

<b>Zeitschrift:</b>	Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène
<b>Herausgeber:</b>	Bundesamt für Gesundheit
<b>Band:</b>	68 (1977)
<b>Heft:</b>	1
<b>Artikel:</b>	Aufnahme und Akkumulation von Blei beim Schaf nach Fütterung mit kontaminiertem Autobahnheu
<b>Autor:</b>	Zuber, R. / Bovay, E. / König, H.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-982219">https://doi.org/10.5169/seals-982219</a>

### 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:** 27.01.2026

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

## Aufnahme und Akkumulation von Blei beim Schaf nach Fütterung mit kontaminiertem Autobahnheu

R. Zuber\*, E. Bovay, H. König, G. L. Rossi und H. Luginbühl

Eidg. Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene, Liebefeld-Bern und  
Institut für Tierpathologie der Universität Bern

### *Einleitung*

Die in einer früheren Publikation über die Bleiaufnahme beim Schaf (3) erwähnten Erfahrungen ermöglichen es, die Tierhaltung und Durchführungstechnik in diesem Versuch zu vervollkommen, wodurch weitere Teilespekte des Problems berücksichtigt werden konnten. Im vorliegenden Versuch sollte lediglich der Einfluß einer mittelfristigen Fütterung mit bleiverseuchtem Trockengras beim Schaf abgeklärt werden.

### *Versuchsanordnung*

Der Versuch wurde auf dem Areal der Forschungsanstalt in Liebefeld durchgeführt. Als Stall diente eine fertig montierte Betongarage, die für das getrennte Sammeln von Kot und Harn speziell mit hölzernen Boxen und fahrbaren Gestellen ausgestattet war. Mit einfachen Mitteln konnte zudem auch eine ausreichende Klimatisierung der Räume während der Winter- und Sommerzeit realisiert werden.

Der Versuch wurde mit 6 Widdern im Alter von 3—4 Monaten durchgeführt, und zwar in zwei Gruppen von 4 bzw. 2 Tieren. Die erste Gruppe mit 4 Einheiten (Versuchsgruppe: V) erhielt als feste Ration nur Autobahngras in Form von Trockengraswürfeln (Pellets); den beiden Tieren der zweiten Gruppe (Kontrollgruppe: K) wurde nur bleiarmes, aus ländlichen Gegenden bezogenes Trockengras (ebenfalls Pellets) verfüttert. Den Schafen stand zusätzlich unkontaminiertes Trinkwasser zur Verfügung. Die täglich getrennt eingesammelten Kot- und Harnmengen wurden in besondern Behältern aufbewahrt, wöchentlich gewogen oder volumetrisch gemessen und ihr Bleigehalt bestimmt (siehe Abb. 1).

Die Versuchsdauer erstreckte sich über 54 Wochen (19. Januar 1972 bis 31. Januar 1973) und war demnach doppelt so lang wie beim ersten Versuch. Nach

\* Unter technischer Mithilfe von Herrn W. Tschannen.

Versuchsablauf wurden die Schafe geschlachtet und die verschiedenen Organe und Körperteile auf Bleiakkumulationen sowie auf eventuelle pathologische Veränderungen untersucht. Die Analysenmethodik wurde bereits in der ersten Arbeit (3) erläutert.

### Versuchsergebnisse

#### Futter-, Kot- und Harnproben

Um 6 Schafe während längerer Zeit mit Autobahnfutter versorgen zu können, war es unumgänglich, das Trockengras aus verschiedenen Gegenden und mit unterschiedlichen Schnittdaten zu beschaffen. Dadurch ergaben sich unvermeidlich gewisse Unterschiede in der Zusammensetzung und im Bleigehalt der Futterproben. Die einzelnen Futterposten reichten aber für längere Zeitabschnitte aus; dadurch wurde das Abhängigkeitsverhältnis der vom Tier aufgenommenen und ausgeschiedenen Bleimengen vom Bleigehalt im Futter nicht gestört.

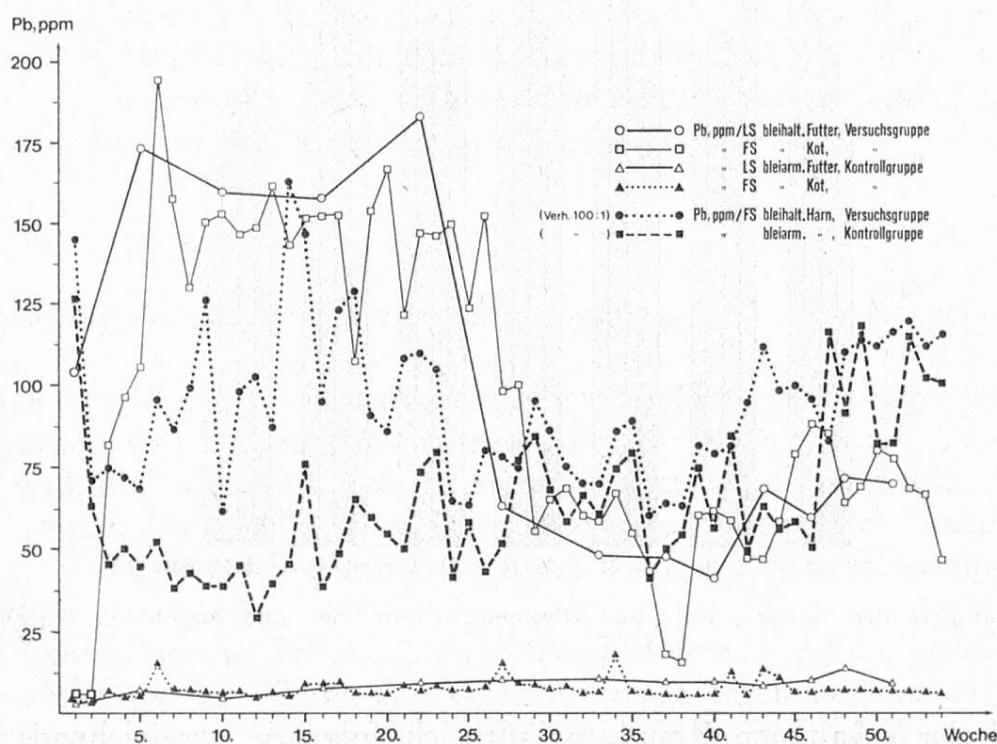


Abb. 1. Bleigehalte (ppm) im Futter (LS), Kot (FS) und im Harn (100fache Vergrößerung der Harn-Werte). Durchschnitte pro Tier der periodischen Erhebungen.

Jede gut gemischte Futterportion wurde sorgfältig auf ihren Bleigehalt analysiert. Während der ersten 6 Monate des Versuches stand Futter mit ca. 160 ppm Pb in der Lufttrockensubstanz (LS), in den letzten 6 Monaten Futter mit ca. 60 ppm Pb/LS zur Verfügung (jährlicher Durchschnittswert: 96,0 ppm Pb/LS). Beim unkontaminierten Futter lag der jährliche Mittelwert bei 9 ppm Pb/LS.

Die Durchschnittswerte für den Futterverzehr und die Bleiausscheidung in Kot und Harn sind in Tabelle 1 wiedergegeben. Der Einfachheit halber wurden alle Einzel- auf Mittelwerte von 8 Wochen umgerechnet und in 7 Perioden (siehe auch Abb. 2) eingeteilt.

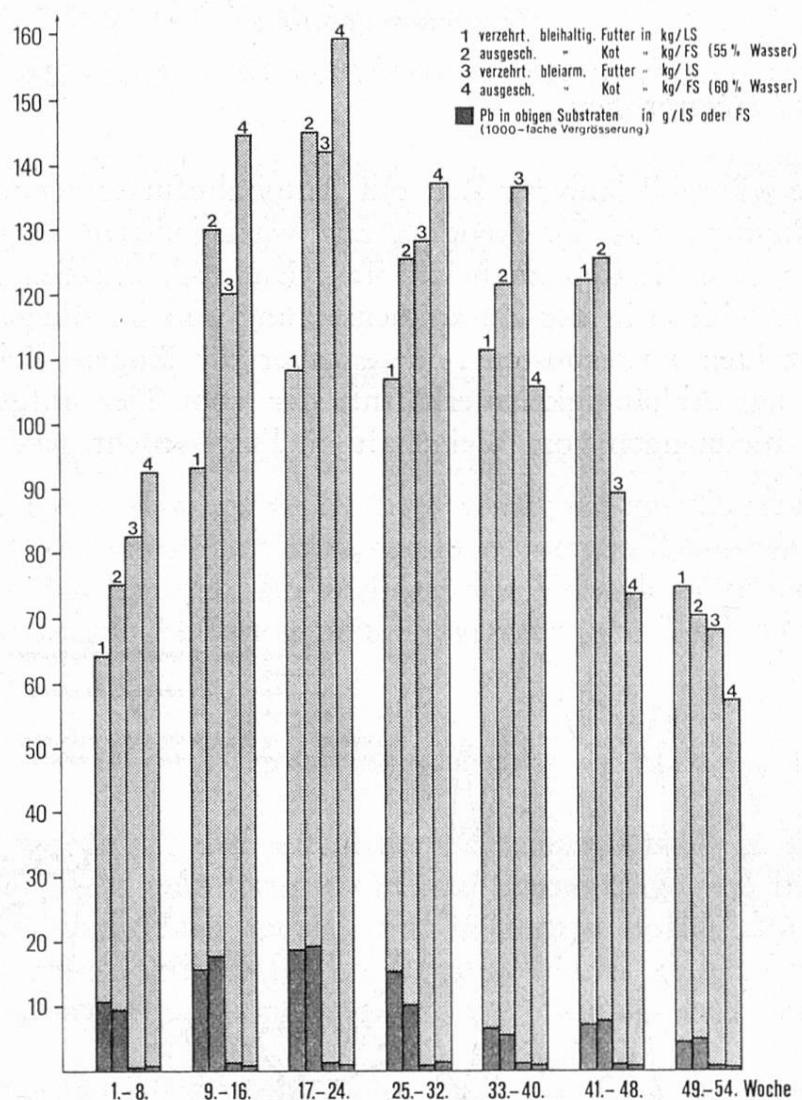


Abb. 2. Durchschnitte der Futter-, Kot- und Bleimengen pro Tier und 8wöchigen Zeitabständen.

Aufgrund der erhaltenen Resultate lässt sich folgende vergleichende Bilanz zwischen Versuchs(V)- und der Kontrollgruppe(K) ziehen (siehe Tabelle 1):

Die während dem 54wöchigen Versuch durchschnittlich pro Tier verzehrten Futtermengen beliefen sich auf 682 kg lufttrockene Substanz (LS) in der Versuchsgruppe und 765 kg LS in der Kontrollgruppe. Mit dem Futter wurden pro Tier durchschnittlich 78,14 g Pb in der V-Gruppe und 6,89 g Pb in der K-Gruppe aufgenommen. Davon wurden beträchtliche Mengen mit dem Kot ausgeschieden: V = 72,39 g Pb, entsprechend 92,65% des mit dem Futter aufgenommenen Bleis; K = 6,01 g Pb, entsprechend 87,23% des Gesamtbleis im Futter. Mit dem Harn wurden nur geringe Bleimengen ausgeschieden:

$V = 0,31$  g Pb, entsprechend 0,40% des Gesamtbleis im Futter;  $K = 0,33$  g Pb, entsprechend 4,72% des aufgenommenen Bleis. Von den Tieren beider Gruppen wiesen somit die mit bleihaltigem Futter gefütterten Tiere die niedrigeren Bleiausscheidungen im Harn auf.

Im Körper selbst wurden pro Tier durchschnittlich folgende Bleimengen zurückbehalten:  $V = 5,44$  g Pb, entsprechend 6,95%;  $K = 0,55$  g Pb, entsprechend 8,0% des mit dem Futter aufgenommenen Bleis. Die im Körper zurückgebliebenen Bleimengen sind somit bei den Versuchstieren 10mal größer als bei den Kontrolltieren.

Das Verhältnis zwischen den in 8wöchigen Zeitabschnitten aufgenommenen Futtermengen und den ausgeschiedenen Kotmengen sowie deren Bleigehalt geht für beide Tiergruppen aus den Abbildungen 1 und 2 eindeutig hervor.

Die während der zweiten Hälfte des Versuches (33. bis 54. Woche) von den Kontrolltieren ausgeschiedenen Kotmengen (insgesamt 236,6 kg/Tier) sind beträchtlich kleiner als die der Versuchstiere (insgesamt 317,1 kg/Tier); in der ersten Hälfte des Versuches verhielt es sich genau umgekehrt.

Waren bei den mit Kot ausgeschiedenen Bleimengen große Unterschiede zwischen den beiden Gruppen zu verzeichnen — Verhältnis 12,04 : 1 im Mittel der Werte —, wichen die Bleanteile im Harn beider Tiergruppen nur gering voneinander ab (0,96 : 1). Die mit dem Kot ausgeschiedenen Bleimengen liefen parallel zum aufgenommenen Blei, während für beide Gruppen ein zeitlich eher ausgeglichener Verlauf der Pb-Werte im Harn festgestellt wurde.

#### *Anreicherung des mit dem Futter aufgenommenen Bleis im Körper der Tiere*

Nach Ablauf der Versuchsdauer wurden die Tiere geschlachtet und die Organe und Körperteile sortiert. Im Untersuchungsmaterial wurden Trockensubstanz, Asche und Blei bestimmt. Die Analysenresultate sind in Tabelle 2 und Abbildung 3 zusammengefaßt, wobei die Durchschnittswerte der Einzelanalysen für die 4 Tiere der Versuchsgruppe und die 2 Tiere der Kontrollgruppe wiedergegeben sind.

Betrachtet man in Tabelle 2 die letzte Kolonne, welche die verhältnismäßige Bleizunahme bei den Tieren der Versuchsgruppe gegenüber denjenigen der Kontrollgruppe widerspiegelt, gewinnt man Einblick in die Fähigkeit gewisser Organe und Körperteile, Blei in verschiedenem Ausmaß aufzunehmen und zu akkumulieren. Aus diesen Zahlen geht hervor, daß insbesondere die Nieren mit 407,5%, die Leber mit 172,4%, das Gehirn mit 108,6% und das Rückenmark mit 160,3% die höchsten Bleizunahmen aufweisen. In Blut (78,9%), Fleisch (72,7%), Herz (62,5%), Dickdarm (50,0%) und Magen (53,7%) wurde eine geringere Akkumulation festgestellt. Am wenigsten akkumuliert haben: Zunge (0%), Hoden (16,1%), Lunge (8,6%) und Hinterbeinknochen (5,2%). Bei Bleigehalten unter 1 ppm in der Trockensubstanz bzw. 0,2 ppm in der Frischsubstanz dürfte z. B. das Fleisch als Nahrungsmittel kaum zu Bedenken Anlaß geben.

Tabelle 1  
Futterverzehr und Ausscheidung von Harn und Kot — Durchschnittswerte pro Tier und Perioden

Perioden in Wochen	Versuchsgruppe (bleihaltiges Futter) $\phi$ pro Tier											
	Futter				Kot				Harn			
	Verzehr kg (LS)	ppm Pb im Futter	Pb g	% Pb des Ges. Pb im Futter	Aussch. kg (FS)	ppm Pb im Kot	Pb g (FS) (55% H <sub>2</sub> O)	% Pb des Ges. Pb im Futter	Aussch. L	ppm Pb im Harn	Pb g	% Pb des Ges. Pb im Futter
1: 1—8	64,12	170	10,90	13,95	75,2	115	8,65	11,07	23,65	0,8	0,019	0,024
2: 9—16	93,37	170	15,87	20,31	130,0	136	17,68	22,63	38,23	1,0	0,038	0,049
3: 17—24	108,45	170	18,44	23,60	145,1	129	18,72	23,96	55,50	1,0	0,056	0,072
4: 25—32	107,25	146	15,66	20,04	125,5	82	10,29	13,17	80,88	0,8	0,065	0,083
5: 33—40	111,67	56	6,25	8,00	121,6	43	5,23	6,70	73,25	0,7	0,051	0,065
6: 41—48	122,03	56	6,83	8,74	125,1	59	7,38	9,44	49,17	1,0	0,049	0,063
7: 49—54	74,83	56	4,19	5,36	70,4	63	4,44	5,68	30,63	1,1	0,034	0,044
Durchschnitt oder Total der 7 Perioden	681,72	$\phi$	78,14	100,00	792,9	90	72,39	92,65	351,31	$\phi$	0,312	0,40
Verhältnis Versuchs- gruppe : Kontrollgruppe	0,89:1	—	11,34:1	—	1,03:1	—	12,04:1	—	0,66:1	—	0,96:1	—
Blei	{ eingenommen ausgeschieden im Körper zurück- behalten }	g	%		g	%			g	%		
		78,14	100,00	—	—	—	—	72,39	92,65	—	0,312	0,40
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		g	%		g	%			g	%		
		5,44	6,95	—	—	—	—	—	—	—	—	—

LS = Lufttrockensubstanz

FS = Frischsubstanz

Tabelle 1 (Fortsetzung)  
Futterverzehr und Ausscheidung von Harn und Kot — Durchschnittswerte pro Tier und Perioden

Perioden in Wochen	Kontrollgruppe (bleiarmes Futter) $\phi$ pro Tier											
	Futter				Kot				Harn			
	Verzehr kg (LS)	ppm Pb im Futter	Pb g	% Pb des Ges. Pb im Futter	Aussch. kg (FS)	ppm Pb im Kot	Pb g (FS) (60% H <sub>2</sub> O)	% Pb des Ges. Pb im Futter	Aussch. L	ppm Pb im Harn	Pb g	% Pb des Ges. Pb im Futter
1: 1—8	82,60	9	0,74	11,03	92,6	8	0,75	10,89	49,45	0,5	0,025	0,36
2: 9—16	120,00	9	1,08	15,98	144,8	7	1,01	14,66	82,10	0,4	0,033	0,48
3: 17—24	142,00	9	1,28	18,95	159,5	7	1,12	16,26	93,95	0,6	0,056	0,81
4: 25—32	128,00	9	1,15	15,98	136,9	9	1,23	17,85	77,80	0,6	0,047	0,68
5: 33—40	136,30	9	1,23	17,12	105,6	8	0,84	12,19	101,05	0,6	0,061	0,88
6: 41—48	88,35	9	0,80	11,88	73,6	9	0,66	9,58	75,00	0,7	0,053	0,77
7: 49—54	67,95	9	0,61	9,06	57,4	7	0,40	5,80	56,65	0,9	0,051	0,74
Durchschnitt oder Total der 7 Perioden	765,20	$\phi$	6,89	100,00	770,4	8	6,01	87,23	536,00	0,6	0,326	4,72
Verhältnis Versuchs- gruppe : Kontrollgruppe												
Blei	$\left\{ \begin{array}{l} \text{eingenommen} \\ \text{ausgeschieden} \\ \text{im Körper zurück-} \\ \text{behalten} \end{array} \right.$		g	%			g	%		g	%	
			6,89	100,00			—	—		—	—	
			—	—			6,01	87,23		0,326	4,72	
			g	%			—	—		—	—	
			0,55	8,00			—	—		—	—	

11 LS = Lufttrockensubstanz  
11 FS = Frischsubstanz

Anderseits akkumulierten die Knochen allgemein relativ höhere Bleimengen. Für die Tiere der Versuchsgruppe wurden folgende Pb-Konzentrationen in der Frischsubstanz gefunden: Beckenknochen 7,39 ppm, Hinterbeinknochen 7,07 ppm und Wirbelknochen 6,15 ppm. Verglichen mit den Tieren der Kontrollgruppe (entsprechende Pb-Werte: 5,98 — 6,72 — 4,88 ppm) war die Bleizunahme in den Knochen der Versuchstiere mit 23,6% bzw. 5,2% und 26,0% eher bescheiden.

*Tabelle 2  
Bleiakkumulation in den Organen und Körperteilen der Tiere nach Abschluß  
des Fütterungsversuches  
Dauer 54 Wochen*

	Kontrollgruppe (Tiere Nr. 5, 6) (bleiarmes Futter, jährl. $\phi$ : 8,7 ppm Pb/TS) Durchschnittswerte				Versuchsgruppe (Tiere Nr. 1, 2, 3, 4) (bleihaltiges Futter, jährl. $\phi$ : 96,0 ppm Pb/TS) Durchschnittswerte				Pb-Zunahme in der FS der Versuchsgruppe, in bezug auf die FS der Kontroll- gruppe in %
	TS %	Asche %	Pb ppm/TS	Pb ppm/FS	TS %	Asche %	Pb ppm/TS	Pb ppm/FS	
Blut	21,70	1,09	0,87	0,19	20,89	1,00	1,61	0,34	78,9
Fleisch	25,95	1,44	0,86	0,22	25,55	1,08	1,47	0,38	72,7
Dickdarm	10,36	0,62	2,32	0,24	11,04	0,50	3,22	0,36	50,0
Herz	21,32	1,22	1,14	0,24	23,22	1,35	1,66	0,39	62,5
Zunge	28,70	1,15	1,10	0,31	29,55	0,97	1,06	0,31	0
Geschlechtsorgane (Hoden)	13,55	1,34	2,28	0,31	14,28	1,46	2,49	0,36	16,1
Gehirn	19,80	1,59	1,76	0,35	20,73	1,34	3,53	0,73	108,6
Lunge	19,75	1,20	1,77	0,35	19,73	1,14	1,95	0,38	8,6
Milz	21,80	1,64	1,70	0,37	22,77	1,78	2,30	0,52	40,5
Magen	18,50	1,22	2,93	0,54	19,03	1,22	4,37	0,83	53,7
Nieren	18,00	1,30	3,70	0,67	19,70	1,30	17,28	3,40	407,5
Rückenmark	30,75	2,58	2,21	0,68	42,50	2,82	4,16	1,77	160,3
Haut und Fell	28,65	1,14	3,08	0,88	34,20	1,33	3,99	1,36	54,5
Leber	28,66	1,49	3,41	0,98	29,14	1,52	9,15	2,67	172,4
Wirbelknochen	70,25	34,56	6,95	4,88	69,50	33,54	8,85	6,15	26,0
Beckenknochen	75,00	34,30	7,98	5,98	75,16	36,06	9,83	7,39	23,6
Hinterbeinknochen	80,45	41,26	8,35	6,72	80,10	38,86	8,83	7,07	5,2

Will man bezüglich der Bleiakkumulation in den tierischen Substraten einen Vergleich zwischen den Ergebnissen des früheren und des vorliegenden Versuches ziehen, können nur Tiere, die bleiarmes Futter erhielten, berücksichtigt werden; Schaf III, das im ersten Versuch zusätzlich mit bleihaltigem Wasser getränkt wurde, fällt somit außer Betracht.

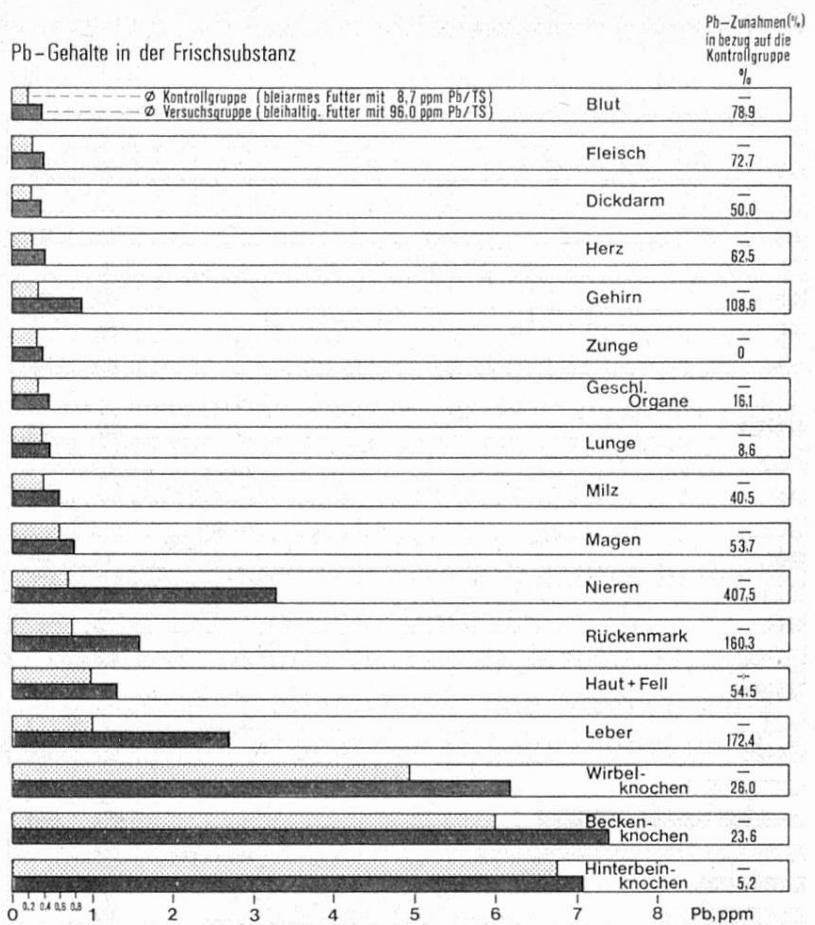


Abb. 3. Bleiakkumulation und -zunahme bei den Versuchstieren nach Abschluß des Versuches (Dauer 54 Wochen).

In Abbildung 4 ist auf der rechten Seite die prozentuale Zunahme der Bleiwerte zwischen den Versuchs- und den Kontrolltieren für jeden der beiden Versuche dargestellt. Vergleicht man in der Graphik die balkenförmig wiedergegebenen Bleigehalte (Pb, ppm) aus dem zweiten Versuch mit denen aus dem ersten Versuch, fällt die fast doppelt so große Zunahme der Bleigehalte im größten Teil des Untersuchungsmaterials des zweiten Versuches auf. Davon ausgenommen sind: Zunge, Lunge, Hoden, Milz sowie Haut und Fell, wo eine kleinere Bleizunahme zu verzeichnen ist als im ersten Versuch. Die höheren Bleiwerte für Haut und Fell im ersten Versuch dürften auf eine starke Verschmutzung durch Bleistaub zurückzuführen sein, da dieser Versuch unweit der Autobahn durchgeführt worden war. In der letzten Kolonne der Abbildung 4 ist die Bleizunahme bei den Versuchstieren des zweiten Versuchs dem Kontrolltier vom ersten Versuch gegenübergestellt, welches, seinem Standort entsprechend, höhere Bleiwerte aufgewiesen hatte als die Kontrolltiere vom zweiten Versuch.

#### *Harn- und Kotuntersuchungen auf pathologische Bestandteile bzw. Parasiten*

Zu Versuchsbeginn, dann alle 1—2 Monate wurden von den zwei Tiergruppen je eine Sammelprobe von Harn chemisch und eine solche von Kot parasitologisch

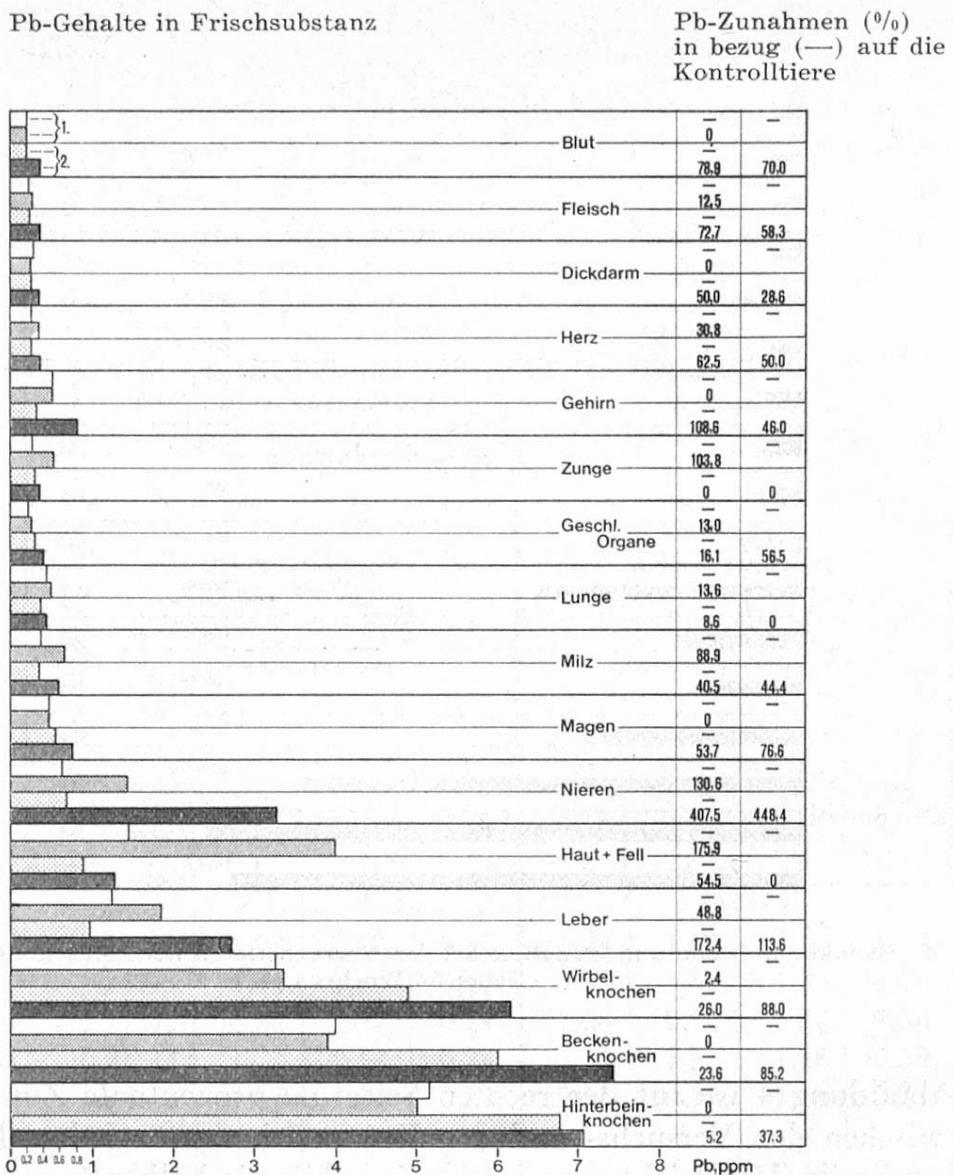


Abb. 4. Bleakkumulation und -zunahme bei den Versuchstieren nach Abschluß des Versuches. Vergleich zwischen dem ersten (Dauer: 24 Wochen) und dem zweiten Schafversuch (Dauer: 54 Wochen).

- |                                 |                                    |  |
|---------------------------------|------------------------------------|--|
| 1. Versuch, Standort: Autobahn  | Kontrolltier I<br>Versuchstier II  | (bleiarmes Futter mit 8,0 ppm Pb/TS)<br>(bleihaltiges Futter mit 73,0 ppm Pb/TS) |
| 2. Versuch, Standort: Liebefeld | ∅ Kontrolltiere<br>∅ Versuchstiere | (bleiarmes Futter mit 8,7 ppm Pb/TS)<br>(bleihaltiges Futter mit 96,0 ppm Pb/TS) |

untersucht. Die Resultate der Harnanalysen ergaben für die Versuchstiere nichts Besonderes (Eiweißreaktion zwar zeitweilig schwach positiv, meistens aber bei Kontrollen stärker als bei Versuchstieren, vermutlich durch Verunreinigung des Harns bei Gewinnung bedingt; übrige Proben auf Zucker, Aceton, Blut und Gallenfarbstoffe stets negativ).

Im Kot sank in allen zwei Gruppen der anfangs mäßige Gehalt an Parasiten (++) *Eimeria faurei* und *Eimeria* sp., + *Nematodirus filicollis*, + *Strongyloides papillosus*, + Magenwurmeier) innerhalb Monatsfrist auf Null, dank der Haltung der Tiere auf Lattenrost, und blieb bis zum Versuchsende negativ, abgesehen von vorübergehenden positiven Befunden im Oktober 1972 (+ Magenwurmeier, +/+ *Dictyocaulus filaria*).

## *Sektions-, histologische und elektronenmikroskopische Befunde*

Bei der Schlachtung wurden die Schafe seziert und Gewebsproben aus allen Organen und verschiedenen Körperstellen für histologische Untersuchungen entnommen (je Tier über 60 Paraffinblöcke und zahlreiche Schnittpräparate hergestellt). Von ausgewählten Organen gelangte auch Material zur elektronenmikroskopischen Untersuchung. Die mikroskopische Beurteilung und Auswertung geschah nach den bei chronischen Toxizitätsprüfungen üblichen Methoden (mit Quantifizierung der Befunde). Trotz systematischer Kontrolle gelang es aber nicht, bei den Versuchstieren Anzeichen für toxische Schädigungen oder morphologisch faßbare Unterschiede gegenüber den Kontrolltieren aufzudecken. Auch die elektronenmikroskopischen Nachforschungen verliefen negativ.

Als einziger makro- und mikroskopischer Befund lag beim Versuchsschaf Nr. 4 eine leichte Harnsteinbildung vor (einige Steinchen in der Harnblase, Mikronkonkremente in den Nierenkanälchen). Versuchstier Nr. 1 war am 3. November 1972 wegen einer massiven Urolithiasis mit drohender Harnblasenruptur notgeschlachtet worden (Harnsteinanalyse durch das Medizinisch-chemische Institut der Universität Bern: Calciumcarbonat mit Tripelphosphat und Calciumphosphat).

## *Schlußfolgerungen*

Im vorliegenden Versuch war man bestrebt, primär die Ergebnisse des früheren Versuches zu überprüfen, indem bei Bleiakkumulation beim Schaf, bewirkt durch die Verabreichung bleiverseuchten Futters, während gut 12 Monaten verfolgt wurde. Um nur die fütterungsbedingten Auswirkungen erfassen zu können, wurden die Tiere diesmal nicht mehr der durch Fahrzeugabgase kontaminierten Luft (Autobahn) ausgesetzt; sie erhielten aber Autobahnheu mit ungefähr gleich hohem Bleigehalt wie im ersten Versuch.

Es ist folglich anzunehmen, daß die festgestellte höhere Bleiakkumulation bei den Tieren auf die doppelt so lange Fütterungsdauer des zweiten Versuches zurückzuführen ist. Im Verlauf dieses Versuches wurde unter anderem beobachtet, daß, bei praktisch gleichbleibender Futteraufnahme mit gleichzeitig herabgesetztem Bleigehalt, eine proportional niedrigere Ausscheidung dieses Elementes mit dem Kot erfolgt. Daraus läßt sich schließen, daß auch mit einer entsprechend niedrigeren Quote der Bleiakkumulation beim Tier gerechnet werden kann.

Was die Bleiablagerung in den verschiedenen Organen und Körperteilen betrifft, wurden die Ergebnisse des ersten Versuches durch die neuesten Untersuchungen größtenteils bestätigt; demnach weisen Nieren, Leber, Rückenmark und Gehirn die relativ höchsten Bleiablagerungen auf. Mengenmäßig ist jedoch die Akkumulation in den Knochen am höchsten. Es wäre unmöglich gewesen, die Bleiablagerung und ihre Auswirkungen über eine längere Zeitspanne weiterzuverfolgen, da von Anfang an zu wenig Versuchstiere zur Verfügung standen, um die für periodische Untersuchungen erforderlichen Schlachtungen vorzunehmen.

Im Harn wurden medizinisch-chemisch keine pathologischen Bestandteile gefunden. Dank der Tierhaltung auf Lattenrost verschwand in den parasitologisch untersuchten Kotproben der anfangs festgestellte Befall mit Magen-Darmparasiten innert Monatsfrist. Die histologisch untersuchten Gewebsproben von sämtlichen Organen und Körperteilen ließen keine Anzeichen für toxische Schädigungen bei den Versuchstieren erkennen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das Füttern von Schafen und andern Tierarten mit bleiverseuchtem Autobahnheu zur Bleiablagerung im Tierkörper führt (1, 2, 3). Des weitern ist anzunehmen, daß beim Weiden in unmittelbarer Nähe stark befahrener Straßen das eingeatmete Blei eine zusätzliche Belastung der Tiere zur Folge haben kann. Ein nachweisbarer Einfluß des mit dem Futter aufgenommenen Bleis auf die Gesundheit der Tiere ließ sich im vorliegenden Versuch nicht feststellen.

### Dank

Für die praktische Durchführung der analytischen und technischen Arbeiten danken wir der Mitarbeiterin Frau *M. Ejem* und den Herren *O. Wyß* und *E. Padar*.

### Zusammenfassung

Gestützt auf die in einem früheren Versuch gewonnenen Erfahrungen wurde 6 Schafen während 54 Wochen neben bleiarmem auch stark bleikontaminiertes Heu von Autobahnböschungen verabreicht. Ziel dieses Versuches war es, die Bleiaufnahme durch das Tier, die Akkumulation dieses Elementes in den Organen und Körperteilen sowie dessen Einwirkung auf die Gesundheit der Tiere zu verfolgen; dabei wurde der Einfluß stark kontaminiierter Luft (Autobahn) ausgeschaltet.

Die mit dem Kot und Harn ausgeschiedenen Bleimengen standen in enger Beziehung zu den mit Futter aufgenommenen Mengen, wobei ein entsprechender Bleianteil (7—8% der Bleiaufnahme) im Körper der Schafe beider Gruppen zurückbehalten wurde. Verglichen mit dem ersten Versuch wiesen die meisten untersuchten Organe und Körperteile einen höheren Bleigehalt auf, entsprechend der von 6 auf 12 Monate verlängerten Verabreichung. Die relativ höchsten Bleiablagerungen wurden in Nieren, Leber, Rückenmark und Gehirn gefunden; absolut mengenmäßig steht jedoch der Bleigehalt der Knochen an erster Stelle.

Die biologischen Untersuchungen — insbesondere die histologischen der Gewebsproben — ließen keinen toxischen Einfluß des mit dem Futter aufgenommenen Bleis auf die Gesundheit der Tiere erkennen.

Dieser Versuch hat gezeigt, daß die Fütterung von bleiverschmutztem Autobahnheu zu einer Bleianreicherung im Tierkörper führt, die von der Menge und dem Bleigehalt des eingenommenen Futters sowie von der Dauer der Fütterung abhängt. Ungeachtet der Bleiakkumulation konnten bei den Tieren keine strukturellen Veränderungen in Organen und Geweben nachgewiesen werden.

## Résumé

Profitant des expériences acquises au cours d'une première expérimentation, il a été réalisé pendant 54 semaines un essai d'affouragement de moutons avec du foin souillé provenant des bas-côtés d'une autoroute, par comparaison avec du fourrage pauvre en plomb. Le but de cet essai était de préciser l'absorption du plomb par l'animal et son accumulation dans les divers organes et tissus des animaux, comme aussi de rechercher l'influence que peut exercer le plomb sur la santé des animaux. L'essai a été réalisé en dehors de l'autoroute, afin d'exclure les effets éventuels provoqués par l'inhalation d'air contaminé.

Les quantités de plomb éliminées par les fèces et les urines sont en rapport étroit avec les quantités de cet élément ingérées avec le fourrage; une faible partie du plomb ingéré (7 à 8%) est retenue dans le corps des animaux, cela pour chacun des groupes à l'étude. Pour le groupe recevant du fourrage d'autoroute, la rétention de plomb est, en valeur absolue, 10 fois plus élevée que pour les animaux affouragés avec du fourrage non souillé.

Par comparaison au premier essai, la plupart des organes et tissus examinés révélaient une plus forte accumulation de plomb, correspondant à la prolongation de l'essai de 6 à 12 mois. Les plus fortes concentrations relatives en plomb se rencontrent dans les reins, le foie, la moelle épinière et le cerveau. Ce sont toutefois les os qui présentent les chiffres les plus élevés en valeur absolue.

Les recherches biologiques, en particulier les recherches histologiques, effectuées sur les tissus après dissection des animaux, n'ont pas permis de déceler une influence toxique du plomb ingéré avec le fourrage.

En conclusion de cet essai, on peut admettre que l'affouragement d'animaux avec du fourrage d'autoroute souillé par des dépôts de combinaisons de plomb conduit à une augmentation parallèle de la teneur en cet élément dans le corps des animaux, proportionnellement aux quantités de fourrages administrées, à leur teneur en plomb et à la durée de l'affouragement, sans que des manifestations d'intoxication ou une influence sur la santé des animaux aient pu être mises en lumière dans le cas particulier.

## Riassunto

In base alle esperienze acquisite in un precedente lavoro si somministrò durante un periodo di 54 settimane a dei montoni del fieno contaminato da residui di piombo, proveniente dai bordi di autostrade e per comparazione del fieno con scarso tenore in questo elemento. Si cercava così di potere seguire l'assunzione del piombo da parte dell'animale e la relativa accumulazione negli organi e nei tessuti, nonché l'influenza esercitata da questo elemento sullo stato di salute dello stesso. L'esperimento è stato eseguito in zona al di fuori di autostrade, con lo scopo di escludere gli effetti eventuali provocati dall'inalazione d'aria contaminata.

I quantitativi di piombo eliminati con le feci e l'orina si mantenevano in stretto rapporto con quelli introdotti tramite il foraggio, mentre una parte minima del piombo ingerito (7—8%) era ritenuto nel corpo degli animali di ambedue i gruppi. Per gli animali foraggiati con fieno d'autostrada, la ritenzione del piombo è in valore assoluto, ben 10 volte più elevata che per gli animali con fieno a scarso tenore di questo elemento. A confronto del precedente esperimento, la maggiore parte degli organi e dei tessuti

esaminati rivelavano una accumulazione di piombo più elevata e ciò in corrispondenza al prolungamento dell'esperimento da 6 a 12 mesi. Le più forti concentrazioni relative in piombo furono riscontrate nei reni, nel fegato, nel midollo spinale e nel cervello. In valore assoluto presentavano le ossa i quantitativi di piombo più elevati.

Le ricerche biologiche e in particolare gli studi istologici effettuati sui tessuti dopo la sezione degli animali, non hanno permesso di rivelare alcuna influenza tossica del piombo ingerito tramite il foraggio.

Quale conclusione di questo esperimento, si può ammettere che il consumo di foraggio proveniente da autostrade, contaminato da depositi di combinazioni di piombo, conduca ad un aumento parallelo del tenore in questo elemento nel corpo degli animali, proporzionalmente ai quantitativi di foraggio ingeriti, al loro tenore in piombo e alla durata del consumo, senza che delle manifestazioni d'intossicazione o una influenza sullo stato di salute degli animali abbiano potuto essere messe in luce.

### *Summary*

Based upon experiences made in an earlier trial, an experiment has been performed during 54 weeks with sheep foddered with lead-containing hay gathered along a highway, by comparison with normal fodder. The object of this experiment was to study the way of absorption of lead by the animals and the accumulation of this element in the organs and the tissues, as well as the influence of lead on health conditions. The influence of the inhalation of lead-contaminated air from the highway was avoided.

The amounts of lead excreted with the faeces and the urine was in a close relation with the quantities of lead taken up with the fodder. A part of the ingested lead (7—8%) was retained in the body of the animals of each group. By comparison with the first experiment, most of the organs and tissues examined in the second contained more lead, corresponding to the extension of the experiment from 6 to 12 months. The relatively highest deposits of lead were observed in the kidneys, the liver, the spinal cord and the brain. The highest absolute amounts of lead were detected in the bones.

The histological examination of the tissues did not establish any toxic effect of the intake of lead with the fodder.

As a conclusion of this experiment, it could be assumed that foddering of animals with hay gathered along a highway and polluted with lead-compounds, leads to an accumulation of this element in the body of the animals, in proportion to the quantities of foddered hay, the amounts of lead in the hay and the duration of foddering. No toxic effect on the health of the animals could be established in this experiment.

### *Literatur*

1. *Bovay, E., Hofmann, W., Zuber, R., Küpper, U. et Gisiger, L.: Essais d'affouragement de vaches laitières avec du foin souillé par des dépôts de plomb provenant des gaz d'échappement des véhicules automobiles. I. Accumulation de plomb dans divers organes et élimination de celui-ci par les déjections solides et liquides. Recherche agron. Suisse* **9**, 159—168 (1970).
2. *Blanc, B., Hofmann, W., Bosset, J., Gräber, H., Liechti, D. et Bovay, E.: Essai d'affouragement de vaches laitières avec du foin souillé par des dépôts de plomb*

provenant des gaz d'échappement des véhicules automobiles. II. Accumulation du plomb dans le sang et la tétine et ses effets sur la sécrétion du lait. Recherche agron. Suisse **10**, 206—215 (1971).

3. Zuber, R., Bovay, E., Luginbühl, H. R. und König, H.: Die Bleiaufnahme beim Schaf durch Fütterung von kontaminiertem Autobahngras. Schweiz. landwirtsch. Forsch. **11**, 45—56 (1972).

Prof. Dr. H. König

Dr. G. L. Rossi

Prof. Dr. H. Luginbühl

Institut für Tierpathologie  
der Universität Bern

Postfach 2735

CH - 3001 Bern

Dr. R. Zuber

Dr. E. Bovay, Direktor

Eidg. Forschungsanstalt für

Agrikulturchemie und Umwelthygiene  
CH - 3097 Liebefeld/Bern