

Schlussbericht

(FKZ 0330720A)

zum Verbundprojekt:

„Bleivergiftungen bei Seeadlern: Ursachen und Lösungsansätze“

für den Projektträger Jülich / BMBF

16.03.2010

vorgelegt von:

Dr. Oliver Krone
Tel: 030-5168 212
e-mail: krone@izw-berlin.de
Leibniz-Institut für Zoo- und
Wildtierforschung
Alfred-Kowalke-Str. 17
10315 Berlin

unter Mitarbeit von:

Mirjam Nadjafzadeh
Friederike Scholz
Anna Lena Trinogga
Dr. Norbert Kenntner
Justine Sulawa

Leibniz-Institut für Zoo-
und Wildtierforschung



Inhaltsverzeichnis

Berichtsblatt	3
Document Control Sheet	4
I. Kurze Darstellungen	5
1. Aufgabenstellung	5
2. Voraussetzungen unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	5
3. Planung und Ablauf des Vorhabens	6
4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	6
5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen	7
II. Eingehende Darstellungen	7
1. Erzielte Ergebnisse	7
A) Nahrungsspektrum und Fressverhalten des Seeadlers	7
B) Größe des Streifgebiets und Lebensraumnutzung des Seeadlers	12
C) Modellierung der Bedeutung von Bleivergiftungen für die Seeadlerpopulation	16
D) Tötungswirkung bleifreier Büchsenbeschüsse bei der Jagd	19
E) Belastung von potentiellen Beutetieren (Wasservögel) mit Bleischroteten... ..	23
F) Toxizität und Toxikokinetik von Blei und alternativen Metallen, die in der Geschossherstellung Verwendung finden, in der Pekingente und im Huhn als Vogelmodelle	25
G) Geschossuntersuchungen (Seifenbeschüsse) durch die DEVA	31
2. Nutzen und Verwertbarkeit	31
3. Fortschritt bei anderen Stellen	32
4. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen	33
III. Zusammenfassung	35
IV. Literatur	37
V. Anlagen	39

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN 978-3-00-025829-9	2. Berichtsart Schlussbericht	
3a. Titel des Berichts Bleivergiftungen bei Seeadlern: Ursachen und Lösungsansätze		
3b. Titel der Publikation: Bleivergiftungen bei Seeadlern - Anforderungen an bleifreie Büchsenmunition		
4a. Autoren des Berichts (Name, Vorname(n)) Krone, Oliver	5. Abschlussdatum des Vorhabens Juni 2009	6. Veröffentlichungsdatum März 2008
4b. Autoren der Publikation (Name, Vorname(n)) Krone O (Hrsg.)	7. Form der Publikation Broschüre	
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Leibniz Institute für Zoo- und Wildtierforschung Alfred-Kowalke-Str. 17 10315 Berlin	9. Ber. Nr. Durchführende Institution	
	10. Förderkennzeichen ^{*)} 0330720A	
	11a. Seitenzahl Bericht 39	
	11b. Seitenzahl Publikation 96	
	12. Literaturangaben 105	
13. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)	14. Tabellen 16	
	15. Abbildungen 60	
16. Zusätzliche Angaben In der Broschüre wurden die Zwischenergebnisse publiziert.		
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin		
18. Kurzfassung <p>Im Verbundprojekt „Bleivergiftungen bei Seeadlern: Ursachen und Lösungsansätze“ konnten Ursachen und Hintergründe der Bleivergiftungen bei Seeadlern identifiziert und Lösungsvorschläge zur Reduktion bzw. Vermeidung der Bleibelastung von Seeadlern ermittelt werden. Dabei wurde intensiv mit den Stakeholdern (Jäger, Förster, Waldbesitzer, Munitionshersteller, Naturschützer) zusammen gearbeitet. Das Verbundprojekt untergliederte sich in einen politik- und naturwissenschaftlichen Teil. Die Erkenntnisse des Projekts wurden auf drei Workshops und einer Tagung präsentiert. Zudem wurden ein Faltblatt, eine Broschüre und eine Internetseite erstellt. Die Analyse der Ursachen der Bleivergiftungen ergab, dass Bleikerngeschosse, wie sie üblicherweise in der jagdlichen Praxis Verwendung finden, Wolken metallischer Partikel in den beschossenen Tieren hinterlassen. So spielen diese als Quellen der Bleivergiftung bei Seeadlern insbesondere der bleikontaminierte Aufbruch, der in der Natur zurückbleibt, eine entscheidende Rolle. Als potentielle Lösungsmöglichkeiten wurden kurzfristig das Vergraben oder Verblenden von Aufbrüchen erlegter Tiere und langfristig die ausschließliche Verwendung von bleifreier Munition identifiziert. In der jagdlichen Praxis hat sich das Vergraben, Verblenden oder die Entfernung bleikontaminierter Aufbrüche aus der Natur als nicht praktikabel erwiesen, bzw. wird nicht mit der dafür notwendigen Disziplin umgesetzt. Die ausschließliche Verwendung bleifreier Munition würde jedoch das Risiko einer Bleivergiftung bei aasfressenden Tieren deutlich herab setzen. Die im Vorfeld geäußerten Bedenken, dass die bleifreie Büchsenmunition nicht effektiv genug tötet, haben sich als grundlos erwiesen. Die Metalle Kupfer und Eisen und die Legierung Messing, die alternativ zu Blei in der Geschossherstellung Verwendung finden, sind aus vogeltoxikologischer Sicht als unbedenklich einzustufen, wie die Ergebnisse aus den Versuchen zur Toxizität und Toxikokinetik in den Vogelmodellen gezeigt haben.</p>		
19. Schlagwörter Bleivergiftung, Büchsenmunition, Teilmantelgeschosse, Splitterwirkung, Wildtiere, Aufbrüche		
20. Verlag Eigenverlag, Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung	21. Preis 20,- € (einschl. Mst.)	

*) Auf das Förderkennzeichen des BMBF soll auch in der Veröffentlichung hingewiesen werden.

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN 978-3-00-025829-9	2. type of document (e.g. report, publication) Final report	
3. title Lead intoxication in white-tailed se eagles – requirements to lead-free rifle bullets (in German)		
4. author(s) (family name, first name(s)) Krone, Oliver (editor)	5. end of project June 2009	
	6. publication date March 2008	
	7. form of publication booklet	
8. performing organization(s) (name, address) Leibniz Institute for Zoo and Wildlife Research Alfred-Kowalke-Str. 17 10315 Berlin	9. originator's report no.	
	10. reference no.	
	11. no. of pages 96	
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. no. of references 105	für
	14. no. of tables 16	
	15. no. of figures 60	
16. supplementary notes Preliminary results were published in the booklet.		
17. presented at (title, place, date)		
18. abstract Within the joint project „lead intoxication in white-tailed sea eagles: cases and potential solutions” the reasons and the background of the lead intoxications in sea eagles were identified and suggestions to solve the problem in the sense of a reduction or avoidance were developed. These results were accomplished due to the intensive cooperation with the involved stakeholders (hunters, foresters, forest owners, ammunition industry, nature conservationists). The joint project was subdivided into a political and natural science part. The knowledge transfer into the public as an important part was realized by producing a leaflet, a booklet and a webpage. The investigation of the reasons for lead intoxications in sea eagles revealed standard semi-jacketed rifle bullets, as they are used in hunting game animals, producing clouds of lead particles (snow storm) in the animals' body. The lead contaminated viscera taken out of a shot animal often left in the field and a shot but not-found carcasses are the important sources for the lead intoxications. As potential short-term solution to this problem burying or hiding those viscera was discussed. To solve the problem in the long run the consequent use of lead-free ammunition was identified. In hunting practice burying, hiding or removing of viscera was not practised or was not realized in a consequent manner. The consequent use of lead-free ammunition would reduce the risk of lead intoxications in scavenging animals. Concerns regarding a reduced killing ability of lead-free bullets have been proved unfoundedly. Metals such as copper and iron and the alloy brass used as surrogates to lead in producing bullets are judged as credible from an avian-toxicological perspective which has been shown by experiments on the toxicity and toxicokinetics on those metals in avian models.		
19. keywords Lead intoxication, rifle ammunition, semi-jacketed bullets, lead particles, game animals, viscera, gut piles		
20. publisher Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung	21. price 20,- €	

Schlussbericht zum Forschungsvorhaben (FKZ 0330720A)

Zuwendungsempfänger: Forschungsverbund Berlin /Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung, Rudower Chaussee 17, 12489 Berlin

Vorhabenbezeichnung: „Bleivergiftungen bei Seeadlern: Ursachen und Lösungsansätze“

Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2006 – 31.05.2009

Partner im Verbundprojekt: Forschungsstelle für Umweltpolitik (FFU), Freie Universität Berlin, Ihnestr. 22, 14195 Berlin

I. Kurze Darstellungen

1. Aufgabenstellung

Das Ziel des Vorhabens war es die Ursachen, Mechanismen und Konsequenzen von oralen Bleivergiftungen bei Seeadlern zu identifizieren, sowie Lösungsansätze zu entwickeln, um dieses Problem im Sinne einer Reduktion oder Vermeidung der Bleibelastung von Seeadlern in Zusammenarbeit mit Stakeholdern/Anwendern (Jäger, Förster, Waldbesitzer, Munitionshersteller, Naturschützer) zu beseitigen.

2. Voraussetzungen unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Als Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Durchführung des Projekts werden die fachliche Expertise aus den Sektionen (Pathologie) tot aufgefundener Seeadler, die Erfahrungen aus dem Umgang mit und die veterinärmedizinische Versorgung von lebenden Greifvögeln, wie sie bereits im Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) vorhanden war, gewertet. Darüber hinaus bestand bereits im Vorfeld ein Netzwerk aus Greifvogelauffangstationen, Seeadlerberingern, Horstbetreuern, Naturschutzbehörden, Natur- und Nationalparkverwaltungen und Forsteinrichtungen. Die technische Ausstattung des IZW umfasste zu Projektbeginn die notwendigen Räumlichkeiten, Geräte, Computer und Software zur Durchführung des Vorhabens.

Um sowohl die Feldarbeiten wie auch die Arbeiten im Labor und die Öffentlichkeitsarbeit durchführen zu können, wurden ein Postdoktorand, vier Doktoranden, eine technische Assistentin und eine studentische Hilfskraft für die Dauer der Projektlaufzeit eingestellt.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Im Verbundprojekt haben Naturwissenschaftler (IZW) und Politikwissenschaftler (Forschungsstelle für Umweltpolitik, FFU) intensiv zusammengearbeitet. Dabei war es die Aufgabe der Politikwissenschaftler, den aktuellen Kenntnisstand der Jägerschaft zur Problematik der Bleivergiftungen bei Greifvögeln zu erfassen, eine Diskurs- und Konfliktanalyse durchzuführen und in Kooperation mit den Naturwissenschaftlern diese Erkenntnisse auf drei Workshops und einer Tagung zu präsentieren. Der naturwissenschaftliche Teil des Projekts umfasste folgende Schwerpunkte, die zusammen mit vier Doktoranden und einem PostDoc bearbeitet wurden:

- A) Nahrungsspektrum und Fressverhalten des Seeadlers
- B) Größe des Streifgebiets und Lebensraumnutzung des Seeadlers
- C) Modellierung der Bedeutung von Bleivergiftungen für die Seeadlerpopulation
- D) Tötungswirkung bleifreier im Vergleich zu bleihaltiger Munition
- E) Belastung von potentiellen Beutetieren (Wasservögel) mit Bleischroten
- F) Toxizität und Toxikokinetik von Blei und alternativen Metallen, die in der Geschossherstellung Verwendung finden, in der Pekingente und im Huhn als Vogelmodelle

Darüber hinaus erfolgte die Präsentation der Ergebnisse auf einer Internetseite (www.seeadlerforschung.de), die Erstellung eines Falblattes und einer Broschüre mit den jeweils aktuellen Erkenntnissen von beiden Verbundpartnern.

4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Am 5. April 2005 fand im IZW in Berlin eine Expertenrunde statt, auf der Erkenntnisse präsentiert und diskutiert wurden, inwieweit bleihaltige Geschosse, die bei der Jagd eingesetzt werden, Ursache für die bei Seeadlern festgestellten Bleivergiftungen sind. Ein Ergebnis dieser Expertenrunde war die Identifikation einer Reihe von Lücken im bisherigen Kenntnisstand, die unbedingt beseitigt werden sollten. Die Runde diskutierte auch mögliche Ansätze, mit denen die Ursachen der Bleivergiftungen zukünftig vermieden werden könnten. Die Ergebnisse und Diskussionsbeiträge dieses

Workshops wurden in der Broschüre „Bleihaltige Geschosse in der Jagd – Todesursache von Seeadlern“ (Krone O. und H. Hofer, 2005) veröffentlicht.

5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das ziel- und innenballistische Verhalten ausgewählter bleihaltiger und bleifreier Geschosse wurde als Auftrag von der Deutschen Versuchs- und Prüfanstalt für Jagd- und Sportwaffen e. V. (DEVA) ermittelt und in einem ausführlichen Bericht dokumentiert (siehe II. 1. Erzielte Ergebnisse).

Weiterhin haben die ProjektmitarbeiterInnen mit der Naturparkverwaltung Nossentiner/ Schwinzer Heide, der Nationalparkverwaltung Müritz, den Landesforstverwaltungen Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Bayern, den Landesjagdverbänden Brandenburg, Bayern und Niedersachsen, der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (Bundesforst), der Arbeitsgruppe „Gänseökologie“ der Deutschen Ornithologischen Gesellschaft, dem Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Institut für Tierschutz und Tierhaltung in Celle (Friedrich-Löffler-Institut) und dem Institut für Tierernährung in Braunschweig (Friedrich-Löffler-Institut) zusammengearbeitet.

II. Eingehende Darstellungen

1. Erzielte Ergebnisse

A) Nahrungsspektrum und Fressverhalten des Seeadlers

Da Seeadler (*Haliaeetus albicilla*) metallische Bleipartikel über ihre Nahrung aufnehmen, war es das Ziel dieses Teilprojekts, die Problematik von Bleivergiftungen bei Seeadlern auf der Ebene ihres 1) Nahrungsspektrums und 2) Fressverhaltens zu untersuchen. Unser Studiengebiet war der Naturpark Nossentiner/ Schwinzer Heide im Zentrum der mecklenburgischen Seenplatte in Norddeutschland.

Nahrungsspektrum

Es wird vermutet, dass die Hauptbleiquellen bei Greifvögeln Säugetierkadaver und Wildaufbrüche darstellen, die Geschossreste oder Bleischrot enthalten (Kramer & Redig 1997). Um den Stellenwert potentieller Bleiquellen im Nahrungsspektrum des

Seeadlers zu bestimmen, untersuchten wir die saisonale Nahrungszusammensetzung von sieben freilebenden Seeadlerpaaren (SP). Zusätzlich ermittelten wir die Beziehung zwischen saisonalen Veränderungen im Nahrungsspektrum und der Nahrungsverfügbarkeit bei fünf Seeadlerpaaren. Außerdem analysierten wir die Mageninhalte (MI) von 126 in Deutschland tot aufgefundenen Seeadlern.

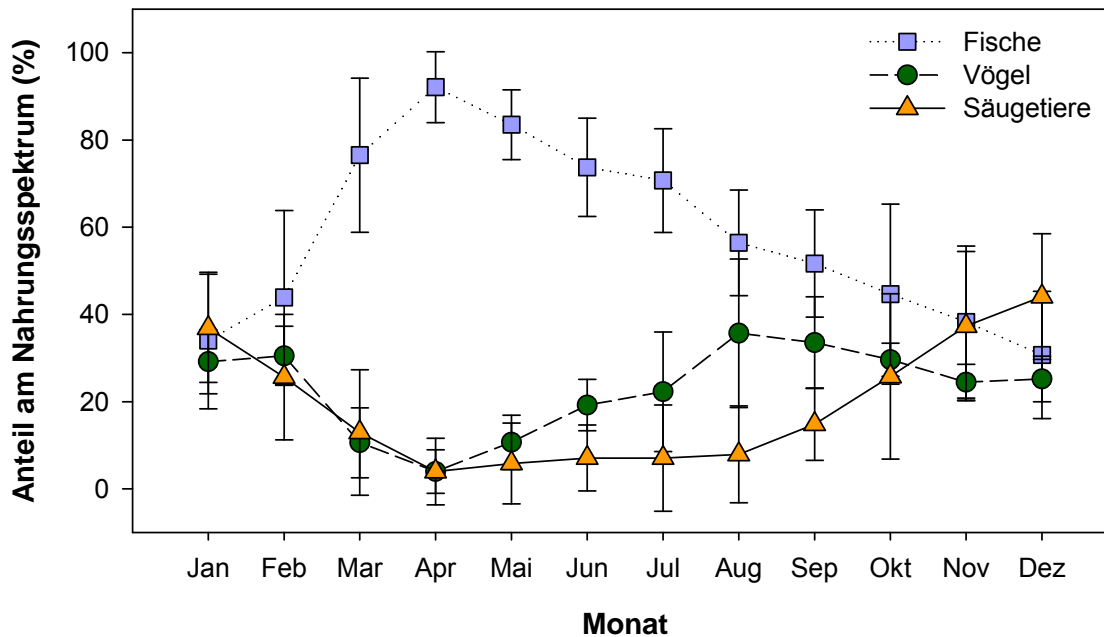


Abb. 1: Saisonales Nahrungsspektrum der Beobachtungspaare ($N_{\text{Beutereste}}=705$). Die Anteile der verschiedenen Beutetierklassen unterschieden sich signifikant zwischen den Monaten, χ^2 -Test: $\chi^2 \geq 50,3$, $p < 0,001$, $N=7$.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass jagdbare Säugetiere im Herbst und Winter eine wichtige Komponente im Nahrungsspektrum unserer Beobachtungspaare darstellten (Abb. 1). Die Mägen bleivergifteter Seeadler enthielten vorwiegend Reste von jagdbaren Säugetieren (Abb. 2). Die saisonale Variabilität in der Anzahl gefressener jagdbarer Säugetiere im Nahrungsspektrum der Beobachtungspaare sowie in den Mägen tot aufgefunder Seeadler war positiv korreliert mit der Anzahl der bleivergifteten Seeadler, die im Zeitraum von 1996 bis 2008 in Deutschland registriert wurden (Spearman Rang-Korrelationskoeffizient: $r_s=0,85$, $p < 0,001$, $N=12$). Säugetiere mit einem Gewicht $>10\text{kg}$ wurden mit einem Anteil von $73 \pm 11\%$ am Säugerspektrum der Beobachtungspaare und 75% an den Säugetierresten aus den Mageninhalten signifikant häufiger verzehrt als erwartet (Wilcoxon-Rang-Test, SP: $Z=-2,37$, $p=0,018$, $N=7$; χ^2 -Test, MI: $\chi^2=18,0$, $p < 0,001$, $N=72$). Da Seeadler im Durchschnitt $5,2\text{ kg}$ wiegen, ist es wahrscheinlich, dass diese Wildtiere als Aas aufgenommen, sie also

nicht von ihnen selbst erlegt wurden. Es handelte sich dabei hauptsächlich um Reh-, Dam- und Schwarzwild. Das Nahrungsspektrum der Beobachtungspaare wurde signifikant durch die Verfügbarkeit von Fischen und Wasservögeln beeinflusst (Tabelle 1). Die Verfügbarkeit von Säugetierkadavern/ Wildaufbrüchen im Studiengebiet hatte keinen signifikanten Einfluss auf das Nahrungsspektrum. Die saisonale Variabilität im

Tabelle 1: Signifikante Beziehungen zwischen dem Anteil der Beutetierklassen am Nahrungsspektrum (=Nutzung) und der Nahrungsverfügbarkeit. Ermittelt durch multiple lineare Regressionsmodelle.

Abhängige Variable	R ²	FG	Unabhängige Variable	Koeffizient ± SE	p
Fischnutzen	0,93	11	Fischverfügbarkeit	-0,969 ± 0,023	<0,001
Wasservogelnutzen	0,91	11	Fischverfügbarkeit	-0,616 ± 0,061	<0,001
		11	Wasservogelverfügbarkeit	-0,558 ± 0,154	<0,001
Säugetiernutzen	0,76	11	Fischverfügbarkeit	-0.886 ± 0.148	<0,001

Anteil von jagdbaren Säugetieren an der Nahrung stand in signifikant negativer Beziehung zur Fischverfügbarkeit.

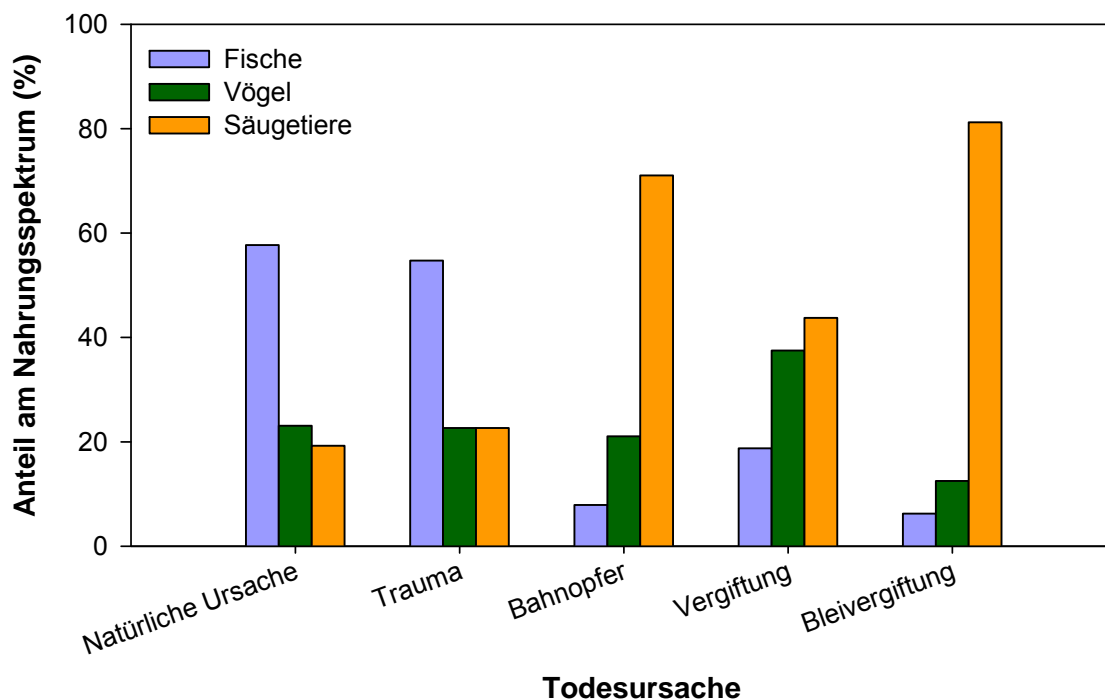


Abb. 2: Nahrungsspektrum von Seeadlern mit unterschiedlichen Todesursachen ($N_{\text{Beutereste}}=149$). Die Mägen bleivergifteter Seeadler enthielten signifikant häufiger Säugetierreste als bei einer Gleichverteilung erwartet wird, χ^2 -Test: $\chi^2=16,6$, $p<0,001$, $N=16$.

Unsere Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Kadaver und Aufbrüche erlegter Säugetiere tatsächlich die Hauptbleiquellen darstellen. Die Zunahme im Verzehr von Säugetieren im Herbst und Winter ist die Konsequenz aus der von uns dokumentierten funktionalen Antwort der Seeadler: Aufgrund der saisonalen Abnahme ihrer bevorzugten Beute, Fische und Wasservögel, suchen Seeadler vermehrt nach Aas. Deshalb stellt bleikontaminiertes Aas eine große Bedrohung für Seeadler und andere aasfressende Greifvögel im Herbst und Winter dar.

Fressverhalten

Analysen der Metallpartikel aus dem Verdauungstrakt bleivergifteter Seeadler belegen, dass vorwiegend Bleifragmente von Teilmantelgeschossen die Ursache von Bleivergiftungen darstellen (Krone *et al.* 2009). Unverständlich war bisher, warum es sich bei den gefundenen Geschossresten fast ausschließlich um sehr kleine Partikel handelte. Könnte dies auf ein selektives Fressverhalten bei Seeadlern zurückzuführen sein? Eine genaue Kenntnis über die Größe eventuell gemiedener Metallpartikel hätte auch Konsequenzen für das Design zukünftiger Jagdgeschosse. Im Gegensatz zu den gewöhnlich verwendeten bleihaltigen Jagdgeschossen mit hoher Splitterwirkung zeigen bleifreie Jagdgeschosse entweder eine massenstabile Deformation und behalten ihr Restgewicht zu 95%, oder zerlegen sich in wenige Fragmente, die wesentlich größer sind als typische Bleisplitter. Eine experimentelle Untersuchung des Fressverhaltens der Seeadler kann somit einen Lösungsansatz für die Bleiproblematik liefern. Wir führten deshalb Fütterungsversuche¹ in den Revieren von sechs freilebenden Seeadlerpaaren und mit sechs temporär in Menschenhand gehaltenen Seeadlern-Pfleglingen durch. Unsere Versuchskadaver präparierten wir mit Eisenkugeln und Eisenmuttern, die bei kontrollierter Dosierung keine toxische Gefährdung für Seeadler oder andere Wildtiere darstellten (Fiedler & Rösler 1993).

¹ Genehmigt von den zuständigen Tierschutzbehörden

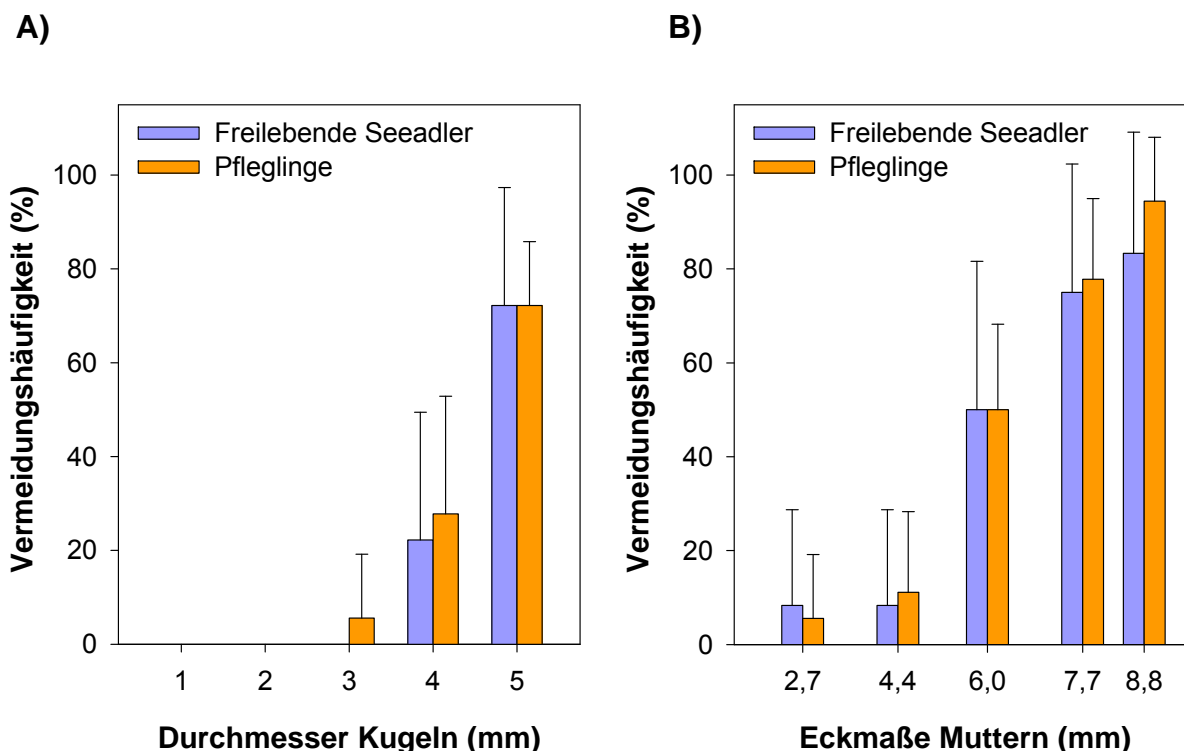


Abb. 3: Vermeidungshäufigkeit bei freilebenden Seeadlern und Pflinglingen in der Aufnahme von Eisenpartikeln. Signifikante Unterscheidung in der Vermeidung von **A)** Eisenkugeln unterschiedlicher Durchmesser (Friedman-Test, $\chi^2 \geq 20,1$, $p < 0,001$, $N=6$) und **B)** Eisenmuttern unterschiedlicher Eckmaße (Friedman-Test, $\chi^2 \geq 21,0$, $p < 0,001$, $N=6$).

Die Fütterungsversuche ergaben, dass freilebende Seeadler $19 \pm 10\%$ der Kugeln und $45 \pm 19\%$ der Muttern, Pflinglinge $21 \pm 8\%$ der Kugeln und $48 \pm 7\%$ der Muttern aus den Versuchskadavern bei der Nahrungsaufnahme vermieden. Sowohl bei den Versuchen mit Eisenkugeln als auch bei den Versuchen mit Eisenmuttern zeigte sich, dass die Vermeidungshäufigkeit bei freilebenden Seeadlern und Pflinglingen mit wachsender Partikelgrößen zunahm (Abb. 3). Die Vermeidungshäufigkeit nahm bei beiden Versuchsgruppen linear mit der Partikelgröße zu (Lineare Regression, $R^2 \geq 0,81$, $F \geq 35,1$, $p < 0,001$, $N=10$). Muttern der Eckmaße 8,8 mm wurden mit $83 \pm 26\%$ bei den freilebenden Seeadlern und $94 \pm 14\%$ bei den Pflinglingen fast vollständig bei der Nahrungsaufnahme vermieden.

Aus diesen Ergebnissen folgt, dass Seeadler selektiv fressen und die Aufnahme größerer Metallpartikeln vermeiden können. Die Schlussfolgerung für Lösungsansätze ist also (bleifreie) Jagdgeschosse zu verwenden, die deformieren oder sich in Partikel >9 mm zerlegen.

B) Größe des Streifgebiets und Lebensraumnutzung des Seeadlers

Das Ziel dieses Teilprojektes war es, die Lebensraumnutzung des Seeadlers im Bezug auf die Bleivergiftungsproblematik zu untersuchen. Häufig wurde das Argument vorgebracht, Seeadler würden unüberschaubar große Streifgebiete nutzen und könnten sich Bleivergiftungen auch leicht jenseits von Länder- und Staatsgrenzen zuziehen. Jedoch gab es zu diesem Thema bisher keine detaillierten Untersuchungen. Innerhalb der Projektlaufzeit wurden Daten von acht adulten Seeadlern ausgewertet, die mit GPS-Sendern, die im Naturpark Nossentiner/ Schwinzer Heide sowie im Biosphärenreservat Niedersächsische Elbtalaue ausgestattet waren. Alle Seeadler waren verpaarte, territoriale Alttiere. Die ermittelten GPS-Positionen der Tiere wurden in einem Geographischen Informationssystem (GIS) mit Habitatkarten und Luftbildern verschnitten, um die individuelle Habitatnutzung zu analysieren. Im Folgenden sind die Ergebnisse der drei Hauptschwerpunkte der Studie zusammenfassend beschrieben.

Lebensraumgröße

Die von uns untersuchten Seeadler nutzen Streifgebiete von durchschnittlich 15 km² (95% Minimum Convex Polygon = MCP) bzw. 26 km² Größe (100% MCP, Tab. 2, Abb. 4). Ein 100% Polygon umfaßt alle Lokalisationen, während beim 95% Polygon die 5% am weitesten außen liegenden Punkte entfernt werden, um den Effekt von Ausreißern auf die Kalkulationen der Lebensraumgröße zu verringern. Das kleinste Streifgebiet umfaßte nur 6,3 km², das Größte erstreckte sich über 35,9 km² (95% MCPs, Tab. 2). Die Streifgebiete der Adler waren im Winter signifikant größer als im Sommer, wahrscheinlich weil die Tiere auf der Suche nach Kadavern größere Gebiete absuchen (Abb. 5). Lediglich der „Elbadler“ nutzte ein etwas kleineres winterliches Streifgebiet, was in der besonderen Habitatsituation begründet sein könnte (Abb. 5). Vier der acht Seeadler unternahmen klar abgrenzbare längere Streifzüge außerhalb ihrer Streifgebiete (Tab. 2). Jedoch entfernte sich dabei kein Seeadler weiter als 39 km von seinem Streifgebietszentrum und der Anteil der auf solchen Exkursionen verbrachten Tage war bei keinem Adler höher als 15% aller Untersuchungstage (durchschnittlich 6%). Für vier Seeadler wurden keine (ein Tier) bzw. nur vereinzelt kurze Exkursionen von höchstens 10 km Distanz beobachtet (drei Tiere, Tab. 2). Zusammengefasst halten sich Seeadler zum weitaus größten Teil innerhalb ihrer recht kleinen Streifgebiete auf; die Wahrscheinlichkeit einer Bleivergiftung ist dort also am höchsten.

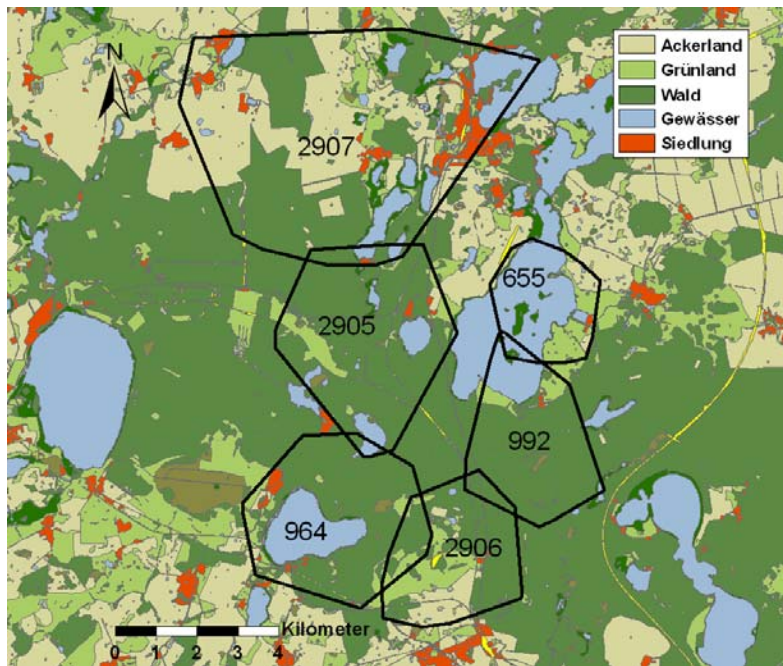


Abb. 4 Streifgebiete von sechs Untersuchungstieren in der Nossentiner/ Schwinzer Heide, schwarze Linien: 95% Minimum Convex Polygone, Ziffern: Seeadler-Nummer

Tab. 2 Streifgebietsgrößen (km²) und Exkursions-Charakteristika; N: Anzahl GPS-Lokalisationen; MCP: Minimum Convex Polygon, N_{EX}: Anzahl beobachteter Exkursionen, D_{MAX}: maximale Exkursionsdistanz zum Streifgebietszentrum, %T_{EX}: Anteil Exkursionstage

Adler	N	100% MCP	95% MCP	95% Kernel	N _{EX}	D _{MAX}	% T _{EX}
655	570	10,7	6.3	1.6	0	-	-
472	476	27,2	6.7	4.3	1	8	1,2
2907	81	42,7	35.9	39.3	1	11,7	1,2
2355*	343	46,5	18.4	5.8	6	10,1	2,0
992	119	15,4	10.2	7.5	13	36,3	11,0
2905	331	31,7	15.6	2.2	6	38,6	6,0
964	263	19,2	14.3	6.9	5	22,8	10,9
2906	217	13,9	9,8	5,9	17	30,5	15,2

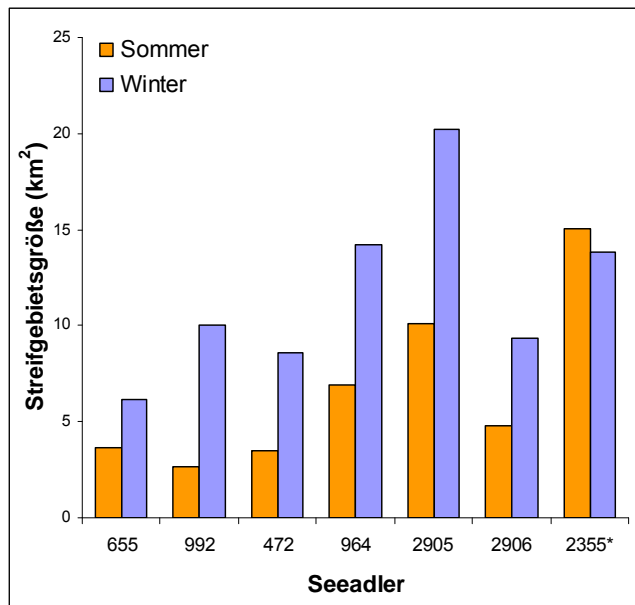


Abb.5 Saisonale Streifgebietsgrößen (95% MCPs) *: Elbadler, ohne *: Adler aus der Nossentiner Heide (Wilcoxon-Rang-Test: $N=7$, $Z=-2,197$, $p=0,028$)

Habitatwahl

Um zu untersuchen, welche Habitattypen vom Seeadler bevorzugt bzw. gemieden werden, wurde die Habitatnutzung der Seeadler der Habitatverfügbarkeit auf mehreren räumlichen Ebenen gegenübergestellt. Sowohl hinsichtlich der Habitatzusammensetzung der Streifgebiete als auch bezüglich der GPS-Positionen zeigten die untersuchten Tiere eine signifikante Präferenz für Ufervegetation und Offenwasser und eine signifikante Vermeidung von Ackerflächen, Verkehrswegen und Siedlungen. Diese Ergebnisse sollten beim Schutzgebietsmanagement berücksichtigt werden, um für den Seeadler wichtige Habitate vor Degradierung zu schützen. Die Seeadler hielten sich im Winter im Durchschnitt signifikant weiter entfernt von Wasserflächen als im Sommer auf (546 m statt 341 m). Dies steht sicherlich im Zusammenhang mit dem verringerten Nahrungsangebot an Fischen und Wasservögeln im Winter, was die Seeadler zwingt, sich auf der Suche nach Aas von Gewässern zu entfernen.

Habitat-eignungsmodell

Für die Entwicklung eines Habitatmodells mit Hilfe einer logistischen Regression nutzten wir Seeadler-Verbreitungsdaten (Auflösung 5400 m) aus Mecklenburg-Vorpommern (LUNG Güstrow) und die von Sulawa et al. (2009) mit Hilfe demographischer Modelle ermittelte, mögliche stabile Populationsgröße von 1130 Brutpaaren für das Jahr 2040. Unser Modell ergab, dass die Anwesenheit von

Seeadlern positiv mit einem hohen prozentualen Anteil von Wasserflächen und Naturschutzgebieten pro Rastereinheit assoziiert ist, während der Anteil von Siedlungsflächen einen negativen Effekt auf das Seeadlervorkommen hatte. Anhand dieser Ergebnisse wurde im GIS eine Habitateignungskarte für ganz Deutschland erstellt und anhand von Seeadler-Verbreitungsdaten aus Brandenburg (Landesumweltamt Brandenburg) überprüft. Dabei ergab sich ein Anteil richtiger Klassifizierungen von 80%, was ein sehr gutes Ergebnis darstellt. Die Gesamtzahl an Rastereinheiten, welche prinzipiell für eine Seeadlerbesiedlung geeignet wäre, lag bei 2174. Eine Rastereinheit hatte eine Größe von 29km² und konnte somit leicht ein Seeadler-Streifgebiet umfassen. Daraus ergibt sich, dass in Deutschland momentan genügend geeignetes Habitat für die sich ausbreitende Seeadlerpopulation vorhanden ist (Abb. 6). In Gebieten mit hoher Wiederbesiedlungswahrscheinlichkeit sollten verstärkt Uferbereiche und alte Baumbestände geschützt werden, um mögliche Seeadler-Ansiedlungen zu unterstützen.

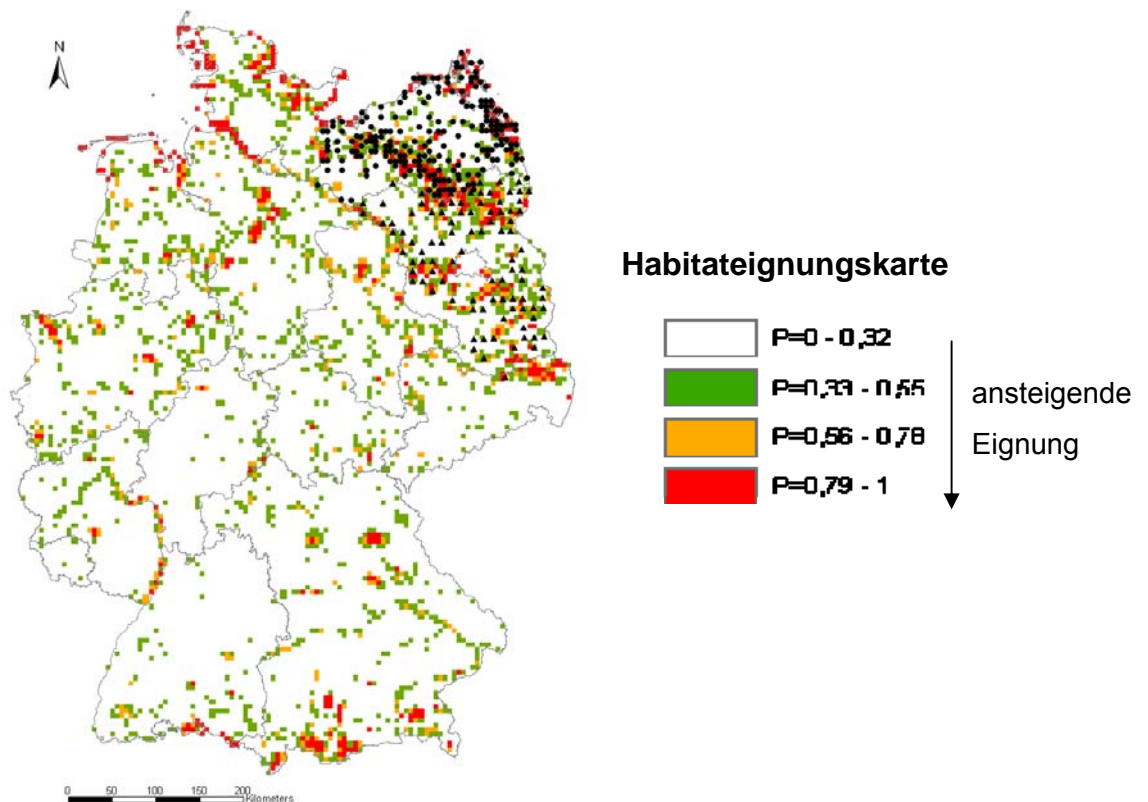


Abb. 6: Wiederbesiedlungswahrscheinlichkeit, graue Linien: Bundesländer, schwarze Punkte: Verbreitungsdaten Mecklenburg, schwarze Dreiecke: Verbreitungsdaten Brandenburg

C) Modellierung der Bedeutung von Bleivergiftungen für die Seeadlerpopulation

Parameter, die Einfluss auf die Häufigkeit von Bleivergiftungen haben

Um den Einfluss von Bleivergiftungen mit Todesfolge auf die Dynamik der Seeadlerpopulation besser verstehen zu können, wurden zunächst die Parameter Alter, Geschlecht, Fundort und Funddatum auf ihre Relevanz für die Analyse der Häufigkeiten der letalen Bleivergiftungen untersucht.

Es wurden identische Ergebnisse mit zwei unterschiedlichen statistischen Methoden (lineare Modelle und „hierarchical partitioning“ Analysen) festgestellt. Das Geschlecht der Individuen und das Funddatum hatten keinen Einfluss auf die Verteilung der Bleikonzentration in der Leber. Es existierte allerdings eine signifikante Beziehung zwischen dem Alter der Individuen und dem Logarithmus der Bleikonzentration in der Leber (HP, 30.4% von der Abweichung, $P < 10^{-4}$; LM, $P < 10^{-4}$) und zwischen dem Fundort und dem Logarithmus der Bleikonzentration in der Leber (HP, 62.6% von der Abweichung, $P < 10^{-4}$; LM, $P < 10^{-4}$).

Der Tukey Test zeigte, dass zwei Altersgruppen gebildet werden können (Abb. 7):

- Nestlinge: Es gab keinen Nestling mit einer Bleikonzentration höher als 5 ppm in der Leber. Dieser Wert wurde als letale Konzentration ermittelt (Franson 1996);
- Ältere Individuen (juvenil, immatur, subadult und adult): Die Adler dieser Gruppe weisen zu 27,1% eine Bleikonzentration von mehr als 5 ppm in der Leber auf.

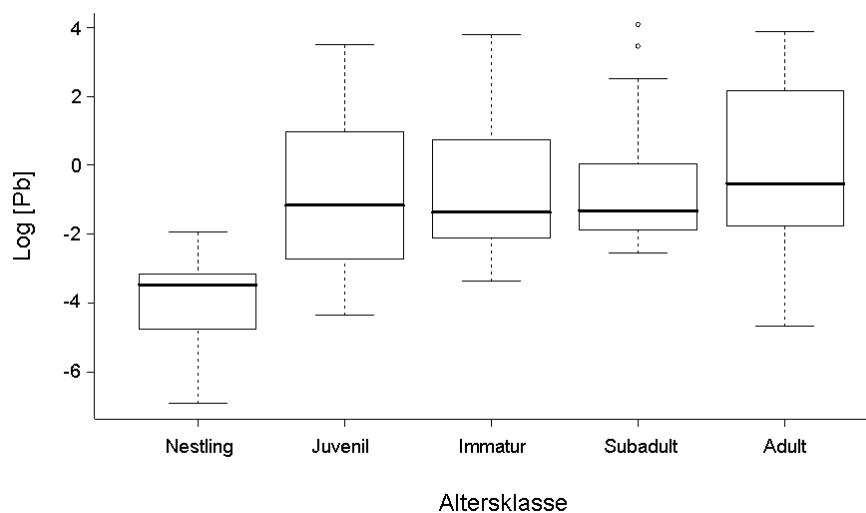


Abb. 7: Logarithmus der Bleikonzentration in der Leber ($\text{Log}[\text{Pb}]$) in verschiedenen Altersklassen der zwischen 1997 und 2008 untersuchten Seeadler

Der Tukey Test dokumentierte, dass man bei den Fundorten ebenfalls zwei verschiedene Gruppen betrachten sollte (Abb. 8):

- Seeadler in Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Sachsen: 29,8% der Vögel haben in der Leber eine höhere Bleikonzentration als 5 ppm;
- Seeadler in Schleswig-Holstein und Niedersachsen: 14,3% der Vögel haben in der Leber eine höhere Bleikonzentration als 5 ppm.

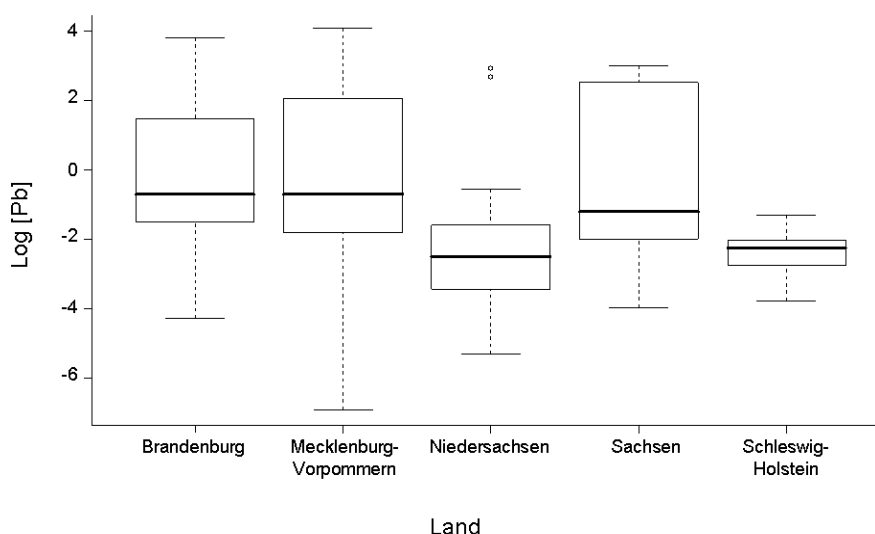


Abb. 8: Logarithmus der Bleikonzentration ($\text{Log}[\text{Pb}]$) in der Leber in verschiedenen Bundesländern, in denen die untersuchten Seeadler gefunden wurden.

Einfluss von DDT und Bleivergiftungen auf das Populationswachstum

Als nächstes vergleichen wir den potentiellen gegenwärtigen und zukünftigen Einfluss von Bleivergiftungen auf das Populationswachstum mit dem Einfluss des Pestizids DDT in der Vergangenheit. Aufgrund der Verwendung von DDT in der Land- und Forstwirtschaft befand sich die Seeadlerpopulation von ca. 1950 bis 1980 in einer 30-Jahre währenden Stagnationsphase (Hauff 2003). Wir formulierten Populationsmodelle, die den Lebenszyklus der Seeadler beschreiben, und nutzen demographische Parameter, die in einer vorherigen Studie (Sulawa et al. 2008) ermittelt wurden, um folgende Szenarien zu testen.

- erstes Szenario, Sc_1 : eine Population, die nur unter Bleivergiftungen leidet. Dieses Szenario beschreibt die Situation der deutschen Population seit 1980.

- zweites Szenario, Sc_2 : eine Population, die unter Bleivergiftungen und DDT leidet. Dieses Szenario beschreibt die Situation der deutschen Population zwischen 1950 und 1980.
- drittes Szenario, Sc_3 : eine theoretische Population, die weder unter Bleivergiftungen noch DDT leidet.
- viertes Szenario, Sc_4 : eine theoretische Population, die nur unter DDT leidet.

Wir vergleichen die Populationsdynamik dieser vier Szenarien mit Hilfe der Software ULM (Legendre & Clobert 1995).

Nur bei Szenario Sc_3 ist die Wachstumsrate der Population höher als bei der jetzigen deutschen Population (Sc_1) (Abb. 9). In Szenario Sc_3 könnte die Population den Wert von 1130 Brutrevierpaaren schon im Jahr 2007, statt zehn Jahre später für die Population mit Bleivergiftung (Sc_1) erreichen (Abb. 9). Eine Population mit Bleivergiftung ohne DDT (Sc_1) wächst schneller als eine Population mit DDT und ohne Bleivergiftung (Sc_4). Schließlich ergab sich, dass eine Population ohne DDT (Sc_1 und Sc_3) wächst und nicht wie im Szenario Sc_2 (Blei und DDT) stagniert (Abb. 9).

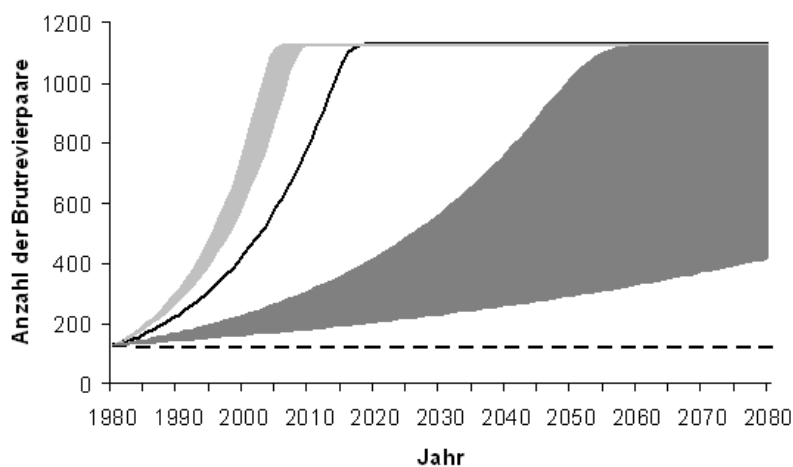


Abb. 9: Vergleich der Populationsdynamik für verschiedene Einflußszenarien. Die schwarze Linie beschreibt die derzeitige deutsche Population mit Bleivergiftung aber ohne DDT (Sc_1). Die gestrichelte Linie beschreibt eine Population mit Bleivergiftung und mit DDT (Sc_2). Der dunkelgraue Bereich beschreibt eine Population ohne Bleivergiftung aber mit DDT (Sc_4). Der hellgraue Bereich beschreibt eine Population ohne Bleivergiftung und ohne DDT (Sc_3).

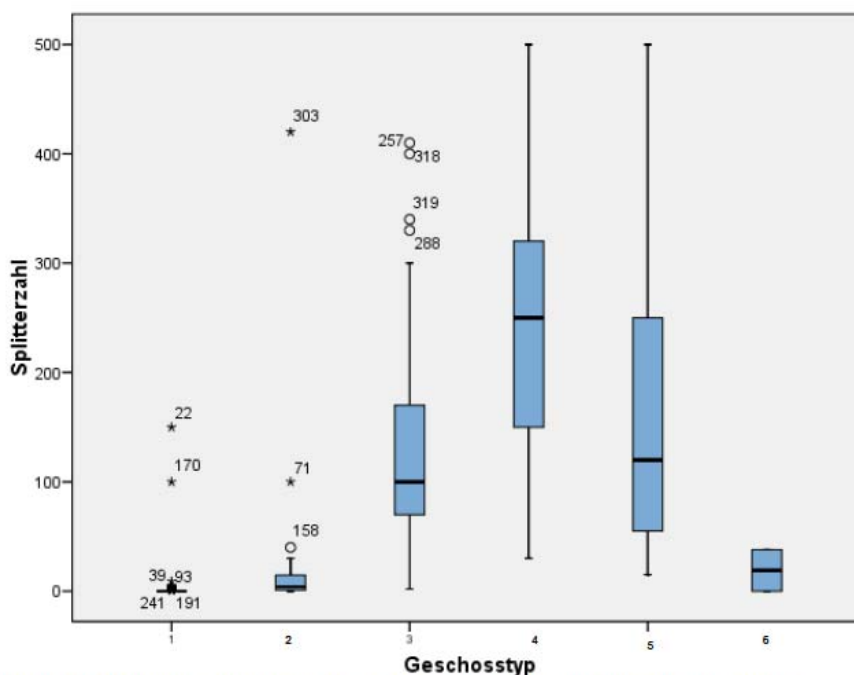
Der Vergleich dieser zwei Hauptgefährdungsfaktoren zeigt unterschiedliche Ansatzstellen in ihrer Wirkung: Bleivergiftungen wirken sich insbesondere über die Altvogelmortalität, die Akkumulation von DDT dagegen hauptsächlich über die reduzierte Fortpflanzungsfähigkeit der Seeadler auf die Populationsdynamik aus.

D) Tötungswirkung bleifreier Büchsenpatrone bei der Jagd

Die Verwendung bleihaltiger Jagdpatrone kann zu Bleivergiftungen bei Seeadlern (*Haliaeetus albicilla*) und anderen aasfressenden Greifvögeln führen (Church *et al.* 2006, Kramer & Redig 1997). Neben den traditionellen Patronenkonstruktionen mit Bleikern existieren seit mehreren Jahrzehnten auch bleifreie Büchsenpatrone, deren Einsatz im Hinblick auf eine schnelle, schmerzarme Tötung des beschossenen Wildes – wie in § 4 Abs. 1 Tierschutzgesetz gefordert - umstritten ist. Vor diesem Hintergrund sollten 1) das zielballistische Verhalten und 2) die Tötungswirkung bleifreier und bleihaltiger Büchsenpatrone verglichen werden. Die Datenerhebung erfolgte zwischen Juli 2006 und Juni 2009.

Zielballistik

Im Rahmen von Ansitz- und Bewegungsjagden in Bayern, Berlin, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein fertigten wir Röntgenaufnahmen erlegter Paarhufer (Gämsen, Damwild, Rehe, Rotwild, Wildschweine) an. Anhand dieser Bilder wurde die Anzahl der vom Geschoss im Tierkörper hinterlassenen Splitter (Abb. 10) sowie der maximale Abstand eines Splitters zum Schusskanal ermittelt.



1: bleifreies Deformationsgeschoss, n=147; 2: bleifreies Teilerlegungsgeschoss, n=43; 3: einfache Teilmantelgeschosse, n=114; Teilmantel mit kontrollierter Zerlegung, n=30; 5: Bondedgeschosse, n=26; 6: Solids, n=2

Abb. 10: Splitterzahlen auf den Röntgenbildern erlegter Wildtiere. Geschosstypen 1, 2 und 6: bleifrei; Geschosstypen 3 bis 5: mit Bleikern(en).

Weiterhin wurden von der Deutschen Versuchs- und Prüfanstalt für Jagd- und Sportwaffen (DEVA) Blöcke aus ballistischer Seife beschossen, um das Verhalten der Geschosse unter standardisierten und normierten Laborbedingungen darzustellen. Dabei wurden acht bleifreie und drei bleihaltige Fabrikate getestet, pro Geschoss wurden auf drei Schussentfernungen (50 m, 100 m, 200 m) je drei Seifenblöcke im Kaliber .30-06 Springfield beschossen (Tabelle 3).

Tabelle 3: Anzahl Splitter auf den Röntgenbildern der beschossenen Seifenblöcke

	50 m	100 m	200 m
Geco TMR	++++	+++ /++++	+++
RWS Evolution	++++	+++ /++++	+++
RWS UNI Classic	++++	++++	++++
RWS Bionic Black	+	0	0
RWS Bionic Yellow	++	++	++
Barnes TSX	0	0	0
Barnes XLC	0	0	0
Lapua Naturalis	0	0	0
Möller KJG	++	++	++
Reichenberg HDBoH	0/+	+	0/+
Sauvestre FIP	0	0	0

0 = keine Splitter, + = 1 bis 10 Splitter, ++ = 11 bis 50 Splitter, +++ = 51 bis 200 Splitter, ++++ = mehr als 200 Splitter

Bleikerngeschosse in allen getesteten Abwandlungen hinterlassen Wolken metallischer Partikel, die in der forensischen Literatur als "Bleischneesturm" bezeichnet werden (Messmer 1998). Mit solchen Geschossen erlegte Wildtiere sind auch dann großflächig mit Geschossmaterial kontaminiert, wenn kein Knochentreffer vorliegt. Sie stellen somit ein Risiko für die Gesundheit aasfressender Tiere und möglicherweise auch für die menschlicher Wildkonsumenten dar (Trinogga & Krone 2008, Trinogga *et al.* 2008).

Tötungswirkung

Wir untersuchten 62 erlegte Wildtiere der oben genannten Arten computertomografisch und pathologisch-anatomisch. Die Tiere wurden im Rahmen regulärer Ansitz- und Bewegungsjagden geschossen. Anhand der Computertomografie (CT)-Daten ermittelten wir die maximale Schusskanalquerschnittsfläche A_{\max} als Maß für die Wund- und damit die Tötungswirkung. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurden in diese Auswertung nur Tiere mit einem Thoraxschuss ($n=34$) einbezogen. Die verwendeten Geschosse ordneten wir nach ihrem zielballistischen Verhalten einem von drei Typen zu (Trinogga & Krone 2008, Trinogga *et al.* 2008):

1. bleifreies Deformationsgeschoss
2. bleifreies Teilerlegungsgeschoss
3. Geschoss mit Bleikern(en)

Es konnte kein signifikanter Einfluss des Geschosstyps (GLM: $F_{2,24}=0,803$; $p=0,459$), der Auftreffenergie (GLM: $F_{1,24}=0,019$; $p=0,892$) oder der Anzahl von Knochen im Schusskanal (GLM: $F_{1,24}=0,020$; $p=0,890$) auf A_{\max} gefunden werden. Auch die Interaktionen zwischen den Faktoren beeinflussten A_{\max} nicht signifikant (Abb. 11).

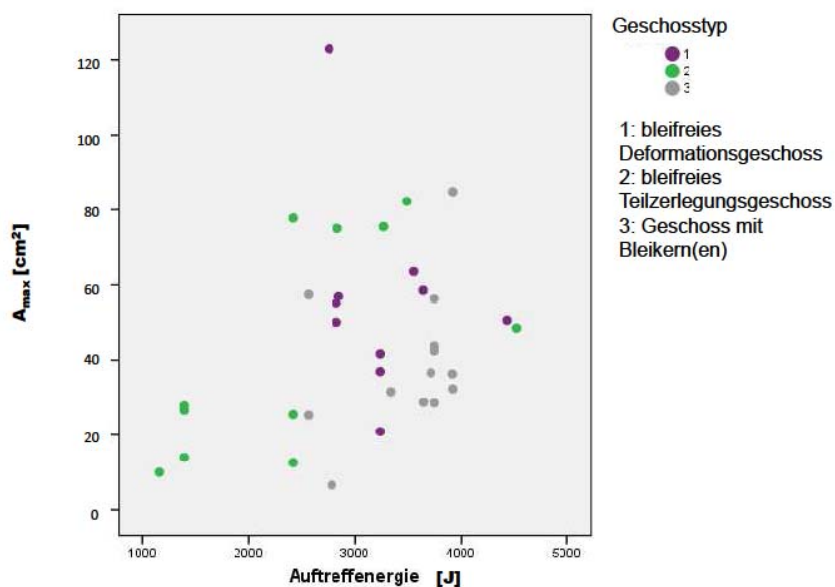


Abb. 11: Maximale Schusskanalquerschnittsfläche in Abhängigkeit von Geschosstyp und Auftreffenergie.

Der Geschosstyp hat unter den Bedingungen unserer Studie keinen signifikanten Einfluss auf die Tötungswirkung eines Schusses. Die oft geäußerten Vorbehalte gegenüber bleifreien Geschossen sind folglich nicht haltbar. Die getesteten bleifreien und bleihaltigen Büchsenpatrone sollten in Hinblick auf eine tierschutzgerechte Tötung des beschossenen Wildes als gleichwertig betrachtet werden.

Im Rahmen der Beschussversuche mit ballistischer Seife (siehe Zielballistik) wurde die maximale Wirksamkeit (E_{ab}) der getesteten Geschosse ermittelt. Die maximale Wirksamkeit ist die pro cm Wegstrecke im Ziel abgegebene Energie und somit ein Maß für das Wirkpotential eines Geschosses (Sellier & Kneubühl 2001, Kneubühl 2004). Auf alle drei Schussentfernungen zeigte ein bleifreies Geschoss (Möller KJG) die höchste Wirksamkeit. Auch andere bleifreie Geschosse erreichten im Vergleich zu den bleihaltigen Fabrikaten ähnliche oder höhere Wirksamkeiten. Es gab auch deutliche Unterschiede innerhalb der Gruppe der bleifreien Geschosse (Abb. 12).

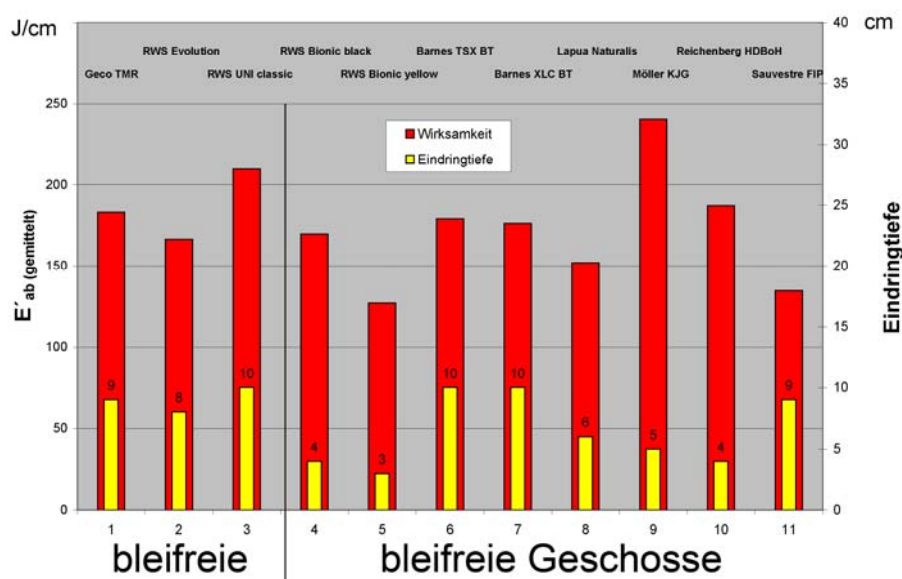


Abb. 12: Maximale Wirksamkeit (E_{ab}) und die korrespondierende Eindringtiefe bei 100 Meter Schussentfernung.

Insgesamt verdeutlichen die Ergebnisse der Beschussversuche, dass es möglich ist, bleifreie Büchsenpatrone mit einer hohen Wirksamkeit und einem gering entfernungsabhängigen Ansprechverhalten herzustellen. Sie bestätigen somit die

Ergebnisse unserer CT-Auswertungen, dass bleifreie Geschosse unter Tierschutzgesichtspunkten zur Jagd geeignet sind.

E) Belastung von potentiellen Beutetieren (Wasservögel) mit Bleischrot

Zur Klärung des Expositionspfades von Bleiintoxikationen bei Seeadlern haben wir Wasservögel als potentielle Beutetiere mit einem mobilen Röntgengerät untersucht. Angeschossene Wasservögel sind durch ihre Verletzungen für Seeadler eine einfach zu erlangende Beute oder werden als Aas gefunden. In Deutschland werden pro Jahr etwa 30.000-40.000 Wildgänse und über 500.000 Wildenten erlegt (Deutscher Jagdschutzverband). Die Wasservogeljagd wird generell mit Schrot praktiziert. Entlang der Zugwege von Wasservögeln in die Überwinterungsgebiete werden diese in Europa und Russland stark bejagt, wobei es in vielen der betroffenen Länder kein Verbot von Bleischrot bei der Wasservogeljagd gibt (Beintema 2001). Außerdem nehmen Wasservögel häufig versehentlich Schrote als Grit (Magensteinchen) auf, der dazu dient, pflanzliche Nahrung im Magen zu zerreiben, oder verwechseln Schrote mit potentieller Nahrung. Daher sterben jährlich weltweit Millionen von Wasservögeln an Bleivergiftung (Beintema 2001; Friend & Franson 1999). Aufgrund der hohen von Blei verursachten Mortalität bei Wasser- sowie Greifvögeln ist seit 1991 in den USA die Wasservogeljagd mit Bleischrot an Gewässern verboten. Seit 1993 hat auch der Deutsche Jagdschutzverband (DJV) seinen Mitgliedern empfohlen, bei der Wasservogeljagd auf die Verwendung von Bleischrot zu verzichten. Als Alternative zu hochtoxischem Bleischrot wird insbesondere Weicheisenschrot („steel shot“) in der jagdlichen Praxis eingesetzt. Durch die Landesjagdgesetze wurde die Verwendung von Bleischrot bei der Wasservogeljagd an Gewässern inzwischen in mehreren Bundesländern verboten.

Im Zeitraum vom Herbst 2006 bis zum Sommer 2009 wurden insgesamt 327 Wildgänse in vier (Unter-) Arten gefangen und vor Ort mit Hilfe eines tragbaren digitalen Geräts geröntgt. Dabei wurden jeweils im Juni eines Jahres von 2007 bis 2009 insgesamt 72 mausernde Graugänse (*Anser anser*) am Nonnensee auf Rügen (Mecklenburg-Vorpommern) gefangen und geröntgt. In Brandenburg wurden am Gülper See und im Nationalpark Unteres Odertal jeweils im Oktober der Jahre 2006 bis 2008 insgesamt 128 Blässgänse (*Anser albifrons*), 98 Tundra- (*Anser fabalis rossicus*) und 28 Waldsaatgänse (*Anser fabalis fabalis*) gefangen, beprobt und

anschließend geröntgt. Der Anteil beschossener Gänse ist artabhängig (Chi^2 , $p=0,017$) und liegt durchschnittlich bei 21,1% (Tab. 4). Unterschiedliche Schrotgrößen in einem Individuum deuten auf mehrfachen Beschuss hin und wurden bei mehreren Vögeln festgestellt. Unter den 69 angeschossenen Vögeln hatten 43 Wildgänse 1 Schrot, 15 Vögel hatten 2 Schrote, jeweils 3 Vögel hatten 3 bzw. 4 Schrote, 4 Vögel hatten 5 Schrote und jeweils ein Vogel hatte 6 bzw. 7 Schrote im Körpergewebe. Eine eindeutige orale Aufnahme von Schroten wurde nicht gefunden. Dies ist allerdings durch das nur einmalige dorso-ventrale Röntgen eines jeden Vogels im Feld auch schwer nachweisbar. Alle analysierten Bleikonzentrationen aus den Blutproben der Wildgänse sind im Bereich der natürlichen Hintergrundbelastung und lassen eine akute orale Aufnahme von Bleischrot unwahrscheinlich erscheinen (1,3-522 $\mu\text{g}/\text{kg}$, MW 63 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Median 49 $\mu\text{g}/\text{kg}$, $n = 309$), zumal die höchsten Blutwerte in Vögeln analysiert wurden, bei denen röntgenologisch keine Schrote nachgewiesen werden konnten. Durch das Röntgen der Tiere lassen sich nur die Anzahl und Größe der Schrote feststellen. Ein Rückschluss auf das Material der Schrote ist nicht möglich.

Tabelle 4: Anteil angeschossener Gänse in Bezug auf die Art

Art	Alter	Nicht angeschossen	angeschossen	n	angeschossen in	
					%	
Graugans (<i>Anser anser</i>)	Juvenil	1	0	1	0	
	Adult	58	14	72	19,4	
	Total	59	14	73	19,2	
Blessgans (<i>Anser albifrons</i>)	Juvenil	35	0	35	0	
	Adult	73	20	93	21,5	
	Total	108	20	128	15,6	
Tundrasaatgans (<i>Anser fabalis rossicus</i>)	Juvenil	30	0	30	0	
	Adult	44	24	68	35,3	
	Total	74	24	98	24,5	
Waldsaatgans (<i>Anser fabalis fabalis</i>)	Juvenil	4	0	4	0	
	Adult	13	11	24	45,8	
	Total	17	11	28	39,3	
n		258	69	327	21,1	

Da die herbstlichen Fangaktionen vor der Jagdzeit auf Wildgänse stattfanden, wurden keine angeschossenen Vögel im 1. Kalenderjahr (im Untersuchungsjahr geschlüpfte

Gänse) gefangen. Der Anteil von 39,3% angeschossener Waldsaatgänse, deren rückläufige Population in Europa auf 60-65.000 Individuen geschätzt wird (Heinicke 2004, 2005), ist relevant. Das Risiko einer Bleiexposition für Seeadler durch den Verzehr von angeschossenen Wildgänsen erscheint relativ hoch, da vermutlich insbesondere geschwächte oder aufgrund ihrer Verletzungen bereits verendete Wildgänse Seeadlern und anderen Greifvögeln häufiger als Nahrung dienen als gesunde Wildgänse.

F) Toxizität und Toxikokinetik von Blei und alternativen Metallen in Pekingente und Huhn als Vogelmodelle

Am Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Institut für Tierschutz und Tierhaltung in Celle wurde ein Versuch zur Toxizität von Alternativmetallen im Vogelmodell durchgeführt. Zielsetzung des Versuchs war es, am Modell der Pekingente die akute Toxizität von Kupfer, Zink, Messing, Blei und Weicheisen experimentell darzustellen.

Versuch 1: Akuter Toxizitätstest für Kupfer, Zink, Messing, Blei und Eisen bei Pekingenten

Der Versuchsaufbau wurde in enger Anlehnung an Toxizitätstests für Alternativmetalle als Substituenten für Bleischrot konzipiert (Environment Canada 1993). Die Fütterung der Enten erfolgte mit kommerziellem Entenfutter und Wasser ad libitum. Bei diesem vierwöchigem Versuch wurden jeweils 40 Pekingenten pro Versuchsgruppe 6 Metallkugeln ($\varnothing \pm 3,3\text{mm}$) appliziert. Jede Gruppe wurde in 10 Käfigen zu je 4 Tieren auf Bodenstreu gehalten (40 Enten je Gruppe x 6 Gruppen = 240 Enten). Am 1. Tag nach der Applikation und anschließend im wöchentlichen Abstand wurden allen Enten Blutproben zur Analyse der Schwermetalle entnommen. Unmittelbar vor der Schlachtung der Enten wurden diese zur Feststellung der Anzahl und Größe der noch vorhandenen Schrote geröntgt (Abb. 13). Nach der Schlachtung wurden Organe für histo-pathologische und toxikologische Untersuchungen genommen und aus den Mägen der Tiere wurden die verbliebenen Metalle isoliert.

Der höchste Masseverlust wurde bei Zink nachgewiesen, gefolgt von Eisen und Blei, während bei den mit Kupfer und Messing behandelten Tieren nur ein sehr geringer Masseverlust nach vierwöchiger Retention im Vogelmagen gemessen wurde (Tab. 5).

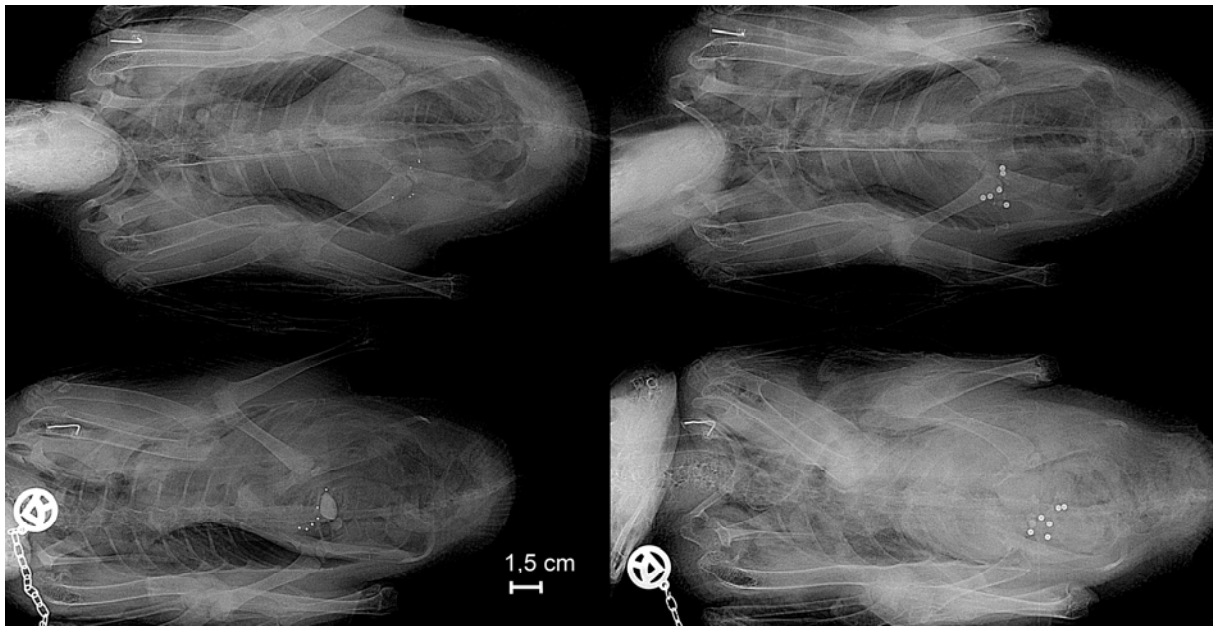


Abb. 13: Röntgenaufnahme von jeweils zwei Pekingenten nach vierwöchiger Exposition mit 6 Zinkkugeln (links) und 6 Kupferkugeln (rechts).

Tab. 5: Durchschnittliche Masse und Durchmesser (\pm Std.Abw.) der Metallkugeln und der Masseverlust nach vierwöchiger Retention im Entenmagen.

Element	Original Masse [mg]	Original Größe [mm]	Masseverlust [%]
Blei	191,2 \pm 7,1	3,19 \pm 0,05	45,3
Kupfer	147,6 \pm 0,3	3,14 \pm 0,05	1,5
Zink	104,6 \pm 12,3	3,04 \pm 0,14	81,4
Messing	119,8 \pm 0,3	3,00 \pm 0,00	1,4
Eisen	138,6 \pm 1,0	3,2 \pm 0,00	45,8

Die nachgewiesenen Unterschiede zwischen den Gruppen waren für die Bleikonzentrationen der Bleigruppe in allen getesteten Organen hoch signifikant (Abb. 14 & 15). Die Kupferwerte der Bleigruppe unterscheiden sich ebenfalls in den Organen Brustmuskel, Pankreas und Niere von den anderen Gruppen. Dies ist vermutlich eine physiologisch bedingte Einschränkung der Homöostase des Kupferstoffwechsels durch die vierwöchige Bleiexposition und konnte im Rahmen des Versuchs nicht weiter geklärt werden.

Eine erhöhte Akkumulation von Zink wurde bei den mit Zink behandelten Enten in den Organen Pankreas und Gehirn nachgewiesen.

Aufgrund dieser Ergebnisse bestehen bislang keine Bedenken, Blei durch Kupfer oder Messing in Jagdgeschossen zu ersetzen. Die Verwendung und Zulassung von Zinkschrot sollte jedoch aufgrund der hohen Löslichkeit von Zink im Vogelmagen und dessen Akkumulation in den Zielorganen (Niere, Pankreas, Gehirn) sehr sorgfältig geprüft werden, zumal Zinkschrot in den USA nach anfänglicher Zulassung als Alternativschrot aufgrund seiner Toxizität nachträglich verboten wurde.

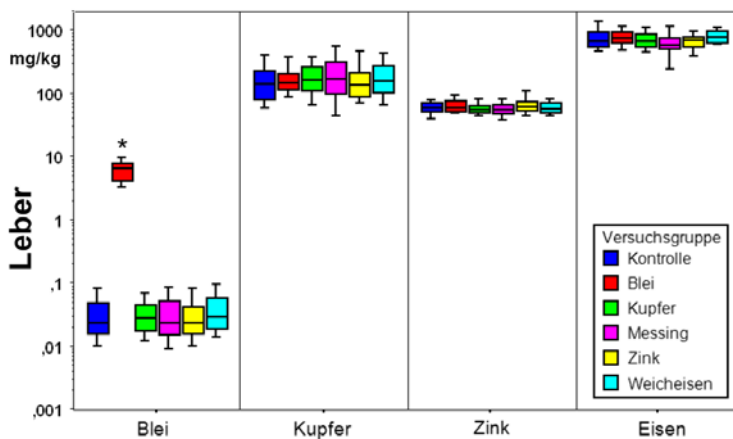


Abb. 14: Akkumulation von Metallen in der Leber der Versuchsgruppen. Auf der x-Achse sind die Messungen der Elemente Blei, Kupfer, Zink und Eisen für jeweils alle untersuchten Versuchsgruppen dargestellt. Gruppen, die sich signifikant von anderen Gruppen unterscheiden sind mit einem Stern gekennzeichnet (ANOVA mit Bonferroni-justiertem Posthoc-Tests). Zur besseren Darstellung des gesamten Messbereichs wurde die y-Achse logarithmiert. Die Box-Plot Grafik stellt das 25%-, 50%-(Median) und 75% Quantil und das 10% und 90% Perzentil dar.

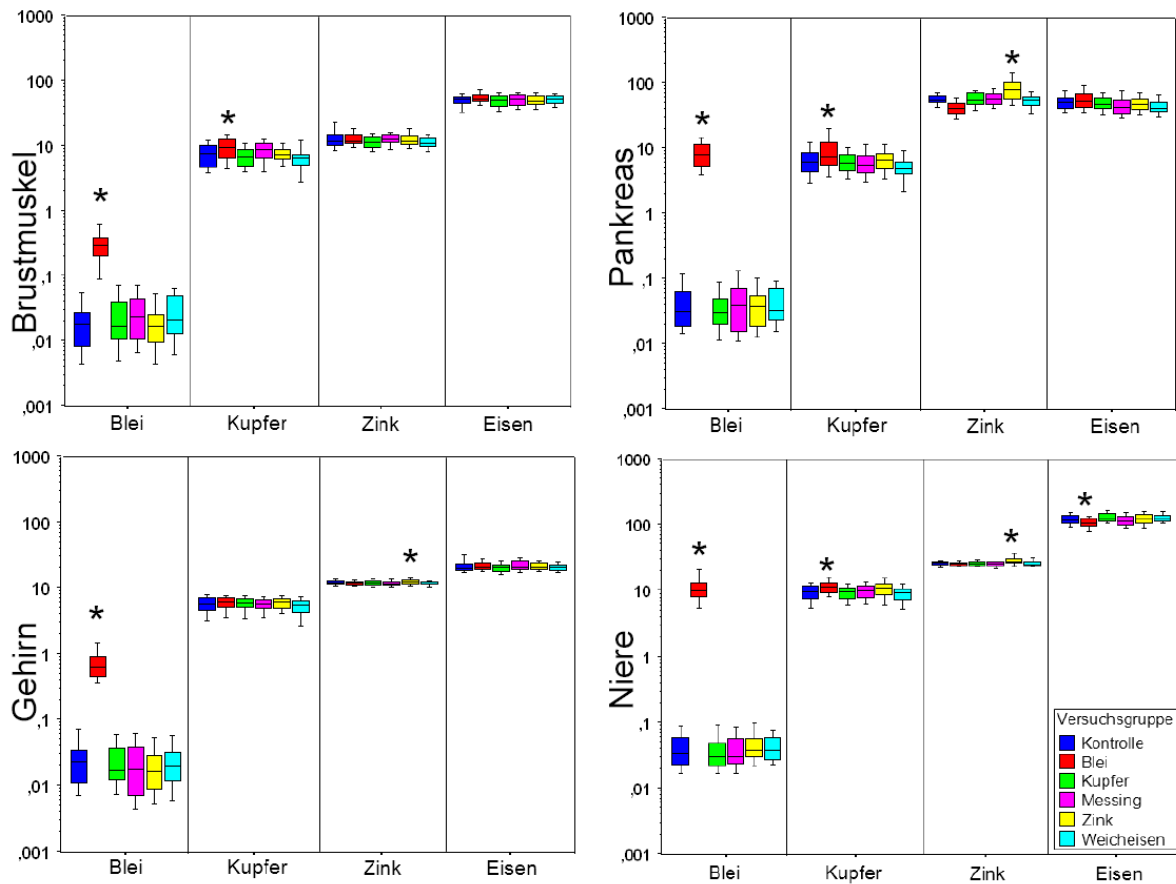


Abb. 15: Akkumulation von Metallen im Brustmuskeln, Pankreas, Gehirn und Niere der Versuchsgruppen. Auf der x-Achse sind die Messungen der Elemente Blei, Kupfer, Zink und Eisen für jeweils alle untersuchten Versuchsgruppen dargestellt. Gruppen, die sich signifikant von anderen Gruppen unterscheiden sind mit einem Stern gekennzeichnet (ANOVA mit Bonferroni-justiertem Posthoc-Test). Zur besseren Darstellung des gesamten Messbereichs wurde, wie in toxikologischen Darstellungen üblich, die y-Achse logarithmiert.

Versuch 2: Toxikokinetik von Blei in Legehennen

Die Dosisabhängigkeit der Akkumulation und Exkretion von Blei wurde im Vogelmodell untersucht. Der Versuch zur Bleikinetik im Vogelmodell wurde an 36 verfügbaren Bilanzkäfigen für Hühner in Einzelhaltung am Institut für Tierernährung in Braunschweig angepasst. Dabei wurden Legehennen in einer einmaligen Dosis eine, zwei oder drei Bleikugeln appliziert und über einen Zeitraum von drei Monaten die Bleikonzentrationen im Blut, Kot und den Eiern gemessen um die Exkretion zu bilanzieren. Aufgrund der hohen Anzahl angefallener Eier wurden nur für die ersten 10 Tagen die einzelnen Komponenten separiert und die Bleikonzentration im Eigelb analysiert, danach erfolgte die Analyse in einem einwöchigem Intervall mit gepooltem Eiinhalt (Eigelb + Eiklar). Ähnlich wurde mit dem Kot verfahren, der in den ersten 10

Tagen nach der Applikation täglich und danach in einem einwöchigen Intervall analysiert wurde. Nach dem dreimonatigen Versuch wurden die Tiere geschlachtet und die Organe und ausgewählte Knochen auf ihren Bleigehalt analysiert. Das wöchentliche Röntgen der Hühner diente zur Kontrolle der Retention der Bleischrote im Magen.

Blei zeigte dabei eine stark dosisabhängige Exkretionsrate im Kot (Abb. 16) und akkumuliert ebenfalls in Abhängigkeit von der Dosis im Blut (Abb. 17). Auch in den Organen Leber, Niere, Pankreas und Gehirn und in den Knochen (Abb. 18) kommt es zur Ansammlung von Blei.

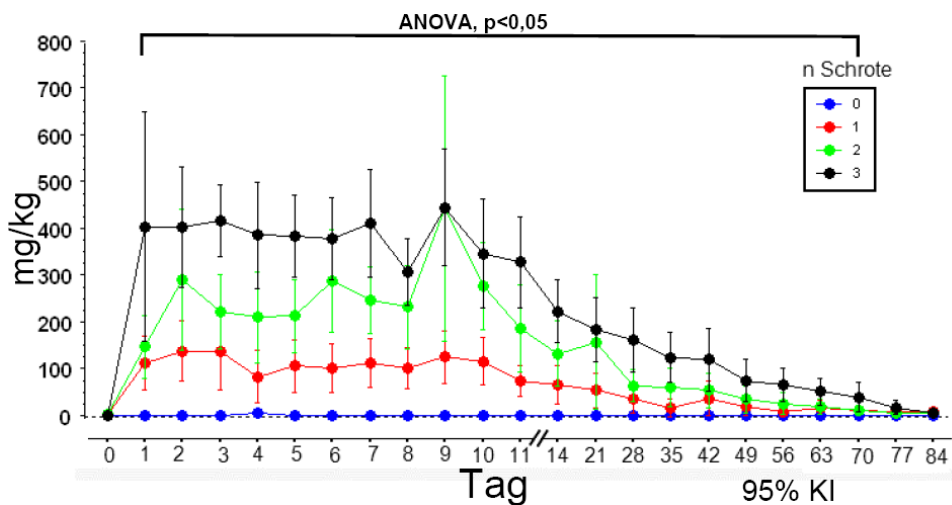


Abb. 16: Zeitlicher Verlauf der Bleikonzentrationen (ppm=mg/kg) in Kotproben von Legehennen. Signifikante Unterschiede gibt es ab dem 1. Tag bis zur 10. Woche nach der Applikation (ANOVA).

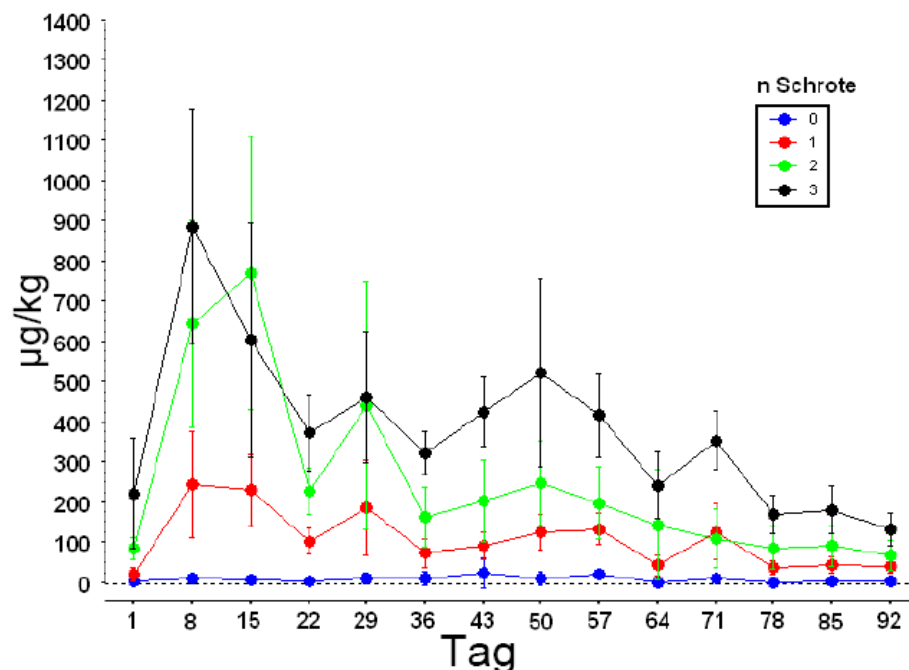


Abb. 17: Zeitlicher Verlauf der Bleikonzentrationen (ppb=µg/kg) in Blutproben von Legehennen.

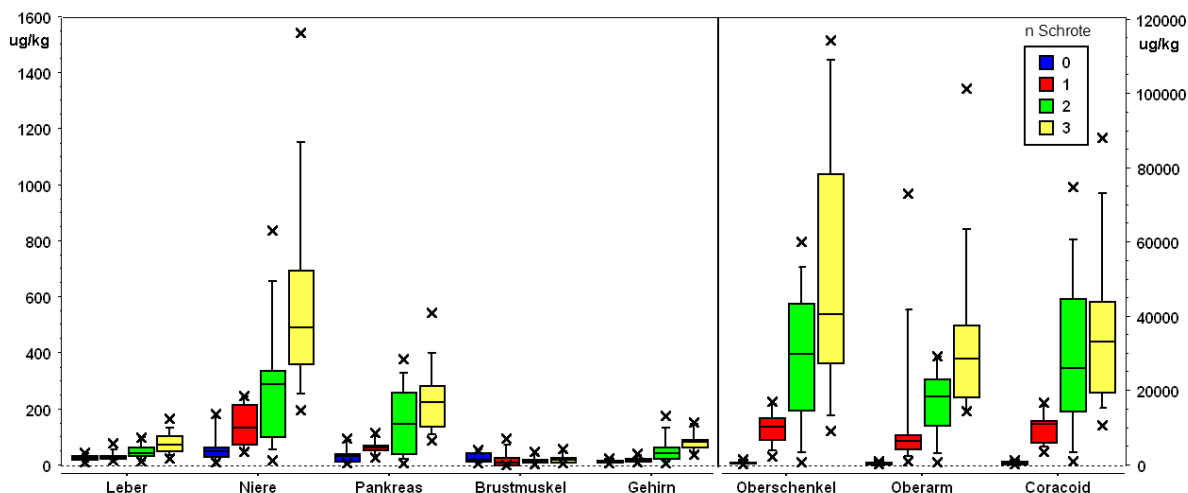


Abb. 18: Bleikonzentrationen (ppb= $\mu\text{g}/\text{kg}$) in Organproben und Knochen von Legehennen nach zwölfwöchiger Bleiexposition.

Die Analyse der Eibestandteile über einen Zeitraum von 84 Tagen zeigte die höchsten Werte in der zweiten Woche (Abb. 19) zu einem Zeitpunkt, an dem auch die Blutbleiwerte am höchsten waren.

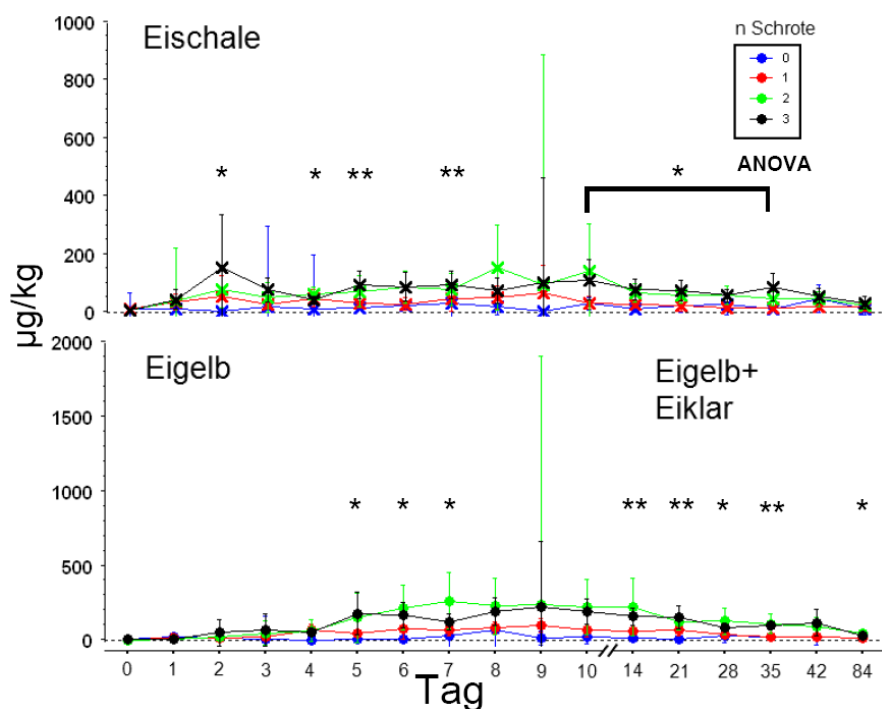


Abb. 19: Zeitlicher Verlauf der Bleikonzentrationen (ppb= $\mu\text{g}/\text{kg}$) in Eiern von Legehennen.

Die höchste Exkretion von Blei erfolgt über den Kot. Die Eliminierung von Blei aus dem weiblichen Vogelorganismus über das Ei ist minimal. Die erhobenen Daten stellen die

dosisabhängige Akkumulation und Exkretion im Vogelorganismus dar und verbessern das Verständnis zur Bleikinetik und zur Interpretation von Bleirückständen in Organproben von Vögeln.

G) Geschossuntersuchungen (Seifenbeschüsse) durch die DEVA

An dieser Stelle erfolgt lediglich eine kurze Darstellung der Geschossuntersuchungen, die durch die Deutsche Versuchs- und Prüfanstalt für Jagd- und Sportwaffen e. V. (DEVA) durchgeführt wurden. Der vollständige Bericht ist im Anhang beigefügt.

Zur Ermittlung ihres zielballistischen Verhaltens wurde Glycerinseife mit 8 bleifreien Geschosstypen und 3 Geschosstypen mit Bleikern aus den in der Jagd üblichen Entfernungen von 50 m, 100 m und 200 m beschossen. Die Seife entspricht in ihrer Reaktion auf Beschuss dem tierischen Gewebe. Durch die Untersuchung sollte geklärt werden, wie groß die Masseverluste in Glycerinseife sind und welche Energieabgabe die Geschosse dabei zeigen. Bleikern-Geschosse wiesen zum Teil erhebliche Masseverluste (Splitterbildung) bis ca. 45% auf. Selbst ein Verbundgeschoss, das von seiner Konstruktion her massestabil sein soll, gab bei der Schussentfernung von 50 m 15% seiner Masse in Form von Bleisplittern ab. Die bleifreien Geschosse waren überwiegend massestabil. Hinsichtlich des Energieabgabeverhaltens sind die bleifreien Geschosse vergleichbar mit den Bleikern-Geschossen. Das Sauvestre FIP ist als Drückjagdgeschoss konstruiert. Dies erklärt die geringe Energieabgabe bei einer Entfernung von 200 m. Das Lapua Naturalis zeigt untypische Eigenschaften. Bei 50 m Schussentfernung und besonders bei 200 m Schussentfernung wurde eine deutliche Reduktion der Energieabgabe festgestellt. Der Versuch hat gezeigt, dass die Wirksamkeit bleifreier Geschosse der von Bleikern-Geschossen entspricht und zum Teil darüber liegt. Die getesteten bleifreien Geschosse zeigten ein gleichmäßiges Energieabgabeverhalten, ohne dass es dabei zu nennenswertem Masseverlust kam.

2. Nutzen und Verwertbarkeit

Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse dienen dem Arten- und Verbraucherschutz. Die Erkenntnisse über das Splitterverhalten konventioneller bleihaltiger Büchsen- und Jagdgeschosse waren so nicht bekannt und haben durch die im Projekt erfolgten Veröffentlichungen in der Internetpräsentation, in wissenschaftlichen

Veröffentlichungen, Vorträgen und Veranstaltungen dazu beigetragen, ein Problembewusstsein bei den betroffenen Gruppen (Jägerschaft, Naturschützer) zu schaffen. Die Vermeidung bleihaltiger Munition bei der Jagd bzw. die Entfernung bleikontaminierter Aufbrüche aus der Natur kann die Anzahl belasteter und bleivergifteter Greifvögel und anderer Aasfresser deutlich reduzieren. Aufgrund der Ergebnisse, die eine Kontamination von erlegten Wildtieren mit Bleipartikeln belegen, ist der Verbraucherschutz für die Belastung von Wildbret mit bleihaltigen Geschossfragmenten ebenfalls sensibilisiert worden. So belegt eine aktuelle, vom BMELV beim Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) in Auftrag gegebene Studie, ein Gesundheitsrisiko für gebärfähige Frauen und Kinder durch die Belastung mit Blei.

Im Rahmen dieser Studie wurden eine Diplomarbeit und vier Dissertationen angefertigt oder befinden sich im Abschluss:

- Nicole Ebner (2009): Toxizität und Kinetik von Blei am Vogelmodell. Diplomarbeit an der Humboldt-Universität Berlin.
- Justine Sulawa (2009): Impact of lead poisoning on the dynamics of a recovering population: a case study of the German white-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*) population. Dissertation, Freie Universität Berlin.
- Friederike Scholz (im Abschluss): Habitat use and home range size of white-tailed sea eagles (*Haliaeetus albicilla*) in Germany. Dissertation, Freie Universität Berlin.
- Mirjam Nadjafzadeh (im Abschluss): Nahrungsökologie und Fressverhalten des Seeadlers (*Haliaeetus albicilla*) in Norddeutschland. Dissertation, Freie Universität Berlin.
- Anna Trinogga (im Abschluss): Tötungswirkung bleifreier und bleihaltiger Büchsenpatronen. Dissertation, Freie Universität Berlin.

3. Fortschritt bei anderen Stellen

Der US-amerikanische „Peregrine Fund“ ist aufgrund wissenschaftlicher Untersuchungen zur Bleibelastung am Kalifornischen Kondor (*Gymnogyps californianus*) zu der Erkenntnis gekommen, dass die Population der freilebenden Kondore durch die Rückstände bleihaltiger Büchsenpatronen in Wildtieren und Aufbrüchen, die gefressen werden, erheblich in ihrem Bestand gefährdet ist. Diese Ergebnisse wurden auf einer internationalen Tagung in Boise, USA am 12.-15. Mai

2008 präsentiert und sind in einen Tagungsband eingeflossen, der online unter http://www.peregrinefund.org/lead_conference/ verfügbar ist. Als Resultat dieser Gefährdung wurde die Verwendung bleihaltiger Geschosse für jagdliche Zwecke im Hauptverbreitungsgebiet des Kalifornischen Kondors gesetzlich verboten.

An der Fachhochschule Eberswalde, Fachgebiet Wildbiologie, Wildtiermanagement und Jagdbetriebskunde werden die „Soziodynamik und jagdpraktische Aspekte bleifreier Munition“ als Teil des „Bleifrei-Monitorings“ der Landesforstverwaltung Brandenburg im Rahmen einer Dissertation bearbeitet.

Von der Deutschen Versuchs- und Prüfanstalt für Jagd- und Sportwaffen e. V. (DEVA) in Altenbeken wurden im Rahmen des Projekts innen- und zielballistische Untersuchungen an bleifreien und bleihaltigen Geschossen durchgeführt. Zudem war die DEVA auch in das „Bleifrei-Monitoring“ der Landesforstverwaltung in Brandenburg eingebunden, bei dem es u.a. um die jagdpraktische Eignung bleifreier Büchsen- und Revolvergeschosse im Landesbetrieb (Landesforstverwaltung) ging. Dieses Monitoring wurde aufgrund eines Briefes (siehe Anlage), in dem die DEVA auf ein möglicherweise gefährliches Ablenkverhalten bleifreier Geschosse hinweist, ausgesetzt. Die DEVA empfiehlt zudem in diesem Brief, das Abprallverhalten bleifreier und bleihaltiger Geschosse zu untersuchen. Nach einer öffentlichen Ausschreibung seitens des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) führt die DEVA zur Zeit einen Test zum Ablenkverhalten bleifreier und bleihaltiger Büchsen- und Revolvergeschosse unterschiedlicher Konstruktion durch, mit dessen Ergebnissen Ende 2010 gerechnet wird.

4. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen

Folgende Veröffentlichungen sind bereits erfolgt:

- Sulawa J, Robert A, Köppen U, Hauff P, Krone O (2010) Recovery dynamics and viability of the white-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*) in Germany. *Biodiversity and Conservation*, 19: 97–112, DOI 10.1007/s10531-009-9705-4
- Krone O, Kenntner N, Trinogga A, Nadjafzadeh N, Scholz F, Sulawa J, Totschek K, Schuck-Wersig P and Zieschank R (2009) Lead poisoning in white-tailed sea eagles: Causes and approaches to solutions in Germany. In Watson R T, Fuller M, Pokras A and Hunt W G (eds.) *Ingestion of lead from spent ammunition: implications for wildlife and humans*. The Peregrine Fund, Boise, Idaho, USA, 289-301.

Die im Projekt produzierte Broschüre "Bleivergiftungen bei Seeadlern: Ursachen und Lösungsansätze – Anforderungen an bleifreie Büchsenpatrone. Zusammenfassung der naturwissenschaftlichen Vorträge des Fachgesprächs vom 05. Mai 2008 im Henry-Ford-Bau der Freien Universität Berlin“ enthält 95 Seiten und ist im Anhang beigefügt. Insgesamt wurden darin neun wissenschaftliche Artikel, davon sieben von Projektmitarbeiter/-innen, publiziert:

- Wundballistik gängiger bleihaltiger und bleifreier Büchsenpatrone (Trinogga A & Krone O)
- Vorläufige Ergebnisse – Toxizität alternativer Geschossmaterialien im Vogelmodell (Kenntner N, Dänicke S, Szentiks C & Krone O)
- Nahrungsspektrum und Fressverhalten des Seeadlers (*Haliaeetus albicilla*) in Norddeutschland (Nadjafzadeh M & Krone O)
- Wirksamkeit und Masseverlust ausgewählter bleifreier und bleihaltiger Büchsen-Projectile beim Beschuss von ballistischer Seife (Trinogga A, Jeuken P, Kinsky H, Walter M & Krone O)
- Der Einfluss von Bleivergiftungen auf die Populationsdynamik des Seeadlers (*Haliaeetus albicilla*) in Deutschland (Sulawa J, Köppen U, Hauff P & Krone O)
- Raumnutzung und Habitatwahl des Seeadlers (*Haliaeetus albicilla*) in Norddeutschland (Scholz F & Krone O)
- Ablenkverhalten solider Geschosse (Krone O, Kinsky H, Streitberger J & Trinogga A)

Folgende Publikationen in peer-reviewed internationalen Fachjournalen sind eingereicht:

- Sulawa J, Lebreton J-D, Krone O (eingereicht) From integrated monitoring to integral modelling in conservation biology: a case study of a large raptor.
- Sulawa J, Robert A, Krone O (eingereicht) Factors influencing lead exposure in a white-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*) population.
- Scholz F, Krone O (eingereicht) Roaming through the neighbourhood: ranging behaviour and extraterritorial movements of white-tailed eagles.
- Scholz F, Hofer H, Krone O (eingereicht) Predicting suitable sites for recolonization by a recovering and expanding raptor population: white-tailed eagles in a central European landscape.
- Nadjafzadeh M, Hofer H, Krone O (eingereicht) The link between foraging tactics of white-tailed eagles and lead poisoning.

Geplante Veröffentlichungen:

- Zusammenfassung der wissenschaftlichen Vorträge der Tagung „Bleivergiftungen bei Greifvögeln am Beispiel des Seeadlers - Ursachen und Lösungsansätze“ vom 16. April 2009 im Henry-Ford-Bau der Freien Universität Berlin.

III. Zusammenfassung

Das Ziel des Verbundprojektes „Bleivergiftungen bei Seeadlern: Ursachen und Lösungsansätze“ war die Identifikation der Ursachen und Hintergründe der Bleivergiftungen bei Seeadlern, sowie die Entwicklung von Lösungsvorschlägen um die Bleibelastung von Greifvögeln, wie sie am Beispiel des Seeadlers ermittelt wurde, zu reduzieren, und im Idealfall ganz zu vermeiden. Dabei wurde intensiv mit den Stakeholdern (Jäger, Förster, Waldbesitzer, Munitionshersteller, Naturschützer) insgesamt, besonders aber bei der Diskussion und der Erprobung von Lösungen zusammen gearbeitet. Das Verbundprojekt untergliederte sich in einen politik- und naturwissenschaftlichen Teil. Die Politikwissenschaftler erfassen den aktuellen Kenntnisstand der Jägerschaft zur Problematik der Bleivergiftungen bei Greifvögeln und zur Verwendung bleifreier Munition, führten eine Diskurs- und Konfliktanalyse durch und präsentierten die Ergebnisse in Kooperation mit den Naturwissenschaftlern auf drei Workshops mit den Stakeholdern und einer Tagung.

Im naturwissenschaftlichen Teil ergab die Analyse der Ursachen der Bleivergiftungen bei Seeadlern, dass Bleikerngeschosse, wie sie üblicherweise in der jagdlichen Praxis Verwendung finden, in allen im Projekt getesteten Abwandlungen Wolken metallischer Partikel, in der forensischen Literatur als „Bleischneesturm“ bezeichnet, in den beschossenen Tieren hinterlassen. Mit solchen Geschossen erlegte Wildtiere sind auch dann großflächig mit Geschosspartikeln kontaminiert wenn kein Knochen getroffen wurde. Sie stellen somit ein Risiko für die Gesundheit aasfressender Tiere aber auch für die der menschlichen Wildkonsumenten dar, das durch die Verwendung massestabil deformierender Geschosse aus Kupfer oder dessen Legierungen umgangen werden kann. Da neben Splittern von bleihaltigen Büchsen geschossen auch gelegentlich Bleischrote aus der Niederwildjagd in den Mägen bleivergifteter Seeadler nachgewiesen wurden, sollten potentielle Beutetiere wie Wasservögel auf einen möglichen Beschuss untersucht werden. Die Röntgenuntersuchungen von freilebenden Gänsen ergaben, dass mehr als 21% der untersuchten Wildgänse angeschossen waren. Bei den Waldsaatgänsen lag dieser Anteil sogar bei 39,3%. Das Risiko einer Bleiexposition für Seeadler durch den Verzehr von angeschossenen Wildgänsen erscheint somit relativ hoch, da vermutlich geschwächte oder aufgrund ihrer Verletzungen bereits verendete Wildgänse Seeadlern häufiger als Nahrung dienen als gesunde.

Die Untersuchung der Nahrungszusammensetzung ergab, dass das Aas oder der Aufbruch jagdbarer Säugetiere im Herbst und Winter eine wichtige Komponente im Nahrungsspektrum der Seeadler darstellten. Die Anzahl der bleivergifteten Seeadler in Deutschland war im Herbst und Winter besonders hoch wenn auch der relative Anteil jagdbarer Säugetiere im Nahrungsspektrum der Seeadler den Spitzenwert aller Jahreszeiten erlangte. Das experimentell untersuchte Fressverhalten der Seeadler zeigte eine Vermeidungshäufigkeit in Abhängigkeit zur Partikelgröße. In Kadavern versteckte Eisenmuttern der Eckmaße 8,8 mm wurden fast vollständig bei der Nahrungsaufnahme vermieden. Das selektive Fressverhalten des Seeadlers und die sich daraus ergebende Vermeidung größerer Metallpartikel (>9 mm) sollte bei der Konstruktion moderner Geschosse berücksichtigt werden. Idealerweise finden zukünftig ausschließlich nicht zerlegende Geschosse (so genannte Deformatoren) oder Geschosse, die sich in relative große Splitter zerlegen, in der jagdlichen Praxis Verwendung.

Die Analyse der Lebensraumgröße des Seeadlers ergab eine Fläche von durchschnittlich 15 km² (95% Minimum Convex Polygon = MCP) bzw. 26 km² (100% MCP). Diese überraschend kleine Lebensraumgröße erlaubt den lokalen Bezug von Bleivergiftungen, die sich die Adler in ihrem Lebensraum zugezogen haben, zur jagdlichen Praxis. Die Seeadler hielten sich im Winter signifikant weiter entfernt von Wasserflächen auf als im Sommer. Dies lässt sich mit dem verringerten Nahrungsangebot an Fischen und Wasservögeln im Winter erklären, das die Seeadler zwingt, sich auf der Suche nach Aas von Gewässern zu entfernen. Die Modellierung des Einflusses von Bleivergiftungen auf das Wachstum der Seeadlerpopulation zeigt einen anderen Effekt als den in der Vergangenheit beobachteten Effekt von DDT: Bleivergiftungen wirken sich insbesondere über die Altvogelmortalität, die Akkumulation von DDT dagegen hauptsächlich über die Fortpflanzungsfähigkeit der Seeadler auf die Populationsdynamik aus. Weiter konnte gezeigt werden, dass eine Population ohne den Einfluss von Blei den theoretischen Sättigungswert von 1130 Brutpaaren in Deutschland schon im Jahr 2007 statt zehn Jahre später unter den gegenwärtigen Bedingungen erreichen wird.

Als potentielle Lösungsmöglichkeiten wurden kurzfristig das Vergraben oder Verblenden von Aufbrüchen erlegter Tiere und langfristig ausschließlich die Verwendung von bleifreier Munition identifiziert. In der jagdlichen Praxis hat sich das Vergraben, Verblenden oder die Entfernung bleikontaminierter Aufbrüche aus der

Natur als nicht praktikabel erwiesen, bzw. wird nicht mit der dafür notwendigen Disziplin umgesetzt. Die Verwendung bleifreier Munition würde das Risiko einer Bleivergiftung bei aasfressenden Tieren deutlich herab setzen. Die im Vorfeld geäußerten Bedenken, dass die bleifreie Büchsenmunition nicht effektiv genug töten könnte, erwiesen sich als grundlos. So hatte der Geschosstyp, ob bleihaltig oder bleifrei, keinen Einfluss auf die Tötungswirkung eines Schusses. Die getesteten bleifreien und bleihaltigen Büchsenpatrone müssen in Hinblick auf eine tierschutzgerechte Tötung des beschossenen Wildes als gleichwertig betrachtet werden. Auch die Ergebnisse der Beschussversuche der DEVA mit ballistischer Seife verdeutlichen, dass es möglich ist, bleifreie Büchsenpatrone mit einer hohen Wirksamkeit und einem kaum entfernungsabhängigen Ansprechverhalten herzustellen. Sie bestätigen somit die Ergebnisse der CT-Auswertungen, dass bleifreie Patrone unter Tierschutzgesichtspunkten zur Jagd geeignet sind. Die Metalle Kupfer und Eisen und die Legierung Messing, die alternativ zu Blei in der Patronenherstellung Verwendung finden, sind aus vogeltoxikologischer Sicht als unbedenklich einzustufen, wie die Ergebnisse aus den Experimenten zur Toxizität und Toxikokinetik in zwei Vogelmodellen zeigten.

IV. Literatur

- Beintema, N. (2001) Lead Poisoning in Waterbirds - International Update Report 2000. Wageningen, The Netherlands, Wetlands International, 76 S.
- Church, M. E., R. Gwiazda, R. W. Risebrough, K. Sorenson, C. P. Chamberlain, S. Farry, W. Heinrich, B. A. Rideout, & D. R. Smith (2006) Ammunition is the principal source of lead accumulated by California condors re-introduced to the wild. *Environmental Science and Technology* 40: 6143-6150.
- Environment Canada (1993) Toxicity test guidelines for non-toxic shot for hunting migratory birds. Ottawa, Ontario, Canada, 9 S.
- Fiedler, H.J. & H.J. Rösler (1993) Spurenelemente in der Umwelt. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Friend, M. & J. C. Franson (1999) Field Manual of Wildlife Diseases - General Field Procedures and Diseases of Birds. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Service, 425 S.

- Hauff, P. (2003) Sea-eagles in Germany and their population growth in the 20th century. Proceedings from the international Sea Eagle Conference in Björko, Sweeden, 13-17 September 2000, Sea Eagle 2000 (eds. Helander, B. Marquiss, M. & Bowerman, W.) Seiten 71-77, Stockholm: Swedish Society for Nature Conservation/SNF & Atta.45 Tryckeri AB.
- Heinicke, T. (2004) Neue Erkenntnisse zum Auftreten der Waldsaatgans in Mecklenburg-Vorpommern. Ornithologischer Rundbrief Mecklenburg-Vorpommern. 3-18.
- Heinicke, T. (2005) Neue Erkenntnisse zum Vorkommen der Waldsaatgans in Deutschland. Rundbrief zum Wasservogelmonitoring in Deutschland. 6-7.
- Kneubühl, B. P. (2004) Geschosse Band 2 – Ballistik, Wirksamkeit, Messtechnik. Stocker-Schmid, Dietikon-Zürich.
- Kramer, J. L. & P. T. Redig (1997) Sixteen years of lead poisoning in eagles, 1980-95: An epizootiologic view. *Journal of Raptor Research* 31:327-332.
- Krone O. & H. Hofer (2005) Bleihaltige Geschosse in der Jagd – Todesursache von Seeadlern? Institut für Zoo und Wildtierforschung, 42 Seiten.
- Krone, O. (2008) Bleivergiftungen bei Seeadlern: Ursachen und Lösungsansätze – Anforderungen an bleifreie Büchsen geschosse. Zusammenfassung der naturwissenschaftlichen Vorträge des Fachgesprächs vom 05. Mai 2008 im Henry-Ford-Bau der Freien Universität Berlin, 95 Seiten.
- Krone, O., Kenntner, N. & F. Tataruch (2009) Gefährdungsursachen des Seeadlers (*Haliaeetus albicilla* L. 1758). *Denisia*, **27**, 139-146.
- Legendre, S. & J. Clobert (1995) ULM, Unified Life Models, a software for conservation and evolutionary biologists. *Journal of applied statistics* 22: 817-834.
- Messmer, J. M. (1998) Radiology of gunshot wounds. Seiten 209-248. In: *Forensic Radiology* (Brogdon B. G., Ed.) CRC Press, Boca Raton.
- Sellier, K. & B. P. Kneubühl (2001) Wundballistik und ihre ballistischen Grundlagen. Springer Verlag, Berlin.
- Sulawa, J. Köppen, U. Hauff, P. & O. Krone (2008). Der Einfluss von Bleivergiftungen auf die Populationsdynamik des Seeadlers (*Haliaeetus albicilla*) in Deutschland. Seiten 58-64. In: *Bleivergiftungen bei Seeadlern: Ursachen und Lösungsansätze. Anforderungen an bleifreie Büchsen geschosse* (Krone, O. Hrsg.). Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung, Berlin.

Sulawa, J., Robert, A., Köppen, U., Hauff, P. & O. Krone, (2009) Recovery dynamics and viability of the white-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*) in Germany. Biodiversity and Conservation DOI 10.1007/s10531-009-9705-4.

Trinogga, A. & O. Krone (2008): Wundballistik gängiger bleihaltiger und bleifreier Büchsenpatrone. In: Krone, O. (Hrsg.): Bleivergiftungen bei Seeadlern: Ursachen und Lösungsansätze – Anforderungen an bleifreie Büchsenpatrone. Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung, Berlin.

Trinogga, A., Jeuken, P., Kinsky, H., Walter, M. & O. Krone (2008): Wirksamkeit und Masseverlust ausgewählter bleifreier und bleihaltiger Büchsenpatrone beim Beschuss von ballistischer Seife. In: Krone, O. (Hrsg.): Bleivergiftungen bei Seeadlern: Ursachen und Lösungsansätze – Anforderungen an bleifreie Büchsenpatrone. Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung, Berlin.

V. Anlagen

- **Erfolgskontrollbericht**
- **Broschüre (2005) „Bleihaltige Geschosse in der Jagd – Todesursache von Seeadlern“**
- **Broschüre (2008) „Bleivergiftungen bei Seeadlern: Ursachen und Lösungsansätze – Anforderungen an bleifreie Büchsenpatrone“**
- **Ausführlicher Bericht der DEVA zu den Seifenbeschüssen auf CD-ROM**
- **Brief der DEVA vom 04. Juni 2008**



Herrn
Dr. Oliver Krone
c/o Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW)
Alfred-Kowalke-Str.17

10315 Berlin

Str

04. Juni 2008

**Fachgespräch am 05. Mai 2008 in Berlin
hier: Bedenken wegen des Rückprallverhaltens von soliden „Nicht-blei“-Geschossen**

Sehr geehrter Herr Dr. Krone,

nachdem wir anlässlich des 2. Fachgespräches am 05.05.2008 auf bestehende Bedenken hinsichtlich des Rückprallverhaltens der bleifreien Geschosse hingewiesen hatten, haben wir zwischenzeitlich versucht, den bestehenden Verdacht weiter aufzuklären. Wir haben Gespräche mit polizeilichen Sachverständigen und Experten für Ballistik geführt, die die hier bestehenden Bedenken mehr als bestätigt haben.

Ohne auf alle Details eingehen zu wollen, ergibt sich folgendes Bild:

1. Bei einem Jagdunfall im Fränkischen wurde ein Jagdteilnehmer durch ein „Solid“-Geschoss in die Brust getroffen und getötet, das im rechten Winkel zu den Opfer abgefeuert und an mehreren Baumstämmen – in eben diesem rechten Winkel - abgelenkt worden war. Nach Auffassung des polizeilichen Sachverständigen wäre der Unfall bei Verwendung eines Bleigeschosses nicht denkbar gewesen, da dieses bei dem mehrfachen Anprall massiv an Masse und Geschwindigkeit verloren hätte und zudem niemals einen derartigen Ablenkwinkel ergeben hätte.
2. Ohne auf die Details eingehen zu wollen, sind uns aus dem polizeilichen Bereich mehrere – aktuelle - Fälle berichtet worden, bei denen sich die Bedenken gegen das Rückprallverhalten der Solid-Geschosse bestätigten. So sind Geschosse vom Geschosssfang zurückgeprallt und haben die Eingangstür des Schützenstandes – knapp seitlich hinter dem Schützen – durchschlagen, Warnschüsse der Polizei in den Boden prallten zurück und verletzten den Nebenstehenden.



3. Um das Bild abzurunden, haben wir uns mit dem Abteilungsleiter Ballistik des Rechtsmedizinischen Instituts der Universität Bern, Dr. Beat Kneubuehl, getroffen, dem Doyen der europäischen Ballistik, und diesen auf seine Einschätzung angesprochen.

Dr. Kneubuehl äußerte sich knapp, aber dezidiert: „Sie müssen bei „Solids“ mit einem Abprallverhalten rechnen, das mindestens dem eines Vollmantelgeschosses entspricht.“ Wie unkalkulierbar und gefährlich Vollmantelgeschosse absetzen, hat erst kürzlich die Firma Blaser in einem Lehrfilm über Bewegungsjagden demonstriert.

Dr. Kneubuehl jedenfalls teilte unsere Bedenken hinsichtlich der Problematik des bei den Solid-Geschossen fehlenden Masse- und Geschwindigkeitsverlustes beim Anprall an Hindernissen ausdrücklich.

Damit ergibt sich eine Situation, der wir nach unserer Auffassung unbedingt aufklären müssen, zumindest um Anpassungen der vorgegebenen Regeln für Bewegungsjagden erarbeiten zu können. Das Risiko der Abpraller bei Verwendung von soliden Geschossen kann, gerade bei Bewegungsjagden, nicht übergangen werden.

Wir haben beim Deutschen Jagdschutzverband angeregt, ein Fachgespräch mit der Munitionsindustrie durchzuführen, um mit diesen gemeinsam ein Programm zur Klärung der hier bestehenden Bedenken zu entwickeln.

Nach unserer Auffassung ist die Frage des Rückprallverhaltens aber auch und gerade für den Forstbereich von absolutem Interesse, da ja dort eine Vielzahl von Mitarbeitern gerade im Bereich der zahlreichen Drückjagden der Problematik unmittelbar ausgesetzt ist. Wir haben uns daher erlaubt, dieses Schreiben ebenfalls an die Mitglieder der Steuergruppe des Bleifrei-Monitorings zu richten, damit dort geprüft werden kann, ob nicht der Fokus des Monitorings auf diese Problematik erweitert werden sollte.

Mit freundlichen Grüßen

Kinsky

Streitberger

nachrichtlich an die Mitglieder der Steuergruppe des Bleifrei-Monitorings Brandenburg und an den Deutschen Jagdschutzverband e.V., Herrn von Wülffing