

G/1  
-1 Cadmium in Fleisch und Organen von Schlachtrindern.

W. Kreuzer<sup>+</sup>, B. Sansoni<sup>++</sup>, W. Kracke<sup>++</sup> und P. Wißmath<sup>+</sup>

Als potentieller Rückstandsbildner in Lebensmitteln hat Cd in letzter Zeit erhebliche Bedeutung erlangt. Gegenwärtig gilt es sogar als einer der gesundheitlich bedenklichsten Schadstoffe überhaupt. Cd weist chemisch große Ähnlichkeiten zu Zn auf und zählt wie Zn und Hg zu den Schwermetallen der II/b - Gruppe des Periodischen Systems.

In seiner Toxizität für den Menschen wird Cd mit dem besonders giftigen Hg und As verglichen. Cd-Vergiftungen fast ausschließlich akuter Art, waren bisher verschiedentlich nur bei beruflich exponierten Personen bekannt geworden. Noch weniger Angaben liegen über chronische Cd-Intoxikationen vor. Mit ihnen in Zusammenhang gebracht werden chronische Bronchitiden und cardiovaskuläre Erkrankungen, wie Bluthochdruck und Anämien. Außerdem wird Cd und seinen Verbindungen eine teratogene sowie prostatacarzinogene Wirkung unterstellt. Ferner soll es das Reaktionsvermögen Zn-haltiger Fermente beeinträchtigen und zu Störungen im Kohlehydrat-, Ca- sowie vermutlich auch im Cu-Stoffwechsel des Organismus Anlaß geben.

Cd ist ein Kumulationsgift, weshalb die noch ungenügende Kenntnis seiner Langzeitintoxikationswirkung, insbesondere nach längerer Aufnahme kleinerer Mengen Cd besonders beunruhigt.

Alarmierend wirkten deshalb Berichte aus Japan, wo nach längerem Konsum von bis zu 0,061 ppm Cd enthaltendem Wasser bei Menschen zum Teil erst nach 30 Jahren Knochendemineralisierungen, im wesentlichen durch Entkalkifizierung, sowie starke Schmerzen im Inguinal- und Lumbalbereich beobachtet wurden (20).

Ursächlich wird dafür das Cd verantwortlich gemacht. Die Krankheitssymptome sind unter dem Begriff "Itai - Itai - Krankheit" beschrieben worden. bis jetzt sind an ihr mehr als 100 Personen, vorwiegend Frauen gestorben.

---

<sup>+</sup>Bereich für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs der Universität München, 8 München 22, Veterinärstr. 13

<sup>++</sup>Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung, m.b.H. München, Institut für Strahlenschutz Gruppe Radiochemie und Analytik, 8040 Neuherberg b/München

Diese Berichte lassen Cd für den Lebensmittelkonsumenten besonders suspekt erscheinen. Das trifft für tierische Lebensmittel vermutlich noch mehr als für pflanzliche zu, weil in ihnen Cd in Form der besser löslichen und leichter resorbierbaren organischen Verbindungen vorliegen dürfte. Außerdem verbleiben sie auch länger im Organismus als anorganische Verbindungen.

Cd kommt in der Natur zumeist in Spuren zusammen mit Zn vor.

Mit zunehmender Industrialisierung mußte vor allem in letzter Zeit eine steigende Kontamination unserer Umwelt mit Emissionsstoffen aus Industrie und Verkehr registriert werden (3,14,18). Cd gelangt vor allem durch die Verbrennung fossiler flüssiger und fester Brennstoffe sowie mit den Auspuffgasen von Dieselmotoren in die Umwelt, aber auch beim Ausbringen der zumeist Cd-verunreinigten Phosphatdünger auf Felder, Wiesen und Weiden.

Die Schätzungen über die gegenwärtige tägliche Cd-Aufnahme mit der Nahrung differieren beträchtlich. YAMAGATA (20) gab sie 1970 für Japan mit 4 - 215 µg/d an, SCHROEDER (15) mit 200 - 400 µg in den USA, RAUTU und SPORN (13) mit 38 - 63 µg in Rumänien, sowie KROPF und GELDMACHER-MALLINCKRODT (9) mit 113 - 331 µg bzw. ESSING und Mitarbeiter (1) mit 48 µg/d für die BRD.

Ältere Daten über den Cd-Gehalt in Fleisch und Organen von Schlachttieren liegen kaum vor, neuere nur sehr spärlich (1,4,5, 9,13,20).

Ähnlich wie bei Pb und Hg muß auch bei Cd mit einer Zunahme seiner Konzentration in Fleisch und Organen als Folge der gestiegenen Umweltkontamination gerechnet werden.

Über bisher ermittelte Cd-Konzentrationen in Fleisch und Organen von Schlachtrindern informiert Tabelle I.

Auffallend sind die zum Teil sehr erheblichen Konzentrationsunterschiede im Fleisch. Sie schwanken zwischen 0,016 - 0,18 ppm Cd/FG. Die wenigen Daten deuten darauf hin, daß Cd bei stetiger Zufuhr kleinster Mengen in den Organen, speziell in der Niere, aber auch in der Leber, eine nicht unerhebliche Anreicherung erfahren muß (6,9).

Sie bestätigen damit u.a. Ergebnisse experimenteller Untersuchungen an 2 - 12 Wochen alten Kälbern, wo nach wiederholten  $CdSO_4$ -

Gaben während eines Zeitraumes von 10 Wochen in Niere und Leber die höchsten Cd-Konzentrationen angetroffen wurden (11). Bei anderen Versuchstieren enthielten Lebern meist mehr Cd als Nieren und die übrigen Gewebe (2,16,17).

Aus den Daten in der Literatur ist mit Ausnahme der Ergebnisse von HECHT, MIRNA und SCHRAMMEL (5) sowie HECHT (4) in der Regel nicht ersichtlich, welche Fleischstücke untersucht und ob die analysierten Fleisch-, Leber- und Nierenproben von verschiedenen oder gleichen Schlachtkörpern entnommen worden sind. Außerdem werden Angaben über Alter, Geschlecht, Rasse, Haltung und Fütterung vermißt.

Ihre Nennung erscheint aber für die Interpretation, Aussagekraft und Vergleichbarkeit der erhaltenen Ergebnisse wichtig. Bisher fehlte es vor allem im Hinblick auf die Erstellung zulässiger Höchstwerte an Cd in Lebensmitteln tierischer Herkunft - ihre Festlegung wird unter anderem gegenwärtig in der BRD erwogen (21) - an umfangreicheren, repräsentativen Untersuchungen. Sie müßten sich allerdings zur Erfassung der Auswirkungen meteorologischer und ökologischer Faktoren über mehrere Jahre erstrecken.

Seit Anfang Juli 1972 wurde deshalb mit Untersuchungen zur Abklärung dieser Fragen begonnen.

Zu diesem Zweck wurde aus einem größeren, vorwiegend landwirtschaftlich strukturierten Gebiet des schwäbisch - bayerischen Vor-alpenraumes mit Weidehaltung im Sommerhalbjahr und jährlichen Niederschlagsmengen zwischen 700 und 1200 mm am 5.7., 26.7. und 27.9. bei am Schlachthof Kaufbeuren geschlachteten Rindern (Kühe, Färsen, Jungbullen, Ochsen) unterschiedlichen Alters (1 - 15 Jahre) und Rasse (Braunvieh, Höhenfleckvieh, Schwarzbuntes Niederungsvieh) pro Tier jeweils 100 - 200 g schwere Proben aus den Mm. adductores, vom Lobus caudatus der Leber und dem apikalen Pol der rechten Niere für die Cd-Analyse entnommen. Verschiedentlich stammten die Proben von Tieren aus gleichen Ortschaften bzw. gleichen Betrieben.

Das Probeneinzugsgebiet liegt zwischen den Orten Augsburg - Bad Wörishofen - Füssen - Landsberg/Lech und Fürstenfeldbruck. Dieses

Gebiet kann als repräsentativ für andere ähnlich strukturierte landwirtschaftliche Gebiete der BRD und Mitteleuropas gelten. Zur Ergänzung wurden noch Proben von 1 1/2 - 6 Jahre alten schwarzbunten Kühen und Jungbullen aus einem ebenfalls vorwiegend landwirtschaftlichen Gebiet Norddeutschlands mit Weidehaltung im Sommerhalbjahr in die Untersuchungen miteinbezogen. Die Probenahme, - von verschiedenen Tieren war auch die Milz untersucht worden - erfolgte allerdings erst im November/Dezember 1972. Die Proben waren bei Tieren aus Betrieben im Umkreis von 1,5 - 10 km Entfernung von der Preussag-Hütte in der Wesermarsch entnommen worden. In diesem Gebiet verendeten im Frühjahr 1972 mehr als 60 Rinder an Bleivergiftung, nachdem die Filteranlage des Hüttenbetriebes schadhaft geworden war. Interessant erscheint im Hinblick auf Cd, daß die Preussag dort neben der Bleiverhüttung noch eine Zn-Elektrolyseanlage betreibt.

#### Methodik:

Die Cd-Bestimmung in Fleisch und Organen erfolgt nach Aufschluß mit  $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{O}_2$  und anschließender Anreicherung durch  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Fällung, (7) durch flammenlose Atomabsorption im Graphitrohr. Im einzelnen wurde dabei wie folgt verfahren: 100 g Untersuchungsmaterial werden nach grober Zerkleinerung in einem 250 ml Kjeldahlkolben überführt, mit ca. 50 ml aqua. dest. und 20 ml  $\text{HNO}_3$  konz. "Suprapur" versetzt und im Veraschungsapparat der Fa. Quickfit Nr. 10 NAWGH aufgeschlossen. Die Proben werden zunächst bei Stufe 1 ca. 1 Stunde hydrolysiert. Anschließend wird 30 %iges  $\text{H}_2\text{O}_2$  (DAB 6) durch eine Schlauchpumpe mit einer Tropfgeschwindigkeit von 60 ml/h zugegeben. (Für den Aufschluß einer 100 g Probe sind 500 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$  erforderlich). Nach dem Aufschließen werden aus der abgekühlten Probe die Fettreste - sie erwiesen sich stets als Cd-frei - abfiltriert und das Filtrat auf 50 ml aufgefüllt. Aus diesem werden 2,5 ml entnommen und das Cd in einem Quarzreagenzglas mit 1 ml gesättigter  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Lösung Suprapur unter magnetischem Rühren gefällt, der erhaltene Niederschlag 2 Stunden auf dem Wasserbad gerührt, über Nacht stehen gelassen, zentrifugiert, mit 1 ml 5 %-iger  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -Lösung gewaschen und dann in 0,4 norma-

ler  $\text{HNO}_3$  Suprapur gelöst. Ein Aliquot der Lösung wird in das Graphitrohr (Fa. Perkin-Elmer HGA 70) injiziert und Cd bei der Wellenlänge von 228,8 nm gemessen.

Zur Ermittlung der chemischen Ausbeuten wird den Fleisch-, Leber-, Milz- und Nierenproben  $\text{Cd-}^{115\text{m}}$  zugesetzt. Sie betragen im Fleisch  $83 \pm 6 \%$  (13 Analysen), in Leber und Milz  $85 \pm 9 \%$  (23 Analysen) und in den Nieren  $87 \pm 9 \%$  (29 Analysen). Der Fehler beim Messen im Graphitrohr beträgt  $\sim 5 \%$ . Der geschätzte Gesamtfehler für die Cd-Einzelbestimmungen beläuft sich damit auf ca. 15 %.

#### Ergebnisse:

Die Ergebnisse sind in den Tabellen II, III, IV und V zusammen- und in Abbildung 1 und 2 z.T. auch graphisch dargestellt.

Tabelle II gewährt einen Überblick über die durchschnittlichen Cd-Konzentrationen und ihre Schwankungsbreiten in Fleisch, Lebern und Nieren der untersuchten Schlachtrinder aus dem süddeutschen Raum.

Zur Prüfung eines eventuellen Einflusses des Alters auf die Cd-Konzentrationen der untersuchten Gewebe wurde in Tabelle III eine Unterteilung des Probenmaterials in ältere und jüngere Tiere vorgenommen und als Grenze dafür willkürlich 4 Jahre festgesetzt. Tabelle III enthält zur Verdeutlichung der Konzentrationsunterschiede zwischen Nieren und Lebern noch die Konzentrationsquotienten Niere/Leber.

Für das am 26.7.72 geschlachtete Tierkollektiv sind die Daten z.T. geordnet nach der Herkunft der Tiere in Tabelle IV angegeben. 9 von 25 Tieren stammten aus dem Ort B u r g g e n. Ergänzend wurden noch die Quotienten Leber/Fleisch und Niere/Leber mit aufgeführt.

Aus Tabelle V sind die Cd-Konzentrationen in Fleisch, Milz, Leber und Niere der Tiere aus der Wesermarsch ersichtlich.

Das wesentliche der Ergebnisse aus Tabelle III veranschaulicht in Form eines Histogramms Abbildung 1.

Abbildung 2 spezifiziert ebenfalls als Histogramm die Daten aus Tabelle IV. In ihr sind zur Veranschaulichung der Schwankungsbreiten der Einzelwerte die Cd-Konzentrationen in Fleisch, Leber

und Niere jedes Einzeltieres des Gesamtkollektivs den entsprechenden Daten der Tiere aus dem Ort Burggen gegenübergestellt. Ihre Anordnung erfolgte dabei nach steigendem Alter.

Die weitere Aufgliederung des Untersuchungsmaterials nach anderen, den Cd-Gehalt der Gewebe möglicherweise beeinflussenden Faktoren ergab keine Anhaltspunkte für bestimmte Zusammenhänge, weshalb auf ihre Wiedergabe hier verzichtet wird. Sie waren entweder nicht vorhanden oder werden durch andere Einflüsse maskiert; teilweise reichte auch das bisherige Untersuchungsmaterial für derartige statistische Erhebungen noch nicht aus.

#### Besprechung und Diskussion der Ergebnisse:

Die Cd-Konzentrationen in Fleisch und Organen der untersuchten Tiere bewegten sich im Bereich zwischen ppm und ppb. Ein Vergleich der eigenen Untersuchungsergebnisse mit Daten aus der Literatur ist wegen des Fehlens von Angaben zur Probenahme kaum möglich. Lediglich die Werte von HECHT, MIRNA und SCHRAMEL (5) sowie HECHT (5) gestatten gewisse Vergleichsmöglichkeiten.

Allerdings stammten die von ihnen untersuchten Proben Rindfleisch von Rindern aus Nordbayern. Dort herrschen nicht wie im Voralpenraum und Wesermarsch Grünlandwirtschaft mit Weidehaltung der Tiere im Sommerhalbjahr, sondern Ackerbau und Haltung der Rinder im Stall vor. Außerdem ist dieser Raum auch stärker industrialisiert als die Probenahmegebiete im Voralpenraum und Wesermarsch.

Möglicherweise erklären der stärkere Industrialisierungsgrad und der hohe Verbrauch an Phosphatdünger in Ackerbaugebieten die höheren Cd-Konzentrationen der von HECHT, MIRNA und SCHRAMEL (5) sowie HECHT (4) untersuchten Fleischproben.

Mit nur einer Ausnahme enthielten stets die Nieren, gefolgt von Leber und Milz die höchsten Cd-Konzentrationen. Dagegen wies Fleisch einen nur sehr geringen, z.T. unter der Nachweisgrenze liegenden Cd-Gehalt auf. In keinem Fall wurden mehr als 5 ppb gemessen. Wie vor allem Abb. 1 erkennen läßt, enthielten die Lebern, insbesondere aber die Nieren älterer Tiere im Durchschnitt ein Mehrfaches der Cd-Konzentration in Lebern und Nieren jüngerer Rinder. Cd-Gehalte von mehr als 1,0 ppm wurden fast regelmäßig

in Nieren von Tieren älter als 8 Jahre gemessen. Eine lineare Beziehung zwischen der Höhe der Cd-Konzentration und dem Alter der Tiere konnte aus den Daten zwar nicht errechnet werden, doch besteht offenbar eine stark ausgeprägte Abhängigkeit.

Lebern enthielten, wie der Blick auf die Cd-Konzentrationsquotienten Niere/Leber zeigt, durchschnittlich nur den 5. Teil der Cd-Konzentration der Niere. Allerdings scheint diese Relation von Tier zu Tier erheblich zu schwanken, wie die in Tabelle III mitaufgeführten Minimal- und Maximalquotienten ausweisen. In einem Falle wies die Niere eines Tieres bis zu 28 mal mehr Cd auf als seine Leber.

Die Abhängigkeit der Höhe der Cd-Konzentration vom Alter der Tiere scheint bei der Leber weniger deutlich als bei der Niere zu sein. Hohe Nierenkonzentrationen waren nicht immer von hohen Leberkonzentrationen begleitet und umgekehrt.

Die Einzelwerte von Tier zu Tier, innerhalb der Einzel- und des Gesamtkollektivs schwanken in den Nieren stärker als in den Lebern, absolut allerdings weit mehr als relativ.

Die starke Anreicherung von Cd in der Niere wird mit seiner Fixierung an bestimmte Nierenproteine erklärt. Als wahrscheinliche Liganden sollen S-haltige Eiweißkörper der Konfiguration  $R \begin{matrix} \leftarrow S^- \\ \leftarrow S^- \end{matrix}$  fungieren (19). Für andere Gewebe wurde ein derartiger Koordinationsmechanismus noch nicht beschrieben. Aus Tabelle II ist ferner eine Zunahme der durchschnittlichen Cd-Konzentration in Niere und Leber mit fortschreitender Jahreszeit ersichtlich.

Vieles spricht dafür, daß es sich dabei um eine tatsächlich jahreszeitlich und nicht um eine scheinbar zufällig durch das höhere Durchschnittsalter der am 26.7. bzw. 27.9. geschlachteten Rinderkollektive bedingte Cd-Zunahme handelt. Diese Annahme stützt sich vor allem auf die nur geringen Unterschiede im Durchschnittsalter der verschiedenen Tierkollektive, dem Anstieg des Quotienten Niere/Durchschnittsalter sowie auf die Zunahme der Leberkonzentrationen, obwohl dort ein so enger Zusammenhang zwischen Cd-Konzentration und dem Alter der Tiere wie bei der Niere offensichtlich nicht besteht. Die Cd-Konzentrationsunterschiede könnten mit ei-

ner stärkeren Kontamination durch die längere Expositionszeit des in den Monaten Juli/August/September langsamer wachsenden Futters erklärt werden.

Eine Zunahme der Pflanzenkontamination im Verlaufe des Jahres war auch wiederholt bei Blei beobachtet (8) und auch beschrieben worden (10,12). Im Herbst entnommene Proben enthielten oft ein Vielfaches des Bleigehaltes wie in den Monaten April und Mai.

Der Vergleich der Cd-Konzentrationen in Fleisch, Lebern und Nieren von süddeutschen und norddeutschen Tieren ist nur bedingt möglich. Das Durchschnittsalter der norddeutschen Rinder lag mit 3,3 Jahren nämlich um 1,7 Jahre niedriger als beim süddeutschen Tierkollektiv, doch waren die Proben der Tiere aus der Wesermarsch erst Ende November/Anfang Dezember entnommen worden.

Die Cd-Konzentrationen lagen in den Milzen deutlich niedriger als in Nieren und Lebern. Sie betragen bei ebenfalls großer Schwankungsbreite der Einzelwerte im Durchschnitt nur 10 % der Nieren- bzw. annähernd 30 % der Leber-Cd-Konzentrationen.

Wenn überhaupt, dann hat sich die Nähe der Bleihütte und des Zn-Elektrolysebetriebes nur geringfügig auf die Cd-Konzentrationen von Leber und Niere ausgewirkt.

Die weitere Aufschlüsselung des Untersuchungsmaterials nach Rasse, Geschlecht, Herkunft, Haltung und Fütterung sowie mittlerer langjähriger Niederschlagshäufigkeit im Probenahmegebiet lieferte bis jetzt noch keine zusätzlichen Anhaltspunkte für die Erklärung der gefundenen großen Schwankungsbreiten.

Die Ursache für diese dürfte deshalb primär individuell bedingt sein. Ebenfalls große Konzentrationsschwankungen wie bei Cd waren am gleichen Tiermaterial auch für Blei festgestellt worden. Sie konnten für Fleisch auch von Anderen mittlerweile bestätigt werden (4,5).

Nicht minder große Schwankungsbreiten wurden auch für eine Reihe anderer, wie Cd nichtessentieller Spurenelemente gefunden, unter ihnen Quecksilber (4,5). Das legt die Vermutung nahe, daß der tierische Organismus nichtessentielle Elemente bei entsprechendem Angebot relativ stärker speichert als essentielle Spuren- und

Massenelemente, wie z.B. Kalium.

Ein noch in der Diskussion befindlicher Entwurf der "VO über Umweltkontaminanten" (21) der BRD sieht für Cd als höchstzulässige Menge im Fleisch 0,1 ppm, in Innereien (Leber, Niere, Hirn u.a.) 0,5 und in Fleischerzeugnissen 0,3 ppm vor.

Nach unseren Untersuchungen muß jedoch in den Nieren älterer Rinder mit z.T. nicht unbeträchtlichen, oft ein Mehrfaches des Toleranzwertes erreichenden Überschreitungen gerechnet werden.

Mehr als 0,5 ppm Cd/FG wurden regelmäßig in Nieren von Tieren älter als 8 Jahre, häufiger bei Tieren im Alter von 5 - 8 Jahren und nur gelegentlich bei jüngeren angetroffen.

Der in der "VO über Umweltkontaminanten" der BRD vorgeschlagene zulässige Höchstwert für Cd in Innereien sollte deshalb nochmals überdacht werden.

Tabelle I

Cd-Gehalt in Fleisch und Organen von Schlachtrindern (ppm/FG)

Land	Fleisch	Leber	Niere	Literatur
Japan	0,062	0,22		20
BRD	0,061(Oberschale) (0,016-0,072)			4, 5
BRD	0,18	1,16	40,0	9
Rumänien	0,110			13
BRD	0,0167			1

TABELLE II

Durchschnittliche Cd-Konzentrationen und ihre Schwankungsbreite  
in (ppm/FG) in Fleisch, Leber und Nieren der süddeutschen Schlachtrinder

Anzahl der Proben	Entnahmetermine	Fleisch Mm. adductores	Leber	Niere	Durchschnittl. Lebensalter (Jahre)
20	5. 7. 72	< 0,005 ( )	0,040 ) * (0,005 - 0,086)	0,278 (0,060 - 1,660)	4,3 (1 - 10)
25	26. 7. 72	< 0,005 ( )	0,097 ) (0,020 - 0,300)	0,423 (0,150 - 1,410)	5,0 (2 - 11)
18	27. 9. 72	< 0,005 ( )	0,107 ) (0,040 - 0,170)	0,575 (0,070 - 1,090)	6,5 (2 - 15)
63	5.7. - 27.9. 1972	0,005 ( )	0,079 ) (0,005 - 0,300)	0,403 (0,060 - 1,660)	5,0

\* Schwankungsbreite

TABELLE III

Cd-Konzentrationen (ppm/FG) in Fleisch, Leber und Nieren von  
jüngeren (<4a) und älteren (-4a) Rindern und Quotient Niere/Leber (Süddeutschld.)

Untersuchte Gewebe	S c h l a c h t t e r m i n e 1972					
	5. Juli		26. Juli		27. September	
	jünger	älter	jünger	älter	jünger	älter
* Schwankungsbreite	12 Stück	8 Stück	17 Stück	13 Stück	6 Stück	12 Stück
Zahl der Tiere						
Fleisch $\bar{X}$	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Leber $\bar{X}$	0,035	0,080	0,069	0,142	0,103	0,109
*	0,005 - 0,086	0,018-0,126	0,023-0,132	0,026-0,380	0,030-0,207	0,060-0,196
Niere $\bar{X}$	0,121	0,666	0,300	0,630	0,165	0,680
*	0,050 - 0,321	0,281-1,660	0,100-0,540	0,206-1,510	0,062-0,260	0,291-1,260
Quotient $\bar{X}$	5,7	11,6	5,4	4,8	2,8	7,2
Niere/Leber *	0,7 -16,0	1,3 -27,7	2,5 -14,4	2,3 -11,6	1,7 -3,8	4,0 -13,3

TABELLE IV

Cd-Konzentrationen (ppm/FG) in Fleisch, Leber und Nieren von jüngeren und älteren Rindern sowie die Konzentrations-Quotienten Leber/Fleisch und Niere/Leber des Tierkollektivs v.26.7.72

Probenkollektiv	Zahl d.unt. Tiere			Fleisch (ppm/FG)			Leber			Niere		
	ges.	jg.	ält.	ges.	jünger	älter	ges.	jünger	älter	ges.	jünger	älter
Burggen *	9	4	5	<0,005	<0,005	<0,005	0,126 0,040- 0,380	0,077 0,048- 0,110	0,175 0,040- 0,380	0,435 0,180- 1,180	0,287 0,180- 0,440	0,773 0,390- 1,180
Übrige *	16	8	8	<0,005	<0,005	<0,005	0,071 0,020- 0,160	0,066 0,023- 0,132	0,107 0,026- 0,160	0,399 0,100- 1,510	0,314 0,100- 0,540	0,552 0,206- 1,510
Gesamtkoll. *	25	12	13	<0,005	<0,005	<0,005	0,0970 0,020- 0,380	0,069 0,023- 0,132	0,142 0,026- 0,380	0,370 0,100- 1,510	0,300 0,100- 0,540	0,630 0,206- 1,510
	Zahl d. unt. Tiere			Quotient Leber/Fleisch			Quotient Niere/Leber					
	ges.	jg.	ält.	gesamt		jünger	älter	gesamt		jünger	älter	
Burggen *	8	4	4	25,2 80 - 48,0		15,5 10,0 - 22,0	35,0 8,0 - 60	3,5 2,7 - 3,9		3,6 3,2 - 3,9	3,4 3,2 - 3,9	
Übrige *	17	8	9	16,1 50 - 32,0		13,3 8,0 - 22,0	21,2 5,0 - 32,0	5,8 2,3 - 14,4		5,9 2,5 - 14,4	5,7 2,3 - 11	
Gesamtkollektiv*	25	12	13	-		-	-	5,2 2,3 - 14,4		5,4 2,5 - 14,4	4,8 2,3 - 11	

TABELLE V

Cd-Gehalt (ppm/FG) in Fleisch, Milz, Nieren und Leber  
von Schlachttieren aus der Wesermarsch (Norddeutschland)

Rasse	Alter in Jahr.	Geschlecht	Fleisch M. supraspin.	Milz	Niere	Leber
S*	2 - 2 1/2	♀	< 0,005	0,0075 <sup>±</sup> 0,0005	0,720 <sup>±</sup> 0,030	0,230 <sup>±</sup> 0,030
S	1 1/2 - 2	♀	< 0,005	0,210 <sup>±</sup> 0,030	0,0075 <sup>±</sup> 0,0005	0,0075 <sup>±</sup> 0,0005
S	1 1/2 - 2	♀	< 0,005	0,023 <sup>±</sup> 0,001	0,330 <sup>±</sup> 0	0,100 <sup>±</sup> 0,010
S	6	♀	< 0,005	-	0,160 <sup>±</sup> 0,020	-
S	1 1/2 - 2	♂	< 0,005	0,006 <sup>±</sup> 0,001	0,195 <sup>±</sup> 0,015	0,060 <sup>±</sup> 0
S	2	♀	< 0,005	0,0095 <sup>±</sup> 0,0025	0,385 <sup>±</sup> 0,015	0,105 <sup>±</sup> 0,025
S	1	♀	< 0,005	-	0,230 <sup>±</sup> 0,030	0,090 <sup>±</sup> 0
S	8	♀	< 0,005	0,013 <sup>±</sup> 0,002	1,650 <sup>±</sup> 0,075	0,180 <sup>±</sup> 0,010
S	2	Ochse	< 0,005	-	0,710 <sup>±</sup> 0	0,220 <sup>±</sup> 0,020
S	3,3		0,005	0,0429	0,488	0,124

S\* = Schwarzbuntes Niederungsvieh

Abbildung 1

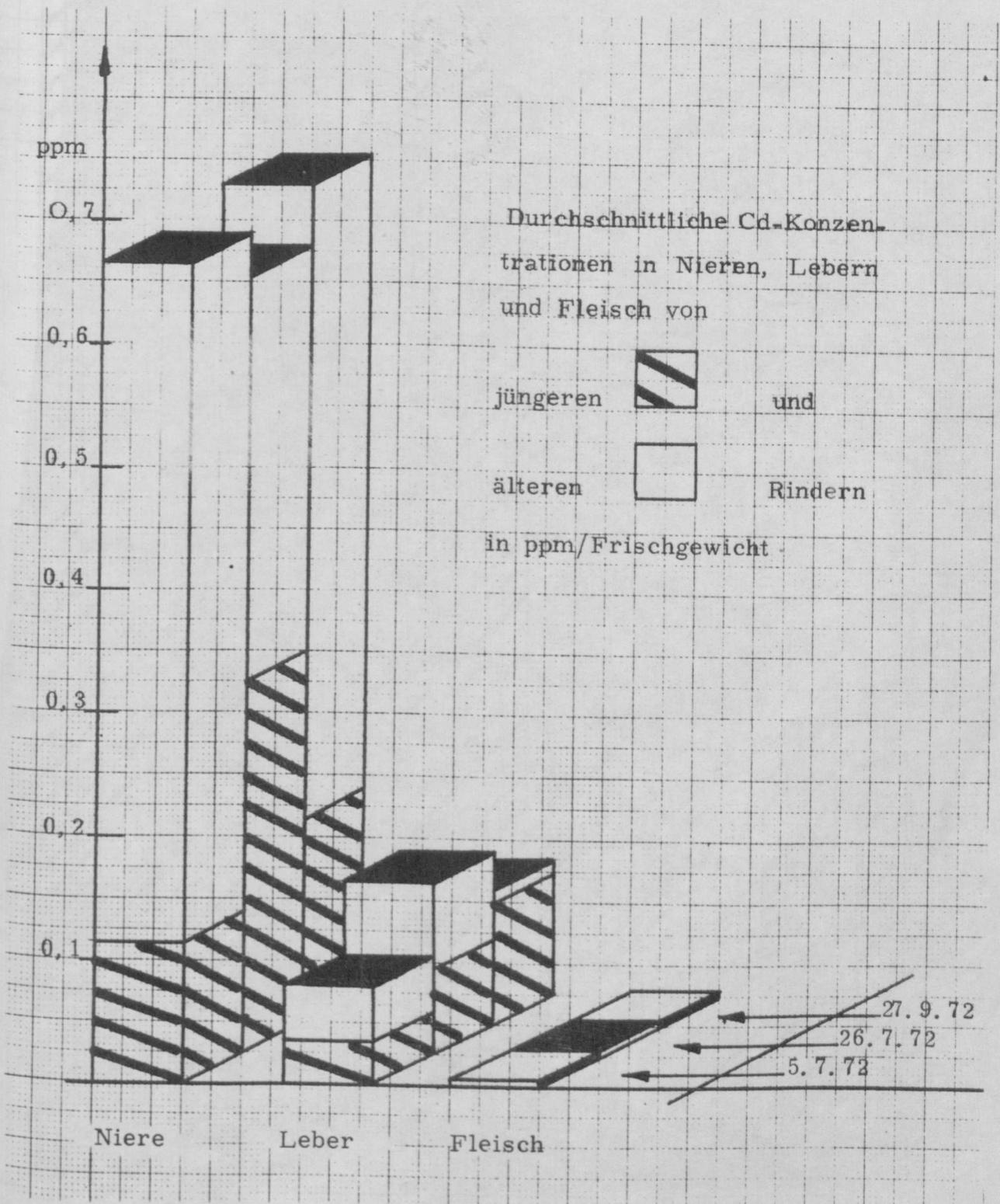
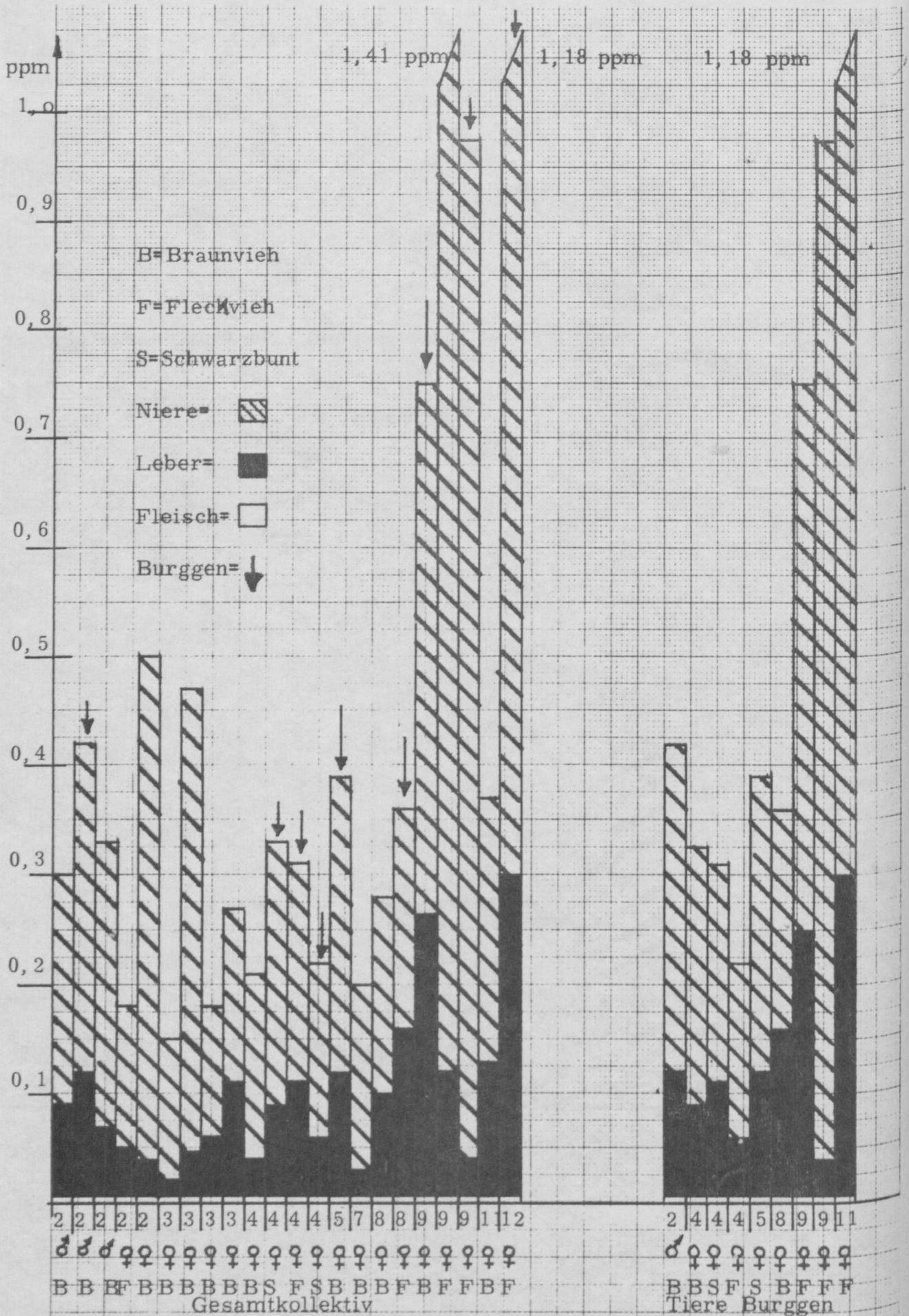


Abbildung 2



Cd-Konzentrationen in Nieren, Lebern und Fleisch von Rindern unterschiedlichen Alters (Probenahme 26.7.1972). (ppm FG)

## Literatur:

- 1) ESSING, H.G., K.H. SCHALLER, D. SZADOWSKI und G. LEHNERT:  
Usuelle Cadmiumbelastung durch Nahrungsmittel  
und Getränke.  
Arch. Hyg. 153 (1969), 6;
- 2) FRIBERG, L.: Iron and liver administration in chronic cad-  
mium poisoning and studies of the distribution  
and excretion of cadmium.  
Acta Pharm. und Toxicol. 11 (1955), 168;
- 3) HALL, S.H.: Pollution and poisoning.  
Env. Sci. Technol. 6 (1972), 31;
- 4) HECHT, H.: Untersuchungen über Spurenelemente in Fleisch.  
Vortrag gehalten auf der Tagung "Spurenanalyse"  
der Gesellschaft Deutscher Chemiker vom 2.4. -  
5.4.73 in Erlangen;
- 5) HECHT, H., A. MIRNA und P. SCHRAMEL: Untersuchungen über den  
Gehalt an Spurenelementen in Schweine-, Rind-  
und Kalbfleisch.  
Fleischwirtschaft 53 (1973), 23;
- 6) JAAKKOLA, T., H. TAKAHASHI und I.K. MIETTINEN: Cadmium con-  
tent in seawater, bottom sediment, fish, lichen  
and elk in Finland.  
Background paper WHO-Meeting of investigators  
on trace elements in relation to cardiovascular  
disease, Genf, 8. - 13.2.71;
- 7) KRACKE, W., F. DIETL und B. SANSONI: Bestimmung des Bleigehal-  
tes von Fleisch- und Organproben in Rindern.  
Jahresbericht GSF-Bericht S. 171 der Gesell-  
schaft für Strahlen- und Umweltforschung m.b.H.  
München 1972;

- 8) KREUZER, W.: Unveröffentlichte Ergebnisse.  
Bereich für Hygiene und Technologie der Lebensmittel tierischen Ursprungs, Tierärztliche Fakultät der Universität München, 8 München 22, Veterinärstraße 13;
- 9) KROPPF, R., M. GELDMACHER - v.MALLINCKRODT: Der Cadmiumgehalt von Nahrungsmitteln und die tägliche Cadmiumaufnahme.  
Arch. Hyg. 152 (1968), 218;
- 10) MITCHELL, R.L. und J.W.S. REITH: The lead content of pasture herbage.  
J. Sci. Fd. Agric. 17 (1966), 457;
- 11) POWELL, G.W., W.J. MILLER, I.D. MORTON und C.M. CLIFTON: Influence of dietary cadmium-level and supplemental-zinc on cadmium-toxicity in the bovine.  
J. Nutr. 84 (1969), 205;
- 12) RAMEAU, I.: Lead as an environmental pollutant.  
International Symposium "Environmental health aspects of lead", Amsterdam 2.-6.10.1972;
- 13) RÄUTU, K. und A. SPORN: Beiträge zur Bestimmung der Cadmium-Zufuhr durch Lebensmittel.  
Die Nahrung 14 (1970), 25;
- 14) RÜHLING, A. und G. TYLER: Ecology of heavy metals - a regional and history study.  
Bot. Notiser, 122 (1969), 248;
- 15) SCHROEDER, H.A.: Cadmium, chromium and cardiovascular disease.  
Circulation, 35 (1937), 570;
- 16) SCHROEDER, H.A., J. BALASSA und W. VINTON: Cadmium, chromium and lead in rats; effects on life span, tumors and tissue levels.  
J. Nutr. 86 (1965), 51;

- 17) SCHWARTZE, E. und C. ALSBERG: Studies on the pharmacology of cadmium and zinc with particular reference to emesis.  
J. Pharm. und Exp. Ther. 21 (1922), 1;
- 18) WEISS, H.V., M. KOIDE and E.D. GOLDBERG: Mercury in a Greenland ice sheet: Evidence of recent input by man.  
Science 174 (1971), 692;
- 19) WILLIAMS, R.J.P.: Schwermetalle in biologischen Systemen.  
Endeavour 26 (1967), 96;
- 20) YAMAGATA, N.: Cadmium pollution in perspective.  
Bull. Inst. Public. Hlth. 19 (1970), 1;
- 21) N.N.: "Entwurf über Umweltkontaminanten" der BRD;

### Zusammenfassung:

Um einen möglichen Einfluß von Alter, Rasse, Geschlecht, Haltung und Fütterung auf die Verteilung des Cd in Rindern zu erfassen, wurde von 72 Tieren der Cd - Gehalt des Fleisches, der Niere und der Leber, von 6 Rindern auch der der Milz, bestimmt. 63 Tiere (5.7., 26.7. und 27.9.72) stammten aus einem vorwiegend landwirtschaftlich strukturierten und wenig verkehrsexponierten Gebiet des schwäbisch - bayrischen Voralpenraumes, 9 Tiere aus der Wesermarsch (Nov/Dez 1972).

Von den Schlachtkörpern wurden jeweils pro Tier 200 g Fleisch (Mm adductores), Leber, Niere und von einigen Tieren auch Milz entnommen. Von diesen Proben wurden je 100 g Einwaage mit  $H_2O_2$  naß verascht, Cd angereichert, abgetrennt und aus verdünnt salpetersaurer Lösung durch flammenlose Atomabsorption im Graphitrohr bestimmt.

Der Cd - Gehalt des Fleisches lag stets unter 0,005 ppm. Zunehmende Gehalte ergaben die Milz mit 0,006 - 0,2, die Leber mit 0,005 - 0,3 und die Nieren mit 0,06 - 1,660 ppm/Cd/FG. Bemerkenswerter Weise enthielten die Nieren und Lebern älterer Tiere oft ein Mehrfaches der entsprechenden Cd - Konzentrationen bei jüngeren Tieren. Bei über 8 Jahre alten Tieren überschritten sie regelmäßig 1 ppm.

Offenbar besteht zwischen dem Alter der untersuchten Tiere und dem Cd - Gehalt ihrer Nieren ein Zusammenhang. Darüberhinaus waren aus dem vorliegenden Untersuchungsmaterial, bis auf eine wahrscheinliche Zunahme des Cd - Gehaltes in den Proben mit fortschreitender Jahreszeit, keine weiteren Zusammenhänge ersichtlich.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse wird empfohlen, den in der BRD diskutierten Toleranzwert für Cd in Innereien von 0,5 ppm/FG bei Nieren nochmals zu überdenken.

## Summary

In order to evaluate possible influences of age, breed, environment and feeding on the Cd-content of meat, kidney, liver and spleen, 100 - 200 g samples of cattles of different sex, age and breed from a larger, mainly agricultural area with little density of traffic in the Swabian-Bavarian foot-hills of the Alps (pastureland) and of animals from the Weser-marsh were taken at July 5., July 26., Sept. 27. 1972, and the end of November/ beginning of December 1972, respectively. The samples originated from the Mm. adductors, the Lobus-Caudatus of the liver, the tip of right kidney as well as from the ventral part of the spleen. The cadmium content was determined by wet ashing with  $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{O}_2$ , chemical enrichment and subsequent atomic absorption in a graphite tube.

The Cd-contents in meat and organs were in the concentration range of ppm to ppb. Beside one exception, the kidneys (0,060 - 1,660 ppm Cd), followed by livers (0,005 - 0,300 ppm Cd) and spleens (0,006 - 0,210 ppm Cd) showed the highest Cd-concentrations. In meat, the Cd-level never exceeded 5 ppb. In many cases the Cd-concentration in kidneys and livers of elder animals were found several times higher than the corresponding values of younger animals. In all kidneys of cattles elder than 8 years, the Cd-concentration exceeded 1,00 ppm. Obviously a close relation exists between the age of the animals and the Cd-contents of their kidneys. Beside that, no indications for further relations could be found, with the possible exception of a seasonal increase of the Cd-concentration in liver and kidneys. As a conclusion, we recommend to reconsider the value of 0,5 ppm/fresh weight, as presently discussed as permissible Cd-level in kidneys.

## Résumé :

Afin de comprendre l'influence éventuelle de l'âge, de la race, de l'espèce, de la tenue et de la nourriture des animaux sur la teneur en Cd de la viande, des reins, du foie et de la rate, on a pris le 5.7., 26.7. et le 27.9.1972 des échantillons de bovins de race, âge et espèce différents, issus d'un lieu à caractère prédominant agricole et peu exposé à la circulation, dans les pré-Alpes bavaroises-souabes ( pâturage ). D'autres animaux de "Weser-Marsch" ont été abattus fin novembre/début décembre 1972. On a prélevé pour chaque bête : 100 à 200 grammes d'échantillon du Mm.adductors, le Lobus-Caudatus du foie, la partie supérieure du rein droit ainsi que la partie ventrale de la rate. Les échantillons ont été minéralisés par le mélange  $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{O}_2$ , enrichis en Cd, et pour finir la détermination du Cd a été effectuée par absorption atomique sans flamme.

La teneur en Cd de la viande et des organes se situe entre des concentrations de ppm et ppb. Les plus fortes concentrations de Cd ont été trouvées dans les reins ( 0,060-1,660 ppm ) ( avec une seule exception ), suivis du foie ( 0,005-0,300 ) et de la rate ( 0,006-0,210 ). Nous n'avons jamais trouvé plus de 5 ppb dans la viande. Des concentrations de Cd, atteignant plusieurs fois la concentration chez les jeunes animaux, ont été trouvées dans les reins et le foie de vieux animaux. La concentration dépasse régulièrement 1,00 ppm dans les reins des bêtes de plus de huit ans. Il semble qu'il y ait une étroite relation entre l'âge des animaux et la teneur en Cd des reins. Bien qu'il semble y avoir une augmentation de la teneur en Cd dans le foie et les reins à une certaine période de l'année, aucune autre influence n'a pu être prouvée.

D'après les recherches effectuées, nous recommandons de revoir, en Allemagne, la limite de tolérance ( discutée ) du Cd dans les abats ( 0,5 ppm/poids d'échantillon frais ).