die Daten der VELS-Studie für Kinder aus den 2×3-Tage Ernährungsprotokollen sind aufgrund des Vorliegens von Verzehrangaben zu einzelnen Tagen sowohl für Expositionsschätzungen bei Risiken durch kurzzeitige Aufnahme (z.B. bei hoher akuter Toxizität) als auch bei Langzeitaufnahme (z.B. bei chronischer Toxizität) geeignet. Die Nutzung (Mittelung) von wenigen Einzeltagesmessungen für die Berechnung einer lebenslangen Aufnahme ist mit Unsicherheiten verbunden, die insbesondere bei Aussagen zu detaillierten Lebensmittelgruppen oder bei Schätzungen mit einem hohen Prozentsatz Nichtverzehrer zu beachten sind.

### **3.2.2 Bleigehalte in Wildfleisch**

#### **Wildschwein**

Die Erhebungen von Bleigehalten in Wildschweinproben erfolgten in den Jahren 1997, 1998 und 2007 im Rahmen des LM-M. In allen Jahren wurden Wildschweinproben von Jungtieren

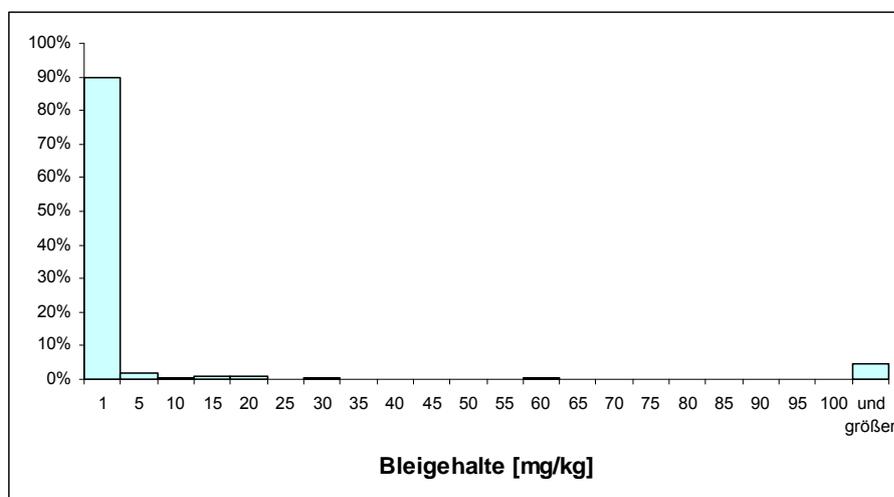
---

<sup>9</sup> Verzehrstudie zur Ermittlung der Lebensmittelaufnahme von Säuglingen und Kleinkindern für die Abschätzung eines akuten Toxizitätsrisikos durch Rückstände von Pflanzenschutzmitteln

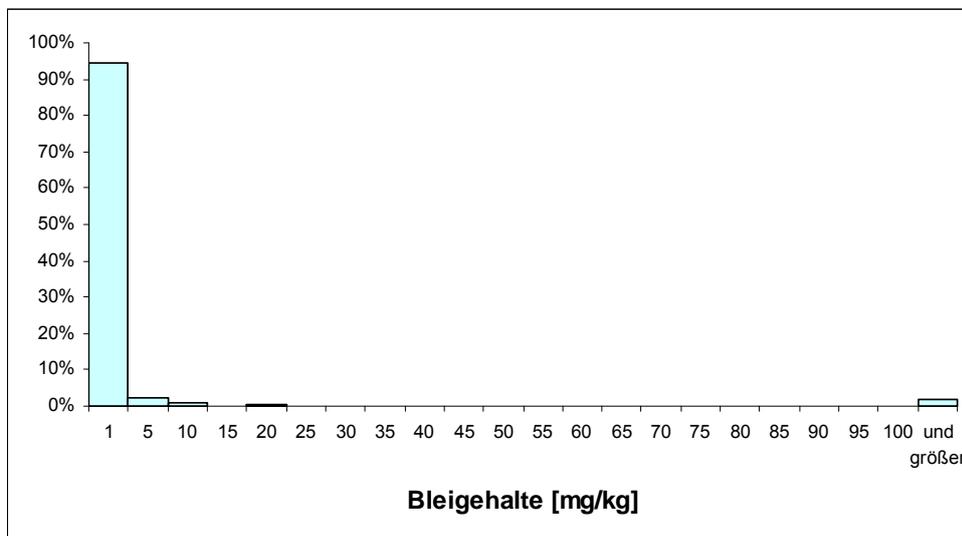
im zweiten Lebensjahr (Überläufer) aus Deutschland im 3. und 4. Quartal analysiert. Die Probenahmen 1997 und 1998 erfolgten bei staatlichen Forstämtern und Jagdgemeinschaften. Im Jahr 2007 wurden die Proben in Wildbearbeitungsbetrieben, Haarwild-Bearbeitungsbetrieben und Wildsammelstellen genommen. In den Jahren 1997 und 1998 wurden Wildschweine aus Gatterhaltung explizit ausgeschlossen. Die Entnahme der analysierten Probe erfolgte nicht in der Nähe der Einschussstelle (BGVV 1997, BgVV 1998, BVL 2007).

Die Daten sind in Abbildung 5 bis Abbildung 7 dargestellt. Zusätzlich gibt Tabelle 7 eine Übersicht über wichtige statistische Parameter der Untersuchungen. Daraus lässt sich erkennen, dass bezüglich der maximalen Gehalte ein Rückgang seit 1997 zu verzeichnen ist, was jedoch auch auf die verringerte Probenzahl zurückzuführen sein könnte. Die Medianwerte über alle drei Jahre sind weitgehend gleich. Für die Expositionsschätzungen von Blei über Wildschwein werden die aktuellen Daten aus dem Jahr 2007 herangezogen. Im Vergleich zu Studien aus Kroatien und Polen (z.B. Bilandzic et al. 2009, Bilandzic et al. 2010, Rudy 2010) ist festzustellen, dass die durchschnittlichen Konzentrationen im LM-M in Deutschland (Mittelwert: 4,7) – vermutlich durch einzelne hohe Werte – deutlich höher liegen (vgl. Tabelle 7). Allerdings ist die Probenzahl der anderen Studien deutlich niedriger, sodass die Wahrscheinlichkeit, entsprechende Maximalwerte in der Stichprobe zu ziehen, gering ist und somit nicht auszuschließen ist, dass sich bei höheren Stichprobenwerten ähnliche Gehalte wie im LM-M ergeben würden. So berichten Bilandzic et al. (2009) Mittelwerte bei kroatischen Wildschweinen aus verschiedenen Regionen von 0,083-2,285 mg/kg. Dieselben Autoren ermittelten in einer weiteren Publikation einen Mittelwert über mehrere Regionen in Kroatien von 0,065 mg/kg (Bilandzic et al. 2010). Die Ergebnisse aus Kroatien zeigen zudem, dass die mittleren Konzentrationen an Blei bei Wildschweinen regionale Unterschiede aufweisen (Bilandzic et al. 2009, Bilandzic et al. 2010). Ein Mittelwert von 0,062 mg/kg wird bei Wildschweinen aus Polen berichtet (Rudy 2010). Rudy (2010) beobachtete zudem eine signifikante Zunahme der Bleigehalte mit dem Alter der untersuchten Wildschweine. Allerdings muss in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen werden, dass die im Rahmen des LM-M in Deutschland erhobenen Daten zu Wildschwein von Jungtieren unter zwei Jahren stammten. Damit spielte das Alter der Tiere für die Unterschiede in den Gehalten bei den Proben aus dem LM-M keine Rolle.

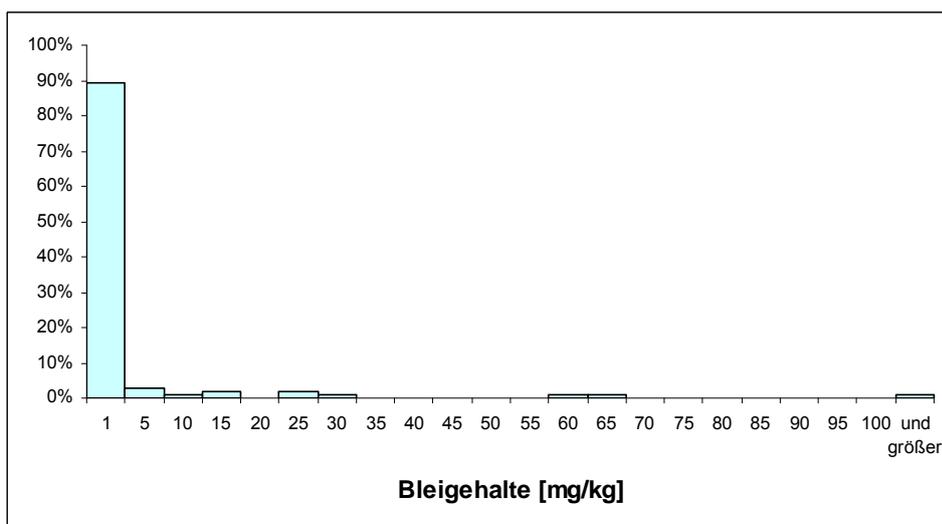
**Abbildung 5: Relative Häufigkeit der Bleigehalte in Wildschwein aus dem Lebensmittel-Monitoring 1997**



**Abbildung 6: Relative Häufigkeit der Bleigehalte in Wildschwein aus dem Lebensmittel-Monitoring 1998**



**Abbildung 7: Relative Häufigkeit der Bleigehalte in Wildschwein aus dem Lebensmittel-Monitoring 2007**



**Tabelle 7: Statistische Parameter der Verteilung der Bleigehalte in Wildschweinproben des deutschen Lebensmittel-Monitorings im Vergleich zu den Wildfleischdaten der EFSA (2010)**

Jahr	n	Nicht bestimmbar	Nicht nachweisbar	MW [mg/kg]	Median [mg/kg]	90. Perz. [mg/kg]	95. Perz. [mg/kg]	Maximum [mg/kg]
1997	207	13 %	13 %	226,0	0,03	1,0	59,0	19.300
1998	183	11 %	27 %		0,03	0,3		684
2007	111	35 %	9 %		0,02	2,1	20,9	288
EFSA 2010	2.521	k.A.	60 %	LB: 3,137 UB: 3,153	LB: 0,00 UB: 0,02	k.A.	LB:1,525 UB:1,525	867*

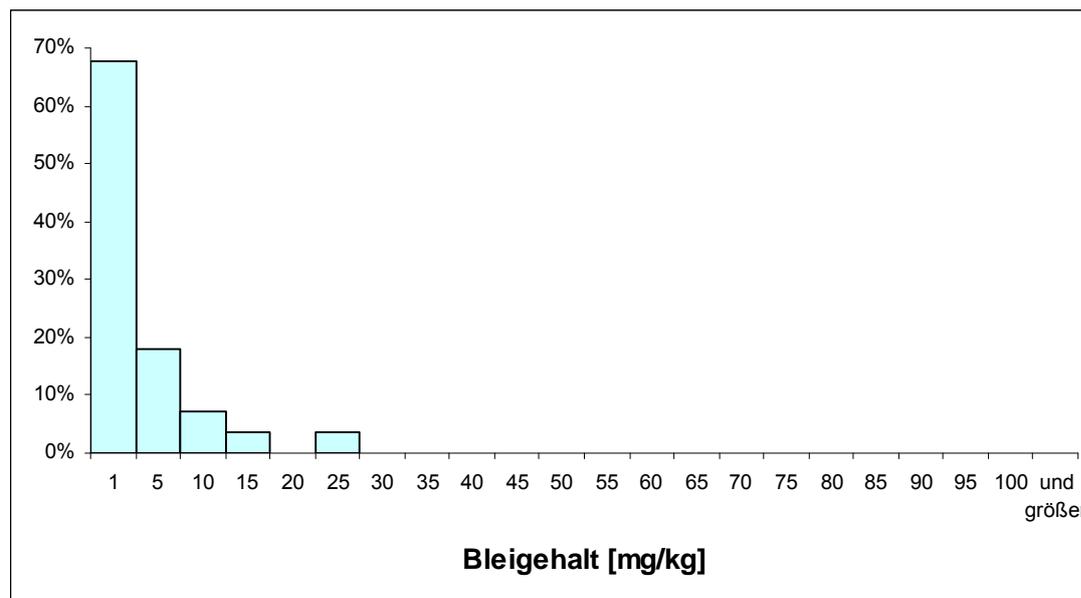
k.A.: keine Angabe; LB (Lower Bound): Werte unterhalb Bestimmung-/Nachweisgrenze werden mit „0“ gleichgesetzt; UB (Upper Bound): Werte unterhalb Bestimmung-/Nachweisgrenze werden mit der Höhe der Bestimmung-/Nachweisgrenze gleichgesetzt

\* In der EFSA-Stellungnahme wird von einem Wildschwein mit einem Pb-Gehalt von 3.090 mg/kg nahe der Einschussstelle berichtet; der Wert wurde definitionsgemäß als „Ausreißer“ nicht weiter berücksichtigt.

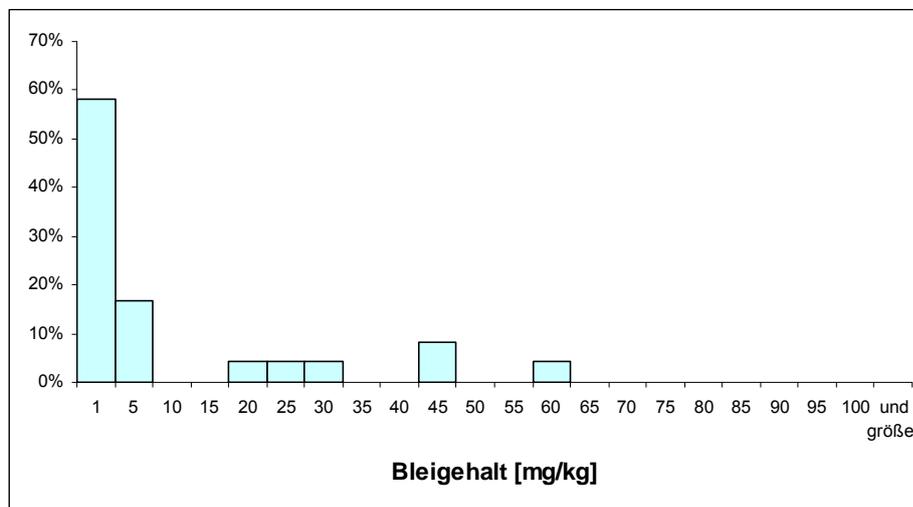
### Andere Wildarten

Auch andere Wildarten können aufgrund natürlicher Exposition und Resten von Bleimunition hohe Bleigehalte aufweisen. Obwohl diese nicht in die weitere Expositionsschätzung eingehen, werden die Gehalte in Abbildung 8 bis Abbildung 11 und Tabelle 8 vergleichend dargestellt. Daraus wird ersichtlich, dass sich ein ähnliches Verteilungsbild insbesondere bei küchenfertig zubereiteten Fasanen und Stockenten ergibt wie bei Wildschwein, die jeweils durch eine rechtsschiefe Verteilung (mit einem hohen Anteil niedriger Werte) und einige wenige hohe Werte gekennzeichnet sind. Ausgenommen von Strauß, der deutlich niedrigere Bleikonzentrationen aufweist als Wildschwein, verdeutlichen die Daten, dass andere Wildarten ähnlich hohe und höhere Bleigehalte aufweisen können.

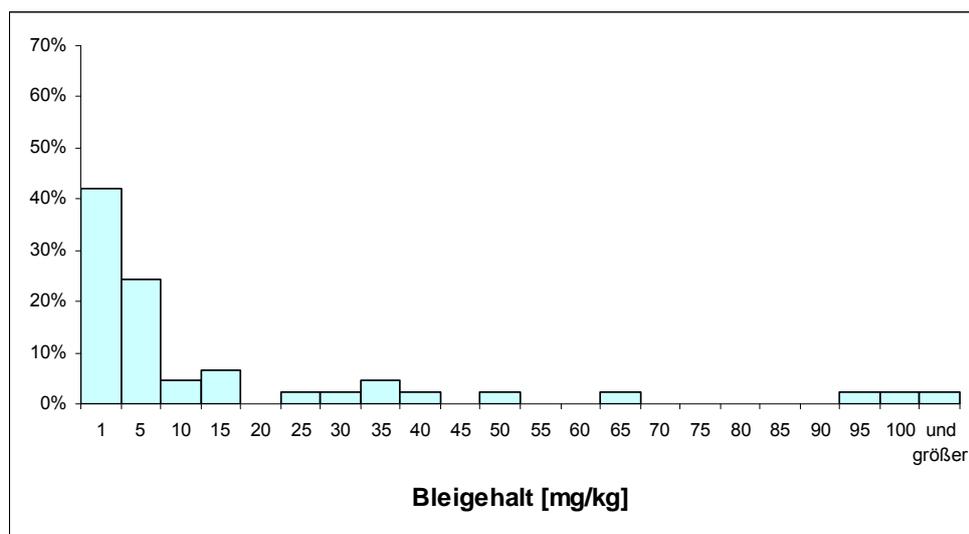
**Abbildung 8: Relative Häufigkeit der Bleigehalte in küchenfertig zubereiteten Feldhasen nach Lang (2001)**



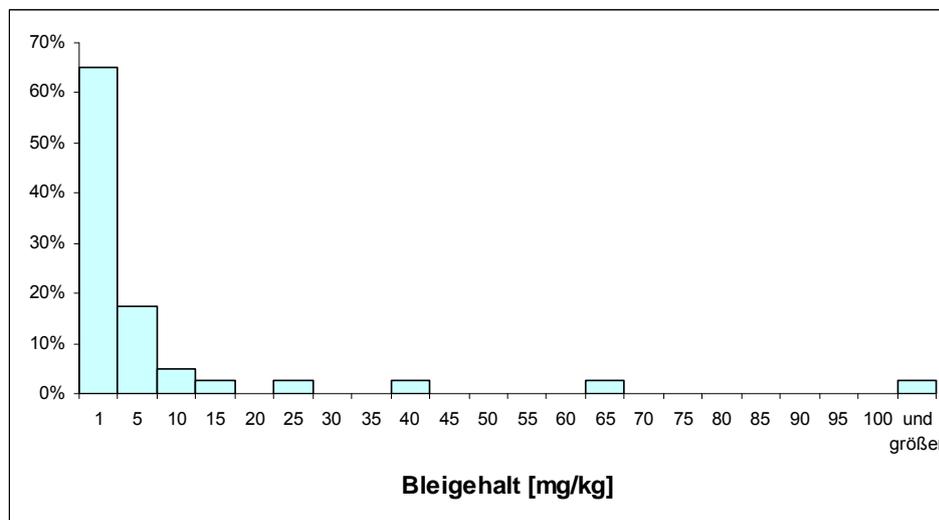
**Abbildung 9: Relative Häufigkeit der Bleigehalte in küchenfertig zubereiteten Wildkaninchen nach Lang (2001)**



**Abbildung 10: Relative Häufigkeit der Bleigehalte in küchenfertig zubereiteten Fasanen nach Mildner (2002)**



**Abbildung 11: Relative Häufigkeit der Bleigehalte in küchenfertig zubereiteten Stockenten nach Hilbig (1996)**



Aus der Literatur sind zudem Daten für den innerhalb der Kategorie ebenfalls häufiger verzehrten Rothirsch berichtet. Lazarus et al. (2007) haben einen Mittelwert für den Bleigehalt von 0,148 mg/kg im Muskel von 48 Tieren in Kroatien ermittelt. Ebenfalls in Kroatien untersuchten Bilandzic et al. (2009) Unterschiede in verschiedenen Regionen. Dabei ergaben sich Mittelwerte für Muskelfleisch von Hirsch von 0,057 mg/kg, 0,059 mg/kg, 0,062 mg/kg und 0,561 mg/kg in den vier Regionen. Der letzte hohe Mittelwert ist dabei vor allem auf einen Ausreißer bei kleiner Stichprobenzahl (n=13) zurückzuführen, sodass ansonsten eher von ähnlichen Gehalten in den vier Regionen auszugehen ist. Aus einer Untersuchung an 82 Rothirschen aus Polen wird ein mittlerer Bleigehalt von 0,22 mg/kg im Muskel berichtet (Falandysz et al. 2005).

**Tabelle 8: Statistische Parameter der Verteilung der Bleigehalte in verschiedenen Wildarten**

	n	MW [mg/kg]	Median [mg/kg]	90. Perz. [mg/kg]	95. Perz. [mg/kg]	Maximum [mg/kg]	Quelle
Strauß	75	0,03	0,02	0,06	0,08	0,60	Lebensmittel-Monitoring 2002
Feldhase	28	2,1	0,0	6,3	12,8	21,2	Lang 2001
Wildkaninchen	24	9,5	0,6	42,8	43,9	55,6	
Fasan	45	14,0	1,4	47,0	92,1	111,4	Mildner 2002
Stockente	40	12,1	0,4	17,1	51,2	302,2	Hilbich 1996

### 3.2.3 Verzehrdaten für Wildfleisch

#### Verzehr von Wildbret (exemplarisch für Wildschwein)

Die Darstellung des Verzehrs einzelner Wildarten auf Basis der Verzehrstudie ist aufgrund der sich ergebenden sehr geringen Fallzahlen mit hoher Unsicherheit behaftet. Ausgehend davon, dass die durchschnittliche Bevölkerung keine Präferenz für eine bestimmte Wildart zeigt, sondern die Wahl mal auf das eine oder das andere Tier fällt, werden deshalb die Verzehrdaten von Wildbret (gesamt) stellvertretend für den Wildschweinverzehr herangezogen.

Als Wildbret wird das Fleisch verschiedener Tiere bezeichnet, die zur Jagd freigegeben sind. Die angegebenen Verzehrdaten beinhalten die folgenden Tiere: Feldhase, Reh, Rot-/Damhirsch und Wildschwein sowie Wildkaninchen. Ausgenommen sind Wildgeflügel, wie beispielsweise Wildente. In den Auswertungen wird der durchschnittliche langfristige Verzehr unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen (Erwachsene gesamt, Männer, Frauen, Frauen im gebärfähigen Alter, Kleinkinder) für Gesamtwildbret dargestellt.

#### Erwachsene

**Tabelle 9: Durchschnittlicher langfristiger Verzehr der erwachsenen Bevölkerung in Deutschland für Wildbret in Gramm pro Tag auf Basis der „Dietary-History“-Interviews der NVS II**

	Gültige N	Anteil Verzehrer (%)	Verzehr für Wildbret (Hase, Hirsch, Reh, Wildkaninchen, Wildschwein) in g/d (Basis: alle Befragten)			
			Mittelwert	Perzentil 50	Perzentil 90	Perzentil 95
Gesamt	15.371	11	0,6	0	1,5	3,8
Männlich	7.613	13	0,9	0	2,6	5,4
Weiblich	7.758	8	0,4	0	0	2,6
Frauen im gebärfähigen Alter (= 15-45 Jahre)	3.820	6	0,3	0	0	2,0

Die Auswertungen der „Dietary-History“-Interviews aus der NVS II zeigen, dass Wildbret eine eher selten verzehrte Lebensmittelgruppe ist und lediglich von etwa 11 % der Bevölkerung gegessen wird. Dabei nehmen mehr Männer (13 %) Wild zu sich als Frauen (8 %). Zudem verzehren Männer mit durchschnittlich 0,9 g pro Tag tendenziell größere Mengen an Wild als Frauen mit 0,4 g pro Tag. Bei den Vielverzhern (95. Perzentil des Verzehrs) der Gesamtbevölkerung zeigt sich ein täglicher Verzehr von 3,8 g. Frauen im gebärfähigen Alter, die der Altersgruppe der 15- bis 45-Jährigen entsprechen, weisen mit 6 % im Vergleich zu allen betrachteten Bevölkerungsgruppen die geringste Zahl an Verzehrern auf. Der durchschnittliche Verzehr von Wild durch Frauen im gebärfähigen Alter beträgt etwa 0,3 g pro Tag und Vielverzehrer (95. Perzentil) nehmen täglich etwa 2 g an Wild zu sich (Tabelle 9). Es ist zu beachten, dass diese Verzehrdaten sich auf alle Befragten beziehen, demzufolge Verzehrer und Nichtverzehrer gleichermaßen einbeziehen (kann zu Unterschätzung des Risikos für Verzehrer führen). Schwangere sind in der Gruppe der Frauen im gebärfähigen Alter inbegriffen, konnten aber aufgrund zu geringer Verzehrerzahlen und damit verbundener Unsicherheiten nicht separat ausgewertet werden.

In einer Untersuchung in der Schweiz von Haldimann et al. aus dem Jahr 2002 wurde bei Jägern beziehungsweise in Jägerhaushalten lebenden Personen eine durchschnittliche Ver-

zehrsmenge von 50 g pro Tag während der Jagdsaison festgestellt. Es wurden jedoch keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern dokumentiert.

### Kinder

Die Auswertung der VELS-Studie für Kinder zeigt eine sehr geringe Anzahl an Verzehrern von Wildbret (1,3 %). Es ergibt sich ein mittlerer langfristiger Verzehr für Wildbret von 0,1g pro Tag. Aufgrund des geringen Verzehrerteils konnten keine hohen Perzentile berechnet werden. Für weitere Berechnungen der Bleiexposition von Kindern durch Wildfleischverzehr wurden für Kinder die für Frauen angenommenen Verzehrsmengen verwendet. In der nationalen Verzehrsstudie aus Frankreich liegen die Verzehrdaten für Fleisch für 3- bis 17-jährige Mädchen und Jungen in etwa in der gleichen Größenordnung wie die für erwachsene Frauen (AFSSA 2007). Allerdings wurde hier eine sehr große Altersspanne angegeben, so dass kein Vergleich zu den Daten der VELS-Studie gezogen werden kann.

### **Aufnahme von Blei über Wildschwein**

Um die in den Verzehrdaten vorhandenen Unsicherheiten herauszustellen, werden für die Berechnung der Exposition von verschiedenen Expositionsgruppen, in Abhängigkeit von Verzehr und Gehalt, acht Szenarien jeweils gesondert für Männer und Frauen definiert. Frauen im gebärfähigen Alter werden nicht gesondert aufgeführt, da sich aus der Auswertung der Verzehrdaten ergab, dass diese nur geringfügig geringere Verzehrsmengen aufweisen als Frauen aller berücksichtigten Altersgruppen und diese somit gleichgesetzt werden können.

Zur Darstellung eines mittleren Verzehrverhaltens dienen Szenario 1a und 1b, in die jeweils der Mittelwert der Verzehrsmenge der Bevölkerung über längere Zeiträume einfließen. Die Szenarien 2a und 2b verwenden das 95. Perzentil der Verzehrsmenge, um Personen mit einem hohen Wildschweinverzehr zu beschreiben. Diese Szenarien wurden an die Verzehrdatenauswertungen der NVS II angelehnt. Wird eine Portionsgröße von 200 g Wildfleisch pro Wildmahlzeit zugrunde gelegt, so verzehrt die Gesamtbevölkerung im Durchschnitt 1-2 Wildmahlzeiten im Jahr. Die männlichen Durchschnittsverzehrer verzehren mit etwa zwei Wildmahlzeiten doppelt so viel Wild wie die weiblichen Durchschnittsverzehrer mit knapp einer Wildmahlzeit pro Jahr (wie zuvor erwähnt, sind Schwangere in der Gruppe der Frauen im gebärfähigen Alter inbegriffen, konnten aber aufgrund zu geringer Verzehrerrahlen und damit verbundener Unsicherheiten nicht separat ausgewertet werden). Bei Vielverzehrern erhöht sich die Anzahl der Wildmahlzeiten bei Männern auf etwa 10 und bei Frauen auf knapp 5 pro Jahr.

Zusätzlich wurden Szenarien 3a und 3b berechnet, die den besonders häufigen Wildverzehr in Jägerhaushalten berücksichtigen. Dabei wird basierend auf einem Verzehr von 50 g pro Tag (Haldimann et al. 2002) von 91 Mahlzeiten à 200 g pro Jahr ausgegangen.

Für Kinder ergibt sich nach den VELS-Daten bei einer theoretischen Portionsgröße von 50 g etwa eine Wildmahlzeit im Jahr, wobei nicht zwischen den Geschlechtern unterschieden wird. Diese sind in Szenario 4a und b berücksichtigt. Für Kinder konnten aufgrund der geringen Verzehrerrzahl keine hohen Aufnahmen berechnet werden. In den Szenarien 4, 5 und 6 wurde die Exposition von Kindern dargestellt. Dabei wurde ein durchschnittlicher Verzehr von 50 g Wildfleisch als theoretische Portionsgröße (VELS-Studie: Verzehr von 0,1 g pro Tag an Rot-/Damwild, entsprechend 36,5 g pro Jahr, maximaler Verzehr 86 g pro Portion) in Szenarien 4a und 4b angenommen. In den Szenarien 5 und 6 wurde eine dem mütterlichen Verzehr angepasste Portionsgröße von 200 g zugrunde gelegt.

Die jeweilige Unterscheidung der Szenarien a und b ergibt sich durch eine unterschiedliche Berücksichtigung der Gehaltsdaten. In den Szenarien a ist jeweils mit dem Mittelwert der Gehalte gerechnet worden. Damit ist die Annahme getroffen, dass sich bei mehrmaligem Verzehr von Wildschwein für jedes Verzehrereignis die gleiche Wahrscheinlichkeit ergibt, Wildschwein mit hohen bzw. niedrigen Bleigehalten zu verzehren.

In den mit b bezeichneten Szenarien wurde der Medianwert der Bleigehalte verwendet. Damit wird ein Verbraucher beschrieben, der immer nur mit Gehalten in Kontakt kommt, für die 50 % der Wildschweinproben niedrigere und 50 % höhere Gehalte aufweisen bzw. dessen Wahrscheinlichkeit, Wild mit sehr hohen Bleigehalten zu verzehren, sehr gering ist.

Eine Übersicht über die in den Szenarien verwendeten statistischen Parameter ist in Tabelle 10 gegeben.

**Tabelle 10: Definition der betrachteten Szenarien durch Verwendung verschiedener statistischer Parameter für Verzehr und Gehalt**

Szenario	Parameter Gehalt (Wert in mg/kg)	Parameter Verzehr	Häufigkeit und Portionsgrößen pro Jahr	
			Männer	Frauen <sup>1</sup>
1a Durchschnittlicher Verzehr und gleiche Wahrscheinlichkeit für hohe und niedrige Bleigehalte	Mittelwert (4,7)	Mittelwert	2 x 200 g	1 x 200 g
1b Durchschnittlicher Verzehr und sehr geringe Wahrscheinlichkeit für hohe Bleigehalte	Median (0,02)			
2a Hoher Verzehr und gleiche Wahrscheinlichkeit für hohe und niedrige Bleigehalte	Mittelwert (4,7)	95. Perzentil	10 x 200 g	5 x 200 g
2b Hoher Verzehr und sehr geringe Wahrscheinlichkeit für hohe Bleigehalte	Median (0,02)			
3a Jägerhaushalte mit gleicher Wahrscheinlichkeit für hohe und niedrige Bleigehalte	Mittelwert (4,7)	50 g/Tag <sup>2</sup>	91 x 200 g	91 x 200 g
3b Jägerhaushalte mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit für hohe Bleigehalte	Median (0,02)			
4a Kinder (2-< 5 J.) mit gleicher Wahrscheinlichkeit für hohe und niedrige Bleigehalte	Mittelwert (4,7)	Mittelwert	1 x 50 g	1 x 50 g
4b Kinder (2-< 5 J.) mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit für hohe Bleigehalte	Median (0,02)			
5a Kinder mit gleicher Wahrscheinlichkeit für hohe und niedrige Bleigehalte	Mittelwert (4,7)	hypothetische Annahme, dass Verzehr gleich dem mittleren Verzehr von Frauen	1 x 200 g	1 x 200 g
5b Kinder mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit für hohe Bleigehalte	Median (0,02)			
6a Kinder in Jägerhaushalten mit gleicher Wahrscheinlichkeit für hohe und niedrige Bleigehalte	Mittelwert (4,7)	hypothetische Annahme, dass Häufigkeit und Portionsgröße identisch zu Erwachsenen	91 x 200 g	91 x 200 g
6b Kinder in Jägerhaushalten mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit für hohe Bleigehalte	Median (0,02)			

<sup>1</sup> Der Verzehr von Frauen im gebärfähigen Alter ist etwas niedriger.

<sup>2</sup> nach Haldimann et al. 2002 (mittlerer Verzehr in der Jagdsaison)

Die Schätzung der Portionsgrößen von 200 g ist als eher konservativ anzusehen. Der BLS II.3 (Klemm 1999) geht beispielsweise von einer mittleren Portion von 150 g aus. Wertet man die Einzelverzehrereignisse der 24h-Recalls der NVS II aus, so ergeben sich im Mittel ca. 200 g, als Median 150 g.

Der durchschnittliche Wildbretverzehr von 0,6 g/Tag, entsprechend 219 g/Jahr, der mit der Diet-History-Methode aus der NVS II des MRI berechnet wurde, liegt vermutlich deutlich unter dem tatsächlichen durchschnittlichen Wildbretverzehr in Deutschland. Bei Wildfleisch handelt es sich um ein Lebensmittel, das in Deutschland verhältnismäßig selten und traditionell insbesondere im Herbst und Winter (Jagdsaison) verzehrt wird. Entsprechend ist eine Unterschätzung des Wildverzehrs bei der verwendeten Erhebungsmethode möglich. Bei der NVS II wurde ferner nur der Verzehr häufiger mitteleuropäischer Wildtiere abgefragt, was zu einer Unterschätzung des Gesamtvolumens beiträgt: Die in Mitteleuropa jagdbaren Wildarten werden dadurch jedoch gut abgebildet und sind für die Berechnungen des Verzehrs von mit Bleimunition erlegten Wildtieren geeignet. Insbesondere die großen Importmengen von Hirschfleisch aus Neuseeland (6.000-10.000 t/Jahr) sollten aufgrund der konventionellen Schlachtung der Tiere keine jagdbedingten Bleikontaminationen aufweisen. Selbst bei sehr konservativen Berechnungen nach dem Wildfleischaufkommen des AID-Reports (2009) mit 36.100 t/Jahr liegt der mittlere jährliche Verzehr bei 441 g Wildfleisch im Jahr, entsprechend zwei Wildmahlzeiten pro Jahr (81,8 Mio Bundesbürger). Abzüglich von Vegetariern (~7,3 %, 6 Mio.) und von Personen, die grundsätzlich kein Wildfleisch verzehren, liegt der tatsächliche bilanzierte Wildfleischverzehr in Deutschland bei 450 g bis 600 g, entsprechen 2 bis 3 Wildmahlzeiten pro Jahr (AID 2009, Krostitz 1996).

Die sich für die verschiedenen Szenarien ergebenden Aufnahmeberechnungen wurden in Tabelle 11 dargestellt.

Für den Bezug auf das Körpergewicht (KG) wurde das für gesundheitliche Bewertungen übliche Körpergewicht von 60 kg angenommen. Bei getrennter Betrachtung der Exposition von Frauen und Männern wurde für Frauen ein Körpergewicht von 60 kg und für Männer ein Körpergewicht von 70 kg zugrunde gelegt. Für Kinder wurde das Standardkörpergewicht von VELS von 16,15 kg übernommen.

**Tabelle 11: Pb-Aufnahme ( $\mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{d}$ ) über den Verzehr von Wildschwein**

	Männer	Frauen
Szenario 1a	0,0736	0,0429
Szenario 1b	0,0003	0,0002
Szenario 2a	0,3679	0,2146
Szenario 2b	0,0016	0,0009
Szenario 3a	3,3479	3,9059
Szenario 3b	0,0142	0,0166
Szenario 4a	0,0399	0,0399
Szenario 4b	0,0002	0,0002
Szenario 5a	0,1595	0,1595
Szenario 5b	0,0007	0,0007
Szenario 6a	14,5112	14,5112
Szenario 6b	0,0617	0,0617

Berechnet man den Anteil der Bleiaufnahme über Wildschweinverzehr im Vergleich zur Gesamtleiaufnahme über Lebensmittel von  $0,52 \mu\text{g}/\text{kg KG}$  und Tag (Männer) bzw.  $0,54 \mu\text{g}/\text{kg KG}$  und Tag (Frauen; Schwarz et al. 2010), dann ergibt sich ein Anteil von 14,2 % für Männer und 7,9 % für Frauen bezogen auf Szenario 1a sowie für Männer und Frauen ein Anteil von kleiner 0,1 % für Szenario 1b.

### 3.3 Exposition über Lebensmittel allgemein

Daten aus dem LexUKon-Projekt (Schwarz et al. 2010)

Die Gehaltsdaten für die Expositionsschätzung im LExUKon-Projekt (Schwarz et al. 2010) stammen vorwiegend aus dem Lebensmittel-Monitoring. Im Gegensatz zum EFSA-Gutachten wurden im Rahmen des LExUKon-Projektes Schwangere direkt in die Datenerhebung einbezogen ( $n = 82$ ).

Die Höhe der Bleiexposition für die Bevölkerungsuntergruppen Männer, Frauen, Vegetarier und Schwangere (Normal- und Vielverzehrer) ist in Tabelle 12 dargestellt. Bei den für Schwangere ermittelten Daten ist dabei eine erhöhte Unsicherheit aufgrund der geringen untersuchten Personenzahl zu berücksichtigen.

Im Unterschied zu den Auswertungen der EFSA (2010) ist die Exposition gegenüber Blei von Schwangeren und Vegetariern etwas höher als die der Gesamtbevölkerung. Die dem LExUKon-Projekt zugrunde liegenden Daten ergaben eine gegenüber der Gesamtbevölkerung um etwa 17 % höhere Exposition von Schwangeren gegenüber Blei (siehe Tabelle 13). Dieses wird mit einer etwa 14 % höheren Nahrungsaufnahme sowie aus einem veränderten Ernährungsverhalten erklärt. Insbesondere verzehren sie gegenüber der Gesamtbevölkerung mehr Lebensmittel mit erhöhten Bleigehalten (Expositionsgruppe) wie „Obst, Nüsse, Kakao“; „Gemüse“, „Milch und Milchprodukte“ sowie „Getreide“, die jeweils einen vergleichsweise hohen Beitrag zur gesamten Bleiexposition über die Nahrung liefern.

Die Auswertungen des LExUKon-Projektes (Blume et al. 2010, Schwarz et al. 2010) ergaben, dass zu den Lebensmitteln mit hohen Bleigehalten Fleisch vom Wild oder Wildgeflügel, Innereien, Meeresfrüchte und Gewürze gehören. Aufgrund des Verzehrverhaltens in der Bevölkerung liefern aber Lebensmittel wie Getränke und Gemüse den größten Beitrag zur Bleiexposition, gefolgt von Obst, Nüssen und Kakao sowie Getreide. Das liegt darin begründet, dass beispielsweise Wild zu den selten verzehrten Lebensmitteln gehört, während Getränke und Gemüse über den häufigen und hohen Verzehr einen höheren Einfluss auf die Gesamtexposition haben.

**Tabelle 12: Bleiexposition verschiedener Bevölkerungsgruppen (Normal- und Vielverzehrer, Standardmethode nach Schwarz et al. 2010)**

Bevölkerungsgruppe	Männer	Frauen	Vegetarier	Schwangere
Normalverzehrer (Berechnung über Expositionsgruppen) <sup>1</sup> ; µg/kg KG				
Aufnahme an Blei pro Tag	0,52	0,54	0,62	0,62
Vielverzehrer (Berechnung über die Hauptgruppen <sup>2</sup> , EFSA Methode; µg/kg KG)				
Aufnahme an Blei pro Tag	0,71	0,73	0,87	0,83

<sup>1</sup> Expositionsgruppe ist eine Hierarchie-Ebene unter der Lebensmittel (LM)-Hauptgruppe (Details siehe LExUKon, Schwarz et al. 2010)

<sup>2</sup> EFSA-Methode: Bei den beiden LM-Hauptgruppen mit dem höchsten Beitrag zur Gesamtaufnahme wird das 95. Perzentil des Verzehr, bei allen anderen der Mittelwert des Verzehr zugrunde gelegt; KG: Körpergewicht.

**Tabelle 13: Alimentäre Bleiexposition verschiedener Bevölkerungsgruppen in Bezug auf die der Gesamtbevölkerung (Gesamtbevölkerung = 100 %) Quelle: LExUKon-Projekt (Schwarz et al. 2010)**

Bevölkerungsgruppe	% Bleiaufnahme	
	Normalverzehrer	Vielverzehrer
Männer	98	98
Frauen	102	101
Schwangere	117	115
Vegetarier	116	120

Im Vergleich zu den Expositionsdaten der EFSA sind in der folgenden Tabelle 14 die Expositionsschätzungen aus dem LExUKon-Projekt angegeben.

Für die Expositionsschätzung für Blei für die Gesamtbevölkerung in Deutschland wurden die Verzehrdaten von Normal- und Vielverzehrern verwendet. Bei der Expositionsschätzung wurde – entsprechend der von der EFSA angewendeten Methode (EFSA 2010) – für die beiden Lebensmittelhauptgruppen mit dem höchsten Beitrag zur Gesamtaufnahme – Getränke und Gemüse – das 95. Perzentil des Verzehr, für alle anderen Lebensmittelhauptgruppen der Mittelwert des Verzehr zugrunde gelegt wird<sup>10</sup>.

**Tabelle 14: Ergebnisse der Expositionsschätzung für Blei für die Gesamtbevölkerung in Deutschland (nach LExUKon, Schwarz et al. 2010)**

	Aufnahme (µg/kg KG)	
	Normalverzehrer, Berechnung über Expositionsgruppen <sup>1</sup>	Vielverzehrer, Berechnung über die Hauptgruppe (EFSA-Methode) <sup>2</sup>
Aufnahme pro Tag	0,53	0,72

<sup>1</sup> Expositionsgruppe ist eine Hierarchie-Ebene unter der Lebensmittel (LM)-Hauptgruppe (Details siehe LExUKon, Schwarz et al. 2010)

<sup>2</sup> EFSA-Methode: Bei den beiden LM-Hauptgruppen mit dem höchsten Beitrag zur Gesamtaufnahme wird das 95. Perzentil des Verzehr, bei allen anderen der Mittelwert des Verzehr zugrunde gelegt; KG: Körpergewicht.

#### Daten aus dem EFSA-Gutachten (EFSA 2010)

Für die Erstellung des EFSA-Gutachtens wurden die während des Zeitraumes 2003 bis 2009 erhobenen Daten der Mitgliedsländer und Norwegen verwendet (für weitere Angaben siehe BfR-Stellungnahme „Blei in Lebensmittel“, BfR 2010).

Dabei wurden spezielle Verbrauchergruppen identifiziert, die durch den häufigen Verzehr von Lebensmitteln mit sehr hohen Bleigehalten, wie z.B. Wildfleisch, besonders hoch exponiert sein können.

Die EFSA hat stellvertretend für die Gruppe der Schwangeren Frauen im gebärfähigen Alter gesondert untersucht und keine besonderen Unterschiede in der Exposition gegenüber Blei für diese Gruppe von Verzehrern festgestellt. Die höchste Bleiexposition gegenüber Le-

<sup>10</sup> Für den Verzehr von Wildschwein wurde der Median verwendet (Schwarz et al. 2010)

bensmitteln wurde bei Kindern im Alter von 1-3 Jahren (bis max. 5,51 µg/kg Körpergewicht und Tag) festgestellt.

Die Gesamtexposition an Blei über Lebensmittel ist für Normal- und Vielverzehrer in Deutschland auf Basis des EFSA-Gutachtens in Tabelle 15 angegeben.

**Tabelle 15: Alimentäre Bleiexposition (µg/kg KG und Tag) über Lebensmittel für Normal<sup>1</sup>- und Vielverzehrer<sup>2</sup> in Deutschland auf Basis des EFSA-Gutachtens (EFSA 2010)**

Mittelwert LB	Mittelwert UB	P 95 LB	P 95 UB	Anzahl Daten
0,74	1,24	1,74	2,43	3.550

<sup>1</sup> Normalverzehrer: Mittelwert des Verzehrs

<sup>2</sup> Vielverzehrer: Bei den beiden Lebensmittelhauptgruppen mit dem höchsten Beitrag zur Gesamtaufnahme wird das 95. Perzentil (P 95) des Verzehrs, bei allen anderen der Mittelwert des Verzehrs zugrunde gelegt; LB (Lower Bound): Werte unterhalb Bestimmungs-/Nachweisgrenze werden mit „0“ gleichgesetzt; UB (Upper Bound): Werte unterhalb Bestimmungs-/Nachweisgrenze werden mit der Höhe der Bestimmungs-/Nachweisgrenze gleichgesetzt

Unterschiede in den Datensätzen der EFSA und des LExUKon-Projekts können auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden. Die Expositionsschätzung im LExUKon-Projekt basiert auf aktuellen Verzehrdaten aus der Nationalen Verzehrstudie II (NVS II) aus Deutschland, die der EFSA nicht zur Verfügung standen. Weiterhin ist der Anteil der Verdachtsproben in der EFSA-Datenbank nicht abschätzbar, während für das LExUKon-Projekt überwiegend Daten aus dem Lebensmittel-Monitoring herangezogen wurden und von einer repräsentativen Datenbasis ohne Verdachtsproben ausgegangen werden kann. Ferner handelt es sich in dem EFSA-Gutachten um aggregierte Verzehrdaten, während im LExUKon-Projekt die Exposition über ein Lebensmittel direkt aus dem Bleigehalt und dem Verzehr dieses Lebensmittels errechnet werden kann. Prinzipiell wurde dabei, soweit verfügbar, jedem aufgeschlüsselten Lebensmittel der Bleigehalt in Form des arithmetischen Mittels über die Einzelproben zu diesem Lebensmittel zugewiesen.

### Alimentäre Aufnahme durch verschiedene Altersgruppen

Als bedeutendste Quelle der Bleibelastung von Kindern und Erwachsenen (Nichtraucher) gelten heute Lebensmittel (Wilhelm et al. 2004). Weitere Expositionsquellen, wie z.B. Trinkwasser aus Bleileitungen, Kinderspielzeug und Keramikgefäße, aus denen Blei in Lebensmittel übergehen kann, können zur Gesamtleiaufnahme beitragen. Rauchen und berufliche Exposition können bei entsprechenden Personengruppen einen wesentlichen Beitrag an der Bleiaufnahme haben. In Regionen mit bleiverarbeitenden Betrieben kann besonders für kleine Kinder die Aufnahme über Hausstaub von Bedeutung sein.

In der NHEXAS-Arizona-Studie (ATSDR 2007) wurde die Bleiexposition einer Bevölkerungsgruppe über zahlreiche Expositionspfade und -medien untersucht. Die tägliche Gesamtaufnahme der Untersuchungsgruppe an Blei aus allen Medien lag im Bereich zwischen 11 und 107 µg/Tag, mit einem Mittelwert von 36 µg/Tag.

Detaillierte Angaben zur alimentären Bleiaufnahme von Kindern im Alter von ein bis sieben Jahren stehen in Deutschland aus Duplikatstudien (zum größten Teil in Nordrhein-Westfalen durchgeführt) zur Verfügung (Wilhelm et al. 2004). Die Bleiaufnahme liegt demnach im Bereich von etwa 2 bis 6 µg/kg KG/Woche. Tabelle 16 fasst die Ergebnisse der alimentären Bleiaufnahme von Kindern unterschiedlicher Altersgruppen und die von Erwachsenen der Duplikatstudie mit einer Probenahme im Jahre 1995 zusammen (Wilhelm et al. 2003, Wilhelm et al. 2004).

**Tabelle 16: Alimentäre Bleiaufnahme über Lebensmittel bei Kindern und Erwachsenen (Duplikatstudie, Probennahme 1995) in Abhängigkeit vom Lebensalter (verändert nach Wilhelm et al. 2003)**

Alter [Jahre] arithm. MW (Bereich)	Anzahl	Wohnort	Bleiaufnahme über Lebensmittel	
			[µg/kg KG/Woche], geom. MW	[µg/kg KG/Woche], Bereich
1,8 (1,3-3,0)	7	NRW	1,8	0,8-4,1
3,8 (1,8-5,2)	14	NRW	4,3	1,3-8,9
3,9 (1,5-5,1)	14	Amrum	2,1	0,6-5,1
41 (24-64)	14	NRW	2,2	0,7-7,5

In einer weiteren Duplikatstudie mit einer Probennahme im Jahre 1998 wurde in der Altersspanne von ein bis sechs Jahren eine signifikant höhere Aufnahme an Blei bei Kindern im Alter von ein bis drei Jahren im Vergleich zu Kindern im Alter von vier bis sechs Jahren festgestellt (siehe Tabelle 17) (Wilhelm et al. 2003; Wilhelm et al. 2004).

**Tabelle 17: Alimentäre Bleiaufnahme über Lebensmittel bei Kindern (Duplikatstudie, Probennahme 1998) in Abhängigkeit vom Lebensalter (verändert nach Wilhelm et al. 2004)**

Alter [Jahre], arithmetischer MW (Bereich)	Anzahl	Wohnort	Bleiaufnahme über Lebensmittel	
			[µg/kg KG/Woche], Geometrisches Mittel	[µg/kg KG/Woche], Maximalwert
2,5 (1,2-3,9)	42	NRW	5,9	12
5,4 (4,0-6,9)	42	NRW	4,8	18

Die Daten der U.S. FDA Total Diet Study (1991-1996, Egan et al. 2002) wurden in Tabelle 18 zusammengefasst (nach Wilhelm et al. 2004). Nach dieser Untersuchung (Egan et al. 2002) ist die alimentäre Bleiaufnahme bei Säuglingen und Kleinkindern in Bezug auf das Körpergewicht in den USA am höchsten.

**Tabelle 18: Alimentäre Bleiaufnahme in Abhängigkeit vom Alter aus der U.S. Food and Drug Administration (FDA) Total Diet Study (1991-1996) (Wilhelm et al. 2004<sup>11</sup>)**

Alter [Jahre]	Proben < BG (%)	Aufnahme [µg/Person/Tag] <sup>1</sup>	Körpergewicht [kg] <sup>2</sup>	Aufnahme [µg/kg KG/Woche] <sup>3</sup>
0,5-0,9	74	0,8-5,7	8,5	0,65-4,6
2	74	2,4-10,1	12	1,4-5,9
6	74	3,5-13,2	21	1,2-4,4
10	74	3,9-15,6	32	0,85-3,4
14-16 Mädchen	74	3,6-14,9	54	0,44-1,9
14-16 Jungen	74	4,0-17,1	58	0,48-2,1
25-30 Frauen	74	3,5-15,6	59	0,41-1,9
25-30 Männer	74	4,2-18,8	75	0,40-1,8
40-45 Frauen	74	3,3-15,3	64	0,36-1,7
40-45 Männer	74	4,5-18,5	79	0,39-1,6
60-65 Frauen	74	3,6-16,0	68	0,37-1,6
60-65 Männer	74	4,5-19,5	76	0,41-1,8
> 70 Frauen	74	3,6-15,1	68	0,37-1,5
> 70 Männer	74	5,2-18,9	76	0,48-1,7

<sup>1</sup> Lower-Bound-Betrachtung

<sup>2</sup> für Berechnung von Wilhelm et al. (2004) angenommenes Körpergewicht

<sup>3</sup> berechnete wöchentliche Bleiaufnahme

### 3.4 Risikocharakterisierung

Modell-basierte Beziehung zwischen Bleigehalt im Blut und Bleiaufnahme über Lebensmittel

Die EFSA hat aus den Bleigehalten im Blut an den ermittelten Referenzpunkten für die toxischen Wirkungen (BMDL<sub>01</sub> für Entwicklungstoxizität und kardiovaskuläre Effekte, BMDL<sub>10</sub> für Nierentoxizität) wurden mithilfe geeigneter Modelle die korrespondierenden Aufnahmen von Blei über Lebensmittel abgeleitet (weitere Angaben siehe BfR 2010). Bei allen Modellen wurde nur die Exposition über Lebensmittel berücksichtigt. Gerade bei Kindern kann die Aufnahme über Spielzeug, Hausstaub etc. aber einen erheblichen Einfluss auf die Bleiaufnahme haben, sodass diesbezüglich eher von einer Unterschätzung der Gesamtexposition auszugehen ist (EFSA 2010). Die Ergebnisse sind der Tabelle 19 zu entnehmen.

<sup>11</sup> Daten zusammengestellt von Wilhelm et al. (2004) aus der „US Food and Drug Administration's Total Diet Study: intake of nutritional and toxic elements, 1991-96“ der FDA (Egan et al. 2002)

**Tabelle 19: Referenzpunkte (BMDL) für die toxischen Wirkungen von Blei und korrespondierende Exposition über Lebensmittel (EFSA 2010)**

Endpunkt	Population	BMDL: Bleigehalt im Blut (µg/L)	Korrespondierende Bleiexposition über Lebensmittel	
			µg/kg KG und Tag	µg/Person und Tag
Entwicklungsneurotoxizität	Kinder	12	0,50	10,0 <sup>1</sup>
Nierentoxizität	Erwachsene	15	0,63	37,5 <sup>2</sup>
Kardiovaskuläre Effekte	Erwachsene	36	1,50	90,0 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> basierend auf einem Körpergewicht (KG) von 20 kg, Annahme für 6-jährige Kinder

<sup>2</sup> basierend auf einem KG von 60 kg, BMDL: Benchmark-Dosis unteres Konfidenzintervall

Auf der Grundlage der Evaluierung des Gefahrenpotenzials auf Basis epidemiologischer Studien hält die EFSA den bisherigen PTWI der JECFA von 25 µg/kg Körpergewicht (JECFA 1986; 2000) nicht mehr für angemessen, um den Verbraucher ausreichend vor dem gesundheitlichen Risiko durch Bleiexposition zu schützen, da sie keinen Hinweis auf eine Wirkungsschwelle identifizieren.

Zur Beurteilung der Bleiexposition in Deutschland stehen sowohl die Daten aus dem EFSA-Gutachten (EFSA 2010) als auch die Daten aus dem LExUKon-Projekt (Schwarz et al. 2010) zur Verfügung. Die EFSA hat auf der Basis der ermittelten Expositionsdaten den Sicherheitsabstand (Margin of Exposure; MoE: Quotient aus ermitteltem Referenzwert – BMDL<sub>01</sub> für Entwicklungsneurotoxizität und kardiovaskuläre Effekte; BMDL<sub>10</sub> für Nierentoxizität – und der Exposition für die jeweiligen Personengruppen) für die ausgewählten Endpunkte errechnet. Die entsprechenden MoE-Werte sind für Normalverzehrer und Vielverzehrer sowohl für die EFSA-Daten (EFSA 2010) als auch für die Daten aus dem LExUKon-Projekt (Schwarz et al. 2010) in Tabelle 20 dargestellt.

**Tabelle 20: Modell des „Margin of Exposure“ zwischen Referenzpunkten für die toxische Wirkung von Blei beim Menschen und der Exposition gegenüber Blei durch Lebensmittelverzehr auf der Basis von Daten der EFSA und des LExUKon-Projekts**

Population/Ernährung	Endpunkt	MoE	
		Normalverzehrer	Vielverzehrer
EFSA (2010)			
Erwachsene	Kardiovaskuläre Effekte	1,2-4,2	0,6-2,1
	Nierentoxizität	0,5-1,8	0,3-0,9
Erwachsene Vegetarier	Kardiovaskuläre Effekte	1,2-3,3	0,7-1,9
	Nierentoxizität	0,5-1,4	0,3-0,8
Besondere Ernährung (Wild)	Kardiovaskuläre Effekte	0,8	0,6
	Nierentoxizität	0,3	0,3
Säugling, 3 Monate, Muttermilch	Entwicklungsneurotoxizität	2,4	1,6
Säugling, 3 Monate, Säuglingsfertiernahrung	Entwicklungsneurotoxizität	0,8-1,9	0,53-1,3
Kinder 1-3 Jahre	Entwicklungsneurotoxizität	0,2-0,5	0,1-0,3
Kinder 4-7 Jahre	Entwicklungsneurotoxizität	0,2-0,6	0,1-0,4
<i>In-utero</i> -Exposition	Entwicklungsneurotoxizität	0,4-1,3	0,2-0,7
LExUKon (Schwarz et al. 2010)			
Erwachsene und Jugendliche ab 14 Jahren	Kardiovaskuläre Effekte <sup>1</sup>	2,8	2,1
	Nierentoxizität <sup>1</sup>	1,2	0,9

<sup>1</sup> Gewählte Referenzpunkte aus EFSA (2010)

Anhand der in Tabelle 10 definierten Szenarien wurde der prozentuale Anteil der Bleiaufnahme über den Verzehr von Wildfleisch berechnet. Dazu wurde die im Rahmen des LExUKon-Projektes ermittelte Exposition gegenüber Blei in Lebensmitteln (0,52 µg/kg KG und Tag für Männer, 0,54 µg/kg KG und Tag für Frauen; jeweils für Normalverzehrer<sup>12</sup>) zugrunde gelegt und die zusätzliche Exposition gegenüber Blei durch den Verzehr von Wildfleisch für die entsprechenden Expositionsszenarien berechnet.

Der mögliche Einfluss der Bleiexposition über die Aufnahme von Blei in Wildfleisch auf die in Tabelle 10 angegebenen MoE wurde berechnet (Tabelle 21). Allerdings liegen die MoE für Wirkungen von Blei sowohl auf die Nieren als auch auf die neurologische Entwicklung bei Kindern ohnehin bei 1 und darunter, sodass eine Veränderung auf die MoE nicht sinnvoll abgebildet werden kann. Aus diesem Grund ist es nicht angebracht, diese kalkulierten MoE zur Risikocharakterisierung heranzuziehen.

<sup>12</sup> Der Wildschweinverzehr ist in der Gesamtexposition über Lebensmittel bereits mit dem Median von 0,02 mg/kg enthalten, kann aber aufgrund des geringen Anteils von < 1 % vernachlässigt werden. Szenario 1b (Normalverzehrer, Median der Gehalte) wurde daher nicht mit in die Berechnung in Tabelle 21 einbezogen.

**Tabelle 21: Kalkulation der MoE auf Basis der definierten Verzehr- und Gehaltsszenarien (Tabelle 10) und der nach EFSA (2010) definierten Referenzpunkte für die nierentoxische (Frauen und Männer) und die entwicklungsneurotoxische (Kinder) Wirkung von Blei)**

Verzehrs- und Gehaltsszenarien	MoE nach Expositionsschätzung auf Basis von LExUKon bzw. EFSA (Kinder) Exposition über LM + Exposition über Wild	Anteil Pb-Exposition über Wildverzehr an alimentärer Pb-Exposition (%)
<b>Männer mit 70 kg KG</b>		
Szenario 1a	1,06	14,2
Szenario 2a	0,71	70,8
Szenario 2b	1,21	0,31
Szenario 3a	0,16	643,80
Szenario 3b	1,18	2,73
<b>Frauen mit 60 kg KG</b>		
Szenario 1a	1,08	7,94
Szenario 2a	0,83	39,7
Szenario 2b	1,16	0,17
Szenario 3a	0,14	723,30
Szenario 3b	1,13	3,07
<b>Kinder mit 16,2 kg KG<sup>1</sup></b>		
Szenario 4a	0,23	1,9
Szenario 4b	0,24	0,01
Szenario 5a	0,22	7,60
Szenario 5b	0,24	0,03
Szenario 6a	0,03	691,00
Szenario 6b	0,23	2,94

<sup>1</sup> Basis: alimentäre Bleiaufnahme bei Kindern 1-3 Jahre 1,1-3,1 µg/kg KG u. Tag, zur Berechnung verwendet: 2,1 µg/kg KG u. Tag

Den größten prozentualen Anteil an der alimentären Gesamtexposition für Blei hat die Gruppe des Szenarios 3a mit einem hypothetischen Verzehr von 50 g Wildfleisch pro Tag, entsprechend 91 x 200 g/Jahr nach Haldimann et al. (2002). Bei dieser Gruppe ist die Bleiexposition durch Wildbretverzehr um das 7,2-Fache bzw. 6,4-Fache höher bei Frauen bzw. Männern und bei Kindern um den Faktor 6,9 als die durchschnittliche alimentäre Bleiexposition in Deutschland. Bei dem Szenario 2a mit einem Verzehr von 5 bzw. 10 Wildmahlzeiten pro Jahr steigt die Bleiexposition bei Frauen auf das 1,4-Fache (40 %ige Zunahme) bzw. auf das 1,7-Fache (ca. 70 %ige Zunahme) der alimentären Bleiexposition bei Frauen bzw. Männern.

Die Höhe des MoE für die gesundheitliche Bewertung wurde noch nicht definiert. In Bezug auf die nierentoxischen Effekte der Exposition von Erwachsenen gegenüber Blei geht die EFSA bei einem MoE von 10 von einem nur geringen gesundheitlichen Risiko für den

Verbraucher aus. Hinsichtlich der Entwicklungsneurotoxizität durch eine Bleiexposition bei Kindern äußert sich die EFSA nicht dazu, in welcher Höhe des MoE aus Sicht des gesundheitlichen Verbraucherschutzes akzeptabel wäre. Nach den Ausführungen im EFSA-Gutachten führt die derzeitige Exposition bei Kindern zu Bleikonzentrationen im Blut, die höher liegen als der definierte Effekt (z.B.  $BMDL_{01}$ ), das heißt, der MoE ist kleiner als 1.

Bei einem MoE von 1 würde man nach den Berechnungen der EFSA die Absenkung eines Punktes auf der IQ-Skala akzeptieren müssen. Eine abschließende Bewertung diesbezüglich soll im Rahmen dieser Stellungnahme nicht vorgenommen werden. Dazu muss auch die Veröffentlichung der Begründung der Bewertung der JECFA mit berücksichtigt werden (bisher ist nur die Zusammenfassung publiziert, JECFA 2010).

Für die Risikogruppe der Schwangeren wird im Folgenden die Entwicklungsneurotoxizität im Hinblick auf den Feten betrachtet. Für die Schwangeren selbst spielt in erster Linie die Nierentoxizität eine Rolle, da nach den Ausführungen der EFSA die Niere das empfindlichste Organ hinsichtlich der toxischen Wirkung von Blei beim Erwachsenen darstellt.

## **Feten und Kinder**

### Entwicklungsneurotoxizität

Da die Entwicklungsneurotoxizität als empfindlichster Endpunkt hinsichtlich der Bleitoxizität beim Menschen angesehen werden kann – und Kinder die empfindlichste Personengruppe darstellen – kann bei zukünftigen Betrachtungen der von der EFSA ermittelte  $BMDL_{01}$  als Grundlage für die gesundheitliche Bewertung herangezogen werden. Zu dem definierten  $BMDL_{01}$  für Entwicklungsneurotoxizität bei Kindern wurde eine korrespondierende Blutbleikonzentration von 12  $\mu\text{g/L}$  ermittelt.

Im Kinder-Umwelt-Survey (KUS, 2003-2006) wurden Blutbleikonzentrationen von Kindern in Deutschland (Alter 3-14 Jahre) von 16,9  $\mu\text{g/L}$  (Median) bis 33,8  $\mu\text{g/L}$  (95. Perzentil) gemessen. Das 50. bzw. 95. Perzentil der gemessenen Blutbleigehalte betrug bei Kindern im Alter von 3 bis 5 Jahren 19,6 bzw. 39,9  $\mu\text{g/L}$ , im Alter von 6 bis 8 Jahren 17,9 bzw. 33,4  $\mu\text{g/L}$ , im Alter von 9 bis 11 Jahren 15,6 bzw. 31,4  $\mu\text{g/L}$  und im Alter von 12 bis 14 Jahren 14,6 bzw. 30,5  $\mu\text{g/L}$  (Becker et al. 2008, Schultz et al. 2009). Auf der Basis dieser Messwerte wurde der Referenzwert der Kommission Human-Biomonitoring (HBM) des Umweltbundesamtes für Blei im Blut von Kindern (3-14 Jahre) von 50  $\mu\text{g/L}$  auf 35  $\mu\text{g/L}$  abgesenkt (HBM 2003). Dieser ist ein Maß für die Hintergrundbelastung und gibt das 95. Perzentil der zugrunde liegenden Messwerte an. Die ebenfalls von der Kommission HBM herausgegebenen HBM-Werte werden dagegen auf der Basis toxikologischer Daten abgeleitet. In Anbetracht des Fehlens einer Wirkungsschwelle bezogen auf diverse Effekte in epidemiologischen Studien und aufgrund einer Einstufung der MAK-Kommission (MAK: maximale Arbeitsplatzkonzentration) von Blei als „Krebs erzeugend für den Menschen“ hat die HBM-Kommission die HBM-Werte für alle Personengruppen ausgesetzt (HBM-Kommission 2009), da hinsichtlich der Effekte des Bleis kein als unbedenklich geltender Wert angegeben werden kann.

Aus der Höhe der aufgeführten Bleikonzentrationen im Blut geht hervor, dass die als  $BMDL_{01}$  ermittelte Konzentration von 12  $\mu\text{g/L}$  im Blut im Mittel bei den meisten Kindern in Deutschland erreicht bzw. überschritten wird. Dieser Wert entspricht nach der Modellierung der EFSA (2010) einer Exposition über Lebensmittel von 0,5  $\mu\text{g/kg}$  Körpergewicht und Tag. Die alimentäre Bleiexposition über Lebensmittel liegt ebenfalls über dem  $BMDL_{01}$ . Damit wird deutlich, dass die berechneten Blutgehalte als Maß für das über Lebensmittel aufgenommene Blei in dem Bereich liegen (oder darüber), für den mithilfe der BMD-Modellierung der Da-

ten aus epidemiologischen Studien zur Entwicklungsneurotoxizität bei Kindern bereits Effekte (hier Veränderungen auf der IQ-Skala) identifiziert wurden.

Die EFSA geht in Ermangelung anderer Daten davon aus, dass Feten mindestens genauso empfindlich gegenüber Blei reagieren wie Kleinkinder. Das Verhältnis der Bleikonzentration von Nabelschnur/Feten beträgt ungefähr 0,9 (EFSA 2010), sodass der mütterliche Blutbleigehalt, der dem BMDL<sub>01</sub> für entwicklungsneurotoxische Effekte entspricht (12 µg/L), bei 13 µg/L läge, was einer mittleren täglichen alimentären Bleiaufnahme von 0,54 µg/kg KG entspräche.

Nach EFSA (2010) wurde für die Gruppe der 20- bis 40-jährigen Frauen (stellvertretend für Schwangere) eine Bleiexposition von 0,38-1,28 µg/kg KG pro Tag (Durchschnittsverzehrer; Spanne: geringster Wert LB bis höchster Wert UB) bzw. von 0,68-2,628 µg/kg KG pro Tag (Vielverzehrer, Spanne wie zuvor) ermittelt. Bei Lower-Bound-Betrachtungen war für diese Gruppe der BMDL<sub>01</sub> für Entwicklungsneurotoxizität bei Kindern in 50 % der untersuchten Länder, bei Upper-Bound-Betrachtungen in allen 19 Mitgliedsstaaten überschritten (hierbei wurde der Referenzpunkt für die Entwicklungsneurotoxizität für Kinder angegeben, weil es um die Betrachtung der Feten geht). Dementsprechend ist nach Ansicht der EFSA ein Effekt von Blei auf die IQ-Werte der Kinder von Verbraucherinnen möglich (Zitat: „*Hence, the possibility of an effect of lead on the IQ scores of the offspring of some female consumers cannot be excluded*“, EFSA 2010, Seite 105). Nach Aussagen der EFSA kann die mögliche Anzahl der Kinder mit neurotoxischen Schäden durch eine pränatale Bleiexposition nicht abgeschätzt werden, da der MoE schon bei durchschnittlichem Verzehr in der Hälfte der Mitgliedsstaaten unter 1 lag. Für 1- bis 3-jährige Kinder lag der MoE nach der Betrachtung der EFSA zwischen 0,16 und 0,45 und war nur unwesentlich höher bei den 4- bis 7-jährigen Kindern.

Bezogen auf die Bleiexposition von Schwangeren in Deutschland kann nach der Auswertung im Rahmen des LEXUKon-Projektes von einer im Vergleich zur Gesamtbevölkerung um 17 % höheren Gesamtexposition ausgegangen werden (Schwarz et al 2010).

In Rheinland-Pfalz wurde im Rahmen eines Projektes venöses Blut der Mutter kurz vor, während und kurz nach der Geburt sowie Nabelschnurblut entnommen und der Bleigehalt ermittelt. Das 95. Perzentil der Bleikonzentrationen im Blut der Mütter lag bei 22 µg/L, während das der Neugeborenen bei 14 µg/L lag (Lauterwald et al. 2005). Obwohl diese Bleigehalte geringer sind als die des Datenpools für die BMD-Modellierung der EFSA, liegen sie dennoch in der Größenordnung für Blutbleiwerte, die dem von der EFSA gewählten Referenzpunkt für entwicklungsneurotoxische Effekte entsprechen.

## **Erwachsene (Schwangere eingeschlossen)**

### Nierentoxizität und kardiovaskuläre Effekte

Nach der Auswertung der EFSA kann für Erwachsene die Nierentoxizität als der sensibelste Endpunkt angesehen werden. Für die MoE-Betrachtung wurde hier der von der EFSA gewählte Endpunkt „chronische Nierenerkrankung (CKD: chronic kidney disease)“ gewählt. Als Referenzpunkt wurde die Zunahme der Prävalenz von CKD um 10 % als BMDL<sub>10</sub> als klinisch relevanter Endpunkt definiert. Aus Tabelle xx geht hervor, dass der MoE auf der Basis des von der EFSA ermittelten BMDL<sub>10</sub> für Nierentoxizität zwischen 0,5 und 1,4 (Lower und Upper Bound) bei Normalverzeichern und zwischen 0,3 und 0,8 bei Vielverzeichern liegt. Das bedeutet, dass die Exposition mit Blei über Lebensmittel bei der europäischen Bevölkerung über dem definierten Referenzpunkt für Nierentoxizität liegt. Die Expositionsdaten aus dem LE-

xUKon-Projekt für Personen in Deutschland liegen in ähnlicher Größenordnung (leicht geringere Exposition und damit leicht höherer MoE).

Die Blutbleigehalte bei Erwachsenen liegen in Deutschland bei 31 µg/L (geometrischer Mittelwert und Median; Spanne: < 4 [Bestimmungsgrenze] bis 380 µg/L; P 95 = 71 µg/L; n = 4.646; Becker et al. 1998) und in den USA 2002 bei 15 bis 22 µg/L (ATDSR 2007).

Damit ist das gesundheitliche Risiko durch eine alimentäre Bleiexposition für den Endpunkt „Nierentoxizität“ für Erwachsene ähnlich zu bewerten wie das Risiko der Entwicklungsneurotoxizität bei Kindern.

Die EFSA sieht in einem MoE von 10 und darüber kein erkennbares Risiko für eine klinisch signifikant veränderte Prävalenz einer CKD und hält insgesamt das Risiko bei MoE über 1,0 für sehr gering<sup>13</sup> (im Wortlaut: „*The CONTAM panel concluded that a margin of exposure of 10 or greater would be sufficient to ensure that there was no appreciable risk of a clinically significant change in the prevalence of CKD. Indeed, overall, the risk at MOEs of greater than 1.0 would be very low*“; EFSA 2010; Seite 102).

Die kardiovaskulären Effekte waren in dem EFSA-Gutachten gegenüber den nierentoxischen Effekten ein weniger sensibler Endpunkt und wurden deshalb bei der vorliegenden Betrachtung als Referenzpunkt für die Risikocharakterisierung herangezogen.

Die JECFA hat in ihrer aktuellen Bewertung die kardiovaskulären Effekte (Anstieg des systolischen Blutdrucks) als Endpunkt für die toxischen Wirkungen von Blei auf Erwachsene herangezogen. Die Nierentoxizität wurde offenbar nicht berücksichtigt. Da bisher nur die Zusammenfassung dieser Bewertung vorliegt (JECFA 2010), können diese Punkte zum jetzigen Zeitpunkt nicht weiter diskutiert werden. Es bleibt allerdings festzuhalten, dass der MoE bei den kardiovaskulären Effekten durch eine Bleiexposition zwar etwas höher liegt als bei den nierentoxischen Effekten (etwa um den Faktor 2 nach dem EFSA-Gutachten), aber dennoch im Bereich verhältnismäßig niedriger Blutbleigehalte liegt.

---

<sup>13</sup> Die Aussage, dass das Risiko des erwachsenen Verbrauchers für klinisch signifikant nierentoxische Effekte bei der gegenwärtigen Exposition gegenüber Blei gering bis vernachlässigbar ist, ist nach dem bestimmten BMDL<sub>10</sub> und dem daraus ermittelten MoE nicht nachzuvollziehen. Sowohl die zugrunde gelegte nachlassende Filtrationsleistung der Nieren für eine CKD als auch die Zunahme einer CKD nach diesen Kriterien um 10 % kann als klinisch signifikant bezeichnet werden. Die EFSA sieht an anderer Stelle ihres Gutachtens auf der Basis ihrer Daten in einem MoE von 10 einen ausreichenden Sicherheitsabstand gewährleistet und hält das Risiko für den erwachsenen Verbraucher bei einem MoE von 1 für gering. Bei der gegenwärtigen Exposition liegt der MoE dagegen unter 1, sodass auf der Basis des Modells von einem signifikanten Effekte auszugehen ist.

### 3.5 Fazit

Die EFSA (2010) empfiehlt, die Exposition gegenüber Blei über den Verzehr von Lebensmitteln weiter zu reduzieren, da sie gegenwärtig ein gesundheitliches Risiko durch Blei für Säuglinge, Kinder und Feten (über die Exposition der Schwangeren) für möglich hält.

Die Auswertungen des LExUKon-Projektes (Blume et al. 2010, Schwarz et al. 2010) ergaben, dass zu den Lebensmitteln mit hohen Bleigehalten Fleisch vom Wild oder Wildgeflügel, Innereien, Meeresfrüchte und Gewürze gehören. Aufgrund des Verzehrverhaltens in der Bevölkerung liefern aber Lebensmittel wie Getränke und Gemüse den größten Beitrag zur Bleiexposition, gefolgt von Obst, Nüssen und Kakao sowie Getreide. Das liegt darin begründet, dass beispielsweise Wild zu den selten verzehrten Lebensmitteln gehört, während Getränke und Gemüse über den häufigen und hohen Verzehr einen höheren Einfluss auf die Gesamtexposition haben. Weitere Expositionsquellen, wie z.B. Trinkwasser aus Bleileitungen, Kinderspielzeug und Keramikgefäße, aus denen Blei in Lebensmittel übergehen kann, können zur Gesamtleiaufnahme beitragen. Für die Allgemeinbevölkerung gilt die Nahrung als Hauptaufnahmequelle für Blei. Rauchen und berufliche Exposition können bei entsprechenden Personengruppen einen wesentlichen Beitrag an der Bleiaufnahme haben. In Regionen mit bleiverarbeitenden Betrieben kann besonders für kleine Kinder die Aufnahme über Hausstaub von Bedeutung sein.

Das BfR empfiehlt, generell alle Maßnahmen zu unterstützen, die zu einer Verringerung des Eintrags an Blei in die Nahrungskette führen. In Bezug auf die Bleibelastung des Wildbrets empfiehlt das BfR Maßnahmen wie die Aufklärung des Verbrauchers, das Ausweichen auf Alternativmaterialien bei der Jagdmunition sowie die Erarbeitung von Verzehrsempfehlungen. Zusätzliche Beiträge zur Exposition aus vermeidbaren Quellen sollten minimiert werden. Im Hinblick auf die spezielle Frage zur Bewertung des BfR von möglichen Gesundheitsrisiken durch den Verzehr bleihaltigen Wildbrets müssen neben der sogenannten Hintergrundbelastung in erster Linie die Bleikonzentrationen im Wildfleisch durch Fragmente der Jagdmunition betrachtet werden. Im Hinblick auf die spezielle Frage zur Bewertung des BfR von möglichen Gesundheitsrisiken durch den Verzehr bleihaltigen Wildbrets seien folgende Aussagen aus der Stellungnahme in einer Übersicht zusammengefasst:

- Wildfleisch gehört zu den Lebensmittelgruppen in Deutschland und in Europa, die die höchsten Bleigehalte aufweisen. Das 95. Perzentil der Gehalte im Muskelfleisch von Wildschweinen lag im Lebensmittel-Monitoring (LM-M) 2007 bei 20,9 mg/kg (Maximalgehalt: 288 mg/kg). Die EFSA (2010) hat nach Auswertung der ihr zur Verfügung gestellten Daten eine Konzentration von 1,53 mg/kg Wildfleisch für das 95. Perzentil der Gehalte ermittelt (Maximalgehalt 867 mg/kg). Nach der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln liegt der Höchstgehalt für Blei in Fleisch von Rindern, Schafen, Schweinen und Geflügel bei 0,1 mg/kg. Ein Höchstgehalt für Blei in Wildbret wurde in der genannten Verordnung nicht festgelegt.
- Kinder und Schwangere sind im Hinblick auf die Bleiexposition als besonders empfindliche Personengruppen zu betrachten. Bei Schwangeren gilt dies sowohl hinsichtlich der toxischen Wirkungen von Blei auf den Fetus als auch auf die Exposition der Schwangeren selbst. Bei Schwangeren sind folgende Besonderheiten zu beachten:
  - Während der Schwangerschaft erfolgt eine Remobilisierung des im Körper gespeicherten Bleis aus dem Skelett (Langzeitdepot für Blei) und trägt dadurch zusätzlich zu der täglichen Bleiexposition über Le-

bensmittel (und ggf. über andere Quellen) zur Exposition von Schwangeren und Feten bei. Aus diesem Grund sollte die Bleiexposition auch bei Mädchen und Frauen im gebärfähigen Alter grundsätzlich so gering wie möglich sein.

- Während der Schwangerschaft ist eine gesundheitliche Gefährdung des Fetus bereits durch eine einmalige Aufnahme von Lebensmitteln mit hohen Bleigehalten möglich, wodurch besonders sensible Phasen in der Entwicklung des Fetus (z.B. des Nervensystems) beeinträchtigt werden können. Eine bilanzierte Betrachtung über einen längeren Zeitraum ist aus diesem Grunde nicht empfehlenswert.
- Schwangere weisen nach den Auswertungen im Rahmen des LExU-Kon-Projektes eine um etwa 17 % höhere Bleiexposition über den Verzehr von Lebensmitteln gegenüber der durchschnittlichen Bevölkerung auf. Deshalb sollte im Hinblick auf mögliche entwicklungsneurotoxische Effekte von Blei auf den sich entwickelnden Fetus die Bleiexposition so gering wie möglich gehalten und alle vermeidbaren Aufnahmen ausgeschlossen werden.
- Bei Kindern sollte die Exposition gegenüber Blei insgesamt so gering wie möglich sein und noch weiter reduziert werden, da auf Basis der Auswertung zur Exposition gegenüber Blei über Lebensmittel und andere Quellen sowie der Benchmark-Dosis(BMD)-Modellierung durch die EFSA der Wert des Margin of Exposure (MoE) kleiner als 1 ist (EFSA 2010) und damit entwicklungsneurotoxische Effekte möglich sind. Deshalb sollte unbedingt jede zusätzliche Bleiaufnahme vermieden werden.
- Zu den Lebensmitteln mit hohen Bleigehalten gehören Fleisch vom Wild oder Wildgeflügel, Innereien, Meeresfrüchte und Gewürze. Aufgrund des Verzehrverhaltens in der Bevölkerung liefern aber Lebensmittel wie Getränke und Gemüse den größten Beitrag zur Bleiexposition, gefolgt von Obst, Nüssen und Kakao sowie Getreide. Da Wild zu den selten verzehrten Lebensmitteln gehört, ist der Beitrag zur Bleiexposition bezogen auf die Allgemeinbevölkerung als gering zu betrachten. Verbraucher aus Jägerhaushalten und ihrem Umfeld müssen aufgrund ihres hohen Wildverzehr gesondert betrachtet werden.

Das BfR kommt zu dem Schluss, dass für besonders empfindliche Bevölkerungsgruppen wie Kinder und Schwangere (und Frauen im gebärfähigen Alter) ein gesundheitliches Risiko durch die Exposition gegenüber Blei möglich ist. Diese Einschätzung des BfR wurde durch die Auswertung der EFSA bestätigt.

Insgesamt ist festzuhalten, dass die Bleiexposition bei Erwachsenen in einem Bereich liegt, in dem gemäß der BMD-Modellierung der EFSA Effekte auf die Funktionsfähigkeit der Nieren möglich sind (MoE liegt im Bereich von 1). Aus diesem Grund sollte jegliche zusätzliche Exposition gegenüber Blei vermieden werden. Dies gilt für alle Personengruppen (Männer, Frauen und Kinder). Da hinsichtlich der Entwicklungsneurotoxizität von Blei bei Kindern der MoE kleiner als 1 ist, gilt diese Aussage für Kinder in besonderem Maße.

Bei Betrachtung des gesundheitlichen Risikos für besonders gefährdete Personengruppen muss die Exposition im Hinblick auf den Verzehr von Wildbret betrachtet werden. Deshalb bieten sich zur Reduzierung der Exposition über Blei in Wildbret in erster Linie Verzehrsempfehlungen und die Verbraucheraufklärung an.

- Frauen wird empfohlen, während der Schwangerschaft und des Stillens auf den Verzehr von Fleisch von mit Bleimunition erlegtem Wild zu verzichten, um jegliche zusätzliche Exposition gegenüber Blei zu vermeiden, da auch eine hohe Exposition über einmaligen Verzehr von Wildfleisch mit hohen Bleigehalten nicht ausgeschlossen werden kann. Die gleiche Empfehlung gilt für Kinder  $\leq 7$  Jahre, da diese Altersgruppe eine besonders hohe Exposition gegenüber Blei aufweist (siehe EFSA 2010, Wilhelm 2003, Wilhelm 2004).
- Für Verzehrer aus Jägerhaushalten und ihrem Umfeld kann die Bleiexposition über Wildfleisch ein Vielfaches der durchschnittlichen Bleiexposition über Lebensmittel (Durchschnittsverzehrer) betragen (bis ca. 7-fach auf Basis der Mittelwerte im LM-M). Deshalb sollte der Verzehr von mit Bleimunition erlegtem Wildfleisch in allen Personengruppen so gering wie möglich sein.

Bei Kindern (Alter 2 bis  $< 5$  Jahre) liegt der Beitrag des Verzehrs von einer Portion Wildfleisch à 50 g bzw. einer Portion Wildfleisch à 200 g (bzw. 4 Portionen à 50 g) unter einem Prozent, bezogen auf die Gesamtaufnahme, die jedoch im Vergleich zu Erwachsenen höher liegt (Altersgruppe 1 bis 3 Jahre: 1,1 bis 3,1  $\mu\text{g}/\text{kg KG}$  und Tag; Altersgruppe 4 bis 7 Jahre: 0,8 bis 2,6  $\mu\text{g}/\text{kg KG}$  und Tag nach EFSA 2010). Bei Kindern aus Jägerhaushalten mit einem für Erwachsene angenommenen Verzehr von 91 Portionen zu 200 g Wildfleisch im Jahr steigt die Bleiexposition über Lebensmittel durch diesen Verzehr auf das 6,9-Fache.

Das BfR sieht Forschungsbedarf dahingehend zu ermitteln, welche Geschosskonstruktion für eine Minimierung der Sekundärkontamination mit Blei in Wildbret am besten geeignet ist. Weiterhin sollte überprüft werden, ob und welche Maßnahmen bei der Zerlegung und Weiterverarbeitung von Wildbret geeignet sind, die geschossbedingte Bleibelastung im zu verzehrenden Fleisch herabzusenken. Darauf aufbauend sollte bei der Aus- und Weiterbildung von Jägern darauf hingewirkt werden, dass bei der Zerlegung die Art und Lage des Schusskanals beachtet wird und alle Maßnahmen vermittelt werden, die dazu dienen können, Verzehrer von Wildfleisch optimal zu schützen.

## 4 Handlungsrahmen/Maßnahmen

### Verzehrempfehlungen

Um besondere Verbrauchergruppen und besonders empfindliche Personen vor einer zusätzlichen hohen Bleiexposition zu bewahren, können Verzehrempfehlungen ausgesprochen werden.

Aus Sicht des gesundheitlichen Verbraucherschutzes sollten

- Kinder aufgrund der möglichen entwicklungsneurotoxischen Wirkung von Blei auf den Konsum von mit Bleimunition erlegtem Wildfleisch verzichten.
- Schwangere und Stillende sollten auf den Verzehr von Lebensmitteln mit hohen Bleigehalten wie beispielsweise Wild verzichten, da sie selbst bzw. ihre Feten oder Säuglinge aufgrund der Remobilisation von im Körper gespeichertem Blei einer erhöhten Bleiexposition ausgesetzt sind. Aus diesem Grund ist die Exposition gegenüber Blei über Lebensmittel bei diesen Personengruppen so gering wie möglich zu halten. Diese Empfehlung sollte zusätzlich für alle Mädchen und Frauen im gebärfähigen Alter gelten.
- Insgesamt gilt für alle Verbrauchergruppen, die Aufnahme von Lebensmitteln mit hohen Bleigehalten so gering wie möglich zu halten und sich der potenziellen erhöhten Bleiexposition durch Punktquellen, wie z.B. dem Verzehr von mit bleihaltiger Jagdmunition erlegter Wildtiere, bewusst zu sein.

### Einführung von Höchstgehalten

Im Folgenden nimmt das BfR dazu Stellung, ob und wie sich bei Einführung eines theoretischen Höchstgehaltes für Wildschweinfleisch in Höhe des derzeitigen 90. und 95. Perzents die Bleigehalten verändern würden. Entsprechend wurden ausgehend von den Daten des LM-M 2007 die Werte bei maximal 2 mg/kg bzw. 20 mg/kg begrenzt und höhere Gehalte von Blei nicht berücksichtigt. Die resultierende Veränderung in den statistischen Parametern ist in Tabelle 22 dargestellt. Die Medianwerte verändern sich nicht durch die Annahme eines theoretischen Höchstgehaltes, Mittelwerte und obere Perzentile verringern sich in signifikantem Ausmaß. Der berechnete Medianwert liegt allerdings genau auf der empfohlenen analytischen Bestimmungsgrenze für Blei in Wildschweinproben von 0,02 ppm und verliert somit an Aussagekraft zur Darstellung der Bleigehalten in Wildschweinproben (BVL 2007). Diese Berechnungen sind mit großen Unsicherheiten verbunden, da die Annahme einer vollständigen (100 %) effektiven Lebensmittelüberwachung unrealistisch erscheint, sodass Werte über den dann geltenden Höchstgehalten nicht auszuschließen sind und sich entsprechend höhere Mittelwerte ergeben würden. Gleichzeitig kann möglicherweise durch die Einführung eines Höchstgehaltes als gegenläufiger Effekt (zur Überschreitung des Höchstgehaltes) die gesamte Verteilung in unbekanntem Maß nach links verschoben werden.

**Tabelle 22: Veränderung in den statistischen Parametern unter Annahme theoretischer Höchstgehalte für Blei in Wildschwein und der Annahme einer vollständigen effektiven Lebensmittelüberwachung (100 %)**

	n	MW [mg/kg]	Median [mg/kg]	90. Perz. [mg/kg]	95. Perz. [mg/kg]	Maximum [mg/kg]
Originaldaten 2007	111	4,7	0,02	2,1	20,9	288
Begrenzung bei theoretischem Höchstgehalt von 20 mg/kg	105	0,4	0,02	0,2	2,1	11,2
Begrenzung bei theoretischem Höchstgehalt von 2 mg/kg	99	0,05	0,02	0,1	0,2	0,3

Unter der bereits oben beschriebenen Annahme von theoretischen Höchstgehalten in Höhe des derzeitigen 90. bzw. 95. Perzentils für Wildschweinproben aus dem LM-M 2007 ergeben sich die in Tabelle 23 dargestellten Aufnahmemengen.

**Tabelle 23: Bleiaufnahme über den Verzehr von Wildschwein bei Begrenzung in Höhe theoretischer Höchstgehalte**

	Ohne Höchstgehalt (µg/kg KG*Tag)		Theoretischer Höchstgehalt von 20 mg/kg (µg/kg KG*Tag)		Theoretischer Höchstgehalt von 2 mg/kg (µg/kg KG*Tag)	
	Männer	Frauen	Männer	Frauen	Männer	Frauen
Szenario 1a	0,0736	0,0429	0,0063	0,0037	0,0008	0,0005
Szenario 1b	0,0003	0,0002	0,0003	0,0002	0,0003	0,0002
Szenario 2a	0,3679	0,2146	0,0313	0,0183	0,0039	0,0023
Szenario 2b	0,0016	0,0009	0,0016	0,0009	0,0016	0,0009
Szenario 3a	3,3479	3,9059	0,2849	0,3324	0,0356	0,0416
Szenario 3b	0,0142	0,0166	0,0142	0,0166	0,0142	0,0166
Szenario 4a	0,0399	0,0399	0,0034	0,0034	0,0004	0,0004
Szenario 4b	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Szenario 5a	0,1595	0,1595	0,0136	0,0136	0,0017	0,0017
Szenario 5b	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007
Szenario 6a	14,5112	14,5112	1,2350	1,2350	0,1544	0,1544
Szenario 6b	0,0617	0,0617	0,0617	0,0617	0,0617	0,0617

Die Einführung von Höchstgehalten für Blei in Wildfleisch von Tieren, die bei der Jagd in Deutschland erlegt wurden, wird aufgrund des hohen Anteils der Eigenvermarktung und des Eigenbedarfs durch die Jäger und deren Angehörige nicht durch eine Lebensmittelüberwachung zu kontrollieren sein. Von daher würde sich die Einführung von Höchstgehalten auf die Exposition des Normalverbrauchers nahezu gar nicht auswirken und die Verzehrer aus Jägerhaushalten und ihrem Umfeld nur unzureichend schützen, da angenommen wird, dass diese Wildfleisch verzehren, das überwiegend nicht von der Lebensmittelüberwachung erfasst wird.

### **Handlungsempfehlung für die Praxis der Zerlegung**

Bei der Verwendung bleihaltiger Jagdgeschosse kommt es aufgrund der Geschosskonstruktion zwangsläufig zu einer mehr oder weniger hohen Kontamination der Wildkörper mit Bleifragmenten und Bleisplintern, die z.T. makroskopisch nicht wahrnehmbar und nur radiologisch und durch toxikologische Analytik darstellbar sind. Das Ausmaß der Verteilung dieser Bleisplinter in ausgeweideten, aber ohne Umschneidung von Ein-, Ausschuss und Schusskanal von noch nicht endgültig zur Zerlegung hergerichteten Wildkörpern wird in der verfügbaren Literatur mit Bereichen von im Maximum bis zu 45 cm, im Mittel mit etwa 15 cm angegeben. Die Angaben variieren dabei erheblich und sind von vielfältigen Faktoren beeinflusst. Wenn kein Verzicht auf die Verwendung bleihaltiger Munition erfolgt, wird als Maßnahme die großzügige Umschneidung sowohl des Ein- und Ausschusses als auch des kompletten Schusskanals empfohlen. Hierbei sollte deutlich über den Bereich des sichtbar z.B. durch Hämatome veränderten Gewebes hinausgegangen werden. Diese Empfehlung deckt sich erst teilweise mit den in der einschlägigen Jagdliteratur zur Aus- und Fortbildung zu findenden Angaben. In der Praxis der Zerlegung sollte deshalb die genannte Empfehlung unbedingt Anwendung finden.

Diese Empfehlung sollte bei der Jägerausbildung intensiv vermittelt und wiederholt in für die Zielgruppe geeigneten Zeitschriften (z.B. Verbands- und Fachzeitschriften) publiziert werden.

### **Repräsentative Datenerhebung zur Verbesserung der Expositionsschätzung**

Generell ist die Datenlage sowohl aufseiten der Verzehrsmengen als auch aufseiten der Gehalte als unzureichend anzusehen. Es ist zu empfehlen, zukünftige Messungen von Bleigehalten für Wildschwein und andere Wildarten (insbesondere Hirschartige, Gatterwild und importiertes Wildfleisch) repräsentativ für den deutschen Markt, in ausreichender Probenzahl (> 188 Proben) und mit detaillierten Informationen zu Fleischteil, Haltungsform, Herkunft, Alter der Tiere und zur verwendeten Tötungsmethode/Geschosswahl zu erheben. Aufseiten der Verzehrdaten könnte eine Befragung zur Ermittlung langfristiger Verzehrshäufigkeiten einzelner Wildarten und eine Befragung des Wildverzehrs in Jägerhaushalten in Deutschland die Expositionsschätzung wesentlich verbessern.

## 5 Referenzen

AFSSA [Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments] (2007): Synthèse de l'étude individuelle nationale des consommations alimentaires 2 (INCA 2) 2006-2007, 39 Seiten.

AID (2009): Wild und Wilderzeugnisse, AID-Report 1341/2009, AID Infodienst – Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft e.V., Bonn, 40 Seiten.

ATSDR [Agency for Toxic Substances and Disease Registry] (2007): Toxicological profile for lead; U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. August 2007: 528 Seiten.

Banasiak U, Hesecker 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.

Becker K, Kaus S, Krause C, Lepom P, Schulz C, Seiwert M, Seifert B (2002): German Environmental Survey 1998 (GerES III): Environmental pollutants in blood of the German population. International Journal of Hygiene and Environmental Health 205: 297-308.

Becker K, Müssig-Zufika M, Conrad A, Lüdecke A, Schulz C, Seiwert M, Kolossa-Gehring M (2008): Human Biomonitoring – Levels of selected substances in blood and urine of children in Germany. German Environmental Survey for children 2003/06 – GerES IV – Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, Robert Koch-Institut (RKI), Berlin: 15-23.

Bert F (2008): Wildbretgewinnung von Haar- und Federwild. Aus dem Revier in die Küche. Deutscher Jagdschutz-Verband (DJV), Bonn, 58 Seiten.

BfR [Bundesinstitut für Risikobewertung] (2005): BfR entwickelt neues Verzehrmodell für Kinder, Information Nr. 016/2005 des BfR vom 2. Mai 2005; verfügbar unter: [http://www.bfr.bund.de/cm/218/bfr\\_entwickelt\\_neues\\_verzehrmodell\\_fuer\\_kinder.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/218/bfr_entwickelt_neues_verzehrmodell_fuer_kinder.pdf), abgerufen am 04.08.2010

BgVV [Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin] (1997): Handbuch Lebensmittel-Monitoring 1997. Bundesinstitut für Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, Berlin.

BgVV [Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin] (1998): Handbuch Lebensmittel-Monitoring 1998. Bundesinstitut für Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, Berlin.

Bilandžić N, Sedak M, Đokic M, Šimić B (2010): Wild boar tissue levels of cadmium, lead and mercury in seven regions of continental Croatia. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 84: 738-743.

Bilandžić N, Sedak M, Vratarić D, Perić T, Šimić B (2009): Lead and cadmium in red deer and wild boar from different hunting grounds in Croatia. Science of the Total Environment 407: 4243-4247.

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), Berlin, 56 Seiten.

Braun JM, Kahn RS, Froehlich T, Auinger P, Lanphear PB (2006): Exposure to environmental toxicants and attention hyperactivity disorder in U.S. children. Environmental Health Perspectives 114: 1904-1909.

BVL [Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit] (2005): Handbuch Lebensmittel-Monitoring 2005-2009. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Berlin, 164 Seiten.

BVL [Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit] (2007): Handbuch Lebensmittel-Monitoring 2007. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Berlin.

BVL [Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit] (2008): Berichte zur Lebensmittelsicherheit 2007 – Lebensmittel-Monitoring, BVL-Reporte, Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Berlin.

Canfield RL, Henderson CR Jr, Cory-Slechta DA, Cox C, Jusko TA, Lanphear BP (2003): Intellectual impairment in children with blood lead concentrations below 10 microg per deciliter. *The New England Journal of Medicine*. 348: 1517-1526.

Dedek J, Steineck T (1994): Wildhygiene. G. Fischer Verlag, Stuttgart, 407 Seiten.

Dobrowolska A, Melosik M (2008): Bullet-derived lead in tissues of the wild boar (*Sus scrofa*) and red deer (*Cervus elaphus*). *European Journal of Wildlife Research* 54: 231-235.

EFSA [European Food Safety Authority] (2009): Guidance of the Scientific Committee on a request from EFSA on the use of the benchmark dose approach in risk assessment. *The EFSA Journal* (2009) 1150: 1-72. <http://www.efsa.europa.eu/de/scdocs/doc/1150.pdf>

EFSA [European Food Safety Authority] (2010). Scientific Opinion on Lead in food. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). <http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/scdoc/1570.htm>, abgerufen am 08.06.2010

EG 1881/2006 (2006): Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln. 20 Seiten. Abrufbar unter: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024:DE:PDF>

Egan SK, Tao ss-H, Pennington JAT, Bolger PM (2002): US Food and Drug Administration's Total diet Study: Intake of nutritional and toxic elements, 1991-96, *Food Additives and Contaminants* 19: 103-125.

EMA (2010): EMA-Marktbilanz 2010 Eier, Geflügel und Wild. Europäische Marketingagentur GmbH, Bonn, 165 Seiten.

European Commission Enterprise Directorate (2004): Advantages and drawbacks of restricting the marketing and use of lead in ammunition, fishing sinkers and candle wicks – Final report, 216 Seiten. [http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/studies/ehn\\_lead\\_final\\_report\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/studies/ehn_lead_final_report_en.pdf)

Falandysz J, Szymczyk-Kobrzyńska K, Brzostowski A, Zalewski K, Zasadowski A (2005): Concentrations of heavy metals in the tissues of red deer (*Cervus elaphus*) from the region of Warmia and Mazury, Poland. *Food Additives & Contaminants* 22: 141-149.

Golze M (2007): Landwirtschaftliche Wildhaltung. Ulmer-Verlag, Stuttgart, 155 Seiten.

Grund MD, Cornicelli L, Carlson LT, Butler EA (2010): Bullet fragmentation and lead deposition in white-tailed deer and domestic sheep. *Human-Wildlife Interactions* 4: 257-265.

Haldimann M, Baumgartner A, Zimmerli B (2002): Intake of lead from game meat – a risk to consumers' health? *European Food Research and Technology* 215: 375-379.

HBM 1996. Stoffmonographie Blei. Referenz- und Human-Biomonitoring-Werte (HBM). *Bundesgesundheitsblatt* 39: 236-241.

HBM [Kommission Human-Biomonitoring] (2003): Aktualisierung der Referenzwerte für Blei, Cadmium und Quecksilber im Blut und im Urin von Erwachsenen. *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz* 46: 1112-1113.

HBM 2008: 35. Sitzung der Kommission Human Biomonitoring des Umweltbundesamtes am 17./18.04.2008 in Berlin.

HBM [Kommission Human-Biomonitoring] (2009): 2. Addendum zur „Stoffmonographie Blei – Referenz –“ und „Human-Biomonitoring“-Werte der Kommission „Human-Biomonitoring“. Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz 52: 983-986.

Hecht H (1981): Zum Carry-over von Blei. Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Reihe A: Angewandte Wissenschaft: Heft 254, 60 Seiten.

Hecht H (1984): Untersuchung der Kontamination des Wildbrets an Blei und anderen Spurenelementen durch Schrot und absplitternde und dadurch weit im Tierkörper streuende Blei- bzw. Metallpartikel der modernen Hochleistungsgeschosse. Aufklärung des Verhaltens dieser Blei- bzw. Metallsplitter beim Abhängen, Kochen, Braten, Grillen und Gefrierlagern – Abschlußbericht. Institut für Chemie und Physik der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 64 Seiten.

Hecht H (2000): Auswirkungen der Geschosswahl auf die Bleibelastung des Wildbrets. Tagung für die Jägerschaft, 15. und 16.02.2000, BAL Gumpenstein.

Heseker H, Oeppening A, Vohmann C (2003): Verzehrsstudie zur Ermittlung der Lebensmittelaufnahme von Säuglingen und Kleinkindern für die Abschätzung eines akuten Toxizitätsrisikos durch Rückstände von Pflanzenschutzmitteln (VELS). Forschungsbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Universität Paderborn.

Hilbig D (1996): Zur Bleikontamination von mit Bleischrot erlegten Stockenten (*Anas platyrhynchos*, L. 1758, L. 1758). Dissertation an der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, 94 Seiten.

Hunt WG, Burnham W, Parish CN, Burnham KK, Mutch B, Lindsay J (2006): Bullet fragments in deer remains: Implications for lead exposure in avian scavengers. *Wildlife Society Bulletin* 34: 167-170.

Hunt WG., Watson RT, Oaks JL, Parish CN, Burnham KK, Tucker RL, Belthoff JR, Hart G (2009): Lead bullet fragments in venison from rifle-killed deer: Potential for human dietary exposure. *PLoS ONE* 4: e5330, 1-6.

IARC [International Agency for Research on Cancer] (2006): Inorganic and organic lead compounds. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 87: 529 Seiten

Iqbal S, Blumenthal W, Kennedy C, Yip FY, Pickard S, Flanders WD, Loring K, Kruger K, Caldwell KL, Brown MJ (2009): Hunting with lead: Association between blood lead levels and wild game consumption. *Environmental Research* 109: 952-959.

JECFA [Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives] (1986): Lead (Evaluation of health risk to infants and children). Verfügbar unter: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v21je16.htm>, abgerufen am 14.06.2010.

JECFA [Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives] (2000): Safety evaluation of certain food additives and contaminants WHO Food Additives Series: 44. Verfügbar unter: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v44jec12.htm>, abgerufen am 14.06.2010.

JECFA [Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives] (2010): Seventy-third meeting, Geneva, 8-17 June 2010 – Summary and Conclusions; 24.06.2010. Verfügbar unter: <http://www.fao.org/ag/AGN/agns/jecfa/JECFA73%20Summary%20Report%20Final.pdf>, abgerufen am 29.06.2010.

Jorgensen EB (2010): Scientific/Technical Report submitted to EFSA: An international pooled analysis for obtaining a benchmark dose for environmental lead exposure in children (Question No. EFSA-Q-2009\_01078). Verfügbar unter: <http://www.efsa.europa.eu/en/scdocs/doc/47e.pdf>, abgerufen am 14.06.2010.

Kersting M, Sichert-Hellert W, Lausen B, Alexy U, Manz F, Schöch G (1998): Energy intake of 1 to 18 year old German children and adolescents. *Zeitschrift für Ernährungswissenschaften* 37: 47-55.

Klemm C, Mathis G, Christ M, Gebhardt G, Hamami E, Pathasart B, Wagner U, Dehne LI (1999): Der Bundeslebensmittelschlüssel (BLS II.3). Konzeption, Aufbau und Dokumentation der Datenbank blsdatt. Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, BgVV-Hefte 08/1999, Berlin.

Knott J, Gilbert J, Green RE, Hoccom DG (2009): Comparison of the lethality of lead and copper bullets in deer control operations to reduce incidental lead poisoning; field trials in England and Scotland. *Conservation Evidence* 6: 71-78.

Krebs H (2005): Vor und nach der Jägerprüfung. 55. Auflage, BLV Verlagsgesellschaft, München, 663 Seiten.

Krostitz W (1996): Der Wildfleischmarkt. *Fleischwirtschaft* 76: 1029-1036.

Kujawski Graf OEJ (1988): Wildbrethygiene – Fleischuntersuchung. BLV Verlagsgesellschaft, München, 150 Seiten.

Lang C (2001): Ballistische Eigenschaften und rückstandsanalytische Auswirkungen von Blei-, Eisen-, und Zinkschrot bei der Jagd auf Feldhasen (*Lepus europaeus*) und Wildkaninchen (*Oryctolagus cuniculus*). Dissertation an der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, 112 Seiten.

Lauterwald H, Popp I, Ramstöck A (2005): Bleibelastungen im Blut von Neugeborenen und ihren Müttern in Rheinland-Pfalz – Abschlussbericht. Arbeitsbericht 4/2005, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, 20 Seiten. Verfügbar unter: <http://www.mufv.rlp.de/fileadmin/mufv/img/inhalte/gesundheit/BleibelastunginMuttermilch.pdf>

Lazarus M, Orct T, Blanuša M, Vicković I, šoštarić, B. (2007) Toxic and essential metal concentrations in four tissues of red deer (*Cervus elaphus*) from Baranja, Croatia. *Food Additives & Contaminants* 25A: 270-283.

Mariusz R (2010): Chemical composition of wild boar meat and relationship between age and bioaccumulation of heavy metals in muscle and liver tissue. *Food Additives & Contaminants* 27A: 464-472.

Max Rubner-Institut (MRI) (2008): Nationale Verzehrsstudie II (NVS II), Ergebnisbericht 1, 2. <http://www.was-esse-ich.de/>

Mildner B (2002): Risikoabschätzung und Verbraucherschutz – Wildbret von jagdlich erlegten Fasanen (*Phasianus colchicus*) bei Verwendung von Blei- und alternativen Schrotten. Dissertation an der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, 111 Seiten.

Moreth F, Hecht H (1981): Blei aus Geschoßrückständen in Wildbret. *Fleischwirtschaft* 61: 1326-1331.

Navas-Acien A, Tellez-Plaza M, Guallar E, Muntner P, Silbergeld EK, Jaar BG, Weaver VM (2009): Blood cadmium and lead and chronic kidney disease in US adults: A joint analysis. *American Journal of Epidemiology* 170: 1156-1164.

Nriagu JO (1989): A global assessment of natural sources of atmospheric trace metals. *Nature* 338: 47-49.

Reb W (2001): Jagdwaffen Praxis – Für Revier und Jagdreise. BLV-Verlag, München, 239 Seiten.

Schulz C, Angerer J, Ewers U, Heudorf U, Wilhelm M (2009): Revised and new reference values for environmental pollutants in urine or blood of children in Germany derived from the German Environmental Survey on Children 2003-2006 (GerES IV). *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 212: 637-647.

Schmidt E (2008): Gutachterliche Stellungnahme (Bericht) zu Fragen, die sich aus der Belastung von Wildbret durch den Beschuss mit Bleimunition und anderen Geschossen ergeben, Teil 1 Blei, 21 Seiten.

Schwarz M, Schneider K, Lindtner O, Blume K, Fiddicke U, Heinemeyer G (2010): LExUKon: Lebensmittelbedingte Aufnahme von Umweltkontaminanten – Datenaufbereitung zur Unterstützung und Standardisierung von Expositionsschätzungen auf Basis der Nationalen Verzehrsstudie II – Bericht zur Expositionsschätzung Blei, 67 Seiten.

Taggart MA, Reglero MM, Camarero PR, Mateo R (2011): Should legislation regarding maximum Pb and Cd levels in human food also cover large game meat? *Environment International* 37: 18-25.

Trinogga A, Krone O (2008): Wundballistik gängiger bleihaltiger und bleifreiere Büchsen- geschosse. In: Bleivergiftungen bei Seeadlern: Ursachen und Lösungsansätze. Anforderungen an bleifreie Büchsen- geschosse. Krone O (Hrsg.), Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung, Berlin, 8-20.

Tsuji LJS, Wainman BC, Jayasinghe RK, VanSpronsen EP, Libeda EN (2009): Determining tissue-lead levels in large game mammals harvested with lead bullets: Human health concerns. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 82: 435-439.

Umweltbundesamt (1994): Auswirkungen einer veränderten Benzinzusammensetzung in Euro- pa. Texte 16/94. Umweltbundesamt, Berlin.

Umweltbundesamt (2005): Einträge von Kupfer, Zink und Blei in Gewässer und Böden – Analyse der Emissionspfade und möglicher Emissionsminderungsmaßnahmen. Texte 19/05. Umweltbundesamt, Dessau, 279 Seiten.

Wilhelm M, Wittsiepe J, Schrey P, Feldmann C, Idel H (2003): Dietary intake of lead by children and adults from Germany measured by the duplicate method. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 206: 493-503.

Wilhelm M, Erlenkämper B, Freidank N, Kersting M, Hilbig A (2004): Höchstgehalte für Umweltkonta- minanten in Säuglings- und Kleinkindernahrung. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Förderkennzeichen (UFOPLAN) 702 61 217. Im Auftrag des BfR, März 2004.

Winkelmayer R, Paulsen P, Lebersorger P, Zedka H-F (2008): Wildbrethygiene. Das Buch zur guten Hygienepraxis bei Wild. Zentralstelle Österreichischer Landesjagdverbände, Wien, 220 Seiten.

WHO (1995). Inorganic lead. *Environmental Health Criteria* No 165. WHO, Geneva, 25-32.