

Zeitschrift: Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire
ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

Herausgeber: Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

Band: 123 (1981)

Artikel: Die Umweltverschmutzung mit Blei : Bleigehaltsbestimmungen in Knochen von Feldhasen aus dem Kanton Bern : Entwicklung einer neuen Veraschungsmethode zur Bleibestimmung im Knochen

Autor: Klingler, K. / Hauser, E. / Hiestand, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-592437>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Schweiz. Arch. Tierheilk. 123, 311–321, 1981

Aus dem Veterinär-bakteriologischen Institut der
Universität Bern (Direktor: Prof. Dr. H. Fey), Abt. für Geflügel-, Wild- und Fischkrankheiten
und dem BA für Veterinärwesen (Direktor: Prof. Dr. H. Keller),
Lebensmittelchemische Abteilung

Die Umweltverschmutzung mit Blei Bleigehaltsbestimmungen in Knochen von Feldhasen aus dem Kanton Bern Entwicklung einer neuen Veraschungsmethode zur Bleibestimmung im Knochen¹

von K. Klingler, E. Hauser und H. Hiestand²

Literaturübersicht

Natürliche Verbreitung von Blei und seinen Verbindungen: Abgesehen von selteneren Mineralien wie Bleisulfoarsenit (Jordanit), Kupferbleisulfoantimonit (Jamesonit), Bleivitriol, Weissbleierz, Gelbbleierz und Scheelbleierz kommt Blei in der Natur hauptsächlich als Bleiglanz oder Galenit (PbS) vor. Seine metallisch glänzenden, würfelförmigen Kristalle finden sich in Schiefer, Kalk- und Sandstein sowie in Dolomit (Hofmann). In welchen Mengen Blei und seine Verbindungen in der Umwelt natürlicherweise anzutreffen waren, kann heute nicht mehr festgestellt werden. Auch in abgelegenen, von Industrie und Verkehr scheinbar nicht belasteten Gegenden lassen sich in Wasser, Pflanzen und Boden Bleigehalte ermitteln, deren Herkunft nachweisbar von z. T. sehr weit entfernten Emissionsquellen bedingt ist (Rühling). Nach Hapke ist Blei ein ubiquitäres Schwermetall, das als Spurenelement auch in Gebieten ohne Bleiemittenten vorkommt. Ebenso soll in jedem Organismus Blei in Spuren zu finden sein. Als normal werden z. B. in der BRD folgende Werte angesehen (Bundesministerium des Innern):

Futtermittel und pflanzliche Lebensmittel	0,1 –10 ppm
Rinderblut	0,1 –0,5 ppm
Rinderleber	0,1 –1,0 ppm
Luft	0,1 –3 ng/m ³
Trinkwasser	0,01–0,1 ppm

¹ Nach der Dissertation von H. Hiestand.

² Adresse: Prof. Dr. K. Klingler, Postfach 2735, CH-3001 Bern.

Ursachen von Bleimissionen: Gemäss Untersuchungen an Eisschichten des Nordpols war der Bleigehalt um 800 v. Chr. unter 0,05 ng/kg. Ein erster Anstieg der Bleikonzentration im Polareis geht auf Schmelzprozesse der Eisenindustrie und auf Kohlenverbrennung zu Beginn des industriellen Zeitalters um 1750 zurück. Eine weitaus stärkere Belastung der Biosphäre wurde um 1920 durch die Beimischung von Bleitetraäthyl und -methyl zu den Treibstoffen ausgelöst (Eisproben vom Nordpol aus dem Jahr 1960 = 0,2 ng/kg). Im Jahr 1969 wurden in der BRD schätzungsweise 7000 t Blei über Autoabgase in die Atmosphäre abgegeben. Für die USA wurde berechnet, dass 98,2%, bzw. 181000 t der gesamten Bleimission des Jahres 1969 auf Verbrennungsmotoren entfallen (National Inventory of Air Pollutant Emissions and Controls). In der Schweiz wurden 1968 durch Motorfahrzeuge 700 t Blei freigesetzt (*Zuber*). Die im Benzin vorhandenen Bleimengen (200–600 mg/l) werden zu 50–70% mit den Auspuffgasen an die Luft abgegeben. Der Rest lagert sich im Motor und in der Auspuffanlage ab. Ein Personenauto mit 10 lt/100 km Benzinverbrauch setzt über die Auspuffgase 2–3 g Blei/100 km frei. Das den Kraftstoffen in Form von Alkylen zugegebene Blei zerfällt bei der Verbrennung in Bleioxyd und Äthylradikale. Da in die Kraftstoffe zusätzlich auch Äthylendibromid und -dichlorid beigemischt werden (zur Verhinderung von Bleioxydablagerungen im Motorraum), entsteht leichtflüchtiges Bleichlorbromid, das dann zusammen mit Bleisulfat, Bleikarbonat und andern Bleisalzen freigesetzt wird. Im Benzin vorhandene Phosphorsäurereste – sie verhindern Glühzündungen – führen zur Bildung von Bleiphosphaten in den Auspuffgasen (*Boehnke*). Die erwähnten Bleiverbindungen sind im Bereich stark befahrener Autobahnstrecken und in Industrieballungszentren zunächst als fein verteilter Staub in der Luft vorhanden, der sich bald in der Umgebung absetzt. Umfangreiche Untersuchungen zeigten, dass in Autostrassennähe die Bleigehalte von Futterpflanzen, Laubblättern und Koniferennadeln stark erhöht sein können, feststellbar bis auf 100 m beidseitig der Fahrbahn (*Sommer, Bovay, Keller, Zuber, Warren, Cannon, Kloke, Brunner, Gyimothi*). Das Ausmass der Kontamination hängt von folgenden Faktoren ab:

Verkehrsdichte, Verkehrsfluss, Strassensteigung, Entfernung der Standorte von der Fahrbahn, Expositionszeit (Vegetationsdauer), Oberflächenstruktur und Lage der exponierten Pflanzenteile, Niederschlagsverhältnisse, Windrichtung und -stärke. Nach *Leh, Zuber* und *Kloke* weisen Pflanzen mit grosser und rauher Oberfläche grössere Bleigehalte auf als solche, die eine kleinere und glattere Oberfläche besitzen. Ausserdem fanden sie, dass bis zu 30% des auf der Oberfläche haftenden Bleies mit Wasser abwaschbar ist. Unterirdisch gewachsene Pflanzenteile (Kartoffelknollen, Rübenkörper) zeigen keine signifikante Bleigehaltserhöhungen, wenn das Kraut kontaminiert ist. Andererseits ergaben Gefässversuche mit Weidegras, Tomaten und Kartoffeln, dass mit steigendem Bleigehalt des Bodens, der Bleigehalt der Wurzeln grösser wird, dass aber nur geringe Mengen in die übrigen Pflanzenteile gelangen. Versuche mit radioaktiv markiertem Blei (Pb-210) liessen erkennen, dass der weitaus grösste Teil des als Ärosol auf die Blätter gegebenen Bleies am Aufgabort deponiert wird, und nur sehr geringe Mengen in andere Pflanzenteile abwandern (*Kloke*).

In der Umgebung von bleiabbauender und -verarbeitender Industrie lässt sich ebenfalls eine erhöhte Kontamination mit Blei feststellen. So fanden sich nach *Vetter* im Boden und im Weideaufwuchs in der Umgebung eines Industriezentrums (Nordrhein-Westfalen) erhöhte Bleigehalte bis in eine Entfernung von mindestens 12 km. Im Nahbereich bis 1,5 km traten derart hohe Gehalte auf, dass eine landwirtschaftliche Nutzung nicht mehr möglich war.

Resorption und Speicherung des Bleies: Beim Tier gelangt das Blei fast immer auf oralem Wege in den Körper. Wie es resorbiert wird, darüber kann nur spekuliert werden, da sich der Vorgang analytisch nur schwer fassen lässt. In Industrieballungsgebieten ist auch eine beschränkte Resorption über die Atmungswege möglich. Die Aufnahme über die Haut ist bedeutungslos. *Kreuzer et al.* fanden in der Muskulatur von geschossenen Wildenten sehr hohe Bleikonzentrationen. Als Ursache dafür vermuten sie eine postmortale Bleianreicherung des Gewebes durch darin befindliche Bleischrote. Nach *Auer* soll es nach peroraler Aufnahme von Bleischroten (beim Gründeln) bei Enten zu Vergiftungen mit Lähmungserscheinungen und Durchfall kommen. Dies überrascht etwas, da peroral aufgenommenes Blei auch bei Enten grösstenteils mit den Faeces wieder ausgeschieden wird. Bleisulfid und -karbonat werden im Magen-Darmkanal zwar von Säuren angegriffen und geringgradig löslich gemacht. Die Lösungsgeschwindigkeit ist jedoch so gering, dass ihre Aufnahme nur wenig Gefahr bringt (*Garner*). Das Verhältnis des resorbierten Bleies zum peroral aufgenommenen ist weitgehend gleich, unabhängig davon, ob das Blei als lösliche Verbindung – etwa als Bleiazetat – oder aber als nahezu unlösliches Salz (z. B. als Karbonat) vorliegt. Es bewegt sich beim Schaf zwischen 1–2% (*Blaxter*). *Garner* vermutet, dass Blei im Magen-Darmkanal nicht in anorganischer Form, sondern an Eiweiss gebunden resorbiert wird. Das resorbierte Blei gelangt vom Darm über den Pfortaderkreislauf in die Leber, von wo es teilweise mit der Galle wieder ausgeschieden wird (*Garner*). Eine kleine Menge gelangt in den allgemeinen Kreislauf, wobei ein weiterer Teil durch die Nieren eliminiert wird. Nach *Blaxter* sind bei Schafen die Bleiwerte im Harn abhängig von der aufgenommenen Menge, jedoch nicht direkt proportional. Das nicht ausgeschiedene Blei wird zur Hauptsache im Skelett mit Hilfe der gleichen Mechanismen wie beim Calcium eingelagert. Sind die Aufnahmemöglichkeiten mangels weiterer Reaktionspartner erschöpft, wird weiterhin zugeführtes Blei nahezu völlig wieder ausgeschieden (*Langenbach*). Das «Depot-Blei» kann jederzeit wieder mobilisiert werden, z. B. bei Änderung des Ionenmilieus, der Ernährung, bei Infektionen, Traumen oder unspezifischen Reizen. Beim Mensch und verschiedenen Versuchstieren wurde ein geschlechts- und altersgebundener Unterschied einzelner Gewebe festgestellt (*Boudene, Brunaux, de Graeve, Barry, Jeanmaire, Secchi*). Im Speziellen wird im weiblichen Organismus eine erhöhte Störungsanfälligkeit des Porphyrinstoffwechsels gegenüber Blei angenommen. Nach *Zurlo* kann es während der Schwangerschaft und Laktation bei ungenügender Ca- und Fe-Zufuhr zu einer erhöhten Bleieinlagerung kommen. *Rüssel* nimmt an, dass das Blei in Leber, Niere und Milz bleivergifteter Rinder an hochmolekularen, eisenhydroxydhaltigen Verbindungen sitzt. Nach *Barth* und *Frohmaier* nimmt der Gesamtbleigehalt des Menschen mit dem Alter zu. So konnte im Skelett noch nach dem 80. Lebensjahr eine

Vermehrung beobachtet werden (*Horiuchi, Schroeder, Jeanmaire*). Andererseits vermutet *de Graeve*, dass im menschlichen Körper bei gleichbleibendem, minimalem Angebot nach etwa 30 Jahren ein Gleichgewichtszustand zwischen Aufnahme und Ausscheidung erreicht wird. Für Blutblei beträgt diese Zeit nur ca. 100 Tage (*Wetherhill*).

Bleigehalte in tierischen Geweben: Es existieren relativ wenig diesbezügliche Veröffentlichungen:

Tierart	Fleisch Blei ppm	n	Leber Blei ppm	n	Nieren Blei ppm	n
Rind	0,13–0,71	11	0,18–0,71	10	0,21–1,73	8
Schwein	0,41–1,3	4	1,27–4,19	4	0,42–1,86	3
Pferd	0,02–0,07	1	0,14–4,22	1	0,04–0,87	1
Feldhase	–		0,92–3,82	1	0,41–4,82	1

n = Anzahl Veröffentlichungen, aus denen der Durchschnitt errechnet wurde. Autoren sind: Rind: *Danckwortt, Allcroft, Schroeder, Treville, Bergner, McLean, Lehnert, Peden, Bovay, Grahwit, Kreuzer, Oehlschläger*; Schwein: *Nilsson, Hecht, Holm, Olsman*; Pferd: *Holm*; Feldhase: *Holm*. Rinder, Schweine und Pferde wurden normal geschlachtet, die Feldhasen auf der Jagd geschossen. Die Bleiwerte beziehen sich auf das Frischgewicht.

Die relativ hohen Bleiwerte bei den Hasen erklärt *Holm* damit, dass die untersuchten Tiere sich im Winter in ihrem Herkunftsgebiet hauptsächlich durch Äsung an den Wegböschungen ernähren.

Über den Bleigehalt im Knochengewebe von Mensch und Tier ist ebenfalls nur wenig gearbeitet worden. Man weiss, dass im Skelett ca. 90% des zurückgehaltenen Bleies gespeichert wird (*Seraphim, Rinkler*). *Behrens* fand die stärkste Anreicherung von Blei in der subepiphysären und subperiostalen Zone der langen Röhrenknochen, in der Knochen-Knorpelgrenze der Rippen, in den Randzonen der Segmente des Sternums und in der Zahnpulpa (*Weinig*). Nach *Bank* bewirkt das in die Dentinkanälchen einwandernde Blei durch Veränderung im Kalkstoffwechsel die für eine Bleivergiftung typischen Atrophieerscheinungen im Bereich der Zähne. Knochenmark und Knorpel sind nach *Behrens* nahezu bleifrei. Nach *Riecken* sind Transport und Ablagerung von Blei eng an die Funktion der Osteozyten gebunden. Ein Unterschied im Bleigehalt zwischen der subperiostalen Zone, der Spongiosa und der Compacta soll auf eine mögliche erhöhte Bleibelastung hinweisen (*Gossmann, Weinig*).

Systematische Untersuchungen an experimentell mit Blei gefütterten Hühnern haben *Nezel* und *Vogt* gemacht. Sie fanden folgende Werte:

Broiler nach 7 Wochen					Legehennen nach 26 Wochen				
Zusatz von Blei zum Futter	ppm 0	ppm 20	ppm 40	ppm 80	ppm 0	ppm 20	ppm 40	ppm 80	
Brustmuskel	0,08	0,05	0,08	0,08	0,06	0,05	0,06	0,04	ppm
Schenkelmuskel	0,05	0,11	0,11	0,14	0,065	0,065	0,08	0,08	ppm
Leber	0,22	0,37	0,49	0,70	0,11	0,12	0,18	0,29	ppm
Nieren	0,20	0,85	1,45	2,64	0,10	0,60	1,40	2,40	ppm
Knochen	0,41	4,40	9,65	22,09	0,80	23,2	47,9	60,6	ppm
Federn	0,63	1,50	1,85	2,77	1,50	1,8	2,6	3,6	ppm

Die Bleiwerte beziehen sich auf das Frischgewicht.

Bei den Broilern traten ab 500 ppm Bleibeimischung zum Futter verminderte Gewichtszunahme, ab 4000 ppm Perosis auf (*Nezel*). *Nezel* gibt bei Fütterung von hoch-Blei-kontaminiertem Futter für Gewebe von Broilern folgende «Sättigungskonzentrationen» an:

Pb-Sättigungskonzentration in ppm (24 Versuchstiere)		erreicht bei Pb-Futterkonzentrationen in ppm nach 7 Wochen Fütterung
Muskeln	1	1000
Leber	6	4000
Nieren	12	5000
Federn	80	3000
Knochen	>1000	>6000
Haut	6	3000
Fett	3	1000

Toxizität: Über die Toxizität von Blei beim Feldhasen konnten in der Literatur keine Angaben gefunden werden. Nach *Bentz* liegt die akute, orale, tödliche Dosis von Bleiazetat oder Bleioxyd für Kälber bei 0,4 g/kg KG, bei Pferden die DL_{100} bei ca. 500 g/Tier, bei Schweinen oder Hunden bei 10–25 g/Tier. Vom gleichen Autor stammt die nachfolgende Zusammenstellung von Vergiftungsversuchen bei kleinen Versuchstieren:

Substanz	Tierart	Aufnahmeweg	DL ₁₀₀ (mg/kg KG)
Blei (Schrot, metallisch)	Ratte	i.p.	> 1000
	Meerschweinchen	i.p.	100–200
	Taube	oral	160
Bleioxyd	Ratte	i.p.	400
	Meerschweinchen	i.p.	100–200
Bleidioxyd	Meerschweinchen	i.p.	200
Bleisulfat	Meerschweinchen	oral	35 000
	Hund	i.p.	10 000
		oral	2500
Bleisulfid	Ratte	i.p.	1600
	Meerschweinchen	oral	10 000
		i.p.	200
Bleitetraäthylen	Ratte	i.p.	10
	Kaninchen	s.k.	312–468
		i.v.	22–46
Bleichromat	Meerschweinchen	i.p.	150–300
Bleiazetat	Ratte	i.p.	150
	Kaninchen	s.k.	300
		i.v.	50–400
	Katze	s.k.	100
	Hund	oral	300
		s.k.	80
		i.p.	9

Da die meisten Bleiverbindungen nur schwer resorbierbar sind und daher zum Grossteil mit den Faeces wieder ausgeschieden werden, kommt es durch eine einmalige Aufnahme nicht sofort zu einer Vergiftung. Werden löslichere Verbindungen (z.B. Bleiazetat) in grösseren Mengen aufgenommen, verursachen sie im Magen-Darmtrakt unspezifische, örtliche Verätzungen. Der resorbierte Anteil greift psychische, motorische und vasomotorische «Hirnzentren» sowie die roten Blutkörperchen an (*Bentz*). Die Tiere zeigen klinisch Trägheit, Anorexie und Abmagerung, Muskelzuckungen, Schaumbildung vor dem Maul und Erbrechen. Beim Geflügel fallen Depression, Appetitverlust, Abmagerung, starker Durst und Muskelschwäche auf. Der Exitus tritt nach 2–4 Tagen ein (*Staples, Garner*). Pathologisch-anatomische Veränderungen: Labmagenentzündung (Schafe regelmässig, Kälber seltener), fahle Nieren mit Petechien, Petechien auf dem Epikard und auch anderswo, Lungen evtl. diffus mit Blut angeschoppt, Muskulatur evtl. grün-rot verfärbt.

Bei der chronischen Bleivergiftung unterscheidet *Bentz* eine aktive Phase der Bleiionenwanderung im Blut und in der Gewebeflüssigkeit von der retardierenden Phase der Ablagerung im Knochengewebe. Die Langzeitschadwirkung des Bleies besteht darin, auf Grund der allen Schwermetallen eigenen Affinität zur Sulfhydrylgruppe (S-H-Gruppe) der Aminosäuren und Eiweisse, verschiedene Fermente zu

hemmen. Für Blei sind innerhalb des Porphyrinstoffwechsels bei der Häminsynthese einige Angriffspunkte bekannt. Mit Hilfe der Messung der delta-Aminolävulinsäure-Dehydrase-Aktivität, die in die Porphyrinsynthese eingeschaltet ist, können nach *Haas* bleigefährdete Arbeiter überwacht werden. Das Verfahren wurde von *Fassbender* für Veterinärzwecke ausgearbeitet. Als Normalwerte für Blutbleigehalte werden beim Menschen 0,16–0,33 ppm angesehen (*Lehnert, Bovay, Kehoe*). Als Grenzwerte beim Menschen gibt *Noirfalise* 0,4–0,5 ppm im Blut an. Als Normalwerte bezeichnen *Bovay, Bentz, Garner* und *Rosenberger* beim Pferd und Rind einheitlich 0,05–0,23 ppm. Über die sicher toxischen Blutwerte gehen die Meinungen jedoch auseinander (*Bovay, Rosenberger*: 1,4–1,5 ppm beim Rind; *Roemmele*: 1,42 ppm bei Rind und Pferd). *Hapke* hingegen hält die Blutbleispiegelmessung für eine ungeeignete Methode zum Nachweis einer Bleivergiftung, da als Folge der renalen Ausscheidung zu grosse Schwankungen bestehen.

Eigene Untersuchungen

Knochenbleigehalte beim Feldhasen

Der Feldhase kommt unterhalb der Waldgrenze im ganzen Kanton Bern vor, selbst bis zu den Stadträndern. Er ist ein Konsument von bodennahen Pflanzen, und sein Lebensraum ist relativ klein (*Pielowski*: «90% aller Hasen verbringen normalerweise ihr ganzes Leben in einem Geburtsortumkreis von 2 km»; *Merz*: «Der Aktionsraum jedes markierten Hasen wies einen Hauptaktionsplatz auf, der praktisch alle Standplätze umfasste und einen mittleren Radius von 300 m hatte»). Der Feldhase dürfte daher ein guter Gradmesser für die Verschmutzung einer Landschaft sein. Durch die Bernische Jagdverwaltung haben wir im Jahr 1971 eine grössere Anzahl von Feldhasen (Fallwild) einsammeln lassen. In der Dissertation von *D. Rüedi* wurden die Lebern in Bezug auf chlorierte Kohlenwasserstoffe untersucht. Aufgabe der Dissertation von *H. Hiestand* war es, die Knochen (Femur) der gleichen Hasen auf ihren Bleigehalt zu prüfen. Untersucht wurden total 105 Hasen.

Untersuchungstechnik:

Folgende Methoden der Spurenelementanalyse werden verwendet:

Photometrie: Störanfällig durch unspezifische Matrixeffekte. Röntgenfluoreszenz: Noch ungenügend ausgearbeitet. Polarographie: Zeitaufwendig, geringe Nachweisempfindlichkeit. Aktivierungsanalyse: Es können nur sehr kleine Proben verarbeitet werden, kompliziert.

Atomabsorptionsspektrophotometrie. Diese Methode wurde durch *Hiestand* angewandt.

Prinzip der Atomabsorptionsspektrophotometrie: Mit Hilfe von hohen Temperaturen werden einzelne Elemente in einatomigen Dampf übergeführt. Diese Atome absorbieren elektromagnetische Strahlung jener Wellenlänge, die sie in angeregtem Zustand emittieren. Die Absorption einer definierten Wellenlänge ist der Elementkonzentration in der Atomdampfwolke proportional (*Walsh*). Vorteil der Methode ist ihre hohe Empfindlichkeit, Nachteil die aufwendige Probenverarbeitung bzw. die Abtrennung störender Elemente. Organische Materialien müssen vor der Einbringung in

den Strahlengang des Atomabsorptionsspektrophotometers (AAS) vollständig mineralisiert sein (Veraschung). Dies kann auf verschiedene Arten geschehen:

Trockene Veraschung: Veraschung im Muffelofen bei Temperaturen über 300 °C. Die Methode ist billig, jedoch gibt es schlecht reproduzierbare Bleiverluste durch Abdampfen leicht flüchtiger Verbindungen.

Veraschung unter Vakuum im Sauerstoffplasma («Kaltveraschung»): Veraschung z.T. unvollständig. Es können nur sehr kleine, nicht repräsentative Mengen verarbeitet werden.

Nass-Veraschung: Nasse Mineralisation mit $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$ oder HClO_4 im offenen System: Arbeitsaufwendig, hohe Blindwerte, Störungen bei der Messung im AAS infolge hoher Säurekonzentrationen.

Nasse Mineralisation unter Druck: Rasch und ohne grossen Aufwand durchführbar. Nachteilig sind die kleinen Einwaagen. Durch Adsorption von Blei an die Teflonwände des Veraschungsbehälters kann es zu nicht reproduzierbaren Resultaten kommen.

Hiestand benutzte für seine Untersuchungen den von *Mohadjerani* und *Hauser* entwickelten Verbrennungsapparat. Dabei wurde das Untersuchungsmaterial (max. 1 g TrS) mittels einer Platinelektrode in einem Glaskolben elektrisch gezündet und im Sauerstoffstrom verbrannt. Die Verbrennungsprodukte wurden im Kolben selbst und in zwei hintereinander geschalteten Absorptionsgefässen aufgefangen.

Arbeitsvorschrift nach Hiestand: Präparation des Femur aus der Muskulatur und Trocknen bei 120 °C während 24 Stunden (bei 100 °C keine Gewichtskonstanz erreichbar) – Einwiegen von 0,5–0,8 g der mechanisch zerkleinerten Compacta (*Behrens*) und Umwickeln der Splitter mit Paraffinfolie (0,01 g als Brennhilfe) und einem Filterstreifen (Zündhilfe) – Einbringung der Probe in das Platinnetz des Verbrennungskolbens – Auffüllen des Absorptionsgefässes mit je 20 ml HNO_3 (50%) – Durchspülen des Verbrennungskolbens mit Sauerstoff (1 Min.) – elektrische Zündung der Probe (Veraschung dauert ca. 20 Sek.) – Durchspülen des Verbrennungskolbens mit Sauerstoff bis zur Abkühlung (ca. 3 Min.) – Lösung der Ascherückstände von Platinnetz und Kolbenrand mit HNO_3 aus den Absorptionsgefässen – Schliessen beider Hähne des Verbrennungskolbens und Aufsetzen des Rückflusskühlers, mässiges Kochen der Lösung (15 Min.) – Abkühlen auf Zimmertemperatur – Neutralisation mit NaOH (50%) bis auf pH 2,4 (beste Resultate) – Zugabe von 1 ml Ammoniumpyrrolidinthiocarbamat (2%) – Zugabe von 5 ml Methylisobutylketon (MIBK) – 2 Min. schütteln der Probe von Hand – Absetzenlassen der Phasen – Messung der Absorption in einem AAS (Perkin-Elmer Mod. 306, Zweistrahl-Deuterium-Untergrundkompensation, Dreischlitzbrenner; Betrieb des Brenners mit einem Acetylen-Luftgemisch; Verwendung der 283 nm-Linie für die Bleibestimmung, die ein weniger verrauschtes Signal liefert als die 217,0 nm-Linie) unter Einspritzung der Probelösung direkt in die Flamme des Brenners – Errechnung des Bleigehaltes an Hand einer MIBK-Eichreihe – Inabzugbringung der Blindwerte für Reagentien, Paraffinfolie und Filterstreifen.

Ergebnisse: Die bei 105 untersuchten Hasenfemurknochen gefundenen Bleiwerte variierten zwischen 0,36 und 10,02 ppm (Trockensubstanz) und wiesen einen Durch-

schnittswert von 3,17 ppm auf. Die Einzelwerte wurden gruppiert, einander gegenübergestellt und auf signifikante Unterschiede geprüft:

Alt- und Junghasen: Keine signifikante Unterschiede im Knochenbleigehalt. Die Klassierung war jedoch unsicher, da sie sich mangels einer genauen Altersbestimmungsmethode allein auf das Funddatum, das Körpergewicht und auf den Zustand der Gonaden abstützt.

Abhängigkeit vom Geschlecht: Keine signifikante Unterschiede.

Abhängigkeit vom Gewicht: Keine signifikante Unterschiede.

Kranke Hasen: Keine signifikante Relationen zum Knochenbleigehalt.

Regionale Unterschiede: Von der Überlegung ausgehend, dass der motorisierte Verkehr in der Nähe von grossen Ortschaften und auf grossen Strassen wesentlich intensiver und damit auch eine grössere Blei emission zu erwarten ist, wurde folgende Einteilung gemacht:

a = kleine Orte b = grosse Orte c = kleine Strassen (3.u.4. Kl.) d = grosse Strassen e = Feld und Wald

Als kleine Orte wurden willkürlich solche bezeichnet, die im Telefonbuch weniger als 1 Seite Abonnenten aufweisen

	n	\bar{x}	s	a	b	c	d
a	6	1,85	1,10				
b	14	4,10	1,75	+			
c	12	1,84	1,10	-	+		
d	46	4,02	1,92	+	-	+	
e	24	2,08	0,93	-	+	-	+

n = Grösse der Gruppe; \bar{x} = Mittelwert (ppm); s = Standardabweichung (ppm).

Der Knochenbleigehalt von Hasen aus der Nähe von kleinen Ortschaften und von wenig bewohnten Gegenden ist niedriger als derjenige aus der Umgebung von grossen Ortschaften, und derjenige längs kleiner Strassen ist kleiner als derjenige längs grosser Strassen. Entsprechend ist auch der Durchschnitt der Bleiwerte aus der Umgebung von kleinen Ortschaften und Strassen sowie aus wenig bewohnten Gegenden niedriger als derjenige von grossen Ortschaften und grossen Strassen zusammen ($p < 1\%$):

	n	\bar{x}	s
ace	33	2,00	0,98
bd	56	4,07	1,93

Zusammenfassung

In einem allgemeinen Teil wird eine Übersicht über das Schrifttum³ betreffend die natürliche Verbreitung, erhöhtes Vorkommen, den Stoffwechsel im Warmblüterorganismus und die Toxizität von Blei für Warmblüter sowie den Knochenbleigehalt von Mensch und Tier gegeben.

In 105 untersuchten Femurknochen von Feldhasen aus dem ganzen Kanton Bern variierten die Bleiwerte zwischen 0,36 ppm und 10,02 ppm (Trockensubstanz). Diese Werte sind als niedrig zu bezeichnen. Signifikant erhöht waren die Knochenbleiwerte aus Herkunftsgebieten, wo ein vermehrter Motorfahrzeugverkehr besteht (grosse Strassen, grosse Ortschaften). Eine Abhängigkeit vom Alter, dem Gewicht, dem Geschlecht oder vom Gesundheitszustand konnte nicht nachgewiesen werden, wobei zu erwähnen ist, dass die jeweiligen Gruppen zum Teil sehr klein waren und dass eine exakte Methode für die Altersbestimmung beim Feldhasen fehlt.

Die Bleianalysen wurden mit Hilfe der Atomabsorptionsspektrophotometrie gemacht, wobei die Veraschung im mit Sauerstoff durchspülten Verbrennungskolben erfolgte. Die Proben wurden in Paraffinfolie (Brennhilfe) und einen Filterstreifen (Zündhilfe) eingewickelt. Gezündet wurde mit Hilfe einer Platinkörbchenelektrode. Nachteil der Methode: Störungsanfälligkeit der Lötstellen der Elektrode (Reparatur durch Hartlöten mit speziellem Lot). In Anbetracht der Kürze der Veraschungszeit und der Präzision der Ergebnisse scheint die Methode trotzdem am ehesten geeignet für Routineuntersuchungen.

Résumé

Dans une première partie, l'auteur donne une liste des monographies⁴ relatives à la répartition naturelle du plomb, à son accumulation, à son métabolisme chez les animaux à sang chaud et à sa toxicité chez ces derniers, ainsi qu'à la teneur en plomb dans les os de l'homme et des animaux.

Pour 105 fémurs analysés chez des lièvres provenant de tout le canton de Berne, les teneurs en plomb oscillèrent entre 0,36 ppm et 10,02 ppm (substance sèche). Ces valeurs peuvent être considérées comme basses. Les teneurs en plomb des os étaient particulièrement élevées lorsque les lieux de provenance des lièvres étaient situés sur des axes à grand trafic motorisé (grandes routes, localités importantes). Il n'a pas été possible de démontrer une relation en rapport avec l'âge, le poids, le sexe ou l'état de santé; il faut cependant remarquer que les lots étaient parfois très petits et que la détermination de l'âge chez le lièvre ne repose pas sur des méthodes exactes.

Pour la mise en évidence du plomb, l'auteur a fait appel à la photométrie spectrale d'absorption atomique où l'obtention de la matière sèche était réalisée dans une cornue avec circuit d'oxygène. Les échantillons étaient enrobés d'une couche de paraffine (pour favoriser la combustion) et d'une bande de papier-filtre (pour favoriser l'allumage). L'allumage a été effectué à l'aide d'une électrode en platine. L'inconvénient de cette méthode réside en de fréquents dérèglements des points de soudure de l'électrode (à réparer par une soudure spéciale). En tenant compte de la faible durée de l'expérimentation et de la précision des résultats, il semble bien que cette méthode soit la plus appropriée pour effectuer des examens de routine.

Riassunto

In una parte generale si passa in rassegna la letteratura⁵ riguardante la diffusione naturale, l'aumento dell'incidenza, il ricambio negli organismi a sangue caldo e la tossicità del piombo per animali a sangue caldo, infine il contenuto di piombo nelle ossa dell'uomo e degli animali.

³ Das Literaturverzeichnis kann über die auf der Titelseite angegebene Korrespondenzadresse angefordert werden.

⁴ La bibliographie peut être réclamée auprès de l'adresse indiquée en bas de la première page.

⁵ La bibliografia può essere richiesta attraverso l'indirizzo di corrispondenza indicata nella prima pagina del lavoro.

In 105 femori di lepri provenienti da tutto il Cantone di Berna, i valori di piombo variavano tra 0,36 ppm e 10,02 ppm (sostanza secca). Questi valori sono da considerarsi bassi. La quota di piombo nelle ossa era significativamente aumentata in quelle zone dove il traffico dei veicoli a motore è più intenso (grandi strade, grandi agglomerazioni urbane). Non si è potuta rilevare alcuna dipendenza dall'età, dal peso, dal sesso, dalle condizioni di salute, anche se non bisogna dimenticare che alcuni dei gruppi presi in considerazione erano molto piccoli e che non esiste un metodo esatto per la determinazione dell'età nelle lepri.

Le analisi per il rilevamento del piombo sono state fatte con uno spettrofotometro ad assorbimento atomico, e l'incenerimento è stato fatto in matracci trattati con ossigeno. I campioni sono stati avvolti in un foglio di paraffina (adiuvante per l'incenerimento) e in una striscia di carta da filtro (adiuvante per l'accensione). L'accensione è avvenuta con l'aiuto di un'elettrodo di platino a reticella. Svantaggio del metodo: frequenza dei disturbi della saldatura dell'elettrodo (la riparazione viene fatta con saldatura speciale). In considerazione del breve periodo di incenerimento e della precisione dei risultati, il metodo ci sembra, nonostante tutto, adatto ad indagini di routine.

Summary

The first part of the paper gives a survey of the literature⁶ dealing with the natural distribution, increased occurrence, the metabolism in warm-blooded organisms and the toxicity of lead for them, as well as the lead content in the bones of humans and animals.

105 femur bones of hares from the whole area of the canton Berne were examined and their lead content was found to vary between 0.36 ppm and 10.02 ppm (dry substance). These values may be regarded as low. There was a significantly higher lead content in the bones from areas where there was a greater amount of traffic, such as main roads and towns. It could not be proved that the results had any connection with the age, weight, sex or health status of the animals, but it should be pointed out that some of the groups examined were very small and that there is no exact method of determining the age of field hares.

The lead analyses were made with the aid of atom-absorption spectrophotometry, the incineration being carried out in cylinders rinsed through with oxygen. The test material was wrapped in paraffin foil to aid combustion and a filter strip to aid ignition, which then took place by means of an electrode in a platinum container. The disadvantage of this method is the weakness of the solder points in the electrode (repairs require a special solder and hard soldering). But in view of the speed of the incineration and the precision of the results this method nevertheless appears to be the best for routine examinations.

⁶ The bibliography may be requested at the address indicated on the bottom of the title page.

Manuskripteingang: 5.12.1980

REFERAT

Ornithosis in poultry workers (Ornithose bei Arbeitern in Geflügelbetrieben). *B. E. Andrews, R. Major, S. R. Palmer*, Lancet, March 21, 1981, 632–634.

Im Winter 1979 und Frühling 1980 wurden in Norfolk GB vermehrt Fälle von Ornithose bei Arbeitern in Entenfarmen beobachtet. 61% wiesen überhöhte serologische Titer gegen Chlamydien auf im Vergleich zu 23% bei Arbeitern aus anderen Geflügelbetrieben. Klinische Verdachtssymptome auf Ornithose (respiratorische Beschwerden, atypische Pneumonie) bestanden in den Entenbetrieben bei 9% der Arbeiter. Die höchste Befallsquote wiesen Personen auf, welche die Eviszeration der Schlachttiere durchzuführen hatten. In 2 Betrieben liess sich *Chlamydia psittaci* aus Kloakenabstrichen von Enten isolieren. Eine Übertragung ist folglich nicht nur durch Aerosol, sondern vor allem beim Schlachtprozess auch durch Kontakt mit Faeces möglich. *X. Bühlmann*, Basel