Bleivergiftungen bei Greifvögeln

Ursachen, Erfahrungen, Lösungsmöglichkeiten

Der Seeadler als Indikator

GEFÖRDERT VOM

Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Oliver Krone (Hrsg.)
Berlin 2010

Leibniz Institut für
Zoo und Wildtierforschung

Leibniz
Gemeinschaft

Vorbeugung von Bleivergiftungen: Lösungsansätze bezogen auf den Kalifornischen Kondor und die menschliche Gesundheit

RICHARD T. WATSON

The Peregrine Fund
5668 West Flying Hawk Lane, Boise, ID 83709, United States of America
E-mail: rwatson@peregrinefund.org

Einleitung

Die Untersuchungen des *Peregrine Fund* für den Schutz der Kalifornischen Kondore (*Gymnogyps californianus*) in Arizona während der letzten 12 Jahre haben gezeigt, dass Fragmente von bleihaltiger Munition die Ursache von Bleivergiftungen bei den Kondoren sind. Da sie die Haupttodesursache in dieser Population darstellen, muss eine Lösung für das Problem der Bleivergiftungen gefunden sein, bevor wir erwarten können, dass die Kondore ohne ein kostenintensives Management und Therapie gegen Bleivergiftungen in der Natur überleben können (Hunt *et al.* 2007, Green *et al.* 2008). Die effektivste Lösung für das Problem der Bleivergiftungen durch Bleimunitionsfragmente im erlegten Wildbret ist, dass die Jäger bleifreie Munition benutzen, die nicht zersplittert. Solche Geschosse sind im Allgemeinen Deformationsgeschosse aus Kupfer. Viele Kaliber und Sorten von bleifreier Munition sind mittlerweile verfügbar (AZGFD 2009) und viele Jäger schätzen deren Eigenschaften als mindestens so gut ein wie die der Bleimunition, wenn nicht sogar als besser (Carter 2007).

Drei Lösungsansätze zur Umstellung auf bleifreie Munition:

Der *Peregrine Fund* entschied sich für einen freiwilligen, nicht-legislativen Ansatz, um die Umstellung auf Kupfergeschosse im Verbreitungsgebiet des Kondors in Utah und Arizona zu bewirken. Wir sind überzeugt davon, dass durch detaillierte, ehrliche Aufklärung die meisten Jäger auf bleifreie Munition umsteigen werden, da sie eindeutige Vorteile für Wildtiere bietet und jegliche Gefahren für ihre eigene und die Gesundheit ihrer Familien ausschließt. Im Jahr 2005 begannen wir in Zusammenarbeit mit dem *Arizona Game and Fish Department* eine Informationskampagne, in deren Rahmen kostenlose Kupfermunition an 1.400-2.400 Jäger ausgegeben wurde, welche im Kondor-Verbreitungsgebiet Abschusslizenzen für Hirsche bezogen (Sieg *et al.* 2009). Die Teilnehmerrate lag anfänglich bei 50%, und stieg bis zum Ende der Jagdsaison 2008 auf 90% (65% nutzten Kupfermunition und 25% beseitigten Aufbrüche). Der Vorteil dieses Ansatzes war, die Jäger für den Naturschutz zu gewinnen, damit diese dann mit dem gewonnenen Wissen und Verständnis eigenverantwortlich Entscheidungen treffen. Modellierungen der Kondor-Populationsdynamik haben gezeigt, dass diese Methode effektiv ist. Sie wäre insgesamt noch erfolgreicher, wenn sie auch im südlichen Utah Anwendung finden würde, wo Kondore seit geraumer Zeit auf Nahrungssuche umherstreifen (Green *et al.* 2009). Ein Nachteil dieses Ansatzes ist, dass es sehr zeitaufwendig ist, alle Jäger zu erreichen und zu informieren und viel Zeit verstreicht, bis die Jäger anschließend die Entscheidung treffen, bleifreie Munition zu nutzen oder nicht. Ein zweiter Nachteil besteht darin, dass der Erfolg kaum kontrolliert werden kann, da er vollständig von den freiwilligen Entscheidungen von bis

zu 2.400 Jägern pro Saison abhängt. Allerdings sind viele Jäger, welche auf bleifreie Munition umgestellt haben, stolz auf ihren Beitrag zum Artenschutz und können andere motivieren, das gleiche zu tun. Die Jägerschaft in den Vereinigten Staaten hat, wie in anderen Ländern auch, eine lange Tradition für den Schutz einheimischer Wildtiere. Wenn einmal auf bleifreie Munition umgestellt wurde, ist es auch sehr wahrscheinlich, dass das auch in Zukunft so bleibt.

In Kalifornien verfolgte eine Gruppe anderer Naturschutz-Organisationen (u.a. *Center for Biological Diversity*, *Natural Resources Defense Council*) den umstrittenen Ansatz einer gesetzlichen Regelung. In dessen Rahmen wurde 2006 bei der Kalifornischen Regierung ein Verbot von Bleimunition in den Nahrungsgebieten des Kondors beantragt. Als Antwort darauf erließ die Kalifornische Regierung 2007 ein Verbot bleihaltiger Munition im Verbreitungsgebiet des Kondors in Südkalifornien, welches im Juli 2008 in Kraft trat. Das Kalifornische *Game and Fish Departement* gab bereits für die allererste Jagdsaison eine sehr hohe Umsetzungsrate dieses Gesetzes an. Ein offensichtlicher Vorteil dieses Ansatzes lag daher naheliegend in einer deutlichen Zeitersparnis. Ein großer Nachteil dieser Methode war allerdings, dass sie die Jägerschaft und den Kondorschutz entzweite. Ein weiterer Nachteil liegt darin, dass ein Gesetz in der Zukunft auch zurückgenommen werden kann. Dieser Ansatz ist daher problematisch hinsichtlich Nachhaltigkeit, da Jäger, die zur Umstellung auf bleifreie Munition gezwungen wurden, nach Rücknahme eines solchen Gesetzes mit größerer Wahrscheinlichkeit wieder verbleit schießen als Jäger, die aus eigener Überzeugung auf bleifreie Munition umgestellt haben.

Der dritte Ansatz wird von den Verantwortlichen der Sportschützen-Industrie, vor allem der *National Shooting Sports Foundation* (NSSF) und der *National Rifle Association* (NRA) umgesetzt, welche vertreten, es gäbe kein Problem und deswegen müsste man nichts unternehmen. Jeglicher Versuch, eine Lösung des Problems zu finden, wird attackiert. Dabei wird u.a. die Integrität der Wissenschaftler untergraben und angegriffen, welche die Untersuchungen zu den Quellen, Risiken und Gefahren der Bleiexposition durchführen. Diese Organisationen streuen Angst in der Jägerschaft, die Umstellung von Blei- auf bleifreie Munition sei von Anti-Jagd- und Anti-Waffenverbänden propagiert und sei nur ein Schritt auf dem Weg, den Schießsport ganz abzuschaffen. Sie behaupten, dass eine Umstellung auf bleifreie Munition negative Konsequenzen für die Einnahmen aus der Jagd bedeutet, da die Menschen aufhören würden zu jagen angesichts der höheren Kosten von bleifreier Munition und es zur Schließung einiger Munitionsindustrien kommen könnte (NSSF 2009). Keine dieser Behauptungen wurde mit Beweisen unterstützt. Diese Herangehensweise missachtet die anhaltenden Todesfälle unter den Wildtieren, einschließlich des Landeswappenvogel, dem Weißkopfseeadler (*Haliaeetus leucocephalus*), und 63 weiterer Vogelarten deren Sterben durch die Aufnahme von Bleifragmenten verwendeter Munition weltweit dokumentiert wurde (Fisher *et al.* 2006, Pain *et al.* 2009). Sie ignoriert, dass die Möglichkeit auszusterben mindestens bei einer gefährdeten Art der Vereinigten Staaten, dem Kalifornischen Kondor, gegeben ist. Außerdem berücksichtigt sie nicht die möglichen Einkommenseinbußen im Ökotourismus, da Arten wie der Kalifornische Kondor eine zusätzliche Touristenattraktion im Grand Canyon Nationalpark darstellen. Sie missachtet auch, dass mit bleihaltiger Kugelmunition oder mit Bleischrot erlegtes Wildbret ein mögliches Gesundheitsrisiko für Jäger und andere Konsumenten darstellt (Hunt *et al.* 2009, Kosnett 2009, Cornatzer *et al.* 2009, CDC 2008), indem behauptet wird, dass die Aufnahme von Blei kein Gesundheitsrisiko birgt und die wissenschaftlichen Ergebnisse, die dieses demonstrieren, falsch dargestellt werden (NSSF 2009).

Der Peregrine Fund bevorzugt den freiwilligen Ansatz, weil er auf Integrität beruht in Form von wissenschaftlich korrekten Informationen die aufrichtig präsentiert werden und Jägern die Möglichkeit bietet, ihre eigene Wahl und Entscheidungen zu treffen. Diese Methode ist langsam und teuer, aber die Kosten für die Bereitstellung von kostenloser bleifreier Munition in Arizona werden durch öffentliche Finanzierung getragen, die auch die Gebühr für die Hirschjagdlizenz mit einschließt. Diese Lösung ist keineswegs perfekt oder zuverlässig wirksam, aber indem man die Kooperation der Jäger gewinnt, ist es auf lange Sicht wahrscheinlicher, eine Lösung hervorzubringen, die von allen Gesellschaftsmitgliedern angenommen wird.

Das Gesundheitsrisiko für den Menschen ist ein weiterer Anreiz für die Umstellung auf bleifreie Munition.

Ein unerwartetes Ergebnis aus unserer Forschung zur Identifizierung der Quellen tödlichen Bleigefährdungspotentials für den Kalifornischen Kondor ist, dass es uns zu der Frage geführt hat, ob Bleigeschossfragmente in erlegten Wildtieren ein Gesundheitsrisiko für den Menschen darstellen könnten. Erstens haben wir herausgefunden, dass ein typisches Teilmantelgeschoss für die Hirschjagd, wenn es in leichte Plastikwasserkrüge aus 40m Entfernung geschossen wurde, 35% (3,434 g) seiner ursprünglichen Masse (9,789 g) aufgrund von Fragmentierung verliert. Wir haben etwa 20% dieser Masse wieder gefunden, aber 15% blieben vermisst. Insgesamt gab es über 3,0 g Splitter. In Anbetracht eines Versuchs von Dr. Hank Pattee vom *Patuxent Wildlife Research Center*, bei dem ein Weißkopfseeadler an einer Dosis von nur 19 mg metallischem Blei gestorben ist (Pattee *et al.* 1981), haben wir erkannt, dass ein einzelnes sich zerlegendes Geschoss ein großes Potential für tödliche Vergiftungen bei Wildtieren darstellt und möglicherweise ein Gesundheitsrisiko für Menschen birgt. Unsere Studie über die Geschosszerlegung in erlegten Hirschen (Hunt *et al.* 2006) hat gezeigt, dass hunderte von Bleisplittern im gesamten Kadaver oder in den Aufbrüchen enthalten waren. Eine Röntgenuntersuchung von Wildbretportionen, die von kommerziell tätigen Metzgern stammen, hat eine hohe Rate von Partikelkontamination ergeben (Abb. 1), welches eine zukünftige, systematische Untersuchung rechtfertigt.

Schon ein sehr geringer Anteil von Blei im Blut, äquivalent zu einem Tausendstel von einem Prozent der Masse eines typischen Hirschjagdgeschosses (0.001% of 10 g), falls es komplett im Blut gelöst ist (5 Liter bei einem Erwachsenen), hat nachweislich negative Effekte auf die menschliche Gesundheit (2 µg/dL Blut-Bleikonzentration, Menke *et al.* 2006, Gilbert & Weiss 2006, Jusko *et al.* 2008).

Wir haben das Auftreten von Bleikontaminationen in kommerziell aufbereitetem Wildbret quantifiziert und die Bioverfügbarkeit in einem Experiment getestet, das 2007 in der Herbstjagdsaison in Wyoming angefangen hat (Hunt *et al.* 2009).

Wir erlegten 30 Weißwedelhirsche mit einem häufig genutzten Geschoss mit Bleikern und Kupfermantel unter normalen Jagdbedingungen. Die Röntgenbilder aller 30 aufgebrochenen Hirsche zeigten Metallfragmente (Mittelwert=136, Maximum=409). Die Splitterwolken wiesen einen mittleren Durchmesser von 24 cm auf, der größte Bereich maß 48 cm. Jeder Tierkörper wurde zu einem anderen Fleischer verbracht und es wurde um die normale Verarbeitung gebeten. Wir röntgten die Wildbretpackungen, die wir von den Fleischern zurückbekamen, und fanden in 32% von 234 Hackfleischpackungen mindestens ein Metallfragment. Eine Unterstichprobe von 27 dieser Packungen wurde mittels ICP analysiert, um die Fragmente zu identifizieren und ihre Masse zu bestimmen; in 93% der Fälle wurde Blei identifiziert, die

mittlere Masse betrug 17,2 mg (SD = 39,8 mg, Spannweite = 0,2 -168 mg). Wir röntgten die Lendensteaks von 16 Hirsch-Schlachtkörpern, die Geschossfragmente nahe der Wirbelsäule aufwiesen. Von 49 Packungen zeigten vier (8%) von vier Hirschen (25%) Fragmente. Sowohl die Splitter aus den Hackfleisch- als auch jene aus den Steakpackungen wurden als Geschossfragmente identifiziert, die wir verwendet hatten. Hierzu wurden die Verhältnisse der Bleiisotope in den Fragmenten mit denen in einem übriggebliebenen Geschoss aus der Originalschachtel, deren restlicher Inhalt für das Erlegen der Hirsche verwendet worden war, und mit Hintergrundwert für Blei aus den Knochen der Hirsche abseits der Schusswunde verglichen.

Wir vervollständigten diese Studie, indem wir die Absorption von Blei ins Blut nach der Aufnahme von Metallfragmenten mit der Nahrung testeten. Wir verwendeten Schweine als Ersatz für Menschen und verfütterten Wildbret an vier Schweine, das Fragmente enthielt, und an vier Kontrollschweine Wildbret ohne Fragmente von demselben Hirsch. Auf diese Weise testeten wir die Absorption von Blei aus den Fragmenten. Der mittlere Blutbleispiegel der Testschweine stieg auf 2,3 µg/dL innerhalb der ersten beiden Tage nach der Mahlzeit und sank nach vier Tagen allmählich auf den Normalwert ab, während die Kontrollschweine über das ganze Experiments gleichmäßig bei 0,6 µg/dL blieben (Abb. 2).

Wir hoffen, dass unsere Studie andere dazu anregen wird, die Epidemiologie der Gesundheitseffekte von Blei bei Jägern und Nichtjägern zu untersuchen. Bis dahin existieren genügend Beweise, um die Verwendung bleifreier solider Expansionsgeschosse aus Kupfer, die sich nicht zerlegen, zu fördern. Dies gilt insbesondere, wenn das Wildbret von Personen konsumiert werden kann, die sonst nicht die Gelegenheit haben, den Geschosstyp auszuwählen, der zur Erlegung des von ihnen verzehrten Wildes verwendet wird, wie bei kommerziell erhältlichem Wildfleisch oder den Empfängern von gespendetem Wildbret.

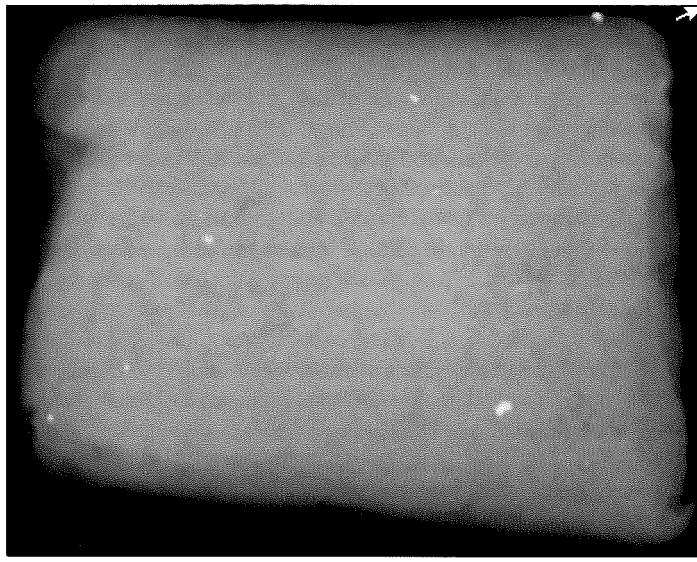

Abb. 1: Röntgenaufnahme einer 0,9 kg Packung Wildbret mit mindestens acht röntgenologisch sichtbaren Metallfragmenten.

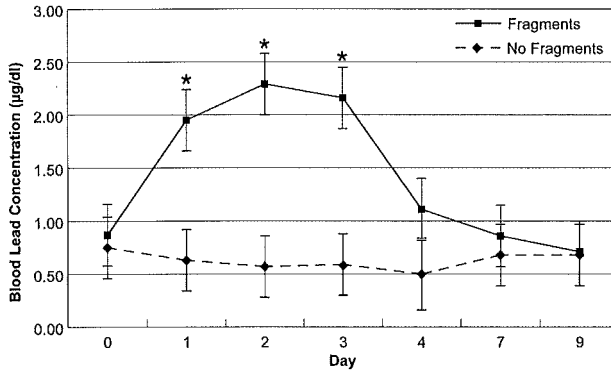

Abb. 2: Mittlere (± SE) Blutbleikonzentrationen (µg/dL) bei zwei Versuchsgruppen mit jeweils vier Schweinen, die an Tag 0 und 1 mit Wildbret gefüttert wurden. Die Testgruppe „Fragments" wurde mit Wildbret gefüttert, das röntgenologisch dichte Fragmente enthielt, die Kontrollgruppe „No Fragments" wurde mit Wildbret ohne röntgenologisch sichtbare Fragmente gefüttert. Sternchen kennzeichnen Tage, an denen sich die Mittelwerte zwischen Test- und Kontrollgruppe signifikant unterschieden. Abgedruckt mit der Erlaubnis von Hunt et al. 2009.

Diskussion

Unsere Untersuchung (Hunt *et al.* 2009) ist die erste wissenschaftlich begutachtete und publizierte Studie welche den kompletten Pfad von Blei in Jagdgeschossen vor dem Schuß, über die Bleikonzentrationen im Wildbret, bis zu erhöhten Blutwerten von Blei nach dem Verzehr von Wildbret belegt, einschließlich des Beweises, dass die ursächliche Quelle des Bleis aus den Jagdgeschossen stammt. Unser Prozentsatz von 32% mit Blei kontaminiertes Wildbret ist in Übereinstimmung der Ergebnisse mit mehreren anderen Studien die im Jahr 2008 durchgeführt wurden. Cornatzer *et al.* (2009) untersuchten mittels Computertomographie (CT) und Rötgentechnik 100 Wildbretproben aus Lagerbeständen eines durch die Jagd initiierten Spendenprogramms in Norddakota. Annähernd 60% der Packungen in dieser Untersuchung waren mit Bleifragmenten kontaminiert, welche mittels ICP-MS verifiziert wurde. Unsere Ergebnisse sind ebenfalls konsistent mit dem Bericht des Ministerium für Naturschutz und des Gesundheitsministeriums von Minnesota aus dem Jahr 2008. Diese fanden 26% kontaminierte Proben in 1.239 untersuchten Wildbretpackungen von 39 Wildbrethandlungen (MDA 2008). Sie stellten ebenfalls das Problem der ungleichmäßigen Verteilung der Bleifragmente in dem untersuchten Wildbret fest, dass in einer hohen Variabilität der Daten und dadurch zu einer unvorhersehbaren Kontamination des Wildbrets führt. Das Naturschutzministerium in Wisconsins berichtet von entsprechenden Ergebnissen in einer ähnlichen Studie aus dem Jahr 2008 (USDHHS 2008), von 199 untersuchten Wildbretproben aus dem kommerziellen Handel, waren 15% mit Blei kontaminiert. Bei von den Jägern selbst verarbeitetem Wildbret wurde eine Kontaminationsrate von 8% ermittelt. Die Bleikonzentration in mit Bleifragmenten belasten Wildbretproben lag durchschnittlich bei 15,9 mg/kg, und im Mittel 2,4 mg/kg bei allen untersuchten Proben. Die durchschnittliche Bleikonzentration in von Jägern verarbeitetem Wildbret war mit 24,8 mg/kg höher, aber

hatte eine hohe Variabilität. Die Empfehlungen aus Wisconsins war die Verwendung von bleifreier Munition um das Problem zu vermeiden, während andere Staaten empfahlen, dass Kinder, Schwangere, und Frauen im gebärfähigem Alter auf den Verzehr von mit bleihaltiger Jagdmunition erlegten Wild verzichten sollten.

Die Schlussfolgerung einer dreitägigen internationalen Konferenz des *Peregrine Fund* in Boise/Idaho im Mai 2008, mit 53 wissenschaftlichen Veröffentlichungen und Übersichtsarbeiten, und den Kommentaren von 8 Experten sind wie folgt:

- Die Exposition und die Effekte von Blei auf Wildtiere durch die Aufnahme bleihaltiger Jagdmunition ist weit verbreitet, global und wissenschaftlich belegt.
- Die Exposition durch Blei aus bleihaltiger Munition ist bei Menschen mit hohem Wildbretverzehr („subsistence hunters", z.B. Inuits) gut untersucht, und besteht wahrscheinlich für alle Konsumenten von Wild, welches mit bleihaltiger Munition erlegt wurde.
- Die gesundheitlichen Effekte von Blei auf Menschen auch in niedriger Konzentration wurden früher unterschätzt und sind heute bedeutend besser bekannt. Diese neuen Ergebnisse wurden erst in den letzten Jahren publiziert und sind in der breiten Öffentlichkeit weitestgehend unbekannt, inklusive bei Jägern.
- Diese Erkenntnisse führten zu der Frage inwieweit eine niedrige Bleiexposition die Gesundheit von Menschen beeinträchtigt, welche Wild verzehren dass mit Bleikugeln oder –schrot erlegt wurde; anschließende Untersuchungen zeigten ein Risiko für diese Personen.
- Die Wissenschaftlicher und Verbraucherschützer der Konferenz folgerten übereinstimmend, dass kein adäquater Grund (Kosten, Verfügbarkeit, etc. der bleifreien Munition) für das Risiko einer Bleiexposition existiert, wenn qualitativ hochwertige und effektive bleifreie Jagdgeschosse und –schrote zur Substitution verfügbar sind. Die Jäger sollten die Risiken kennen damit sie aufgrund dieser Informationen ihre Entscheidung treffen.

Schlussfolgerung

Es ist offensichtlich, dass Blei gesundheitlich bedenklich ist. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse zeigen eindeutig, dass der Wechsel zu nicht fragmentierender und bleifreier Jagdmunition nötig ist um das Risiko einer Bleiexposition zu vermeiden. Diese neuen Informationen sollten Jäger und die Konsumenten von Wildbret erhalten, damit sie aufgrund dieser Erkenntnis ihre Entscheidung treffen können. Wenn Verzehrer von erlegtem Wild keine Wahl haben mit welcher Munition das Tier erlegt wurde (z.B. Aasfressende Wildtiere, welche die Reste der ausgenommenen Wildtiere verzehren, soziale Einrichtung mit von Jägern gespendeten Wildfleisch, Käufer von vermarkteten Wildbret in Europa und weltweit), dann ist die Verwendung bleifreier Munition essentiell um eine Bleiexposition sicher zu vermeiden. Eine zunehmende Nachfrage für bleifreie Munition wird deren Produktionsrate erhöhen und sollte dadurch helfen die gegenwärtige Differenz der Kosten zwischen bleifreier und bleihaltiger Munition zu reduzieren.

Primary Prevention of Lead Exposure from Ingested Spent Ammunition: Solutions on Behalf of California Condors and Human Health

California condors (*Gymnogyps californianus*) are exposed to lead from ammunition used to kill game animals; exposures are often high enough to be fatal and frequent enough to prevent species recovery. A certain way to eliminate the problem is for hunters to use lead-free ammunition. The *Arizona Game and Fish Department* promoted a voluntary switch to lead-free ammunition which achieved 90% participation in 2008 after four years of effort, and united hunters with conservation. In California, a legislative ban on lead ammunition took effect in July 2008 but created divisiveness between hunters and condor conservation. Claims by shooting sports industry representatives that no problem exists are unsubstantiated, self-serving, and ignore wildlife fatalities and risks to the health of people who eat game meat harvested with lead ammunition. Our study of lead in venison showed that bullet lead contaminated 32% of commercially processed ground venison packages with an average of 17.2 mg lead, and raised blood lead concentrations in test pigs. Hunters, their families, and other people who eat venison are at risk of exposure to bioavailable lead. Current knowledge of serious health effects to both wildlife and people underscores the need for hunters to choose the high quality, effective lead-free bullets and shot now available as substitutes.

Literatur

AZGFD. *Arizona Game and Fish Department* (2009) Non-lead Rifle Ammunition. *Arizona Game and Fish Department*. http://www.azgfd.com/pdfs/w_c/condors/Non-LeadAmmo.pdf. Accessed 20 May 2009

Carter A. (2007) Xtraordinary. Shooting Illustrated Magazine, July 2007. *National Rifle Association Publication*, Fairfax, VA

Cornatzer W. E., E. F. Fogarty & E. W. Cornatzer (2009) Qualitative and quantitative detection of lead bullet fragments in random venison packages donated to the Community Action Food Centers of North Dakota, 2007. In: R. T. Watson, M. Fuller, M. Pokras & W. G. Hunt (Hrsg.). Ingestion of Lead from Spent Ammunition: Implications for Wildlife and Humans. The *Peregrine Fund*, Boise, Idaho, USA. DOI 10.4080/ilsa.2009.0111

Fisher I., D.J. Pain & V.G. Thomas (2006) A review of lead poisoning from ammunition sources in terrestrial birds. *Biological Conservation* 131:421-432. DOI 10.1016/j.biocon.2006.02.018

Gilbert S.G., & B. Weiss (2006) A rationale for lowering the blood lead action level from 10 to 2 µg/dL. *NeuroToxicology* 27:693–701. DOI: 10.1016/j.neuro.2006.06.008

Green R. E., W. G. Hunt, C. N. Parish & I. Newton (2008) Effectiveness of action to reduce exposure of free-ranging California Condors in Arizona and Utah to lead from spent ammunition. *PLoS ONE* 3(12):e4022. doi:10.1371/journal.pone.0004022

Hunt W. G., W. Burnham, C. N. Parish, K. K. Burnham, B. Mutch & J. L. Oaks (2006) Bullet fragments in deer remains: Implications for lead exposure in avian scavengers. *Wildlife Society Bulletin* 34:167-170. Also DOI: 10.4080/ilsa.2009.0123

Hunt W. G., R. T. Watson, J. L. Oaks, C. N. Parish, K. K. Burnham, R. L. Tucker, J. R. Belthoff, & G. Hart (2009) Lead bullet fragments in venison from rifle-killed deer: potential for human dietary exposure. *PLoS ONE* 4(4):e5330. DOI: 10.1371/journal.pone.0005330

Jusko T. A., C. R. Henderson, B. P. Lanphear, D. A. Corey-Slechta & P. J. Parsons (2008) Blood lead concentrations <10 µg/dL and child intelligence at 6 years of age. *Environ Health Perspect* 116:243-248. DOI:10.1289/ehp.10424

Kosnett M. J. (2009) Health effects of low dose lead exposure in adults and children, and preventable risk posed by the consumption of game meat harvested with lead ammunition. In: R. T. Watson, M. Fuller, M. Pokras, and W. G. Hunt (Hrsg.). Ingestion of Lead from Spent Ammunition: Implications for Wildlife and Humans. The *Peregrine Fund*, Boise, Idaho, USA. DOI 10.4080/ilsa.2009.0103

Menke, A., P. Muntner, V. Batuman, E.K. Silbergeld & E. Guallar (2006) Blood lead below 0.48 µmol/L (10µg/dL) and mortality among US adults. *Circulation* 114:1388-1394. DOI: 10.1161/circulationaha.106.628321

MDA. Minnesota Department of Agriculture (2008) Investigation of lead contamination in hunter-harvested venison donated to food charities in Minnesota. http://agencies.2harvest.org/resources/documents/MDA_Investigation_of_Lead_Contamination_060608.pdf. Accessed 20 May 2009

NSSF. National Shooting Sports Foundation (2008) Firearms industry statement on results of CDC blood lead levels in hunters study. http://www.nssf.org/news/PR_idx.cfm?PRloc=share /PR/&PR=110708.cfm&CFID=5391043&CFTOKEN=c8730ba745d035d9-5FC4EA35-DD88-CAAB-B87369A556A17B2B&jsessionid=f030ee47526b484aa9dd78594a2776cc3c58. Accessed 20 May 2009

Pain D. J., I. J. Fisher & V. G. Thomas (2009) A global update of lead poisoning in terrestrial birds from ammunition sources. In: R. T. Watson, M. Fuller, M. Pokras, and W. G. Hunt (Hrsg.). Ingestion of Lead from Spent Ammunition: Implications for Wildlife and Humans. The *Peregrine Fund*, Boise, Idaho, USA. DOI 10.4080/ilsa.2009.0108

Pattee O. H., S. N. Wiemeyer, B. M. Mulhern, L. Sileo & J. W. Carpenter (1981) Experimental lead-shot poisoning in Bald Eagles. *Journal of Wildlife Management* 45:806–810

Sieg R., K. A. Sullivan & C. N. Parish (2009) Voluntary lead reduction efforts within the northern Arizona range of the California Condor. In: R. T. Watson, M. Fuller, M. Pokras, and W. G. Hunt, (Hrsg.). Ingestion of lead from spent ammunition: Implications for wildlife and humans. The *Peregrine Fund*, Boise, Idaho, USA. DOI 10.4080/ilsa.2009.0309

U.S. Department of Health and Human Services (USDHHS) (2008) The potential for ingestion exposure to lead fragments in venison in Wisconsin. Health Consultation. Wisconsin Department of Health and Family Services and Agency for Toxic Substances and Disease Registry

Watson R. T., M. Fuller, M. Pokras, and W. G. Hunt (Hrsg.) (2009) Ingestion of Lead from Spent Ammunition: Implications for Wildlife and Humans. The *Peregrine Fund*, Boise, Idaho, USA