



„Alle(s) Wild?“  
BfR-Symposium zu  
Forschungsvorhaben  
zum Thema Wildbret

2013

**„Alle(s) Wild?“  
BfR-Symposium zu Forschungsvorhaben zum  
Thema Wildbret**

Tagungsband zum Symposium am 18. und 19. März 2013 in Berlin

## **Impressum**

Tagungsband

„Alle(s) Wild?“  
BfR-Symposium am 18. und 19. März 2013

Bundesinstitut für Risikobewertung  
Pressestelle  
Max-Dohrn-Straße 8–10  
10589 Berlin

Berlin 2013  
115 Seiten, div. Abbildungen

Realisation: pressto GmbH, Köln

€ 10,-  
Download als kostenfreies PDF unter [www.bfr.bund.de](http://www.bfr.bund.de)

**Inhalt**

<b>1</b>	<b>Alles Wild? – Eine Bestandsaufnahme</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Projekt Lebensmittelsicherheit von Wildbret</b>	<b>9</b>
2.1	Alle(s) Wild? Welche Fragen wurden an das Projekt gestellt und welche Antworten kann es geben?	9
2.2	Status: Blei, Kupfer und Zink im Wildbret	14
<b>3</b>	<b>Risikobewertung von Blei, Kupfer und Zink in Wildbret</b>	<b>21</b>
3.1	Toxikologie von Blei, Kupfer und Zink	21
3.2	Bioverfügbarkeit von Blei, Kupfer und Zink	23
3.2.1	Bioverfügbarkeit von Blei, Kupfer und Zink (I)	23
3.2.2	Bioverfügbarkeit von Blei, Kupfer und Zink (II)	26
3.3	Wie viel Wild wird in Jägerfamilien verzehrt?	32
3.4	Studie zur Bioverfügbarkeit von Geschossblei aus Schweden	35
3.5	Welche neuen Erkenntnisse ergeben sich für die Schwermetallexposition aus Jagdmunition?	36
3.6	Status: Risikobewertung von Blei, Kupfer und Zink in Wildbret	41
3.7	Kupfer im Wildbret – welche Einflussfaktoren sind zu beachten?	42
3.8	Risikobewertung und Risikomanagement bei schwedischem Wild, das mit Bleimunition geschossen wurde	45
<b>4</b>	<b>Projekt Tötungswirkung bleifreier Geschosse</b>	<b>53</b>
4.1	„Getroffen und erlegt“ – Tierschutzgerechter Geschosseinsatz	53
4.2	Feldstudien der Berufsjäger	62
4.3	„Wa(h)re Alternativen?“ – Fragebogenaktion DJV	65
<b>5</b>	<b>Projekt Abprallverhalten</b>	<b>69</b>
	Schlussfolgerungen/Konsequenzen: Abprallverhalten von Jagdmunition	69
<b>6</b>	<b>Umweltaspekte von Blei, Kupfer und Zink</b>	<b>81</b>
6.1	Status: Stoffkreisläufe in unserer „Natur/Kultur“-Landschaft	81
6.2	Blei, Kupfer und Zink in Waldböden	84
6.3	Risikobewertung von Schwermetallen im System Boden – Pflanze	88
6.4	Ökotoxizität bleifreier Jagdmunition	92
6.5	Ökotoxikologische Auswirkung von Blei, Kupfer und Zink	97
6.6	Auswirkung der Lebensräume auf die Nahrungswahl von Schalenwild	101
<b>7</b>	<b>Podiumsdiskussion</b>	<b>105</b>



## 1 Alles Wild? – Eine Bestandsaufnahme

Prof. Dr. Dr. Andreas Hensel  
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

Meine Damen und Herren, Jäger haben gemeinhin Sitzfleisch, weil sie bei der Ansitzjagd viel Zeit brauchen und geduldig auf das warten, was da kommt. Ich kann Ihnen sagen: Das kommt auch heute auf Sie zu. Das Thema selbst ist „bleischwer“. Warum beschäftigen wir uns mit dem Eintrag der Munitionsbestandteile Blei, Kupfer und Zink in jagdlich gewonnenem Wildbret und dem Verhalten bleifreier Munition bei der Jagd?

Blei wird vom Menschen vor allem über die Nahrung aufgenommen. Das Thema ist so alt wie die Lebensmittelsicherheit. Früher hat man Konservendosen mit Blei verlötet und sich gewundert, dass die Arktis-Forscher ihr Urteilsvermögen in der Arktis verloren haben, weil sie etwas verwirrt wurden.

Blei hat ein hohes Gefährdungspotenzial. Aber in der Risikobewertung geht es nicht um die inhärente Toxizität eines Stoffes, sondern immer um die Exposition, das heißt, um den Kontakt mit dem gefährlichen Stoff. Um es einfach zu sagen: Ein Hai ist gefährlich. Aber wenn Sie nicht in Gewässern schwimmen gehen, in denen es Haie gibt, also keine Exposition haben, dann werden Sie auch nicht gefressen. So ähnlich ist das auch beim Blei. Man muss schauen, wie viel wirklich vom Menschen aufgenommen wird.

Auf der anderen Seite haben wir Blei als Nahrungsbestandteil. Dagegen können Sie sich nicht wehren. Man kann einem Lebensmittel nicht ansehen, wie viel Blei darin enthalten ist. Das müssen Fachleute für Sie beschreiben. Das hat die europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit gemacht und wir vom Bundesinstitut für Risikobewertung haben uns auch daran beteiligt.

Unsere Vorstellungen von der Toxizität von Blei haben sich geändert. Wir wussten zwar schon früher, dass es neurotoxisch ist, dass es Entwicklungsstörungen bei Kindern hervorruft, auch bei Föten. Aber die Bewertung hat sich aufgrund von neueren Erkenntnissen in der Toxikologie geändert. Wir werden noch im Detail darauf eingehen. Früher haben wir gedacht, dass es hier einen Schwellenwert gibt, also einen Wert, unterhalb dem es keine Wirkung im Körper gibt. Das ist heute nicht mehr so. Wir wissen, dass Blei vermieden werden soll, weil auch kleine Mengen von Blei im Körper adverse Effekte bspw. bei kleinen Kindern auslösen können.

Die Exposition des Verbrauchers gegenüber Blei hat sich nicht erhöht. Es ist also nicht mehr dazu gekommen, sondern im Wesentlichen hat sich unser Blick auf das Blei verändert – und auch unsere Erkenntnislage. Die hat dazu geführt, dass wir selbst geringe Dosen von Blei vermeiden sollten. Ende der 1960er-Jahre hatten wir in deutschen Krankenhäusern noch klinische Fälle von Bleivergiftung bei Kindern. Zu dieser Zeit waren Wasserrohre noch aus Blei. Da kam es durchaus häufiger vor, dass ein Kind mit einer Bleivergiftung im Hospital vorgestellt wurde.

Man hat sich in diesem Bereich „Risiko der Verwendung von Bleimunition bei der Jagd“ entschieden, wissenschaftsorientiert vorzugehen. Es ist ein Primat der Politik, dass man nicht immer die Vernunft und die Wissenschaft sprechen lässt. Manchmal wird das, was die Menschen als Risiko empfinden, durchaus aus wissenschaftlicher Sicht völlig anders gesehen. Das muss man vernünftig ausbalancieren. Uns stellt sich die Frage, wovon die ganzen Diskussionen und Studien zum Thema Blei eigentlich genau handeln. Wie sieht das eigentlich bei Vielverzehrern aus? Die Zahl derjenigen, die neben den Jägern selbst über das Wildbret möglicherweise viel Blei aufnehmen, bspw. Kinder oder Frauen aus Jägerfamilien, schätzen wir im Moment auf ca. 1,2 Millionen Menschen. Wir haben aber auch

festgestellt, dass die Bleiaufnahme über das Lebensmittel Wildbret bei der übrigen deutschen Bevölkerung eigentlich gar kein Problem darstellt.

Die Zahl der Jäger ist im Laufe der letzten Jahre entgegen aller Voraussagen stark angestiegen. Es gibt viele Jäger, die ihr Wildbret selber nutzen. Aber es gibt auch solche, die es vermarkten. Das Hygienepaket der EU und auch die entsprechende Umsetzung auf Bundesebene führen dazu, dass Jäger nicht nur Wild gewinnen, sondern auch als Lebensmittelunternehmer im kleinen Maßstab Wild weiterverarbeiten und auch regional verkaufen können. Dabei geht es um eine Menge von etwa 35.000 Tonnen Wildfleisch, das von Millionen von Tieren stammt.

In den letzten Monaten konnten wir alle in den Zeitungen schon fast einen kleinen Glaubenskrieg um das Thema Bleimunition bei der Jagd verfolgen, der irgendwo zwischen Ideologie und Idiotie angesiedelt war. Die Schlagzeilen lauteten: „Glaubenskrieg im Forst“ (Der SPIEGEL) oder „Trotz Blei-Munition: Wildbret ist das gesündeste Fleisch“ (Frankfurter Neue Presse).

Bevor wir im Programm weitergehen, möchte ich einige Dinge aufzählen, über die wir heute und morgen nicht reden werden.

- Wir werden nicht über den Blei- und Kupfereintrag aus Wasserrohren reden.
- Es geht nicht um die Bleibelastung anderer Bevölkerungsgruppen wie die Bleibelastung der Vegetarier. Als wir unsere Daten vorstellten, konnten wir zeigen, dass nicht nur die Vielverzehrer von Wildfleisch in Jägerhaushalten besonders betroffen sind, sondern bspw. auch Vegetarier. Denn Blei reichert sich in niedrigen Konzentrationen insbesondere in Getreide an. Weil Vegetarier hohe Mengen Getreide aufnehmen, kommt es zu einer Akkumulation. Deshalb gehören die Vegetarier zu den Risikogruppen.
- Wir reden ebenfalls nicht über die Gefährdung von Schützen in den Schießstätten oder von Jägern, die dort üben. Sie wissen, dass die meisten Bundesländer jetzt vorschreiben, dass man das Schießen auch üben soll. Ob man jetzt mit oder ohne Bleimunition üben muss, die Frage muss noch geklärt werden.
- Wir werden ebenfalls nicht über Alternativmaterialien wie Nickel oder Wismut reden, insbesondere, weil es im toxikologischen Bereich nicht so viele Ergebnisse gibt.
- Wir werden auch nicht über Federwild, Haus- oder Wildenten reden – im Hinblick auf das Anglerblei. Sie wissen, dass seit 1987 das Vereinigte Königreich schon das Anglerblei und auch das Taucherblei verboten hat, weil man sich damals schon klar darüber war, dass bestimmte Wildtiere das Blei aufnehmen und daran sterben können.
- Deshalb werden wir auch nicht über Schrot reden. Es ist keine Frage, ob Bleischrot tatsächlich auch toxisch ist. Es haben sich in der Diskussion viele Leute gemeldet, die Schrotkörner in ihrem Körper haben und denen es damit gut ging. Doch darum geht es hier nicht.

Es geht um Blei, das man mit der Nahrung aufnimmt. Die Vorstellung, dass es hier nur um Bleistückchen geht – ähnlich wie beim Schrot –, ist in der Diskussion in den Hintergrund gerückt. Hier geht es darum, dass das Blei aufgrund des bleihaltigen Schusses im Moment des Auftreffens, aufgrund der hohen Querschnittsbelastung, einfach verdampft. Dadurch kontaminiert es den Schusskanal und verbleibt in und auf dem Wildkörper. Diese Punkte werden uns heute und morgen bewegen.

Wir beschränken uns heute auf die wesentlichen Punkte wie

- die Tötungswirkung von bleifreier und bleihaltiger Munition.
- Wir werden auch das Abprallverhalten diskutieren.
- Die Lebensmittelsicherheit steht für uns ebenfalls im Fokus, allein schon aufgrund unserer Zuständigkeit.

Aufgrund der ausufernden Diskussion in den letzten Monaten muss man fragen:

- Was bedeutet der Begriff „Bleieintrag“?
- Wo sind die Hauptquellen des Bleis?
- Welche Bedeutung hat das Blei, das in der Jagd verwendet wird, für die Ökotoxikologie?

Das werden wir vor allem am zweiten Tag beleuchten.





## 2 Projekt Lebensmittelsicherheit von Wildbret

Moderation: PD Dr. Helmut Schafft, Dr. Niels Bandick, Dr. Monika Lahrssen-Wiederholt  
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

### 2.1 Alle(s) Wild? Welche Fragen wurden an das Projekt gestellt und welche Antworten kann es geben?

Dr. Monika Lahrssen-Wiederholt  
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

Beim BfR-Forum Spezial „Gesundheits- und Umweltaspekte bei der Verwendung von Bleimunition bei der Jagd“ am 3. und 4. November 2011 wurde eine Vielzahl von Fragen aufgeworfen. Einige Fragen betrafen die Exposition des Wildes:

- Wie hoch ist die Schwermetallbelastung von Blei, Kupfer und Zink in Wildbret?
- Unterscheiden sich die Schalenwildarten in der Schwermetallbelastung des vermarktungsfähigen Wildbrets aufgrund ihrer unterschiedlichen Verdauungssysteme, Nahrungswahl oder Nahrungsaufnahme?
- Wie hoch ist die natürliche Hintergrundbelastung von Schwermetallen in Wildbret durch die Äsung?
- Gibt es regionale Unterschiede der natürlichen Schwermetallbelastung von Wild aufgrund der unterschiedlich hohen geogenen Schwermetallgehalte im Boden?
- Gibt es Unterschiede in der Schwermetallbelastung von jagdlich erlegtem Wildbret aufgrund der Verwendung bleihaltiger oder bleifreier Munition?
- Unterscheiden sich die unterschiedlichen Geschosse und Kaliber im Kontaminationsgrad des Wildbrets bei ähnlicher Trefferlage?
- Unterscheiden sich die Jagdarten Ansitz, Pirsch oder Drückjagd in Bezug auf die Schwermetallbelastung des Wildbrets?

Einige Fragen betrafen die Exposition des Verbrauchers:

- Wie hoch ist die zusätzliche Verbrauchereexposition von Blei, Kupfer und Zink durch den Verzehr von Wildbret?
- Wie viel des tatsächlich aufgenommenen Bleis verbleibt im Körper?

Und es gab Fragen zur gesundheitlichen Bewertung:

- Welche Gesundheitsschäden können diese Schwermetalle im Menschen verursachen?
- Besteht für bestimmte Verbrauchergruppen ein erhöhtes Gesundheitsrisiko?
- Was sollten Verbraucher beachten?
- Was sollten Jäger beachten?
- Was empfiehlt das BfR?

Auf einige Fragen können wir nun dank des BfR-Forschungsprojekts „Lebensmittelsicherheit von jagdlich gewonnenem Wildbret“ erste Antworten geben.

### Die Vorgeschichte des Projekts

Die Projektidee entstand auf dem BfR-Forum Spezial „Gesundheits- und Umweltaspekte bei der Verwendung von Bleimunition bei der Jagd“, das am 3. und 4. November 2011 am BfR stattfand. Auf diesem Forum wurden wissenschaftsbasierte Entscheidungen eingefordert. Anfangs stand nur die Projektidee, ein erster Entwurf einer Projektskizze sollte innerhalb von kürzester Zeit vom BfR entworfen werden. Das Projekt wurde dann gestartet, aber die Schwierigkeiten waren erheblich. Es gab zum einen nicht genügend Projektteilnehmer, der

Projekttablauf war nur im Entwurf konzipiert und die Finanzierung nicht gesichert. Es gab kein Geld für zusätzliches Personal und zwischen den Projektteilnehmern waren keine Verträge abgeschlossen. Rechte, Pflichten und Zeitplan waren somit nicht festgeschrieben. Im März 2012 wurde – um die fachliche Koordination in eine Hand zu geben – das BMELV-Forschungsprojekt auf das BfR und damit auf mich übertragen.

### Die Projektplanung

Zahlreiche Treffen und Telefonkonferenzen waren notwendig, um den inhaltlichen und organisatorischen Projekttablauf zu gestalten. Die Regionen, in denen das Wild zu erlegen war, mussten ebenso ausgewählt werden wie die Tierarten und zu verwendenden Geschosse. Art und Weise der Probenahme sowie Probemengen wurden festgelegt. Der Probenbegleitschein, der alle notwendigen Informationen zur Erlegung des Stücks enthalten sollte, wurde entworfen. Projekterläuterungen für die teilnehmenden Jäger wurden verfasst. Weiter musste eine praxisnahe Lösung zur eindeutigen Markierung des geschossenen Wildes im Wald gefunden werden: Wer sollte die Proben nehmen? Wie kommen die Proben in das Labor? – Eine logistische Herausforderung. Mit den Laboren wurden die Behandlung der Proben und die Analyseverfahren abgestimmt. Viele Detailfragen waren zu klären.

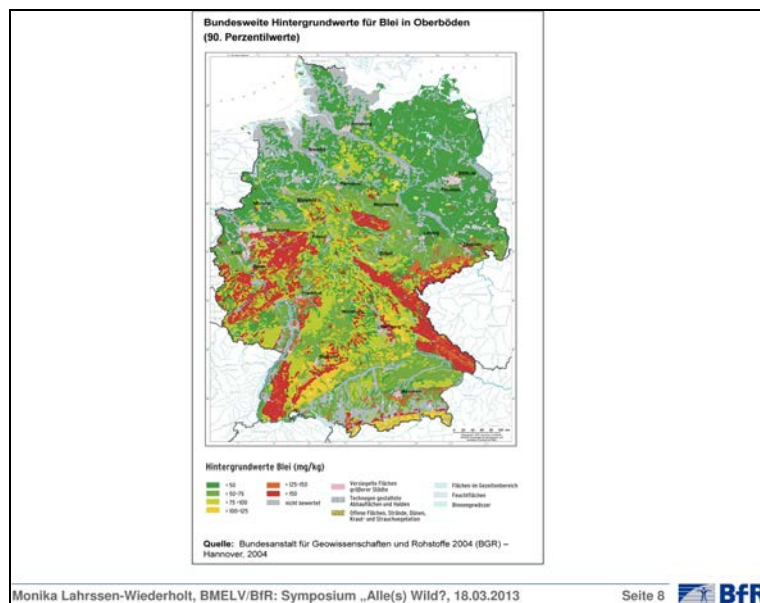


**Abb.1: „Lebensmittelsicherheit von jagdlich gewonnenem Wildbret“ – Projektbeteiligte**

Diese umfangreichen Planungen fanden erst nach dem Projektstart statt – sie haben allen Beteiligten viel Energie abverlangt.

### Die praktische Durchführung

Manche vermuteten, dass die Analyseergebnisse beim BfR auf dem Tisch liegen würden, sobald das Wild im Wald erlegt wird. Dem ist aber nicht so gewesen. Das Wild wurde erlegt, es wurde markiert und kam zum Wildhändler. Nachdem er im Vorfeld geschult worden war, hat der Wildhändler die Probe entnommen und die Probegefäße verpackt. Von den Wildhändlern in den Regionen wurden die Proben abgeholt und in die Labore zur Analyse verbracht. Zwischenzeitlich musste eine Datenbank eingerichtet werden, in der alle Daten umfassend eingegeben werden konnten. Diese Labordaten wurden dann an die „Hochschule für Nachhaltige Entwicklung“ in Eberswalde übermittelt, die im Projekt für die Eingabe der Daten in die Datenbank zuständig war. Dort wurde eine Plausibilitätsprüfung durchgeführt und die Angaben aus dem Probenbegleitschein mit den Daten verknüpft. Danach erst kamen die Projektdaten zu unseren Kollegen ans Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) zur Auswertung.



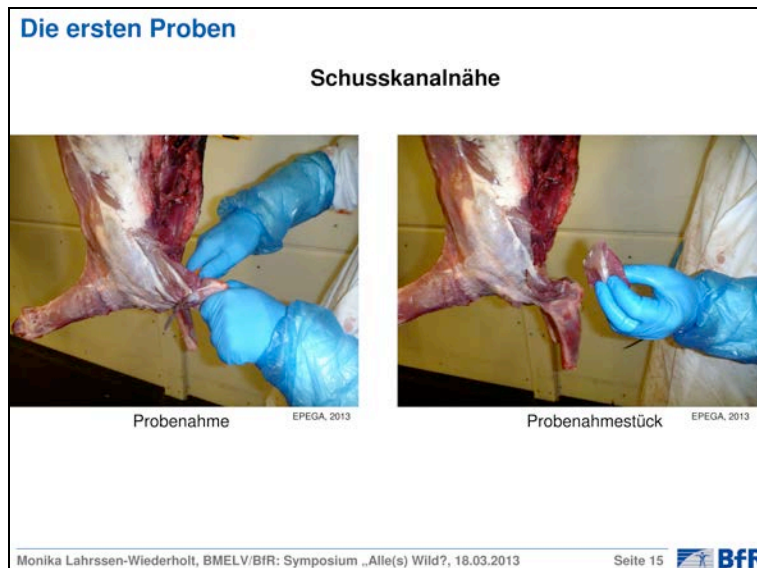
**Abb.2: Hintergrundwerte für Blei in Oberböden in Deutschland (90. Perzentilwerte)**

Wir hatten in einem ersten Schritt der Projektplanung die Regionen in den teilnehmenden Bundesländern ausgewählt und uns dabei an einer bundesweiten Karte orientiert. Die Regionen wurden nach einer leichten, mittleren und schweren Belastung ausgewählt. Hohe Belastungen sieht man rot markiert. Im Norden, also in Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt, liegen die Regionen, in denen Schwarzwild und Rehwild erlegt wird. Für die Ergänzungsstudie „Rotwild“, die in Bayern durchgeführt wird, werden die Tiere im Isarwinkel erlegt.

Bei der Geschossauswahl orientieren wir uns am Projekt „Tötungswirkung“, um auch hier noch die Möglichkeit zu haben, im Nachgang weiteren Fragestellungen nachzugehen, sodass eine Verknüpfung zwischen beiden Projekten hergestellt werden kann.

Wir planen, Rehwild, Schwarzwild und Rotwild als die mengenmäßig für den Verzehr bedeutenden Tierarten zu untersuchen. Von den Wissenschaftlern des BfR wurde im Zuge der Projektplanung, um eine statistische Auswertung für eine wissenschaftliche Entscheidung zu ermöglichen, dann die Zahl von 120 Tieren pro Region und pro Munitionsart festgelegt. Da fuhr dann allen der Schrecken in die Glieder und es kam die Frage auf: Wer kann das alles bezahlen? Wie wollen wir das alles schultern? Wir haben bundesweit mit Briefen aus dem BMELV, vielen Telefonaten und persönlichen Kontakten einige Bundesländer dazu bewegen können, uns weitere Laborkapazitäten zur Verfügung zu stellen, zu den schon von den Verbänden, der Wirtschaft, den initiativ tätigen Bundesländern sowie dem Bund zugesagten Probenkapazitäten, damit wir die Vielzahl an Proben stemmen können. Wir dachten erst, dass es ausschließlich bei der Beprobung des Rehwilds bleibt. Die Laborkapazitäten konnten aber dann doch so erhöht werden, dass auch das Schwarzwild analysiert wird und wir auch beim Rotwild mit höheren Zahlen einsteigen können, was mich außerordentlich freut.

Zur Probenahme haben wir drei unterschiedlich farbige Behälter genommen, damit dem Wildhändler die Probenahme und Probezuordnung erleichtert werden.



**Abb.3: Probenahme in Schusskanalnähe**

Wir haben an drei Stellen Proben genommen: aus der Keule, aus dem Rücken sowie verkehrsfähiges Wildbret in Schusskanalnähe. Vor allem in Schusskanalnähe geht man potenziell von einer höheren Bleikonzentration bei der Erlegung aus. Beim Rücken war der Gedanke, dass dort ebenfalls erhöhte Werte zu erwarten wären. Gehalte von Blei, die aus dem Lebensmittel-Monitoring vorlagen und zum Teil sehr hoch waren, deuten darauf hin. Die Keule, als sehr weit weg vom auftreffenden Schuss, sollte erwartungsgemäß sehr wenig Blei enthalten. Es wurden jeweils 100 Gramm Fleisch entnommen. Die Proben wurden anschließend verpackt und in die Labore geschickt. Die Jäger vor Ort mussten einen Probenbegleitschein ausfüllen. Dabei hatten sie Hilfestellung von Mitarbeitern der Forstämter oder den Einsatzteams, die während der Drückjagden das Projekt vor Ort begleiteten.

Es gab auch Tage, an denen ich kurz vor der Entscheidung stand, die fachliche Koordination niederzulegen.

### **Probleme bei der Umsetzung**

Uns fehlte zunächst das Wild. Dann hieß es, dass die Blattzeit kommt: Genügend Wild wird erlegt. Aber es kam kein Wild. Es hat, kaum dass der Jäger im Anmarsch war, die Flucht ergriffen, wie die Jäger es beschrieben. Dann fiel das Wort „Drückjagd“. Wir sind mit Einsatzteams, bei denen ich mich noch mal herzlich bedanken möchte, unter hohem persönlichem Aufwand zu den Drückjagden ausgerückt, als wir im September festgestellt haben, dass wir zu wenig Stücke an Wild für das Projekt hatten, und das Ministerium bereits drängte, erste Ergebnisse vorzustellen. Diese Einsatzteams – von einzelnen Projektpartnern dankenswerterweise mit Mitarbeitern aufgestockt – fuhren zum Teil abends los, um dann am nächsten Tag zwischen 7 Uhr und 8 Uhr morgens im Wald in Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt vor Ort zu sein, um die Jäger in das Projekt einzuweisen und abends mit diesen die Probenbegleitscheine auszufüllen. Ich bin selbst mehrfach auf Drückjagden als Treiber mitgegangen, um mir ein Bild vom Projektablauf machen zu können und um fehlendes Wild für das Projekt zu rekrutieren.

Zu den Wildhändlern: Wir hatten hier zum Teil hervorragende Unterstützung bei den Probenahmen, obwohl das Projekt in der „Hochsaison“ der Wildhändler lief. Leider gab es aber auch negative „Schlagzeilen“. Die Arbeit von drei Wochenenden von verschiedenen Einsatzteams wurde dadurch zunichte gemacht, dass Wild von Drückjagden, das zum Teil am Ende der Drückjagd bei einbrechender Dunkelheit und Eiseskälte markiert wurde, um es für das Projekt zu sichern, kaum dass es beim Wildhändler angekommen war, „entmarkiert“ wurde und die Probenbegleitscheine in die Tonne wanderten. Es ging um ca. 150 Tiere kurz

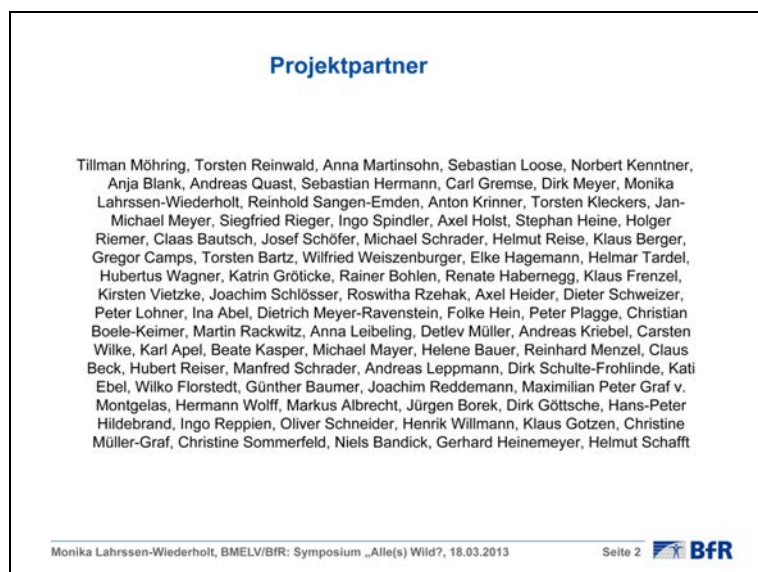
vor Weihnachten und Sie können sich vorstellen, dass das der Stimmung nicht sonderlich zuträglich war und ein Abbruch des Projekts im Raum stand.

Die Einsatzteams wurden auch von Jägern mit persönlichen Angriffen konfrontiert: „Was wollen Sie auf der Drückjagd, uns behindern? Ich weiß überhaupt nicht, wer Sie sind! Treten Sie endlich aus der Strecke! Sind Sie immer noch nicht fertig mit der Markierung? Wir wollen nach Hause!“ Sofortige Rufbereitschaft wurde erwartet: „Schicken Sie Ihr Einsatzteam doch zur morgigen Jagd nach Niedersachsen!“ Es scheint zum Teil nicht angekommen zu sein, dass das Projekt letztendlich für die Jäger, für das Lebensmittel Wildbret durchgeführt wird. Es zeigt auch, dass es erhebliches Verbesserungspotenzial in der Kommunikation innerhalb der Verwaltungsstrukturen gibt und hier Nachholbedarf vorhanden ist, um für das Projekt zu werben, damit es erfolgreich zu Ende gebracht werden kann.

### Der aktuelle Zwischenstand

Wo stehen wir aktuell? Wir haben derzeit noch Proben sowohl bei den Wildhändlern als auch in den Laboren. Das Soll für Rehwild ist bei jeweils 1.440, beim Rehwild haben wir derzeit 840 Tiere erlegt, die jedoch nicht alle bei der Auswertung mit Stand vom 31. Januar 2013 berücksichtigt sind. Beim Schwarzwild sind wir erst bei 365 Tieren. Da hat der Rückschlag vor Weihnachten das Projekt hart getroffen, weil es insbesondere Schwarzwild war, das uns verloren gegangen ist. Welche Antworten kann es nach einem Jahr im Projekt geben? Sie bekommen heute im Laufe des Tages die ersten Aussagen zur regionalen Beeinflussung der Schwermetallbelastung von Wildbret präsentiert. Des Weiteren stellen wir Ihnen erste Ergebnisse zu unterschiedlichen Bleigehalten im verkehrsfähigen Wildbret (Schusskanalnähe, Rücken, Keule) dar, je nachdem, ob das Wild mit bleihaltiger bzw. bleifreier Munition erlegt wurde. Wir haben in dem Projekt versucht, viele Einflussparameter zu erfassen. Was wir jedoch noch etwas außer Acht gelassen haben, ist der Einflussfaktor „Mensch“. Aus den Erfahrungen und Diskussionen im Projekt erachte ich es als außerordentlich wichtig, dass bei den Jägern Aufklärung betrieben wird, dass Bewusstsein geweckt und geschult wird, dass sie als Lebensmittelunternehmer am Anfang einer Wertschöpfungskette stehen. Es gilt die gesamte Lebensmittelkette „Wildbret“ – vom Abschuss im Wald bis auf den Teller des Verbrauchers – zu betrachten, um ein wertvolles Lebensmittel zu produzieren.

Zum Abschluss hoffe ich, dass alle Projektpartner bei der Stange bleiben, um das Projekt zu Ende zu führen, um Ihnen allen dann auch unseren Abschlussbericht vorstellen zu können.



**Abb.4: Namen aller Projektbeteiligten**

## 2.2 Status: Blei, Kupfer und Zink im Wildbret

Dr. Christiane Müller-Graf, Christine Sommerfeld  
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

Ich möchte Ihnen heute die Ergebnisse der Zwischenanalyse des Eintrags von Blei, Kupfer und Zink in Wildbret über die Munition vorstellen.

Wir sprechen zuerst über das Blei in Rehwild, Schwarzwild und Rotwild. Rehwild steht an erster Stelle, weil wir dazu die meisten Daten haben. Dann gehe ich auf den Kupfergehalt und zum Schluss auf den Zinkgehalt in Reh- und Schwarzwild ein. Die Fragestellungen waren:

- Gibt es einen Unterschied in der Bleibelastung des Wildbrets bedingt durch bleifreie und bleihaltige Munition unter Berücksichtigung der geogenen Belastung?
- Unterscheiden sich die Bleigehalte in den drei Teilproben in Schusskanalnähe, Rücken und Hinterkeule?
- Unterscheiden sich die Bleigehalte zwischen Reh- und Schwarzwild?
- Spielt der geogen bedingte Eintrag eine entscheidende Rolle im Vergleich zum Eintrag durch die Bleimunition?

### Rehwild


Beim Rehwild wurden pro Region und pro Geschossart Proben von 120 Stücken angestrebt. Es gibt Gebiete, in denen dieses Ziel erreicht wurde; in anderen Regionen war die Zahl der Tiere geringer. Insgesamt haben wir Proben von 777 Stücken Rehwild erhalten, wobei die Zahl der mit bleihaltiger Munition erlegten Rehe überwiegt und die Zahlen pro Region bei beiden Geschossarten stark schwanken.


Nachdem die Proben im Labor analysiert und in die Datenbank eingetragen worden waren, zeigte sich, dass lediglich ein Teil der Proben quantifizierbare Gehalte hatte. Der Anteil der quantifizierbaren Gehalte lag zwischen 45 und 63 Prozent bei bleihaltig erlegten Tieren, der Rest lag unter der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze. Bei den bleifrei erlegten Tieren lagen sogar noch mehr Gehalte unter der Nachweis- oder Bestimmungsgrenze. Wenn in den Daten Werte vorkommen, die unter einer Nachweis- oder Bestimmungsgrenze liegen, nennt man diese Daten „zensiert“. Für die Analyse dieser Daten mussten spezielle statistische Verfahren eingesetzt werden.

Als kurzen Exkurs in die Statistik möchte ich Ihnen zeigen, wie sich Median und arithmetischer Mittelwert von rechtsschiefen Verteilungen zueinander verhalten. Bei diesen Verteilungen gibt es viele Werte im ganz gering belasteten Bereich und wenige mit hoher Belastung, was dazu führt, dass Median und Mittelwert weit auseinanderliegen, wobei der Median kleiner als der Mittelwert ist.

**Zwischenstand**  
**Statistische Kennwerte für Blei in Rehwild (mg/kg)**  
(Werte < NWG oder BG auf 0,5 NWG oder BG gesetzt)

Teilprobe	Munition	Anzahl	MW	Median	Maximum
Keule	bleihaltig	549	0,220	0,005	73,000
	bleifrei	228	0,012	0,005	0,228
Rücken	bleihaltig	549	0,905	0,007	189,293
	bleifrei	228	0,011	0,004	0,090
Schusskanal-nähe	bleihaltig	549	9,654	0,015	4727,979
	bleifrei	228	0,021	0,007	1,260



Seite 8 

Christine Müller-Graf, 18.3.2013 Status Blei, Kupfer, Zink

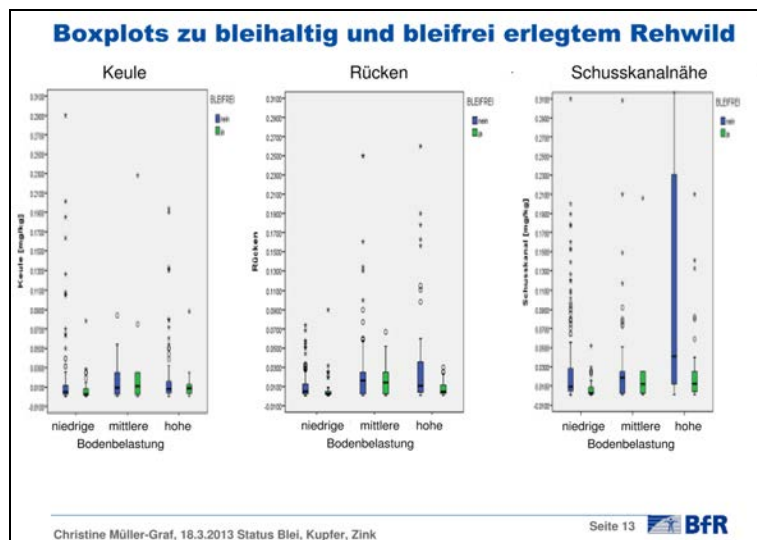
**Abb.1: Statistische Kennwerte für Blei in Rehwild**

Die Tabelle zeigt statistische Kennwerte der drei Teilproben differenziert nach der Munitionsart für die Gesamtheit der Regionen. Die zensierten Daten wurden durch die jeweilige halbe Grenze ersetzt. Innerhalb einer Zeile sehen Sie die bereits erläuterte Abweichung zwischen Mittelwert und Median sowie zum Teil sehr hohe Maximalwerte bei den bleihaltig erlegten Tieren. Die ermittelten Bleigehalte entsprechen in der Größenordnung in etwa den Werten, die bei Nutztieren gefunden wurden.

### Statistischer Vergleich

Wir haben ohne Unterteilung nach Regionen in jeder Teilprobe die Bleigehalte der bleihaltig und bleifrei erlegten Tiere verglichen. Bei allen ergaben sich signifikant höhere Werte bei bleihaltig erlegten Tieren. Zur Analyse wurde die Tobit-Regression verwendet. Das ist eine statistische Methode, die speziell die Werte unter der Nachweis- und Bestimmungsgrenze einbezieht. Berücksichtigt man die Bodenbelastung, das heißt, adjustiert man die Analyse für die Bodenbelastung, bleibt dieser Effekt erhalten, was darauf hindeutet, dass die Munitionsart stärker als die Bodenbelastung den Bleigehalt im Wildbret beeinflusst.





**Abb.2: Boxplots zu bleihaltig und bleifrei erlegtem Rehwild**

Sie haben hier Boxplots zu allen drei Teilproben (Keule, Rücken und Schusskanalnähe), unterteilt nach niedriger, mittlerer und hoher Bodenbelastung, dargestellt. Von den ursprünglich sechs Regionen wurden jeweils zwei mit identischer Bleibelastung im Boden zusammengefasst, sodass nachfolgend drei unterschiedliche Bodenbelastungen betrachtet werden. Die Bleigehalte sind hier in Milligramm pro Kilogramm angegeben. Die Gehalte von bleihaltig erlegten Tieren sind blau gekennzeichnet, die von bleifrei erlegten Tieren sind grün dargestellt. Man sieht, dass es bei den bleihaltig erlegten Tieren sehr viel mehr Extremwerte gibt, die teilweise nicht abgebildet werden konnten, da sie über die Grafik hinausgehen.

Auf der Folie ist zu sehen, dass die Mediane, das ist der dicke Strich in der Mitte, teilweise gar nicht so unterschiedlich sind. Der Unterschied liegt in den Extremwerten.

Wenn man die Bleigehalte von bleifrei erlegten Rehen über die drei Bodenbelastungen vergleicht, sieht man, dass sie bei niedriger Bodenbelastung in der Tat niedrig sind. Die Gehalte in den Regionen mit mittlerer und hoher Bodenbelastung sind hingegen sehr inhomogen. Das heißt, dass man hier nicht sagen kann, dass sich die hohe Bodenbelastung wirklich höher in den Bleigehalten in den Rehproben niederschlägt als die mittlere. Für die Auswahl der Regionen wurde eine Bodenkarte herangezogen, mit der lediglich eine grobe Kategorisierung möglich war.


### Schwarzwild

In die Analyse gingen Proben von 288 Tieren ein. Ähnlich wie beim Rehwild lagen lediglich rund 50 Prozent der Proben im quantifizierbaren Bereich; beim bleifrei erlegten Schwarzwild waren es sogar nur zwischen 29 und 52 Prozent. Wir mussten also erneut speziell mit den Werten unterhalb der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze umgehen.

**Statistische Kennwerte für Blei in Schwarzwild (mg/kg)**  
(Werte < NWG oder BG auf 0,5 NWG oder BG gesetzt)

Teilprobe	Munition	Anzahl	MW	Median	Maximum
Keule	bleihaltig	185	0,031	0,002	1,101
	bleifrei	103	0,011	0,002	0,080
Rücken	bleihaltig	185	4,388	0,019	650,100
	bleifrei	103	0,015	0,003	0,207
Schusskanal- nähe	bleihaltig	185	2,153	0,025	276,237
	bleifrei	103	0,032	0,013	1,300

Christine Müller-Graf, 18.3.2013 Status Blei, Kupfer, Zink

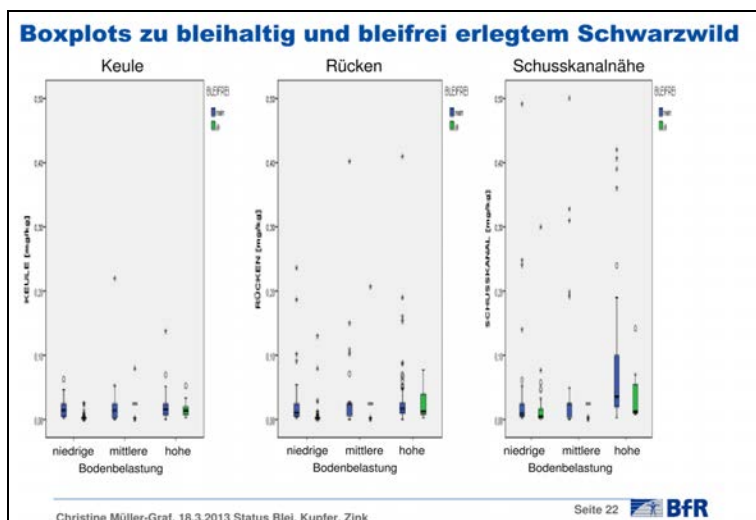
Seite 17 

**Abb.3: Statistische Kennwerte für Blei in Schwarzwild**

Die statistischen Kennwerte für Schwarzwild zeigen ein ähnliches Bild wie beim Rehwild. Auch hier entsprechen Median und Mittelwert in der Größenordnung den Werten, die bei den Nutztieren gefunden wurden.

### Statistischer Vergleich

Beim Vergleich über alle Regionen hinweg zeigen bleihaltig erlegte Tiere ganz klar höhere mittlere Bleigehalte in allen drei Teilproben als bleifrei erlegte Tiere. Berücksichtigt man die Bodenbelastung, d.h., adjustiert man die Analyse für die Bodenbelastung, bleibt dieser Effekt erhalten. Schaut man sich nun noch einmal die Teilproben untereinander an (was wichtig ist, weil gerade der Rücken an den Verbraucher geht), kann man sehen, dass die Schusskanalnähe signifikant höher belastet ist als der Rest.



**Abb.4: Boxplots zu bleihaltig und bleifrei erlegtem Schwarzwild**

Die Boxplots zu den drei Teilproben sind unterteilt nach den drei Bodenkategorien dargestellt. Die Bleiwerte für die bleihaltig erlegten Tiere sind in blau angegeben; grün sind die für die bleifrei erlegten Tiere dargestellt. Die bleihaltig erlegten Tiere zeichnen sich hier erneut durch viel stärkere Extremwerte aus.

Vergleicht man die Ergebnisse zu Reh- und Schwarzwild, zeigt sich kein einheitliches Ergebnis. Das kann der Anzahl der Proben geschuldet sein. In der Keule und beim Rücken der bleihaltig erlegten Tiere ist das Rehwild geringer belastet als das Schwarzwild. Bei den bleifrei erlegten Tieren ist das Rehwild nur in der Schusskanalnähe geringer belastet.

Zusammenfassend kann man sagen: Die Verwendung von bleihaltiger Munition im Vergleich zu bleifreier Munition führt zu einem statistisch signifikanten Anstieg der mittleren Bleigehalte im Rehwild und im Schwarzwild. Der Befund ist statistisch auch unter Berücksichtigung des geogenen Eintrags (also des Effekts der Region) abgesichert. Dieser Effekt ist in allen drei Teilproben zu beobachten. Bei den Bodenbelastungen ist wichtig, dass der Bleieintrag durch die Munition stärker dazu beiträgt als die geogene Belastung. Die Proben aus der Nähe des Schusskanals sind bei bleihaltig erlegtem Rehwild und Schwarzwild stärker belastet als die restlichen Teilproben, was Sie sicher nicht erstaunen wird. Der Effekt der Bleimunition auf den mittleren Bleigehalt ist in der Rehkeule am schwächsten. Im Rehrücken ist er stärker und am stärksten ist er in der Nähe des Schusskanals. Alle Effekte sind hierbei signifikant auf dem Fünf-Prozent-Niveau. Beim Schwarzwild ist der Effekt der Bleimunition zwischen den Teilproben nicht so deutlich zwischen Keule, Rücken und Schusskanalnähe abgestuft, aber das kann auch daran liegen, dass dazu noch nicht viele Daten vorliegen. Beim Vergleich zwischen den Tierarten gibt es einen statistisch signifikanten Unterschied für bleihaltig erlegte Tiere, die beim Rehwild in Rücken und Keule geringer belastet sind als beim Schwarzwild. Die Schusskanalnähe von bleifrei erlegten Tieren ist ebenfalls beim Rehwild niedriger belastet. Für die anderen Teilproben findet sich kein statistisch signifikanter Unterschied. Der Vergleich der Regionen ist wegen der teilweise geringen Probenzahl und der Heterogenität der Belastung mit statistischer Unsicherheit behaftet.

### **Rotwild**

Für das Rotwild liegen noch nicht viele Daten vor. Wir sind erst bei 13 Datensätzen. Wir können aber schon sehen, dass sich auch bei diesen Proben das Maximum der Bleibelastung in Schusskanalnähe erheblich vom Median unterscheidet. Die statistischen Kennwerte vermitteln den Eindruck, dass auch hier die bleihaltig erlegten Tiere stärker mit Blei belastet sind. Von sechs untersuchten Tieren wiesen bereits fünf eine Überschreitung der Höchstgehalte für Nutztiere in der Probe aus Schusskanalnähe auf.

### **Die Belastung durch Kupfer**

Hier stellten sich folgende Fragen:

- Gibt es einen Unterschied in der Belastung des Wildbrets durch Kupfer und Zink bedingt durch bleifreie und bleihaltige Munition?
- Ist die Schusskanalnähe der bleifrei erlegten Tiere stärker mit Kupfer und Zink belastet?
- Unterscheiden sich die Gehalte von Kupfer und Zink in den drei Teilproben?

Bei den Kupfer- und Zinkgehalten kommen keine zensierten Werte vor. In den statistischen Kennwerten kann man sehen, dass bei bleihaltiger Munition in der Keule und im Rücken höhere Kupfergehalte gefunden worden sind, während das beim Schwarzwild nur in der Keule der Fall war. Die Ergebnisse der statistischen Analyse zeigten keine höheren Kupfergehalte durch bleifreie Munition in allen drei Teilproben. Beim Vergleich zwischen den Teilproben ergab sich für beide Munitionsarten für Rehwild eine geringere Kupferbelastung in Schusskanalnähe als in Keule und Rücken. Bei Schwarzwild zeigten sich höhere Kupferwerte in Schusskanalnähe im Vergleich zu Keule und Rücken.

### **Die Belastung durch Zink**

Ein Vergleich der Zinkgehalte innerhalb der Teilproben zwischen den Munitionsarten ergab höhere Gehalte bei bleifreier Munition in Schusskanalnähe bei Rehwild. Bei Schwarzwild zeigte sich das nicht. Beim Vergleich der Teilproben von Reh- und Schwarzwild entstand kein einheitliches Bild.

Wenn ich in die Zukunft blicke, ist natürlich unser Ziel, die vollständigen Daten zu analysieren. Wir wollen die vorliegenden zusammen mit den noch ausstehenden Daten weiter analysieren – auch im Hinblick auf die Regionen. Außerdem wollen wir schauen, ob man einen Effekt des Munitionstyps analysieren kann, was voraussetzt, dass innerhalb einer Munitionsart Gruppen gebildet werden können.

#### **Diskussion:**

**Dr. Till Backhaus:** Die Erkenntnis, dass sich Blei im Körper wiederfindet, wenn man mit Blei schießt, ist interessant. Aber diese Erkenntnis hatte ich auch vorher schon. Eine zweite Grundsatzfrage ist für mich von großer Bedeutung: Sie machen ja deutlich, dass der Schusskanal scheinbar das Hauptthema darstellt. Bedeutet das, wenn man nicht gleich die Entscheidung trifft, dass Sie ad hoc sofort die Empfehlung ausgeben würden, den Schusskanal deutlich größer auszuschärfen, als das zurzeit der Fall ist? Und die letzte Frage bzw. Anmerkung: Wir haben beim Wild keinen Grenzwert. Wie wäre das, wenn wir einen Grenzwert hätten im Vergleich zu anderen Lebensmitteln? Würden wir damit schon ein Problem bekommen?

**Dr. Christine Müller-Graf:** Erst mal ist es nicht überraschend, dass da mehr Blei ist, das gibt Ihnen doch Vertrauen in unsere statistischen Techniken. Da kann man sagen, dass sich das gut darstellen lässt. Es betrifft nicht nur die Schusskanalnähe, auch Keule und Rücken waren signifikant stärker belastet. Da kommt es auf die Streuung an. Wo kommen Bleimunition und Bleiwolke hin? Vielleicht ist das eher nach allen anderen Vorträgen zu diskutieren, vor allem mit der Risikobewertung. Die statistische Analyse ist nur ein Teil, da wir uns noch die Toxikologie anschauen müssen sowie die Risikobewertung mit der Expositionsschätzung, um dann vielleicht zu einer Aussage zu kommen. Insofern würde ich die Beantwortung dieser Frage ans Ende des Tages oder auf morgen verschieben.

**Dr. Monika Lahrssen-Wiederholt:** Die Frage, ob ein Höchstgehalt von Blei in Wildbret eingeführt werden soll oder nicht, ist eine Frage des Risikomanagements. Da kann man sich an den landwirtschaftlichen Nutztieren orientieren. Zur Frage, ob man jetzt bei der Wildbret-Hygiene etwas machen kann, wird unser Experte Dr. Niels Bandick mehr zu sagen können, da er sich damit beschäftigt. Darum muss man sich gemeinsam im Nachgang kümmern und die Daten auswerten. Die Kernaussage für mich war schon, dass der geogene Unterschied nicht so groß ist, wie wir bei der Projektplanung immer diskutiert haben. Wir haben immer gedacht, dass der geogene Eintrag sehr hoch ist. Uns hat schon überrascht, dass sich auch bei der Keule gezeigt hat, dass dort der Bleigehalt bei Tieren, die mit bleihaltiger Munition erlegt worden waren, höher war als bei den Tieren, die bleifrei erlegt wurden. Das sind für mich die entscheidenden Aussagen.

Hier war noch eine Frage aus dem Publikum.

**Frage:** Ganz einfach eine technische Frage: Wie groß haben Sie den Durchmesser des Schusskanals angenommen und was heißt bei Ihnen „Schusskanalnähe“?

**Dr. Monika Lahrssen-Wiederholt:** „Schusskanalnähe“ heißt, dass das Wild ausgenommen wurde und Proben von den Wildstücken genommen wurden, die zum Lebensmittelverkauf freigegeben waren. Also verkehrsfähige Lebensmittel. Die Zentimeter der Schusskanalnähe haben wir nicht festgelegt, das spielt für uns keine Rolle. Seitens des BfR ist das einfach das Lebensmittel, das in den Handel kommt. Da wurden keine Vorgaben gemacht. Es wurde aus dem Lebensmittel genommen, das an den Verbraucher geht.

**Frage:** Sie haben eine Karte im Maßstab 1:1.000.000 genommen, um die geogene Belastung darzustellen, und konnten in den Boxplots keine Unterschiede sehen. Ich denke,

dass es nicht zulässig ist, mit einer Karte zu arbeiten, um geogene Unterschiede herauszuarbeiten, denn gerade bei Blei sieht man auch, dass lokale Emittenten da sind, die Sie auf Ihrer Karte gar nicht erfassen. In den nicht belasteten Regionen könnten lokale Emittenten sein. Solange Sie die hohen Belastungen nicht wirklich messen, werden Sie da auch keine lokalen Unterschiede feststellen oder Aussagen dazu treffen können.

**Dr. Christine Müller-Graf:** Das ist sicherlich richtig, aber wir mussten Regionen auswählen, um uns nicht der Kritik auszusetzen, wir hätten nur in einem Gebiet gemessen und das Blei würde durch das Gebiet hereinkommen. Insofern hatten wir nur diese einzige Möglichkeit, da wir keine Bodenproben nehmen konnten und nicht sehen konnten, wie die Wanderbewegungen des Tieres sind. Es wäre wunderbar gewesen, wenn wir das Geld gehabt hätten, um das zu ermöglichen. Dieses Geld war nicht da. Insofern ist dort eine Heterogenität, die wir nicht kontrollieren können. Insgesamt ging es uns nur darum, ob ein starker Eintrag durch den Boden die Dinge in großem Maß bestimmt. Das haben wir nicht bestätigen können.

**Dr. Monika Lahrssen-Wiederholt:** Dazu möchte ich ergänzen: Wir haben die Regionen nicht selbst ausgewählt, sondern die Bundesländer haben uns diese nach den Vorgaben „geringe, mittlere, hohe“ Gehalte an Blei, basierend auf der Bodenkarte zu Blei in Oberböden von 2004, vorgeschlagen. Dass es immer Hotspots gibt, da stimme ich Ihnen zu.

**Frage:** Es gibt schon einen Grenzwert für Blei in der EU-Verordnung, und zwar über die wöchentliche Aufnahme von Mikrogramm pro Kilogramm Körpergewicht, was man dann natürlich auf die Jägerfamilie umrechnen kann. So ganz ohne Grenzwerte sind wir also nicht. Das ist die eine Bemerkung und meine zweite Bemerkung: Vor zwanzig Jahren gab es eine Arbeit über die Bleibelastung von Wild in Tirol, eine Dissertation an der BoKu (Universität für Bodenkultur Wien), die ich nicht mehr so ganz im Kopf habe. Sie war nicht so genau wie Ihre. Ein Kriterium dabei war die Nähe zur Autobahn. Man hat die Tiere unterschieden „ferne der Autobahn“ und „nahe der Autobahn“, weil die Belastung bei der Autobahn durch Blei damals höher war. Das ist heute natürlich nicht mehr so, heute sind wir unter der Hälfte von damals. Aber das könnte natürlich ein lokaler Einfluss sein, den Sie hier vielleicht nicht berücksichtigt haben. Die Entnahme von Bodenproben halte ich nicht für sinnvoll, weil das Tier eine große Fläche durchstreift.

**Dr. Monika Lahrssen-Wiederholt:** Vielen Dank. Ich glaube auch, dass der Höchstwert, den Minister Backhaus ansprach, kein toxikologischer Grenzwert ist.

**Frage:** Mein Name ist Hans Petzinger, ich bin seit 35 Jahren Jäger und seit 25 Jahren Pharmakologe und Toxikologe im Fachbereich Veterinärmedizin in Gießen. Ich habe zu Ihren Ausführungen nur eine Frage, aber im Verlauf der Veranstaltung noch eine ganze Reihe an Fragen. Wenn Sie bei bleihaltiger Munition höhere Kupfergehalte im Rehwild finden, wo kommen diese Kupfergehalte her? Die Frage, die sich stellt, ist unter anderem, ob Kupfer sich genauso zerlegt und verteilt wie die sogenannte Bleiwolke. Im Grunde genommen haben Sie bei bleihaltiger Munition nur den Tombakmantel, wo ein bisschen Kupfer drin ist, aber wo kommt das her?

**Dr. Monika Lahrssen-Wiederholt:** Da hätten wir auch gerne eine Antwort drauf. Insgesamt ist es bei landwirtschaftlichen Nutztieren auch so, dass wir bei aufkommenden Kupfer- und Zinkgehalten, bei den Daten, die wir übers Lebensmittel-Monitoring haben, auch sehr weite Streuungen haben. Das deckt sich schon mit den landwirtschaftlichen Nutztieren, aber warum es genau hier so auftritt, das wissen wir auch noch nicht. Sie sind quasi schon am Ende der Veranstaltung, weil Sie den Forschungsbedarf aufzeigen, und da müssen wir uns noch aufstellen, um diese Fragen auch beantworten zu können.

### 3 Risikobewertung von Blei, Kupfer und Zink in Wildbret

#### 3.1 Toxikologie von Blei, Kupfer und Zink

Dr. Heike Itter, Dr. Ulrike Pabel  
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

Ich begrüße Sie zu einem kurzen Überblick über die Humantoxikologie von Blei, Kupfer und Zink und beginne mit den chemischen und physikalischen Eigenschaften. Alle drei Elemente gehören zu den sogenannten Schwermetallen, das heißt: Sie weisen eine Dichte von über  $5 \text{ g/cm}^3$  auf. Kupfer ist ein guter elektrischer Leiter, Zink leitet ebenfalls gut elektrischen Strom. Blei dagegen ist eher schwach elektrisch leitfähig. Auf die detaillierten Eigenschaften gehe ich nicht weiter ein, höchstens noch etwas auf den Einsatz.

Blei ist inzwischen in nicht mehr so vielen verbrauchernahen Produkten enthalten, wie das historisch gesehen einmal war. Es wird aber heute noch im Strahlenschutz, in Akkus und als Munition verwendet. Kupfer ist weit verbreitet, bspw. in Elektroinstallationen, und besitzt auch einiges an Wert. Zink setzt man zum Korrosionsschutz für Legierungen, für Batterien und im Bauwesen ein. In Kriegszeiten war Zink auch, weil es ein sehr günstiges Element war, als Münze im Umlauf. Daher nennt man es hin und wieder auch noch das „Kriegsmetall“.

#### Die physiologischen Funktionen der drei Stoffe

Kupfer und Zink sind essenzielle Spurenelemente für den Menschen. Man braucht sie in der Ernährung, weil durch diese Elemente im Körper bestimmte katalytische Funktionen in Zusammenhang mit Enzymen wahrgenommen werden. So ist Kupfer zum Beispiel für das Wachstum oder die Knochenstabilität wichtig und Zink ebenfalls für das Wachstum und auch für die Immunabwehr. Für Blei ist kein gesundheitlicher Nutzen bekannt. Es gibt keinen Bedarf für Blei und es ist auch weder eine physiologische Funktion bekannt, die Blei ausübt, noch sind Mangelzustände für Blei bekannt. Für Kupfer und Zink sind hingegen Mangelzustände bekannt, zum Beispiel kann bei einem Mangel die Abwehr geschwächt sein. Kupfer spielt beim Eisen- und beim Hämoglobinstoffwechsel eine Rolle. Bei einem Mangel können anämische Symptome auftreten.

#### Der Bedarf an Kupfer, Zink und Blei

Die Menge an Kupfer, die man höchstens aufnehmen soll (oberer Wert = „upper level“ für die Aufnahme), liegt bei 5 mg am Tag, für Kinder bei 1 bis 4 mg, abhängig vom Körpergewicht. Bei Zink liegt die tolerable Aufnahmemenge bei 25 mg am Tag für Erwachsene. Bei Kindern ab einem Jahr wiederum liegt der tolerable Bereich bei Aufnahmemengen zwischen 2 und 22 mg am Tag – je nach Körpergewicht. Für Blei besteht, wie bereits erläutert, kein Bedarf und es ist auch keine Aufnahmemenge ableitbar, die ohne gesundheitliche Beeinträchtigung ist. Nach den neuesten Forschungsergebnissen ist keine Wirkungsschwelle für Blei bekannt. Schon geringe Mengen an Blei können gesundheitliche Beeinträchtigungen hervorrufen.

#### Die toxische Wirkung von Kupfer

Kupfer wird im Magen-Darm-Trakt absorbiert. Daraufhin wird es zur Leber transportiert, wo eine Speicherung oder ein Einbau in bestimmte Proteine stattfindet, damit diese ihre Funktionen als Enzyme ausführen können. Gleichbleibende Kupfergehalte im Körper können über einen Aufnahmebereich von knapp 1 mg und knapp 6 mg am Tag vom Organismus reguliert werden. Die Toxizität ist wie üblich abhängig von den Spezies, die man untersucht, und von der Physiologie, die den Körper auszeichnet, sowie von weiteren Spurenelementen, die in der Diät vorhanden sind. Darüber hinaus kommt es darauf an, in welcher Verbindung Kupfer aufgenommen wird, und natürlich auch, in welcher Menge. Wird zu viel Kupfer aufgenommen, können sich akute toxische Symptome in Form von Magen-Darm-Beschwerden wie bspw. Übelkeit und Erbrechen zeigen. Als kurzfristige Aufnahmemenge,

die zusätzlich zur normalen Aufnahme von Kupfer mit der Nahrung noch ohne gesundheitliche Beeinträchtigung ist, wurde bei erwachsenen Frauen in einer Untersuchung über zwei Wochen eine Menge von 0,027 mg/kg Körpergewicht am Tag gefunden. Für einen Erwachsenen entspricht das etwa der zusätzlichen Aufnahme von 1,5 mg pro Tag. Diese Untersuchung wurde zur Ableitung eines „minimal risk levels“ für die akute Exposition herangezogen. Die tödliche orale Dosis von Kupfer liegt bei 200 mg pro Kilogramm Körpergewicht, also ungefähr bei 15 g für einen Erwachsenen. Die chronische Aufnahme erhöhter Mengen an Kupfer löst überwiegend Lebereffekte oder Magen-Darm-Störungen aus. Bei Erwachsenen wurde beobachtet, dass die Verabreichung von 10 mg pro Tag (0,14 mg/kg Körpergewicht pro Tag) über zwölf Wochen noch keine solchen Effekte auslöste. Aus dieser Studie wurde der bereits erwähnte obere Wert für die Aufnahme „upper level“ abgeleitet. In anderen Untersuchungen wurden bei der Aufnahme erhöhter Kupfermengen mit dem Trinkwasser bei Aufnahmemengen von 5 bis 6 mg pro Tag gesundheitliche Beeinträchtigungen beobachtet. Für Kupfer gibt es keine Hinweise auf Humankanzerogenität und auch keine Hinweise auf eine Reproduktionstoxizität beim Menschen.

### **Die toxische Wirkung von Zink**

Auch Zink kann über den Magen-Darm-Trakt aufgenommen werden. Es wird an Proteine gebunden transportiert. Auch hier kann der Organismus in bestimmten Grenzen die im Körper vorliegenden Konzentrationen regulieren. Ein spezieller Speicherort für Zink ist nicht bekannt und als akute toxische Wirkungen werden wieder die recht unspezifischen Effekte wie Magen-Darm-Störungen, Übelkeit oder Erbrechen beobachtet. Ein Erbrechen wird ungefähr im Bereich von 250 mg Zinkaufnahme pro Tag ausgelöst. Bei der chronischen Toxizität sind bisher keine Hinweise auf Kanzerogenität, Genotoxizität oder Teratogenität bekannt. Allerdings führt ein gesteigerter Zinkgehalt im Blut zu einer verminderten Kupferkonzentration im Serum, der Leber und der Niere. Dadurch können auch die Hämoglobin- und Sauerstoffversorgung beeinträchtigt sein. Es können also anämische Effekte auftreten. Auch eine Verminderung der Speicherung von Eisen kann auftreten. Effekte kann man oberhalb von 50 mg am Tag sehen, wobei der kritische Endpunkt der Kupferstatus ist, der die Eisenversorgung beeinträchtigt und zu den anämischen Effekten führt.

### **Die toxische Wirkung von Blei**

Zu Blei hatte ich bei der letzten Veranstaltung schon ausführlich vorgetragen, daher auch hier nur in Kürze die wichtigsten Punkte. Blei kann ebenfalls über den Magen-Darm-Trakt aufgenommen werden, wobei Kinder relativ zum Körpergewicht größere Mengen als Erwachsene aufnehmen können. Blei wird ebenfalls über das Blut transportiert und in Organen wie Leber und Niere gespeichert. Blei akkumuliert in den Knochen und hat bei Menschen eine Halbwertszeit von 10 bis 30 Jahren. Diese langsame Ausscheidung führt dazu, dass die chronische Aufnahme vergleichsweise geringer Mengen an Blei für die toxische Wirkung bei der Aufnahme von Blei mit der Nahrung im Vordergrund steht. Bei der chronischen Toxizität sind die empfindlichsten Endpunkte die Entwicklung des Nervensystems bei Embryonen, Föten und Kindern (zum Beispiel im Hinblick auf Aufmerksamkeit, Intelligenzleistung oder Hörschwellenverschiebung), die Nierentoxizität (Beeinträchtigung der Nierenfunktion) und Herz-Kreislauf-Effekte wie zum Beispiel eine Blutdruckerhöhung. Seit 2006 wird Blei als wahrscheinlich krebserzeugend für den Menschen klassifiziert. Derzeit lassen sich für die Aufnahme von Blei keine „sicheren“ Aufnahmemengen ohne gesundheitliche Beeinträchtigung ableiten.

### **Zusammenfassung**

Sowohl für Kupfer als auch für Zink besteht ein physiologischer Bedarf. Gewisse Aufnahmemengen sind notwendig, damit der Stoffwechsel einwandfrei funktionieren kann. Toxikologische Grenzwerte bzw. „upper levels“ sind für Kupfer und Zink vorhanden. Für eine mögliche kanzerogene Wirkung wurden bis dato keine Klassifizierungen vorgenommen. Bei

Blei ist das anders. Zum einen ist kein physiologischer Bedarf identifizierbar und es kann keine Aufnahmemenge ohne gesundheitliche Beeinträchtigung abgeleitet werden. Für die Kanzerogenität ist Blei als „wahrscheinlich humankanzerogen“ klassifiziert. Insofern ist es für den Verbraucher entscheidend, die Höhe der chronischen Bleiaufnahme aus allen Quellen möglichst gering zu halten, auch im Hinblick auf die lange Halbwertszeit. Zu den Quellen kann auch mit bleihaltiger Munition erlegtes Wildbret gehören.

In wenigen Sätzen zusammengefasst bedeutet dies: Kupfer und Zink sind essenzielle Spurenelemente für den Menschen. Für sie besteht ein Bedarf, weil beide Elemente katalytische Funktionen ausführen. Erst eine chronische erhöhte Aufnahme von mehr als bei Kupfer 5 mg am Tag kann zu gastrointestinalen Störungen und Lebertoxizität führen. Blei besitzt hingegen keine physiologischen Funktionen und ist in jeder noch so geringen Aufnahmemenge als toxisch anzusehen.

### **Diskussion:**

**Frage:** Wenn ich zwei Kupfer-Patronen verschlucke, das sind etwa 20 Gramm, ist das dann schon tödlich?

**Dr. Helmut Schafft:** Nein, an der während der Magen-Darm-Passage aus den Patronen freigesetzten Kupfermenge werden Sie nicht sterben. Das Problemfeld der Absorption, der Bioverfügbarkeit oder der effektiv aufgenommenen Dosis wird im Verlauf des Vormittages noch diskutiert werden.

**Frage:** Ist bei den Ausführungen über die Toxizität von Blei das metallische Blei oder das in eine Bindung übergegangene Blei gemeint?

**Dr. Heike Itter:** Es geht um die Bleiverbindungen, die absorbiert werden können. Es ist nicht nur rein elementares Blei beschrieben, es sind auch die Verbindungen von Blei gemeint. Zum Beispiel kennt man das auch aus der Historie, dass Blei-Acetat oder Blei-Zucker auch zu Bleivergiftungen führen, also nicht nur rein elementares Blei.

**Frage:** Was heißt „nicht nur elementares Blei“? Elementares Blei macht Magen-Darm-Passagen ohne irgendwelche Konsequenzen.

**Dr. Heike Itter:** Darauf kommen wir nachher zurück.

## **3.2 Bioverfügbarkeit von Blei, Kupfer und Zink**

### **3.2.1 Bioverfügbarkeit von Blei, Kupfer und Zink (I)**

Dr. Ellen Ulbig  
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

Der Begriff „Bioverfügbarkeit“ wird von verschiedenen Fachdisziplinen unterschiedlich definiert. Deshalb stellen wir Ihnen die Definition des Begriffs im Folgenden aus toxikologischer bzw. pharmakologischer Sicht vor. Aus dieser Sicht ist die „Bioverfügbarkeit“ der Anteil einer applizierten Dosis, der in den Kreislauf gelangt und dort systemisch verfügbar ist. Einen entscheidenden Einfluss bei diesem Prozess hat die Resorption des Stoffes, die sich im Magen-Darm-Trakt vollzieht. Wie viel von einem Stoff resorbiert wird, hängt von der Resorptionsverfügbarkeit und der Resorptionsrate ab. Während als „Resorptionsverfügbarkeit“ der Anteil eines Stoffes bezeichnet wird, der in einer Form vorliegt, die im Magen-Darm-Trakt resorbiert werden kann, wird unter dem Begriff „Resorptionsrate“ der Anteil eines Stoffes verstanden, der durch die Schleimhaut des



Magen-Darm-Traktes in die Blut- und Lymphbahn gelangt. Auf die Begriffe „Resorptionsverfügbarkeit“ und Resorptionsrate“ wird Herr Professor Fromme im zweiten Teil des Vortrages näher eingehen.

Im Zusammenhang mit der Aufnahme von Blei werden verschiedene Begriffe verwendet:

- elementares Blei
- metallisches Blei
- Bleiverbindungen
- Bleilegierungen

In meinem Vortrag gehe ich hauptsächlich auf Bleilegierungen ein, aus denen die bleihaltigen Büchsenpatrone bestehen, und spreche von Bleiverbindungen als chemischen Reaktionsprodukten im Wildbret.

### Aufnahmepfade

Blei kann über verschiedene Aufnahmepfade ins Wildbret gelangen. Ein Aufnahmepfad ist die Aufnahme von Futter, das durch das Vorkommen von Blei in Pflanzen und Böden belastet sein kann. Dabei ist entscheidend, welches Futter von der Wildart bevorzugt wird und auf welche Weise es aufgenommen wird. Reh- und Schwarzwild unterscheiden sich darin wesentlich. In weiteren Vorträgen im Rahmen des Symposiums wird näher auf Umweltaspekte und Bleigehalte in Böden und Pflanzen und deren Bedeutung für die Futteraufnahme eingegangen. Der Schwerpunkt meiner Arbeit ist der Aufnahmepfad durch jagdlich verwendete Büchsenpatrone. Dabei werde ich auch auf die Bedeutung von zwei wesentlichen Aspekten der Wildbrethygiene hinweisen: das Ausschneiden des Schusskanals und die Dauer des Abhängens. Zuletzt werde ich mögliche Auswirkungen der Zubereitung auf die Löslichkeit der Bleiverbindungen ansprechen.

Stoffliche Zusammensetzung von häufig jagdlich verwendeten Geschosstypen		
Aufbau / Materialien	bleihaltig (Teilmantelgeschoss)	bleifrei (Vollgeschoss)
Kern	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Legierung aus Blei mit               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antimon</li> <li>• Arsen</li> <li>• Zink</li> <li>• ?</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kupfer               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 99%</li> <li>• 100%(Elektrolytkupfer)</li> </ul> </li> <li>➤ Tombak (Cu-Zn-Legierung Cu &gt; 80% mit As)</li> </ul>
Teilmantel	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tombak (Cu-Zn-Legierung, Cu &gt;80% mit As)</li> <li>➤ Stahl (Flusseisen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Messing (Cu-Zn) Zn &lt; 40%)</li> <li>➤ ?</li> </ul>
Überzug	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nickel</li> <li>• Antimon</li> <li>• ?</li> </ul>	

**Abb.1: Stoffliche Zusammensetzung von häufig jagdlich verwendeten Geschosstypen**

In der Übersicht wird die stoffliche Zusammensetzung von häufig jagdlich verwendeten Geschosstypen vereinfacht dargestellt. Es wird zwischen dem Aufbau bleihaltiger Geschosse, die überwiegend als Teilmantelgeschosse hergestellt werden, und bleifreier Geschosse, die überwiegend als Vollgeschosse hergestellt werden, unterschieden.

### **Teilmantelgeschosse**

Teilmantelgeschosse bestehen aus einem Kern sowie einem den Kern zum Teil umgebenden Mantel. Der Geschosskern besteht aus einer Hartbleilegierung, wobei auch Anteile weiterer Metalle wie Antimon, Arsen, Zink und auch Kupfer vorkommen, die den Härtegrad der Legierung bestimmen. Der Teilmantel besteht bei den meisten Geschossen aus Tombak, einer Kupfer-Zink-Legierung mit einem Kupferanteil von mehr als 80 Prozent. In Tombak finden sich auch immer Anteile von Arsen, das die Härte des Metalls bestimmt. Des Weiteren werden bleihaltige Geschosse mit einem Teilmantel aus Stahl verwendet.

### **Vollgeschosse**

Bei den bleifreien Vollgeschossen werden Kupfergeschosse aus nahezu reinem Kupfer oder hundertprozentigem Elektrolyt-Kupfer verwendet oder auch Vollgeschosse aus Tombak oder Messing, einer Legierung aus Kupfer und Zink, mit einem Zinkanteil von weniger als 40 Prozent. Darüber hinaus werden auch bleifreie Geschosse mit einem Teilmantel aus Stahl und einem Zinnkern verwendet.

Bleifreie sowie auch bleihaltige Geschosse besitzen zumeist einen Überzug aus Antimon, Nickel oder einer anderen Substanz, die dem besseren Gleiten des Geschosses im Lauf dienen soll.

### **Zerlegungs-, Teilerlegungs- und Deformationsgeschosse**

Entsprechend ihrer Wirkung im Wildbret unterscheidet man bei den Geschossen Zerlegungs-, Teilerlegungs- und Deformationsgeschosse. Dabei ist der Masseverlust der Geschosse für ihre Wirkung entscheidend. Bleifreie Geschosse werden zum großen Teil als Deformationsgeschosse angeboten, die nach dem Eindringen ins Muskelgewebe des Wildes einen gegenüber Zerlegungs- und Teilerlegungsgeschossen geringeren Masseverlust im Wildkörper aufweisen und im Schusskanal aufpilzen. Es entstehen größere Geschossfragmente und kleinere Splitter entlang des Schusskanals. Nach dem Eindringen eines bleihaltigen Zerlegungs- oder Teilerlegungsgeschosses ins Wild zerlegt sich das Geschoss jedoch zu einem großen Teil in Form einer „Splitterwolke“, die sich im Gewebe des Wildes weit verteilen kann.

### **Die Wirkung der Bleisplitterwolke im Muskelgewebe**

Da bei Kupfergeschossen aufgrund der Sprödigkeit von Kupfer keine vergleichbare „Splitterwolke“ entsteht, gehe ich im Folgenden auf die Wirkung der Bleisplitterwolke im Muskelgewebe ein. In verschiedenen wissenschaftlichen Untersuchungen wurde gezeigt, dass sich an der Grenzfläche der Bleigeschosssplitter beziehungsweise der Geschossfragmente eine chemische Reaktion mit dem umgebenden Muskeleiweiß vollzieht, die zur Bildung eines Reaktionsproduktes aus gefällttem Eiweiß führt. Es bildet eine Art Schutzschicht um das Fragment, die nicht in Wasser löslich ist. In dieser Schutzschicht liegt Blei in verschiedenen Verbindungen vor (zum Beispiel als Bleioxid oder Bleihydroxid), die in Säuren gelöst werden können. Man kann also sagen: Je kleiner die Partikel sind, umso größer ist die Oberfläche, die chemisch reagiert und desto höher ist der Bleigehalt im Wildbret. Daraus folgt: Die Verwendung bleihaltiger Zerlegungs- und Teilerlegungsgeschosse ist aus Sicht der Lebensmittelsicherheit problematisch, da sie die Bildung einer „Splitterwolke“ im Wildbret verursachen, die weit über den Schusskanal hinaus ins Muskelgewebe eindringt. Deshalb trägt das großzügige Entfernen des Gewebes aus dem Schusskanal und seiner näheren Umgebung nur zum Teil zur Verminderung der Bleigehalte im Wildbret bei.

### **Splitterwirkungen**

Bleifreie Geschosse aus Kupfer und seinen Legierungen bilden keine vergleichbare „Splitterwolke“, da sie überwiegend als Deformationsgeschosse aufpilzen und dabei größere Fragmente und weniger kleine Splitter bilden. Daher können diese mit großzügigem Ausschneiden eines Schusskanals zu einem großen Teil aus dem Wildbret entfernt werden.

Deformationsgeschosse mit einem Masseverlust von weniger als zehn Prozent zeigen nach dem Auftreffen im Wildbret eine geringe bis sehr geringe Splitterwirkung bei den bleihaltigen Geschossen.

### **Zubereitung des Wildbrets**

Vor der küchenmäßigen Zubereitung des Wildbrets spielt auch die Dauer des Abhängens für die chemische Reaktion an der Bleipartikeloberfläche eine Rolle: Mit der Dauer des Abhängens nimmt die biochemische Reaktion im Muskelgewebe durch den Prozess der Fleischreifung des Muskelgewebes zu und damit auch die Löslichkeit von Bleipartikeln. Auch die küchenmäßige Zubereitung durch das Beizen mit Essig und Öl oder Wein fördert die Löslichkeit der im Wildbret vorhandenen Bleisplinter und der entstandenen Reaktionsprodukte. Essigsäure löst das Blei heraus und es entstehen zum Beispiel Wasser und lipidlösliches Bleiacetat. Auch die bei der Zubereitung erforderliche Temperatur trägt zur Löslichkeit von Blei im Wildbret bei.

Professor Fromme wird nun erläutern, welche Bedeutung die Resorption im Magen-Darm-Trakt des Verbrauchers für die Bioverfügbarkeit von Blei in verschiedenen Formen hat.

### **3.2.2 Bioverfügbarkeit von Blei, Kupfer und Zink (II)**

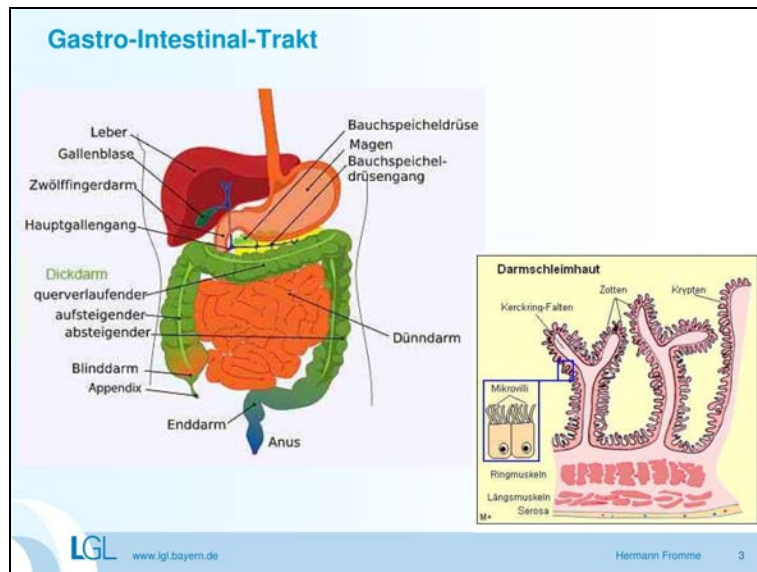
Prof. Dr. Hermann Fromme

Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL Bayern), Erlangen

Ich berichte Ihnen über die Bedingungen im Magen-Darm-Trakt und ob anorganische Bleiverbindungen und Bleimetalle aus dem Magen-Darm-Trakt in den Menschen aufgenommen werden können.

### **Einlagerung von Blei im Organismus**

Wir können Fremdstoffe entweder über den Magen-Darm-Trakt, zum Beispiel mit Nahrungsmitteln, oder über die Luft aufnehmen. Auch über die Haut können ggf. Schadstoffe aufgenommen werden. Das Ausmaß der Fremdstoffaufnahme ist von verschiedenen Bedingungen abhängig. Neben den Charakteristika des Schadstoffs ist dabei die Bioverfügbarkeit von besonderer Bedeutung. Über den Zufuhrweg „Luft“ weiß man relativ viel im Zusammenhang mit Blei, aber auch über den Zufuhrweg „Lebensmittel“ gibt es einige Daten. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass diese Barriere des Magen-Darm-Traktes durchaus überwunden werden kann. Nach dem Durchtritt durch die Darmschleimhaut werden Schadstoffe in das Lymphsystem oder in das Blut aufgenommen. Die Halbwertszeit von Blei im Blut beträgt ungefähr 30 Tage. Es besteht ein dynamischer Austausch vor allen Dingen mit den Knochen. Dort werden Bleiverbindungen als Bleiphosphat für lange Zeiträume eingelagert. Sie können unter bestimmten Bedingungen aus den Knochen zurück in das Blut geholt werden. Das Gleiche trifft natürlich auch für andere Organe zu. Über die Niere ist zum Beispiel eine gewisse Ausscheidung möglich. Weitere Ausscheidungsmöglichkeiten bestehen über die Gallenflüssigkeit und den Stuhlgang.



**Abb.1: Gastrointestinaltrakt**

In der Abbildung ist dargestellt, wo das zum Beispiel bleibelastete Wildfleisch in den Organismus kommt. Beim Blei erfolgt die Aufnahme vor allen Dingen im sogenannten Zwölffingerdarm, dem Darmabschnitt, der auf den Magen folgt. Hier werden die „sauren“ Bedingungen des Magens langsam zu den „alkalischen“ Bedingungen des Dünndarmes verändert. Anscheinend sind diese Bedingungen besonders günstig, um Blei aufnehmen zu können. Die vielfältige Faltung des Dünndarms schafft dabei eine sehr große Oberfläche, die potenziell für eine Resorption zur Verfügung steht.

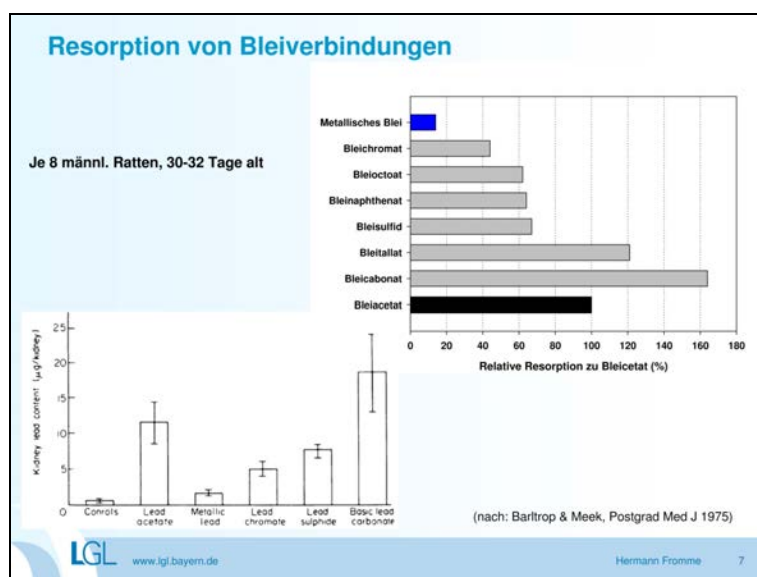
### **Aufnahme- und Verteilungswege des Bleis**

Die Wand des Magen-Darm-Traktes enthält Zellen, die nebeneinander liegen und oben einen Saum aus Falten und Zotten haben, der die Oberfläche vergrößert. Man weiß, dass es unterschiedliche Mechanismen gibt, mit deren Hilfe Blei in den Organismus gelangen kann. Einer ist zum Beispiel, dass kleine Bläschen beziehungsweise Partikel eingeschlossen und durch die Darmzelle transportiert werden. Danach gelangen sie in die Lymphe beziehungsweise die Blutbahn, über die das Blei dann zur Leber transportiert und anschließend im Organismus verteilt wird. Aber auch durch die Spalten zwischen den einzelnen Zellen gibt es Möglichkeiten für Blei in gelöster, aber auch in partikulärer Form, in den Organismus zu gelangen. Für diese Aufnahmemöglichkeit ist die Partikelgröße ganz entscheidend. Während bei größeren Partikeln die Aufnahme gering ist, nimmt sie, je kleiner die Partikel werden, deutlich zu. Insbesondere Partikel im ultrafeinen oder Nanobereich mit einem Durchmesser  $< 100$  nm können gut systemisch aufgenommen werden. Man weiß, dass nach dem Auftreffen des Geschosses Bleipartikel im Wildbret verteilt werden. Es gibt röntgenologische Untersuchungen, dass diese Partikel auch sehr klein sein können, aber leider weiß man nicht, wie die genaue Partikelgrößenverteilung in diesem sehr kleinen, nanoskaligen Partikelbereich ist. Wir haben versucht, einen beschossenen Gelatineblock oder Glycerinseifenblock zu untersuchen und eine Partikelverteilung aus diesem Block zu bestimmen. Das ist uns bisher aufgrund der Zusammensetzung dieser Beschussblöcke nicht gelungen. Wir werden weitere Versuche insbesondere mit dem bayerischen Landeskriminalamt unternehmen, um mit anderen Beschusstechniken zu sehen, ob man nicht so eine Partikelverteilung darstellen kann. Es wäre wichtig zu wissen, ob viele nanoskalige oder ultrafeine Partikel nach dem Beschuss vorliegen. Dies ist zwar zu erwarten, aber genau weiß man es bis heute nicht.

### Faktoren mit Einfluss auf die Bioverfügbarkeit

Welche Faktoren haben nun Einfluss auf die Bioverfügbarkeit von Blei im Magen-Darm-Trakt?

- die chemische Struktur und die Herkunft des Bleis (z.B. organisch-anorganisch, metallisch, Bleisalze) mit Einfluss auf z.B. die Resorptionsverfügbarkeit
- die zugeführte Bleidosis
- die konkreten Bedingungen im Magen-Darm-Trakt (z.B. Azidität, Oxidations- und Reduktionskapazität, Menge und Art der Nahrungsbestandteile)
- die Partikeleigenschaften (z.B. Partikelgrößenverteilung, Partikeloberfläche, Partikelladung)
- individuelle Charakteristika (z.B. Alter, Geschlecht, Ernährungszustand, Gesundheitsstatus)



**Abb.2: Resorption von Bleiverbindungen**

### Resorption von metallischen Bleiverbindungen

Auf dieser Folie ist die relative Resorption zu einer sehr gut resorbierbaren Bleiverbindung, dem Bleiacetat, zu sehen. Seine Resorption ist hier mit 100 Prozent angenommen worden. Relativ zu diesem Bleiacetat hat metallisches Blei eine Resorption von ca. 15 Prozent. Man stellte also in diesem Tierexperiment fest, dass ein gewisser Prozentsatz an metallischem Blei in den Organismus aufgenommen werden kann. In der Grafik darunter sind die Werte für die Tiere zu sehen, die unter anderem metallisches Blei in partikulärer Form mit ihrer Nahrung zugeführt bekamen. Man kann diese Bleipartikel auch in Organen wie der Niere wiederfinden. Aus dem Tierexperiment gibt es mittlerweile gute Hinweise, dass es auch bei metallischem Blei zu einer Resorption aus dem Magen-Darm-Trakt kommen kann. Zusätzlich unterstützt wird diese These, indem man die Bleigehalte im Vollblut misst. Sie geben sehr gut die Bleibelastung in einem Organismus wieder. Das hat diese Arbeitsgruppe ebenfalls gemacht. Wenn den Tieren mit der Nahrung die gleiche Dosis an kleinen Bleipartikeln verabreicht wurde, dann sind die Blutbleigehalte deutlich höher, als wenn die Tiere größere Bleipartikel erhalten haben.

Ein wichtiger Punkt ist die Frage des Alters. Bei einem Versuch wurde Ratten ein bestimmtes Blei-Isotop gegeben. Dieses Blei-Isotop verhält sich im Grunde genommen ähnlich wie das metallische Blei. Bei Tieren im jungen Alter erfolgt eine hohe Resorption aus dem Magen-Darm-Trakt. Sie liegt hier bei über 80 Prozent und nimmt mit zunehmendem Alter der Tiere deutlich ab und liegt dann nur noch in einem Bereich von etwa 10 bis 15 Prozent.

In der Toxikologie gibt es grundsätzlich drei Erkenntnisquellen, die man heranziehen kann: Die erste ist die Kasuistik, also die Beschreibung von spezifischen Vergiftungsfällen. Diese kann sehr gut Hinweise geben, in welche Richtung man denken muss. Dann gibt es als zweite Quelle der Erkenntnis epidemiologische Daten sowie als dritte und zentrale das Tierexperiment.

### **Toxikologische Erkenntnisse: Kasuistiken**

Ich möchte Ihnen einige Daten zeigen, die dafür sprechen, dass elementares Blei durchaus in den menschlichen Organismus aufgenommen werden kann. Dafür habe ich einige Vergiftungsfälle aus der Literatur herausgesucht. Kasuistiken sind natürlich immer Einzelfälle, aber sie zeigen, dass etwas möglich ist und Wirkungen erfolgen können.

Ein gutes Beispiel ist das einer Frau, die mit Beschwerden in ein Krankenhaus kam. Man stellte sehr hohe Blutbleigehalte bis über 500 µg/l fest und suchte nach einer Erklärung, bis man ein sechs mm großes Metallobjekt in ihrem Körper im Magen-Darm-Trakt fand. Dieses Objekt war für die Vergiftung verantwortlich. Auch andere Kasuistiken werden berichtet, bei denen Personen Bleifragmente zu sich genommen haben und in der Folge hohe Blutbleikonzentrationen gemessen werden konnten, die zu Vergiftungserscheinungen geführt haben. Das sind natürlich Einzelfälle. Auf der anderen Seite gibt es wahrscheinlich viele Fälle, die im allgemeinen medizinischen Alltag untergehen, weil die Befunde und Symptome relativ unspezifisch sind und deshalb heute von Ärzten nur noch selten mit einer Bleivergiftung in Beziehung gebracht werden – es sei denn, man findet zufällig hohe Gehalte im Blut.

### **Toxikologische Erkenntnisse: Epidemiologie**

Die andere wichtige wissenschaftliche Erkenntnisquelle ist die Epidemiologie. Hier gibt es einige, wenn auch nicht sehr viele Untersuchungen zum Blei. Sie zeigen deutlich, dass der Verzehr von gejagtem Wild und Geflügel zum Beispiel in Grönland, in Kanada und auch in den USA mit einem erhöhten Blutbleispiegel einhergeht. Der Verzehr dieser bleibelasteten Produkte führt bei den Betroffenen also zu einer signifikanten Erhöhung ihrer Blutbleigehalte. Nur eine Untersuchung aus der Schweiz kommt zu einem etwas abweichenden Ergebnis. Diese Studie ist nicht einfach zu interpretieren. Es sind nur wenige Personen untersucht worden und leider hat die Arbeitsgruppe als Kontrolle Blutspender genommen. Das ist durchaus machbar, aber über Blutspender liegen kaum Informationen vor. Weder ihre Verzehrsgewohnheiten, ihre Rauchgewohnheiten noch andere vielleicht potenziell als Quellen infrage kommende Bedingungen sind bekannt. Sie könnten aber die konkrete Bleibelastung durchaus beeinflussen. Zusammenfassend kann man sagen, dass es aus der Epidemiologie deutliche Hinweise gibt, dass mit einer Aufnahme von Blei aus belastetem Wildbret gerechnet werden muss.

### **Kenntnisse aus Tierversuchen und experimentellen Studien**

Tierexperimentell gibt es eine große Anzahl an Untersuchungen. Bei einer sehr interessanten Untersuchung wurden Schweine mit Fleisch gefüttert, das mit bzw. ohne sichtbare Geschossfragmente versehen war. Bei den Schweinen, die Fleisch mit sichtbaren Fragmenten fraßen, stiegen die Bleigehalte an, während bei den Kontrolltieren ohne sichtbare Fragmente im Futter die Gehalte nicht anstiegen. Auch dies spricht dafür, dass eine Aufnahme über den Magen-Darm-Trakt stattfindet. Begrenzt wird diese Untersuchung dadurch, dass sie keine Angaben zur Dosis des Bleis macht. In der wissenschaftlichen Literatur liegen viele Untersuchungsergebnisse zur Bioverfügbarkeit von Bleiverbindungen aus Bodenproben vor. Diese zeigen, dass, in Abhängigkeit von der jeweiligen Verbindung, eine Aufnahme grundsätzlich möglich ist, dies auch, obwohl viele Bleiverbindungen als eher schwer löslich gelten. Aus verschiedenen Bilanzierungsstudien an Kindern, bei denen die Bioverfügbarkeit aus der Bleizufuhr und der Ausscheidung ermittelt wurde, wissen wir, dass Kinder anscheinend eine hohe Bioverfügbarkeit besitzen. Zu den gleichen Ergebnissen

kommen auch die bisher vorliegenden tierexperimentellen Studien. Es gibt beim Menschen eine Anzahl experimenteller Untersuchungen mit Blei-Isotopen, die ebenfalls zeigen, dass je nach Verbindung und Substanz mit einer z.T. hohen Aufnahme aus dem Magen-Darm-Trakt gerechnet werden muss. Der Vorteil dieser Untersuchungen mit Stabilisotopen ist, dass sie sich im Grunde chemisch wie metallisches Blei verhalten. Daher liefern diese Studien einen wichtigen Beitrag zur Klärung der Frage der Bioverfügbarkeit von Blei.

### Schlussfolgerungen

Ich möchte noch kurz auf Kupfer und Zink eingehen. Kupfer ist aus toxikologischer Sicht ein eher nachrangig interessantes Element. Ähnliches gilt für Zink. Sowohl Kupfer als auch Zink sind für den Menschen essenziell. Vor diesem Hintergrund können diese beiden Metalle als deutlich unproblematischer als Blei eingeschätzt werden. Daher möchte ich zu den Schlussfolgerungen kommen:

- Eine Aufnahme von metallischem Blei aus dem Magen-Darm-Trakt ist grundsätzlich möglich. Wissenschaftlich belegt ist, dass Kinder dabei deutlich mehr Blei aufnehmen als Erwachsene. Auch in der Schwangerschaft scheint eine höhere Resorption zu bestehen. Auch bestimmte Ernährungsbedingungen (zum Beispiel Nahrungskarenz, Kalziummangel und geringer Proteingehalt der Nahrung) können für eine höhere Blei-Resorption verantwortlich sein.
- Ein Problem, dem man sich stärker als bisher stellen muss, ist die intestinale Resorption von partikulär vorliegendem Blei. Hier ist die Aufnahme aus dem Magen-Darm-Trakt sicherlich stark abhängig von der Partikelgrößenverteilung, die in dem verzehrten Fleisch vorliegt.
- Epidemiologisch gibt es Hinweise, dass eine höhere interne Belastung zu erwarten ist, wenn Personen viel Wildfleisch essen.
- Ein wichtiger Ansatzpunkt wäre ein Human-Biomonitoring. Bei zum Beispiel Jägern und Vielverzehrern von Wildfleisch kann man durch die Ermittlung der Blutbleigehalte so sehr schnell das Ausmaß der Bleibelastung ermitteln und ihre gesundheitliche Bedeutung einschätzen. Man kann auch die Quelle der Bleibelastung zuordnen. So lässt sich durch Isotopenvergleiche herausfinden, ob das Blei auch wirklich aus der Munition, mit der das Tier erlegt wurde, stammt und nicht aus einer anderen Quelle, zum Beispiel einer Bodenbelastung, auf der die untersuchte Person lebt.
- Aus medizinischer Sicht ist es wichtig, dass wir durch vielfältige Maßnahmen bereits eine deutliche Reduktion der Bleibelastung in der Bevölkerung erreicht haben. Hierzu zählen der Verzicht auf den Einsatz von organischen Bleiverbindungen im Kraftfahrzeugbenzin oder der Austausch von bleihaltigen Trinkwasserrohren. Das ist alles sehr sinnvoll und sollte aus medizinischer Sicht in der Zukunft konsequent fortgesetzt werden. Ziel muss es bei dieser gesundheitlich sehr bedenklichen Substanz sein, die Bleibelastung so gering wie nur möglich zu halten.

### Diskussion:

**Frage:** Sie sagten, dass das partikulär eingetragene Blei von Eiweißen eingeschleust wird. Also entsteht wahrscheinlich so etwas wie Blei-Proteinat. Ist dieses Blei-Proteinat, das wasserunlöslich ist, in irgendwelchen Säuren löslich und dann als Diffusionsartikel nachweisbar?

**Prof. Dr. Hermann Fromme:** Ja. Aber es entstehen auch Oxide, Hydroxide und die sind im Grunde im Magen-Darm-Trakt löslich. Eines der bekanntesten Bleioxide ist Mennige (Blei-Tetraoxid). Es ist aus dem menschlichen Magen-Darm-Trakt resorbierbar. Es gibt viele Beschreibungen von Vergiftungsfällen hierzu, bspw. aus den USA. Da muss also eine Aufnahme stattgefunden haben.

**Frage:** Blei-Mennige ist ein schlechtes Beispiel, das haben Sie auch in der Oxidationsstufe 4 vorliegen.

**Prof. Dr. Hermann Fromme:** Andere Beispiele sind verschiedene ayurvedische Medikamente oder Naturheilmittel, die insbesondere in vielen lateinamerikanischen Ländern und in Asien beliebt sind. Sie sind auch ein großes Problem in den USA. Oft sind sie mit Blei(II)-Oxiden verunreinigt, die gut aufgenommen und zu Vergiftungen bei Kindern, aber auch bei Erwachsenen führen können. Das ist also primär nicht vom Oxidationsstatus abhängig.

**Frage:** Haben Sie irgendwelche Diffusionen festgestellt in Abhängigkeit von der Form des Abhängens – ob kopfüber oder kopfunter?

**Prof. Dr. Hermann Fromme:** Des Menschen oder des Tieres?

**Frage:** Offensichtlich waren Sie nie dabei, wenn Proben entnommen wurden. Man hängt das Wild üblicherweise als Jäger traditionell mit Kopf hoch auf, sodass eine Diffusion in Richtung Keule denkbar wäre. Der Schlachter aber hängt kopfunter auf. Und zwar von den ebenen Teilen weg zum Kopf. Das wäre eine interessante Sache, wie die Proben entnommen wurden.

**Frage:** Ich habe eine Frage zu dem Alter der Studien. Die waren ja zum größten Teil deutlich älter als 25 Jahre. Gibt es keine neueren Erkenntnisse und könnten zum Beispiel die damaligen Lebensgewohnheiten wie zum Beispiel Bleirohre der Trinkwasserversorgung auch eine Rolle gespielt haben?

**Prof. Dr. Hermann Fromme:** Das ist eigentlich nicht wahrscheinlich, weil bei den Studien, von denen wirklich viele älter sind, Blei als Isotop herangezogen wurde. Diese Isotope wurden gezielt Personen zugeführt, das heißt, hier können Sie ausschließen, dass irgendeine andere Quelle dafür verantwortlich gemacht werden kann. Das sind ja gezielte experimentelle Versuche.

**Frage:** Bei Ihrer Darstellung der Bioverfügbarkeit war auch die Aufnahme über die Lunge dargestellt. Sie hatten in einem Nebensatz die Belastung bspw. durch das Rauchen erwähnt. Mich würde interessieren, in welches Verhältnis die zusätzliche Bleibelastung aus dem Wildbret zur Bleibelastung durch Rauchen zu setzen ist. Ist das wirklich eine relative Größenordnung, die berücksichtigt werden muss? Oder ist es so, dass der Hauptgehalt der Bleibelastung des Menschen eher über das Zigarettenrauchen kommt?

**Prof. Dr. Hermann Fromme:** Das würde ich als Mediziner nie so direkt miteinander vergleichen. Das sind zwei vollkommen unterschiedliche Paar Schuhe. Kinder rauchen in der Regel nicht. Das heißt: Es gibt bestimmte sensible Bevölkerungsgruppen, für die dieser Vergleich unzutraglich wäre. Rauchen stellt eine Zusatzbelastung dar. Wenn das aber auszuschließen ist, muss es andere Quellen für eine Bleibelastung beim Menschen geben. Wildbret könnte hier eine mögliche Quelle sein, wenn das Wildbret bleibelastet ist. Das muss man so klar sagen. Ich würde das aber nie mit dem Rauchen vergleichen, weil aus ärztlicher Sicht immer dringend vom Rauchen abzuraten ist.

**Frage:** Das ist vielleicht gar nicht mal eine Frage. Der Kollege hat sehr viel Literatur und viele Quellen genutzt, aber derzeit befindet sich das liegende Normungsvorhaben in der Validierungsphase. Da werden verschiedene Verbindungen analytisch ausprobiert, um zu sehen, wie dieser Magen-Darm-Gang funktioniert. Wenn noch genügend Rückstellproben da sind, kann man diese für das Monitoring, was noch vorgesehen ist, nutzen. Mit dieser Methode könnte man mal experimentieren, inwieweit zumindest eine rein chemische Verfügbarkeit da ist.



**Prof. Dr. Hermann Fromme:** Mit Resorptionsverfügbarkeit haben Sie nur einen Teilaspekt der Problematik erfasst. Im Bodenschutz ist es üblich und da gibt es schon eine Norm. Aber Sie haben mit ihr nur den Magen-Darm-Trakt unter experimentellen Bedingungen nachgeahmt. Man kann das tun, aber das sind immer nur erste Anhaltspunkte. Warum machen Sie es sich so kompliziert? Ich sehe das als Arzt viel einfacher. Man kann auch in falsche Richtungen laufen. Man weiß, dass die Resorptionsverfügbarkeit zum Beispiel von Bodenstandort zu Bodenstandort extrem unterschiedlich sein kann. Das ist auch zu erwarten. Aber wir wollen doch am Ende vor allen Dingen wissen, ob und wie viel beim Menschen ankommt. Als Arzt würde ich immer sagen, dass wir ein sehr schönes, auch in großer Menge vorliegendes, zentrales Kompartiment haben, nämlich das Blut, das wir mit geringem Aufwand zum Beispiel für ein Human-Biomonitoring nutzen könnten.

### 3.3 Wie viel Wild wird in Jägerfamilien verzehrt?

Dr. Daniel Hoffmann

Vereinigung der Jäger des Saarlandes (VJS), Saarwellingen

Ich referiere heute, abweichend von der Wildbiologie, meinem eigentlichen Arbeitsschwerpunkt, die Ergebnisse einer Umfrage zum Verzehr von Wildbret in Jägerfamilien. Die Umfrage befasste sich im Kern mit der Verwendung von Jagdbüchsenmunition. Die Jägerfamilien wurden bei dieser Gelegenheit aber auch zum Wildverzehr in den Familien beziehungsweise den Einzelhaushalten befragt. Die Umfrage lief von Oktober 2011 bis März 2012 und wir konnten etwa 1.700 Datensätze auswerten. Auch wenn die Studie nicht unbedingt repräsentativ ist, geben ihre Ergebnisse gute erste Antworten auf die Frage, wie der Verzehr von Wild in Jägerhaushalten abläuft. Im Kern wurden im Auftrag des BfR zwei Punkte gefragt:

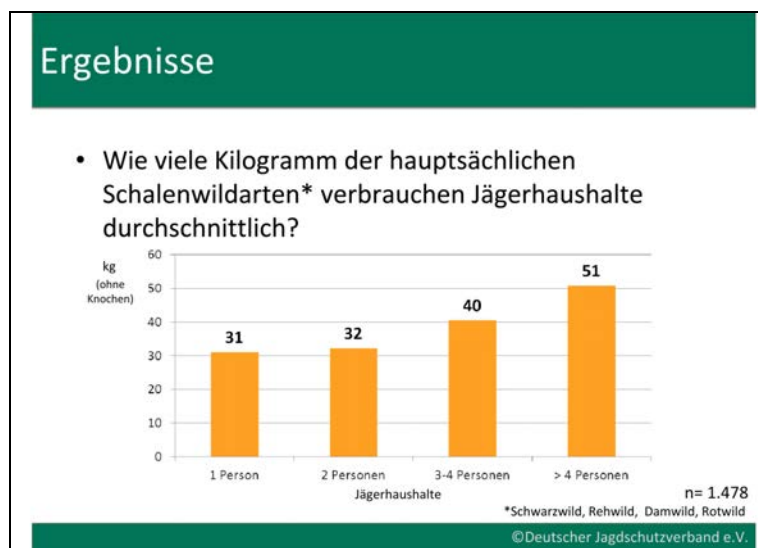
- Wie viele Stücke Schalenwild verbrauchen Sie im eigenen Haushalt?
- Mit wie vielen Personen pro Haushalt nehmen Sie Wild auf?

Wir haben uns ganz bewusst auf das Schalenwild konzentriert. Das ging auch nicht anders, da wir uns auch auf die Frage der Verwendung von Jagdbüchsenmunition beschränkt haben und nicht nach der von Schrotmunition gefragt haben. Wir erhielten 1.478 auswertbare Fragebögen.

#### Hoher Verbrauch in Ein-Personen-Haushalten

Im Schnitt werden drei Stücke Schalenwild pro Jahr in einem Ein-Personen-Haushalt aufgenommen und in einem Haushalt mit mehr als vier Personen liegt der Verzehr bei knapp fünf Stücken Schalenwild pro Jahr. Was bedeutet das im Hinblick auf den Pro-Kopf-Verbrauch an Schalenwild im jeweiligen Haushalt? Die Ein-Personen-Haushalte nehmen deutlich häufiger und mehr Wildbret zu sich als größere Familien. Bei einem Haushalt mit mehr als vier Personen ist das aber immer noch ein Stück Schalenwild pro Person. Bei den Verzehrsgewohnheiten nach Haushaltsgröße spielen die Ein-Personen-Haushalte mengen- und zahlenmäßig eine relativ untergeordnete Rolle. Dort haben wir einen Schwerpunkt bei den Zwei-Personen- und Drei- bis Vier-Personenhaushalten. Die tatsächlichen Vielverzehrer, wenn wir sie so bezeichnen möchten, sind dort mit mehr als 15 Stücken Schalenwild pro Jahr und Familie vertreten. Wir haben relativ pauschal abfragen müssen, wie viele Stücke Schalenwild pro Jahr aufgenommen werden. Schalenwild variiert in Mitteleuropa und Deutschland. Dazu gehört auch mal ein kleiner Frischling. Die Skala reicht dann bis hin zum ausgewachsenen Keiler oder Rotwild. Wir haben also eine gewaltige Spannweite an möglichen Tieren in sehr unterschiedlichen Gewichtsklassen. Hier mussten wir eine Hochrechnung wagen, angelehnt an die durchschnittlichen Schalenwild-Jagdstrecken-Ergebnisse. In den Jagdstreckenbögen gibt es 60 Prozent Rehwild, 30 Prozent Schwarzwild

und je fünf Prozent Rotwild und Damwild. Als Referenzjahr haben wir das Jagdjahr 2011/2012 angenommen. Das bringt eine weitere Schwierigkeit mit sich. Es war ein relativ schwaches Schwarzwildjahr mit recht wenigen Stücken auf der Strecke. Es gibt immer wieder regional unterschiedliche Variationen von 40 und 50 Prozent oder auch mehr, daher ist auf der Grafik nur eine Hochrechnungsformel abgebildet, die im Umfang durchaus gerechtfertigt erscheint. Wenn nun ein Stück erlegt ist, ob Schwarz- oder Rehwild, wird das Tier erst einmal mit Knochen und mit Fell, Schwarte oder Decke gewogen. Selbstredend entspricht nicht das gesamte Gewicht des Tieres der Verzehrmenge. Deswegen müssen wir verschiedene Umrechnungsfaktoren annehmen, die auch hier für die einzelnen Schalenwildarten relativ gut abgesichert sind. Wenn wir bspw. beim Schwarzwild herausbekommen wollen, was das „Gewicht in der Schwarte“ bedeutet, also aufgebrochen ohne Eingeweide, müssen wir das Gesamtgewicht mit 0,37 multiplizieren, um dann zu dem erwarteten echten Fleischgewicht ohne Knochen zu gelangen. Die entsprechenden Umrechnungsfaktoren für Rehwild liegen bei 0,49, für Rotwild bei 0,47 und für das andere Schalenwild bei 0,5. So wurde errechnet, was tatsächlich vom Menschen in den Verzehr an Kilogramm-Masse gelangen kann.



**Abb.1: Verbrauch an Schalenwild in Jägerhaushalten in kg: Je weniger Personen in einem Jägerhaushalt leben, desto mehr Schalenwildfleisch entfällt auf die einzelne Person.**

Wie viel Kilogramm der wichtigsten Schalenwildarten verbrauchen die Jägerhaushalte durchschnittlich? Eine Einzelperson hat im Jägerhaushalt immerhin 31 kg tatsächliches Wildbret aufgenommen. Das unterscheidet sich kaum vom Jahresverbrauch eines Zwei-Personen-Haushalts, bei dem die Werte leicht ansteigen. Der Pro-Kopf-Verbrauch in Mahlzeiten (wobei man davon ausgeht, dass eine Wildmahlzeit etwa 200 g Fleisch enthält), sinkt bei größeren Haushalten stark ab. Ein Ein-Personenhaushalt nutzt pro Jahr etwa 155-mal Wildbret als Hauptgericht. In einem Haushalt von mehr als vier Personen sinkt dieser Wert auf etwa 50 Mahlzeiten ab. Der Durchschnittswert liegt bei 66 Wildmahlzeiten pro Jahr und Kopf. Vergleicht man die Hauptfleischarten, die in Deutschland auf den Teller gelangen, so isst der Deutsche im Schnitt 30 kg Schweinefleisch pro Jahr, 11 kg Geflügel und 9 kg Rind oder Kalb. In einem Jägerhaushalt kommt die Umfrage auf den beachtlichen Wert von etwa 13 kg Wildbret in Jägerfamilien pro Kopf und Jahr. Damit wird durchaus eine Größenordnung erreicht, die von der Verzehrhäufigkeit und Regelmäßigkeit her relevant ist.

### Fazit

In einem Jägerhaushalt werden durchschnittlich pro Kopf 66 Wildmahlzeiten pro Jahr aufgenommen. Das ist ein recht hoher Wert, den wir so nicht erwartet hätten. In der Summe

sind das dann etwa 13 kg Wildbret. Die Ein-Personen-Haushalte sind deutlich stärker exponiert. Hier wird pro Kopf deutlich häufiger und mehr Wildbret verzehrt als in größeren Familien, wobei die Stichprobe der Einzelhaushalte als gering im statistischen Sinne angesehen werden muss. Bei den Darstellungen ist zu beachten, dass es sich um den tatsächlichen Verzehr von Schalenwildarten handelt, also von Huftieren aus unseren Breiten. Die Niederwildarten sind hier nicht erfasst. Der Verzehr von Niederwild kann regional durchaus eine bedeutende Größe erreichen, wenn ich mir zum Beispiel Nord- oder auch Westdeutschland mit den hohen Gänsebeständen anschau. Aber auch in typischen Niederwildregionen mit Hase, Fasan und Rebhuhn kommen hier einige Kilogramm oder Stücke pro Jahr hinzu. Der weitere Forschungsbedarf ist in dem vorangegangenen Vortrag schon vorgestellt worden: Die Bioverfügbarkeit des durch das Wildbret aufgenommenen Bleis können wir nicht wirklich bewerten. Um da noch mal Klarheit zu schaffen, auch über die Blei-Isotope, die wir nun mal überwiegend in den Bleiverwendungen bei Jagdbüchsenmunition haben, müsste man eine Studie machen. Mit dem entsprechenden Studienaufbau lässt sich dann sicher gut nachvollziehen, ob das Blei im Blut von Vielverzehrern tatsächlich aus dem Blei der Büchsenmunition stammt oder von anderen Eintragsquellen. Das ist auch für die Verbraucherschutzfrage eine grundsätzliche Sache, die weit über die Aussage „Blei in Jagdmunition? Ja oder Nein“ geht. Wir haben in diesem Fragebogen auch gefragt, wer von den Teilnehmern dazu bereit wäre, an einer Vielverzehrer-Studie teilzunehmen und es haben sich immerhin 700 Personen dazu bereit erklärt, dass sie eine solche Studie des BfR unterstützen werden.

#### **Diskussion:**

**Frage:** Eine Zahl Ihres Vortrages zweifle ich schlichtweg an. In einem Ein-Personen-Haushalt werden bei der bekanntermaßen vorherrschenden Faulheit, sich selbst etwas zuzubereiten, an jedem zweiten Tag im Jahr 200 Gramm Wildfleisch verzehrt? Das ist ein Märchen.

**Dr. Daniel Hoffmann:** Das ist schlicht das Ergebnis der Umfrage. Die Stichprobe bei den einzelnen Haushalten ist zugegebenermaßen relativ gering, sodass sie sicher nicht statistisch übertragbar auf ganz Deutschland ist. Vielleicht essen sie auch einfach deutlich mehr als 200 Gramm, wenn sie sich dann mal was Ordentliches kochen.

**Frage:** Die Keule ist ein gutes Stück, mit der man Gäste erfreut. Haben Sie eingerechnet, wie viel man von diesem Fleisch an Gäste verteilt? Als Single habe ich stundenlang Gästeessen gemacht und entsprechend nur einen Bruchteil selbst gegessen.

**Dr. Daniel Hoffmann:** Leider ist das nur bedingt berücksichtigt worden, weil das die Umfrage in der Form nicht hergegeben hat, was jetzt speziell an Gäste verteilt wird und was jetzt unmittelbar von der Familie verzehrt worden ist. Da ist sicherlich noch Klärungsbedarf, auch für fortführende Studien, in denen man diese Frage detaillierter aufgreifen muss.

**Frage:** Was ist ein Vielverzehrer und was ist ein Normalwildfleischesser?

**Dr. Daniel Hoffmann:** Das ist sicherlich noch für das zukünftige Studiendesign sinnvoll, zu klären, wie wir den Vielverzehrer definieren und wen wir als „Normalo“ durchgehen lassen.

**Frage:** Daran schließe ich eigentlich schon ganz gut daran. Wir müssen ja nach Lösungen suchen und ich finde den Ansatz schon vom Prinzip her ganz gut, dass sich die Vielverzehrer von Wild auch als Teil davon mit darum kümmern. Würden Sie empfehlen, dass sich die Vielverzehrer einfach mal stärker untersuchen lassen?

**Dr. Daniel Hoffmann:** Das wäre mit Sicherheit ein wichtiger Ansatz. Ich bin auch überzeugt davon, dass wir hier ein großes Feedback aus der Jägerschaft bekommen. Wir hatten ja

schon 700 Personen mit der Rückmeldung „Jawohl, wir wollen daran teilnehmen!“. Das zeigt auch, dass da verstärktes Interesse besteht. Ich denke, dass es mit Sicherheit für so eine Studie „Fünf vor Zwölf“ ist. Eine solche Studie sollte im eigenen Interesse der Jägerschaft gut und sauber durchgeführt werden.

### **3.4 Studie zur Bioverfügbarkeit von Geschossblei aus Schweden**

Ulf Qvarfort, Christer Holmgren,  
Food Standards Agency (FSA), Schweden

Ich werde versuchen, die Ergebnisse einer Studie zur Bioverfügbarkeit von metallischen Bleifragmenten und Bleisplittern vorzustellen. Wir sprechen hier über mit bleihaltiger Büchsenmunition jagdlich erlegtes Schwarzwild – das war das Thema unserer Studie. Die Freisetzung von Bleifragmenten macht dabei etwa ein bis zwei Prozent aus. Die Studie läuft noch, aber wir wissen: Es kommt zur Auflösung des Bleis im Magen. Es gibt diese kleinen Splitter und wir möchten wissen, was mit diesen Splittern im gastrointestinalen Trakt passiert.

Zunächst einmal die Fakten: Die Wunden sind nicht vermeidbar. Wir schießen auf die Tiere, doch der Schaden kann nicht vorausgesagt werden. Man kennt die Distanz nicht. Man weiß nicht, wie groß das Tier ist und welche Wunde entstehen wird. Es ist ein großer Unterschied, ob es sich um einen Schulterschuss handelt oder ob sich der Einschuss in einem anderen Bereich des Körpers befindet. Wichtig für den Jäger ist, dass die Gewebeschäden deutlich sichtbar sind. Man kann sie sehen und entfernen.

Dazu gibt es einige Schlüsselfragen in Zusammenhang mit der Risikobewertung. Zunächst geht es um die Freisetzung von Splittern aus der Kugel. Wenn es diese Splitter nicht geben würde, würde es kein Risiko geben. Dann geht es um die Methoden, wie man das mit Kugelsplittern durchsetzte Wildfleisch ausschneidet. Wenn man das sehr sorgfältig tut, ist das Risiko einer späteren Bleiaufnahme sehr gering. Wie hoch das Risiko durch diese Splitter ist, hängt also von der eigenen Arbeit ab. Noch wichtiger ist das Ausmaß, in dem Bleipartikel verschluckt werden. Es kann natürlich noch andere Bleipartikel im Magen-Darm-Trakt geben.

Die Ziele unserer Studie: Zunächst einmal wollen wir sehen, wie Blei im Körper verteilt wird. Das haben wir zunächst mit Röntgenaufnahmen gemacht. Damit kann man die Verteilung des Bleis im Körper in einer Ebene betrachten. Man erhält jedoch ein Bild, das nicht unbedingt der Realität entspricht. Deshalb müssen wir das Bild auch in dreidimensionaler Darstellung haben. Denn wir wollen durch In-vitro-Simulation feststellen, inwieweit das metallische Blei in Bleiverbindungen im Magen-Darm-Trakt umgesetzt wird und auch biologisch verfügbar ist. Wenn man sich das Bild der dreidimensionalen Verteilung der Splitter anschaut, sieht man um den Schusskanal herum Fragmente in der Nähe des Diaphragmas. Wenn das Geschoss der Kugel in den Körper kommt, kollabieren die Lungen und es entsteht ein sehr hoher Druck. Dann verteilt sich das Blut und es kommt natürlich auch ins Fleisch hinein.

Es geht nicht nur um die Splitter, die vorhanden sein können. Die Bleikonzentration im Wildbret hängt auch davon ab, wie die Zubereitung und die Probenentnahme erfolgen. Wir müssen sehen, wie hoch der Gesamtbleigehalt ist und wie viel davon freigesetzt wird. Auch das ist hier zu diskutieren. Wir brauchen dafür eine besondere Methode, auch wenn es nicht die genaueste Methode der Welt ist. Es ist für uns einfacher, den Gesamtgehalt an Blei zu entnehmen und dann den Bleigehalt bei der Freisetzung im Magen zu sehen.

Am Ende haben wir ein computertomografisches Bild und keine Röntgenaufnahme. Wir setzen uns zunächst mit dem Gesamtbleigehalt auseinander und machen die gleichen

Messungen. Daraufhin wird eine Röntgenaufnahme angefertigt, um die sichtbaren Fragmente zu erkennen. Das ist nicht überall gleich. Dabei ist nur eine relative Genauigkeit möglich. Danach wird die Gesamtbleimenge ermittelt. Das bedeutet, dass man nur einen Teil des Fleisches nimmt, um zu sehen, was dann passiert. Es gibt bspw. Stellen, an denen man einen sehr niedrigen oder einen sehr hohen Anteil am Gesamtbleigehalt hat.

Um den Gesamtbleigehalt zu ermitteln, nutzten wir die Methode der sogenannten „Veraschung“. Dabei teilen wir die Probe in verschiedene Teile auf. Das Ganze kommt zusammen in einen Topf, um dann zu trocknen, und alles wird auf 450 Grad erwärmt. Dabei erhalten wir kleine Aschebestandteile, so wie bei einer Zigarre. Wir brauchen dann nur sehr wenig Säure, denn in der Säure kann auch Blei enthalten sein, was das Hauptproblem ist. Wir wollen ja sehen, wie hoch der Gesamtbleigehalt ist.

Wir entnehmen also erst die Probe, mischen diese mit simulierter Magensäure, behandeln das Gemisch einige Stunden lang, und der Brei, der dann mit der freigesetzten Magensäure entsteht, kommt dann in zwei Töpfe. Daraufhin wird auf Blei getestet, das im Magen-Darm-Bereich freigesetzt wird. Im zweiten Topf wird dann der pH-Wert ermittelt. Danach wird geschüttelt, um die Verdauung zu simulieren, und dann auch diese Probe analysiert. Das Ergebnis: Im Magen war weniger Blei – und nicht mehr. Ich habe noch keine genauen Zahlen, weil die Studie noch nicht abgeschlossen ist. Warum ist das so? Bei den Blei-Ionen ist es meiner Meinung nach wie in der Natur. Wir haben ja auch Eisen im Fleisch, und die Blei-Ionen binden sich daran. Das Ergebnis ist im gastrointestinalen Darmtrakt niedriger. Das ist eine Pilot-Studie. Niemand hat eine Studie auf diese Art und Weise bisher durchgeführt. Wir haben eine Kontrollsimulation mit einem Bleigeschoss gemacht, das genauso mit den Magen- und Darmwerten behandelt wurde. Die Ergebnisse dessen, was in der Darmsäure aufgezeigt wurde, ist eine Hauptfreisetzung von 0,61 und der Median liegt bei 0,54.

Meine Damen und Herren, ich danke Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit.

### **3.5 Welche neuen Erkenntnisse ergeben sich für die Schwermetallexposition aus Jagdmunition?**

Dr. Gerhard Heinemeyer  
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

Ich referiere zum Thema Schwermetallexposition aus Jagdmunition. Dabei möchte ich zunächst kurz zusammenfassen, was wir bisher zusammengetragen haben: Starke Belastungen des Wildfleisches können durch Bleimunition verursacht sein. Daraus ergibt sich die Frage: Welche Mengen nehmen Jäger, ihre Familien und andere jagdnahe Personen auf, die häufig Wild essen? Im Jahr 2011, als das letzte Symposium zu diesem Thema stattfand, gab es nur ungenügende Daten zu den Konzentrationen von Blei im Wildfleisch. Das hat sich geändert. Jetzt besitzen wir Daten, die eine erste Differenzierung hinsichtlich Keule, Rücken und anderem Fleisch in der Nähe des Schusskanals erlauben. Aber wir haben keine spezifischen Verzehrdaten. Dafür benötigt man weitere Daten zum Wildverzehr sowie zum allgemeinen Verzehr in Jägerfamilien. Hier im BfR stellen wir uns die Frage, wie es um die Bleibelastung von Verbrauchern steht, die zum Beispiel öfters Wildfleisch beim Jäger kaufen, aber selten Wildbret essen. Da wir nun über neue Daten verfügen, konnte eine Expositionsbeurteilung gemacht werden, bei der nach verschiedenen Fleischteilen differenziert wurde. Ich stelle Ihnen zunächst vor, wie wir die Bleidosis berechnen, wenn wir mit diesen Daten arbeiten.

#### **Die Berechnung der Bleidosis**

Zugrunde gelegt haben wir die Gehalte von Blei aus der heute bereits von Frau Müller-Graf vorgestellten Studie. Da wir jedoch keine spezifischen Daten zum Verzehr haben, müssen

wir dafür auf die Daten der Nationalen Verzehrstudie zurückgreifen. Die Nationale Verzehrstudie liefert eine differenzierte Übersicht zum Verzehr verschiedenster Lebensmittel durch die allgemeine Bevölkerung. Wir müssen diese Daten auf die Jagdfamilien übertragen. Die Höhe der Exposition ergibt sich dann aus der Summe des Bleieintrags aus allen möglichen Lebensmitteln, die im Laufe einer bestimmten Zeit gegessen werden.

Wir passen den allgemeinen Wildverzehr an den allgemeinen Fleischverzehr an. Man kann bspw. annehmen, dass sämtlicher Fleischkonsum über den Verzehr von Wild erfolgt. In diesem Fall würde man die gesamte Fleischmenge aus der nationalen Verzehrstudie durch Wild ersetzen. Anders betrachtet, würde auch gelten: Wenn man eine Wildmahlzeit pro Woche annimmt, beträgt der Anteil Wild am gesamten Fleischverzehr ein Siebtel. Das kann man in verschiedenen Szenarien durchrechnen.

### Der mittlere Gehalt ist entscheidend

Wir sind vom Normalverzehrer ausgegangen. Hier beträgt nach der nationalen Verzehrstudie eine mittlere Aufnahme von Fleisch 1,5 Gramm pro Kilogramm pro Tag. Ein Normalverzehrer isst demnach ungefähr 100 Gramm Fleisch am Tag. Demgegenüber nimmt ein Vielverzehrer 3,4 Gramm pro Kilogramm und Tag auf. Bei ihm kommt man auf einen Fleischkonsum von 200 bis 250 Gramm pro Tag. Das sind die Basisannahmen. Da diese Vielverzehrer oft auch mehr von anderen Lebensmitteln essen, rechnen wir außerdem noch den erhöhten Konsum von Gemüse und Getränken herein. Das macht die EFSA, die europäische Lebensmittelagentur, bei ihren Bewertungen auch so. Den Fleischverzehr halten wir konstant und ziehen dann die eingesetzte Wildportion von dem Verzehr der anderen Lebensmittel, also der anderen Fleischarten wie Rind oder Schwein, ab. So erhalten wir einen Wert für die Konzentration von Blei im Fleisch. Wir müssen dabei immer die mittleren Gehalte nehmen. Das sind sozusagen die verschiedenen Portionen Fleisch, die pro Jahr im Laufe der Zeit gegessen werden. Denn wir gehen davon aus, dass wir nicht das Wildschwein in die Tiefkühltruhe stecken und immer das Fleisch vom gleichen Tier nehmen, sondern dass wir Wildfleisch aus unterschiedlichen Quellen essen.

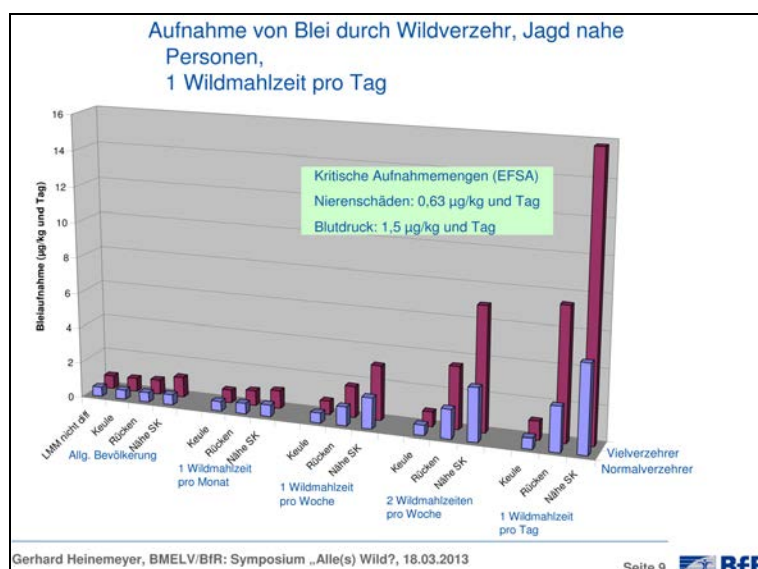


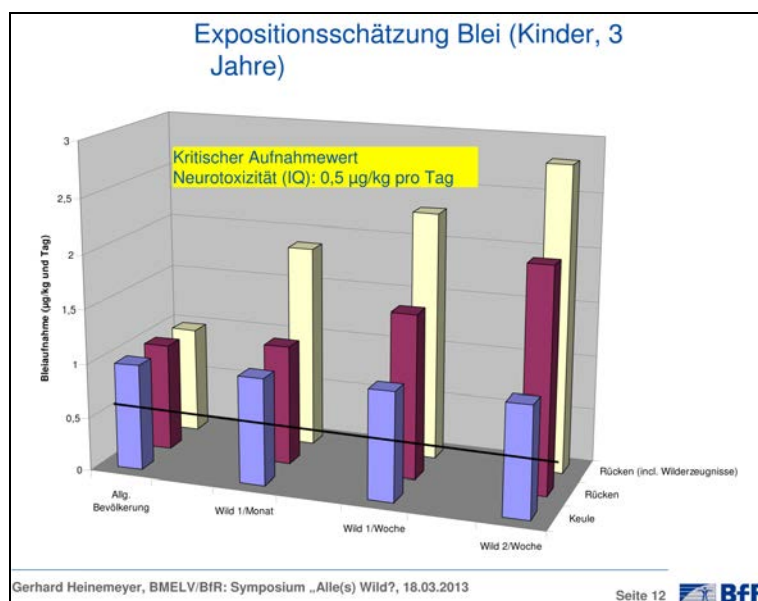
Abb.1: Aufnahme von Blei durch Wildverzehr

### Auswirkungen bei Erwachsenen

Auf dem dargestellten Diagramm ist die Aufnahme von Blei in Mikrogramm pro Kilogramm Körpergewicht und Tag angegeben. Bei der allgemeinen Bevölkerung kommen wir auf einen Wert von 0,7 Mikrogramm pro Kilogramm. Nehmen wir an, ein Mensch isst einmal pro Monat

Wild. Dann kommen wir zu einem Ergebnis, das sich nicht wesentlich von dem für die allgemeine Bevölkerung unterscheidet. Wenn eine Person einmal pro Woche Wild isst, stellen wir schon eine deutliche Erhöhung fest. Nehmen wir einen Wildkonsum von zweimal pro Woche an, sieht man schon deutliche Unterschiede. Das entspricht den Werten, die Herr Hoffmann uns als „normalen Wildverzehr“ genannt hat. Wenn wir sogar täglich eine Wildmahlzeit annehmen, erreichen wir einen sehr hohen Wert von ungefähr 15 Mikrogramm pro Kilogramm Körpergewicht am Tag. Das ist bei den Vielverzellern so. Bei den Normalverzellern ist das deutlich weniger. Ich habe Ihnen die kritischen Aufnahmewerte nach Angaben der EFSA dazugesetzt. Nach denen können die Nieren ab einem Wert von 0,63 Mikrogramm Blei pro Kilogramm und Tag geschädigt werden. Die kritischen Werte hinsichtlich des Blutdrucks liegen bei 1,5 Mikrogramm Blei pro Kilogramm und Tag. Diese Werte übersteigen auch schon bei einer Wildmahlzeit pro Woche und bei Vielverzellern die kritischen Werte der EFSA.

Doch man muss die Sache noch etwas differenzierter betrachten: Wer pro Woche zweimal Wild ist, und dies konstant das ganze Jahr über, wird im Grunde genommen immer eine geringe Konzentration an Blei in der Nahrung haben. Aber es kann sein, dass die betreffende Person zwischendurch bei einer Mahlzeit ein Stück mit einem hohen Bleigehalt erwischt und eine dementsprechend hohe Exposition resultiert. Die einzelnen Ausreißer führen dann zu den hohen Werten, die auf dem Diagramm zu sehen sind. Es ist leicht zu verstehen, wenn man sagt: „Je weniger ich esse, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass ich ein Stück Wild mit einem solch hohen Wert erwische.“ Aber es ist natürlich nicht sicher, dass ich sie nicht erwische.



**Abb.2: Expositionsschätzung: Blei bei drei Jahre alten Kindern**

### Auswirkungen bei Kindern

Bei den Kindern haben wir auch eine Verzehrstudie, das ist die sogenannte VELS-Studie (Verzehrstudie zur Ermittlung der Lebensmittelaufnahme von Säuglingen und Kleinkindern). Diese Studie wurde bei Kindern im Alter von einem halben Jahr bis einschließlich fünf Jahren gemacht. Die Daten für die Konzentrationen stammen aus unserem Bleiprojekt. Ich habe sie nur für Keule und Rücken berücksichtigt. Die Werte aus der Nähe des Schusskanals habe ich weggelassen, weil dort sowieso hohe Werte zu erwarten gewesen wären. Wir essen ja sicherlich auch viel Wurst, die aus Wildfleisch hergestellt wird. Das habe ich auch noch mit eingerechnet. Bei Daten für die Erwachsenen wurde das schon in dem Gesamtverzehr mit eingerechnet. Ich rechne Reh und Wildschwein wie bei den Erwachsenen zu gleichen Teilen.

Bei den Kindern sieht das so aus: Wenn ich eine Wildmahlzeit pro Woche annehme, bleibe ich auch ungefähr in dem Bereich, bei den Werten für die Keule ändert sich nicht viel, die Werte für den Rücken sind höher, und wenn ich Produkte wie Wurst mit dazu rechne, komme ich auch auf deutlich höhere Werte. Die kritische Linie hier für die Neurotoxizität liegt nach Aussage der EFSA bei 0,5 Mikrogramm pro Kilogramm Körpergewicht pro Tag. Dieser Wert wird bereits bei der allgemeinen Bevölkerung deutlich überschritten. Wenn wir Erwachsene und Kinder vergleichen, dann sehen Sie, dass die Kinder deutlich höher exponiert sind und bezogen auf das Körpergewicht mehr Blei aufnehmen als Erwachsene.

### **Keine höheren Werte für Kupfer und Zink**

Ich habe die Daten aus dem Projekt mit den Daten der Messdaten von Kupfer und Zink aus dem Lebensmittel-Monitoring von Rindern und Schweinen verglichen. Die Konzentrationen und Gehalte von Kupfer und Zink sind nicht unterschiedlich. Wir haben praktisch im Rind und im Schwein die gleichen Konzentrationen wie im Wild, sodass sich hier eine Expositionsbeurteilung erübrigt. Wir können annehmen, dass kupfer- und zinkhaltige Munition nicht zu einer erhöhten Exposition führt.

### **Fazit**

- Bleimunition führt zu Bleigehalten, die bei häufigem Verzehr zu nicht tolerierbaren Aufnahmemengen von Blei führen.
- Die Aufnahmemengen sind je nach Fleischstück unterschiedlich.
- Kinder weisen höhere Aufnahmemengen auf als Erwachsene.
- Regionale Unterschiede der geogenen Belastung sind keine Ursache für gesundheitliche Risiken.

### **Hinweis: Zusammenhang von Bleibelastung und IQ**

Die EFSA hat eine zentrale Beobachtung bei der Risikobewertung von Blei gemacht: Es gibt verschiedene Studien, die unabhängig davon durchgeführt wurden, bspw. eine Studie von Lanphear und Kollegen. Sie haben die Konzentration im Blut von Blei bei Kindern gemessen und den Intelligenzquotienten (IQ) dieser Kinder bestimmt. Das Ergebnis: Es gibt einen Zusammenhang zwischen der Konzentration von Blei im Körper und dem IQ. Es hat in der EFSA eine lange Diskussion gegeben, ob man diese Daten verwenden soll, aber es hat vieles dafür gesprochen. Blei wirkt im Körper also neurotoxisch.

### **Hinweis: konkretes Fallbeispiel**

Ein Jäger schrieb das BfR an. Er sagte, er isst jede Woche zirka 1,5 Kilogramm Wild und er wollte etwas zur Bleibelastung wissen. 1,5 Kilogramm Wild bedeutet einen Konsum von rund 200 Gramm pro Tag. Bei Wildfleisch aus der Keule ergibt sich ein Bleiwert von 1,2 Mikrogramm pro Kilogramm pro Tag. Bei Fleisch aus dem Rücken von Wildschwein oder Reh sind es 8,5 Mikrogramm pro Kilogramm pro Tag. Bei Fleisch aus der Nähe des Schusskanals ergeben sich übers Jahr gemittelt ungefähr 12,2 Mikrogramm Blei pro Kilogramm und Tag. Laut den Daten aus der Verzehrstudie kamen wir auf etwa 15 Mikrogramm Blei pro Kilogramm pro Tag. Hier haben wir also eine ganz gute Übereinstimmung.

### **Diskussion**

**Frage:** Sie hatten bei der Exposition für Kinder ja nur noch zwei Werte genannt, für Keule und für Rücken. Warum lassen Sie bei der Kinderernährung, wo es erfahrungsgemäß hohe Werte gibt, die hohen Werte aus der Schusskanalumgebung weg? Und eine zweite Frage: Wir sprechen ja hier von Durchschnittswerten aufs Jahr gemittelt. Welchen Einfluss hat es, wenn man Wild nicht als Durchschnittswert von 0,2 Gramm oder zwei Gramm pro Tag zu sich nimmt, sondern dann ja geballt in einer Mahlzeit oft das Mehrfache – welchen gesundheitlichen Effekt hat diese plötzliche Aufnahme von wesentlich mehr Blei?



**Dr. Gerhard Heinemeyer:** Zu der ersten Frage: Wenn wir bei Erwachsenen schon bei Proben aus der Nähe des Schusskanals so viele höhere Werte und Aufnahmemengen haben, dann werden wir diese hohen Werte natürlich erst recht bei den Kindern erhalten. Also liegen wir bei den Kindern auch mit den Proben aus dem Rücken des Wilds schon deutlich über dem akzeptierten Wert. Diese Werte würden bei Proben aus der Nähe des Schusskanals noch höher liegen. Die Konsequenz, die sich daraus ergibt, ist dieselbe.

Zu dem anderen Punkt: Man muss diese punktuellen Aufnahmen addieren. Wir haben heute Morgen gelernt, dass Blei eine Halbwertszeit von mehreren Monaten im Blut und von mehreren Jahren in den Knochen hat. Das heißt: Alles Blei, das Sie aufnehmen, wird nur zu einem ganz kleinen Teil wieder ausgeschieden. Ich denke, zu drei bis fünf Prozent. Der Rest bleibt im Körper – und zwar für Jahre. Das ist ein ganz wichtiger Punkt. Wenn wir zulassen, dass die Kinder Blei aufnehmen, dann belasten wir sie für das ganze Leben. Das muss man dabei ganz klar sagen. Wenn ich mit meinen 64 Jahren Wildfleisch esse, dann ist mir das ziemlich gleich, ob es mit Blei belastet ist oder nicht. Ich habe meine Zeit hinter mir. Aber meinen Enkelkindern möchte ich das nicht zumuten.

**Frage:** Beim Diagramm zur Aufnahme von Blei durch Wildverzehr haben Sie mit Zahlen operiert. Sie hatten aber auch die Bleiwerte von dem gesamten Wildbret-Monitoring aufgelistet und dabei waren eine ganze Menge Peaks. Waren das im Diagramm dann Durchschnittswerte aus den Befunden?

**Dr. Gerhard Heinemeyer:** Das waren die Durchschnittswerte. Die Sache ist natürlich ganz stark abhängig davon, wie hoch diese Nachweisgrenze ist und wie hoch die Messwerte sind. Die meisten messbaren Werte liegen deutlich über der Nachweisgrenze. Man macht das dann normalerweise so, dass man die Werte alle als 0 rechnet oder auch als Nachweisgrenze und dann kann man den Unterschied feststellen. Ich gehe mal von den hier vorliegenden Daten davon aus, dass die nicht sehr hoch sind. Also vor allem nicht beim Mittelwert.

**Frage:** Eine Frage, die sich die schwedischen Freunde hier stellen, ist: Was kalkulieren Sie als aufgenommenes Blei? Wird da alles Blei berechnet, das als metallisches Blei in den Körper gelangt? Oder ist es wirklich nur das Blei, das dann biologisch verfügbar ist und resorbiert wird?

**Dr. Gerhard Heinemeyer:** Ich berechne hier die Dosis, die ein Mensch mit den Lebensmitteln aufnimmt. Die EFSA hat in ihrer Bewertung die Bioverfügbarkeit und die sonstigen verfügbaren Mengen von Blei mit in ihre Bewertung eingerechnet. Das heißt, die 0,5 Mikrogramm pro Kilogramm, die diesen zwölf Milligramm pro Deziliter im Blut entsprechen, beinhalten bereits alle Verfügbarkeitsbesonderheiten, sodass ich diese Werte, die ich jetzt extern berechne, direkt mit diesem Wert vergleichen kann.

**Frage:** Aber Sie setzen das aufgenommene Blei mit dem, was dann im Körper wirkt und wirksam ist, gleich?

**Dr. Gerhard Heinemeyer:** Ich berechne, was mit dem Mund aufgenommen wird. Dieses Blei wird resorbiert und verteilt sich dann im Körper.

**Frage:** In der Stellungnahme des BfR, die 2011 für ziemlichen Wirbel gesorgt hat, steht auf der Seite 52 ein ganz entscheidender Satz: Insgesamt sei festzuhalten, dass die Bleiexposition bei Erwachsenen im Allgemeinen im Durchschnitt in Deutschland in einem allgemeinen Bereich liege, der schon die Funktionsfähigkeit der Nieren beeinträchtigen könne. Ich wundere mich, dass darauf nicht näher eingegangen wird. Das heißt ja: Wir nehmen durch Nahrungsmittel und Getränke, Gemüse durch Getreide schon so viel Blei auf,

dass es zu Nierenschäden kommen kann. Welche Rolle spielt da im Verhältnis eigentlich das Wildbret?

**Dr. Gerhard Heinemeyer:** Wenn wir schon ohne Wild so viel Blei aufnehmen, dass es zu einem grenzwertigen Risiko kommt, dann muss dieses Risiko doch noch größer sein, wenn wir noch mehr von dem Blei aufnehmen. Wir reden hier von einer zusätzlichen Aufnahme zu einer Menge, die wir bereits als kritisch ansehen. Hier gilt tatsächlich „Viel macht viel beziehungsweise viel mehr“. Man kann nicht sagen: „Wir nehmen ja schon so viel mit dem Getreide auf, dann können wir auch noch mehr Wild essen.“ So ist es nicht. Wir müssen schon sehen: Das sind erhebliche Mengen – teilweise zehnmal mehr oder zwanzigmal mehr.

**Frage:** Aber noch mal zurück zur Risikobewertung. Das heißt ja, dass die Bevölkerung in Deutschland grundsätzlich einem sehr großen Risiko durch Blei ausgesetzt ist. Wie gedenkt die Regierung, wie gedenkt das BfR, dieses Risiko in den Griff zu kriegen?

**Dr. Gerhard Heinemeyer:** Nun rechnen Sie mal nicht das Risiko, über das wir gesprochen haben, auf die normale Bevölkerung herunter. Das wäre nicht gut. Wir haben gesagt, dass wir eine zu hohe Exposition in der Bevölkerung haben, das ist richtig. Aber das ist kein Argument, um zu sagen, dass das mit dem Wild nichts macht und dass wir das so akzeptieren können.

### **3.6 Status: Risikobewertung von Blei, Kupfer und Zink in Wildbret**

Dr. Helmut Schafft, Dr. Antje Gerofke  
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

Die Grundlage für die Bewertung gesundheitlicher Risiken bildet ein auf wissenschaftlichen Methoden beruhender, forschungsgestützter Ansatz, der im Wesentlichen vier Schritte umfasst: die Identifikation von Gefahren, die Charakterisierung von Gefahren, die Abschätzung der Exposition des Menschen sowie die Charakterisierung des Risikos. Die Gefahrenidentifikation sowie Gefahrencharakterisierung, also die quantitative Beurteilung der gesundheitlichen Wirkung, die von der identifizierten Gefahrenquelle ausgehen könnte, haben wir bereits heute Morgen diskutiert. Anschließend sind wir dann übergegangen zur Frage der Expositionsschätzung, d.h. zur Frage der qualitativen und/oder quantitativen Beurteilung der Aufnahme von Blei unter besonderer Berücksichtigung des Expositionspfades „Wildbret“. Der letzte Schritt in der Bewertung eines Risikos, die Risikocharakterisierung, beinhaltet die Ergebnisse aller vorherigen Schritte. Das Ergebnis ist eine quantitative Einschätzung der Häufigkeit und Schwere der schädlichen Auswirkungen von Blei, Kupfer und Zink auf die Gesundheit in einer bestimmten Bevölkerungsgruppe unter Berücksichtigung der mit der Bewertung verbundenen Unsicherheiten.

Mit Blick auf die Risikobewertung von Blei im Wildbret ist festzustellen, dass die Ergebnisse der Stellungnahme Nr. 040/2011 des BfR vom 3. Dezember 2010 mit dem Titel „Bleibelastung von Wildbret durch Verwendung von Bleimunition bei der Jagd“ auch weiterhin Gültigkeit haben. Das heißt, dass die in den gegenwärtig laufenden Untersuchungen zum Forschungsprojekt „Lebensmittelsicherheit von jagdlich gewonnenem Wildbret“ erarbeiteten Erkenntnisse an den grundsätzlichen Aussagen des BfR zur gesundheitlichen Bewertung von Blei in Wildbret nichts geändert haben.

#### **Die wesentlichen Kernaussagen des BfR vom 3. Dezember 2010**

- Für Blei kann im Gegensatz zu Kupfer und Zink keine Wirkschwelle benannt werden.
- Wildfleisch gehört zu denjenigen Lebensmittelgruppen in Deutschland und in Europa, welche die höchsten Bleigehalte aufweisen.

- Alle Maßnahmen sind zu unterstützen, die zu einer Verringerung des Eintrags an Blei in die Nahrungskette führen.
- Für besonders empfindliche Bevölkerungsgruppen wie Kinder (bis zum Alter von sieben Jahren) und Schwangere (sowie Frauen im gebärfähigen Alter) ist ein gesundheitliches Risiko durch die Exposition gegenüber Blei möglich.
- Wild gehört zu den selten verzehrten Lebensmitteln. Der Beitrag zur Bleiexposition ist bezogen auf die Allgemeinbevölkerung gering.
- Verbraucher aus Jägerhaushalten und ihrem Umfeld müssen aufgrund eines vergleichsweise hohen Wildverzehrs gesondert betrachtet werden.

### **Gehalte von Blei, Kupfer und Zink**

Die Ergebnisse der Untersuchungen zu den Gehalten an Blei, Kupfer und Zink in verzehrbaren Geweben von mit Büchsenmunition erlegten Wildes weisen große Unterschiede auf. Hier zeigt sich beim Blei eine große Streuung der Gehaltswerte. Vereinzelt werden sehr hohe Bleiwerte in den verzehrbaren Geweben analysiert. Im Gegensatz dazu ist bei Kupfer und Zink nur eine vergleichsweise geringe Streuung der Gehaltswerte zu beobachten. Die Konzentrationen an Kupfer und Zink im Wildfleisch sind zudem weitgehend vergleichbar mit Gehalten, wie sie in Fleisch und dessen Verarbeitungsprodukten von landwirtschaftlichen Nutztieren nachgewiesen werden. Entsprechende Angaben finden sich in den „Berichten zur Lebensmittelsicherheit – Monitoring“. Das Monitoring ist ein gemeinsam von Bund und den Ländern durchgeführtes systematisches Mess- und Beobachtungsprogramm. Die im Rahmen des Monitorings untersuchten Lebensmittel sind u.a. Bestandteil eines repräsentativen Warenkorbes, der auf der Grundlage nationaler Verzehrstudien abgeleitet wurde. Wenn nun die mittleren Gehalte an Kupfer und Zink im Fleisch bzw. in Fleischwaren von Rind, Schwein und Geflügel in etwa denjenigen Gehaltswerten entsprechen, die das BfR im Rahmen des BMELV/BfR-Projektes im jagdlich gewonnenem Wildbret analysiert hat, dann lässt sich schlussfolgern, dass unabhängig davon, ob man Schweinefleischprodukte, Rindfleischprodukte oder Wild verzehrt, die Aufnahme von Kupfer und Zink pro verzehrter Einheit Fleisch oder Verarbeitungsprodukt pro Zeiteinheit ähnlich ist. Für die Expositionsschätzung ist die Verzehrrate entscheidend. Bei der Risikobewertung folgt alles dem Diktum des Paracelsus: „Die Dosis macht das Gift“ (dosis facit venenum). Oder: Ohne Exposition kein gesundheitliches Risiko.

### **Fazit**

Aus Sicht des BfR ist ein gesundheitliches Risiko in Bezug auf das Vorkommen von Blei in Wildbret – bei gegebener Exposition des Verbrauchers gegenüber Blei im Wildbret – wegen des hohen Gefährdungspotenzials von Blei möglich. Hingegen ist in Bezug auf das Vorkommen von Kupfer und Zink in Wildbret aus Sicht des gesundheitlichen Verbraucherschutzes ein gesundheitliches Risiko – bei gegebener Exposition des Verbrauchers gegenüber Kupfer und Zink in Wildbret – wegen des vergleichsweise geringen Gefährdungspotenzials unwahrscheinlich.

### **3.7 Kupfer im Wildbret – welche Einflussfaktoren sind zu beachten?**

Mag. Iris Irschik, Doz. Dr. Manfred Sager, Ass. Prof. Dr. Peter Paulsen, Univ. Prof. Dr. Friedrich Bauer  
Veterinärmedizinische Universität Wien, Institut für Fleischhygiene, Fleischtechnologie und Lebensmittelwissenschaft, Wien

In meinem Vortrag geht es um Kupfer im Wildbret und um die Frage, welche Einflussfaktoren zu beachten sind. In unseren Untersuchungen haben wir versucht, die Fremdkörperexposition und die Kupferexposition des Verbrauchers beim Verzehr von bleifrei erlegtem Wild abzuschätzen.

### Zwei Geschosse im Vergleich

Dazu haben wir zwei verschiedene Geschosse miteinander verglichen: das Barnes-TSX-Geschoss der amerikanischen Firma Barnes und das AERO-Geschoss der österreichischen Firma Styria Arms. Beide sind homogene Kupfergeschosse mit einer Hohlspitze und sollen als reine Deformationsgeschosse wirken. Die Tiere wurden mit Geschossen verschiedener Kaliber erlegt. Mit dem Barnes-TSX-Geschoss haben wir 34 Tiere erlegt und mit dem AERO-Geschoss zwölf Tiere. Die Probenentnahme erfolgte im Kühlraum beziehungsweise im Bereich der Zerlegung. Wir haben in einem Bereich von 20 bis 25 Zentimeter Abstand um den Einschuss und Ausschuss Proben entnommen und diese dann mittels Röntgen auf etwaige Kupfersplitter und deren Verteilung und Größe untersucht. Insgesamt haben wir bei den 34 Tieren, die mit dem Barnes-TSX-Geschoss erlegt wurden, nur bei einem Reh einen Splitter gefunden. Bei den mit dem AERO-Geschoss erlegten Tieren hingegen haben wir bei jedem Tier Splitter feststellen können, teilweise mehr als 20 Splitter. Den größten (5 x 7 mm) fanden wir in einer relativ großen Entfernung vom Einschuss. Dieses Splitterverhalten spiegelt sich auch in der Kupferkonzentration entlang des Schusskanals wider.

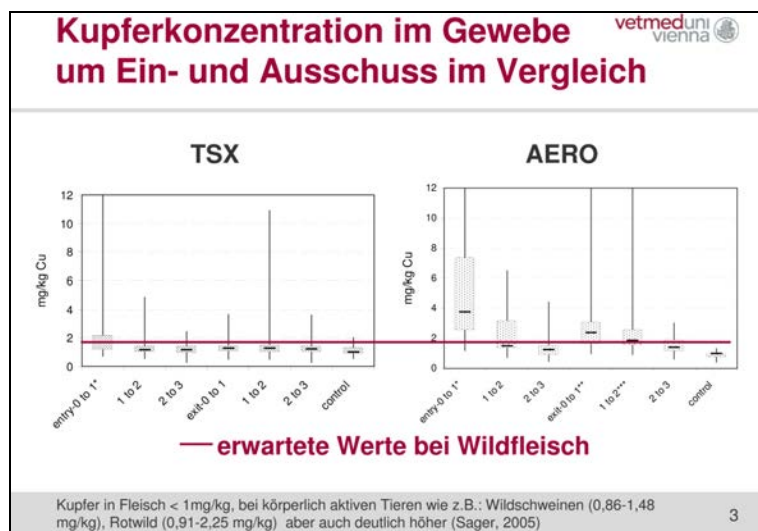


Abb.1: Kupferkonzentration im Gewebe um Ein- und Ausschuss im Vergleich

### Deutlich unterschiedliche Werte

Das linke Diagramm zeigt die Kupferkonzentration entlang des Ein- und Ausschussbereiches der mit dem Barnes-TSX-Geschoss erlegten Tiere. Das rechte Diagramm zeigt die Kupferkonzentration entlang des Ein- und Ausschusses der mit dem AERO-Geschoss erlegten Tiere. Die ersten drei Boxplots zeigen die mittleren 50 Prozent entlang der ersten drei Zentimeter des Einschusses. Die nächsten drei Boxplots zeigen die drei Zentimeter Umgebung des Ausschusses und das letzte Boxplot zeigt den Kontrollwert. Dazu haben wir ein Stück der Unterschenkelmuskulatur des jeweiligen Tieres entnommen und auf seinen Kupfergehalt untersucht. Die Kupferbestimmung erfolgte mit Atomabsorptionsspektrometrie. Beim Barnes-TSX-Geschoss kann man keinen signifikanten Anstieg des Kupfers entlang des Schusskanals sehen. Hingegen können wir bei dem AERO-Geschoss im ersten Zentimeter des Einschusses und im ersten Zentimeter des Ausschusses signifikant höhere Werte feststellen. Die Streuung ist bei diesen Tieren höher. Das deutet auf eine inhomogene Verteilung der Kupferpartikel in der Muskulatur hin.

Die rote Linie zeigt den durchschnittlichen Kupfergehalt an, der laut Literaturangaben zu erwarten ist. Kupfer ist demnach im Fleisch ungefähr in einer Konzentration von ein bis zwei Milligramm pro Kilogramm enthalten. (Bei körperlich aktiven Tieren wie Wildschweinen

und Rotwild sind auch deutlich höhere Werte zu finden.) Wenn man diesen Standardwert mit den im Versuch ermittelten Werten vergleicht, können Sie sehen, dass beim Barnes-TSX-Geschoss keine signifikante Erhöhung zu sehen ist. Bei dem AERO-Geschoss liegt zumindest in drei Zentimeter Entfernung von Ein- und Ausschuss die Kupferkonzentration in einem Bereich, der für Wildfleisch erwartet wird.

### **Abgabe von Kupfer in die Muskulatur**

Im nächsten Schritt haben wir die Abgabe von Kupfer in die Muskulatur unter definierten Umgebungen gemessen. Dazu haben wir Barnes-TSX-Geschosse mit kleinem Kaliber (0,223 Zoll bzw. 5,6 mm Durchmesser) genommen, diese in die Muskulatur von Rehen ein bis zwei Stunden nach der Erlegung eingebettet und dann für drei beziehungsweise sieben Tage in der Muskulatur belassen, um auch den Einfluss des Abhängens zu erfassen. Das Geschoss hatte dabei direkten Kontakt zur Muskulatur. Wir haben die Werte für die ersten zwei Millimeter und in einer Entfernung bis zu einem Zentimeter im Umfeld des Geschosses ermittelt. Dabei konnten wir einen deutlichen Anstieg der Kupferkonzentration vom dritten auf den siebten Tag sehen. Jedoch schon in einem Zentimeter Entfernung vom Geschoss war die Kupferkonzentration relativ niedrig.

### **Der Faktor Beizen**

Wir haben noch weitere Faktoren betrachtet. So gibt es Untersuchungen, die zeigen, dass Blei eine höhere Bioverfügbarkeit erlangt, wenn es wie zum Beispiel beim Beizen in Kontakt mit Säuren kommt. Das wollten wir ebenfalls mit einem Test nachweisen. Dazu haben wir die kleinen Barnes-TSX-Geschosse in Flüssigkeiten eingelegt. Dabei dienten uns destilliertes Wasser, Fleischsaft und Milchsäure als Modell für Fleisch und Rotwein als Modell für eine Zubereitungsart, bei der man Fleisch mariniert. Wir haben die Kupferverfügbarkeit am ersten Tag und dann am dritten sowie siebten Tag gemessen. Das Kupfer löst sich in den organischen Säuren und die Werte nehmen mit einer längeren Verweildauer zu.

### **Der Faktor Erhitzen**

Wir wollten auch noch den technologischen Prozess der Erhitzung einbeziehen. Bei diesem Versuch haben wir Fleischstücke von Damwild und Wildschwein erneut eine Woche gelagert mit diesen Geschossen gespickt, um ein Abhängen nachzuahmen, und danach auf vier verschiedene Arten zubereitet. Wir haben das Fleisch einmal kurz angebraten oder in bzw. ohne Beize gekocht und außerdem gekocht und dann eine Woche gelagert. Diese vier Zubereitungsarten haben wir mit drei verschiedenen Ansätzen durchgeführt. Der erste Ansatz diente als Vergleichswert – ohne Kupfer-Kontamination. Beim zweiten Ansatz wurde das Fleisch mit dem Geschoss sieben Tage gelagert, vor dem Erhitzungsprozess wurde das Geschoss entfernt. Die Proben des dritten Ansatzes wurden ebenso mit dem Geschoss gelagert, jedoch verblieb dabei das Geschoss während der verschiedenen Zubereitungen im Fleisch. Das Ergebnis war: Der Erhitzungsprozess ist nicht maßgeblich. Dadurch hat sich nicht mehr Kupfer gelöst. Im Gegensatz dazu hatte die Verweildauer der Geschosse im Fleisch mehr Bedeutung.

### **Der Faktor Fettoxidation**

Kupfer wirkt wie Eisen als oxidationsförderndes Mittel in Fleisch. Deshalb haben wir dieselben Produkte wie bei dem zuletzt geschilderten Versuch auf ihre Gehalte an Thiobarbitursäure-reaktiven Substanzen getestet. Leitsubstanz ist Malondialdehyd, ein Sekundärprodukt der Fettoxidation, das in essigsaurer Lösung zu einem roten Farbstoff reagiert, den man photometrisch messen kann. Das Ergebnis: Es hatte sich zwar Kupfer gelöst, aber dieses Kupfer hatte keinen Einfluss auf die Fettoxidation. Bei dem erhitzten Fleisch, das danach eine Woche gelagert wurde, haben wir einen Anstieg der Fettoxidation beobachtet, jedoch in einem Umfang, den man erwartet, wenn man ein gekochtes Fleisch eine Woche lang lagert. Wir hatten für diesen Versuch sehr mageres Fleisch mit einem geringen Fettanteil vorliegen. Daher haben wir einen weiteren Versuch gestartet, bei dem wir Wildfaschiertes und auch handelsübliches Faschiertes (gemischt aus Schweine- und

Rindfleisch) mit einem Anteil von zehn Prozent Fett mit Kupfer versetzt haben. Die Kupferdotierung erfolgte über Kupferstaub. Wir haben das Faschierte mit dem Kupferstaub vermischt, dann gebraten und wieder für sieben bzw. 14 Tage gelagert. Danach wurde wieder die Fettoxidation gemessen. Nach zwei Wochen war die Fettoxidation deutlich höher als nach einer Woche. Die unterschiedlichen Kupferdotierungen beeinflussten die Höhe der Fettoxidation nicht.

### **Fazit**

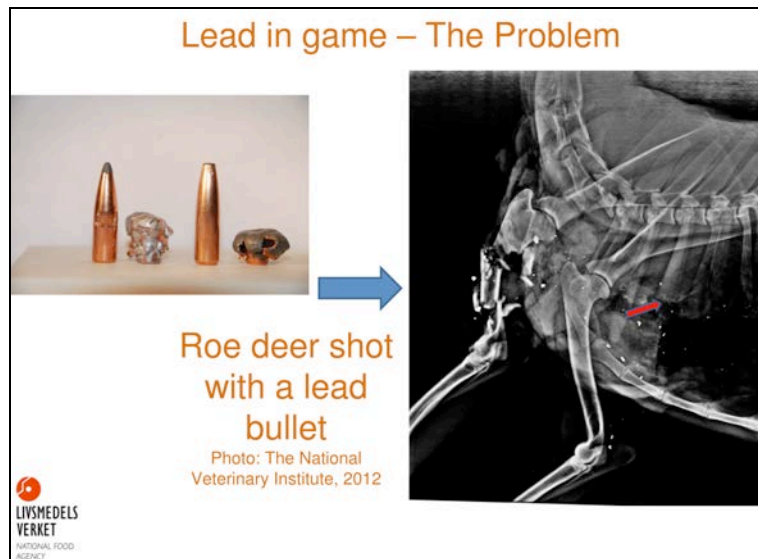
Zusammenfassend möchte ich sagen, dass die Kupferkontamination in der unmittelbaren Schusswunden-Umgebung nur unwesentlich höher ist als der erwartete Wert beim Wildfleisch. Durch die Lagerung und Zubereitung ergaben sich keine Kupfergehalte, die bei normalen Verzehrgewohnheiten die empfohlene Kupferaufnahme übersteigen. Kupferdotierungen von sieben bis 28 mg/kg führten zu keiner erhöhten Ranzigkeit des Fettes.

### **3.8 Risikobewertung und Risikomanagement bei schwedischem Wild, das mit Bleimunition geschossen wurde**

Dr. Rickard Bjerselius, Emma Halldin Ankarberg  
National Food Agency (NFA), Schweden

Zunächst einmal zum Hintergrund dieses Vortrags: Es gibt Studien in Deutschland, in Spanien, in den USA, Norwegen und auch Studien der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (European Food Safety Authority [EFSA]), die alle zeigen, dass der Verzehr von Wildfleisch eine positive Korrelation mit erhöhten Bleiwerten im Blut aufweisen kann. International anerkannte Gremien/Organisationen wie die EFSA, der Gemeinsame FAO/WHO-Sachverständigenausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe (JECFA) und das amerikanische National Toxicology Program (NTP) haben gesagt, dass es keine sicheren Aufnahmemengen für Blei gibt. Deshalb wurde der bis dahin geltende TWI (tolerable weekly intake) zurückgezogen. Die EFSA ist auch zur Schlussfolgerung gelangt, dass die Belastung von Blei für Schwangere und Kinder in Europa in der Nähe des gesundheitlichen Referenzwertes von 0,5 Mikrogramm Blei pro Kilogramm Körpergewicht pro Tag liegt oder sogar darüber.

In Schweden wurden bei Untersuchungen teilweise erhöhte Bleigehalte im Wildbret festgestellt – wir fragten uns: Ist das nur ein schwedisches Problem? Das ist natürlich nicht der Fall. Es sind in Europa einige Studien durchgeführt worden, deren Ergebnisse sehr unterschiedlich sind. Es gibt bei den Ergebnissen eine Variation, eine Schwankungsbreite der gemessenen Bleigehalte. Wir wissen nicht immer so genau, was wir im Wildfleisch haben, das vor uns liegt.



**Abb.1: Blei im Wildbret – das Problem**

Das ist ein Beispiel für zwei Geschosstypen. Der rote Pfeil zeigt an, wo das Geschoss in das Tier eingedrungen ist. Die Bleisplitter sind in Weiß dargestellt und Sie sehen, dass sie sich vor allem im unteren Bereich des Tierkörpers befinden.

### **Viele Menschen in Schweden essen Wildfleisch**

Warum ist das für die Lebensmittelsicherheitsbehörde in Schweden ein Problem? Wir haben etwa 300.000 Jägerinnen und Jäger in Schweden und die meisten haben Familien. Also sind 600.000 bis 900.000 Personen potenziell betroffen, d.h., sieben bis zehn Prozent der schwedischen Bevölkerung essen wahrscheinlich häufig Wildfleisch. Die Jahres-Wildfleischproduktion entspricht in etwa zwölf Prozent der Rindfleischproduktion in Schweden. Die neue Stellungnahme der EFSA (2010), nach der es keine sicheren Werte bei der Bleibelastung mehr gibt, hat uns bewogen, uns mit diesem Thema auseinanderzusetzen.

### **Untersuchung der Bleigehalte von Elchhackfleisch**

Wir haben drei Fragen herausgearbeitet, auf die wir Antworten benötigen:

- Gibt es erhöhte Bleigehalte in Elchhackfleisch?
- Wenn ja, stellen sie eine Gefahr für die menschliche Gesundheit dar?
- Wenn es ein Risiko gibt, wie können wir dieses Risiko kontrollieren, wie können wir es managen?

Die Beprobung haben wir in Zusammenarbeit mit dem nationalen Veterinärinstitut und dem schwedischen Jägerverband SJF durchgeführt. Sie haben uns geholfen, das abgepackte Elchhackfleisch zu untersuchen. Sechs Proben kamen aus dem Lebensmitteleinzelhandel, alle anderen direkt aus den Schlachthöfen. Das SVA hat Röntgenaufnahmen dieser Proben angefertigt. In 19 Proben von 54 Proben konnten wir Metallfragmente feststellen. Wir haben einige Analysen vorgenommen, um die Werte zu erfassen, und da die Bleipartikel im abgepackten Fleisch nicht gleichmäßig verteilt sind, haben wir das gesamte Fleisch aus abgepackten 200- bis 600-g-Portionen genommen. Hier sind die Ergebnisse, die wir daraus ableiten konnten.

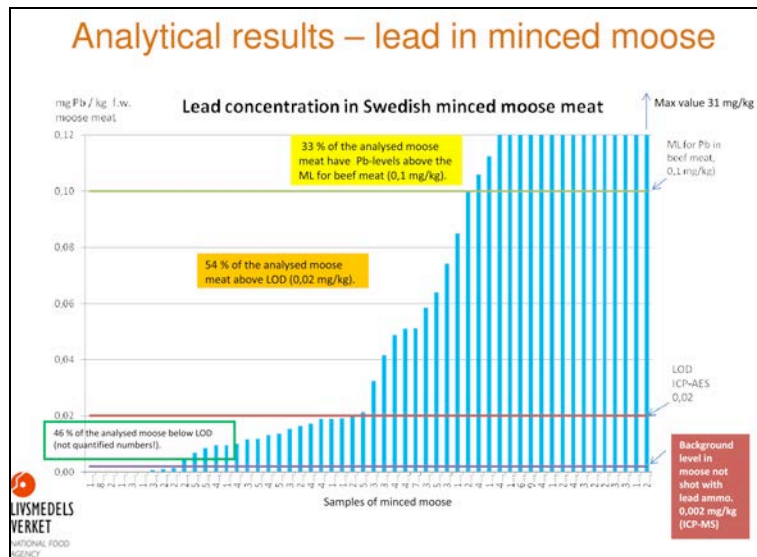


Abb.2: Analyseergebnisse – Bleigehalten in Elchhackfleisch

### Zur Bedeutung der Hintergrundwerte

Wie Sie sehen können, liegen vier bis sechs Prozent der Werte unter der Nachweisgrenze. 33 Prozent der Werte lagen über dem Höchstgehalt für Blei in Rindfleisch. Alle Proben hatten Bleiwerte, die über dem Hintergrundwert lagen. Schaut man sich die Umwelthintergrundwerte von Proben an, die in Bezug auf Rückstände bei der Rückstandsanalyse zusammengetragen wurden, kann man erkennen, dass von 106 Analysen 105 unter der „Bestimmungsgrenze“ (level of quantification; LOQ) lagen. Es gibt also nur eine Probe von Elchhackfleisch mit einem Maximalwert. Wir sind zur Schlussfolgerung gekommen, dass die Hintergrundwerte nicht relevant sind. Es sind die Werte, die aus der Verwendung bleihaltiger Büchsenmunition stammen. Wir haben erhöhte Bleiwerte im Elchfleisch aufgrund der eingesetzten Bleimunition.

### Auswirkungen auf den IQ der Kinder

Um eine Expositions- und Risikobewertung für Blei aus diesem Elchhackfleisch vorzunehmen, weist die EFSA darauf hin, dass neurotoxikologische Untersuchungen insbesondere bei Kindern am wichtigsten sind und es wurde auch von der EFSA gesagt, dass kein sicherer Wert für die Bleiaufnahme festgelegt werden könne. Deshalb wurde als Ersatz ein sogenannter gesundheitlicher Referenzpunkt festgelegt, und zwar bei einem Blutbleiwert von zwölf Mikrogramm pro Liter, das entspricht 0,5 Mikrogramm pro Kilogramm Körpergewicht pro Tag.

Schaut man sich die Bleibelastung von Schulkindern in Schweden an, kann man erfreut feststellen, dass die Werte seit 1978 zurückgegangen sind – insbesondere auch nach dem Verbot von Blei im Benzin. In dieser Studie wurden bei Kindern ungefähr zehn bis zwölf Mikrogramm Blei pro Liter Blut nachgewiesen. Die höchste Exposition gegenüber Blei resultiert heute aus der Aufnahme von Getreide, Getränken und Gemüse sowie von Schalentieren, der Leber aus Wildtieren und auch durch Pilze.

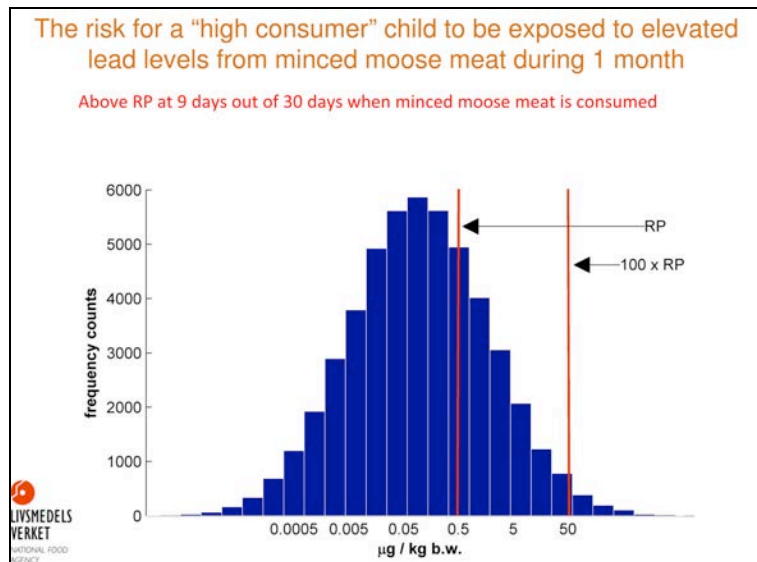
Jetzt wird mein Kollege Dr. Rickard Bjerselius weiter referieren.

Ich arbeite als Risiko-Manager bei der Nationalen Schwedischen Lebensmittelsicherheitsbehörde. Dort bin ich seit etwa zehn Jahren im Bereich der Toxikologie tätig.

Zur Risikocharakterisierung müssen wir diese Risikobewertung ins Verhältnis zu den Bleiwerten im Elch setzen. Als Szenario hatten wir die Studie für die vierjährigen Kinder. Hier



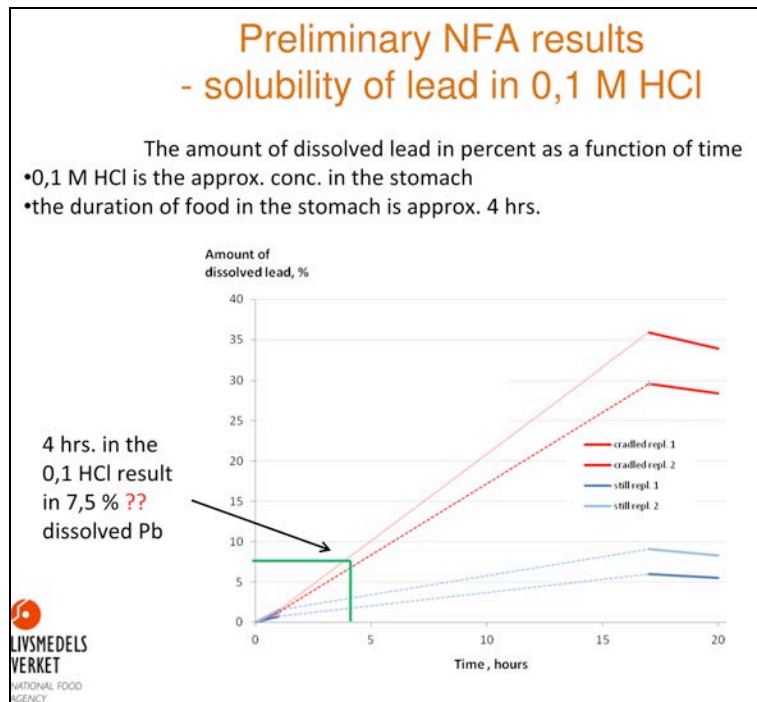
wurde das Rinderhackfleisch durch Elchhackfleisch ersetzt und wir haben eine mittlere Konzentration von 0,9 Gramm Blei pro Kilogramm Fleisch zugrunde gelegt. Es war eine Modellierung. Als „worst case“ wurde davon ausgegangen, dass das gesamte metallische Blei aufgelöst wurde. In dem Bericht wurden Verbraucher mit normalen und Verbraucher mit hohen Verzehrsmengen bei der Modellierung verwendet. Ich habe die hohen Verzehrsmengen betrachtet, also das Szenario für den „worst case“. Das Modellieren ist hier nicht nur ein „Worst-case“-Szenario. Dabei wird nur die Bleiexposition bei Elchhackfleisch betrachtet.



**Abb.3: Risiko für ein Kind, innerhalb eines Monats beim häufigen Verzehr von Elchhackfleisch erhöhten Bleiwerten ausgesetzt zu werden**

Diese Abbildung zeigt das Risiko für ein Kind mit hohem Verzehr während eines Monats. Dafür wurden die verschiedenen Bleiwerte aus dem Elchhackfleisch modelliert, also die verschiedenen Konzentrationen der 54 Proben. Sie können die Aufnahme in Mikrogramm pro Kilogramm Körpergewicht sehen. Oben in der Mitte ist der Referenzpunkt. Die blauen Balken stehen für die Probanden, und diese zeigen, wie häufig die Kinder eine dieser Elchhackfleischportionen verzehrt haben. Etwa 30 Prozent dieser Packungen würden normalerweise von einem Kind verzehrt werden und das würde zu einem Wert bis zum Referenzpunkt führen.

Gibt es Unsicherheitsfaktoren in diesem Zusammenhang? Natürlich. Wir als Risikomanager müssen entscheiden, welches Risiko noch tolerierbar ist. Was bedeutet in diesem Zusammenhang der Verzehr von Wildfleisch für den gemessenen Blutbleigehalt? Die Aufnahme von Bleifragmenten im Magen und im Darm hängt vom Säuregehalt und natürlich auch von der Größe der Bleipartikel ab. Es sind normalerweise sieben bis elf Prozent, je nachdem, wie das Rezept zusammengestellt ist und wie die Aufnahme von dem gelösten Blei aus dem Magen und dem Darm stattfindet.



**Abb.4: Vorläufige Ergebnisse der NFA zur Löslichkeit von Blei in 0,1 M Chlorwasserstoff (HCl)**

Auf dieser Grafik dargestellt sehen Sie ein Experiment und erste vorläufige Ergebnisse. Dabei zeigen wir die Löslichkeit von Blei bei 0,1 M Chlorwasserstoff und den Zeitverlauf für diese Bleifragmente in Chlorwasserstoff und wie viel von diesen Fragmenten gelöst wird. Wir haben Proben nach einer Stunde, nach 17 Stunden und nach 20 Stunden genommen. Die rote Linie zeigt das gelöste Blei bei Bewegung des Tubus. Die blauen Linien sind reiner Chlorwasserstoff. Wir haben feststellen können, dass diese Konzentration von Chlorwasserstoff vier Stunden im Magen messbar ist. Danach haben wir 7,5 Prozent gelöstes Blei im Magen – also dort, wo das Lebensmittel noch im Magen ist. Da gibt es natürlich noch Unsicherheitsfaktoren, aber das ist bereits eine erste Zahl.

Wie viel von dieser Bleibelastung aus Wildfleisch ist dann tolerier- und annehmbar? Wir haben, wie heute bereits erwähnt, diese Expositionsmarge (den „margin of exposure“; MOE), die ausreichend sein sollte, um zu vermeiden, dass es ein größeres Risiko für eine klinisch signifikante Auswirkung auf den IQ gibt, erneut betrachtet und haben versucht herauszufinden, was das jetzt für unsere Elchhackfleischproben bedeutet. Wir haben also hier die Bleigehalte im Hackfleisch vom Elch untersucht.

**Solubility and uptake – considerations for the risk management based on the present results**

Percent of RP (0.5 µg Pb/kg b.w./day), with different levels of solubility of the metallic lead, 1 %, 5 % and 10 %.

Red.....

Lead in minced moose meat (µg Pb/kg)	Lead per portion (µg Pb/65 g)	Percent of RP when 1 % Pb is dissolved for uptake	Percent of RP when 5 % Pb is dissolved for uptake	Percent of RP when 10 % Pb is dissolved for uptake
99,8	6,5	0,7	3,6	7,2
106,0	6,9	0,8	3,8	7,7
112,3	7,3	0,8	4,1	8,1
135,1	8,8	1,0	4,9	10
169,8	11,0	1,2	6,1	12
176,2	11,5	1,3	6,4	13
298,5	19,4	2,2	11	22
398,2	25,9	2,9	14	29
697,8	45,4	5,0	25	50
816,8	53,1	5,9	29	59
884,5	57,5	6,4	32	64
904,6	58,8	6,5	33	65
1450,0	94,3	10	52	105
2540,0	165,1	18	92	183
2540,0	165,1	18	92	183
3402,4	221,2	25	123	246
3402,6	221,2	25	123	246
30000,0	1950,0	217	1083	2167

**Annotations in the table:**

- For 135,1 µg Pb/kg: 10 (28 % above Efsa MOE level)
- For 169,8 µg Pb/kg: 12 (28 % above Efsa MOE level)
- For 298,5 µg Pb/kg: 22 (22 % above Efsa MOE level)
- For 398,2 µg Pb/kg: 29 (22 % above Efsa MOE level)
- For 1450,0 µg Pb/kg: 105 (11 % above Efsa MOE level)
- For 2540,0 µg Pb/kg: 183 (11 % above Efsa MOE level)

**LIVSMEDELS VERKET**  
NATIONAL FOOD SWEDEN

**Abb.5: Löslichkeit und Aufnahme – Überlegungen zum Risikomanagement auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse**

In dieser Tabelle sehen Sie von links nach rechts die Werte für Blei in Mikrogramm pro Portion, dann pro 65 Gramm Hackfleisch sowie den Prozentsatz der Ausschöpfung des Wertes des Referenzpunktes (RP): Wenn ein Prozent Blei gelöst wird im Hinblick auf die Aufnahme, wenn fünf Prozent gelöst werden und zum Schluss in der letzten Reihe dann noch die Werte für zehn Prozent gelöstes Blei. Die rot abgebildeten Zahlen in den verschiedenen Reihen sind die Prozentsätze der Proben, die oberhalb des „margin of exposure“ der EFSA sind. Wir können also hier zur Schlussfolgerung kommen: Selbst wenn nur ein Prozent Blei gelöst wird, liegen wir bei elf der 54 Proben von privaten Jägern oberhalb der Expositionsmarge. 22 Prozent sind darüber, wenn fünf Prozent Blei gelöst werden und schließlich 28 Prozent, wenn zehn Prozent des Bleis gelöst werden.

Die nächste Frage ist: Kann Wildfleisch einen signifikanten Beitrag zu den Bleiwerten im Blut liefern? Das können wir noch nicht endgültig beantworten. Wir haben jedoch einige vorläufige Ergebnisse, die wir hier anführen können. Wir haben einige Untersuchungen, die zeigen, dass es einen signifikanten Anstieg der Bleiwerte im Blut gibt. Wir haben auch die vorläufigen NFA-Ergebnisse, die zeigen, dass Fleischverzehr und Blutbleiwerte möglicherweise eine positive Korrelation aufweisen. Sie zeigen: Es gibt einen Unterschied zwischen der Gruppe, die weniger Wild konsumiert, und der Gruppe, die viel Wild isst. Wenn man mehr Fleisch isst, kommt man zu einem höheren Wert. Diese Ergebnisse werden demnächst im Journal „Food and Chemical Toxicology“ veröffentlicht.

### Fazit

Die Jäger und Familien mit einem hohen Verzehr von Wildfleisch sind einem Risiko einer erhöhten Exposition gegenüber Blei ausgesetzt. In diesen Verbrauchergruppen kann die Belastung durch Blei aus Wildfleisch dazu beitragen, dass die Werte der gesundheitlichen Referenzpunkte für Blei überschritten werden. Es gibt höhere Werte im Elchhackfleisch und es kann Auswirkungen auf die Gesundheit haben. Besonders was die Auswirkung auf Föten und kleine Kinder anbelangt, fragt sich das Risikomanagement, wie dieses Risiko gemanagt werden sollte. Gegenstand dieses Berichts ist eine Pilotstudie. Die Ergebnisse sind jedoch so interessant, dass wir diese Ergebnisse einem Risikomanagement unterwerfen werden. Wir werden einen Dialog mit den Schlachthöfen führen, wir werden über Gesetzgebungen und über Kontrollen nachdenken. Wir haben viele potenzielle Verzehrer von Wildfleisch in Schweden, das sind zehn Prozent der Bevölkerung. Wir haben eine Bleibelastung beim Wildfleisch in Schweden festgestellt. Bei den Packungen, die wir untersucht haben, waren

die höheren Bleiwerte bei neun von 30 Fällen gegeben. Auch wenn die Verfügbarkeit von Blei bei ein Prozent liegt, zeigt die Studie, dass etwa zehn Prozent der Proben Bleiwerte haben, die über den „Margin-of-Exposure“-Werten liegen. Die Risikomanagement-Entscheidung war deshalb, dass diese Bleibelastung kommuniziert werden sollte und den Verbrauchern empfohlen werden sollte, die Bleiwerte durch geringeren Wildfleischkonsum zurückzuführen. Das gilt insbesondere für Schwangere und Kinder unter sieben Jahren. Von diesen Bevölkerungsgruppen sollte Fleisch aus dem Schusskanal beziehungsweise in der Nähe des Schusskanals nicht verzehrt werden. Wenn Bleigeschosse eingesetzt worden sind (wir haben viele Jäger, die das Wild selbst entsprechend zerlegen können), sollte man den Wildfleischverzehr für ihre Familien und andere Verbraucher auf einmal pro Woche beschränken.

### **Hinweise für Jäger**

Die Risikomanagement-Strategien wurden im Juli 2012 durch den schwedischen Jägerverband veröffentlicht. Das sind die Hinweise für die Jäger: Es sollten verbesserte Säuberungspraktiken umgesetzt werden, es sollten etwa fünf Zentimeter um den Wundkanal entfernt werden. Man sollte auch die Munition entsprechend auswählen und auch genau wissen, wo man hier den Schuss setzt, weil sich das auf den Aufprall des Geschosses auswirkt.

Wir werden Folgestudien in Zusammenarbeit mit dem nationalen Veterinärinstitut und dem schwedischen Jägerverband durchführen. Wir werden eine prospektive Untersuchung der Blutbleigehalte bei hohen Verzehrern von Wildfleisch in diesem und im nächsten Jahr durchführen. Wir werden auch eine weitere Bioverfügbarkeitsstudie für metallisches Blei durchführen. Wir werden auch bei anderen Wildfleischarten Daten über Bleigehalte aus Büchsenmunition zusammentragen. Darüber hinaus wollen wir den Bleieintrag in Wildfleisch aus Schrotmunition untersuchen und auch dort eine Zerlegungsstudie durchführen.



## **4 Projekt Tötungswirkung bleifreier Geschosse**

Moderation: Dr. Niels Bandick, Dr. Monika Lahrssen-Wiederholt  
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

### **4.1 „Getroffen und erlegt“ – Tierschutzgerechter Geschosseinsatz**

Carl Gremse, Prof. Dr. Siegfried Rieger  
Fachgebiet Wildbiologie, Wildtiermanagement & Jagdbetriebskunde (FWWJ)  
Hochschule für nachhaltige Entwicklung (HNE), Eberswalde

In diesem Vortrag legen wir Aspekte aus Untersuchungen des FWWJ zur Tötungswirkung bleifreier Geschosse dar. An der Brandenburger Untersuchung, Laufzeit 2006 bis 2009, unter der Leitung des Landes Brandenburg, des damaligen Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz, waren neben Jägern der Landesforstverwaltung Brandenburg auch der Landesjagdverband Brandenburg, der Landesjagdverband Berlin, der Naturschutzbund Brandenburg (NABU), die Schleswig-Holsteinischen Landesforsten und der Bayerische Jagdverband beteiligt.

Von 2010 bis 2012 wurden unter dem Titel „Ergänzende Untersuchungen zum Einsatz bleifreier Geschosse“ unter Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz in Kooperation mit der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben, Geschäftssparte Bundesforst, und dem Bundesverband Deutscher Berufsjäger Daten erhoben.

#### **Hintergrund**

Die Überlegungen zum tierschutzgerechten Geschosseinsatz im Land Brandenburg begannen, als 2003/2004 Berichte von der Arbeitsgruppe des Leibniz-Instituts für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) Berlin über Vergiftungen von Seeadlern durch Blei aus Jagdgeschossen bekannt wurden. Das führte zu Entscheidungen und Stellungnahmen; unter anderem im Jahr 2005 zur später zunächst wieder zurückgenommenen Entscheidung der Landesforstverwaltung Brandenburg, auf Landesflächen ausschließlich bleifreie Geschosse im Jagdbetrieb zu verwenden, und zur Position des Deutschen Jagdschutzverbandes zu Nicht-Blei-Büchsen geschossen für jagdliche Zwecke.

2006 bis 2009 folgte auf die Rücknahme oben genannter Entscheidung über die Verwendung bleifreier Geschosse im Jagdbetrieb auf Schalenwild das sogenannte „Monitoring“ der Landesforstverwaltung Brandenburg, bei dem das FWWJ die Bereiche „Tötungswirkung“ und „Jagdpraktische Eignung“ bearbeitete. Im Jahr 2009 fand ein Fachgespräch der Projekte des IZW und der Freien Universität Berlin in Berlin statt. Hier wurde eine gemeinsame Erklärung der Teilnehmer zu weiteren Forschungen und Entscheidungsprozessen zum Thema verabschiedet. Daraus ging die Zielsetzung für ergänzende Untersuchungen zur Tötungswirkung bleifreier Geschosse in Kooperation mit Bundesforst im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) hervor.

Im Dezember 2012 veröffentlichte das BMELV den Abschlussbericht des FWWJ zu den „Ergänzenden Untersuchungen zur Tötungswirkung bleifreier Geschosse“. Seit Februar 2013 liegt dazu eine gutachterliche Stellungnahme von Dr. Beat Kneubuehl, Zentrum für Forensische Physik/Ballistik, Institut für Rechtsmedizin der Universität Bern, vor.

#### **Stellungnahme des Deutschen Jagdschutzverbandes**

Aus der Stellungnahme des Deutschen Jagdschutzverbandes von 2005: „Bei der Jagd werden in der Regel Büchsen geschosse mit Bleikern verwendet. Für diese heute verwendeten Büchsen geschosse liegen ausreichende unabhängige Untersuchungen vor, die

das tierschutzgerechte, zielballistische Verhalten bestätigen, während entsprechende Untersuchungen für bleifreie Munition noch nicht vorliegen.“ Der Deutsche Jagdschutzverband führte weiter aus, dass ein wesentlicher Bestandteil dieser Untersuchungen aus tierschutzrechtlicher Sicht die Wirkung im Wildkörper sei. Die Konstruktion und das Gewicht der Geschosse haben entscheidenden Einfluss auf die Wirkung im Wildkörper und damit Auswirkungen auf das tierschutzgerechte Töten des Wildes.

### Untersuchungsansatz des FWWJ

Das Ziel des FWWJ war es, Anforderungen des Tierschutzes und der Jagdpraxis zur Schusswirkung beim Einsatz von Jagdgeschossen durch Werte zur Zielballistik auszudrücken und in Messverfahren überprüfbar zu machen. Dazu sollte ein Zusammenhang geschossspezifischer, zielballistischer Messdaten und Beobachtungsdaten aus Erlegungsvorgängen nachgewiesen oder ausgeschlossen werden.

Definitionen zur Schusswirkung nach KNEUBUEHL, 2008

	Definition	
Schusswirkung	Beobachtbares Einzelereignis als Folge eines Beschlusses	Erhebungsmethode Abschussbericht
<b>Anteile an Schusswirkung</b>		
Geschosswirksamkeit	Physikalisch bestimmbare und konstruktiv beeinflussbare, terminalballistische Leistung des Geschosses	Erhebung im Labor
Lage Einschuss	Auftreffpunkt des Geschosses	Erhebungsmethode Abschussbericht
Physiologische / Psychologische Faktoren	i. W. Größe/Masse und Erregungszustand des getroffenen Stückes	Erhebungsmethode Abschussbericht

Fachgebiet Wildbiologie,  
Wildtiermanagement & Jagdbetriebskunde  
(FWWJ)

6

Abb.1: Definitionen zur Schusswirkung nach Kneubuehl, 2008

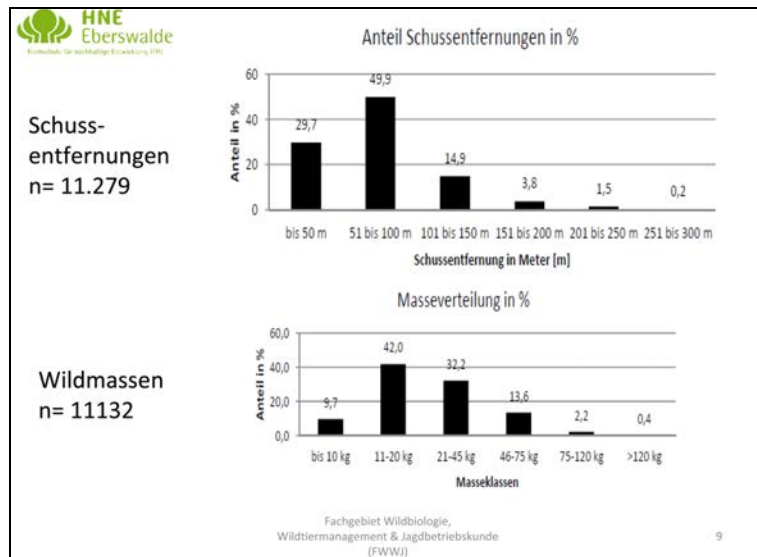
### Definitionen zur Schusswirkung nach Dr. Kneubuehl

Die Schusswirkung ist das beobachtbare Einzelereignis als Folge eines Beschlusses. Dieses beobachtet in der Regel der Jäger. Die Anteile in der Schusswirkung sind die Geschosswirksamkeit, also die physikalisch bestimmbare und konstruktiv beeinflussbare zielballistische Leistung des Geschosses. Weitere Anteile der Schusswirkung sind die Lage des Einschusses, physiologische und psychologische Faktoren wie Größe und Masse sowie der Erregungszustand des getroffenen Stückes.

### Datenerhebung mittels Abschussbericht

Der Abschussbericht ist eine sehr umfassende Erhebung. Es werden neben den ballistischen Daten Angaben zur Jagdart, Wildart, Auftreffgewicht, zur Schussentfernung, Fluchtstrecke, Ausschussgröße und zu Schusszeichen erhoben. Über eine grafische Darstellung notiert der Jäger die Trefferlage und den Schusskanal. Am Ende ist eine Beurteilung des Erlegungsgeschehens durch den Jäger vorgesehen.

Jeder Bericht bezieht sich stets auf eine Erlegung. Innerhalb von sechs Jahren wurden in den zwei Projekten 11.371 Berichte gesammelt. Damit liegen unter anderem Daten zu Flächenverteilung der Abschüsse, zur Schussentfernung, den Wildmassen und -arten, zur Kaliber- und Geschossverwendung sowie zu Geschossmaterial und Fluchtstrecken vor.



**Abb.2: Anteil der Schussentfernungen in Prozent und der Wildmasse in Kilogramm am gesamten erlegten Wild der Erhebungen**

### Schussentfernung und Wildarten

Beginnend mit der Verteilung der Schussentfernungen aus einer Stichprobe von 11.279 Abschüssen liegt eine rechtsschiefe Verteilung hin zu den kurzen Schussentfernungen vor. 67 Prozent der Erlegungen lagen bei den Schussentfernungen bis 100 Meter, etwa 15 Prozent der Erlegungen zwischen 100 und 150 Meter. Zwischen 150 und 300 Meter werden nur knapp 5 Prozent der Tiere erlegt. Das Diagramm zur Wildmasseverteilung (n = 11.132) zeigt ebenfalls eine rechtsschiefe Verteilung hin zum geringmassigen Wild: Rund zehn Prozent der erlegten Tiere wogen bis zu zehn Kilogramm, 42 Prozent zwischen 11 und 20 Kilogramm, gut 32 Prozent zwischen 21 und 45 Kilogramm sowie 13,6 Prozent zwischen 46 und 75 Kilogramm. Über 75 Kilogramm wogen nur 2,6 Prozent des erlegten Wildes.

Im Vergleich der vorliegenden Daten U (n = 11.279) zu den Abschussstatistiken des Deutschen Jagdschutzverbandes für Deutschland stellt sich die Verteilung der Abschüsse wie folgt dar:

In den FWWJ-Daten sind 38,8 Prozent der erlegten Stücke Rehwild (64 Prozent beim DJV), 23,8 Prozent Schwarzwild (28 Prozent DJV), 19,3 Prozent Damwild (3,3 Prozent DJV) und 17 Prozent Rotwild (3,7 Prozent DJV).



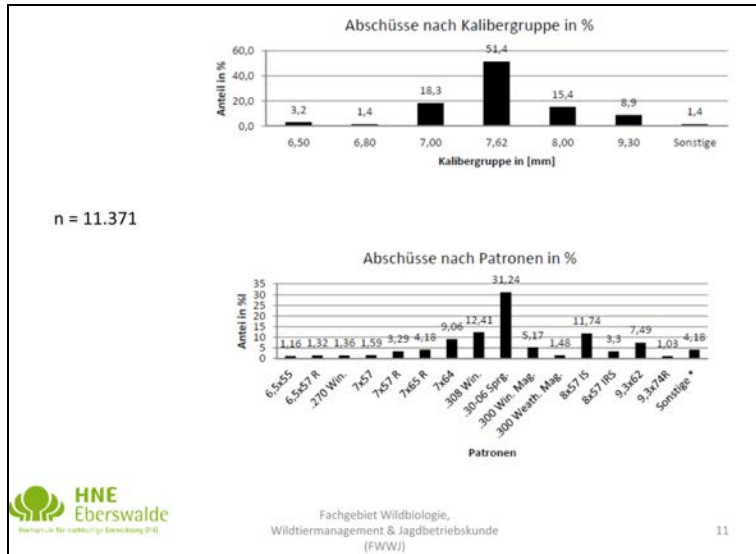


Abb.3: Abschüsse nach Kalibergruppen

**Verteilung der Kalibergruppen**

Die Kalibergruppen in den vorliegenden Daten reichen von 6,5 mm bis 9,3 mm. In diesen Nominalkalibern werden verschiedene Patronen laboriert. Die Abschüsse nach Patrone sind auf der zweiten Grafik aufgelistet (n = 11.371 Abschüsse). Es überwiegen Abschüsse mit Standardkalibern, beispielsweise .30-06 Springfield mit über 30 Prozent, 12,4 Prozent für .308 Winchester und 11,7 Prozent für 8x57 IS. Frau Dr. Christine Müller-Graf äußerte sich bereits zur Aufsplitterung von Stichproben: Eine Auswertung nach Patrone, wenn wir darüber noch Geschosstypen legen, führte zu sehr kleinen Fallzahlen. Dies wurde im Abschlussbericht auf Seite 85 zusammengefasst.

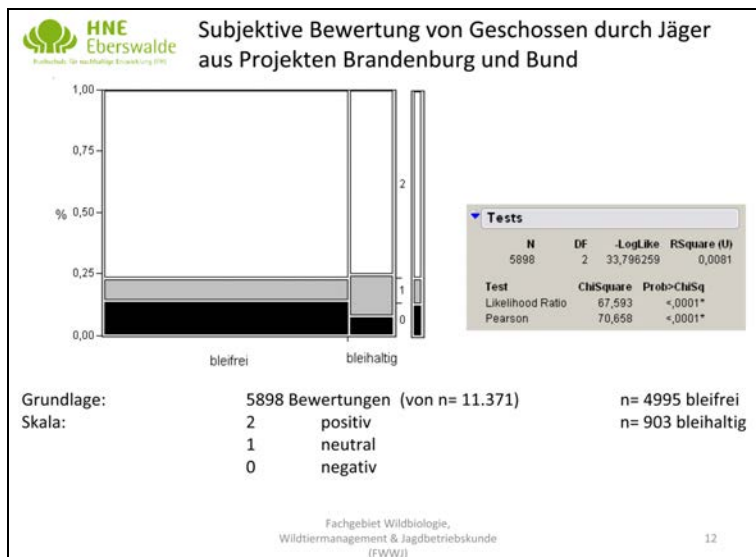
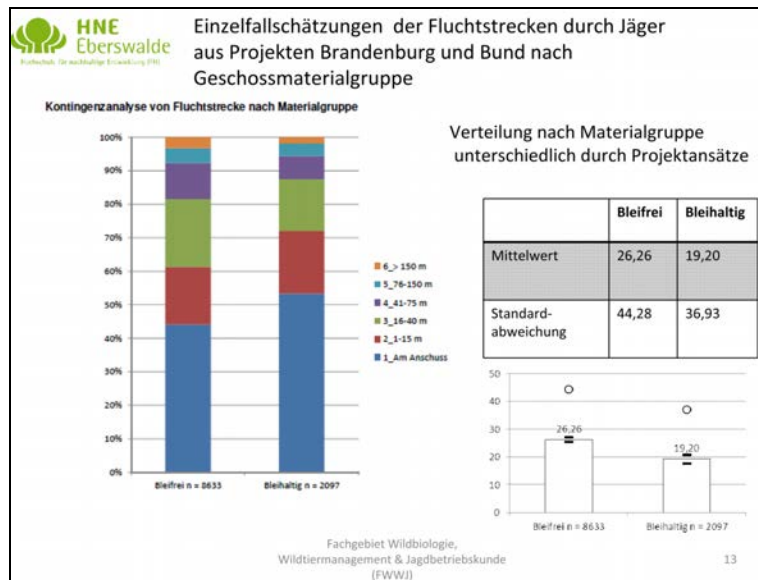


Abb.4: Subjektive Bewertung von Geschossen durch Jäger

**Subjektive Bewertung von Geschoss und Fluchtstrecke**

Für die Auswertung der subjektiven Bewertung von Geschossen durch Jäger aus den Projekten Brandenburg und Bund liegen insgesamt 5.898 Bewertungen vor. Die Skala reicht von „0 negativ“ (in Schwarz) über „1 neutral“ (Grau) bis hin zu „2 positiv“ (Weiß). Auch Unterschiede zwischen der Fluchtstrecke nach Geschossmaterialgruppen wurde untersucht. Die Stichprobe der bleifreien (rund 4.900 Abschüsse) und bleihaltigen Geschosse (rund 900 Abschüsse) ist sehr unterschiedlich. Das liegt im Wesentlichen am Projektkonzept: Im

Bundesmonitoring wurden speziell bleifreie Geschosse untersucht. Dort sind 99 Prozent bleifreie Abschüsse getätigt worden. Es liegt ein signifikanter Unterschied zwischen den Bewertungen bei Verwendung bleihaltiger und bleifreier Geschosse vor. Das sieht man rein augenfällig schon im Bereich „1 neutral“. Man sieht aber auch deutlich, dass die Bewertungen Prozentual anteilig zwischen bleihaltig und bleifrei im Positiven ähnlich hoch sind.



**Abb.5: Einzelfallschätzungen der Fluchtstrecken durch Jäger**

Die Auswertung der Daten zu Einzelfallschätzungen der Fluchtstrecken durch Jäger aus den Projekten „Brandenburg und Bund“ nach Geschossmaterialgruppe zeigt Abb. 5. Die kumulative Aufstellung zeigt links die Säule „bleifrei“ (8.633 Abschüsse) und rechts die Säule „bleihaltig“ (2.079 Abschüsse). Die Farbe Blau zeigt Stücke, die am Anschlag verblieben sind, Rot diejenigen mit einer Fluchtstrecke von bis zu 15 Metern, Grün mit 16 bis 40 Meter Fluchtstrecke.

Hier stellt sich ein deutlicher, statistisch signifikanter Unterschied dar. Die Fluchtstrecken, Mittelwerte der Klassenmitten, sind in der Regel bei bleifreien Projektilen länger. Die Standardabweichung (Maß für die Streuung der Werte einer Zufallsvariable um ihren Mittelwert) zeigt, dass es sich bei den Fluchtstrecken um eine recht variable Größe handelt. So liegt der Mittelwert etwa in der Kategorie „bleifrei“ im Bereich von 26,26 Metern, allerdings bei einer Standardabweichung von 44,28 Metern.

Bei bleihaltiger Munition liegt der Mittelwert dagegen bei 19 Metern bei einer Standardabweichung von 33,98 Metern.

**HNE Eberswalde**  
Forschung für nachhaltige Entwicklung (FNE)

Beschussplan der ballistischen Datenerhebung (BDE):

Beschussplan						
1	2	3	4	5	6	7
#	Kal.	Geschoss	Material - gruppe	Masse	Geschwindigkeit [m/s]	Abstufung V [m/s]
1	12_70	Flintenlaufgeschoss	Bleihaltig	31,5	400	
2	7,62	Vollmantelgeschoss	Bleihaltig	9,5	800 - 600	100
3	8	Geco Teilmantel	Bleihaltig	12,7	750 - 550	100
4	7	Hornady GMX	Bleifrei	9,0	950 - 550	100
5	8	Impala KS	Bleifrei	6,5	900 - 300	150
6	7,62	Impala LS	Bleifrei	8,4	950 - 650	100
7	7,62	Brenneke TAG	Bleifrei	10,0	900 - 500	100
8	8	Brenneke TAG	Bleifrei	11,3	850 - 450	100
9	7	Brenneke TIG nat.	Bleifrei	8,3	900 - 700	100
10	7	RWS Teilmantel	Bleihaltig	9,0	950 - 650	100
11	9,3	RWS Teilmantel	Bleihaltig	18,5	650 - 450	100
12	7,62	Barnes TSX	Bleifrei	10,7	900 - 500	100
13	8	Barnes TSX	Bleifrei	11,7	750 - 550	100
14	9,3	Brenneke TUG nat.	Bleifrei	14,2	800 - 700	100
15	7,62	Norma Vulkan	Bleihaltig	11,7	850 - 550	100

Fachgebiet Wildbiologie,  
Wildtiermanagement & Jagdbetriebskunde  
(FWWJ)

14

Abb.6: Beschussplan der ballistischen Datenerhebung

### Ballistische Datenerhebung

Die ballistische Datenerhebung (BDE) wurde nach einem Beschussplan des FWWJ durch die Deutsche Versuchs- und Prüfanstalt für Jagd- und Sportwaffen (DEVA) durchgeführt. Dabei wurden 15 Geschosstypen der Materialgruppen „bleihaltig“ und „bleifrei“ über bestimmte Geschwindigkeiten in regelmäßigen Intervallen gestaffelt in ballistische Seife geschossen. Der Beschuss homogener Medien wie spezieller ballistischer Seife ist ein Standardverfahren zur Messung von Geschossleistungen.

Die Abstufung der Auftreffgeschwindigkeit betrug in der Regel 100 Meter/Sekunde (m/s) (Spalte 6). So konnten geschossspezifische Daten zu erwartender zielballistischer Geschossleistung (Energieabgabe je Wegeinheit und Tiefenleistung) in Abhängigkeit von der Auftreffgeschwindigkeit ermittelt werden.

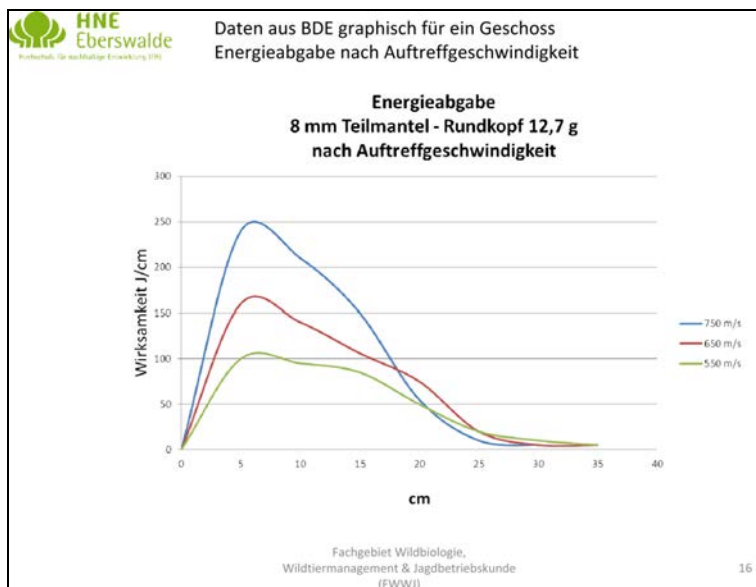


Abb.7: Auswertung von Seifenabschüssen zur Bestimmung der zielballistischen Geschossleistung (Energieabgabe je Wegeinheit/Tiefenleistung)

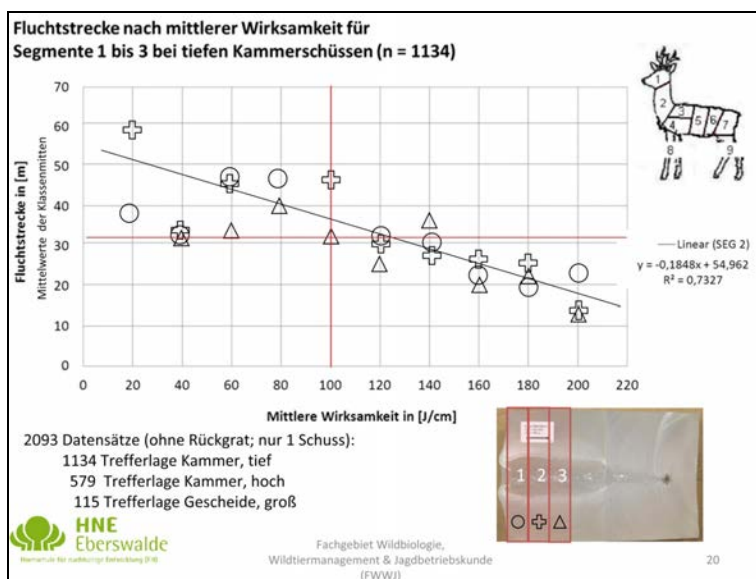
Die Grafik zeigt die Ergebnisse für das 12,7 g, 8 mm-Teilmantelrundkopf-Geschoss eines deutschen Herstellers. Die blaue Kurve zeigt den Energieabgabeverlauf bei 750 m/s im Seifenblock mit einem sehr drastischen Anstieg der Energieabgabe in Joule (J) pro Zentimeter (cm), der bei etwa sieben cm ein Maximum von 250 J/cm erreicht, dann abfällt und bei 30 cm mit dem Stopp des Geschosses endet. Bei 650 m/s Auftreffgeschwindigkeit liegt das Maximum bei 160 Joule pro Zentimeter und die Eindringtiefe ist etwas länger. Bei 550 m/s liegt nur noch ein Maximum von etwa 110 Joule, mit einer Eindringtiefe bis 35 cm vor. Die Grafik zeigt, wie sich die Geschossleistung mit der Auftreffgeschwindigkeit ändert. Dies begründend, bestimmt die Auftreffgeschwindigkeit neben der Geschossmasse die Bewegungsenergie als das Gesamtwirksamkeitspotenzial des Geschosses. Die Auftreffgeschwindigkeit ist aber, neben anderen Faktoren, abhängig von der Schussentfernung.

### Verknüpfung von Feld- und Labordaten

Zur Verknüpfung der Felddaten und der Labordaten über die Auftreffgeschwindigkeit wurden Einzelfalldaten aus dem Abschussbericht zu Kaliber der Waffe, Lauflänge, Laborierung und Schussentfernung um eine Abschätzung des ballistischen Formwertes des Geschosses nach Herstellerangaben ergänzt und die Auftreffgeschwindigkeit modellhaft errechnet. Dieses Vorgehen war nötig, da im Feldversuch die Auftreffgeschwindigkeiten nicht gemessen werden konnten. Nachdem das oben beschriebene Rechenmodell mit Schätzwerten zu Schussentfernung und ballistischem Formwert im Vergleich zu den entfernungsbezogenen Geschwindigkeitsdaten der Munitionshersteller eine hohe Übereinstimmung ( $R^2 = 0,89$ ) ergab, konnten die Felddaten um die der Auftreffgeschwindigkeit entsprechenden Daten zur Energieabgabe im Seifenblock aus den Laborversuchen ergänzt werden. Diese wird bezogen auf fünf Zentimeter starke, von der Einschussseite aufsteigend von eins bis acht nummerierte Segmente.

Aus der BDE kennen wir für die geprüften Geschosse die Prozentuale Energieabgabe je Segment bei einer bestimmten Auftreffgeschwindigkeit.

Dadurch konnten die Datensätze zu Erlegungsvorgängen um Daten zur erwarteten Geschossleistung in Abhängigkeit von der einzelfallspezifischen Auftreffgeschwindigkeit ergänzt werden (2.881 Datensätze). Diese wurden zur Prüfung eines Zusammenhanges von Geschossleistung (Wirksamkeit) und Fluchtstrecke (Wirkung) genutzt.



**Abb.8: Fluchtstrecke nach mittlerer Wirksamkeit für Segmente 1 bis 3 bei tiefen Kammerschüssen, n = 1.134**

### Zusammenhang von Geschosswirksamkeit und Wirkung

Durch weitere Sortierung der 2.881 verknüpften Datensätze nach Trefferlage und Schussanzahl (Ausschluss von Mehrfachtreffern) reduzieren sich die Daten wie folgt:

- 1.134 für die Trefferlage „Kammer tief“ (Nummer 4)
- 579 für die Trefferlage „Kammer hoch, ohne Rückgrat“ ( Nummer 3)
- 115 für die Trefferlage „Gescheide groß“. (Nummer 5)

Die Grafik zeigt die Abhängigkeit der Fluchtstrecke von der mittleren Wirksamkeit für die Segmente 1 bis 3 bei tiefen Kammerschüssen. Auf der X-Achse ist die mittlere Wirksamkeit je Segment (5 cm) in Joule pro Zentimeter angegeben. Auf der Y-Achse ist die Fluchtstrecke in Metern als Mittelwerte der Klassenmitten angegeben. Unten rechts sehen Sie einen Seifenblock. Die Wirksamkeit im Segment 1 ist durch die Kreise dargestellt. Eine mittlere Wirksamkeit von 20 Joule im ersten Segment (0 bis 5 cm) lässt im Mittel eine Fluchtstrecke von 40 Metern erwarten; bei 200 Joule eine Flucht von 22 Metern. Im Segment 2 (5 bis 10 cm), durch die Kreuze dargestellt, lässt eine mittlere Wirksamkeit von 20 Joule im Mittel eine Fluchtstrecke von knapp unter 60 Metern; bei 200 Joule eine Flucht von etwa 13 Metern erwarten. In Segment 3 lässt eine mittlere Wirksamkeit von 40 Joule eine Flucht von 31 Metern, bei 200 Joule eine Flucht von 13 Metern erwarten.

Deutlich sichtbar ist folgender Zusammenhang, durch lineare Regression für das Segment 2 dargestellt:

Je geringer die Energieabgabe im ersten, zweiten und dritten Segment, desto länger sind tendenziell die zu erwartenden Fluchtstrecken. Je höher umgekehrt die Energieabgabe im ersten, zweiten und dritten Segment, desto kürzer sind tendenziell die zu erwartenden Fluchtstrecken.

Dieser Zusammenhang ( $R^2 = 0,73$ ), hier nachgewiesen bei gleicher Trefferlage, unabhängig von Geschosstyp und Material, nur bezogen auf Messwerte zur Geschosswirksamkeit, ist deutlich erkennbar und weitgreifend.

Links unterhalb der waagerechten roten Linie die Fluchten im Bereich von 0 bis 100 Joule pro Zentimeter kommen keine Fluchten im Mittelwert der Klassenmitten unter 30 Metern vor. Im rechts oberen Quadranten, bei Werten der mittleren Wirksamkeit in den ersten drei Segmenten über 100 Joule pro Zentimeter, liegen umgekehrt keine Fluchten über 30 Meter.

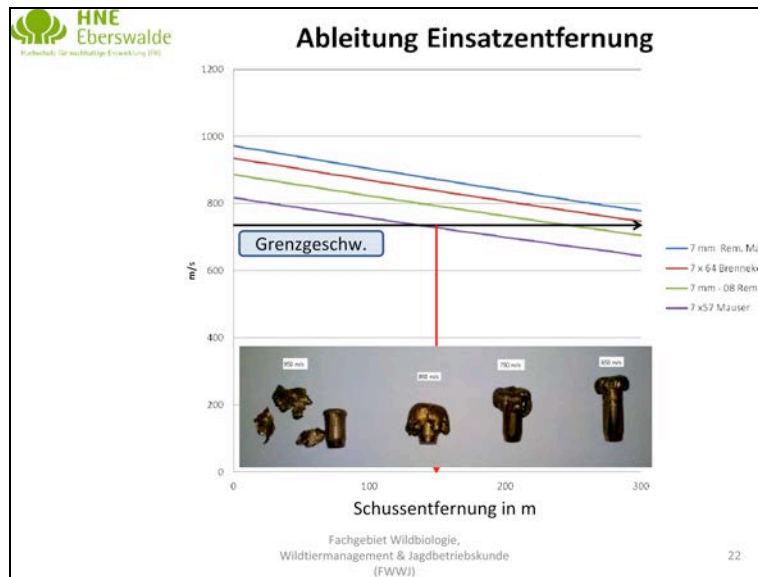
### Grenzleistung Zielballistik Jagd

Aus diesen Ergebnissen leitet das FWWJ im Abschlussbericht als Mindestleistung für Jagdgeschosse

- eine Mindesteindringtiefe von 30 Zentimetern und
- eine Mindestenergieabgabe von 1.500 Joule bis Zentimeter 15,

zu messen in ballistischer Seife, ab.

Die Grenzgeschwindigkeit des Geschosses ist diejenige Auftreffgeschwindigkeit, bei der Geschossleistung im Medium unter diese Werte sinkt.



**Abb.9: Ableitung der Einsatzentfernung**

Aus dieser Grenzgeschwindigkeit ergibt sich nach den ballistischen Daten und Zusammenhängen je Kaliber eine maximale empfohlene Einsatzentfernung je Geschoss. Diese wurde für die 15 in der BDE geprüften Geschosse für am Markt verfügbare Laborierungen (n = 40) berechnet.

Dargestellt ist noch das geschwindigkeitsabhängige Geschossverhalten von links nach rechts:

Auftreffgeschwindigkeit 950 Meter pro Sekunde mit Masseverlust durch Fahnenabriss (Teilerlegung), Auftreffgeschwindigkeit 850 Meter pro Sekunde mit stark vergrößertem Geschossquerschnitt in Schussrichtung unter nahezu vollständigem Masseerhalt (Deformation), Auftreffgeschwindigkeit 750 Meter pro Sekunde mit noch deutlich vergrößertem Geschossquerschnitt in Schussrichtung unter nahezu vollständigem Masseerhalt (Deformation) und bei Auftreffgeschwindigkeit 650 Meter pro Sekunde weiter vergrößertem Geschossquerschnitt in Schussrichtung unter nahezu vollständigem Masseerhalt (Deformation). Der Trend der Abnahme des Deformationsprozesses mit der Reduktion der Auftreffgeschwindigkeit ist deutlich zu erkennen. Auch bei 650 m/s spricht das Geschoss noch zuverlässig an. Betrachtet man jedoch statt des Geschosskörpers die oben beschriebenen Kriterien der Geschossleistung, also an Wirksamkeit und Tiefenleistung, liegt die Grenzgeschwindigkeit dieses Geschosses bereits bei etwas über 700 m/s.

### Status Quo und Ausblick

Der Bericht des Fachgebietes „Wildbiologie, Wildtiermanagement & Jagdbetriebskunde“ der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde wurde am 30. November 2012 durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung und das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz veröffentlicht.

Das FWWJ weist darin einen engen Zusammenhang von Geschosswirksamkeit und Fluchstreckenlänge bei Kontrolle anderer, diese beeinflussender Faktoren nach. Im vorliegenden Vortrag wurde dies weiter ausgeführt. Damit sind aus Sicht des FWWJ die Grundlagen gelegt, um durch Formulierung zielballistischer Mindestanforderungen für Energieabgabe und Tiefenleistung den tierschussgerechten und jagdpraktisch zufriedenstellenden Einsatz von Geschossen materialunabhängig sicherzustellen.

Zum Bericht des FWWJ liegt eine gutachterliche Stellungnahme von Dr. Beat Kneubuehl, Zentrum für Forensische Physik und Ballistik am Institut für Rechtsmedizin der Universität Bern, vor.

Diese zeigt weitere, zusätzliche Auswirkungsansätze auf. Am 7. März 2013 fand in Nürnberg ein gemeinsames Gespräch mit Dr. Kneubuehl und Vertretern des BMELV, des Deutschen Jagdschutzverbandes (DJV), des Herstellerverbandes von Jagdwaffen, Sportwaffen und Munition (JSM) und des Bundesverbandes Schießstätten (BVS) statt. In diesem Gespräch wurden weitere Punkte aus Sicht der Verbände dargelegt.

Diese werden vom FWWJ in Zusammenarbeit mit dem Stellung nehmenden Gutachter in Abstimmung mit dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung weiterverfolgt und ergänzen die abschließende Berichterstattung.

## **4.2 Feldstudien der Berufsjäger**

Wildmeister Bernd Bahr

Bundesverband Deutscher Berufsjäger (BDB), Hontheim

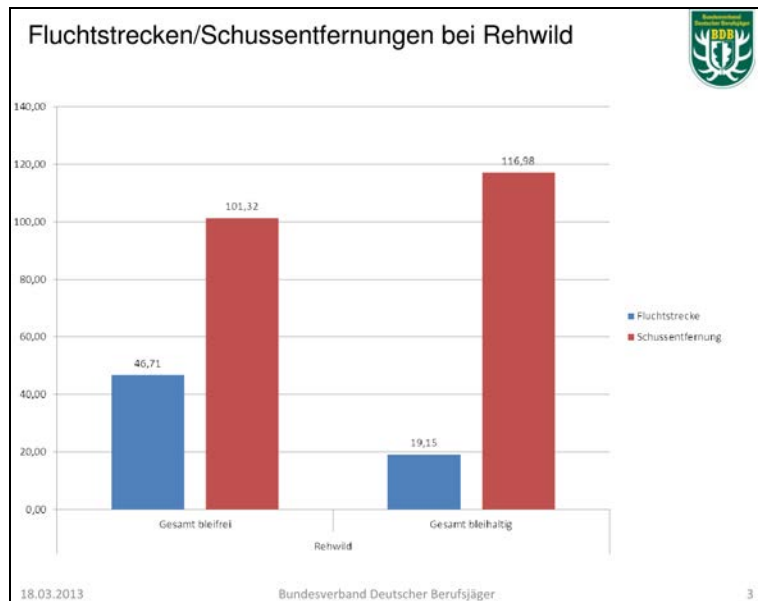
Wir sind im Jahre 2011 vom BMELV gebeten worden, an einem vergleichenden Schießen von bleifreien und bleihaltigen Munitionsvarianten teilzunehmen. Leider hat es sehr lange gedauert, bis wir die entsprechenden Munitionen zur Verfügung gestellt bekommen haben, sodass wir erst im Jagdjahr 2012/2013 einsteigen konnten. Gewünscht war, dass sich 40 Berufsjäger an diesem Projekt beteiligen, die mit verschiedenen Revierstrukturen, verschiedenen Wildarten und insbesondere mit schwererem Wild zu tun haben. Außerdem sollten nach Möglichkeit weitere Schussentfernungen mitberücksichtigt und dargestellt werden.

Für uns Praktiker ist die Frage der Wirksamkeit von Handwerkszeugen, mit denen wir umgehen, sehr entscheidend. Wir haben im Jahre 2012 als Bundesverband ein Positionspapier zur Verwendung von bleifreier und bleihaltiger Munition verabschiedet und sind dankbar, wenn ein solcher Ausstieg irgendwann gelingt. Aber es müssen entsprechende Alternativmaterialien zur Verfügung stehen, um weiterhin effizient und tierschutzgerecht jagen zu können.

Letztendlich haben wir das Projekt mit 40 Berufsjägern gestartet. 42,5 Prozent haben den Projektauftrag erfüllt, indem sie die komplette Zeit – bis Februar dieses Jahres – durchgeschossen haben. Wir hatten das Ziel, möglichst viele Abschussberichte zu erhalten. 22,5 Prozent der Kollegen sind gar nicht erst eingestiegen, überwiegend aufgrund von Präzisionsmängeln, das heißt, sie haben mit ihren Waffen mit der zur Verfügung gestellten Munition, insbesondere im bleifreien Bereich, keine jagdtaugliche Präzision erzielt. Das ist ein grundlegendes Problem, das man durchaus auch in anderen Gesprächen mit der Jägerschaft wiederfindet. Mit entsprechenden bleifreien Komponenten ist es manchmal schwierig, eine entsprechende Präzision mit den Waffen zu erzielen. Ein gutes Drittel (35 Prozent) ist aufgrund von mangelnder Tötungswirkung beziehungsweise übergroßer Fluchstrecken während des Projektes ausgestiegen. Nach acht oder zehn Abschüssen wurde oft gesagt: „Das ist für uns in der Praxis so nicht verwertbar. Das können wir in dem Falle nicht weiter durchführen.“

Da für uns die Praxis im Jagdbetrieb ganz wesentlich ist, haben wir den Abschussbericht, den Herr Gremse vorgestellt hat, zur Hilfe genommen und aus der Datenbank die für die Jagdpraxis relevanten Bereiche abgefragt. Die Berufsjägerkollegen haben eine Woche, 14 Tage oder einen Monat lang mit bleifrei im Kaliber geschossen, beispielsweise

.308 Winchester, und danach im gleichen Kaliber mit bleihaltig gejagt – oder umgekehrt. Für die einzelnen Wildarten (Rehwild, Damwild, Rotwild, Schwarzwild und sonstiges Wild) wurde dann jeweils die Länge der Fluchtstrecke und der Schussentfernung gemessen.

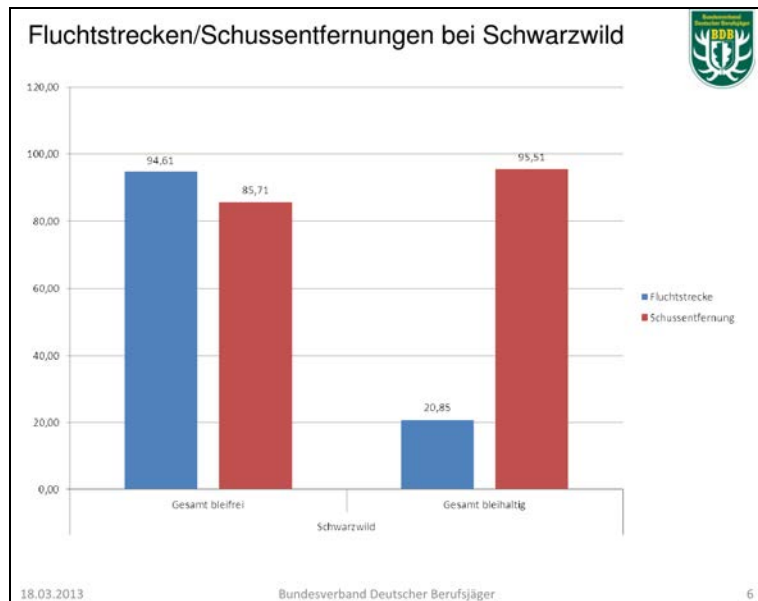


**Abb.1: Fluchtstrecken/Schussentfernungen bei Rehwild**

Beim Rehwild betrug die durchschnittliche Schussentfernung 116 Meter mit bleihaltig und 101 Meter mit bleifrei. Die Fluchtstrecken betragen im Durchschnitt 46,7 Meter mit bleifreier und 19,15 Meter mit bleihaltiger Munition. Sämtliche Abschussberichte, die ein sofortiges Verenden von vornherein zwingend erklärten und keinerlei Fluchtstrecke ermöglichten, wie beispielsweise Kopftreffer oder Trägerschüsse, sind in diese Untersuchungen und Feldstudien nicht mit eingeflossen. Offensichtlich hat der ein oder andere Kollege im Laufe des Schießens gemerkt, dass Fluchtstrecken beim Rehwild etwas häufiger sind, und je weiter die Schussentfernung war, desto höher wurden auch im Einzelfall die Fluchtstrecken. Die Wirksamkeit des Geschosses nimmt also offensichtlich mit steigender Schussentfernung deutlich ab.

Beim Damwild war die durchschnittliche Schussentfernung fast identisch mit der des Rehwilds. Die Fluchtstrecke ist jedoch signifikant unterschiedlich und betrug 40 Meter bei der bleihaltigen Variante, 140,88 Meter bei der bleifreien Variante. Beim Rotwild war die durchschnittliche Schussentfernung 157,8 Meter bei der bleihaltigen Variante, bei der bleifreien Variante jedoch deutlich geringer mit 121,59 Meter. Die Fluchtstrecke von 38 Meter (bleihaltig) zu 90 Meter (bleifrei) hat sich in etwa verdreifacht.





**Abb.2: Fluchtstrecken/Schussentfernungen bei Schwarzwild**

Noch deutlicher ist das Verhalten beim Schwarzwild. Dort haben wir eine durchschnittliche Schussentfernung, die mit 95 Metern bei bleihaltig zu 85 Metern bei bleifrei sehr groß ist. Die Entfernung der Fluchtstrecke betrug jedoch nur 20,85 Meter (bleihaltig) zu 94,6 Meter (bleifrei). Das sind jagdpraxisrelevante Ergebnisse, die uns zum Nachdenken gebracht haben.

Beim sonstigen Wild wie Fuchs oder Muffelwild gibt es im Prinzip einen ähnlichen Trend – bei 9 Meter Fluchtstrecke wurde im Durchschnitt eine Schussentfernung von 100 Metern (bleihaltige Munition) zu 87,5 Metern (bleifreie Munition) gemessen.

Die Gesamtzusammenstellung über alle Wildarten verteilt zeigt ungefähr, dass wir bei bleihaltig im Durchschnitt 25 Meter und bei bleifrei 76 Meter Fluchtstrecke messen, also das Dreifache im Vergleich zu fast allen bleifreien Varianten.

Die aus unserer Sicht „bleifreien“ Konsequenzen für Wildtier und Jagdbetrieb sind:

- Abendabschüsse können oftmals erst morgens gesucht werden, bei fraglicher Tötungswirkung und Verwertbarkeit.
- Entfernungsbeschränkungen bei der Schussabgabe auf Wild über 50 Kilogramm Gewicht auf maximal 120-150 Meter
- Effizienz von Gesellschaftsjagden leidet (3- bis 5-mal weitere Fluchtstrecken, häufig mangelndes „Zeichnen“, dadurch Selbstbeschränkung)
- Kaum „Pirschzeichen“ am Anschuss machen Anschussskontrollen mittels Schweißhund auf Gesellschaftsjagden und Einzeljagd zukünftig nahezu zum Regelfall.

Aufgrund dieser Einschränkungen brauchen wir entsprechende Möglichkeiten, um auch weiterhin bei den Abschussvorgaben, die wir in vielen Bereichen haben, effizient und tierschutzgerecht jagen zu können. Das Thema Schwarzwildjagd ist nicht nur in Deutschland ein großes Problem. Es ist ganz entscheidend, dass wir da entsprechendes Handwerkszeug bekommen und wissen, welche Geschossmaterialien und Kaliber wir verwenden können. Kommen wir zu einem Up-Sizing in den Kalibern, damit wir wiederum ein größeres Geschossgewicht bekommen? Müssen wir in Zukunft mit stärkeren Gasdrücken arbeiten? Das sind Fragen an die Industrie, die hoffentlich bald gelöst werden. Denn nicht nur mir

persönlich, sondern auch dem BDB wäre sicherlich geholfen, wenn wir eine bleifreie Alternative hätten, die zur weidgerechten Tötung und effizienten Jagdausübung taugt.

### 4.3 „Wa(h)re Alternativen?“ – Fragebogenaktion DJV

Dr. Daniel Hoffmann

Vereinigung der Jäger des Saarlandes (VJS), Saarwellingen

Uns interessierte die Frage, welche Erfahrungen Jäger sowohl mit bleifreien als auch bleihaltigen Munitionstypen gemacht haben. Deshalb hat der DJV eine Aktion gestartet, einen umfangreichen Fragebogen zum Thema entwickelt und an die Mitglieder verschickt. Insgesamt 1.688 dieser Bögen konnten letztlich ausgewertet werden. 66 Prozent der Jäger hatten ausschließlich mit Bleimunition gejagt, 34 Prozent hingegen haben mit bleifreier Munition Erfahrungen gesammelt oder verwenden diese auch heute noch. Von diesen 34 Prozent sind wiederum 64 Prozent bei bleifreier Munition geblieben, während 36 Prozent nach Angaben auf den Fragebögen wieder zur bleihaltigen Munition zurückgewechselt sind.

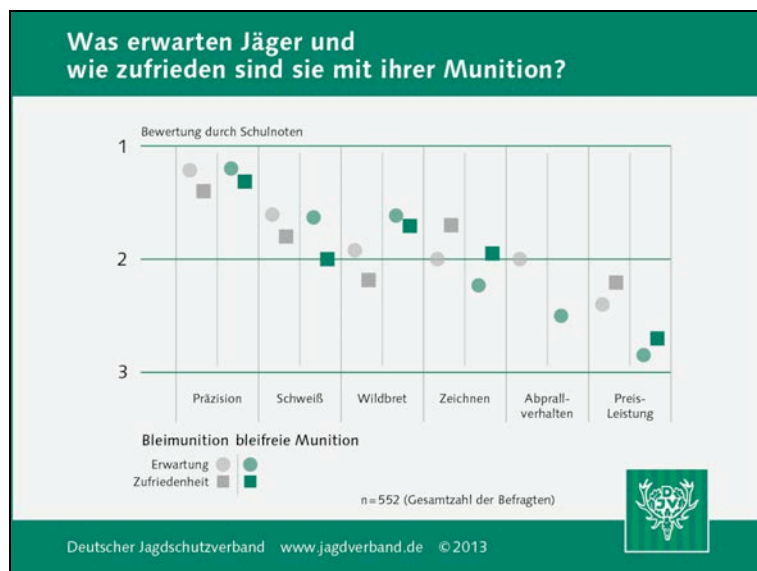


Abb. 1: Erwartungen und Zufriedenheit – Bleimunition und bleifreie Munition

#### Was erwarten Jäger und wie zufrieden sind sie mit ihrer Munition?

In den Fragebögen waren verschiedene Fragen zur aktuellen Zufriedenheit mit der eingesetzten Munition formuliert und ebenso sollte die generelle Erwartung an eine brauchbare Jagdmunition erläutert werden. Beide Fragenkomplexe sollten die Jäger subjektiv nach Schulnotensystem bewerten. Die 1 entsprach wie in der Schule der besten Note. Wir haben keine Werte ermittelt, die niedriger als 3 waren. In der Auswertung zeigt sich, dass der Präzision von den Jägern ein ganz hoher Stellenwert eingeräumt wird, sowohl im Hinblick auf die Frage: „Was erwarte ich von meiner Munition?“ als auch auf die Frage „Wie zufrieden bin ich mit meiner Munition?“ – und zwar unabhängig davon, ob sie mit bleihaltiger oder bleifreier Munition schießen.

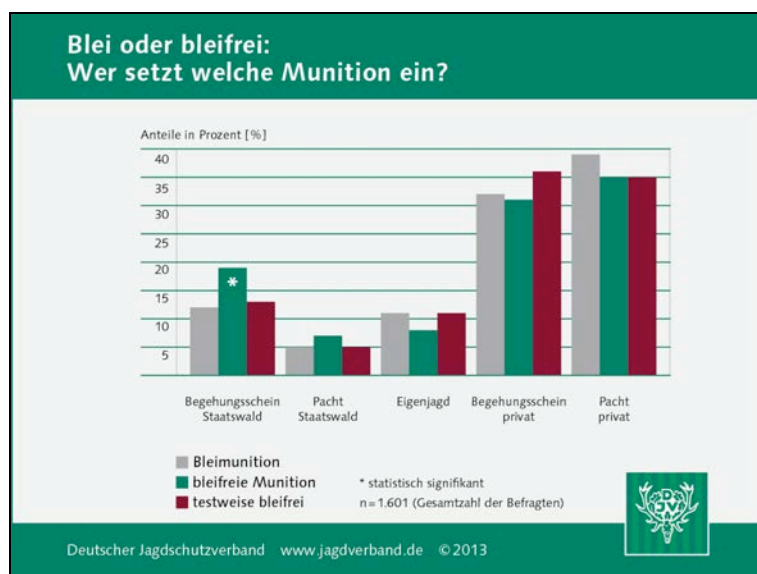
Der tatsächliche Ausfluss aus dem Munitionseinsatz, der sogenannte „Schweiß“, wird mit einer Durchschnittsnote von 1,5 von den Jägern ebenfalls sehr hoch bewertet, sowohl bei den bleifreien als auch bei den bleihaltigen Verwendern. Hier bewerten die bleifreien Schützen den Schweiß signifikant schlechter. Sie sind weniger zufrieden mit dem Schweiß, der am Anschluss zu finden ist.

Auch das Ergebnis in Sachen Wildbret wird von beiden Gruppen signifikant unterschiedlich bewertet, sowohl in der Erwartung als auch in der Zufriedenheit. Die Jäger, die Bleimunition einsetzen, vergeben in Bezug auf die persönliche Wichtigkeit „nur“ eine 2. Die bleifrei Schießenden bewerten die Wichtigkeit hingegen mit einer Durchschnittsnote von etwa 1,5. Die Schützen mit bleihaltiger Munition sind etwas unzufriedener mit dem nachher festgestellten Ergebnis, während die Schützen, die bleifreie Munition verwenden, mit dem Ergebnis in Sachen Wildbret zufriedener sind.

Beim „Zeichnen“ verhält es sich ähnlich wie beim Schweiß, auch hier ist das Resultat bei der bleifreien Jagdmunition signifikant schlechter.

Die Frage nach dem Abprallverhalten ist etwas schwieriger, denn niemand kann darstellen, wie zufrieden er damit ist, weil man den Abpraller mit dem bloßen Auge nahezu unmöglich verfolgen kann. Es zeigt sich jedoch, dass das Abprallverhalten für diejenigen, die Bleimunition nutzen, signifikant wichtiger ist als für diejenigen, die bleifreie Munition einsetzen.

Beim Preis-Leistungs-Verhältnis zeigt sich ebenfalls einen signifikanten Unterschied. Die Zufriedenheit wie auch die Erwartung an die Munition wird von denjenigen, die Bleigeschosse einsetzen, höher eingestuft als von den bleifreien Schützen. Die bleifreien Schützen sind also nicht so preisbewusst wie diejenigen, die Bleimunition einsetzen. Auch dieser Aspekt wird von den Jägern offen und ehrlich kommuniziert.



**Abb. 2: Blei oder bleifrei – Einsatzbereiche**

### **Bleihaltig oder bleifrei: Wer setzt welche Munition ein?**

In Bezug auf die Frage, wo bleihaltige und bleifreie Munition insbesondere eingesetzt wird, unterscheiden sich die drei Gruppen (Verwendung Blei oder bleifrei und Rückwechsler) nicht signifikant. Lediglich in der Gruppe „Begehungsschein im Staatswald“ wird verstärkt das bleifreie Geschoss eingesetzt. In der Gruppe „Pacht Staatswald“ ist eine leicht erhöhte Tendenz zu „bleifrei“ festzustellen, aber das Testergebnis ist nicht signifikant. Auch im Bereich „Begehungsschein privat“ und „Pacht privat“ sehen wir keine signifikanten Unterschiede in den drei Gruppen. Auffällig ist lediglich, dass tatsächlich der Bereich „Begehungsschein im Staatswald“ verstärkt die bleifreie Munition einsetzt.

### **Welche Kaliber werden bevorzugt?**

Hier haben wir aus der breiten Palette einige wenige signifikante Beispiele hervorgehoben und festgestellt, dass die 7-mm-Kaliber (7 x 64 und 7 x 65R) deutlich von den Bleischützen bevorzugt werden. Außerdem eingesetzt werden Magnumkaliber. Beliebt ist im jagdlichen Einsatz die 9,3 x 62 als relativ starkes Kaliber. Sowohl Magnumkaliber als auch die „9,3“ finden sich signifikant häufiger in der Nutzergruppe der bleifreien Munition.

### Warum wechseln Jäger zurück?

Im Hinblick auf diese Tagung ist die Frage entscheidend: „Warum wechselt ein Jäger, wenn er schon mal bleifreies Geschoss in der Nutzung hatte, wieder zurück zu einem Bleigeschoss?“ Hier sollten die Befragten Begründungen zum Rückwechsel angegeben. Wir haben eine Stichprobe von insgesamt 164 Teilnehmern auswerten können, die diese Frage beantwortet haben. Es gibt vier wesentliche Beweggründe für die Jägerschaft, warum ein Zurückwechseln von bleifreier auf bleihaltige Munition wieder eingetreten ist: Die Tötungswirkung steht deutlich an erster Stelle (35 Prozent), gefolgt vom Preis-Leistungs-Verhältnis (18 Prozent), dem Abprallverhalten (16 Prozent) und der Schusspräzision (15 Prozent).

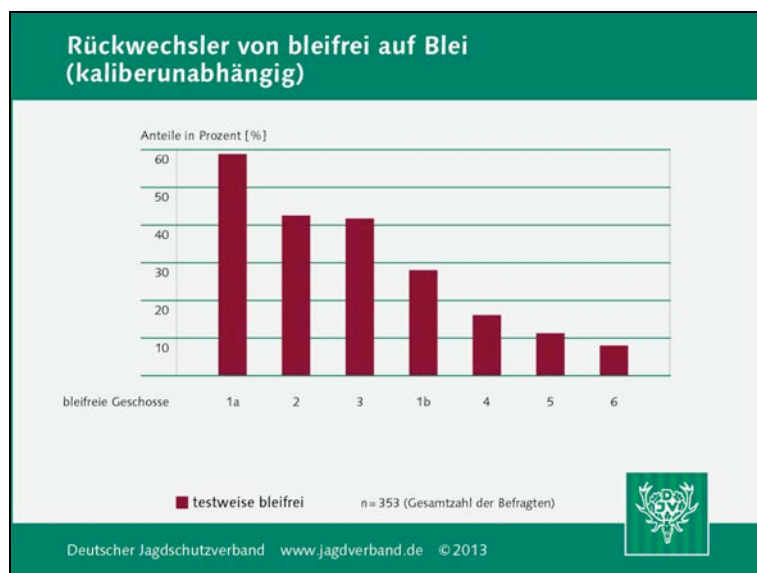


Abb. 3: Rückwechsler von bleifrei auf Blei (kaliberunabhängig)

### Verhältnis Rückwechsler – Geschoss

Bei insgesamt 353 Datensätzen haben wir ausgewertet, welches Geschoss die Jäger eingesetzt haben und das ins Verhältnis gesetzt zu eventuellen Rückwechslern. Wir konnten sehen, dass es stark abhängig von dem eingesetzten Geschoss ist, ob zurückgewechselt wird oder nicht. So haben wir zum Beispiel mit Geschoss A der Firma 1 fast 60 Prozent Rückwechsler und bei den Firmen 2 und 3 über 40 Prozent Rückwechsler festgestellt, während wir andere Geschosshersteller beziehungsweise Geschosstypen gefunden haben, wo es weniger als 10 Prozent Rückwechsler gab. Das steht natürlich unmittelbar in Zusammenhang damit, wie zufrieden ich mit meinem Geschoss bin.

Beim Hersteller der Firma 1 hat eine Geschossentwicklung von 1a zu 1b stattgefunden. 1a ist das alte Geschoss, das bis vor ein paar Jahren wohl marktführend eingesetzt werden konnte. Dort waren die Verwender mit der Präzision und der Tötungswirkung des Geschosses unzufrieden und dementsprechend hatte man bei 1a an die 60 Prozent Rückwechsler. Die Weiterentwicklung des Geschosses 1a zu 1b zeigt dann eine deutliche Verbesserung. Diejenigen, die dieses modernere bleifreie Geschoss eingesetzt haben, sind deutlich zufriedener und es gibt nur noch knapp 30 Prozent Rückwechsler. Das ist auch ein

Zeichen dafür, dass hier einiges in Bewegung ist und der Markt auf die Praxiserfahrungen der Jäger reagiert und reagieren muss.

### **Fazit**

- Mehr als ein Drittel der Jäger ist mit bleifreier Munition unzufrieden. Die Gründe: die mangelnde Präzision und Tötungswirkung sowie das Risiko von Abprallern.
- Die Unzufriedenheit mit bleifreier Munition hängt stark vom verwendeten Geschoss ab. Die Rückwechslerquote schwankt zwischen 60 Prozent (alte Konstruktionen) bis zu weniger als 10 Prozent.
- Schützen mit 9,3 x 62 und Magnum-Patronen nutzen verstärkt bleifreie Munition, Jäger mit Waffen in den Kalibern 7 x 64 oder 7 x 65R eher Bleimunition.
- Jäger mit Begehungsschein oder Pacht im Staatswald nutzen verstärkt bleifreie Munition.
- Jäger benötigen ein verlässliches Handwerkszeug: Wahre Alternativen zu bleihaltigen Geschossen müssen für Anwender sofort erkennbar sein.
- Jagdpatronen müssen sich an einheitlichen Standards messen lassen: Tötungswirkung (Tierschutz), Abprallverhalten (Unfallverhütung) sowie Verbrauchersicherheit und Umweltschutz (Toxizität) sind entscheidende Kriterien.
- Groß angelegte Tierversuche in freier Wildbahn lehnen wir ab! Der Tierschutz ist im Grundgesetz verankert.

## 5 Projekt Abprallverhalten

Moderation: Dr Niels Bandick, Dr. Monika Lahrssen-Wiederholt  
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

### Schlussfolgerungen/Konsequenzen: Abprallverhalten von Jagdmunition

Ingo Rottenberger  
Deutsche Versuchs- und Prüfanstalt für Jagd- und Sportwaffen (DEVA), Altenbeken

Ich stelle Ihnen die Schlussfolgerungen aus unserem Forschungsvorhaben „Abprallverhalten von Jagdmunitionen“ vor. Dieses Abprallverhalten hat verschiedene Aspekte. Im Laufe meines Vortrages möchte ich diese Aspekte erläutern und Ihnen mitteilen, zu welchen Schlussfolgerungen hinsichtlich des Abprallverhaltens von Jagdmunition wir gekommen sind.

Von 2009 bis 2011 haben wir zunächst das Abprallverhalten von Büchsenmunition untersucht. Hier werde ich auf den Gefährdungsbereich und Reichweiten, gebundene Geschosse, die 50-Prozent-Problematik, den Abprallwinkel am weichen Boden, den Schießstand und die stehende Blende sowie auf das Rückprallverhalten solider Geschosse eingehen. Alle Ergebnisse beziehen sich auf Untersuchungen, die die DEVA selbst durchgeführt hat.

Im Anschluss daran haben wir Flintenlaufgeschosse und zuletzt den Bereich „Schrote“ abgearbeitet. Obwohl unsere Versuche mittlerweile abgeschlossen sind, kann eine endgültige Bewertung erst nach der Beurteilung durch Dr. Kneubuehl vorgenommen werden. Im Bereich Flintenlaufgeschosse reden wir über den Zusammenhang zwischen Geschossmassen und Dralllängen – auch das ist gestern schon angeklungen. Für den Bereich Schrote kann ich Ihnen nur einige Fakten aus unseren Versuchen nennen, da die Bewertung hier noch aussteht. Am Schluss werde ich dann noch kurz auf die Kriterien für Jagdgeschosse eingehen.

### Schlussfolgerungen zum Abprallverhalten von Büchsenmunition

Bei der Einschätzung des Gefährdungsbereiches von Büchsenmunition inklusive Reichweiten ist es hinsichtlich der Bewertung durch die Presse oder einzelne Personen häufig dazu gekommen, dass bundesweit eine sehr einseitige Position eingenommen wurde. Meist sind hier nur die ersten zwei Punkte aus dem Gutachten von Dr. Kneubuehl betrachtet worden. Da steht, dass es hinsichtlich des Abgangs und des Seitenwinkels keine signifikanten Unterschiede bei der Verwendung bleifreier und bleihaltiger Munition gibt. Weitere Ergebnisse unserer Untersuchungen waren:

- Seitenwinkel sind im Mittel klein (< 2 Grad).
- Abgeprallte bleifreie Geschosse besitzen eine signifikant größere Masse (im Mittel +36 Prozent) und Energie (im Mittel +28 Prozent) als bleihaltige Geschosse.
- Die mittlere maximale Reichweite abgeprallter bleifreier Geschosse ist signifikant größer als jene der bleihaltigen Geschosse (ca. 45 Prozent, Maximalwerte ca. drei Prozent).
- Bleihaltige Geschosse mit sehr dickem Mantel verhalten sich ähnlich wie bleifreie Geschosse.
- Bei der Reichweite ist beim Unterschied „bleifrei – bleihaltig“ eine Abhängigkeit vom Kaliber feststellbar.

Unsere Untersuchungen zum Gefährdungsbereich bei der Reichweite von Büchsenmunition haben gezeigt, dass es einen Unterschied beim Einsatz der bleifreien und bleihaltigen Geschosse gibt, der kaliberabhängig ist. Wir haben in drei unterschiedlichen Kalibern Versuche durchgeführt. Bei der Verwendung eines kleinen Kalibers (.243

Winchester) haben 86 Prozent der bleifreien Geschosse einen größeren Gefährdungsbereich (also eine größere Distanz nach dem Aufprallen) zurückgelegt. Beim mittleren Kaliberbereich (.308 Winchester) haben 59 Prozent der bleifreien Geschosse die größeren Distanzen erreicht. Im Kaliber 9,3 x 74R waren es die bleihaltigen Geschosse, die hier im Mittel einen größeren Gefährdungsbereich erzielt haben. Für unsere Jagd bedeuten diese Ergebnisse, dass bleihaltige Geschosse im kleineren und mittleren Kaliber verwendet werden sollten und wir bei großkalibrigen Waffen auf bleifreie Geschosse umsteigen müssten. Das heißt natürlich auch, dass die beliebten Kaliber zur Drückjagd letztendlich mit bleifreier Munition geschossen werden müssen.

Die gebondeten Geschosse sind in der Regel Geschosse, bei denen der Geschossmantel und der Geschosskern miteinander verlötet sind, also eine dauerhafte Verbindung geschaffen wurde. Herr Dr. Kneubuehl sagte, dass bleihaltige Geschosse mit sehr dickem, sprich mit einem gebondeten Mantel sich ähnlich wie bleifreie Geschosse verhalten.

Das heißt als Konsequenz für die Jagd, dass ein solches Geschoss im Sinne der Wildbrethygiene hervorragend wäre, weil die Splitterabgabe äußerst gering ist und von maximal zehn Prozent Masseverlust ausgegangen wird. Ein Gegenargument ist, dass das Abprallverhalten der gebondeten Geschosse ähnlich wie das von bleifreien Geschossen ist – da wiederum in der Unterscheidung zwischen kleinen, mittleren und großen Kalibern.

#### **Die 50-Prozent-Problematik**

Dieser Punkt wurde sehr häufig angesprochen. Warum haben die DEVA oder Dr. Kneubuehl nicht dafür gesorgt, dass Geschossrestkörper unter 50 Prozent betrachtet werden? – Wir haben die Versuche mit den drei Kalibern .234 Win. 9,3 x 74R und .308 Win. durchgeführt. Im Kaliber 9,3 x 74R haben wir eine Geschossesgesamtmasse von 16,0 Gramm. Bei der 50-Prozent-Problematik kämen wir immer noch auf 8 Gramm, die deutlich schwerer als das Ausgangsgeschoss bei .243 Win. sind. Natürlich wäre bei dieser Betrachtung das bleihaltige 9,3 x 74R-Geschoss mit einem Geschossrestkörper unter 50 Prozent wesentlich gefährlicher als das 6,3-Gramm-Geschoss im Kaliber .243 Win. Allerdings ist durch den Projektrat und durch die BLE festgelegt worden, dass diese Versuche ab dem Punkt, wo die Geschossmasse 50 Prozent der Ausgangsmasse unterschreitet, beendet sein mussten, weil es sonst zu einer sehr großen Vervielfältigung der Versuche gekommen wäre. Wir haben also in diesem Bereich schon 2.500 Schuss gemacht und hätten wir auch noch alle Restkörper betrachtet, hätten wir neben dem technischen Problem – denn die Lichtschranke muss ja auch diesen kleinen Restkörper in der Vielfalt der Geschossrestkörper auflösen können – auch ein zeitliches Problem gehabt.

Wir können die Ergebnisse nach der Bewertung von Dr. Kneubuehl nicht untereinander vergleichen, weil wir die Versuche nach 50 Prozent abbrechen mussten und statistisch gesehen viel zu wenige Werte gegenüberstehen.

#### **Die Situation von Rückprallern im Abprallwinkel am weichen Boden**

Wenn Sie im Wald beziehungsweise auf dem Schießstand stehen und einen Schuss auf ein Ziel abgeben, finden Sie in der Regel ein weiches Prelobjekt vor, das im Gegensatz zu den anderen Prelobjekten eine Eigenschaft hat, die eng verbunden ist mit dem Auftreffwinkel und Abprallwinkel. Der Auftreffwinkel beim weichen Boden ist in der Regel geringer als der Abprallwinkel und wir haben hier sehr steile Geschossabgänge zu verzeichnen.

Wie macht sich das für einen Schützen bemerkbar? Wir stehen auf einem festen Waldboden und würden unter verschiedenen Winkeln auf diesen Waldboden schießen. Wann ist auf dem Schießstand oder bei der Jagd mit einem entsprechenden Abpraller zu rechnen? Wir haben festgestellt, dass es bei einem Bereich von fünf Grad zu Abprallern gekommen ist. In einem Bereich von zehn Grad Auftreffwinkel haben wir keinen Abpraller mehr registrieren können. Das heißt, irgendwo in diesem Bereich zwischen fünf und zehn Grad – das ist auch

etwas geschossabhängig – ergibt sich ein Grenzwinkel, der für einen stehenden Schützen schon ab etwa zehn bis fünfzehn Meter erreicht wird. Schießt er kürzer, bleibt das Geschoss in jedem Fall im Boden, schießt er weiter, muss er mit entsprechenden Abprallern rechnen.

Wenn man auf einem 50-Meter-Schießstand mit weichem Boden und den entsprechenden Hochblenden bei einem Winkel von fünf Grad auf die Schießbahnsohle schießt, erreichen wir einen maximalen Abprallwinkel von 26,14 Grad. Das allerdings waren die bleihaltigen Geschosse. Die bleifreien Geschosse lagen bei etwa 22 Grad maximalem Abprallwinkel. Es gibt aber auch Entfernungen, wo keine sicherheitstechnischen Bauten vorhanden sind, die den Rückpraller sicher auffangen können. Letztendlich heißt das auch, dass der Schießstandbetreiber entsprechende Gegenmaßnahmen einleiten muss, die zum Beispiel durch den zusätzlichen Einbau von Hochblenden oder Traversen ein sicheres Auffangen gewährleisten könnten. Im stehenden Bereich, wo der Schütze unvorsichtigerweise in das Erdreich hineinschießt, kann der Schuss in dem Bereich durch die entsprechende Traverse aufgenommen werden. Das Material für diese Traversen könnte Stahl, aber auch Beton sein.



**Abb.1: Rückpraller an stehender Blende (Beton)**

In unseren Versuchen haben wir eine stehende Blende an einem Betonstück mit der maximal möglichen zulässigen Schießstandenergie für Büchsenpatrone von 7.000 Joule beschossen. Der Aufbau war folgendermaßen: Wir haben einen 16 Zentimeter dicken Betonblock mit einer Weichholzbekleidung und Abstandslattung verkleidet. Darauf haben wir dann mit bleihaltigen und bleifreien Geschossen geschossen. Nach dem sogenannten „Hit-Beschuss“, bei dem man den Betonblock im Dreieck beschießt, hat sich gezeigt, dass es beim Einsatz von soliden Geschossen zum Lösen der Abstandslattung und der Bekleidung gekommen ist. Das heißt also: Durch die zähen Geschossmaterialien, die vielleicht künftig verwendet werden, muss eine Möglichkeit geschaffen werden, dass es nicht mehr zu diesem Abziehen der Lattung und der Bekleidung kommt. Gegebenenfalls muss auch hier die derzeitige Schießstandrichtlinie, die im letzten Jahr erst frisch erarbeitet und auch an das BMI abgegeben wurde, in dieser Hinsicht noch einmal modifiziert werden. Wenn sich also diese Lattung und Bekleidung lösen kann, kommt es durchaus zu entsprechenden Rückprallern. Noch viel erstaunlicher war, dass die Betonblende nach drei Schuss schon komplett durchgerissen war. Die Bekleidung hat in allererster Instanz diesen Rückpraller verhindert, aber bei diesem Beschuss wurden Lattung und Bekleidung gelöst. Unser Vorschlag ist, dass zukünftig eine tiefere Befestigung und eventuell eine größere Abstandslattung auf Schießständen für einen Einsatz bleifreier Munition und Geschosse Verwendung finden müssen.





**Abb.2: Rückpraller an stehender Blende mit Altholzbekleidung – 20 Jahre**

Vom Schießstandwesen her kennen Sie auch Situationen, in denen Rückpraller an einer stehenden Blende mit Altholzbekleidung auftreten. Es ist nicht immer frisches neues Holz auf den Schießständen, sondern oft Holz, das teilweise schon viele Jahre im Einsatz ist. Wir haben die Möglichkeit gehabt, ein 20 Jahre altes Holz zu beschießen. Auch hier haben wir wieder mit einer maximal möglichen und zulässigen Energie für Schießstände bis 7.000 Joule geschossen. Es war ein Schuss mit der Energie von 7.000 Joule als Mündungsenergie und der Entfernung von 50 Metern mit einem soliden Geschoss. Wir haben die Geschosssplinter aufsammeln können und hatten Rückprallweiten bis 7,50 Meter, die Masse des schwersten Splitters war etwa 1 Gramm. Umgerechnet auf die Energie haben wir also etwa 0,1 Joule, was in dem Fall noch relativ gering ist. Für den Fall, dass für den ersten Schuss keine Gefahr bestand, wissen wir jedoch nicht, wie es beim nächsten aussieht. Deshalb sollten wir diese Traverse vielleicht zukünftig doch aus Stahl fertigen.

### **Versuche mit Traversen**

Auch bei den Traversen haben wir entsprechende Versuche gemacht, beispielsweise mit einem Messinggeschoss, das auf eine Stahlplatte trifft. Es sieht nach dem Aufprall fast sonnenförmig aus und zerlegt sich vollständig. Hier tritt das Problem – wie beim Beton mit den Rückprallern – in dieser Form nicht auf.

Allerdings gibt es auch bei der Stahl-Traverse durch die Kante im oberen Bereich eine neuralgische Stelle. Wenn Geschosse, ob bleihaltig oder bleifrei, auf diese Kante treffen, ergeben sich Bedingungen, die wir untersuchen wollten. Wir haben zunächst mit bleihaltigen Geschossen auf diese Kante geschossen. Die notwendige Umhausung, bestehend aus 50 mm Weichholz, wurde hierbei nicht durchschlagen. Bei den bleifreien Geschossen (hier im Kaliber .308) hat sich das Geschoss um die Kante herumgewunden, über die Kante hinweggeschält und fast nichts von seiner Ausgangsmasse verloren. Was heißt das letztendlich? In zwei von fünf Versuchen haben die bleifreien Geschosse bei unseren Tests die 50-mm-Weichholzumhausung glatt durchschlagen.

### **Konsequenzen für die Nutzung der Schießstände**

Beim Einsatz sowohl bleifreier als auch bleihaltiger Geschosse müssen die Schießstände mit Sicherheit noch einmal überprüft werden, um Abpraller am weichen Boden aufgrund geringer Auftreffwinkel zu vermeiden. Es ist zu überlegen, ob durch den Einbau von Traversen und die Sicherung der Traversenkanten entsprechende Maßnahmen geschaffen werden, die die

Sicherheit erhöhen. Es ist aus unserer Sicht eine sicherheitstechnische Überprüfung der Hochblenden und der stehenden Blenden bezüglich der Rückprallsicherheit oder auch vor dem völligen Zerschneiden dieser Elemente nötig. Wenn wir eine Verschalung befestigen, dann ist auch diese zu überprüfen und bei einer Reparatur gegebenenfalls mit längeren Dübeln mit einer größeren Abstandslattung zu versehen. Außerdem sollte evtl. auch die Altholzbekleidung bei einer turnusmäßigen Instandsetzung ausgetauscht werden.

### **Diskussion (Teil 1):**

**Frage:** Bei diesem Abprallverhalten ist durch diese 50-Prozent-Regel leider ein Großteil der bleihaltigen Teilmantelgeschosse, mit dem ein Großteil der Jägerschaft noch schießt, aus der Bewertung herausgefallen und wurden überhaupt nicht berücksichtigt. Was haben Sie für einen Eindruck, prallen die Geschosse ab oder nicht? Und ist dieses Abprallen mit einer Gefahr verbunden, die vergleichbar mit dem Verhalten eines gebondeten Geschosses oder eines bleifreien Geschosses ist?

**Ingo Rottenberger:** Grundsätzlich erreichen solche Geschosse, beispielsweise die Zerlegungsgeschosse, in der Regel einen sehr großen Abprallwinkel. Wir haben das vorhin am weichen Boden gesehen: Es war ein Zerlegungsgeschoss, das einen großen Winkel von 26,14 Grad erreicht hat. Aufgrund der kleinen Partikel, die diese Geschosse noch in ihren Restkörpern hatten, wurden geringe Reichweiten erzielt. Sie sind den Geschossen unterlegen, die kompakter zusammengehalten haben. Die kompakten soliden Geschosse erreichen dann durchaus die größeren Energien und größeren Reichweiten. Denn wenn ein Geschoss so steil abprallt, wird es mit Sicherheit nicht die Reichweite erreichen wie ein Geschoss, das sehr flach abstreicht.

**Frage:** Gibt es bereits Erfahrungswerte oder Kostenschätzungen für die von Ihnen angesprochenen Ertüchtigungen der Schießstände?

**Ingo Rottenberger:** Die gibt es nicht, weil die schießstandabhängig sind.

**Frage:** Ich habe eine Frage zu dem Beispiel mit dem Kantenbeschuss von der Traverse. War dieses bleihaltige Geschoss auch ein Teilerleger oder Zerlegungsgeschoss, das dann gesplittert hat? Denn das müsste sich ja dann, wenn ich bleihaltige solide Geschosse oder gebondete Geschosse habe, auch so verhalten wie dieses bleifreie Geschoss, das immer Deformator ist. Schließlich ist ja die Geschosskonstruktion entscheidend für das Verhalten bzw. die Tötungswirkung und nicht das Material.

**Ingo Rottenberger:** Wir haben versucht, immer für beide Konfigurationen ein Worst-case-Szenario und gleiche Verhältnisse zu schaffen. Bei dem bleifreien war es das Barnes TSX, weil es ein sehr weiches Geschoss ist. Bei dem bleihaltigen haben wir ein gebondetes Geschoss genommen, das sich vom Abprallverhalten her ähnlich verhält wie ein bleifreies. Trotz allem muss man konstatieren, dass es die bleihaltigen Geschosse waren, die in der 5-cm-Weichholz-Umhausung mit ihren Restkörpern stecken geblieben sind. Außerdem haben die Geschossböden bei allen bleihaltigen Geschossen immer oben in der Decke gesteckt. Warum das so war, wissen wir leider auch noch nicht, aber wir sind nah dran.

**Frage:** Wie verhalten sich die Geschosse bei weichem Boden in üblichen Distanzen, also zwischen 60 und 100 Meter bei bleifreien und bleihaltigen Geschossen? Und wie häufig gehen die Jäger auf den Schießplatz?

**Ingo Rottenberger:** In einem Bereich von 60 bis 100 Grad unterschreiten wir in jedem Fall den Grenzwinkel von zehn Grad, sodass bei beiden Geschosskonstruktionen Abpraller zu verzeichnen sind. Bei der zweiten Frage muss ich leider passen. Wir sollten das in Zukunft etwas mehr forcieren.

**Frage:** In welchem Winkel gehen die Abpraller dann ab?

**Ingo Rottenberger:** Dazu müsste ich die einzelnen Winkel noch mal herausfiltern. Aber wenn wir den Winkelbereich fünf Grad und drunter annehmen, bewegen wir uns bei den bleihaltigen Geschossen aufgrund der Geschosssplinter im Maximum bei 26,14 Grad und bei den bleifreien bei 22 Grad.

**Frage:** Könnte man sagen, dass die Lösung aller zukünftigen Geschossprobleme in einem Pulver metallurgisch hergestellter bleifreier Geschosse steht? Das würde sich ja dann beim Auftreffen auf ein hartes Ziel komplett auflösen und somit könnten keine großen Splittermassen die Umwelt gefährden. Das Wildbret können wir dann vergessen.

**Ingo Rottenberger:** Der Ansatz ist sehr interessant, aber die Frage ist natürlich auch: Wie verhält sich das Geschoss dann selbst beim Auftreffen auf den Wildkörper? Wir wissen ja selber, wenn wir vom Turm springen, wie hart Wasser werden kann. Wie verhält sich das Geschoss, wenn wir da auf einen Knochen treffen? Wenn es sich auch zerlegt, wäre es gut. Ansonsten wäre es vielleicht nur für das Abprallverhalten eine Möglichkeit, nicht aber für eine tierschutzgerechte Tötung.

BMELV – BfR Symposium „Alle(s) Wild?“ 

**Waffentechnik**

Barrel Fouling

Ablagerungen von Geschossmaterial im Laufinneren

Welche Auswirkungen hat es auf den Lauf?

Gasdruck und Verschluss, Präzision

Derzeit läuft Untersuchung der DEVA mit dem JSM!



24.06.2013
DEVA e. V.
23

**Abb.3: Barrel Fouling**

### Waffentechnik

Wir hören sehr häufig den Begriff „Barrel Fouling“. Darunter versteht man Ablagerungen von Geschossmaterial im Laufinneren selbst. Welche Auswirkungen haben nun diese Ablagerungen im Lauf? Ganz profan könnte man sagen: Es hat mit Sicherheit Auswirkungen auf den Gasdruck. Wenn ich den Laufquerschnitt verringere, muss es irgendwo zu einer Gasdrucksteigerung kommen. Wenn es zu einer Gasdrucksteigerung kommt, hat das auch Auswirkungen auf den Verschluss einer Waffe. Denn je höher der Gasdruck ist, desto mehr wird auch der Verschluss belastet – und dieser ist letztendlich unsere Lebensversicherung. Wenn ich etwas an der Mündung verändere, habe ich Präzisionsprobleme. Inwieweit jetzt aber alle diese Faktoren eine Rolle spielen, wird derzeit bei einer groß angelegten Untersuchung im Auftrag der Herstellerverbandes untersucht, deren Ergebnisse noch nicht vorliegen.

### Geschossmassen und Dralllängen

In Bezug auf Geschossmassen und Dralllängen ist zu erwähnen, dass in einem gezogenen Lauf immer eine Spirale vorhanden ist. Diese Spirale gliedert sich in sogenannte Züge – das ist eine Vertiefung im Laufprofil – und Felder, eine entsprechende Erhöhung im Laufprofil. Die Spirale sorgt dafür, dass das Geschoss in eine Drehbewegung versetzt wird, die wiederum für eine außenballistische Stabilisierung sorgt. Diese Abstimmung, die wir derzeit zwischen Geschossmasse und Dralllänge umgehen, ist vor mindestens 130 Jahren im Zuge der Umstellung von Bleigeschossen auf Mantelgeschosse erfolgt bzw. teilweise schon, als man von Rundkugeln auf Bleilanggeschosse umgestiegen ist. Auch da hat man schon über Schmutzrillen eine entsprechende Stabilisierungsmöglichkeit, sprich: Züge und Felder, in den Lauf eingearbeitet. Es gibt Berechnungsgrundlagen, wie ich zum Beispiel eine Geschossmasse auf eine Dralllänge oder eine Dralllänge auf die entsprechende Geschossmasse abstimmen kann, beispielsweise über Green Hill. Heute hat jeder Kaliberbereich, zum Beispiel ein 8-Millimeter-Kaliber, seine eigene normale Dralllänge, die den Geschossen in einem Bereich von ca. 9 Gramm bis 13 Gramm die erforderliche Stabilisierung bringt. Die Hersteller wenden heute meist diese normale Dralllänge an. Es gibt jedoch Präzisionsschützen, die sich ihre eigene Dralllänge wünschen, weil sie schwerere oder leichtere Geschosse verschießen. So ist es möglich, dass für eine ausreichende Stabilisierung zum Beispiel ein schweres Geschoss im Kaliber .308 mit 220 Grains beziehungsweise etwa 14 Gramm mit einem 8-Zoll-Lauf versehen wird oder ein sehr leichtes Geschoss mit 125 Grains mit einem 17-Zoll-Lauf. Hier ist zukünftig eine Abstimmung innerhalb dieser neuen Geschossmaterialien notwendig.

### **Konsequenzen bei der Umstellung auf bleifreie Geschosse**

- Die Querschnittsbelastung muss hoch sein, um größere Entfernungen zurücklegen zu können (für Energietransfer zum Wildkörper).
- Die spezifische Dichte von Kupfer ist geringer als bei Blei – das Geschoss muss länger werden bei gleicher Masse wie ein Bleigeschoss.
- Außenballistische Grenzen: Das Geschoss sollte nicht länger sein als 5 D – ansonsten Probleme in der Außenballistik (Stabilität und Folgsamkeit).
- Dralllängen müssen auf neue Geschosse abgestimmt werden.
- Oder: Passende Geschosse müssen für jeden Lauf vom Jäger am Markt gefunden werden (beispielsweise fast tägliche Beratungen per Telefon durch DEVA).
- Starke Laufforsion bei dünnwandigen Läufen kann zusätzlich zu schlechten Schussleistungen führen.
- Damit leichte Geschossen über ausreichend Zielenergie verfügen, müssen sie maximal beschleunigt werden.
- Feststellung DEVA und Beschussämter: In der Anfangszeit und teilweise auch heute noch werden durch Kleinsthersteller zulässige Gebrauchsgasdruckgrenzen überschritten! – Kontrollmechanismen?
- Folge: Dauerhafte Mehrbeanspruchung des Laufes und des Verschlusses der Waffe!
- Vermutung: Läufe eher ausgeschossen bei Verwendung solider Geschosse!
- Möglichkeit: Alte Waffen könnten mit leichteren bleifreien Geschossen nicht mehr präzise schießen!

### **Diskussion (Teil 2):**

**Frage:** Bei dieser ganzen Thematik Kupfergeschossmaterial brauche ich ja die Züge beim Gewehr fast gar nicht mehr. Die Kupferpartikel gehen gar nicht mehr bis an die Züge ran, die rutschen über die Felder. Das heißt, ich habe in jedem Fall Gasschlupf. Es sei denn, ich habe Geschosse, die so feine Rippen haben, dass sie durch die Felder regelrecht weggedrückt werden, dass ich da wenigstens mit diesem Bereich einen Kontakt mit den Zügen habe, sodass kein Gasschlupf mehr entsteht. Die Anwendung dieser Kupfermaterialien sehe ich bei dieser Geschichte ein bisschen problematisch.

**Ingo Rottenberger:** Leider kann ich dazu nicht viel sagen, weil Gasschlupf letztendlich nur über eine Geschwindigkeitsmessung des Geschosses festzustellen ist, und da müsste ich eine Vergleichsmessung machen.

**Frage:** International wird auch mit bleifreien Geschossen geschossen, zum Beispiel mit der Winchester 30-06. Kann auf diese Erfahrung nicht zurückgegriffen werden, auch bezüglich der Geschosslänge, die Sie angesprochen haben?

**Ingo Rottenberger:** Am weitesten verbreitet sind natürlich die Repetierbüchsen, die gegenüber den früheren Konstruktionen wie etwa Kipplaufwaffen ein deutliches Mehr an Boden im jagdlichen Einsatz gewonnen haben. Diese Repetierbüchsen sind in der Regel auch etwas weniger anfällig gegen höhere Belastungen, weil der Verschluss einer Repetierbüchse ganz anders gearbeitet ist als bei einer Kipplaufwaffe. Natürlich kann man auch auf Erfahrungen aus anderen Ländern zurückgreifen. Herr Kneubuehl ist ja nicht nur in Deutschland tätig, sondern auch europaweit in Untersuchungen eingebunden.

**Frage:** Ab welchem Herstellungsalter sind Ihre Waffen nicht mehr alt oder ab welchem Alter müsste man damit rechnen?

**Ingo Rottenberger:** Eine Altersgrenze kann man hier nicht ziehen, weil die Dralllängen historisch gewachsen sind. Sie können durchaus eine Büchse erwischen, die in den 1970er-Jahren gefertigt wurde und die Präzisionsziele, die Sie sich für diese Waffe gestellt haben, nicht mehr erreicht. Es kann hingegen auch eine Büchse sein, die im Jahr 1935 gefertigt wurde und diese Präzision erreicht.

### **Schlussfolgerungen zum Abprallverhalten Flintenlaufgeschosse und Schrote**

Wir haben unsere Ergebnisse der Untersuchungen zur Büchsenmunition zum 30. Juni 2011 geliefert – diese sind inzwischen bewertet worden. Zwischen dem 1. Juli 2011 und dem 31. März 2013 durften wir mit dem Forschungsvorhaben für Flintenlaufgeschosse und Schrote das Bild abrunden. Unser Abschlussbericht steht kurz vor der Fertigstellung. Nach der Abgabe an die BLE und Übergabe der Ergebnisse an Dr. Kneubuehl können diese erst nach dessen Bewertung in einem Projektrat verkündet und danach der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Deshalb können an dieser Stelle nur einige Fakten ohne entsprechende Schlussfolgerungen genannt werden.

Im Bereich Flintenlaufgeschosse haben wir beispielsweise am Gebüsch errechnet und festgestellt, dass eine seitliche Ablenkung zwischen bleifreien und bleihaltigen Geschossen relativ gering ist. Wir bewegen uns in einem Bereich von 0,2 Grad, die größte seitliche Ablenkung wurde bei Trefferart 2 erreicht, wenn das Flintenlaufgeschoss die Hälfte dieses symbolisierten Gebüsches getroffen hat. Die gesamte Ablenkspanne betrug also 2,84 Grad – das ist relativ gering. Wir beobachten hier also einen sehr großen Energieerhalt nach dem Auftreffen. Alle Geschosse waren massestabil und die Deformationen gering. Ursache dafür ist die geringe zu verdrängende Masse.

Am Baumstamm haben wir bei einem Auftreffwinkel von zehn Grad und einer leichten Touchierung von 15 und 25 Grad Ablenkwinkel erfassen können. Bei 45 Grad verblieben fast alle Geschosskonstruktionen, ob bleifrei oder bleihaltig, bis auf wenige Ausnahmen im Baumstamm. Unsere Ergebnisse waren:

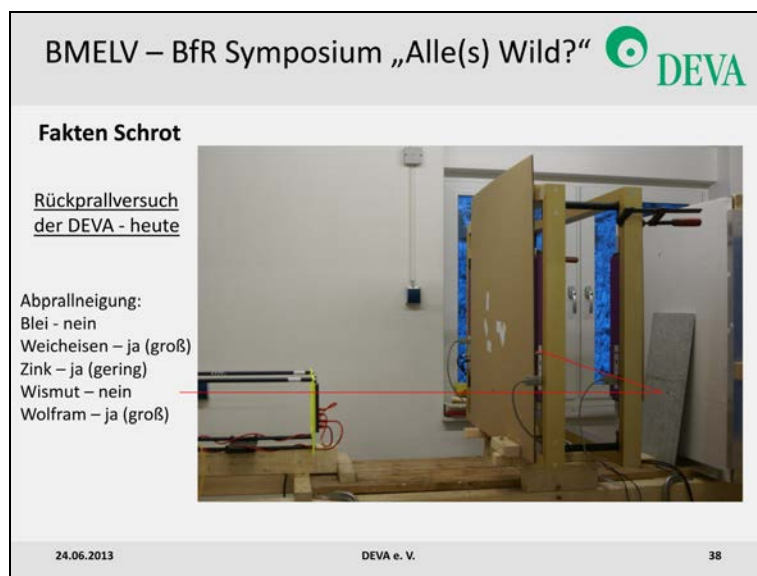
- Bleifreie Flintenlaufgeschosse prallen massestabiler ab als bleihaltige.
- Ab einem Auftreffwinkel von 45 Grad ist die Wahrscheinlichkeit eines Steckschusses sehr groß.
- Der Unterschied der maximal erreichten Ablenkwinkel zwischen bleifreien und bleihaltigen Geschossen ist gering mit 4,5 Grad.

- Der größte seitliche Ablenkwinkel wurde vom bleihaltigen Brenneke classic erreicht mit 19,6 Grad, bei einem Auftreffwinkel von 45 Grad.
- Die Spannweite des Ablenkbereiches beträgt 23 Grad (-3,4 Grad bis +19,6 Grad).

Auch bei den Rückprallern haben wir die einzelnen Geschosskonstruktionen hinsichtlich ihrer Rückpralleigenschaften untersucht und festgestellt, dass lediglich beim „Brenneke Super Sabot“ mehrere Rückpraller am Stein auftraten, am Baumstamm sind keine Geschosse zurückgeprallt. Am harten Boden haben wir Auswertungen hinsichtlich Ablenkwinkel zur Seite und zur Höhe angestellt. Im Vergleich zu den Büchsen geschossen, bei denen wir nur bis zehn Grad geschossen haben, haben wir bei den Flintenlaufgeschossen bis 15 Grad geschossen. Am weichen Boden ist es ähnlich. Dort haben wir mit den Büchsen geschossen bis fünf Grad geschossen, mit den Flintenlaufgeschossen bis zehn Grad. Die Konsequenz ist, dass die Flintenlaufgeschosse sowohl am weichen als auch am harten Boden „abprallfreudiger“ als Büchsen geschosse sind.

### Verwendung von Schrotmunition

Hinsichtlich Schrot hat die DEVA in einem Rückprallversuch im Jahr 1992 Weicheisenschrot auf ein sehr hartes Beschussmedium senkrecht auftreffen lassen. Der Schütze selbst war gekapselt, also entsprechend gesichert. Es wurden in einem Bereich bis zu 40 Meter rückgeprallte Schrote festgestellt.



**Abb.4: Rückprallversuch der DEVA**

Unserem Versuch 2013 legten wir einen ähnlichen Versuchsaufbau zugrunde. Allerdings haben wir nicht mit der Schrotgabe selber, sondern mit dem Einzelschrot operiert und konnten den Versuch unter Laborbedingungen machen. Im Gegensatz zu damals wollten wir diesmal auch Energien ermitteln, und die kann man nur über entsprechende Geschwindigkeiten feststellen. Hier ergibt sich ein technisches Problem, weil man das Geschoss nicht durch die Lichtschranke durchschicken, die Geschwindigkeit messen, dann aufprallen und wieder zurückkommen lassen kann. Es musste also eine Möglichkeit gefunden werden, eine Messung des rückprallenden Schrotes vorzunehmen. Wir haben also durch die erste Lichtschranke durchgeschossen und so die Auftreffgeschwindigkeit ermittelt. Das Schrot flog unterhalb des Lichtbandes der zweiten Lichtschranke weiter zum Beschussmedium. Das rückprallende Projektil durchquerte die zweite Lichtschranke nun im Bereich des Lichtbandes und erzeugte so ein Ausgangssignal. Damit war es möglich, auch die Geschwindigkeit bzw. Energie nach dem Auftreffen zu ermitteln.

## Ergebnisse

Wir konnten bei der Abprallneigung feststellen, dass Blei keinerlei Rückprallneigung zeigt, Weicheisen hingegen eine sehr große. Zink zeigt eine geringe Rückprallneigung – hier haben die Schrotkörner die Lichtbänder nicht erreicht, aber wir haben sie dann bei der Lichtschranke gefunden. Wismut zeigte keinerlei Rückprallneigung und Wolfram ähnlich wie Weicheisen eine sehr große Neigung.

Für einen Vergleich, wie sich die Schrote unter einem Auftreffwinkel von zehn Grad an der Steinplatte verhalten, haben wir ein paar Hochgeschwindigkeitsaufnahmen an der Steinplatte gemacht. Sie sehen die fünf Materialien, die wir getestet haben: Bleischrot, Stahlschrot, Wismutschrot, Zinkschrot und Wolframschrot. Beim Bleischrot haben wir zusätzlich Mehl auf die Platte gemacht, um eine Spurlänge feststellen zu können. Für die Messung war es dann eher untauglich, weil schon das Mehl ausgereicht hat, um Veränderungen in der Abgangsgeschwindigkeit zu erzeugen. Man sieht, dass Bleischrot sich sehr stark verformt hat und einen geringen Abprallwinkel erreicht hat. Stahlschrot hat sich nicht verformt. Wismutschrot hat sich bei einem Auftreffwinkel von zehn Grad komplett zerlegt. Das Zinkschrot hatte einen ähnlichen Abprallwinkel wie das Bleischrot und das Wolframschrot springt im Gegensatz zu den anderen wie ein Gummiball. Es sind also durchaus materialabhängige Unterschiede festzustellen.

Wir haben bei den Schroten auch zusätzlich das Medium Wasser untersucht, da mit der Flinte häufig am Wasser gejagt wird. Es wurde mit einem Wolframschrot auf eine Wasseroberfläche geschossen. Aus der Literatur wussten wir, dass Abpraller im Bereich von 6,6 Grad Auftreffwinkel möglich sind. Allerdings waren diese Angaben immer sehr geschwindigkeitsabhängig, sodass unter unseren Versuchsbedingungen eine Entfernung bis zum Ziel von 25 Metern zu realisieren war. Die Geschwindigkeit des Schrotkornes war materialabhängig und betrug ungefähr 250 Meter pro Sekunde auf der genannten Zielentfernung. Mit dieser Geschwindigkeit haben wir also die Wasseroberfläche beschossen und festgestellt, dass im Bereich von fünf Grad alle Schrote zuverlässig abgeprallt sind. Beim dem zu testenden Winkel von zehn Grad haben wir keine Ablenkungen mehr erzielt. Um einen Grenzwinkel zu ermitteln, sind wir sukzessive ab einem Auftreffwinkel von fünf Grad in 0,1-Grad-Schritten weitergegangen.

Bei einem Auftreffwinkel von 5,5 Grad und einer Spurlänge von rund 20 Zentimeter (das Schrot bewegt sich an der Wasseroberfläche entlang) verlässt das Schrot das Wasser wieder. Wir haben in einem weiteren Versuch den Winkel auf 5,6 Grad erhöht und kamen zu dem Ergebnis, dass das Schrotkorn zuverlässig ins Wasser eingetaucht war. Wir können somit feststellen, dass wir unabhängig von Geschossmaterial, Geschossform und Geschossgeschwindigkeit einen Grenzwinkel ermittelt haben, den wir auch durch bildgebende Verfahren darstellen konnten. Dieser bewegt sich im Bereich von 5,5 Grad bis 5,6 Grad. Dies kann möglicherweise für entsprechende Jagden wichtig sein.

## Diskussion (Teil 3):

**Frage:** Dieser Abprallwinkel von 5,5 bis 5,6 Grad entspricht welcher Entfernung – 25 Meter? Oder hängt das damit zusammen, dass die Energie geringer ist?

**Ingo Rottenberger:** Die Zielgeschwindigkeit der Schrote wurde so eingestellt, dass wir das Ganze auf eine reale Schussentfernung von 25 Meter simuliert haben. Der Schusswinkel von 5,5 oder 5,6 Grad ergibt sich aufgrund der Anschlaghöhe von 1,50 Meter und des Auftreffpunkts in dieser Entfernung. Sie benötigen dazu die Winkelfunktion „Tangens“.

## Kriterien für Jagdmunition

Momentan ist es so, dass das Waffengesetz, das Beschussgesetz und die Beschussverordnung eindeutige Regelungen für die Zulassung von Munition, für das In-den-

Verkehr-Bringen und für das Erwerben des Endverbrauchers haben. Es werden zum Beispiel die Maße der Geschosse und Patronen geprüft oder die Einhaltung des zulässige Gebrauchsgasdrucks. Es wird weiterhin festgelegt, wie das Ganze zu kennzeichnen ist. Im Bundesjagdgesetz wird auch die Zielenergie beim Einsatz auf entsprechende Wildarten geregelt, wir gehen derzeit von 1.000 oder 2.000 Joule aus. Es wird also die Energiemenge vor dem Ziel beschrieben, aber keine Aussage dazu gemacht, wie die Umsetzung der Energie im Wildkörper zu erfolgen hat. Deshalb ist es aus unserer Sicht notwendig, ein Kriterium zu finden, das die Wirksamkeit eines Geschosses besser beschreibt. Unserer Ansicht nach ist, wenn sich das Geschoss bewegt und dafür 1.000 Joule hat, keine Aussage möglich, was es letztendlich im Wildkörper selbst macht. Wichtig ist für uns die Umsetzung. Dazu haben wir die Masse der Geschosse, die Geschwindigkeit und auch die Energie zwischen einem bleifreien und einem bleihaltigen Geschoss verglichen. Im Durchschnitt können wir regelmäßig geringere Energiewerte bei der Umsetzung im Wildkörper von bleifrei zu bleihaltig feststellen. Auch die Energieabgabe pro Zentimeter Eindringtiefe ist im Vergleich bleifrei und bleihaltig unterschiedlich. Bei einigen Geschosskonstruktionen führte selbst eine Steigerung der Geschwindigkeit nicht zu einer wesentlichen Verbesserung der Energieabgabekriterien. Es gibt durchaus Geschosskonstruktionen, die zum Teil das realisieren können, was die bleihaltigen schaffen. Momentan sind deshalb viele Hersteller und Anwender verunsichert und wissen nicht, was sie tun sollen. Letztendlich sollte in jedem Fall sichergestellt sein, dass über eine entsprechende Funktion eine Energieabgabe an den Wildkörper festgeschrieben werden kann, die für alle Geschosse gültig ist.

#### **Fazit**

- Beim Forschungsvorhaben „Abprallverhalten Büchsenmunition“ ist keine eindeutige Präferenz zugunsten der bleihaltigen oder bleifreien Geschosse möglich.
- Die Auswertung der Flintenlaufgeschosse und Schrote ist noch nicht abgeschlossen, sodass zum jetzigen Zeitpunkt noch keine abschließende Bewertung möglich ist. Kritisch: Rückprallverhalten von Weicheisen- und Wolframschroten!
- Es gibt technische Belange, die bei Umstellung auf bleifrei unbedingt berücksichtigt werden müssen (Waffe/Schießstände)!
- Die Jägerschaft muss über die sich nun an ihrer Waffe ergebenden neuen Besonderheiten (Reinigung/Präzision) umfassend informiert werden!
- Geschosseinsatz sollte nicht über Auftreffenergie, sondern an einem Mindest-Energieumsatz (Wirksamkeit) definiert werden!





## 6 Umweltaspekte von Blei, Kupfer und Zink

Moderation: Dr Niels Bandick, PD Dr. Helmut Schafft  
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

### 6.1 Status: Stoffkreisläufe in unserer „Natur/Kultur“-Landschaft

Prof. Dr. Hans Schenkel  
Landesanstalt für Landwirtschaftliche Chemie, Universität Hohenheim

Ich will in meinem Vortrag kurz auf folgende vier Punkte in unserer „Natur/Kultur“-Landschaft eingehen:

- die Nutzung unserer Natur- und Kulturlandschaft
- geschlossene oder „offene“ Kreisläufe
- Flüsse und Pfade
- der Kreislauf zwischen Feld und Wald

Mir ist das schöne Bild vom Abbruch der Zollernalb eingefallen. Dort befindet sich auch die Burg Hohenzollern. Das charakterisiert eigentlich sehr gut, was wir früher unter „Kulturlandschaft“ verstanden haben: die abwechslungsreiche Landschaft zwischen Wald und Wiesen sowie eine abwechslungsreiche Agrarlandschaft, die sowohl der landwirtschaftlichen Produktion als auch der Nahrungsgrundlage für unser Wild dient.

#### Nutzung unserer „Natur/Kultur“-Landschaft

Wie werden die Flächen unserer Natur- und Kulturlandschaft heute überwiegend genutzt? Gut 50 Prozent sind landwirtschaftliche Nutzfläche, 30 Prozent sind Wald und 13 Prozent Siedlungsfläche. Wenn man die landwirtschaftliche Nutzfläche – das sind etwas über 16 Millionen Hektar – noch weiter differenziert, sind es über 11 Millionen Hektar Ackerland und momentan 4,6 Millionen Hektar Dauergrünland. Wir können hoffen, dass dieser Wert nicht noch stärker abnimmt, weil insbesondere das extensive Dauergrünland auch Nahrungsgrundlage für die Nutz- und Wildtiere ist. Bei Nährstoffkreisläufen stellen wir uns sehr oft vor, dass im Boden die verschiedenen Elemente wie Blei, Zink und Kupfer von der Pflanze aufgenommen werden; dann kann das pflanzliche Material wieder abgebaut werden und die Elemente können zum Boden zurückkehren. Im Idealmodell können wir noch die Tiere in diesen Stoffkreislauf einbauen. Das klingt zwar nach einem geschlossenen Kreislauf, aber dem ist natürlich nicht so. Dieser Kreislauf hat verschiedene Öffnungen, vor allem bei der Bodenneubildung, -festlegung und Bodenmobilisation. Im Anschluss an meinen Vortrag werden Ihnen zwei sehr kompetente Referentinnen beziehungsweise Referenten diese Prozesse noch im Einzelnen darstellen. Bei der Deposition aus der Luft ist es ein wichtiger Unterschied, ob diese nass oder trocken erfolgt.

Wir haben natürlich auch Ausgänge aus diesem Kreislauf, und zwar durch das Oberflächenwasser, das Sickerwasser (das letztlich das Grundwasser erreichen kann) und durch die Erosion. Wenn wir die landwirtschaftlichen Nutzflächen getrennt betrachten, haben wir natürlich auch sehr viele zusätzliche Ein- und Ausgänge, die für die Beurteilung der Stoffkreisläufe in landwirtschaftlichen Nutzflächen außerordentlich wichtig sind. Es gibt verschiedene Computerprogramme, um diese Aus- und Einträge zu simulieren.

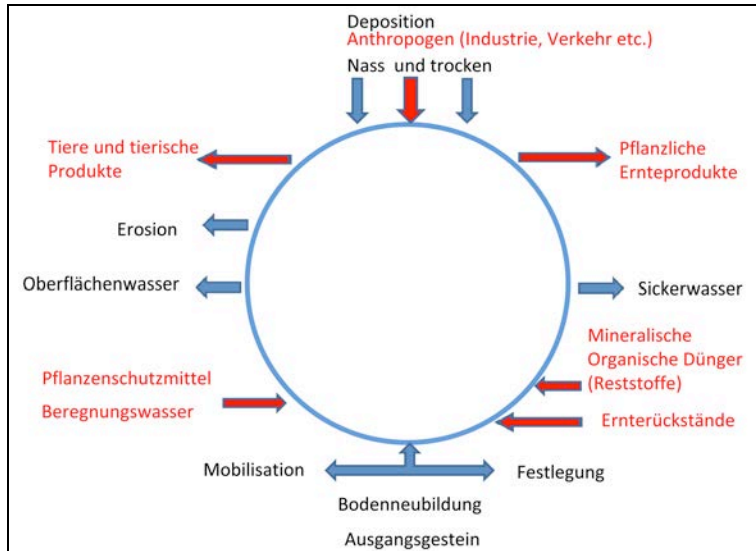


Abb.1: Deposition – Aus- und Einträge

### Flüsse und Pfade

Stoffflüsse und Pfade spielen in den deutschen Bodengroßlandschaften eine große Rolle. Nach mir werden noch zwei Experten ausführlicher über dieses Thema sprechen. Deshalb möchte ich hier nicht näher darauf eingehen. Die Hintergrundwerte der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) zeigen in der Sektion „Wald“ anhand des Bleiwertes die Auskehrfunktion des Waldes hinsichtlich der Bleibelastung über die höheren Werte im Vergleich zu Acker- und Grünlandnutzung.

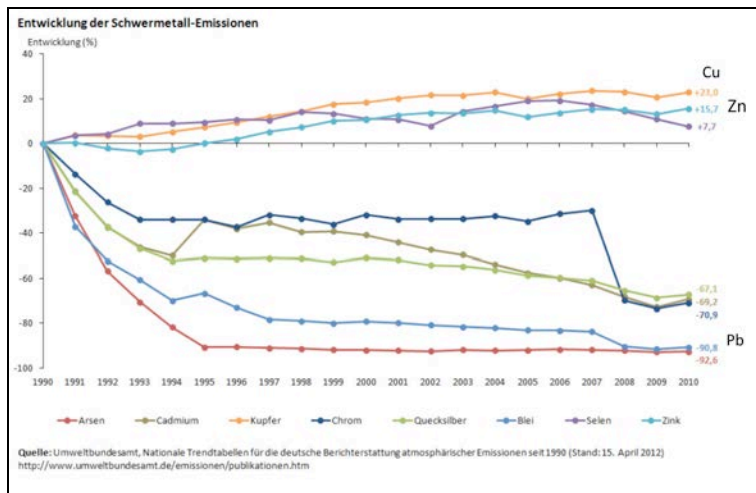
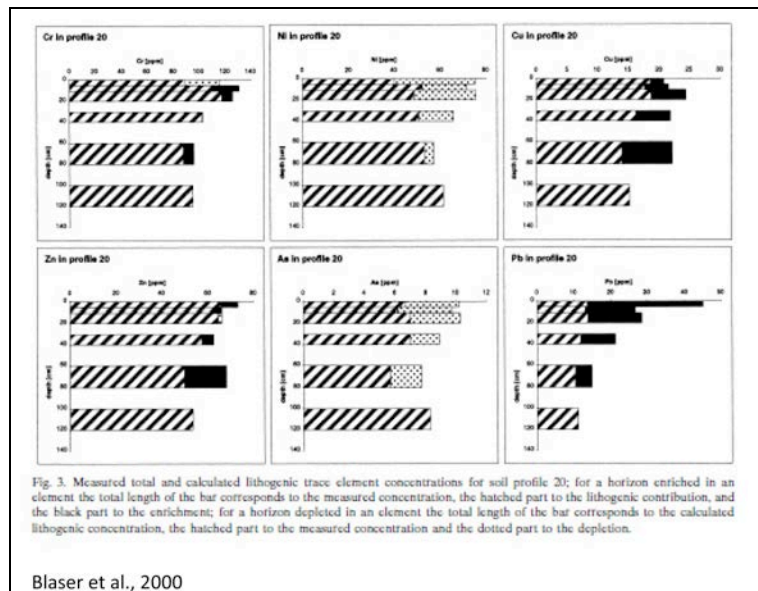


Abb.2: Entwicklung der Schwermetall-Expositionen

Wesentlich wichtiger ist jedoch die Entwicklung der Emissionen. Verglichen mit der Lage von 1990 ist durch einen Verzicht auf die Verbleiung des Benzins und andere emissionsschutzrechtliche Maßnahmen die Emission von Blei sehr stark zurückgegangen. Die untere blaue Kurve im Diagramm zeigt einen Rückgang mehr als 90 Prozent. Die Emission von Kupfer und Zink ist im Laufe der Jahrzehnte jedoch sogar leicht angestiegen. Im Hinblick auf die Auswahl dieser Untersuchungsgebiete sollten wir unsere Aufmerksamkeit eigentlich nicht so sehr der Bodenbelastung, sondern der Schwermetalldeposition widmen.

Die Deposition von Blei in Deutschland ist sehr unterschiedlich und reicht von sehr kleinen bis zu relativ hohen Mengen. Den Bleieintrag importieren wir zum Teil auch aus den

Nachbarländern. Im Hinblick auf die Belastung von Rot- und Rehwild erscheint mir diese Unterteilung im Gegensatz zu den Bodenbelastungen sehr wichtig, weil die Blattfresser bzw. Wildwiederkäuer sehr davon abhängig sind, welche Stoffe auf dem Blattmaterial deponiert sind (also aus der Luft kommen) und wie nah diese Stoffe am Boden sind. Das sollten wir auf jeden Fall berücksichtigen.



**Abb.3: Bleigehalte in Waldböden**

Unten rechts in der Grafik sehen Sie die Bleigehalte in Waldböden aus einer Schweizer Studie. Die schwarzen Balken stellen die Auflagerung in den obersten Bodenschichten durch die Luft dar, die schraffierten Balken zeigen den geogenen Anteil. Im Hinblick auf die Differenzierung der Gehalte hinsichtlich Rotwild und Schwarzwild, die weniger depositionsabhängig sind als die Blattfresser, ist das sehr wichtig.

### Bleieintrag auf Feldern

Andere Untersuchungen haben gezeigt: In einem Rapsfeld in der Schweiz haben Sie beispielsweise bei einer Fruchtfolge der landwirtschaftlichen Nutzung wie Raps, Weizen und Gerste jährlich im Schnitt einen Entzug von 185 Gramm pro Hektar an Zink, 47 Gramm pro Hektar an Kupfer und drei bis vier Gramm pro Hektar an Blei. Wenn Sie dann noch die Auswaschung berücksichtigen haben Sie aus diesem System einen Output von 305 Gramm Zink und rund 100 Gramm Kupfer. Diese Werte werden von den Pflanzenernähern natürlich häufig als Anlass genommen, um nachzuweisen, dass ein Düngebedarf an diesen Spurenelementen vorherrscht. Dem muss aber nicht so sein. Auf einem anderen Feld im Elsass werden beim Zink 306 Gramm durch die Feldfrüchte abgetragen, durch die atmosphärische Deposition 305 Gramm. Das heißt: Was von oben herunterkommt, fahren wir vom Feld wieder ab, und was zusätzlich auf die Fläche gebracht wird, bspw. durch den Wirtschaftsdünger oder andere Einträge, trägt zu einer Überschussbilanz bei.

### Bleieintrag in Wäldern

In den Waldsystemen schaut das ganz anders aus. Eine Studie aus dem Bayerischen Wald zeigt, dass im Baumbestand nur 0,3 Kilogramm Blei pro Hektar festgelegt sind. Den überwiegenden Anteil von 46 Kilogramm pro Hektar findet man in den obersten 40 Zentimetern des Waldbodens. Man muss also hinsichtlich der Aus- und Einträge zwischen Wald-, Acker- und Grünland sehr sorgfältig differenzieren.

### **Wild wandert zwischen Wald und Feld**

Die Wildtiere, egal ob Rot-, Reh- oder Schwarzwild, sind im Vergleich zu unseren landwirtschaftlichen Nutztieren sehr differenziert zu betrachten. Es gibt eine sehr unterschiedliche Nahrungsgrundlage, die eine eminente Bedeutung hinsichtlich der Gehalte hat, die wir in verschiedenen Organen ermitteln. Wir haben unter Umständen auch einen unterschiedlichen Bedarf an diesen Spurenelementen und eine unterschiedliche Elementversorgung. Die Tatsache, dass wir bei den Wildwiederkäuern relativ selten Mangelerscheinungen finden, dürfte mit diversen unterschiedlichen Habitaten und einer evolutionären Anpassung an diese unterschiedlichen Gehalte in den zur Verfügung stehenden Futtermitteln zusammenhängen.

Kollegen aus Frankreich haben anhand der Losung festgehalten, dass der Anteil an Gräsern bei Rehwild, das in der offenen Landschaft lebt, im Vergleich zum Anteil an Gräsern bei Rehwild, das im Wald lebt, viel höher ist. Es gibt hier gravierende Unterschiede zwischen den zwei Populationsgruppen – auch hinsichtlich der Jahreszeit. Von Mai bis Juni sind die Werte niedriger als in den Herbst- und Wintermonaten. Diese Dinge müssen im Detail aufgearbeitet werden.

Zuletzt möchte ich auf eine Publikation aus den Niederlanden eingehen, die schon etwas älter ist. Dafür wurden die Bleigehalte im Reh- und Schwarzwild in der Leber und in der Niere verglichen. Die Bleiwerte sind bei jüngeren Tieren, sowohl vom Schwarzwild als auch vom Rehwild, höher als die Gehalte bei den älteren Tieren. Das Schwarzwild zeigt immer höhere Konzentrationen, was mit der Nahrungsgrundlage zusammenhängen dürfte, da das Schwarzwild unter Umständen seine Nahrung doch vom belasteten Boden bezieht.

### **Fazit**

- Hinsichtlich der angesprochenen Elemente gibt es in den einzelnen Landschaftsräumen keine geschlossenen Kreisläufe. Wir müssen immer mit zusätzlichen Ein- und Austrittspfaden rechnen.
- In den einzelnen Landschaftsräumen unterscheidet sich der anthropogene Einfluss auf die Elementbilanz erheblich. Vor allem im Bereich der landwirtschaftlichen Nutzung kommt der Bewirtschaftungsart (Betriebstyp) eine erhebliche Bedeutung für die Elementbilanz zu. Damit herrscht auch indirekt ein Einfluss auf die Gehalte unserer Wildtiere, soweit sie diese landwirtschaftlichen Nutzflächen zusätzlich als Nahrungsgrundlage nutzen.
- Neben den Elementflüssen beziehungsweise Elementkonzentrationen kommt den Faktoren, die die Mobilität bzw. den Übergang von einem zum anderen Kompartiment beeinflussen (Bindungsform, pH-Wert, Ionenaustauschkapazität etc.), eine herausragende Bedeutung zu.

## **6.2 Blei, Kupfer und Zink in Waldböden**

Dr. Nicole Wellbrock  
Thünen-Institut für Waldökosysteme, Eberswalde

Ich möchte Ihnen in meinem Vortrag die ersten Ergebnisse der bundesweiten Bodenzustandserhebung vorstellen. Zunächst werde ich kurz darstellen, was die Bodenzustandserhebung ist und welche Daten wir erheben, die vielleicht für Sie von Interesse sein können. Im Anschluss werde ich noch einmal kurz auf die Punkte „Schwermetalle in Böden“ und „Besonderheiten von Waldböden“ eingehen. Danach komme ich zu den Ergebnissen der Bodenzustandserhebung und den Veränderungen der Umweltbedingungen, die auch wichtig für die Mobilität von Schwermetallen sind. Zum Schluss komme ich auf die Konsequenzen zu sprechen. Ich möchte in diesem Zusammenhang insbesondere auf die Fragestellung eingehen, wie die Belastung mit Schwermetallen im Wald bei veränderten Umweltbedingungen aussehen können.

### **Bodenzustandserhebung**

Die bundesweite Bodenzustandserhebung ist ein Teil des forstlichen Umweltmonitorings in Deutschland und eingebunden in das europäische Monitoring. Es handelt sich um ein systematisches 8 x 8-km-Raster, das über den Wald gelegt wird. Bisher hat diese Erhebung zweimal stattgefunden, das erste Mal von 1987 bis 1992 an 1.600 Plots und dann wiederholt von 2006 bis 2008 an 2.000 Punkten. Diese Punkte waren nicht unbedingt identisch, da es zwischenzeitlich in einigen Bundesländern Rasterverschiebungen gegeben hat. Den Bundesländern ist dies freigestellt, da sie ihre eigenen Erhebungen und auch ihre Länderauswertungen durchführen. Wir vom Thünen-Institut koordinieren dann die bundesweite Erhebung. Neben Daten zum Boden wurden auch Daten zur Vegetation, zum Bestand, zu den Nadel-/Blattspiegelwerten und zum Kronenzustand erhoben. Im Bereich Schwermetalle sind Gesamtaufschlüsse mittels Königswasser im Auflagehorizont und im Mineralboden 0 bis 5 und 5 bis 10 Zentimeter sowie Nadel- bzw. Blattspiegelwerte erhoben worden. Leider wurde bei der ersten Bodenzustandserhebung nur der Auflagehorizont beprobt, so dass wir einen Vergleich zwischen BZEI und BZEII nur im Auflagehorizont durchführen können.

### **Schwermetalle in Böden**

Bei der Bioverfügbarkeit sind die Gesamtgehalte weniger interessant. Es kann aber davon ausgegangen werden: Je höher der Gesamtgehalt ist, desto höher ist auch der Wert für die löslichen Schwermetalle. Daneben spielt aber die spezifische Löslichkeit der Elemente eine Rolle. Blei ist im Vergleich zu Kupfer und Zink schwerer löslich. Außerdem ist der Gehalt an organischen und anorganischen Komplexbildnern sehr wichtig – insbesondere bei Blei spielt die organische Komplexbildung im Boden eine entscheidende Rolle. Auch die Redoxbedingungen (Luftverfügbarkeit im Boden) und der pH-Wert sind für Waldböden wichtig. Die alleinige Betrachtung der Schwermetallgesamtgehalte ermöglicht demzufolge nur eingeschränkte Aussagen zur Bioverfügbarkeit.

### **Besonderheiten von Waldböden**

Waldböden verhalten sich leicht anders als landwirtschaftliche Böden. Das liegt sicherlich daran, dass der Auskämmeffekt für Stäube des Bestandes besonders hoch ist. Die Belastung aus der Deposition aus der Luft ist also wesentlich höher als auf landwirtschaftlichen Flächen. Wir haben niedrige pH-Werte in Waldböden, das heißt, die Mobilität ist grundsätzlich höher. Wir haben aber humusreiche Auflagehorizonte und damit auch organische Komplexbildner. Die Schwermetalle können in der Auflage also sehr gut gebunden werden. Wir haben außerdem das forstliche Management, das sich von den landwirtschaftlichen Böden unterscheidet und von Bundesland zu Bundesland sehr unterschiedlich ist. Wir haben in den letzten Jahren sehr viel Waldumbau in Richtung naturnahe Waldbewirtschaftung erlebt. Auch das hat Auswirkungen auf den Bodenzustand. Die häufigsten Quellen von Schwermetallen – das konnten wir auch bei der ersten Bodenzustandserhebung sehen – sind entweder lokale Quellen aus Bergbau, Metallindustrie und bleihaltigem Benzin oder geogen bedingt.

### **Ergebnisse**

In der Humusaufgabe, das haben wir auch im vorherigen Vortrag gesehen, sind die meisten Belastungen zu erwarten. Leider gibt es Grenz- oder Vorsorgewerte nur für den Mineralboden, nicht aber für den Auflagehorizont, weswegen ich nur die Häufigkeitsverteilung der drei Elemente darstellen kann. Die Häufigkeitsverteilung von Kupfer beträgt im Mittelwert 12 mg/kg, der Median liegt deutlich niedriger bei 5,9 mg/kg. Sie sehen also eine deutlich schiefe Verteilung. Das 95er-Perzentil liegt bei 32 mg/kg als Grenzwert. Bei Blei liegen viele Werte an der Nachweisgrenze. Der Mittelwert liegt bei 170 mg/kg, der Median bei 37 mg/kg. Wir haben aber Maximalwerte von 8.000 mg/kg. Es gibt also tatsächlich Hotspots mit einer sehr hohen Bleibelastung. Bei Zink verhält es sich ähnlich wie bei Kupfer. Wir haben hier eine nicht ganz so schiefe Verteilung. Der Mittelwert liegt bei

53 mg/kg, der Median bei 45 mg/kg. Maximalwerte liegen bei 800 mg/kg und das 95er-Perzentil bei 130 mg/kg.

Bei der ersten Erhebung haben sich insgesamt bei Kupfer, Blei und auch bei Zink deutlich niedrige Werte im Mittel ergeben. Das heißt: Obwohl die Belastung an Schwermetallen in der Auflage im Mittel abgenommen hat, bleiben die Hotspots erhalten.

Ergebnisse BZE Mineralboden 0-5 cm			
<b>Vorsorgewerte für Metalle (in mg kg<sup>-1</sup> TM, Fb, KöWa, BBodSchV)</b>			
Böden	Blei	Kupfer	Zink
Bodenart Ton	100	60	200
Bodenart Lehm/ Schluff	70	40	150
Bodenart Sand	40	20	60
<b>Kennwerte an BZE II-Punkten im Mineralboden 0-5 cm</b>			
Element	Cu	Pb	Zn
Gesamtanzahl	1774	1774	1774
Median [mg kg <sup>-1</sup> ]	6,6	27,0	37,5
Standardabweichung	14,2	92,4	45,7
Minimum [mg kg <sup>-1</sup> ]	0	0	0
Maximum [mg kg <sup>-1</sup> ]	174	4255	313
BZE-Punkte über den VW Sand [%] n=747	2,0	14	2,8
BZE-Punkte über den VW Schluff [%] n=934	3,1	24	2,3
BZE-Punkte über den VW Ton [%] n=93	2,1	9,7	8,6
Seite 9   Dr. Nicole Wellbrock 19.03.2013   BMELV-BfR Symposium "Alle(s) Wild?"			
THÜNEN			

**Abb.1: Vorsorgewerte für Metalle (in mg kg<sup>-1</sup> TM, Fb, KöWa, BBodSchV), Kennwerte an BZE-II-Punkten im Mineralboden 0–5 cm**

Im Mineralboden sehen Sie in der Tiefe von null bis fünf Zentimeter die Vorsorgewerte aus der Bundesbodenschutzverordnung, die ich jeweils für Blei, Kupfer und Zink dargestellt habe. Da das Verhalten der Schwermetalle je nach Bodenart oder pH-Wert sehr unterschiedlich ist, gibt es abgestufte Werte für die drei Korngrößenfraktion Ton, Schluff und Sand. Bei Kupfer und Zink sehen Sie im Median niedrigere Werte als in der Auflage, bei Blei hingegen nicht. Ich habe dann ausgerechnet, wie hoch die Anzahl der Bodenzustandserhebungspunkte (BZE) ist, die bei den verschiedenen Bodenarten den Vorsorgewert überschreiten, um die Belastung mit Schwermetallen charakterisieren zu können. Bei Kupfer liegen die Werte bei Sand bei zwei Prozent, bei Schluff bei drei Prozent und bei Ton wieder bei zwei Prozent. Ähnlich niedrig sind die Werte bei Zink: 2,8 Prozent Sand, 2,3 Prozent Schluff und bei tonhaltigen Böden mit 8 Prozent etwas höher. Ganz anders ist es bei Blei. Bei sandigen Böden sehen wir, dass 14 Prozent der Standorte einen Wert über dem Vorsorgewert haben, bei Schluffböden sogar 24 Prozent und bei Tonböden immerhin noch fast 10 Prozent. Die Belastungssituation bei den Elementen ist also durchaus unterschiedlich, auch wenn sie besser geworden ist.

Die Vorräte der verschiedenen Schwermetalle in Waldböden betragen im Median bei Kupfer 3,3 kg/ha, bei Blei 13,5 kg/ha und bei Zink 18,7 kg/ha. Wenn man nur diese Vorräte betrachten würde, könnte man sehen, dass die Einträge durch die Munition wahrscheinlich zu vernachlässigen sind im Vergleich zu den Vorräten, die ohnehin im Boden vorliegen.

Bei den einzelnen Hotspots kann man aus der Kombination der verschiedenen Schwermetalle sehr gut erkennen, welche Quellen der Schwermetalleinträge es gibt. Ganz typisch für eine Bergbauregion, die schon lange existiert, ist eine hohe Bleibelastung von 2.358 mg/kg sowie auch eine sehr hohe Zink- und Cadmiumbelastung. Daneben haben wir mit einem Truppenübungsplatz den absoluten Hotspot mit einer Bleibelastung von über 8.000 mg/kg Blei. Man sieht aber, dass die Zink- und Cadmiumwerte hier deutlich geringer

sind. Insgesamt kann man zu den Hotspots sagen, dass es sich wirklich um lokale Emittenten handelt und wir nur wenige Hotspots haben, die auch geogen bedingt sind.

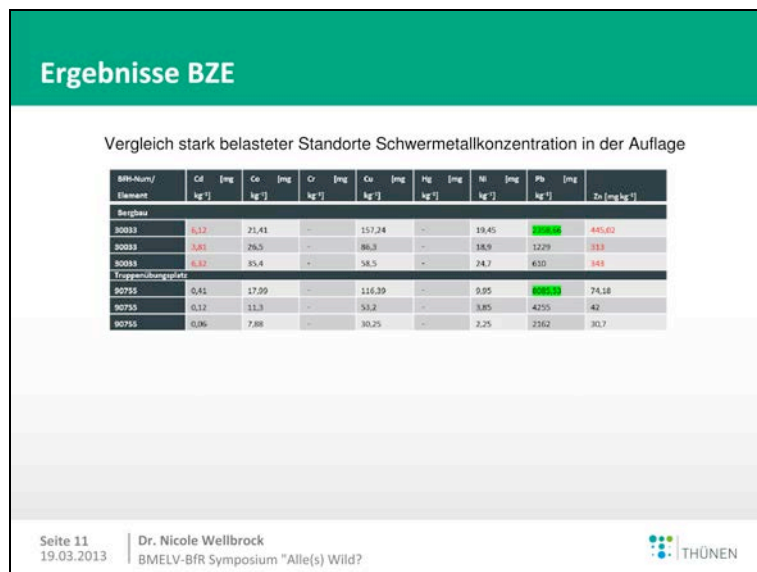


Abb.2: Vergleich stark belasteter Standorte Schwermetallkonzentration in der Auflage

### Veränderungen der Umweltbedingungen

Wir haben gesehen, dass Schwermetalle in der organischen Auflage im Allgemeinen gut gebunden werden, und haben dann Untersuchungen gemacht, wie sich die Auflage von der Erst-Inventur zur Zweit-Inventur verändert. Dabei haben wir eine deutliche Abnahme der Kohlenstoff-Vorräte und somit auch der Auflage in den verschiedenen Waldtypen festgestellt. Bei Laub- und Mischwäldern sind die Unterschiede zwischen der Erst- und Zweit-Inventur wirklich signifikant, bei Nadelwäldern dagegen nicht. Wir haben also eine Abnahme der Humusvorräte und damit auch eine Abnahme der Schwermetallgehalte. Das Ganze wird schließlich mit dem Sickerwasser in den Mineralboden verlagert, was dort zu einer Zunahme der Kohlenstoffgehalte und der Bleigehalte führt.

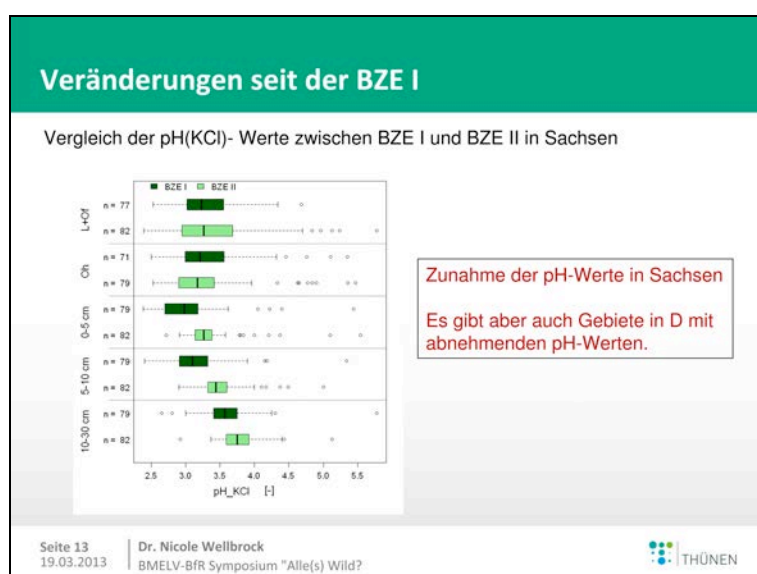


Abb.3: Vergleich der pH<sub>(KCl)</sub>-Werte zwischen BZE I und BZE II in Sachsen



Auch die pH-Werte sind für die Mobilität der Schwermetalle in Böden ganz wichtig. An diesem Beispiel aus Sachsen sehen wir in dunkelgrün die Erst-Inventur und in hellgrün die Zweit-Inventur über die verschiedenen Auflagehorizonte im Mineralboden. Man sieht, dass dort die pH-Werte von der Erst-Inventur zur Zweit-Inventur zugenommen haben. Das heißt, dass die Mobilität an Schwermetallen abgenommen hat. Es gibt aber durchaus Gebiete in Deutschland, wo das nicht der Fall ist und wir weiterhin sehr niedrige pH-Werte haben, die auch abgenommen haben. Dies ist zum Beispiel in Gebieten der Fall, wo wir in den 1990er-Jahren noch Flugasche hatten, die sehr basisch war und jetzt abgebaut wurde. Da stellen wir eine pH-Wert-Abnahme fest, das heißt, dass dort wahrscheinlich die Mobilität der Schwermetalle zugenommen hat.

### Fazit/ Konsequenzen

- An einigen BZE-Standorten sind Vorsorgewerte nach BBodSchuV überschritten, das liegt neben der geogenen Belastung an lokalen Quellen wie Bergbau.
- Da diese Standorte gegebenenfalls auch niedrige pH-Werte aufweisen, ist die Bioverfügbarkeit hoch.
- Die Einträge durch Jagdmunition sind relativ zu den vorhandenen Vorräten an Pb, Cu und Zn als gering einzuschätzen.
- Durch die Veränderung der Umweltbedingungen sind Schwermetalle von der Auflage in den Mineralboden verlagert worden.
- Wie hoch der Anteil der Schwermetalle ist, der von der Bodenvegetation im Wald aufgenommen wurde, ist unklar.

### 6.3 Risikobewertung von Schwermetallen im System Boden – Pflanze

Dr. Thomas Strumpf  
Julius Kühn-Institut (JKI), Berlin

Das Julius Kühn-Institut ging 2008 aus der biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, der Bundesanstalt für Züchtungsforschung und zwei Instituten der Bundesanstalt für Landwirtschaft hervor. Daraus folgt, worin unser Beitrag bei einer komplexen Beleuchtung der Thematik liegen kann. In meinem Vortrag werde ich mich deshalb auf den Pfad Boden/Pflanze beschränken.

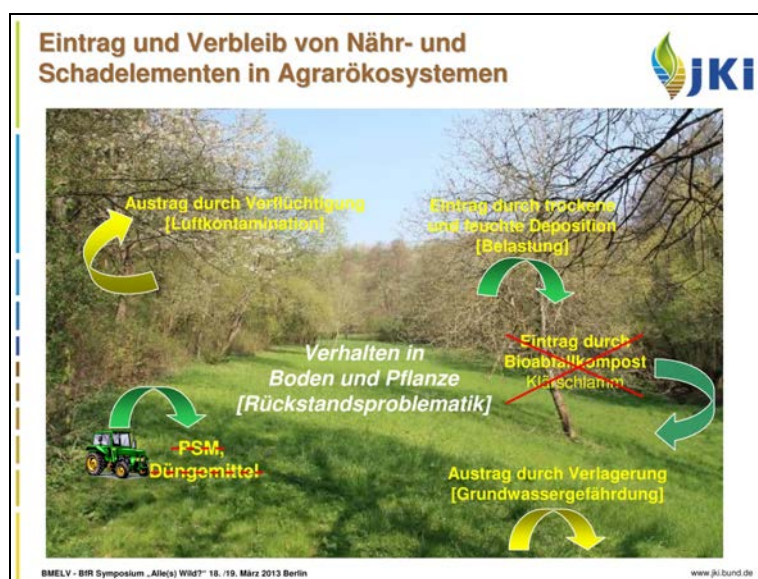


Abb.1: Eintrag- und Verbleib von Nähr- und Schadelementen in Agrarökosystemen

### Eintrag und Verbleib von Nähr- und Schadelementen in Agrarökosystemen

Das dargestellte Bild zeigt eine landwirtschaftlich genutzte Fläche (Grünland). Es erfolgen Einträge unterschiedlichster Art (zum Beispiel über die Luft) auf die Fläche, aber natürlich auch Austräge von dieser. Im Forst sind Einträge durch Bioabfallkompost oder Klärschlamm nicht erlaubt und somit nicht möglich. Eine zweite Eintragsquelle sind Pflanzenschutzmittel und Düngemittel. Wir wissen, dass Pflanzenschutzmittel sehr selten und nur im Extremfall im Forst eingesetzt werden. Bei mineralischen Düngemitteln sieht es ähnlich aus.

### Direkte und indirekte Begrenzung der Schadelementeinträge

Wir müssen uns erst einmal mit den unterschiedlichen rechtlichen Grundlagen beschäftigen, die es bezüglich der Schadelementeinträge im Wald gibt. Die Schutzgüter Wasser und Lebensmittel spielen hier eine untergeordnete Rolle. Unter „direkter Begrenzung“ versteht man Maßnahmen seitens des Gesetzgebers, die auf eine Vermeidung unerwünschter Einträge direkt abzielen. „Indirekte Begrenzung“ schließt Einträge durch Sekundärstoffdünger, z.B. Bioabfall, zwar mit ein, begrenzt diese aber über erlaubte Aufbringungsmengen und -gehalte. Für den Wald haben wir somit im Prinzip weniger Probleme mit den Einträgen, sondern mehr mit allem, was über die Luft kommen kann, mit den sogenannten Emissionen.

### Belastung Laubmischwald

Wie sieht es nun wirklich im deutschen Wald aus? Die Lagen, die wir beprobt haben, waren ausschließlich Waldlagen in der Nähe von Sonderkulturflächen, wie Weinbauflächen und Baumobstbauflächen. Dabei wurde auch eine Fläche mit typischer geogener Hintergrundbelastung bei geringen Elementverfügbarkeiten gefunden. Hier wurden im Mittelalter und im 17. und 18. Jahrhundert Metalle abgebaut, zum Beispiel Bleiglanz und Zinkblende. Der Boden wurde in der Vergangenheit großflächig verschoben.

Man kann zwischen drei unterschiedlichen Formen von Einträgen unterscheiden: Das eine sind die sogenannten siedlungsbedingten Einträge, bspw. durch Bleirohre. Anthropogen bedingt wäre es ein Eintrag durch menschliche Tätigkeit. In der Vergangenheit wurde Bleiarsenat als Insektizid in großen Mengen auf landwirtschaftlichen Nutzflächen eingebracht. Was aber keine Einträge sind, sondern geogene Gehalte oder auch Hintergrundgehalte, sind natürliche Gehalte von Schwermetallen in höheren Gehalten (z.B. Erzlagerstätten), die in Deutschland ebenso vorhanden sind.

		Belastung Laubmischwald (nur Stichprobe)							
		Horizont 0 – 5 cm				Horizont 0 – 20 cm			
		mg SM kg / Boden (TM)							
		Cu	Pb	Zn	Sb	Cu	Pb	Zn	Sb
MW		29	40	73	0,49	27	33	56	0,3
SD		17	17	64	1	18	12	22	0
min		6	10	25	0	5	10	18	0
max		81	70	351	3	91	66	100	2
n		22				26			

Abb.2: Belastung Laubmischwald (Stichprobe)

### Pflanzenverfügbarkeit in landwirtschaftlich genutzten Böden

Das Thema Verfügbarkeiten würde ich hier gerne auf die Pflanzenverfügbarkeit beschränken, da es sehr viele Parameter gibt, die die Bioverfügbarkeit beeinflussen. Bei den zurzeit durchgeführten Untersuchungen gibt es bei Kupfer etwa zehn verschiedene Einflussfaktoren. Alles wirkt zusammen und ergibt in der Summe dann die verfügbaren Elementgehalte im Boden. Wenn ich jetzt eine Bewertung des Risikos für das Schutzgut Pflanze durchführe, wird das natürlich noch dadurch erschwert, dass jede Kulturpflanze auf unterschiedliche Weise anreichert. Bei Bäumen finden wir bspw. vorrangig eine Einlagerung in Lignin. Außerdem: Je größer die Blattoberfläche der Pflanze ist, desto mehr verdunstet die Pflanze und desto mehr wird aus dem Boden aufgenommen. Die Bestimmung des

Aufnahme- und Verteilungsmustern von Schadelementen dient der Anpassung von Grenz-, Richt- und Orientierungswerten in Pflanzen und Böden im Sinne eines vorbeugenden Verbraucherschutzes und damit der Lebensmittelsicherheit.

### Grundlagen der Risikobewertung

Störend ist jedoch, dass wir eine einfache Ersteinschätzung des Risikos am konkreten Standort brauchen. Die Ausgangssituation ist, dass wir relativ komplizierte bodenschutzrechtliche Vorgaben haben wie zum Beispiel zu Gesamt- und pflanzenverfügbaren Gehalten, den Boden-pH-Wert bei einzelnen Elementen oder Frachtenregelungen. Der Wald ist allerdings bei der Bundesbodenschutzverordnung gar nicht geregelt, sondern bloß landwirtschaftliche Ackerflächen und Gartenflächen. Insofern können wir da keine Werte übernehmen. Natürlich gibt es auch noch für einzelne Elemente Regelungen für Richtwerte in Futtermitteln. So haben wir versucht, eine Methode zu finden, mit der man einfacher abschätzen kann, welches Verbraucherrisiko abhängig von den Elementen bei einzelnen Nahrungspflanzen besteht. Das kann alles nur dem Ziel dienen, dass sich die Lebensmittelsicherheit wirklich darauf einstellt.

**Verteilungsmuster und Biokonzentrationsfaktoren**

*Nicotiana tabacum* L., *Beta vulgaris* var. *altissima* L.,  
*Solanum lycopersicum* L. und *Helianthus annuus* L.

$$\text{Biokonzentrationsfaktor (BCF)} = \frac{\text{Konzentration (c) in Pflanze}}{\text{Konzentration (c) im Boden}}$$

Element	Ermittlung von Biokonzentrationsfaktoren (BCF) aus unterschiedlichen Aufnahme- und Verteilungsmustern in Pflanzen												
	Boden mg/kg (TS)	Tabak Blätter		Betrarübe		Tomaten				Sonnenblumen			
		2. Etage	8. Etage	Blätter	Rübe	Blätter		Frucht		Blätter		Press- kuchen	Öl
					1. Etage	5. Etage	1. Etage	5. Etage	1. Etage	10. Etage			
Arsen (As)	2 ... 4	0,23	0,11	0,03	0,01	0,16	0,10	0,12	0,11	0,18	0,15	0,07	0,07
Blei (Pb)	24 ... 44	0,06	0,01	0,02	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cadmium (Cd)	2 ... 6	3,99	3,24	0,34	0,17	3,72	3,02	0,27	0,24	0,47	0,44	0,19	0,00
Kobalt (Co)	3 ... 4	0,06	0,01	0,01	0,01	0,05	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
Chrom (Cr)	11 ... 13	0,15	0,02	0,03	0,01	0,10	0,05	0,02	0,04	0,03	0,03	0,02	0,00
Kupfer (Cu)	15 ... 152	0,16	0,15	0,16	0,05	0,23	0,20	0,12	0,12	0,20	0,11	0,06	0,01
Nickel (Ni)	5 ... 7	0,15	0,03	0,07	0,01	0,11	0,13	0,04	0,07	0,06	0,05	0,03	0,02
Zink (Zn)	58 ... 192	0,32	0,35	0,41	0,14	0,40	0,34	0,27	0,24	0,41	0,39	0,20	0,01

BMELV - BfR Symposium „Alle(s) Wild?“ 18./19. März 2013 Berlin www.jki.bund.de

**Abb.3: Ermittlung von Biokonzentrationsfaktoren (BFC) aus unterschiedlichen Aufnahme- und Verteilungsmustern in Pflanzen**

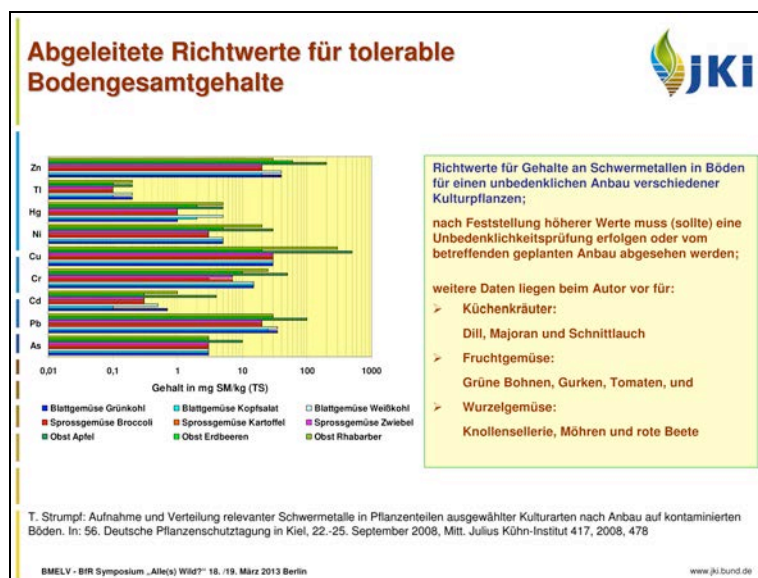
### Verteilungsmuster und Biokonzentrationsfaktoren

In der folgenden Tabelle sind Bodengehalte aufgelistet, für die wir Versuche durchgeführt haben. Entscheidend ist, wie lange das Element schon im Boden ist. Es handelt sich um Böden, wo von meinen Vor-Vorgängern in den Jahren 1960 bis 1973 Metallsalze aufgebracht wurden (Simulation der Verfügbarkeit natürlicher Gegebenheiten). Wir sehen, dass jedes dargestellte Element unterschiedlich anreichert. Bei Tabakblättern haben wir geschaut, was wir im Blatt in der zweiten und in der achten Etage haben. Der Anreicherungsfaktor ist hier nichts anderes als der Quotient, was in der Pflanze und was im Boden ist. Wir haben das damals noch auf den Gesamtgehalt untersucht, können es aber auch über den Pflanzengehalt machen, das Ergebnis wäre gleich. Wir sehen, wenn wir hier einzelne Elemente herausnehmen, dass bspw. Kupfer und Zink relativ gleichmäßig in den Pflanzen verteilt werden. In der Zuckerrübe wird hingegen kaum was aufgenommen. Wenn wir uns Blei anschauen, das ist ja ein wichtiges Element innerhalb der Jägerschaft, sehen wir, dass es nur in geringen Mengen aufgenommen wird. Bei Blei gilt für alle Pflanzen, dass es nur im Wurzelbereich und im unteren Pflanzenbereich lokalisiert, aber gar nicht in der Pflanze verteilt wird. Bei den beiden Nährelementen Zink und Kupfer sieht das anders aus: 30 bis 40 Prozent von dem, was im Boden ist, wird auch in der Pflanze gleichmäßig verteilt.

Es gibt außerdem unterschiedliche Verteilungsmuster. Wenn wir uns die Biokonzentrationsfaktoren angucken, haben wir zum Beispiel bei der Sonnenblume in Deutschland kein Blei. Wichtig ist jedoch vor allem das Schadelement Cadmium. Dort erfolgt eine Akkumulation, also Anreicherung, was aus ökotoxikologischer Sicht bedenklich ist. Was den Wald betrifft, finden wir Cadmium dort zum Glück nicht.

### Gewährung der Lebensmittelsicherheit

Wie bewerte ich nun die Lebensmittelsicherheit? Dazu haben wir einfach einige Werte genommen und geschaut, was die tägliche und wöchentliche Aufnahme für den Konsumenten an diesen Elementen ist. Das lässt sich anhand von Beispielen errechnen. Wenn ich zum Beispiel einen Bodengesamtgehalt von 100 Milligramm Blei pro Kilo Boden mit einem Biokonzentrationsfaktor von 0,01 umrechne (was in der Nahrung aufgenommen wird), ergibt sich bei einem Mensch mit 60 Kilogramm Körpergewicht ein Wert von 3,3 Mikrogramm. Der von der WHO vorgegebene Richtwert liegt bei 3,6 Mikrogramm. Jetzt kann man für die einzelnen Kulturpflanzen berechnen, bei welchen Bodengehalten man welche Kulturpflanze anbauen kann, damit keine Gefahr für den Verbraucher besteht.



**Abb.4: Aufnahme und Verteilung relevanter Schwermetalle in Pflanzenteilen ausgewählter Kulturarten nach Anbau auf kontaminierten Böden**

### Abgeleitete Richtwerte für tolerable Bodengesamtgehalte

Andere Untersuchungen zeigten, dass vor allem bei Obstbäumen die einzelnen Schadelemente nicht im Erntegut nachweisbar sind. In diesem Zusammenhang gibt es einen Risikobewertungsbedarf bei einigen Kleingartenanlagen in deutschen Städten, die oft über belasteten Böden angelegt wurden. Bei Bodengesamtgehalten von 3,2 Gramm Blei pro kg Boden (TM) war in Kirschen und Äpfeln keine Kontamination nachweisbar, stattdessen aber im Baumholz (Lignin). Blei wurde in den Blättern nicht gefunden. Wenn nun Wildtiere Blätter fressen, gehe ich davon aus, dass über den Pfad „Boden/Pflanze“ keine Expositionsgefahr existiert. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass Metallteile über den Pfad Luft/Pflanze (Deposition beziehungsweise Emission) in das Tier gelangen, wenn diese im Laubwald auf den Blättern gelandet sind.

### Zusammenfassung

- Auf der Grundlage von Versuchsbefunden der letzten 20 Jahre wurden Richtwerte für tolerable Bodengesamtgehalte von relevanten Schadelementen [As, Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Ni, Hg, Ti und Zn] für unterschiedliche Kulturen abgeleitet.

- Unter Beachtung der standortspezifischen Belastungssituation und durch geeignete Wahl der anzubauenden Nutzpflanzen können auch bei deutlicher Überschreitung der Vorsorgewerte für Böden die Richtwerte für Schadstoffe in (pflanzlichen) Lebensmitteln eingehalten werden.
- Eine Beeinträchtigung der Lebensmittelsicherheit von jagdlich gewonnenem Wildbret durch Transfer von Schwermetallen in Blattlaub über den Pfad „Boden – Pflanze“ kann ausgeschlossen werden.

Forschungsbedarf besteht meiner Meinung nach zu der Frage, wie der Einfluss auf das Schutzgut Wildbret ist, sprich: wie das Zusammenspiel von Boden und Tier und die Nahrungsaufnahme mit Bodenpartikeln verläuft – bspw. bei Wildschweinen und Schwarzwild. Nehmen Wildschweine, die Eicheln fressen, tatsächlich Bodenpartikel auf? Eine andere Frage, die auch schon angesprochen wurde, ist, wie die Verteilung im Wildbret infolge der Munition erfolgt und wie sich die Bleibelastung auf die Verfügbarkeit und den Transferpfad „Boden – Wildbret“ auswirkt. Außerdem könnte interessant sein, wie das Ganze schließlich über die Nahrungskette im Fleischfresser der Endkette mündet.

#### **6.4 Ökotoxizität bleifreier Jagdmunition**

Prof. Dr. Dr. Axel Göttlein, BSc. Dominik Schwarz, Evelyn Kitta  
Fachgebiet Waldernährung u. Wasserhaushalt,  
Wissenschaftszentrum Weihenstephan, TU München

Das Projekt „Ökotoxizität bleifreier Jagdmunition“ wurde am 1. März dieses Jahres begonnen. Kooperationspartner sind der Bayerische Jagdverband und der Munitionshersteller RUAG. Finanziert wird das Projekt vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten aus Mitteln der Jagdabgabe.

Wie sich eine Kontamination im Boden verhält, hängt neben ihrer spezifischen Eigenschaften stark von der Wasserbewegung im Boden ab. Es gibt Stellen, an denen Kontaminationen relativ schnell in bevorzugten Fließwegen nach unten verlagert werden können. Die gleiche Kontamination kann in anderen, weniger am Fließgeschehen beteiligten Bodenbereichen eine deutlich geringere Mobilität aufweisen.

Ein Perkolationsversuch zu Blei, Kupfer und Chrom in einem Waldboden unter Kiefer (Sonnenberg 2003, Dissertation an der Universität Paderborn) zeigte, dass sich Kupfer im Boden schneller bewegt als Blei. Je niedriger der pH-Wert, im vorliegenden Versuch pH 3,5 und pH 2,5, umso schneller wird die Belastung im Boden verlagert. Gemäß Scheffer/Schachtschabel (Lehrbuch der Bodenkunde, Enke Verlag 2002) ergibt sich für die Schwermetallmobilität im Boden folgende generalisierte Reihenfolge:  $Cd \geq Zn > Ni > Cu > As \geq Pb \geq Hg$ . Will man in der Bodenlösung gemessene Konzentrationswerte beurteilen, so benötigt man hierfür einen Bewertungsrahmen. Als etablierte Bewertungssysteme bieten sich die Trinkwasserverordnung, die Bundes-Bodenschutzverordnung und die Abwasserverordnung an (Abb. 1). Von besonderer Bedeutung für die Bewertung geschossbedingter Bodenkontaminationen ist die Bodenschutzverordnung, da diese Konzentrationswerte angibt, die sich in Richtung Grundwasser bewegen dürfen.

[mg/l]	Pb	Cu	Zn	Ni	Sb	Sn
Mineral- u. Tafelwasser-verordnung	0,01	1		0,02	0,005	
Trinkwasser-verordnung	0,01	2		0,02	0,005	
Bodenschutz-verordnung	0,025	0,05	0,5	0,05	0,01	0,04
Abwasser- verordnung Direkteinleiter	0,5	0,5	2	1	0,3	2
DWA- Regelwerk Indirekteinleiter	1	1	5	1	0,5	5

**Abb.1: Zulässige Schwermetall-Konzentrationen in Wässern gemäß einschlägiger Verordnungstexte und Regelwerke**

Die Grenzwerte der Bodenschutzverordnung gliedern sich zwischen denen der Trinkwasser- und der Abwasserverordnung ein. Lediglich Kupfer bildet hier eine Ausnahme, da für dieses Element auffallend hohe Konzentrationen im Trinkwasser zulässig sind. Dies kann zu der paradoxen Situation führen, dass bezüglich der Kupferkonzentration das Wasser zwar aus dem Wasserhahn herausfließen, jedoch nicht als Abwasser das Haus verlassen darf. Auch aus humantoxikologischer Sicht erscheint der Kupfergrenzwert der Trinkwasserverordnung relativ hoch, da die tolerierbare Obergrenze der täglichen Aufnahme für Erwachsene von 5 mg/Tag (EU 2003, Scientific Committee on Food) bereits nach dem Genuss von 2,5 Liter erreicht wäre. Wahrscheinlich aufgrund der vielen in Kupfer ausgeführten Hausinstallationen wurde hier ein eher politisch motivierter Grenzwert festgelegt. Blei wird in der Abwasserverordnung wie Kupfer eingewertet, in der Bodenschutzverordnung ist die tolerierbare Blei-Konzentration um den Faktor 2 niedriger als die des Kupfers.

Reiht man die Metalle nach ihrem Bestreben, in den ionaren Zustand überzugehen, so erhält man die sogenannte Spannungsreihe der Metalle. Unedle Metalle sind chemisch aktiv und haben ein hohes Bestreben, in den Ionenzustand überzugehen. Edle Metalle, wie zum Beispiel Gold, sind dagegen sehr inaktiv. Für die munitionsrelevanten Metalle Zink, Nickel, Zinn, Blei, Antimon und Kupfer ergibt sich die in Abb. 2 dargestellte Spannungsreihe.

Spannungsreihe der Metalle und Korrosion																				
K	Ca	Na	Mg	Al	Mn	<b>Zn</b>	Cr	Fe	Co	Ni	<b>Sn</b>	<b>Pb</b>	[H]	<b>Sb</b>	Bi	<b>Cu</b>	Ag	Hg	Pt	Au
unedle Metalle											edle Metalle									
chemisch aktiv											chemisch passiv									
Bestreben in den Ionenzustand überzugehen nimmt zu																				

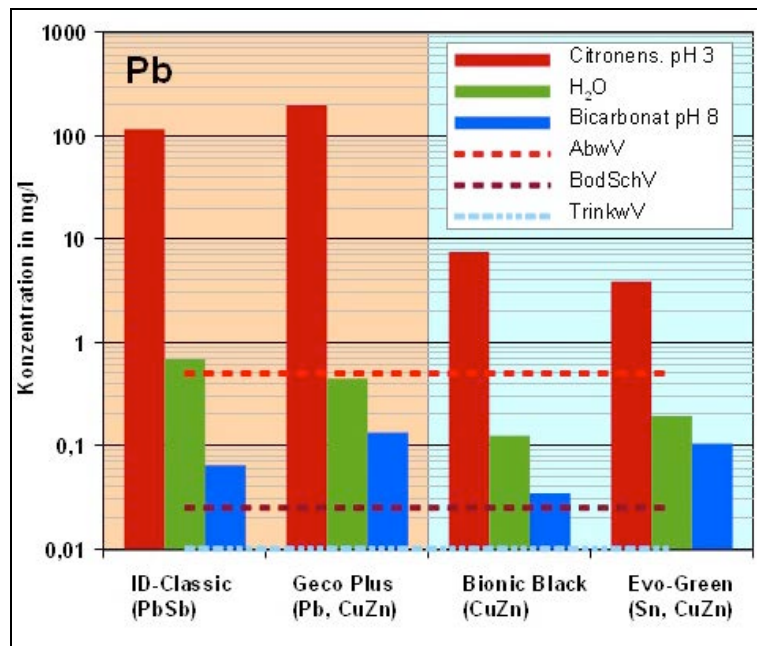
**Abb.2: Spannungsreihe der Metalle; munitionsrelevante Schwermetalle in Fettdruck**

Werden verschiedene Metalle miteinander in Verbindung gebracht, entsteht ein sogenanntes Kontaktelement. Dabei geht das unedlere Metall bevorzugt in die Lösungsphase über. Solche Korrosionsprozesse spielen sich natürlich auch bei einem Projektil ab, welches im Boden liegt.

Die Ergebnisse der hier vorgestellten Vorversuche werden auf einer logarithmischen Skala mit Werten von 0,01 mg/l bis 1.000 mg/l dargestellt (Abb. 3), da zum einen der Konzentrationsbereich der Bodenschutzverordnung erfasst werden muss. Zum anderen müssen Konzentrationen im Bereich bis 200 mg/l gemessen werden. Aufgrund des großen

abzudeckenden Konzentrationsbereiches wurde jede Probe sowohl mit einer niedrigen als auch mit einer hohen Kalibrationskurve am ICP-Spektrometer gemessen.

In einem Laborversuch wurde die 24-Stunden-Löslichkeit von Schwermetallen aus bleihaltigen und bleifreien Projektilen untersucht. Als Modell-Lösungen wurde neben destilliertem Wasser eine Zitronensäurelösung mit pH 3 verwendet, welche die Verhältnisse eines sauren Waldbodens simulieren soll, wo in der Regel auch komplexierend wirkende organische Substanzen vorhanden sind. Die Bicarbonat-Lösung mit pH 8 soll die Verhältnisse in kalkhaltigen Böden repräsentieren.



**Abb. 3:** 24-Stunden-Löslichkeit von Blei aus je zwei bleihaltigen (links) und bleifreien (rechts) Projektilen in Modell-Lösungen mit verschiedenen pH-Werten sowie eingetragene Grenzwerte einschlägiger Verordnungen

Erwartungsgemäß nimmt bei Blei die Löslichkeit von sauer zu basisch deutlich ab. Sowohl für die bleihaltigen als auch unerwarteterweise für die bleifreien Projektilen liegen alle Messwerte über dem Grenzwert der Bodenschutzverordnung. Den höher liegenden Grenzwert der Abwasserverordnung (Direkteinleiter) überschreiten alle getesteten Projektilen im sauren Milieu, wobei wie erwartet die bleihaltigen Projektilen mit Konzentrationen über 100 mg/l sehr hohe Bleimengen in die Lösung abgeben. Die erhöhten Bleikonzentrationen der eigentlich bleifreien Projektilen (4 bis 8 mg/l im sauren Milieu) können mehrere Ursachen haben. Zum einen können die für den Beschuss verwendeten Läufe und Kugelfangkästen durch bleihaltige Vorgängergeschosse Blei als Oberflächenkontamination auf die bleifreien Geschosse übertragen haben. Zum anderen enthalten viele Cu-Zn-Legierungen in geringen Mengen Blei als Legierungsbestandteil, insbesondere wenn das Messing zur Bearbeitung mit spanabhebenden Verfahren geeignet sein soll (Deutsches Kupferinstitut 2007, Informationsdruck i.5, Düsseldorf).

**Bewertung der Grenzwertüberschreitung**

ID-Classic PbSb1, PbSb6							Bionic Black CuZn 30						
	Pb	Sb	Cu	Zn	Ni	Sn		Pb	Sb	Cu	Zn	Ni	Sn
Citrsre. pH 3	4623	1,4	8,3	0,71	9,7	0,43	Citrsre. pH 3	293	41	3488	164	0,59	1,9
H <sub>2</sub> O dest.	27	17	0,72	0,07	0,33	0,18	H <sub>2</sub> O dest.	5,0	2,7	14	0,53	0,02	0,26
Bicarb. pH 8	2,6	41	1,3	0,03	0,33	0,58	Bicarb. pH 8	1,4	3,3	10	0,13	0,23	0,28

Geco Plus Pb 100, CuZn5							Evo-Green Sn, CuZn plattiert						
	Pb	Sb	Cu	Zn	Ni	Sn		Pb	Sb	Cu	Zn	Ni	Sn
Citrsre. pH 3	7907	33	123	4,8	0,37	2,9	Citrsre. pH 3	155	13	1462	21	378	170
H <sub>2</sub> O dest.	18	0,1	1,7	0,16	0,05	0,45	H <sub>2</sub> O dest.	7,8	1,4	0,92	0,15	0,69	0,30
Bicarb. pH 8	5,4	5,4	3,7	0,10	0,09	0,15	Bicarb. pH 8	4,2	1,4	9,7	0,13	0,85	2,3

Grenzwertüberschreitung bezogen auf BodSchV

keine	gering Faktor 0 bis 5	deutlich Faktor 5 bis 10	sehr hoch Faktor 10 bis 100	extrem Faktor > 100
-------	--------------------------	-----------------------------	--------------------------------	------------------------

**Abb.4: Bewertung der Schwermetall-Löslichkeit von je zwei bleihaltigen (links) und bleifreien (rechts) Projektilen in Modell-Lösungen mit verschiedenen pH-Werten auf der Basis der Grenzwerte der Bodenschutzverordnung; da eine Kontamination der bleifreien Geschosse nicht zuverlässig ausgeschlossen werden kann, wurden die entsprechenden Werte mit einer Schraffur belegt.**

Bewertet man die Grenzwertüberschreitung gemäß dem in Abb. 4 angegebenen Schema, so ergeben sich folgende Aussagen: Bei den beiden Bleigeschossen findet sich erwartungsgemäß im sauren Bereich die größte Überschreitung des Grenzwertes, um den Faktor 4.600 beziehungsweise 8.000. Auch in destilliertem Wasser ergibt sich immer noch eine sehr hohe Überschreitung. Antimon, welches als Legierungsbestandteil dem Blei zugemischt ist, zeigt in vier von sechs Extrakten eine deutliche bis sehr hohe Grenzwertüberschreitung, wobei für dieses Element keine dem Blei vergleichbare pH-Abhängigkeit zu beobachten ist. Betrachtet man die Elemente Kupfer, Zink, Nickel und Zinn so spiegeln sich in den Messwerten die verwendeten Umhüllungsmaterialien wider. Bei ID-Classic ist dies nickelbeschichteter Flusstahl, bei Geco Plus eine Messinglegierung mit hohem Kupfer- und niedrigem Zinkgehalt.

Bei den bleifreien Geschossen werden aus oben genannten Gründen die Blei- und Antimonwerte nicht diskutiert. Bei Bionic Black handelt es sich um ein Projektil aus deformativ verformbarem Messing. Dementsprechend ergeben sich für dieses Geschoss bei saurer Lösung extrem hohe Löslichkeitswerte für Kupfer und Zink, wobei Kupfer den Grenzwert der Bodenschutzverordnung um den Faktor 3.500 überschreitet. Evo-Green ist ein Zinn-Geschoss mit nickelplattiertem Messing-Geschossmantel. Entsprechend der Materialzusammensetzung ergeben sich für dieses Projektil in saurer Lösung extreme Grenzwertüberschreitungen für die Elemente Kupfer, Nickel, Zinn und eine sehr hohe Überschreitung für Zink.

Für die Metalle Nickel, Zink und Zinn gilt, von einer Ausnahme abgesehen, dass im neutralen und basischen Bereich unabhängig vom getesteten Geschosstyp keine Grenzwertüberschreitung zu beobachten war.

Zusätzlich zu den Versuchen mit Modell-Lösungen wurden insgesamt elf bleihaltige und bleifreie Geschosstypen mit einer echten Bodenlösung (Humuslysimeter-Lösung pH-Wert 5,28) behandelt. Bei allen untersuchten Geschossen zeigte sich, dass schon bei diesem moderaten pH-Wert, mit einer Ausnahme, der Kupfer-Grenzwert der Bodenschutzverordnung überschritten wird. Den höchsten Wert zeigte ein Geschoss aus Reinkupfer.



Anhand einiger beispielhaft ausgewählter Literaturstellen soll das Ökotoxizitätspotenzial der munitionsrelevanten Schwermetalle verglichen werden. Im terrestrischen Bereich ergeben sich folgende Reihungen: in Bezug auf Boden-Mikroorganismen  $\text{Cu} > \text{Zn} > \text{Pb}$  (Baath 1989, Water, Air, Soil Pollut. 47,335–379), Hemmung des Wurzelwachstums  $\text{Cu} > \text{Zn} \gg \text{Pb}$  (Fargašová 2004, Plant Soil Environ. 50, 33–38), Beeinträchtigung von Landschnecken  $\text{Cu} \gg \text{Pb}$ . (Otiloju et al. 2009, The Open Environm. Pollution & Toxicol. J. 2009/1, 79–88). Demzufolge wären Zink und vor allem Kupfer in ihrer Ökotoxikologie deutlich kritischer zu bewerten als Blei. Die höhere Toxizität von Kupfer im Vergleich zu Blei bei der Beurteilung von Bodenkontaminationen findet ihren Niederschlag auch in einschlägigen Tabellenwerken und Verordnungen (Elkmann-Kloke Werte, Holland-Liste; Klärschlammverordnung, Kompostverordnung und andere). Für aquatische Ökosysteme ergeben sich für einige ausgewählte Organismen folgende Reihenfolgen der Toxizitäten: Zuckmückenlarven:  $\text{Cu} \approx \text{Pb}$  (Dutta et al. 2010, The Biascan, Special Issue Vol. 2, 313–321); Muschelkrebsschen:  $\text{Cu} > \text{Ni} > \text{Pb} > \text{Zn}$  (Shuhaimi-Othman et al. 2004, J. Toxicology 50, 33–38); Garnelen:  $\text{Cu} \approx \text{Pb} \gg \text{Zn}$  (Shuhaimi-Othman et al. 2011, Toxicology a. Industrial Health 27, 523–530). Auch hier zeigt sich, dass Kupfer bezüglich seiner Toxizität ähnlich oder kritischer einzustufen ist wie/als Blei.

## Fazit

Obwohl bislang nur Vorversuche und Literaturrecherchen durchgeführt wurden, können bereits folgende Aussagen getroffen werden:

- Bis auf eine Ausnahme überschreiten alle getesteten kupferhaltigen Projektile, sei es mit oder ohne Blei, in der Lösung den Grenzwert der Bodenschutzverordnung schon bei einem moderat sauren pH-Wert.
- Kupfer ist ökotoxikologisch im Boden mindestens so kritisch wie Blei und zeigt zudem noch eine höhere Mobilität.
- Die Suche nach bleifreien Alternativen sollte nicht zum vermehrten Einsatz anderer ökotoxikologisch bedenklicher Spurenelemente führen; als unbedenklichere Alternativen böten sich Eisen und Wismut an.
- Generell ist festzustellen: „Bleifrei ist nicht problemfrei!“

## Diskussion:

**Anmerkung:** Ich möchte auf einige Irrtümer hinweisen. Die Arbeit von Fargašová bezieht sich auf Hydrokultur beziehungsweise auf Kupfer in einer Nährlösung. Dort kehren sich die Verhältnisse um. Das Kupfer im Boden ist an Huminsäuren gebunden und deshalb weniger toxisch als Sie es dargestellt haben. Das Kupfer ist also unserer Auffassung nach ökotoxikologisch nicht kritischer als Blei.

Außerdem dreht sich diese Mobilitätsreihe, die Sie gezeigt haben, um, wenn Kohlenstoff im Boden ist. Dann bremsen Sie durch den Humus das Kupfer stärker als das Cadmium und das Zink. Da stimmt die Reihenfolge nicht, die Sie dargestellt haben.

**Prof. Dr. Dr. Axel Göttlein:** Unser Projekt läuft erst seit zwei Wochen. Es gibt Computermodelle, mit denen man nach Eingabe von pH-Wert und DOC-Konzentration die Komplexierung und das Verhalten der Elemente zueinander berechnen kann. Besonders interessant ist jedoch der Quervergleich, d.h., wie verhält sich welche Munition unter sonst gleichen Bedingungen?

**Anmerkung:** Meine Ergebnisse beziehen sich auf Säulenversuche in der Bodenlösung in lebendem Material und nicht auf Modellrechnungen. Denn in den Modellrechnungen haben Sie die Biologie nicht berücksichtigt. Der Boden ist kein Ionenaustauscher im chemischen Sinn, sondern ein lebendiges Material, und da haben Sie einen Zeitfaktor und einen

Metabolismus dabei, den Sie nur in einem Säulenexperiment mit einer normalen Bodensäule modellieren können. Deswegen lehne ich diese Computersimulationen ab. Die sind zwar billiger, aber völlig von der Realität entfernt.

**Prof. Dr. Dr. Axel Göttlein:** Wir werden auch Geschosse in Schluff eingebettet mit Standardlösungen in einem standardisierten Laborversuch quervergleichen. Dies kann man natürlich nicht alles mit echten Bodensäulen machen, besonders wenn man viele verschiedene Geschosstypen bei verschiedenen pH-Werten und verschiedenen Durchflussgeschwindigkeiten vergleichen will. Das heißt, unser Ziel im nächsten halben Jahr wird sein, mit standardisierten Verfahren in standardisiertem Substrat verschiedene Geschosse mit naturnahen Lösungen vergleichend zu bewerten.

**Anmerkung:** Ich würde das nicht mit der Trinkwasserverordnung vergleichen. Das sind vollkommen andere Schutzziele und wir dürfen das nicht durcheinanderbringen. Sie haben ja auch gezeigt, dass nicht bei jedem Metall und nicht bei jedem Element der Mensch der kritische Organismus ist. Für Kupfer ist der Mensch nun mal nicht der kritischste Organismus, den wir in einem Ökosystem finden können. Deshalb ist es auch aus toxikologischer Sicht abgesichert, dass der Grenzwert für Blei deutlich niedriger liegt als der Grenzwert für Kupfer. Da sollte man vorsichtig sein.

**Prof. Dr. Dr. Axel Göttlein:** Ich habe nur die verschiedenen Grenzwerte, die es für Wässer gibt, gegenübergestellt. Mein Vergleichswert war stets die nach Bodenschutzverordnung zulässige Konzentration für den Wirkungspfad Boden – Grundwasser. Der Trinkwassergrenzwert war nur zur Vervollständigung dabei.

## 6.5 Ökotoxikologische Auswirkung von Blei, Kupfer und Zink

Ass. Prof. Dr. Peter Paulsen, Mag. Iris Irschik  
Veterinärmedizinische Universität Wien

Dr. Manfred Sager  
Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES), Wien

Wir haben im Auftrag des Deutschen Jagdschutzverbandes in einer Studie versucht, einige Folgen, die die Beschüsse mit verschiedenen Munitionssorten für die Umwelt und den Menschen haben, zusammenzufassen und Informationen aus der Literatur zu sammeln und zu bewerten. Die Datenlage ist mit Ende 2011 möglicherweise – im Licht der bei dieser Tagung präsentierten Beiträge – schon zum Teil ergänzungsbedürftig. Ursprüngliches Ziel war, möglichst alle Metalle zu bewerten oder zumindest Informationen zu ihnen zu finden – von A bis Z, von Antimon bis Zink. Wir hatten auch das Ziel, verschiedene Themenbereiche zu behandeln, und zwar von der Verfrachtung im Boden bis zur Wirkung auf die Bodenorganismen und zu den Fragen:

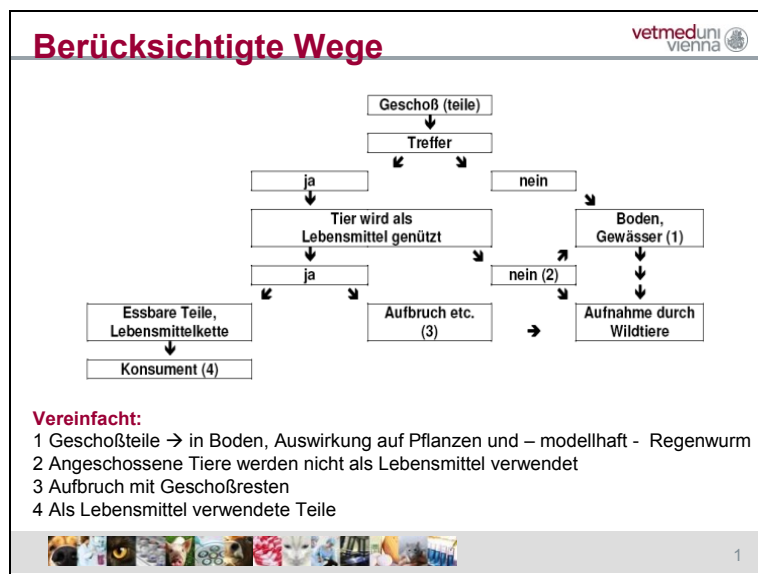
- Was machen Geschossfragmente, die sich über eine längere Zeit im verwundeten Tier befinden?
- Was machen Geschossfragmente, die von fleisch- oder pflanzenfressenden Tieren akzidentiell aufgenommen werden?
- Was machen solche Fragmente am Schluss im Lebensmittel Wildfleisch?

Unsere Arbeitshypothese war: Wenn wir wenige Geschossfragmente im Wildfleisch finden, haben wir wenig Probleme für die Lebensmittelsicherheit. Wenn das Geschoss wieder heraustritt, bleibt fast nichts im Fleisch. Das war simpel gedacht und ist sicher nicht ganz falsch. In einem komplexen System ist die Sache vielschichtiger. Diese Komplexität in einer Übersicht abzubilden, in der man an Worte und Sätze gebunden ist, ist gar nicht so einfach.

Wir haben deshalb versucht, einige Ketten herauszunehmen, die nach unserer Ansicht relevant sind und bei denen man auch griffige, verwendbare Aussagen finden kann.

Wir sind davon ausgegangen, dass das Geschoss in Teilen oder ganz entweder im Tier verbleibt oder dass das Geschoss in Teilen danebengeht. Das geschieht klassischerweise bei Schrot, aber wir haben auch bei Durchschüssen bei Wildtieren Geschossrestkörper. Die gelangen in den Boden und in Gewässer und werden eventuell wieder von Wildtieren aufgenommen.

Wenn das Wildtier beschossen wird, kann man es hoffentlich so verwenden, dass ein größerer Teil als Lebensmittel verwertbar ist und auch in die Lebensmittelkette kommt. Es gibt allerdings auch Teile, die nicht verwendbar sind, zum Beispiel der Pansen oder der Panseninhalt. Es gibt aber auch die unangenehme Situation, dass man Wildstücke erlegt und sie entweder nicht zustande bringt oder sie im kranken Zustand noch einige Zeit weiterleben. Oder dass man sie erlegen muss, um sie von Leiden zu erlösen, wobei die Verwendung als Lebensmittel nicht im Vordergrund steht. Insgesamt gibt es in unserer Überlegung vier Punkte, die wir versucht haben, mit Literatur zu unterlegen und aufzubereiten. Ich möchte Ihnen einige Kernaussagen mitteilen.



**Abb.1: Berücksichtigte Wege der Geschosse**

### Ablagerungen im Boden durch Geschosse

Bei der Ablagerung im Boden war die Frage, welche durchschnittliche Ablagerung im Boden man überhaupt über Geschosse annehmen soll. Die Handelsbilanzwerte bilden keine gute Grundlage – in Österreich geht das zwar relativ leicht, da wir keine größeren Munitionserzeuger haben. Aber das sind Phantasiezahlen, weil das meiste Volumen an Munition auf Schießständen verschossen wird.

Wenn wir eine durchschnittliche Geschossmasse je Tierart annehmen und eine geschätzte Anzahl an Schüssen, die man braucht, um das Wild zu strecken, kommen wir vielleicht auf eine bessere Schätzung. Die Frage ist natürlich, wie man den Geschosseintrag auf die totale bejagbare Fläche beziehen soll. Wenn man den Geschosseintrag durch diese Fläche teilt, kommt man auf einzelne Mikrogramm je Kilo Boden, was quantitativ irrelevant wäre.

Wenn ich jetzt eine lokale Belastung nehme, die höher ist, zum Beispiel zwei Flintenlaufgeschosse pro Quadratmeter oder vier schwerere Geschosse im Kaliberbereich 7,62 mm, dann sind das etwa 50 bis 56 Gramm pro Quadratmeter. Dann stellt sich die

Frage, womit ich diese Werte vergleiche. Wenn ich das mit der Düngung vergleiche, dann ist das stark davon abhängig, womit ich dünge; Kompost oder Gülle haben höhere Metallgehalte als synthetische Dünger. Die atmosphärische Deposition ist – außer bei Zink – deutlich niedriger als 50 Gramm pro Quadratmeter. Es ist eigentlich gar nicht so einfach, sich dem Thema richtig anzunähern. Wir haben es einmal versucht und ganz provokant gesagt: „In Österreich wird sehr viel Wein angebaut, da arbeitet man mit Kupferspritzmitteln, und wenn man jetzt ein sehr engagierter biologischer Weinbauer ist, dann kann man sechs Kilogramm Kupfer pro Hektar und höher ausbringen.“ Das müssen Sie als Jäger aber über Jagdgeschosse auf einem Hektar Weingartenfläche zusammenbringen. Und im Prinzip ist das Kupfersulfat, das ich aufbringe, wahrscheinlich besser verfügbar als das Metall in den Geschosspartikeln.

Ausgehend davon haben wir gesagt: Nehmen wir mal an, wir deponieren solche Geschosse im Boden und diese Geschosse geben Kupfer an die Umgebung ab. Wir haben als Vergleichswert das genommen, was man bei Kupferdächern pro Quadratmeter durch Regenwasser an Abgabe hat. Dann sind wir auf eine Matrix gekommen, die uns zeigen kann: Wenn wir normale Bodengehalte bei einigen Milligramm pro Kilo haben und bei weinbaulich vorbelasteten Böden vielleicht bis 80 oder 100 Milligramm pro Kilo, liegt man eigentlich mit der Düngung und mit dem durchschnittlichen jagdlichen Eintrag doch sehr niedrig. Nur dann, wenn wir annehmen, dass wir 50-Gramm-Geschosse oder 10-Gramm-Geschosse auf einem Quadratmeter innerhalb weniger Jahre vollständig verwittern lassen, kommen wir in eine relevante Größenordnung. Das war unser Denkansatz für den Eintrag in den Boden. Den haben wir natürlich für viele verschiedene Metalle durchgespielt, aber insgesamt scheint er nicht so enorm hoch zu sein, wie man es befürchten müsste.

### **Sterben Pflanzen, sterben Regenwürmer**

Wenn man den zweiten Punkt der vier Fragen abhandelt, haben wir versucht, das möglichst provokant und griffig zu formulieren und gesagt: „Sterben Pflanzen, sterben Regenwürmer.“ Warum so provokant? Erstens einmal, um die Diskussion anzufachen, das ist immer gut. Zweitens, um uns auf die offensichtlichen Nebenwirkungen beschränken, die jedem Menschen auffallen müssen.

Akute Wirkungen sind eigentlich bei diesen Einträgen gar nicht zu erwarten. Zum Teil, weil die Regenwürmer stark belastete Gebiete eher meiden. Andererseits sind Regenwürmer Überlebenskünstler. Sie können im Boden Metallgehalte tolerieren, die beachtlich sind.

### **Geschosswirkung beim lebenden Tier**

Bei den Geschosswirkungen am lebenden Tier haben wir unterschieden zwischen der Frage: Was passiert in dem verletzten angeschossenen Tier, das noch eine längere Zeit weiterlebt? Erleidet es durch diesen eingebetteten Fremdkörper Nachteile, abgesehen von der mechanischen Verletzung und einer eventuellen Infektion? Die zweite Frage war: Was passiert, wenn das Tier einen solchen Fremdkörper aufnimmt und sozusagen verdaut? Der Tenor in der Literatur ist im Allgemeinen, dass eingebettete Geschossteile nicht notwendigerweise eine Erhöhung der Metallkonzentration der Muskulatur bewirken. Bestenfalls ganz kleine in der ganz nahen Umgebung, wo der Körper durchaus darauf reagiert.

Bei Nickel liegt eine andere Situation vor: Bei Nickel-Implantaten gibt es unter Umständen systemische Wirkungen, aber das ist meines Wissen das einzige von den geschosrelevanten Materialien, bei dem man in der Literatur etwas über negative Auswirkungen findet. Wolfram geht auch systemisch über, aber bei Wolfram sind zumindest beim Menschen aus Langzeitstudien von Implantaten, keine nachteiligen Effekte bekannt. In der Literatur zu Wildtieren findet man nichts über Vergiftungen durch eingebettete Geschosse. „Nichts finden“ heißt natürlich nicht, dass das Problem nicht besteht. Aber wir

mussten uns an dem orientieren, was an Literatur verfügbar bzw. veröffentlicht ist. Das bedeutet natürlich auch, dass man Unsicherheiten hat.

Betrachtet man die orale Aufnahme, stellt man fest, dass nach oraler Aufnahme bei den meisten Metallen erhöhte Werte in Körpergewebe nachweisbar sind. Wenn wir allerdings schauen, ob bei Wildtieren durch Geschossaufnahme Vergiftungs- oder Todesfälle beschrieben sind oder ob diese experimentell durch Zwangsfütterung von Fragmenten ausgelöst werden konnten, können wir in Bezug auf Zink und Kupfer nichts finden, bei Blei hingegen schon. Manche Tierarten nehmen solche kleinen Körperchen gerne als Magensteinchen auf. Manche sind das nicht gewohnt und würgen das schnell wieder hoch, was bei der Zwangsfütterung von Raubvögeln beschrieben wurde, die solche Partikel wieder hochwürgten.

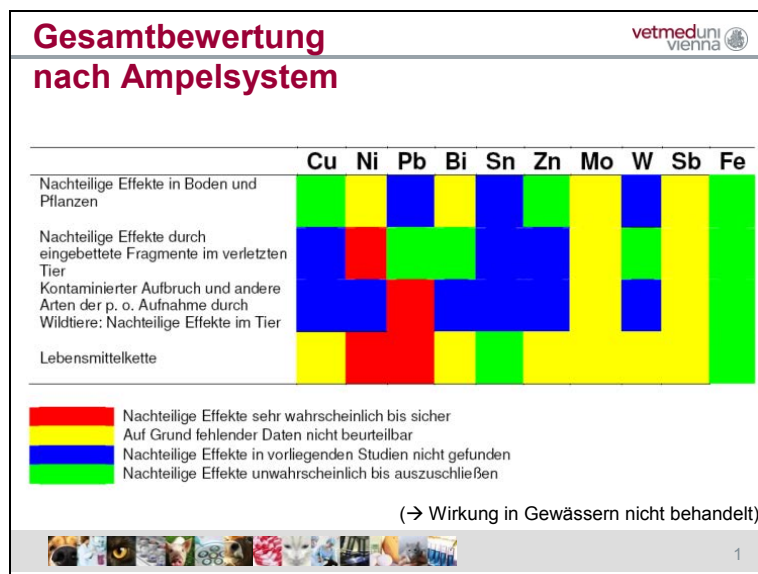


Abb.2: Das Ampel-Schema

### Das Ampel-Schema

Der letzte Punkt unserer Überlegungen war der, dass wir angesichts der vielen Unsicherheiten, die es auf den von uns definierten vier Stufen gibt, eine Art Ampel-Schema entwickeln wollten. Dieses Ampel-Schema ist eine Anregung und nicht unbedingt etwas Perfektes. Es soll uns nur zeigen: Wenn wir uns auf einige Kernfragen reduzieren und uns einig sind, dass diese Kernfragen relevant sind, und wir jede dieser Kernfragen für jedes Geschossmetall durchspielen, können wir zumindest eine Art Kennfarbe vergeben, die uns sagt: Nachteilige Effekte „ziemlich unwahrscheinlich bis auszuschließen“, auf der gegenteiligen Seite der Skala „wahrscheinlich bis sicher“ (K.o.-Kriterien).

Bei einer Ampel wäre es sehr schön, wenn sie nur eine Zwischenfarbe hätte. Doch man muss zwischen „keiner vorliegenden spezifischen Information“ und „vorliegender Information, die uns jedoch keinen Hinweis erlaubt, ob es schlecht oder gut wäre“ unterscheiden. Das klingt wie ein akademischer Unterschied, aber beim Studium der Literatur stößt man zwangsläufig darauf. Es gibt einige Metalle, bei denen wir solche K.o.-Kriterien nicht sicher finden konnten. Und es gibt einige, bei denen wir uns ziemlich sicher sind, dass es sehr unwahrscheinlich ist, dass hier ein K.o.-Punkt auftreten wird. Natürlich behandeln wir nicht Fragen der Tötungswirkung, der Ballistik und des Arbeitsschutzes bei der Jagd. Aber ich glaube, das ist doch ein interessanter und erfrischender und farbenprächtiger Abschluss dieses Vortrages.

## 6.6 Auswirkung der Lebensräume auf die Nahrungswahl von Schalenwild

Matthias Neumann

Thünen-Institut für Waldökosysteme, Eberswalde

Im letzten Vortrag dieses facettenreichen Symposiums kommen wir zurück zu den Wildtieren. Im Gegensatz zu Pflanzen haben wir es beim Wild mit einem mobilen Medium zu tun. Wildtiere nutzen die unterschiedlichsten Lebensräume. Hinzu kommen ganz unterschiedliche Lebensweisen. Die Aufnahme von Schwermetallen ist abhängig von der Ernährungsweise und der jeweiligen Deposition im Lebensraum. Aufgrund der teilweise großräumigen Lebensraumnutzung ist es schwer, dahingehend Gesetzmäßigkeiten oder Verallgemeinerungen abzuleiten.

### Heterogenität der Lebensräume und Ernährung

Wir leben in Deutschland und Europa fast ausschließlich in einer Kulturlandschaft. Die Lebensräume weisen eine sehr große Heterogenität auf. Da die Deposition von Schadstoffen ungleich ist und Böden unterschiedlich geogen belastet sind, ist auch die Aufnahme von Schwermetallen durch Wildtiere regional verschieden. Hinzu kommt das spezifische Äsungsverhalten von Wild. Selbst innerartlich gibt es Unterschiede, z.B. in der Nutzung von Wald- und Offenlandhabitaten. Es ist daher notwendig, das Raumnutzungs- und Äsungsverhalten der Arten genauer zu untersuchen. Am Thünen-Institut erfolgen seit zehn Jahren Studien zur Lebensraumnutzung von Rotwild in unterschiedlichen Habitaten. Im Verlauf dieses Symposiums wurde schon einiges über Reh- und Schwarzwild referiert. Um die Unterschiede zu verdeutlichen, ist zunächst ein Blick auf die Ernährungsweisen von Wildtieren, hier speziell der Schalenwildarten, hilfreich.

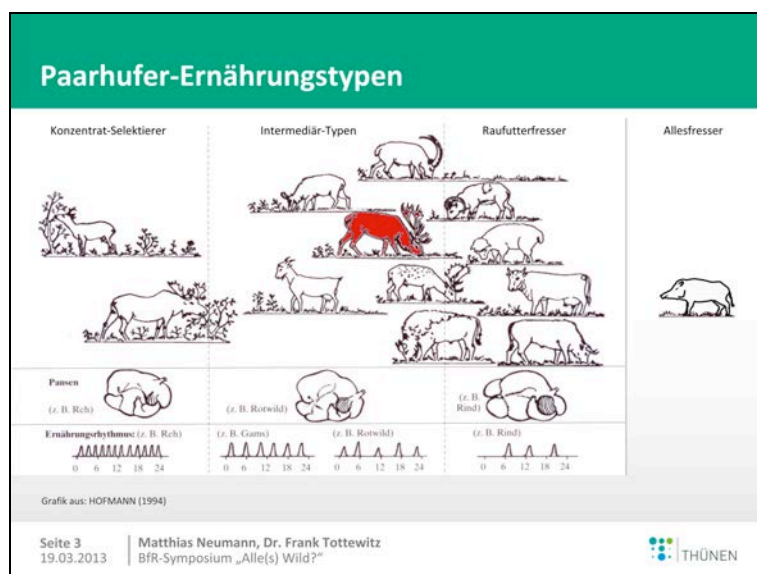


Abb.1: Paarhufer-Ernährungstypen

### Konzentratselektierer und Raufutterfresser

Das Schwarzwild ist Allesfresser. Es nimmt zudem verstärkt Nahrung durch Aufwühlen des Bodens auf. Demzufolge hat es auch eine höhere Disposition gegenüber Schadstoffen, die im Boden angereichert sind. Daneben steht die Gruppe der Wiederkäuer (Pflanzenfresser). Auch hier gibt es deutliche Unterschiede in der Art der Ernährung. Das Rehwild nimmt als Konzentratselektierer überwiegend krautige Pflanzen auf, während sich die reinen Raufutterfresser wie Mufflons auf Gräsernahrung spezialisiert haben.

Zwischen diesen stehen die sogenannten Intermediärtypen. Hierzu gehört auch das Rotwild, auf das ich mich im Folgenden beschränken möchte. Das Rotwild tendiert im Frühjahr und Sommer, also in der Vegetationsperiode mit sehr hohem Nahrungsangebot, zu den Konzentratselektierern, während es im Herbst und Winter durch Umstellung der Pansenstruktur auch Raufutter gut aufschließen kann. Diese unterschiedlichen Ernährungsweisen müssen bei der Bewertung der Aufnahme von Schadstoffen berücksichtigt werden.

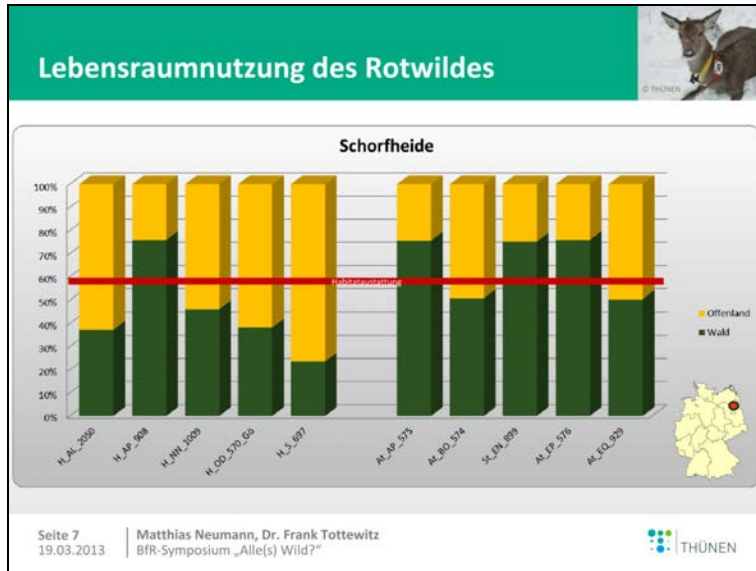
### **Deckung und Äsung**

Neben der Reproduktion gehören Nahrungsaufnahme und Stoffwechsel zu den elementarsten Lebensvorgängen eines Wildtieres. Um den individuellen Nahrungsbedarf decken zu können, muss ausreichend Äsung in bestimmter Qualität vorhanden sein. Neben Nahrungsverfügbarkeit und -qualität muss aber auch das Bedürfnis nach Ruhe und Sicherheit berücksichtigt werden. In diesem Zusammenhang ist die räumliche Nähe zwischen Deckung und Äsung sehr wichtig. Besonders Rotwild reagiert sehr sensibel auf verschiedene Störgrößen. Bei starker Beunruhigung verharrt Rotwild in dichten Waldbeständen und schält infolge der Pansenrhythmik Baumrinde. Die Aufnahme von Rinde während der Vegetationsperiode muss als Notäsung angesehen werden, da krautige Pflanzen und Gräser ausreichend vorhanden sind, aber infolge zu starker Beunruhigungen nicht angenommen werden. Viele Sommerschälchäden sind daher die Folge von Störungen. Professor Friedrich Reimoser aus Wien hat das folgendermaßen sehr treffend zusammengefasst: „Sicherheit geht vor Nahrungsluxus.“ Der Faktor Ruhe muss daher in einem zeitgemäßen Wildtiermanagement ausreichend berücksichtigt werden. Dies gilt im Speziellen für eine notwendige Verkürzung von Jagdzeiten und die Ausweisung von Ruhezeiten.

Frau Dr. Lahrssen-Wiederholt sagte gestern: „Wo bleibt das Wild?“ Wir gehen dieser Frage seit einigen Jahren in verschiedenen Lebensräumen nach – angefangen an der Ostseeküste im Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft (Darß/Zingst), in der Schorfheide (50 Kilometer nördlich von Berlin) und im Mittelgebirgsraum im Thüringer Wald. Rotwild kann im Lauf seines Lebens Gebiete von mehreren 1.000 Hektar frequentieren. Hierbei wirkt eine Vielzahl von unterschiedlichen Einflüssen auf das Wild, u.a. ganz unterschiedliche Schadstoffdepositionen.

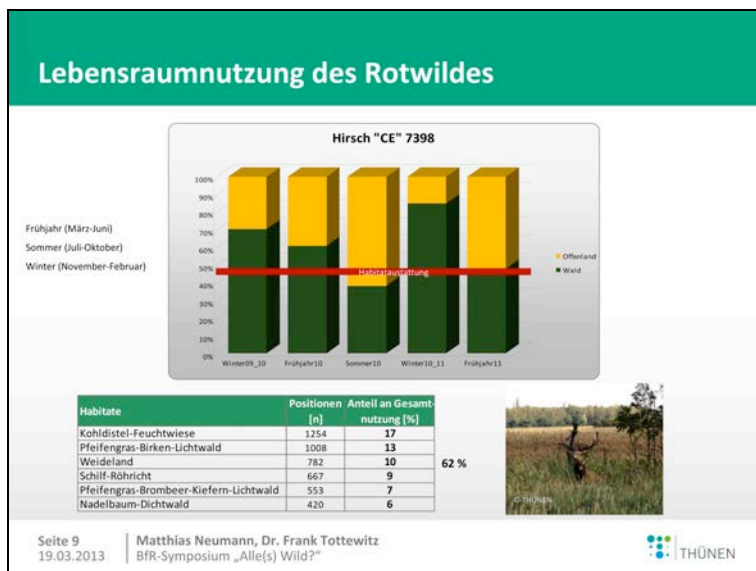
### **Wildökologische Lebensraumbewertung**

Mithilfe einer wildökologischen Lebensraumbewertung auf vegetationskundlicher Grundlage, erstellt durch das Waldkunde-Institut Eberswalde GmbH, ist es möglich, die Nutzungsintensität bestimmter Habitatemente durch Wildtiere zu quantifizieren. Durch die Verschneidung der satellitentelemetrisch gewonnenen Ortungsdaten mit der Lebensraumausstattung erhält die geografische Koordinate des markierten Tieres eine zusätzliche ökologische Koordinate. Neben der jahreszeitlich verfügbaren Äsungskapazität umfasst die wildökologische Lebensraumbewertung auch die Kriterien Deckungsschutz, Störungen im Wildlebensraum durch menschliche Aktivitäten und Zerschneidungen des Wildlebensraumes.



**Abb.2: Lebensraumnutzung des Rotwildes – Schorfheide**

Die Abbildung zeigt die unterschiedliche Nutzung von Wald- und Offenlandhabitaten der markierten Hirsche (H) bzw. der weiblichen Tiere (At/St). Das Untersuchungsgebiet Schorfheide hat einen Waldanteil von ca. 60 % gegenüber 40 % Offenland. Die markierten Hirsche hielten sich eher im Offenland auf. Beim weiblichen Wild deutet sich durch den häufigeren Aufenthalt im Wald ein verstärktes Ruhebedürfnis an, welches wahrscheinlich durch die Aufzucht der Jungtiere begründet ist. Diese einfachen Beispiele zeigen, dass generalisierte Aussagen zum Äsungsverhalten von Rotwild nicht ohne Weiteres abgeleitet werden können.



**Abb.3: Lebensraumnutzung des Rotwildes – Jahreszeiten**

Auch jahreszeitlich gibt es teilweise deutliche Unterschiede. Der Hirsch „CE“ nutze im Winter (November bis Februar) stärker die Waldhabitats, während er im Frühjahr (März bis Juni) und Sommer (Juli bis Oktober) eher ins Offenland zog. Gerade im Winter, in dem ein Engpass in der Nahrungsverfügung besteht, werden Waldhabitats bevorzugt.



Bei allen markierten Stücken ist zu beobachten, dass von den vielfältigen Habitatelementen (Schorfheide: n = 164; Darß/Zingst: n = 70) einige wenige besonders häufig genutzt werden. Mehr als 60 Prozent aller Ortungen fanden sich in fünf bis sechs Habitatelementen. Besonders intensiv wurden vor allem Dauergrünland (Wiesen, Weideland), aber auch äsungsreiche Waldhabitats genutzt. Die häufige Nutzung von Dichtwäldern und Schilfflächen verdeutlicht erneut das hohe Ruhebedürfnis des Rotwildes.

Abschließend ist festzustellen, dass generalisierte Aussagen zur Lebensraumnutzung und zum Äsungsverhalten von Wildtieren schwer ableitbar sind. Am Beispiel des Rotwildes wurde gezeigt, dass es eine hohe Variabilität der Lebensraumnutzung innerhalb einer Population, aber auch jahreszeitlich bei Betrachtung des Einzelindividuums gibt. In diesem Zusammenhang sind besonders die Unterschiede der Nutzung von Wald- und Offenlandhabitats zu nennen. Es besteht daher noch erheblicher Forschungsbedarf hinsichtlich des spezifischen Äsungsverhaltens von Wildtierpopulationen sowie zur Nahrungszusammensetzung unter bestimmten Beurteilungskriterien (z.B. Schadstoffdeposition im jeweiligen Lebensraum). Nur so kann die Belastung des Wildtieres vor der Erlegung, z.B. mit Schwermetallen, objektiv eingeschätzt werden. Durch die Erkenntnis, dass bestimmte Habitatelemente besonders intensiv genutzt werden, kann deren Belastung durch bestimmte Schadstoffe rationeller untersucht werden.

## 7 Podiumsdiskussion

Moderation: Jürgen Thier-Kundke  
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

**Jürgen Thier-Kundke:** Das Thema dieser Diskussion ist das Wildbret: Die Gewinnung von Wildbret auf der einen Seite (mit den Aspekten der Sicherheit und des Tierschutzes) und auf der anderen Seite (natürlich für uns als Bundesinstitut für Risikobewertung ganz im Zentrum stehend) der Verbraucherschutz, also die Sicherheit für den Verbraucher.

Auf dem Podium haben wir aus der Sicht des Risikomanagements zwei Vertreter. Einmal vom Bund Dr. Axel Heider, der Abteilungsleiter im Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz ist. Neben ihm ist Martin Rackwitz vom Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz aus Mecklenburg-Vorpommern auf dem Podium. Als Vertreter der Bundesinstitutionen nimmt Prof. Dr. Dr. Andreas Hensel, der Präsident des Bundesinstituts für Risikobewertung, an der Diskussion teil. Dann haben wir natürlich die Vertreter aus dem Jagdbereich: den Vorsitzenden des Bundesverbands Deutscher Berufsjäger, Bernd Bahr, und Dr. Wolfgang Bethe vom Deutschen Jagdschutzverband. Aus der Wirtschaft ist Klaus Gotzen dabei, Geschäftsführer des Verbandes der Hersteller von Jagd-, Sportwaffen und Munition. Und wir haben den Vertriebsbereich: Herrn von der Crone vom europäischen Dachverband der Eier-, Wild- und Geflügelwirtschaft e.V. (EPEGA). Als Vertreter der Wissenschaft im Bereich der Tötungswirkung noch Carl Gremse (Fachgebiet Wildbiologie, Wildtiermanagement & Jagdbetriebskunde FWWJ, Hochschule für nachhaltige Entwicklung, Eberswalde). Ingo Rottenberger von der Deutschen Versuchs- und Prüfanstalt für Jagd- und Sportwaffen wird an der Diskussion nicht teilnehmen.

Ich möchte die Frage eigentlich allen stellen, weil es hier um das zentrale Dreieck „Verbraucherschutz“, „Schutz der an der Jagd Beteiligten“ (Jäger, Treiber und Hunde) und natürlich um den „Tierschutzaspekt“ geht. Dr. Axel Heider, nachdem wir die Forschungsergebnisse aus dem Forschungsprojekt zum Teil vorgetragen haben, stehen Sie jetzt vor der schweren Entscheidung, wie mit diesen Ergebnisse umzugehen sein wird.

**Dr. Axel Heider:** Bund und Länder müssen diese Ergebnisse zusammen klären und dafür lohnt es sich, vielleicht noch einmal zu rekapitulieren: Was habe ich selbst und was haben wir hier in den letzten zwei Tagen gelernt? Es hat in einigen Punkten Klarheit gegeben, aber es bleiben auch ein paar offene Fragen. Klarheit dahingehend, dass der Schusskanal deutlich stärker belastet ist als Rücken und Keule. Das ist sehr wichtig. Auf der anderen Seite gibt es aber auch nachweisbare Einträge in Rücken und Keule. Dazu gehört sicherlich noch die offene Frage: „Kommt dies unter Umständen daher, dass es hier Keulenschüsse oder Rückenschüsse gegeben hat, und kann man das in den weiteren Untersuchungen feststellen, oder ist dies einfach Folge der Bleiverdampfung, die in ihrer Wirkung vom Schusskanal über den Rücken bis hin zur Keule abnehmend deutlich wird?“ Das wird sich hoffentlich in der Fortführung dieses Projektes klären lassen.

Wir haben auch gelernt, dass die geogene Belastung nicht die entscheidende Rolle spielt. Sie spielt eine untergeordnete Rolle. Wir haben gelernt, dass die Resorption größer ist, je kleiner die Partikel sind (Stichwort „Bleiverdampfung“). Wir haben aber auch gelernt, dass auch bleihaltige Deformationsgeschosse in ihrer Wirkung weniger problematisch sind als Zerlegungs- und Teilzerlegungsgeschosse. Offene Fragen haben sich vor allem im Bereich der Tötungswirkung ergeben. Dr. Niels Bandick (BfR) hat das heute sehr schön zusammengefasst in dem Satz: „Die Weltformel für tötungssichere bleifreie Munition haben wir noch nicht gefunden, aber wir sind hier auf einem guten Weg.“ Dieses Symposium hat auch deutlich gemacht, dass die Forschungsergebnisse bei bleifreier Munition auch zu deutlichen Verbesserungen führen. Lassen Sie mich noch einen Satz sagen. Sie haben mich

nach Schlussfolgerungen befragt. Natürlich kann die Politik diese Schlussfolgerungen letztlich nur in ihrer eigenen Verantwortung ziehen, dem kann ich hier nicht vorgreifen. Aber was man sicherlich heute schon aus den klaren Ergebnissen ableiten kann, sind zum Beispiel Empfehlungen hinsichtlich der Wildbrethygiene beim Schusskanal. Gleiches gilt in der Wildbrethygiene hinsichtlich der Jägerprüfungsausbildung. Auch hier muss das Thema „Kontamination bestimmter Teile des Wildkörpers“, insbesondere des Schusskanals, stärker einfließen. Wir werden aber auch Studien, die heute angestoßen worden sind, fortführen müssen, um die offenen Fragen, die sich stellen, in jedem Fall noch abschließend zu klären.

**Martin Rackwitz:** Ich sitze hier heute in einer Doppelfunktion. Ich kann mich persönlich nicht davon befreien, dass ich Jagdreferent bin. Andererseits vertrete ich den Minister, der das große Ressort hat, wie er gestern vorgestellt hat.

Als wir vor anderthalb Jahren hier saßen, haben wir alle gesagt. „Wir müssen wissenschaftlich handeln, abwägen und am Ende entscheiden.“ Natürlich haben wir heute einen viel besseren Erkenntnisstand als vorher. Aber es sind heute so viele Einzelheiten vorgestellt worden, die einen schon nachdenklich machen, in welche Richtung man überhaupt geht. Andererseits gibt es auch einige K.o.-Kriterien, die hier genannt worden sind. Blei in der Lebensmittelkette für Mensch und Tier ist natürlich schon bei der Abwägung von entscheidender Bedeutung. Andererseits stehe ich als Jagdreferent für Tierschutz bei der Jagd ein, und wenn heute die Munitionshersteller sagen: „Wir tun alles, was wir können, aber in dieser Kürze der Zeit haben wir auch noch keine Allheilmittel für Weitschüsse auf starkes Wild“, dann sieht man, dass man das noch sehr abwägen muss.

**Jürgen Thier-Kundke:** Soweit die Vertreter des Risikomanagements. Herr Professor Hensel, für Sie als das eigentlich zentrale Institut, das die Vorgaben oder die Basis für die Entscheidung des Risikomanagements im Bereich Lebensmittel geben soll: Welches Fazit ziehen Sie? Wo liegen die Probleme? Wo können wir heute schon handeln und wo müssen wir es hinausschieben?

**Prof. Dr. Dr. Andreas Hensel:** Das ist immer so eine Sache mit den guten Ratschlägen, weil bei guten Ratschlägen immer die Frage ist, wer der Adressat ist. Dann muss man sich genau überlegen, wer und auch wie man mit den Daten, die im Rahmen der vergangenen drei Jahre erhoben wurden, weiter umgehen kann. Der erste Kunde ist sicherlich erst mal das Bundesministerium, für das wir auch arbeiten und zusammen mit den Bundesländern in guter schwesterlicher Liebe natürlich auch eine gewisse Zuarbeit machen. Das heißt: Wenn Bundesländer Fachfragen haben, versuchen wir, jemanden heranzuziehen und diese Fragen zu beantworten und so die fachlichen Grundlagen für politische Entscheidungen zu schaffen.

Was wissen wir? Wir wissen: Wenn man mit Bleimunition auf Tiere schießt, findet man tatsächlich Blei. Das mag jetzt trivial klingen, aber wir hatten vor drei Jahren keine Vorstellungen davon, wie das mit der Kinetik überhaupt aussieht. Was wir hier zur Überraschung aller gefunden haben, ist, dass die geogene Belastung eigentlich kaum eine Rolle spielt und dass der wesentliche Faktor „Blei“ sein wird. Blei ist neurotoxisch. In dem Zusammenhang wissen wir, dass die Zielgruppe Kinder sind, Frauen mit Kinderwunsch oder Schwangere, und dass wir zum Teil eine sehr hohe Bleikonzentration in allen Wildteilen gefunden haben. Das ist etwas, was wir nicht vermutet haben. Wir haben immer gedacht, dass da eine gewisse Abhängigkeit herrscht, wenn es eine Splitterwolke von dem Auftreffort gibt. Das scheint ja auch so zu sein. Wir haben gelernt, wie Dr. Axel Heider das auch schon richtig ausgedrückt hat, dass der Schusskanal besondere fleischhygienische Widmung braucht. Auf der anderen Seite muss man sich klarmachen, dass alles eine Kreuzkontamination bei der Probennahme sein könnte. Aber das deckt sich nicht mit den Ergebnissen des Lebensmittel-Monitorings, weil wir auch da, wo es nicht um Kreuzkontamination geht, tatsächlich öfter mal Einzeltiere finden, bei denen es sehr hohe Bleibelastungen gibt. Es gibt verschiedene Erklärungsmodelle: Eins wäre in der Agonie zu

finden, also im Todeskampf, in dem die Tiere über ihr Gefäßsystem diese Splitter und Nanopartikel im ganzen Körper verteilen. Eine Frage ist auch, wo die Partikel hinkommen. Wir müssen uns im Klaren darüber sein, dass wir ausschließlich von der Exposition ausgehen müssen. Das heißt, wie viel kommt jetzt wirklich beim Verbraucher an? Wildfleisch hat nun einmal den Ruf, dass es ein äußerst gesundes und naturbelassenes Lebensmittel ist. Das ist auch das, was wir als Jäger sagen, wenn wir das Wild vermarkten. Dann ist es schon schwierig, dass unter bestimmten Ernährungsbedingungen, etwa in Jägerfamilien mit hohen Verzehrraten, Kinder, Schwangere und Frauen mit Kinderwunsch eben dieses Lebensmittel, das so hoch gelobt ist, offensichtlich nur in Maßen genießen sollen. Der Vorteil dieser Konstellation ist, dass jeder Jäger, der für seine Familie jagt, natürlich jetzt schon auf bleifrei umstellen kann. Insofern hat er die Möglichkeit, sich und seine Familie zu schützen. Auf der anderen Seite ist für den Sicherheitsaspekt unter dem Monopol der Staat zuständig. Also unter den Verzehrbedingungen, die wir hier berechnet haben, scheinen eine Gefährdung von Kindern, Schwangeren und Föten sowie neurotoxische Affekte realistisch. Und ich denke, das ist Grund genug, darüber nachzudenken oder zumindest der Politik zu empfehlen, hier noch einmal über Alternativen zu Blei in Munition nachzudenken.

**Jürgen Thier-Kundke:** Das ist ein klarer Vorschlag aus dem Bundesinstitut für Risikobewertung. Darauf müssen die Jäger reagieren. Wir haben ja gehört, dass es Alternativen gibt. Es gibt auch Alternativen, die eine analoge Tötungswirkung haben. Es gibt Alternativen, die auch möglicherweise ebenso sicher sind.

**Dr. Wolfgang Bethé:** Ich möchte auch vor anderthalb Jahren anfangen, als wir hier im Saal zusammen waren. Ich habe seinerzeit gesagt, dass die Jäger nicht mit Blei verheiratet sind, aber sie wollen ein Handwerkszeug haben, mit dem sie ihre Aufgabe erfüllen können. Inzwischen wissen wir etwas mehr von der Gesamtproblematik. Dieser Ausspruch steht aber nach wie vor: Jäger sind nicht mit dem Geschoss Blei verheiratet, aber sie wollen ein Handwerkszeug haben, das ausreichend wirkt. Und wir haben in der Diskussion gehört, dass ganz sicher noch einige Fragen offen sind. Ich erinnere an den Bericht der Berufsjäger. Ich darf hier auch auf eins hinweisen. Ich selbst habe Erfahrung mit bleifreier Munition gesammelt, allerdings ein Kaliber, ein Geschoss, und ich habe dann irgendwann gesagt: „Jetzt hörst du auf damit“, weil die Wirkung mich nicht überzeugt hat. Die Folge dieses kleinen Versuches, den ich seinerzeit gemacht habe, als das Monitoring in Brandenburg lief, ist ein Schreiben der Staatsanwaltschaft Neuruppin, was mir mitteilt, dass gegen mich ermittelt wird, weil ich einen Hirsch beschossen habe, dem ich nicht sofort einen Fangschuss angetragen habe. Ich habe mich also in einem Verstoß gegen das Tierschutzgesetz schuldig gemacht. Das heißt, wenn wir Experimente am Wild machen, laufen wir als Jäger Gefahr. Ingo Rottenberger hat darauf hingewiesen, dass wir bestimmte Probleme bei der Umstellung auf Schießständen haben können. Diese Probleme sind sicher in den Bundesländern sehr unterschiedlich, weil die Zulassungsbedingungen und Voraussetzungen zum Teil andere sind. Aber wenn wir darüber nachdenken, dass wir nach den Ergebnissen der Lebensmittelsicherheitsuntersuchungen verstärkt bleifreie Munition nutzen müssen, dann brauchen wir Schießstände, die es uns ermöglichen, die entsprechende Munition für meine Waffe auszusuchen. Das geht nirgendwo anders, das geht auch nicht im Revier. Ich muss unter den vorhandenen Laborierungen eine finden, die mit meiner Waffe und mit meinen jagdlichen Bedingungen harmoniert.

Das zweite Problem ist, dass ich, wenn ich mit der Munition, die zu meiner Waffe passt, ins Revier gehe, etwas brauche, was wir derzeit nicht haben: eine Wirkungsbeschreibung unter bestimmten Bedingungen. Wir alle wissen, dass Munition auf 50 Metern unter Umständen völlig anders wirkt als auf 150 oder 300 Metern. Hier müssen wir dem Jäger ein Kriterium in die Hand geben, an dem er sich orientieren kann, sodass er nicht gezwungen ist, das Wild als Versuchskaninchen zu benutzen. Ich glaube, wenn wir diese Voraussetzung haben, sind sehr viele Jäger auch bereit, freiwillig umzusteigen. Herr Gremse hat uns ja auch mitgeteilt, dass nicht alles, was mit Blei auf dem Markt ist, auch hundertprozentig für alle jagdlichen

Zwecke geeignet ist. Also auch an dieser Stelle brauchen wir diese Bewertung. Tierschutz ist grundgesetzlich geschützt. Das sollten wir ernst nehmen und die Voraussetzung dafür schaffen.

**Bernd Bahr:** Für mich war es heute erhellend, von Ingo Rottenberger von der Deutschen Versuchs- und Prüfanstalt für Jagd- und Sportwaffen zu erfahren, dass eben die Problematik „Waffe – Munition“ ein derzeit ungelöstes Problem darstellt. Das erklärt ein Stück weit auch Ergebnisse aus unseren Feldstudien, bei denen der eine Kollege hervorragende Ergebnisse mit bleifreier Munition hatte, während beim nächsten desaströse Ergebnisse das Resultat waren. Das wird mit der waffenindividuellen Situation zu erklären sein, vermute ich. Grundsätzlich ist es so, dass wir künftig für die Aufgaben, die wir bei der Jagd haben, und das sind regional sehr große Herausforderungen, vernünftig funktionierendes Handwerkszeug haben. Wir müssen effektiv jagen können und das kann nicht an einer Munitionsfrage scheitern.

Wir haben im Jahr 2012 in unserer Position des Bundesverbandes der Deutschen Berufsjäger erklärt, dass wir einen Ausstieg aus der bleihaltigen Munition in jedem Falle unterstützen. Dazu stehen wir nach wie vor und wir erwarten ganz einfach, dass in den kommenden Jahren ganz deutliche Impulse aus der Industrie kommen, die uns wirklich funktionierende Alternativen an die Hand geben. Darüber hinaus wird das Thema „bleihaltige Munition“ über kurz oder lang immer mehr vom Markt verschwinden, weil die Vermarktungsfähigkeit von bleihaltig erlegtem Wildbret sicherlich nach unten geht. Wir haben heute schon Jagdverwaltungen und Jagdbetriebe, die damit werben, ausschließlich bleifrei erlegtes Wild zu vermarkten. Auch auf diesem Sektor wird diese Welle weiter auf die Jagd zurollen. Noch mal der Appell an die Industrie, die entsprechenden Alternativen bei aller Kompliziertheit dieses Themas wirklich zur Verfügung zu stellen, und auch der Appell an die Politik, nicht einen vorzeitigen Schuss ins Blaue zu machen und bleihaltige Munition zu untersagen. Für die Büchsenjagd ist das im Moment absolut desaströs, weil wir unseren Aufgaben nicht ausreichend gerecht werden, tierschutzgerecht vorzeigbar zu jagen.

**Jürgen Thier-Kundke:** Den Ball gebe ich gleich weiter an Klaus Gotzen von der Munitionsindustrie und auch an Carl Gremse. Ich denke, hier muss ein Schulterschluss stattfinden zwischen der Industrie und den Erkenntnissen, die aus wissenschaftlich ermittelten Parametern etwa zum Tötungsverhalten oder auch zur Sicherheit, das heißt zum Abprallverhalten, kommen.

**Klaus Gotzen:** Diesen Schulterschluss werden wir sicherlich gerne vornehmen. Wir sind natürlich auch daran interessiert, dass die Jäger nur mit solcher Munition ausgestattet werden, die tatsächlich all das, was in den vergangenen zwei Tagen hier besprochen worden ist, einhält. Das Problem ist einfach, dass die Alternativmaterialien, die auf dem Markt sind und die man dafür einsetzen kann, nicht die gleichen Voraussetzungen wie Blei haben. Es wird so sein, dass die Alternativmaterialien immer eine Kompromisslösung sein werden. Im Augenblick gibt es noch kein Material, das genauso wie Blei ist, dieselbe Tötungswirkung und alle anderen Parameter, die wir besprochen haben, aufzeigt. Unsere Firmen sind sicherlich daran interessiert und entwickeln auch fleißig, dass es hier tatsächlich weitere neuere Möglichkeiten gibt, Alternativen zu schaffen. Aber man ist auch begrenzt, weil die Alternativmaterialien nicht in vielfältiger Art und Weise vorhanden sind und man auf das zurückgreifen muss, was momentan auf dem Markt ist. Die Stoffe Kupfer, Zinn und Zink sind die Alternativen, die jetzt verwendet werden können und auch verwendet werden. Unsere Firmen bieten hier Alternativen an, die auf den Markt gebracht worden sind, aber wie gesagt, können sie das, was Blei kann, und was seit 100 Jahren für die Jagd verwendet wird, noch nicht eins zu eins ersetzen. Es wird Entwicklungen geben, aber wie lange es dauern wird, all die Problemfelder zu berücksichtigen, sei es die Systemverträglichkeit von Waffenmunition, die mit Sicherheit auch berücksichtigt werden muss, sei es die Frage der Tötungswirkung insbesondere auf größere Entfernung, das muss man sehen. Die Entwicklung wird auf jeden

Fall weitergehen. Im Augenblick ist es nur noch nicht so, dass man sagen kann, man kann Blei von heute auf morgen einfach durch einen anderen Alternativstoff ersetzen. Und wie gesagt: Den Schulterschluss in der ganzen Arbeit, die hier geleistet worden ist, hatten wir als Industrie immer dargelegt. Wir sind sehr daran interessiert, hier auch konstruktiv mitzuarbeiten, weil wir nichts davon haben, dass Munitionen auf den Markt kommen, mit denen die Jäger tatsächlich nicht umgehen können. Wenn es einen Stoff gäbe, der Blei von heute auf morgen ersetzen würde und könnte, täten unsere Firmen nichts lieber als das, diesen auf den Markt zu bringen, weil das sicherlich den Umsatz kräftig steigern würde.

**Jürgen Thier-Kundke:** Herr Gremse, stimmen Sie dem so zu, dass es in der Tat hinsichtlich der Tötungswirkung tatsächlich keine Alternativen gibt? Oder ist das wirklich eine Frage der Geschosskonstruktion und Treffsicherheit?

**Carl Gremse:** Wir sind in den letzten anderthalb Jahren gemeinsam sehr viel weiter auf dem Gebiet der Tötungswirkung gekommen. Wir haben Erkenntnisse gewonnen, 11.000 Berichte, haben aus Eberswalde einen Ansatz vorgestellt, wie wir uns vielleicht etwas von Materialfragen oder auch Konstruktionsfragen lösen können, indem wir schauen, was das Geschoss unter welchen homogenen, kontrollierbaren Umständen leistet. Wir haben gezeigt, dass man das in der Praxis verknüpfen kann. Wir werden weiter hinschauen, ob man das noch präzisieren kann. Wir haben einen ersten Aufschlag zu einer Grenzleistung gemacht und werden da auch im akademisch interessanten Extrembereich weiterkommen. Wir haben gestern eine Grafik gesehen zu Schussentfernungen und hatten 0,5 Prozent über 200 Meter. Ich denke, dass wir auch das noch ausräumen werden können. Wenn wir über die Jagdpraxis sprechen, wollen wir, das haben wir auch 2011 festgelegt, von bis zu 300 Meter sprechen. Wir müssen auch die Verhältnisse aus der Datenlage im Auge behalten. Diese Ergebnisse der Tötungswirkung stehen erst mal da. Ein ganz interessanter Punkt aus den gestrigen Vorträgen von Bernd Bahr ist, wie ich finde, dass wir noch mal gemeinsam schauen, wo diese Unterschiede in unseren Datenlagen herkommen, die wir gesehen haben. Dem können wir nachgehen und vielleicht noch etwas lernen. Wenn wir hinschauen, wie das Geschoss wirkt und was es leistet, dann werden wir auch die anderen Fragen beantworten, zum Beispiel welche Materialien und welche Kaliber wir dafür nehmen können.

**Jürgen Thier-Kundke:** Vielleicht kurz an den Verband der ja letztlich das, was Sie erlegen, vermarkten soll: Was sind die Forderungen des Verbandes? Haben Sie schon Kriterien festgelegt, was Sie künftig vermarkten wollen? Ich höre vielleicht „Premiumwild“, das garantiert bleifrei erlegt wurde. Wie sind da die Gedankenspiele?

**Von der Crone:** Wir müssen versuchen, auch künftig Wildfleisch vermarkten zu können – aus der Jagd und Importe aus außereuropäischen Ländern. Wir haben einen relativ hohen Anteil an Wildfleisch von 50 Prozent, den wir aus anderen Ländern importieren. Ich will jetzt nicht über Neuseeland sprechen, da haben wir die Thematik „bleifrei oder bleihaltig“ nicht, weil das Wild da eigentlich nicht geschossen wird, aber vieles andere Wild kommt aus Polen, Ungarn und Rumänien. Es geht für mich darum, dass auch künftig sichergestellt wird, dass dieses Wild vermarktungsfähig ist und uns der Handel das nicht vorschreibt. Unser Kernproblem ist, dass bspw. eine Auslistung von Hasenfleisch erfolgte, weil eine Bleikugel oder ein Schrotkorn gefunden wurde. Das wollen wir nicht haben. Wir wollen auf dem Markt handeln können und Wildfleisch verkaufen. Deswegen auch der Appell, dass wir nicht nur die regionalen Entscheidungen treffen, dass in einzelnen Bundesländern bleihaltige Munition verboten wird, sondern ich meine: Wenn, dann müssen wir das europaweit machen. Wenn wir das nur in Deutschland national bewegen, haben wir eine Schieflage. Wir brauchen sicherlich noch eine Übergangszeit. Ich bin selbst Jäger seit 35 Jahren und probiere jetzt in Zukunft auch aus, bleifrei zu schießen. Ich bin gespannt, wie dann meine Erfahrungen sind.

**Jürgen Thier-Kundke:** Ich habe jetzt eine kurze Frage hinsichtlich Tötungswirkungen. Hier wird immer die Fluchtstrecke als der Parameter für die Tötungswirkung angenommen. Müssen wir uns nicht vielleicht auch fragen, ob das tatsächlich der Parameter ist, mit dem wir das feststellen können? Vielleicht an den Tierschützer, also an das Ministerium, und vielleicht auch an die Jäger: Weshalb ist die Fluchtstrecke für Sie der Parameter für die Tötungswirkung beziehungsweise für die Tatsache, dass das Tier nicht leidet? Im Vordergrund steht ja, dass das Tier nach Möglichkeit nicht oder so kurz wie möglich leiden soll.

**Dr. Axel Heider:** Sie haben mich als das für den Tierschutz zuständige Ressort angesprochen. Natürlich sind wir für den Tierschutz zuständig, es ist ein hohes Gut. Gleichzeitig aber auch für den Verbraucherschutz und letztendlich für die Jagd. Lassen Sie mich Ihnen als Jäger antworten, der ich seit 38 Jahren bin. Die Fluchtstrecke ist auf jeden Fall ein wichtiger Indikator, weil es der Indikator ist, den der Jäger auch sieht. Aber auf der anderen Seite ist eines auch klar: Es nützt mir nicht, wenn ich mit einem starken Vollmantelgeschoss das Wild am Platz erlege und es ist trotzdem nicht tot. Auch solche Fälle gibt es, und denen müssen wir uns stellen. Um es mal deutlich zu sagen: Dieses Symposium hat uns einen großen Schritt weitergebracht. Alleine, weil wir in diesem wissenschaftlichen Prozess vorangekommen sind. Es ist nun Aufgabe der Industrie, hieraus Konsequenzen zu ziehen und uns auf diesem Weg weiter voranzubringen. Die Politik wird diesen Weg gerne flankieren, indem sie in Studien auch Rahmenbedingungen schafft, indem sie die Anforderungen, auch im Lichte dieses Prozesses, die die Tötungswirkung betreffen, auch konkreter formuliert, als das derzeit im Bundesjagdgesetz der Fall ist. Wir alle müssen hierzu unseren Beitrag leisten. Und da ist in erster Linie natürlich die Waffenindustrie als die Erfahrenste gefragt, uns hier im Bereich der Tötungswirkung bleifreier Geschosse voranzubringen.

**Jürgen Thier-Kundke:** Wollen Sie direkt drauf antworten, Herr Gotzen?

**Klaus Gotzen:** Wir haben von Anfang an immer gesagt: Wir als Industrie stehen gerne als Fachleute zur Seite und werden auch alles tun, um voranzutreiben, was notwendig ist, um tatsächlich die Tötungswirkung von der Munition, sei es bleihaltig oder bleifrei, zu gewährleisten. Es gibt sicherlich bei bleifreier Munition noch Probleme, die gelöst werden müssen, die im Augenblick aber noch nicht gelöst werden können. Ich gebe Ihnen auch Recht, dass die Regelung im Paragraph 19 des Bundesjagdgesetzes reformbedürftig ist. Darüber muss man nachdenken: Ist tatsächlich die Auftreffenergie das Maß aller Dinge? Sollten hier nicht andere Parameter gefunden werden? Wir sind gerne bereit, daran mitzuarbeiten und diese Parameter neu zu gestalten, damit hier tatsächlich die Jägerschaft sichergehen kann, dass die Tötungswirkung – ob mit bleifreier oder mit bleihaltiger Munition – gegeben ist, und die Zufriedenheit sowohl bei den Berufsjägern als auch bei den Jägern gegeben ist. Das ist für uns selbstverständlich. Unsere Firmen achten sehr darauf, dass die Munition, die sie auf den Markt bringen, dem Tierschutz gerecht wird. Es gibt jedoch bei manchen Alternativstoffen Grenzen, die derzeit noch zu beachten sind. Da muss man durch neuere Entwicklungen versuchen, soweit es technisch möglich ist, diese auch irgendwann mal erhöhen zu können. Von daher würde ich es begrüßen, wenn wir in dem Bereich weiter forschen und zusammenarbeiten und Möglichkeiten eruieren könnten, wie man hier weiterkommt. Und aus dem, was Sie jetzt gerade gesagt haben, entnehme ich auch, dass wir noch nicht am Ende sind. Ich glaube, Dr. Monika Lahrssen-Wiederholt hat das gestern so nett beschrieben: Wir bewegen uns derzeit auf einem Weg, auf einem sehr guten Weg, wo wir gemeinsam versuchen, neue Ziele zu erreichen und Möglichkeiten zu schaffen. Aus meiner Sicht haben wir das Ende des Weges noch nicht erreicht; diesen Weg müssen wir weiterhin gemeinsam gehen, und ich hoffe, dass dies auch gemacht wird. Wenn man dann natürlich solche Pressemitteilungen, wie sie Herr Dr. Backhaus gestern herausgegeben hat, sieht, wo eigentlich schon eine Festschreibung vorgenommen wird, „bleifrei“ bundesweit

einführen und „bleihaltig“ bundesweit verbieten, da weiß ich nicht, ob dieser Weg, den man jetzt gemeinsam bestreiten wollte, wirklich noch gegangen werden kann.

**Martin Rackwitz:** Natürlich kann der Weg noch gegangen werden, auch weiterhin kann gemeinsam fortgeschritten werden. Es ist die Empfehlung des Ministers ausgesprochen worden, dass eine bundeseinheitliche Lösung geschaffen wird, die darauf hinausführt, so schnell wie möglich aus der Verwendung von bleihaltiger Munition auszusteigen. Die nächste Etappe ist die Agrarministerkonferenz. Auf die hat der Minister gestern schon hingewiesen, und ich denke, dass wir uns da jetzt in den nächsten vier Wochen zwischen den Ländern und dem Bundesministerium erheblich abstimmen werden. Trotzdem hat der Minister hier vor allem den Verbraucherschutz angeführt. Er wollte hier ein bisschen mehr „Dampf auf den Kessel“ bringen, will ich jetzt mal so sagen.

**Jürgen Thier-Kundke:** Herr Hensel, das ist natürlich Ihr Metier mit dem Verbraucherschutz. Wo stehen wir im Verbraucherschutz, was das Wildfleisch angeht? Wir haben gesehen, dass es bezogen auf die Gesamtbevölkerung eigentlich relativ wenig zum Gesamtleieintrag beiträgt, aber für bestimmte Gruppen ist es natürlich durchaus risikoreich, wenn Blei im Wild ist.

**Prof. Dr. Dr. Andreas Hensel:** Die Situation war nie besser als im Moment und das liegt schlichtweg daran, dass die Bleibelastung der Bevölkerung im Moment über die vergangenen 20 Jahre durch viele Maßnahmen des Umweltschutzes rückläufig war. Der wesentliche Effekt war das Verbot des Bleis im Benzin. Herr Fromme hat das gestern gesagt, dass jede Maßnahme, die direkt Blei aus der Verbrauchernähe entfernt, sei es bei Spielzeug oder bei Wasserrohren, hilft, die Gesamtlast, die wir zu tragen haben, wir Erwachsenen in unserer Niere und auf unseren Knochen und die Kinder dann halt woanders, zu erniedrigen, weil es Anzeichen dafür gibt, dass es tatsächlich adverse Effekte gibt. Ich glaube, das ist eine ganz wichtige und auch eine gute Feststellung, wenn man sich überlegt, wie das beim Wildbret aussieht, weil man sagen kann, dass alles, was wir bisher getan haben, auch dazu geführt hat, dass Wildbret genau diese Eigenschaften hat, die ihm auch zugeschrieben werden. Wir können natürlich mein Mandat ein bisschen strapazieren. Ich kann mich noch erinnern, als der damalige Staatssekretär Lindemann mir gesagt hat: „Hensel, du musst jetzt Ballistik machen und Toxikologie.“ Da habe ich gesagt: „Ich bin für Ballistik aber nicht zuständig.“ Da sagte er: „Soll ich den Ballistikern vielleicht die Toxikologie geben?“ Insofern ist es dann auch völlig vernünftig, wenn man auch die anderen Aspekte, sei es die Lebensmittelsicherheit, Tötungswirkung, Abprallverhalten oder die Ökotoxizität, auch wissenschaftlich behandelt. Ich glaube, selbst wenn man dann politische Entscheidungen trifft, die vielleicht nicht immer den Kern der wissenschaftlichen Ableitung treffen, so ist es doch auch die Aufgabe eines Ministers, der Minister in der Runde und auch des Bundesministeriums, hier das zu machen, wofür man sie gewählt hat. Die sind dafür mandatiert, dass man eine Schutzgutabwägung macht, und ich glaube, das ist auch völlig in Ordnung.

**Jürgen Thier-Kundke:** Wir sprachen davon, dass auch ein großer Schulungsbedarf besteht. Zurück an den Deutschen Jagdschutzverband und an den Bundesverband der Berufsjäger: Inwieweit fangen Sie jetzt schon an, neue Schulungsprogramme aufzulegen? Zum einen, was das großzügigere Ausschneiden, also die Wildfleischhygiene angeht, zum anderen aber auch die Ausbildung der Jäger, dass sie mit dieser neuen Munition auch vernünftig umgehen können.

**Dr. Wolfgang Bethe:** Der Deutsche Jagdschutzverband hat für die Jägerausbildung vor wenigen Wochen Richtlinien beschlossen. Wir sind der Auffassung, dass hier bundesweit einiges auf einen Nenner gebracht gehört. Es ist ja so, dass die Jägerausbildung Ländersache ist und dass in den einzelnen Bundesländern zum Teil sehr gravierende Änderungen vorliegen. Eins muss ich sagen, und das nicht nur als Jäger, sondern auch als



Tierarzt: Ich halte es für dringend notwendig, dass die Ausbildung im Bereich der Wildbrethygiene auch eine K.o.-Ausbildung ist: Wer hier die Anforderungen nicht erfüllt, kann nicht als Wildbret-Unternehmer in die Reviere. Das, denke ich, wird auch seitens der Lebensmittelsicherheitsuntersuchungen notwendig. Und als Tierarzt weiß ich auch, dass der eine oder andere Jäger an dieser Stelle etwas Nachholbedarf hat. Soviel vielleicht zu der Frage der Ausbildung. Das Umstellen der Waffen auf bleifreie Munition verlangt nicht unbedingt eine Extra-Ausbildung, sondern bestimmte Voraussetzungen, die ich vorhin schon erwähnt habe.

**Jürgen Thier-Kundke:** Vielleicht noch den Ball zurück an die Politik. Wird sich die Politik auch in Sachen Ausbildungsverordnung für Jäger etwas einfallen lassen? Wird sie da Kriterien vorgeben? Vielleicht zunächst an die Landespolitik.

**Martin Rackwitz:** In einem föderalistischen System ist es illusorisch, zu erwarten, dass die Durchführung der Jägerprüfung und der Ausbildung nun wirklich einheitlich ist. Die Kriterien werden durch das Bundesministerium vorgegeben und die Länder füllen das jeweils aus. Wir werden in Mecklenburg-Vorpommern die Jägerprüfungsverordnung überarbeiten. Es ist schon richtig, dass der Stellenwert der Wildfleischhygiene erhöht wird. Da nützt es auch nichts, dass jetzt vor Kurzem die Geschichte mit der „kundigen Person“ flächendeckend umgesetzt wurde. Das bedeutet drei Stunden Schulung, dann bekommt der Jäger sein Zertifikat. Es geht darum, dass ein Tierarzt in der Ausbildung dieses Fach lehrt. Wer dann die Organe nicht kennt, der fliegt aus der Prüfung, so als wenn er sich bei der Sicherheitsbestimmung beim Schießen etwas Derartiges leistet. Das ist Grundvoraussetzung. Ich denke, das beantwortet Ihre Frage erst mal.

**Dr. Axel Heider:** Sie sprechen den Föderalismus an und die Illusion, 16 Länder unter einen Hut zu bringen. Ich bin da etwas optimistischer und sage, wenn wir wirklich gute Argumente haben, dann muss es uns auch gelingen, das Rad nicht 16-mal zu erfinden, sondern dann muss es uns auch gelingen, eine bundeseinheitliche Lösung zu finden. Dafür gibt es gute Beispiele. Im Bereich der Jägerausbildung kann ich nur sagen, dass ich viel von meinen beiden Söhnen, die beide selbst Jäger sind und 30 Jahre nach mir ausgebildet wurden, gelernt habe. Da hat sich viel getan, aber dieser Bereich ist ein Bereich, der in ständiger Bewegung ist. Alleine die gestrigen und heutigen Erkenntnisse aus dem Symposium veranlassen mich zu sagen, dass wir in der jungen Jägerausbildung dem Bereich der Wildbrethygiene eine deutlich stärkere Position einräumen. Herr Rackwitz, da sind wir auch gar nicht weit auseinander.

**Jürgen Thier-Kundke:** Sehen das die Berufsjäger auch so?

**Bernd Bahr:** Grundsätzlich brauchen wir für eine entsprechende Schulung und auch das Umstellen auf bleifreie Munition zunächst einmal entsprechend ausgestattete Schießstätten. Herr Rottenberger hat eben auch in seinen Ausführungen sehr plastisch dargestellt, welche Defizite da sind. Wir haben eine Vielzahl von Schießständen, die derzeit in der Republik ganz einfach nicht für das Verschießen oder das Benutzen bleifreier Munition zugelassen sind. Da gibt es dringenden Handlungsbedarf, entsprechend nachzurüsten. Selbstverständlich ist es klar, dass das Thema Wildbretschulung, -behandlung und -hygiene letztendlich einen ganz elementaren Einfluss hat. Da hat sich viel getan und da muss sich auch weiterhin viel tun. Weil wir ein ganz hochwertiges Lebensmittel in den Verkehr bringen wollen, ist es unabdingbar, dass das professionell behandelt wird, daran geht gar kein Weg vorbei.

**Jürgen Thier-Kundke:** Als Fazit kann man nehmen: Das Podium ist sich im Grunde genommen einig, dass es Stellschrauben gibt, an denen derzeit schon gedreht werden kann. Und es gibt Bereiche, wo wir Forschung und Technologieentwicklung brauchen. Ich meine, die Polizei schießt zum Beispiel seit zehn Jahren bleifrei. Also die Munitionsentwicklung ist

sicherlich auch machbar, man muss sich nur überlegen, welcher Art das Geschoss sein muss, sodass es auch diese Wirksamkeit hat. Ich bin jetzt auch etwas provokativ, das weiß ich, und deswegen noch mal den Ball zurück an die Munitionsindustrie.

**Klaus Gotzen:** Ich glaube, der Vergleich mit der Polizeimunition zur Jagdmunition hinkt ein wenig. Man kann das nicht so ganz miteinander vergleichen. Wie schon ausgeführt: Die Entwicklung wird weiter fortschreiten. Nur im Augenblick können unsere Mitgliedsunternehmen noch keine Munitionen anbieten, die aus Alternativstoffen hergestellt sind, die im Prinzip das können, was Blei auch kann. In manchen Bereichen sicherlich, das gilt jetzt nicht generell. Die bleifreie Munition, die jetzt auf dem Markt ist, ist sicherlich für manche Bereiche schon sehr gut geeignet, aber halt nicht für alle Bereiche. Wie dann auch vom BDB dargelegt, gibt es auch weite Schussentfernungen, bei denen das Ziel sein sollte, dass auch hier die Tötungswirkung greift. Und da gibt es einfach bei der bleifreien Munition noch Fragestellungen und offene Punkte, die noch entwickelt werden müssen. Wir sind sicherlich dabei und werden auch weitere Entwicklungsarbeit leisten. Es geht halt nicht von heute auf morgen, und von daher braucht man da noch ein bisschen Zeit.

**Jürgen Thier-Kundke:** Ich danke dem Podium für die Diskussion und auch für die Statements. Das heißt, wir sind auf dem Weg zu sichererem Wildfleisch und auch zu sicherem Jagen, auch mit bleifreier Munition, aber wir werden noch etwas Zeit brauchen, bis wir unserem Idealziel etwas näher gekommen sind. Ich danke Ihnen allen. Das Schlusswort haben nun Herr Hensel und Herr Neumann.

**Prof. Dr. Dr. Andreas Hensel:** Methodenkritik gehört in die Wissenschaft. Nur wenn man Kritik und Gegenkritik äußert, Thesen und Antithesen aufstellt, kommt man zu einem Erkenntnisfortschritt. Man soll allerdings nicht ohne tiefe Kenntnisse von dem, was man da macht, voreilige Schlüssen ziehen. Deshalb wurde diese Veranstaltung auch auf Initiative unseres Bundesministeriums durchgeführt.

Viele von Ihnen haben Aufträge mitbekommen; Punkte, die wir uns noch anschauen müssen. Wenn alles stimmt, was wir gestern und heute gehört haben, müssen wir uns fragen: Wie viel kann eigentlich jeder einzelne Verband, jeder einzelne Wissenschaftler, der hier beteiligt ist, an der Situation verbessern?

Mir hat gefallen, dass wir hier in einer Breite und Tiefe diskutiert haben, die es bisher noch nicht in Deutschland gab. Das hat wie immer bei wissenschaftlichen Veranstaltungen dazu geführt, dass man gesehen hat, dass es gute und schlechte Wissenschaft gibt. Auf der anderen Seite ist es aber auch wichtig, dass man um die Kriterien ringt. Wir haben hier einen klassischen Zielkonflikt, eine Schutzgut-Diskussion, bei der man häufig Dinge miteinander vermischt. Die vier zentralen Punkte sind: Lebensmittelsicherheit, Tötungswirkung, Abprallverhalten und Ökotoxizität. Darüber hinaus gilt es noch den Schutz des Jägers, den Schutz des Verbrauchers, der das Wildbret nimmt, und natürlich auch die Tierschutzaspekte gesondert zu betrachten und natürlich muss man diese Güter auch mit sehr unterschiedlichen Maßnahmen schützen. Es ist völlig klar, dass das nicht alles miteinander vereinbar ist. Man muss sich für bestimmte Dinge entscheiden, ob zum Beispiel die Lebensmittelsicherheit oder der Tierschutz priorisiert werden soll.

Die Vielfalt der Jagd impliziert auch, dass unterschiedliche Munition nötig ist. Ein Alpenjäger hat andere Erfordernisse als jemand, der sich vor einen Fuchsbau legt. Wenn man vor einem 1.000 kg schweren Kaffernbüffel steht, der schlechte Laune hat, möchte man schon wissen, dass die Munition die erwünschte Wirkung erzielt. Für mich leitet sich daraus ein gewisser Bildungsauftrag für die Jäger von heute ab: Wer vor dreißig Jahren seinen Jagdschein gemacht hat, der hat möglicherweise noch gehört, dass man die Bauchhöhle mit Gras auswischen muss. Das ist heute anders. Wir wissen viel mehr über Lebensmittelhygiene. Das bedeutet, dass man die Wildbrethygiene mit in die Jagdausbildung hineinbringen muss.

Der Nutzen einer vernünftigen Munition hängt auch vom Können des Jägers ab. Man muss nicht nur lernen, wie man mit einer Waffe umgeht und wie man sie putzt, sondern auch, welche Munition man wie einsetzt. Diese Diskussion ist nicht neu. Sie spitzt sich nur am Beispiel der Frage „bleifrei oder nicht bleifrei“ zu. Im Grunde ist das die Kernfrage: Suchen sich die Jäger die richtige Kombination Waffe-Munition für den jeweiligen Jagdbedarf aus? Außerdem gilt: Wer gut schießt, hat weniger Probleme, die bspw. entstehen, wenn man die falsche Stelle beim Wild trifft. Man darf nicht nur die absolute Tötungswirkung verlangen, man muss schon auch gut schießen können. Das ist auch ein Appell an diejenigen, die die Ausbildung machen.

Außerdem müssen wir uns auch noch einmal über den Forschungsbedarf unterhalten: Die Frage des Monitorings bei Jägern (daran müssten die Jäger selber ein Interesse haben) oder die Frage der Aspekte der Wildhygiene, die nicht nur mit dem Bleigehalt zu tun hat. Dazu gehören bspw. auch die Frage nach den Enterobacteriaceae und den Lagerungsbedingungen beim Einschweißen. Wir sind mitten in einem Prozess, Wildbret mehr als Lebensmittel zu verstehen, als wir das vielleicht früher gemacht haben – insbesondere vor dem Hintergrund des EU-Hygienepaketes, das die Jäger als Lebensmittelunternehmer sieht. Gerade, weil die Mehrzahl des deutschen Wildes ja direktvermarktet wird, ist es unabdingbar, dieses Bewusstsein noch mehr herzustellen.

Wir werden überlegen, wie wir mit unseren toxikokinetischen Studien weitermachen. Hier wird es auch um die Geschosswahl gehen. Dafür muss man Parameter entwickeln. Als Jäger würde ich mir schon wünschen, dass auf einer Packung steht, was ich mit der Munition nicht machen sollte und für was sich diese Munition eignet. Zuletzt: Die Prüfkriterien sollten einheitlich sein, sodass man nicht nur die Werbung hat, die etwas auslobt, sondern das tatsächlich auch belegen kann.

Doch die Frage der Priorisierung obliegt der Politik. Die Wissenschaft kann zusammenfassen, sie kann Anregungen geben, aber letztlich bedarf es dann auch einer Umsetzung.

**Ministerialdirigent Clemens Neumann:** Mein besonderer Dank gilt dem BfR, das uns jetzt bei dem Gang des wissenschaftlichen Weges anderthalb Jahre tatkräftig unterstützt hat, und besonders Frau Dr. Lahrssen-Wiederholt: Sie haben sich mit Ihrer Mannschaft in Art einer Marathonläuferin vom Weg nicht abbringen lassen. Herzlichen Dank möchte ich auch den Ländern sagen, besonders Herrn Rackwitz aus dem Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz in Mecklenburg-Vorpommern. Auch hier hatten wir eine sehr gute, vertrauensvolle Zusammenarbeit und die werden wir auch fortsetzen.

Wir haben neue Erkenntnisse gewonnen. Ich denke, für uns ist es jetzt wichtig, dass wir den wissenschaftlichen Weg weitergehen. Dabei ist für mich sehr wichtig, was die Praxis denkt. Wenn mehr als ein Drittel der Jäger mit bleifreier Munition unzufrieden ist, muss ich das auch bei einer wissenschaftlichen Entscheidung akzeptieren. Ich glaube, in diesem Punkt waren wir uns heute alle einig: Wir brauchen Jagdpatronen, die sich an einheitlichen Standards messen lassen. Tötungswirkung (sprich: Tierschutz), Abprallverhalten (sprich: Unfallverhütung) sowie Verbrauchersicherheit und Umweltschutz sind hier entscheidende Kriterien.

Wir möchten – auch im Namen meines Staatssekretärs Robert Kloos – die Munitionshersteller mit dem Deutschen Jagdschutzverband zu Gesprächen darüber einladen, wie wir sie hier schnellstmöglich flankierend unterstützen können, um genau diese Patronen zu entwickeln, die dann genau diese Kriterien auch erfüllen müssen.

Wir können als Exekutive kurzfristig sagen: Wir sollten gemeinsam mit den Ländern die Wildbrethygiene verbessern. Wir sollten hier schnell in ein Gespräch treten, damit bei der

Wildbrethygiene das größere Herausschneiden des Schusskanals obligatorisch wird und dieser Gefahrenherd eliminiert wird.

Es hat mich sehr gefreut, dass sowohl Herr Rackwitz seitens der Länder als auch Herr Bethe gesagt haben, wir sollten uns darüber unterhalten, wie wir als Bund im Rahmen unserer Zuständigkeiten (auch wieder in Abstimmung mit den Ländern) die Kriterien für die Jagdscheinprüfung verbessern können. Ich bin da absolut Ihrer Meinung: Die Wildbrethygiene muss da ein K.o.-Kriterium werden.

Ich denke, das sind die Maßnahmen, die wir als Exekutive kurzfristig angehen können und wollen. Für mich ist aber auch wichtig, was Professor Hensel gesagt hat: Wir müssen das, was wir mithilfe des BfR angestoßen haben, weiter mithilfe der Verbände – auch hier noch einmal ein herzliches Dankeschön, dass Sie uns so unterstützt haben bei den Forschungsvorhaben – und seitens der Länder weiterentwickeln. Es gibt hier noch offene wissenschaftliche Fragen.

Der weitere Weg wird natürlich die Diskussion im Rahmen der Agrarministerkonferenz im April in Bayern sein. Wir werden hier eine sehr sachliche Diskussion führen. Wir müssen uns mit den drei Handlungsfeldern auseinandersetzen und überlegen, ob wir hier partiell das eine oder das andere mehr bewerten oder fallenlassen. Das muss dann noch einmal genau hinterfragt werden, weil Verbraucherschutz ein sehr breites Thema ist. Hier geht es um die Wildbrethygiene, aber auch um die Sicherheit des Jägers und der Passanten. Darüber müssen wir noch einmal intensiv diskutieren.

Herzlichen Dank für Ihre Beiträge. Ich denke, es war eine sehr gute Tagung. Wir haben für uns neue Erkenntnisse erschließen können und wir werden versuchen, sie kurzfristig im Rahmen unserer Zuständigkeit als Exekutive umzusetzen. Wir werden im parlamentarischen Verfahren weiter zu diskutieren haben, wie man auch als Gesetzgeber in den nächsten Monaten oder Jahren weiter vorgehen wird.

