

INVESTIGATIONS ON THE LEAD- AND CADMIUM CONTENT IN MEAT AND ORGANS OF SLAUGHTERING CATTLE

WOLFGANG KRACKE (a), WILHELM KREUZER (b), BRUNO SANSONI (a) and PETER WISSMATH (b)

- (a) Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München
D- 8042 Neuherberg bei München, Ingolstädter Landstr.1, BRD
- (b) Institut für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs,
Universität München, D- 8000 München, Veterinärstr.13, BRD

In view of the intention of establishing tolerance levels in the FRG for lead (Pb) and cadmium (Cd) we investigated 1972 to 1975 the Pb- and Cd-content of meat-, liver- and kidney samples of 278 slaughtering cattle of different age, sex, breed and feeding from a mainly agricultural region in the Swabian-Bavarian foothills of the Alps. Of each carcass 200 g samples of meat (Mm.adductores), liver and kidney were taken, mechanically shredded, 100 g wet ashed by H₂O₂, Pb resp. Cd, enriched by precipitation and determined from nitric acid solution by atomic absorption spectrophotometry in the graphite tube.

The lowest Pb and Cd contents were observed in meat, the highest in the kidneys. In meat a median of less than 0.05 ppm Pb and 0.005 ppm fw. Cd was found, in the kidneys the median was 0.308 ppm Pb resp. 0.229 ppm Cd. The median of the Pb-content in the liver was 0.134, that of Cd 0.0496 ppm fw. The considerable scattering of the individual values of the kidneys and livers around the medians is striking. Scattering factors 1.49 - 2.24. This holds especially for Cd. In the average, kidneys contain 2.3 x, livers 4.6 x more Cd than Pb. Obviously Pb is distributed more evenly in these organs. Cattle with a high Pb- resp. Cd content in the kidneys contained also relatively large amounts of Pb resp. Cd in the livers as well. There is some connection between the age of the animals and the Cd-content of those of younger animals. No correlation was observed between the Cd- and Pb content of kidneys and livers. An effect of breed, sex, and feeding on the Pb- resp. Cd. contents in kidneys and livers was not detectable in the samples investigated.

ANALYSE DE LA TENEUR EN PLOMB ET EN CADMIUM DE LA VIANDE ET DES ORGANES DES BOEUFs DE BOUCHERIE

WOLFGANG KRACKE (a), WILHELM KREUZER (b), BRUNO SANSONI (a), et PETER WISSMATH (b)

- (a) Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH Munich
D - 8042 Neuherberg bei München, Ingolstädter Landstr. 1, RFA
- (b) Institut d'hygiène et de technologie des denrées alimentaires d'origine animale,
Université de Munich, D - 8000 München, Veterinärstr. 13, RFA

La RFA projette de fixer les limites de tolérance pour la teneur en Pb et en Cd de la viande des boeufs de boucherie. Nous avons contrôlé, entre 1972 et 1975, 278 boeufs de boucherie d'âge, de sexe, de race différents, ayant également recus un fourrage différents, et provenant d'une région à structure agricole, située dans les pré-alpes souabes-bavaroises. Des échantillons de viande, de foie et de rein ont été analysés sur leur teneur en Cd et en Pb.

Des échantillons de 200g. de viande (Mm Adductores), de foie et de rein ont été prélevés sur chaque boeuf, puis broyés mécaniquement. La moitié de l'échantillon a été oxydée par voie humide, enrichie en Pb ou en Cd par précipitation; la détermination à partir de la solution nitrique a été effectuée au spectrophotomètre à absorption atomique sans flamme.

Ce sont les échantillons de viande qui contiennent le moins de Cd et de Pb, ceux de rein le plus. Les valeurs moyennes étaient de moins de 0,05 ppm de Pb et moins de 0,005 ppm de Cd dans la viande; dans les reins elles étaient de 0,308 ppm de Pb et 0,229 ppm Cd (par rapport au poids original). La teneur en Pb dans le foie était de 0,134 ppm, celle de Cd 0,0496 ppm (par rapport au poids original). L'importante fluctuation entre les différentes valeurs du foie et des reins et la valeur moyenne est frappante. Le facteur de fluctuation est de 1,49 jusqu'à 2,24. C'est en particulier le cas pour le Cd. Les reins ont 4,6 fois plus de Cd et 2,3 fois plus de Pb que le foie. Il semble que le Pb se répande plus régulièrement dans ces organes. Les boeufs ayant une teneur élevée en Pb ou en Cd dans les reins avaient aussi relativement beaucoup de Pb et de Cd dans le foie. Une relation existe entre l'âge des animaux et la teneur en Cd dans les reins. Les reins d'animaux âgés ont souvent une teneur multiple en Cd par rapport aux animaux plus jeunes. Les teneurs en Cd et en Pb dans les reins et le foie n'ont pas de relation. Nous n'avons pas remarqué l'influence du fourrage, de la race, du sexe sur la teneur en Pb et en Cd dans le foie et les reins des animaux examinés.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN BLEI- UND CADMIUMGEHALT IN FLEISCH UND ORGANEN VON SCHLACHTTRINDERN

WOLFGANG KRACKE (a), WILHELM KREUZER (b), BRUNO SANSONI (a) und PETER WISSMATH (b)

- (a) Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München
D- 8042 Neuherberg bei München, Ingolstädter Landstr.1, BRD
- (b) Institut für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs,
Universität München, D- 8000 München, Veterinärstr.13, BRD

Im Hinblick auf die beabsichtigte Festsetzung von zulässigen Höchstwerten für den Blei (Pb)- und Cadmium (Cd)-gehalt in Lebensmitteln wurden von 1972 bis 1975 Fleisch, Lebern und Nieren von 278 Schlachtrindern unterschiedlichen Alters, Geschlechts, Rasse und Fütterung aus dem vorwiegend landwirtschaftlich strukturierten Gebiet des Schwäbisch-bayerischen Voralpenraumes auf ihren Pb- und Cd-Gehalt untersucht.

Pro Schlachtkörper wurden dazu jeweils 200 g Fleisch (Mn. Adductores), Leber und Niere entnommen, diese mechanisch zerkleinert, davon 100 g mit H_2O_2 naß verascht, Pb und Cd durch geeignete Fällung angereichert und aus salpetersaurer Lösung durch flammenlose Atomabsorption bestimmt.

Fleisch enthielt am wenigsten, die Nieren am meisten Pb und Cd. Die Medianwerte an Pb betragen in Fleisch $< 0,05$ ppm, an Cd $< 0,005$ ppm, in Nieren $0,308$ ppm Pb bzw. $0,229$ ppm Cd (im Frischgewicht). Der Gehalt an Pb in den Lebern betrug $0,134$ an Cd $0,0496$ ppm Fg. Auffallend ist die starke Schwankung der Nieren- und Leber-Einzelwerte um die Medianwerte. Streufaktoren $1,49 - 2,24$. Das trifft insbesondere für Cd zu. Nieren wiesen im Durchschnitt $4,6$ mal mehr Cd und $2,3$ mal mehr Pb auf als Lebern. Pb verteilt sich offensichtlich gleichmäßiger in diesen Organen. Rinder mit einem hohen Pb- bzw. Cd-Gehalt in den Nieren enthielten auch in der Leber relativ viel Pb bzw. Cd. Zwischen dem Alter der Tiere und ihrem Cd-Gehalt in den Nieren besteht ein gewisser Zusammenhang. Die Nieren älterer Rinder wiesen oft ein Mehrfaches des Cd-Gehaltes der Nieren jüngerer Tiere auf. Die Cd- und Pb-Gehalte in Nieren und Lebern waren nicht korreliert. Ein Einfluß von Rasse, Geschlecht und Fütterung auf die Pb- bzw. Cd-Gehalte in Nieren und Lebern war am untersuchten Probematerial nicht erkennbar.

ОБ ИССЛЕДОВАНИЯХ СОДЕРЖАНИЙ В МЯСЕ И В ОРГАНАХ УБОЙНОГО РОГАТОГО СКОТА СВИНЦА И КАДМИЯ

ВОЛЬФГАНГ КРАКЕ (а), ВИЛЬГЕЛЬМ КРЕЙЗЕР (б), БРУНО САНСОНИ (а), ПЕТЕР ВИСМАТ (б)

- (а) Общество по исследованию излучений и окружающей среды, Мюнхен-Нейхерберг
(Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München
Ingolstädter Landstr. 1, D-8042 Neuherberg bei München, ФРГ)
- (б) Институт гигиены и технологии производства животных пищевых продуктов мюнхенского университета
(Institut für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs, Universität München
Veterinärstr. 13, D-8000 München 22, ФРГ)

Учитывая, что проектируется установление максимально допускаемых в пищевых продуктах концентраций свинца (Pb) и кадмия (Cd) исследованы от 1972 до 1975 годов содержания Pb и Cd в мясе, печенях, почках 278 голов убойного рогатого скота, выращенных в проявляющей в большей части сельскохозяйственную структуру швабско-баварском предальпийском районе, и различающихся по возрасту, полу, породе, способу кормления.

Для этого взяты у каждого животного пробы мяса (приводящих мышц), печени, почки, каждая из них весящая 200 г. Образцы были срублены, а количество 100 г озолено мокрым методом с помощью H_2O_2 . Pb и Cd были обогащены удобным путем осаждения, и содержания их определены из раствора азотной кислоты методом беспламенной атомной абсорбции.

Содержания Pb и Cd явились наименьшими в образцах мяса, а самыми большими - в почках. Для мяса равнялись медианы концентраций Pb и Cd значениями $< 5 \cdot 10^{-6}$ % и $< 5 \cdot 10^{-7}$ %, а при почках - $3,08 \cdot 10^{-5}$ % и $2,29 \cdot 10^{-5}$ % соответственно (в свежей массе). Печени содержали $1,34 \cdot 10^{-5}$ % Pb и $4,96 \cdot 10^{-6}$ % Cd в свежей массе. Обращает на себя внимание большая флуктуация по сравнению со средней величиной отдельных концентраций в почках и печенях, создающая коэффициенты рассеяния от $1,49$ до $2,24$. В частности обнаруживается это явление в случае Cd. Почки превышали печени по содержанию Cd и Pb в среднем на факторы $4,6$ и $2,3$ соответственно. Распределение по этим органам Pb очевидно является более равномерным. При этом животные, содержащих большие количества Pb и Cd в почках обнаруживались относительно высокие содержания Pb и Cd и в печенях. Некоторая связь установлена между возрастом животных и содержанием Cd в почках. Старшие животные превышали младших по содержанию Pb и Cd часто на несколько раз. Корреляция между содержаниями Cd и Pb в почках и печенях не могла быть установлена. При исследованном материале влияние породы, пола, способа кормления на содержания в почках и печенях Pb и Cd не было обнаружено.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN BLEI-(PB) UND CADMIUM-(CD)GEHALT IN FLEISCH UND ORGANEN VON SCHLACHTRINDERN

WOLFGANG KRACKE (a), WILHELM KREUZER (b), BRUNO SANSONI (a) und PETER WISSMATH (b)

- (a) Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung mbH München
D- 8042 Neuherberg bei München, Ingolstädter Landstr.1, BRD
- (b) Institut für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs,
Universität München, D- 8000 München, Veterinärstr.13, BRD

EINLEITUNG

Pb und Cd zählen zu den gesundheitlich bedenklichsten Schadstoffen in unserer Umwelt. Beide sind bereits in geringen Konzentrationen hoch toxisch. Für den Konsumenten besonders suspekt macht sie ihre kumulative Wirkung. Ihre biologische Halbwertszeit im menschlichen Organismus ist lang. MALIK (27) schätzt sie bei Cd auf 16 bis 30 Jahre. Außerdem reichern sich Cd und Pb in bestimmten Körperpartien an, Pb bevorzugt in den Knochen und Haaren, aber auch in Nieren und Lebern, Cd in Nieren, Lebern und Haaren.

Die fortwährende Aufnahme geringer Mengen Pb und Cd stellt daher für die menschliche Gesundheit eine potentielle Gefahr dar. Sie erfolgt vor allem mit der Nahrung, weshalb im Interesse des Konsumentenschutzes verschiedene Staaten bereits zulässige Höchstwerte für Pb und Cd in Lebensmitteln festgelegt haben, andere, unter ihnen die BRD, ihre baldige Festlegung erwägen. Die FAO/WHO empfiehlt als zulässigen Höchstwert für die Cd-Aufnahme via Nahrung nicht mehr als 400-500/ug Cd wöchentlich, für Pb nicht mehr als 3000/ug (11).

Die beabsichtigte Festsetzung von zulässigen Cd- und Pb-Höchstwerten für Fleisch, Innereien und Fleischerzeugnisse war für uns Veranlassung, Fleisch und Organe von Schlachtrindern aus einem Gebiet auf Pb und Cd zu untersuchen, das hinsichtlich landwirtschaftlicher Struktur und Umweltbelastung als repräsentativ für weite Gebiete Mitteleuropas angesehen werden kann. Die Untersuchungen sollten zugleich Anhaltspunkte zum Verteilungsmuster beider Elemente im Rinderorganismus geben.

Uns zugängliche Cd-Gehalte für Fleisch, Lebern und Nieren von Schlachtrindern aus Normal-schlachtungen sind in Tabelle 1 und für Pb in Tabelle 2 zusammengestellt.

Beide Tabellen lassen erkennen, daß die Angaben z.T. sehr erheblich differieren. Sie schwanken bei Pb in Fleisch zwischen 0,01 und maximal 2,96 ppm, bei Lebern zwischen 0,01 und 4,46 ppm und in Nieren zwischen 0,02 und 4,90 ppm. Für Cd werden in Fleisch Gehalte zwischen 0,01 und 1,0 ppm, für Lebern 0,01-3,17 und für Nieren 0,01 bis 7,82 ppm Cd, jeweils bezogen auf Frischgewicht (Fg), angegeben.

Das Fehlen von Angaben zur Probenahme, insbesondere bezüglich Alter, Geschlecht, Rasse, Jahreszeit, Haltung und Fütterung, läßt einen Vergleich verschiedener Daten kaum zu und erschwert deren Interpretation erheblich, zumal von einzelnen Ausnahmen abgesehen auch keine Hinweise auf die Art der untersuchten Fleischstücke gegeben werden. Zudem ist häufig nicht ersichtlich, ob die Fleisch-, Leber- und Nierenproben jeweils einem oder verschiedenen Schlachtkörpern entnommen worden waren.

UNTERSUCHUNGSMATERIAL UND METHODIK

Von 278 in der Zeit von Januar 1972 - Juli 1975 geschlachteten Rindern unterschiedlichen Alters (0,8 - 15 a), Geschlechts und verschiedener Rassen, wurden pro Schlachtkörper jeweils 100 - 200 g schwere Proben aus den Mm.adductores, dem Lobus caudatus der Leber und dem apikalen Pol der rechten Niere schlachtfrisch entnommen und auf Pb und Cd analysiert. Eine nicht ausschließbare inhomogene Verteilung des Cd bzw. Pb in den untersuchten Geweben ließ dieses Vorgehen angezeigt erscheinen.

Fleisch war wegen seiner Bedeutung in der menschlichen Ernährung ausgewählt worden, Leber und Nieren als Target- bzw. Speicherorgane für Pb und Cd im tierischen Organismus.

Die Rinder, vorwiegend Tiere der Rassen Braunvieh und Deutsches Fleckvieh, stammten aus einem Gebiet des schwäbisch-bayerischen Voralpenraumes, das durch die Städte Augsburg-Memmingen-Füssen-Weilheim und Fürstenfeldbruck begrenzt wird.

In ihm schwanken die langjährigen Niederschlagsmittel zwischen 700 mm Niederschlag im Raume Augsburg und 1.200 mm in der Umgebung von Füssen. Es wird überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Im Sommerhalbjahr herrscht dort Weidehaltung vor. Industrialisierung und Verkehr sind gering.

Tiere und Schlachtttermine wurden so ausgewählt, daß sie auch die Feststellung eines eventuellen Einflusses von Alter, Geschlecht und Rasse sowie Herkunft, Jahreszeit, Haltung und Fütterung auf den Blei- und Cadmiumgehalt in Fleisch und Organen ermöglichen.

Methodik: Die Bestimmung von Pb und Cd in den Fleisch-, Leber- und Nierenproben erfolgte nach nasser Mineralisation flammenlos atomabsorptionsspektrometrisch im Graphitrohr (Perkin-Elmer HGA 70 und 290 G).

Zur Analyse werden jeweils 100 g grobzerkleinerten Materials in 500 ml Kjeldahl-Kolben mit etwa 50 ml entionisiertem Wasser und 20 ml konz. HNO_3 (suprapur Merck) versetzt. Unter leichtem Kochen wird etwa 1 Std. vorhydrolysiert; dann läßt man 30%iges H_2O_2 (DAB 7) durch eine Schlauchpumpe mit einer Geschwindigkeit von 60 ml/h zutropfen. Nicht aufgeschlossene Fettreste - sie erwiesen sich praktisch als Pb- bzw. Cd-frei - werden abfiltriert und das Filtrat auf 50 ml aufgefüllt. In jeweils einem Aliquot der Lösung wird Pb durch Fällern mit NH_3 und Cd durch Fällung mit Na_2CO_3 angereichert, der Niederschlag jeweils abzentrifugiert und zur Injektion in das Graphitrohr in 20 ml 0,4 N salpetersaure Lösung aufgenommen. Cd wird bei einer Wellenlänge von 228,08 nm bestimmt, Pb bei 283,30 nm.

Die Ausbeuten werden bei Pb durch Zusatz von trägerfreiem, radioaktiven ^{212}Pb kontrolliert bei Cd durch $^{115\text{m}}\text{Cd}$. Die Wiederauffindungsraten betragen bei der Pb-Bestimmung zwischen 85 und 95%, bei Cd zwischen 83 und 87%. Die Nachweisgrenzen liegen bei 100 g Probeneinwaage bei 50 ppb Pb bzw. 5 ppb Cd. Der Gesamtfehler der Pb-Bestimmung beläuft sich auf 10%, der der Cd-Bestimmung auf 15%.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Mittelwerte (\bar{x}) (ppm Fg), Standardabweichungen (s) und Streubreiten (R) der Pb- sowie Cd-Gehalte in Fleisch, Leber und Nieren sind aus Tabelle 3 ersichtlich. Tabelle 4 gibt Aufschluß über die Häufigkeitsverteilung der Pb- bzw. Cd-Gehalte in den untersuchten Proben. Außerdem enthält sie noch die Quotienten der Mittelwerte für Pb bzw. Cd in Niere/Leber, Niere/Fleisch und Leber/Fleisch und die Irrtumswahrscheinlichkeiten (p) für die Korrelationen Pb-Niere/Pb-Leber, Cd-Niere/Cd-Leber sowie zwischen den Cd- und Pb-Gehalten in Lebern bzw. Nieren. Ihre Prüfung erfolgte mit dem Spearman'schen Rangkorrelationskoeffizienten. Er schwächt die Wirkung von Extremwerten im Probenkollektiv ab.

Von den untersuchten Proben wiesen die Nieren stets die höchsten Cd- und Pb-Konzentrationen auf. Es folgen die Lebern. Nur ganz vereinzelt wurde in der Leber mehr Pb als in den Nieren gefunden.

Die Mittelwerte (\bar{x}) für Pb betragen in den Nieren 0,34 ppm/Fg, in den Lebern 0,15. Bei Cd beliefen sie sich auf 0,311 ppm/Fg in den Nieren bzw. 0,066 in den Lebern. Die geringsten Pb- bzw. Cd-Gehalte wurden stets im Fleisch gemessen. Der Mittelwert für Pb lag unter 0,05 ppm/Fg, für Cd unter 0,005 ppm/Fg.

Ein Blick auf Tabelle 4 zeigt, daß in Lebern am häufigsten Pb-Konzentrationen zwischen 0,05 und 0,3 ppm und Cd-Werte zwischen 0,01 und 0,2 angetroffen wurden. In den Nieren waren es Pb-Konzentrationen zwischen 0,1 und 0,6 ppm/Fg bzw. 0,05 - 0,9 ppm/Cd/Fg.

Die ermittelten Pb- und Cd-Gehalte in Nieren, Lebern und Fleisch sowie auch deren Streubreiten bewegen sich innerhalb der Literatur mitgeteilter Werte (Tab.1 und 2). Die Pb-Gehalte schwanken dort in Nieren zwischen 0,02 und 4,90 ppm/Fg, in Lebern zwischen 0,01 und 4,66 und in Fleisch zwischen 0,01 und 2,96 ppm, die entsprechenden Cd-Gehalte zwischen 0,01 und 7,82, 0,01 und 3,17 bzw. 0,01 und 1 ppm Cd Fg.

Pb verteilt sich in Lebern und Nieren von Rindern offenbar gleichmäßiger als Cd. Einzelwerte, Standardabweichungen und die Quotienten der Mittelwerte Niere/Leber, Leber/Fleisch und Niere/Fleisch sprechen dafür.

Die Einzelwerte streuen, wie Standardabweichungen und Streubreiten ausweisen, erheblich. Die Ursache für die auffallend großen Streuungen der Pb- und insbesondere Cd-Einzelwerte in Nieren und Lebern um die Mittelwerte dürfte wahrscheinlich in individuumsbedingten Unterschieden, u.a. in Resorption, Retention und Ausscheidung, zu suchen sein. Sie würden auch erklären, warum selbst bei einem in Abstammung, Alter, Haltung und Fütterung weit einheitlicherem Schweinekollektiv ähnlich große Streubreiten gefunden werden wie bei den untersuchten Rindern (22). Auch bei Schweinen enthielt Nierengewebe durchschnittlich 4 mal so hohe Cd-Konzentrationen als Lebergewebe (22). Bei Ratten fanden DECKER et al. (8) in Nieren das 2-4fache der Cd-Konzentrationen des Lebergewebes.

Über eine bevorzugte Anreicherung des Cd in den Nieren beim Menschen und eine gewisse Speicherung in der Leber berichten u.a. SZADKOWSKI et al. (36).

Trotz der großen Streubreite der Pb- und Cd-Einzelwerte in den Nieren- und Lebernproben des untersuchten Rinderkollektivs sind beim Einzeltier Cd- bzw. Pb-Gehalte in Lebern und Nieren korreliert. Rinder mit hohen Cd-Konzentrationen in den Nieren weisen auch in Lebergewebe relativ viel Cd auf, solche mit niedrigen Nierenkonzentrationen auch relativ geringe Konzentrationen im Lebergewebe. Das gleiche trifft auch für die Pb-Gehalte zu. In beiden Fällen ist die Korrelation mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit $p < 0,001$ statistisch gesichert. Eine Korrelation besteht offensichtlich auch zwischen den Pb- und Cd-Konzentrationen von Nieren und Lebern. Nieren bzw. Lebern mit hohen Cd-Gehalten enthalten in der Regel auch hohe Pb-Gehalte. Die Korrelation Pb-Leber/Cd-Leber ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 0,001$ gesichert, die zwischen Cd- und Pb-Gehalten in Nieren mit $0,01 < p < 0,001$. Die Beobachtung, daß Tiere mit hohen Cd-Gehalten in Nieren und Lebern dort auch hohe Pb-Gehalte aufweisen, könnte damit erklärt werden, daß Rinder mit hoher Stoffwechselaktivität mehr Cd und Pb aufnehmen als Tiere mit geringerem Stoffwechselumsatz. Dafür spräche auch die Feststellung, daß Schweine (22) und insbesondere Geflügel (23) - zwei Tierarten mit wesentlich intensiverem Stoffwechsel als das Rind - trotz ihres geringen Schlachalters in Nieren und Lebern bereits ähnlich viel oder z.T. sogar noch mehr Cd und Pb aufweisen als Rinder.

Als weiteres Argument für diese Annahme ließe sich die Beobachtung anführen, daß Nieren und Lebern von schwereren Schweinen höhere Cd-Konzentrationen enthalten als bei leichten Tieren. Die Beziehung war statistisch gesichert (22). Bei Rindern konnte eine derartige Korrelation allerdings nicht ermittelt werden. Dafür könnte ursprünglich die größere biologische Variabilität des Rinderkollektives verantwortlich sein.

Ein weiterer Zusammenhang besteht zwischen den Cd-Konzentrationen in Nieren und Lebern und dem Alter der Rinder. Mit zunehmendem Alter nahm der Cd-Gehalt in Nieren und Lebern der Tiere zu. Der Anstieg war bei Nieren stärker ausgeprägt als bei Lebern. In beiden Fällen konnte die Korrelation mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1 gesichert werden.

Möglicherweise resultiert die etwas geringere Irrtumswahrscheinlichkeit zwischen der Beziehung Cd-Niere/Pb-Niere aus dem Umstand, daß in den Nieren der Cd-Gehalt weit stärker vom Alter abhängt als bei Pb.

Abbildung 1 veranschaulicht diese Abhängigkeit. In ihr wurde das Gesamtkollektiv aus praktischen Gründen in die Altersgruppen 0-2, 2-7 und 7 J. unterteilt.

DECKER et al. (8) konnten bei Ratten sogar eine lineare Abhängigkeit des Nieren-Cd-Gehaltes von der Dauer der Cd-Verfütterung feststellen. Auch beim Menschen war in den Nieren und Lebern mit zunehmendem Alter ein Anstieg ihres Gehalts an Cd registriert worden. Gegenwärtig erreicht die Cd-Belastung der Organe zwischen dem 50. und 60. Lebensjahr ihr Maximum, um dann abzunehmen (17; 35; 36; 38). Dabei kann es sich entweder um eine echte, d.h. altersbedingte Abnahme des Nieren-Cd handeln oder auch nur um die Folge einer relativ geringen Cd-Belastung dieser Altersgruppe in ihrer Jugend (36). Eine Abnahme der Cd-Gehalte in den Lebern und Nieren älterer Rinder des Kollektivs war bis jetzt allerdings nicht feststellbar. Für eine derartige Feststellung werden die Rinder wahrscheinlich zu früh geschlachtet.

Eine ähnlich geartete Abhängigkeit des Pb-Gehaltes in Nieren und Lebern wie bei Cd vom Alter der Tiere besteht vermutlich nicht. Nieren und Lebern von Rindern scheinen bereits nach dem 1. Lebensjahr ähnlich hohe Pb-Konzentrationen zu enthalten wie ältere Tiere. Eine weitere zeitabhängige Zunahme des Pb-Gehaltes ist nach dem ersten Lebensjahr kaum noch feststellbar, wahrscheinlich als Folge des Eintritts eines Fließgleichgewichtes zwischen Pb-Aufnahme- und -ausscheidung.

Auch beim Menschen wird über eine gewisse Abhängigkeit der Pb-Gehalte in Weichgeweben vom Alter berichtet. BARRY (4) registrierte nach dem 1. Lebensjahrzehnt in Weichgeweben kaum noch einen Anstieg des Pb-Gehaltes. Nach DE GRAVE et al. (12) bildet sich im menschlichen Organismus jedoch erst nach dem 30. Lebensjahr ein Gleichgewichtszustand zwischen Pb-Aufnahme und seiner Eliminierung aus.

Eine Abhängigkeit des Cd-Gehaltes von der Rasse, wie sie beim Menschen existiert, möglicherweise aber nur aufgrund unterschiedlicher rassebedingter Nahrungs- und Ernährungsgewohnheiten, konnte am untersuchten Rinderkollektiv nicht festgestellt werden. Beim Menschen und verschiedenen Versuchstierarten bestehen offenbar auch im Pb-Gehalt bestimmter Gewebe geschlechtsbedingte Konzentrationsunterschiede. Blut und Knochen enthalten beim Mann mehr Pb als bei der Frau.

Auch ein jahreszeitlicher Einfluß auf die Pb- und Cd-Konzentrationen in Fleisch, Lebern und Nieren war am getesteten Tiermaterial statistisch nicht absicherbar. NILSON und KOLAR (29) hatten in Lebern im Frühling geschlachteter Rinder und Schweine durchschnittlich höhere Pb-Gehalte ermittelt als in Lebern von Tieren, die im Herbst geschlachtet worden waren. Sie halten diese Unterschiede jedoch für unbedeutend.

Die weitere Aufschlüsselung des Tiermaterials nach anderen, den Pb- bzw. Cd-Gehalt in Geweben möglicherweise beeinflussenden Faktoren, wie Niederschlagshäufigkeit, Fütterung und Haltung, ergab bis jetzt noch keine Anhaltspunkte für weitere Zusammenhänge. Vermutlich reicht das Untersuchungsmaterial für derartige statistische Erhebungen noch nicht aus, oder verschiedene Faktoren maskieren sich gegenseitig.

Die im 1. und 2. Entwurf der "Verordnung über zulässige Höchstwerte an As, Pb, Cd und Hg in oder auf Lebensmitteln" (31) der BRD in Fleisch vom Rind und Innereien diskutierten Toleranzwerte für Pb und Cd sind aus Tabelle 5 ersichtlich. Sie informiert auch darüber, wie häufig im untersuchten Probenkollektiv die für Fleisch und Innereien in Aussicht genommenen zulässigen Höchstwerte überschritten wurden. Die Tabelle zeigt, daß bisher nennenswerte Überschreitungen nur bei Nieren zu beobachten waren. Die Häufigkeit der Überschreitungen betrug etwa 5,4% bei Pb und etwa 17% bei Cd, wenn man als zulässigen Cd-Höchstwert 0,5 ppm zugrundelegt.

Im 2. Verordnungsentwurf waren die Nieren bei der Festsetzung des zulässigen Cd-Höchstwertes für Innereien ausgeklammert worden. Vielleicht sollte erwogen werden, für Nieren einen separaten Cd-Höchstwert festzulegen. KREUZER et al. (21) schlagen dafür 1 ppm/Fg vor. Dieser Wert erscheint beim äußerst geringen Anteil der Nieren an der Gesamtnahrung so lange vertretbar als die Cd-Gehalte der übrigen Lebensmittel noch unterhalb der für sie vorgesehenen Cd-Höchstwerte liegen.

Verglichen mit anderen Lebensmitteln zählt Fleisch zu den Pb- und Cd-ärmsten Lebensmitteln überhaupt. Lebern enthalten in etwa Durchschnittswerte. Die Nieren dagegen gehören mit zu den Pb- und Cd-reicheren Lebensmitteln.

F 1:6

TABELLE 1: LITERATURANGABEN ÜBER CADMIUMGEHALTE (ppm/Fg) IN FLEISCH, LEBERN UND NIEREN VON SCHLACHTRINDERN

Fleisch	n	Lebern	n	Niere	n	Land	Unters.-Jahr	Lit.
0,047-0,183	4	0,108-1,16	4	0,220-39,88	4	D	1968	25
0,017						D	1969	10
0,170						D	1972	32
0,041 ⁺ ±0,022 (0,011-0,079)	30					D	1972	15
*0,035 ⁺ ±0,019						D	1974	14
<0,005	141	0,06 ⁺ ±0,05 (0,005-0,3)	141	0,3 ⁺ ±0,3 (0,04-1,66)	141	D	1972/74	20
0,025-0,1						D	1972	31
0,015-0,071				0,66 (max. 210)		NL	1973	24
0,06 (max.0.11)						R	1970	34
		0	1	0,67	1	USA	1945	18
⁺⁺ 0,024	1	0,16-0,20	2	0,22-1,00	3	USA	1960	35
**0,01-1,00	1947	**0,01-3,17	2316	**0,01-7,82	2553	USA	1971/74	33
0,035 ⁺ ±0,034	71	0,183 ⁺ ±0,228 (0-1,24)				USA	1974	33
0,062		0,22				J	1970	39

* Jungbullen/Färsen ** mit nachweisbaren Gehalten
⁺⁺dorsocranialer Teil des Vorderviertels

TABELLE 2: LITERATURANGABEN ÜBER BLEIGEHALTE (ppm/Fg) IN FLEISCH, LEBERN UND NIEREN VON SCHLACHTRINDERN

Fleisch	n	Lebern	n	Nieren	n	Land	Unters.-Jahr	Literatur
		0,10-0,25	4	0,10-1,00	4	D	1934	7
0,16						D	1963	5
0,55 (0,29 ⁺ ±1,65)	8					D	1968	26
0,42 ⁺ ±0,71 (0-1,98)	20	0,23 ⁺ ±0,48 (0-2,12)	20	0,42 ⁺ ±0,59 (0-2,66)	20	D	1970/71	13
0,092 ⁺ ±0,044 (0,03-0,16)	30					D	1972/73	14
*0,12 ⁺ ±0,051	30					D	1972/73	14
0,13-0,35	5	0,1-1,4	5	0,26-1,7	5	D	1971	19
0,08		0,08		0,140		CH	1970	6
		0,3-1,5		0,3-1,5		GB	1951	1;2;3
		0,4-1,7	6			GB	1966	9
0,23						GB	1970	37
0,01-0,50						GB	1971/72	30
0,015	5	0,085	5			SF	1969	16
⁺ <0,1		0,17-0,54	25			S	1969	29
⁺⁺ <0,1		0,20-0,92	25			S	1969	29
⁺ 0,071 ⁺ ±0,120 (0-0,54)	71	0,089 ⁺ ±0,150 (0-1,03)	71			USA	1974	33
**0,01-2,96	2292	**0,01-4,46	2553	**0,02-4,90	2341	USA	1971/74	33
		0,3-0,5				USA	1967	28

* Jungbullen:Färsen; ⁺Frühling; ⁺⁺Herbst; ⁺dorsocraniale Partie des Vorderviertels
 ** Proben m. Pb-Gehalten über der Nachweisgrenze

TABELLE 3: MITTELWERTE, STANDARDABWEICHUNGEN UND STREUBEREICHE DER Pb- UND Cd-GEHALTE IN FLEISCH, LEBER UND NIEREN VON SCHLACHTRINDERN (ppm/Fg).

Gewebe	n	Mittelwert(\bar{x})	Standardabweichung(s)	Streubreite(R)
Cd				
Fleisch	288	<0,005	-	-
Leber	283	0,066	0,103	<0,005-1,65
Niere	283	0,311	0,261	0,008-1,95
Pb				
Fleisch	288	<0,05	-	-
Leber	283	0,15	0,07	0,02-0,85
Niere	278	0,34	0,23	0,10-2,00

TABELLE 4: HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DER Pb- UND Cd-GEHALTE (ppm/Fg) IN FLEISCH, LEBER UND NIEREN VON SCHLACHTRINDERN

Gewebe	n	<0,005	0,005 0,01	0,01 -0,05	0,05 -0,1	0,1 -0,2	0,2 -0,3	0,3 -0,4	0,4 -0,5	0,5 -0,6	0,6 -0,7	0,7 -0,8	0,8 -0,9	>0,9
Cd														
Fleisch	288	286	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leber	283	0	7	115	121	37	2	1	0	0	0	0	0	0
Niere	283	0	0	4	37	78	56	30	27	15	9	12	6	9
Pb														
Fleisch	288			283	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Leber	283			1	45	193	42	0	1	0	0	0	1	0
Niere	278					26	99	89	43	15	1	0	1	4

Quotienten der Mittelwerte:

Cd Niere:Leber 4,7; Niere:Fleisch: >62,3; Leber:Fleisch: >13,3;
 Pb Niere:Leber 2,3; Niere:Fleisch: >6,8; Leber:Fleisch: >2,9;

Irrtumswahrscheinlichkeiten für die Korrelationen:

Cd Niere:Leber: p = <0,001
 Pb Niere:Leber: p = <0,001
 Cd-Niere: Pb-Niere: 0,01 <p> 0,005
 Cd-Leber: Pb-Leber: p = <0,001

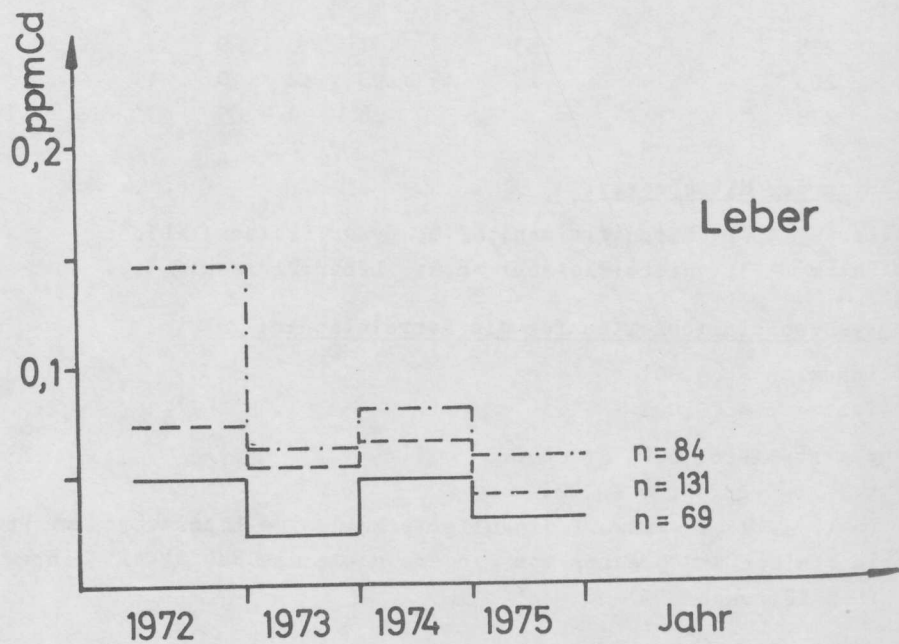
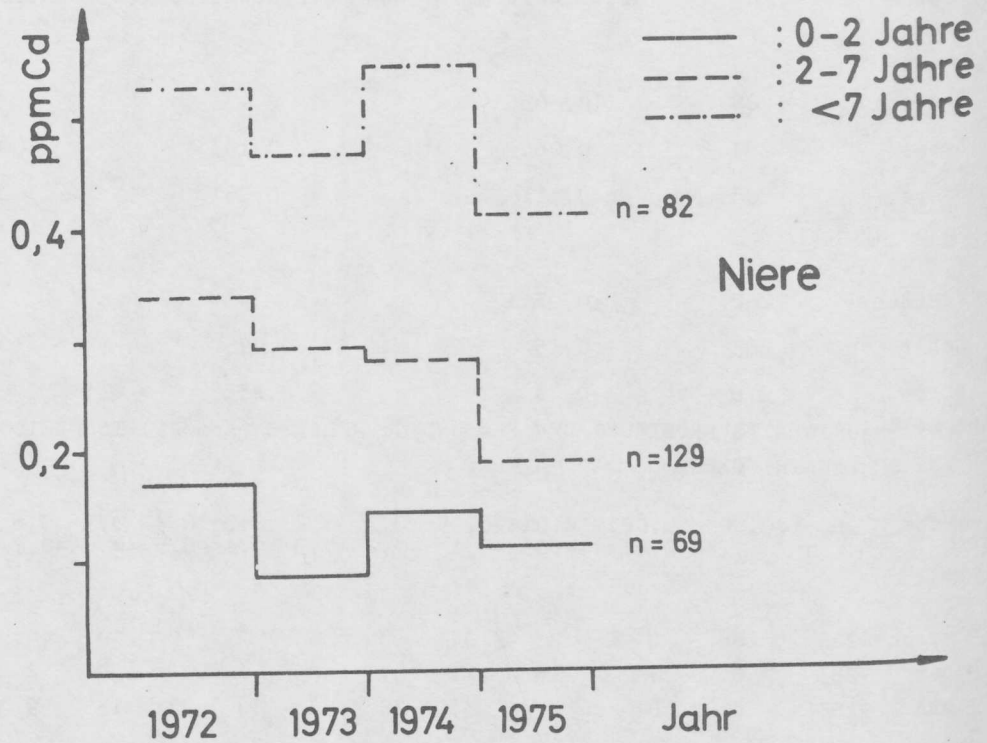
TABELLE 5: Im 1. u. 2. VO-Entwurf diskutierte zulässige Höchstwert an Pb und Cd (ppm/Fg) in Fleisch und Organen von Rindern sowie die Häufigkeit ihrer Überschreitungen in % (Überschr. %)

Diskutierte zulässige Höchstwerte

Gewebe	Blei				Cadmium			
	1.Entwurf	Überschr. %	2.Entwurf	Überschr. %	1.Entwurf	Überschr. %	2.Entwurf	Überschr. %
Fleisch	0,05	1,04 %	0,2	0,00	0,1	0,00	0,08	0,0
Innereien								
Leber	0,3	0,71	0,5	0,35	0,5	0,00	0,5	0,0
Nieren	0,3	50,40	0,5	5,39	0,5	16,96	?	

F 1:8

Abb:1 Cadmium-Gehalte in Lebern und Nieren von Schlachtrindern in Abhängigkeit vom Alter der Tiere



LITERATUR

1. Allcroft, R.: Lead poisoning in cattle and sheep. Vet Rec. 63(1951), 583.
2. Allcroft, R.: Distribution of lead in the tissues of bovines after ingestion of various lead compounds. J. comp. Path. Ther. 60(1950), 140.
3. Allcroft, R., K.L. Blaxter: Lead as a nutritional hazard to farm livestock. V. The toxicity of lead to cattle and sheep and an evaluation of the lead hazard under farm conditions. J. comp. Path. Ther. 60(1950), 209.
4. Barry, P.S.I.: A comparison of lead concentrations in human bones and in soft tissues. CEC-EPA. International Symposium. "Environmental Health Aspects of Lead"; EUR. 500d-e-f, Commission of the European Communities, CID Luxemburg 1973.
5. Bergner, K.O., H.E. Haller: Über das natürliche Vorkommen von Arsen, Blei, Cadmium, Selen, Zink und Zinn in Lebensmitteln. Mitt. Bl. G.D.Ch., Fachgruppe Lebensmittelchemie und gerichtliche Chemie 18(1964), 113.
6. Bovay, E., W. Hofmann, R. Zuber, V. Küpfer, L. Gisiger: Essai d'affourage 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 agronomique en Suisse 9(1970), 159.
7. Dankwortt, P.W., K. Höll: Chemische Untersuchungen über das normale Vorkommen von Blei in Organen und Knochen gesunder Haustiere. DTW. 37(1934), 586.
8. Decker, C.F., C.A. Hoppert, R.F. Langham: Chronic toxicity studies I. Cadmium administered in drinking water to rats. A.M.A. Arch. Indust. H 18(1958), 228.
9. Dinman, B.D.: Airborne lead perspective. CEC-EPA International Symposium "Environmental Health Aspects of Lead", Amsterdam, 2.-6.10.1972.
10. Essing, H.G., K.H. Schaller, D. Szadkowski, G. Lennert: Usuelle Cadmiumbelastung durch Nahrungsmittel und Getränke. Arch. Hyg. 153(1969)6.
11. FAO/WHO: 16th Joint Expert Committee on food additives evaluation of mercury, lead cadmium and the food additives amaranth, diethyl pyrocarbonate and acetyl-gallate. WHO-Food Additives, Series Nr. 4 and Technical Report Series Nr. 505, 1972.
12. Graeve de J., P. Jamin, R. Rondia: Lead concentrations in drinking water and blood lead levels in the adult population. CEC-EPA-WHO International Symposium "Environment and Health", Paris, June 1974.
13. Grahwit, G.: Untersuchungen über den Gehalt an toxischen Schwermetallen in Organen normalgeschlachteter Haustiere, vorläufige Mitteilung: Blei in Rinderorganen. Arch. Lebensmittelhyg. 23(1972), 213.
14. Hecht, H., A. Mirna: Zur Kontamination des Fleisches an unerwünschten Elementen. Forschungsbericht: Rückstände in Fleisch und Fleischerzeugnissen, Harald Boldt, Verlag KG. Boppard 1975.
15. Hecht, H.: Untersuchungen über Spurenelemente in Fleisch. Arch. Lebensmittelhyg. 24(1973), 255.
16. Kauranen, P.T., Jaakkola, J.K., Miettinen: Stable lead and radilead (^{210}Pb) in the "arctic food chain". Kongresspapier aus dem "Department of Radiochemistry", Universität of Helsinki 1969.
17. Kitamura, H., K. Sumino, N. Kamatano: Cd-contaminations in livers, kidneys and bones of human bodies. Jap. Publ. Health 17(1970), 506.
18. Klein, A.U., H.J. Wichmann: Report on cadmium, J.A. Official Agro-Chemists 28(1945), 257.
19. Kreuzer, W., W. Kracke, B. Sansoni: Zur fleischbeschaulichen Beurteilung akut bleivergifteter Schlachttiere. SVZ 73(1973), 369.
20. Kreuzer, W., B. Sansoni, W. Kracke, P. Wißmath: Cadmium in Fleisch und Organen von Schlachttieren. Fleischwirtschaft 55(1975), 387.
21. Kreuzer, W., B. Sansoni, W. Kracke, P. Wißmath: Cadmium background content in meat liver and kidney from cattle and its consequences to Cd-tolerance levels. Im Druck.
22. Kreuzer, W., P. Wißmath, H. Hollwich: Cadmiumgehalte in Fleisch, Lebern und Nieren von Schlachtschweinen. Im Druck.

F1:10

23. Kreuzer, W., A. Fischer: Zum Gehalt an Quecksilber, Cadmium und Blei im Schlachtgeflügel und Eiern, Im Druck.
24. Kroes, H.W., F.W. van der Kreek: Measures taken of envisaged in the Netherlands. Tagungsberichte Europäisches Kolloquium über Probleme im Zusammenhang mit der Kontamination des Menschen und seiner Umwelt durch Quecksilber und Kadmium. Commission of the European Communities, Luxemburg, 1974.
25. Kropf, R., M. Geldmacher - von Mallinckrodt: Der Cadmiumgehalt von Nahrungsmitteln und die tägliche Cd-Aufnahme. Arch. Hyg. 152(1968), 218.
26. Lehnert, G., G. Stadelmann, K.H. Schaller, D. Szadkowski: Usuelle Bleibelastung durch Nahrungsmittel und Getränke. Arch. Hyg. 153(1968), 403.
27. Malik, R.K.: Evaluation of contaminants mercury and cadmium by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, April 1973, Tagungsberichte Europäisches Kolloquium über Probleme im Zusammenhang mit der Kontamination des Menschen und seiner Umwelt durch Quecksilber und Kadmium. Commission of the European Communities, Luxemburg 1974.
28. McLean, K.S., D.L. Byers, M.N. Brown: Spectrographic determination of lead in agricultural and related materials. J. Ass. Off. Anal. Chem. 50(1967), 1366.
29. Nilson, R., K. Kolar: The content of lead in the liver of pigs and cattle, Proceedings 16th European Meat Research Workers, Varna 1971.
30. N.N.: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food: Survey of lead in food. HMSO 1932, London.
31. N.N.: Entwurf einer Verordnung über Höchstmengen an Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber in oder auf Lebensmitteln. BMJFG, 1973.
32. N.N.: Ernährungsbericht 1972; Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. Frankfurt/M. 1973.
33. N.N.: Compliance program evaluation, Washington D.C., Bureau of Foods, 1975.
34. Rautu, K., A. Sporn: Beiträge zur Bestimmung der Cadmium-Zufuhr durch Lebensmittel. Die Nahrung 14(1970), 25.
35. Schroeder, H.A., J.J. Balassa, Vt Brattleboro: Abnormal trace metals in man: Cadmium. J. Chron. Dis. 18(1965), 647.
36. Szadkowski, D.: Pathogenetische und pathophysiologische Mechanismen nach Inkorporation von Cadmium. Tagungsberichte "Europäisches Kolloquium über Probleme im Zusammenhang mit der Kontamination des Menschen und seiner Umgebung durch Quecksilber und Kadmium. Commission of the European Communities, Luxemburg, 1974.
37. Tolan, A., G.A.H. Elton: Lead intake from food. CEC-EPA International Symposium "Environmental Health Aspects of Lead", Amsterdam, 2.-6.10.1972.
38. Tsuchiya, K.: Perspectives in the environmental toxicology of trace metals. CEC-EPA-WHO-International Symposium "Environment and Health", Paris, June 1974.
39. Yamagata, N., J. Shigematsu: Cadmium pollution in perspective, Bull. Inst. Publ. Health 19(1970), 1.