Kupfer, Eisen, Zink und Magnesium in Kalbslebern und -nieren = Copper, iron, zinc and magnesium in livers and kidneys from calves

Autor(en): Dafflon, Oscar / Scheurer, Laurence / Gobet, Hansjörg

Objekttyp: Article

Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und

Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Band (Jahr): 87 (1996)

Heft 5

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-982088

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek* ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

Kupfer, Eisen, Zink und Magnesium in Kalbslebern und -nieren

Copper, Iron, Zinc and Magnesium in Livers and Kidneys from Calves

Key words: Copper, Iron, Zinc, Magnesium, Livers, Kidneys, Calves

Oscar Dafflon, Laurence Scheurer, Hansjörg Gobet und Herbert Koch Bundesamt für Veterinärwesen, Bern

> Max Haldimann Bundesamt für Gesundheit, Bern

Einleitung

Nachdem in der deutschen Presse wiederholt Meldungen über erhöhte Kupfergehalte in Kalbslebern erschienen und nachdem sich auch das Fernsehen DRS für das Thema zu interessieren begann, wollten wir im Sinne einer objektiven Auseinandersetzung einen Überblick über die aktuelle Situation in der Schweiz gewinnen. Dies um so mehr, als sich auch wissenschaftliche Zeitschriften mit der Thematik zu befassen begannen (1, 2). Für Kupfer bestehen gegenwärtig weder in der Schweiz noch in der EU gesetzliche Vorschriften bezüglich Fleisch/Fleischerzeugnisse.

Um aus dem Aufwand der Probenerhebung möglichst viel Information zu gewinnen, entschlossen wir uns, gleichzeitig auch noch die Metalle Eisen, Magnesium und Zink zu bestimmen. Die Rückstände von Blei und Cadmium in Kalbsle-

bern werden in einer späteren Publikation vorgestellt.

Kupfer ist ein essentielles Spurenelement und erfüllt physiologisch wichtige Aufgaben, beispielsweise als wesentlicher Bestandteil der Cytochrom-c-Oxidase in der Atmungskette. Kupferionen sind in der Lage, andere Ionen aus spezifischen Bindungsstellen zu verdrängen und letztere damit zu blockieren (z. B. Fe²+ in den Farbstoffen Hämoglobin und Myoglobin). Verfüttert werden Kupfersalze an Kälber, um über diese Verdrängungsreaktion möglichst anämisches (= weisses) Fleisch zu erzeugen, wofür die Akzeptanz des Konsumenten offenbar höher ist.

Bei erhöhtem Angebot in der Nahrung wird Kupfer in der Leber an Proteine gebunden und so gespeichert. Für die erste Zeit nach der Geburt sind in den Lebern der Säugetiere Kupferdepots angelegt, so dass sich für Neugeborene bis zu 5mal höhere Kupferkonzentrationen in den Lebern ergeben als für Erwachsene. Bereits seit Mitte der sechziger Jahre ist bekannt, dass Konzentrationen von mehr als 800 bis 900 mg Kupfer je kg Leber (Trockensubstanz; entspricht ca. 200–225 mg/kg Frischsubstanz) auf eine chronische Kupferintoxikation des betreffenden Tieres hindeuten (3). Der physiologische Bereich für Kupfer in Kalbslebern liegt um 100 mg/kg Frischsubstanz, mit Schwankungsgrenzen von etwa 50 und 150 mg/kg.

Infolge der emetischen Wirkung von Kupfersalzen scheint der Mensch vor Vergiftungen geschützt zu sein. Über die mögliche chronische Toxizität von Kupfer ist wenig bekannt. Von der FAO/WHO ist provisorisch eine maximal tolerierbare tägliche Zufuhr von 0,5 mg/kg Körpermasse, entsprechend 30–35 mg pro Person, vorgeschlagen worden (4). Einzig bei Säuglingen, deren Kupferstoffwechsel normalerweise noch nicht vollständig ausgebildet ist, sowie bei angeborenen Stoffwechselstörungen (Morbus Wilson) kann eine erhöhte Kupferzufuhr ein Gesund-

heitsproblem darstellen (5).

Experimentelles

Sämtliche in dieser Arbeit aufgeführten Konzentrationswerte beziehen sich, falls nichts anderes angegeben ist, auf die Frischsubstanz (FS).

Probenherkunft

Die Erhebung der Proben erfolgte in zehn grösseren Schlachtbetrieben in der deutsch- und französischsprechenden Schweiz: – Suter Viandes, Villeneuve – Abattoirs de Lausanne – Micarna SA, Courtepin – Städtischer Schlachthof Bern – Grieder AG, Oensingen – H. Felder, Schwyz – Gattiker AG, Freienbach – Städtischer Schlachthof Zürich – Schlachthof Ebnat, Schaffhausen – Städtischer Schlachthof St. Gallen. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Herkunft der Kälber.

In jedem dieser Schlachtbetriebe wurden im Zeitraum zwischen dem 17. April und dem 20. Mai 1996 von 10 zufällig ausgewählten Kälbern je eine Probe Leberund Nierengewebe erhoben. Die Proben wurden in HD-PE-Dosen verpackt und bis zum Versand am späteren Nachmittag des Erhebungstages gekühlt aufbewahrt. Der Versand erfolgte in isolierten Kunststoffbehältern per Express, so dass die Proben am nächsten Morgen bereits vor 8.00 Uhr in frischem Zustand im Untersuchungslabor eintrafen.

Von aus Holland importierten Kalbslebern wurden an der Grenze Proben (n = 24) erhoben. Zur Sicherung der analytischen Qualität der Resultate wurden die ersten 25 Proben gemeinsam mit dem Bundesamt für Gesundheit (BAG) unter-

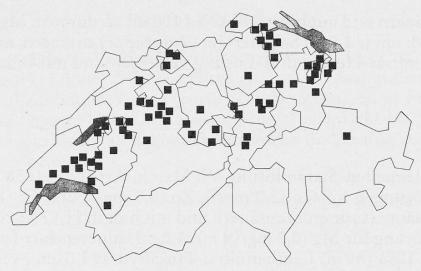


Abb. 1. Herkunftsorte der Kälber; Schwermetalluntersuchungen April/Mai 1996

sucht, wobei das BAG mit ICP-MS und das BVET mittels Flammen-AAS arbeiteten.

Prüfverfahren

Die Probe wird homogenisiert, mit Salpetersäure, Perhydrol und Wasser im Mikrowellenofen aufgeschlossen. Die Analyse erfolgt durch Messung mit Flamme im Atom-Absorptions-Spektrophotometer.

Chemikalien

AAS: 65% Salpetersäure, Merck, suprapur, Art.-Nr. 100441 – 30% Perhydrol, Merck, z.A., Art.-Nr. 107209 – Bidest. Wasser – Lanthannitrat-Hexahydrat, Merck, z.A., Art.-Nr. 105326, 10% (m/m) La(NO₃)₃ x 6 H₂O in bidest. Wasser – Salpetersäure, Merck, z.A., Art.-Nr. 100456, 1:10 mit bidest. H₂O verdünnen – Referenzmaterial NBS 1577 Bovine liver – Acetylen und Pressluft (Carbagas, Bern).

ICP-MS: 65% Salpetersäure, Merck, suprapur, Art.-Nr. 100441 – Wasser, ent-

ionisiert (Nanopur®), Argon 46 (Carbagas, Bern).

AAS: Stammlösungen, Standards

1000 ppm Cu-Stammlösung, Merck, Art.-Nr. 119786 – 1000 ppm Zn-Stammlösung, Merck, Art.-Nr. 119806 – 1000 ppm Fe-Stammlösung, Merck, Art.-Nr. 110701 110701 Nr. 110701

119781 – 1000 ppm Mg-Stammlösung Merck, Art.-Nr. 119788.

Cu-Standards, 0,2, 2,0 und 5,0 mg/l: mit je 1,0 ml Salpetersäure (suprapur) ansäuern und mit bidest. H₂O ad 100 ml verdünnen. Zn-Standards, 0,2, 0,5 und 1,0 mg/l: mit je 1,0 ml Salpetersäure (suprapur) ansäuern und mit bidest. H₂O ad 100 ml verdünnen. Fe-Standards, 0,5, 1,0 und 2,0 mg/l: mit je 6,0 ml Salpetersäure

(suprapur) ansäuern und mit bidest. H_2O ad 100 ml verdünnen. Mg-Standards, 0,1, 0,3 und 0,5 mg/l: mit je 1,0 ml Salpetersäure (suprapur) ansäuern, mit je 1,0 ml 10% (m/m) Lanthannitrat-Hexahydrat-Lösung versetzen und mit bidest. H_2O ad 100 ml verdünnen.

Kontroll-Lösungen

ICP-Mehrelementen-Stammlösung VI, Merck, Art.-Nr. 110580

Kontroll-Lösungen für Cu (2,0 mg/l), Zn (0,5 mg/l) und Fe (1,0 mg/l): mit je 1,0 ml Salpetersäure (suprapur) ansäuern und mit bidest. H₂O ad 20 ml verdünnen.

Kontroll-Lösung für Mg (0,2 mg/l): mit 1,0 ml Salpetersäure (suprapur) ansäuern, mit 200 µl 10% (m/m) Lanthannitrat-Hexahydrat-Lösung versetzen und mit bidest. H₂O ad 20 ml verdünnen.

Geräte und Hilfsmittel

Atom-Absorptions-Spektrophotometer (IL Video 22), mit Deuterium-Lampe (Untergrundkorrektur) – Mikrowellenofen «MDS-2100» (CEM) – ICP-MS «Elan 5000» (Perkin-Elmer) – Hochdruckverascher HPA (Paar).

Durchführung der Prüfung

Die Aufschlussgefässe und Glaswaren sind vor Gebrauch während ca. 6 h in Salpetersäure 1:10 einzulegen und anschliessend mit bidest. H₂O zu spülen.

Probenvorbereitung und Aufschluss für AAS

1,00 g homogenisiertes frisches Probenmaterial oder 0,2 g trockenes Referenzmaterial (NBS) werden in ein Aufschlussgefäss eingewogen, mit 3,0 ml bidest. H₂O, 3,0 ml 65% Salpetersäure (suprapur) und 3,0 ml 30% Perhydrol versetzt. Zwecks Druckverminderung wird das Aufschlussgefäss erst 15 min nach Zugabe der Säuren ganz verschlossen, in den Mikrowellenofen gestellt und das entsprechende Aufschlussprogramm gestartet (Tabelle 1). Nach Abkühlung auf Zimmertemperatur wird die aufgeschlossene Probe in einen 50-ml-Messkolben gebracht, mit bidest. H₂O nachgespült und bis zur Marke ergänzt (entspricht der Cu-, Zn- und Fe-Prüflösung).

Mg-Prüflösung: Die Cu-, Zn- und Fe-Prüflösung wird mit bidest. H₂O zusätzlich 1:10 verdünnt und vorher 10% (m/m) Lanthannitrat-Hexahydrat-Lösung zugesetzt, so dass eine entsprechende Konzentration von 0,1% resultiert.

Messbedingungen siehe Tabelle 2.

Lösung für Wiederfindung

1,00 g homogenisiertes Probenmaterial, 3,0 ml bidest. H₂O, 3,0 ml 65% Salpetersäure (suprapur), 3,0 ml 30% Perhydrol, 100 µl Cu-Stammlösung (entspricht 100 µg Cu), 25 µl Zn-Stammlösung (entspricht 25 µg Zn), 50 µl Fe-Stammlösung (entspricht 50 µg Fe) und 100 µl Mg-Stammlösung (entspricht 100 µg Mg) werden wie die Prüflösung in einem «Vessel» aufgeschlossen und analog zur *Probenvorbereitung* weiterbearbeitet.

Tabelle 1. Aufschlussprogramm für den Mikrowellenofen mit 3, 6, 9 und 12 Proben

Power (950 Watt)	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5
3 Proben	25%	40%	40%	40%	0%
6 Proben	25%	45%	45%	45%	0%
9 Proben	40%	55%	55%	55%	0%
12 Proben	40%	65%	65%	65%	0%
Pressure (bar) Run Time (min) Time (min) Temp. (°C)	1,37	2,96	5,99	7,99	1,37
	10,00	10,00	10,00	20,00	20,00
	3,00	- 5,00	3,00	10,00	10,00
	90	140	150	165	0

Hochdruckaufschluss und Probenvorbereitung für ICP-MS-Messungen

Jeweils 1 g homogenisiertes Probenmaterial werden in 35-ml-Quarzgefässe eingewogen, mit 2 ml konzentrierter Salpetersäure überschichtet, mit Teflonband abgedichtet und mit dem plangeschliffenen Deckel aus Quarz verschlossen. Bei 100 bar Anfangsdruck im Hochdruckverascher HPA wird nach dem folgenden Temperaturprogramm mineralisiert: 20 min 80–110 °C und 90 min bei 260 °C. Die Aufschlusslösungen werden in graduierten Polypropylenröhrchen mit entionisiertem Wasser auf 5,0 ml verdünnt. Zur Herstellung der Cu-, Zn-Prüflösungen wird mit entionisiertem Wasser 1:100 verdünnt und Yttrium zugesetzt, so dass eine Konzentration von 100 μg Yttrium/l resultiert.

Bestimmungsgrenze

Die probenbezogene Bestimmungsgrenze der AAS-Methode beträgt je 0,5 mg/kg für Cu und Zn, 5,0 mg/kg für Fe und 2,0 mg/kg für Mg.

Bestimmung mittels ICP-MS

Ein ICP-MS Elan 5000 mit dem Probengeber AS-90 und einem pneumatischen Zerstäuber (Burgener) wird unter den folgenden spektroskopischen Bedingungen betrieben: dwell time 50 ms, sweeps/reading 20 und replicates 3. Argonflüsse:

15 l/min bei 1 kW für das Plasma, 0,8 l/min als Hilfsgas und 0,82 l/min für den Zerstäuber. Spülzeiten: *read delay* 60 s und *wash time* 120 s. Die folgenden Isotope werden gemessen: ⁶³Cu, ⁶⁴Zn und ⁸⁹Y (interner Standard).

Die Kalibration erfolgt gegen Bezugslösungen mit angepasster Matrix (Leber) ohne Standardzugabe sowie mit Zugaben von 140 μg/L und 280 μg/L für Cu beziehungsweise 130 μg/l und 260 μg/l für Zn. Die Blindwerte werden abgezogen. Für Cu und Zn liegen die Blindwertkonzentrationen nach dem Durchlaufen des Aufschlussprozesses im Bereich von 0,1 μg/l für Kupfer und 0,5 μg/l für Zink.

Bestimmung mittels Flammen-AAS

Tabelle 2. Parameter für Flammen-AAS

	Cu	Zn	Fe	Mg		
Wellenlänge Bandpass Lampe Lampenstrom Brenner	324,7 nm 1,0 nm Hohlkathodenlampe 5 mA Acetylen/Luft	213,9 nm 1,0 nm «HKL» 3 mA Acetylen/Luft	248,3 nm 0,3 nm «HKL» 8 mA Acetylen/Luft	285,2 nm 1,0 nm «HKL» 3 mA Acetylen/Luft		
Messzeit pro M Untergrundko Aufwärmzeit o	mpensation:	0,5 sec Deuterium-Lampe je 5 min				

Resultate und Diskussion

Analytische Qualitätskontrolle

Die Kontrolle der Analysenqualität erfolgte durch individuelle laborinterne Qualitätskontrollmassnahmen. Zu diesen zählen u. a. die Messungen von zertifiziertem Referenzmaterial, wie z. B. NBS 1577 (Bovine Liver), die Wiederfindungen und Vergleichsanalysen mit ICP-MS.

Referenzmaterial

Beim Referenzmaterial handelt es sich um getrocknete Leber «Bovine liver» NBS 1577 mit zertifizierten Gehaltsangaben der chemischen Elemente. Dieses Material wurde analog der Probenvorbereitung aufgeschlossen, verdünnt und jeweils nach 10 Proben mitgemessen (n=14). Die Übereinstimmung unserer Messwerte mit den zertifizierten Gehalten (Cu, Fe, Zn und Mg), als auch die Schwankungen der Messwerte innerhalb einer Serie waren akzeptierbar (Tabelle 3).

Tabelle 3. Referenzmaterial «Bovine Liver»: NBS 1577 (National Bureau of Standards)

Daten	Cu	Fe	Zn	Mg
Zertifiziert NBS (mg/kg)	193 ± 9	268 ± 8	130 ± 13	604 ± 9
Mittelwert $[\overline{x}]$ ($n = 14$) (mg/kg)	199,1	249,0	130,3	588,1
Median	198,8	248,1	129,4	581,3
Standardabweichung [s] (mg/kg)	7,2	16,0	5,7	25,4
Variationskoeffizient $[C_v]$ (%)	3,6	6,4	4,4	4,3
Tiefster Wert (mg/kg)	182,5	220,0	120,5	552,5
Höchster Wert (mg/kg)	213,0	278,5	138,3	640,0

Wiederfindung

Wie der Tabelle 4 zu entnehmen ist, liegen die Wiederfindungen für Cu, Fe, Zn und Mg zwischen 96,3 und 101,6% und die Variationskoeffizienten unter 10%.

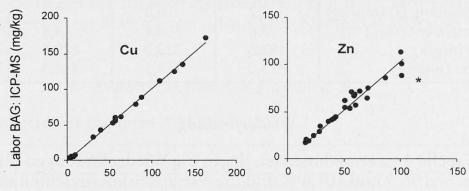
Tabelle 4. Wiederfindungen in dotierten Kalbslebern (n = 28)

	Cu	Fe	Zn	Mg
Dotierter Gehalt (µg)	100,0	50,0	25,0	100,0
Wiederfindung (µg)	99,9	50,0	25,4	96,3
Wiederfindung (%)	99,9	100,0	101,6	96,3
Standardabweichung [s] (µg)	5,7	3,8	2,3	8,9
Variationskoeffizient $[C_v]$ (%)	5,7	7,6	9,2	9,2
Tiefster Wert (µg)	85,0	40,4	20,5	79,0
Höchster Wert (µg)	109,8	57,3	29,0	109,5

Methodenvergleich Flammen-AAS mit ICP-MS

Unter dem Gesichtspunkt, dass es sich bei diesem Vergleich um Aufschluss- und Messmethoden mit unterschiedlichen physikalischen Prinzipien handelte, die zudem in verschiedenen Laboratorien angewendet wurden, ist die Übereinstimmung sehr gut. Aus Abbildung 2 ist ersichtlich, dass die Messwerte von beiden Methoden für Kupfer (r=0.999; n=26) und Zink (r=0.973; n=25) gut korrelieren. Die Regressionsgeraden entsprechen jeweils der Winkelhalbierenden. Aufgrund der Residuenanalyse wurde im Fall von Zink ein Wertepaar, das nicht der Normalverteilung entsprach, als statistischer Ausreisser eliminiert. Im Idealfall wäre eine der Methoden frei von Messfehlern und die Messwerte gleichmässig über den ganzen Konzentrationsbereich verteilt. Dennoch wurden für annäherungsweise Schätzungen von möglichen additiven oder multiplikativen Unterschieden zwischen den Messmethoden die Koeffizienten der Regressionsgeraden $ICP=(a\pm s_a)+(b\pm s_b)$ AAS berechnet (Abb. 2). Die Quotienten aus den Koeffizienten a und a0 mit den entsprechenden Standardfehlern a1 und a2 wurden zur Durchführung von a3 berangezogen. Sind keine systematischen Fehler vorhanden, betragen die Werte

sowohl für a als auch 1-b theoretisch Null und die dazugehörigen Wahrscheinlichkeiten der Teststatistik sind grösser als p=0,05 (Signifikanzgrenze). Die erreichten Wahrscheinlichkeiten betragen p=0,58 für a und p=0,16 für 1-b bei Kupfer, beziehungsweise p=0,13 für a und p=0,54 für 1-b bei Zink. Die Daten geben keinen ausreichenden Grund zu der Annahme, dass zwischen den Messwerten von ICP-MS und Flammen-AAS wirklich ein Unterschied besteht.



Labor BVET: Flammen-AAS (mg/kg)

Abb. 2. Vergleich der mit ICP-MS und Flammen-AAS gemessenen Kupfer- (n = 25) und Zinkkonzentrationen (n = 25) in Kalbslebern und -nieren mit den entsprechenden Regressionsgeraden: ICP_{CU} = $(-0.34 \pm 0.60) + (1.01 \pm 0.01) \cdot AAS_{Cu}$ und ICP_{Zn} = $(4.46 \pm 2.82) + (0.97 \pm 0.05) \cdot AAS_{Zn}$. Der mit Stern (*) bezeichnete Punkt wurde als statistischer Ausreisser eliminiert (siehe Text)

Untersuchungsresultate

Die Wassergehaltsbestimmungen ergaben für Lebern einen Mittelwert von 73,1 \pm 1,08% (n=100) und für Nieren 79,85 \pm 1,06% (n=100). In der Literatur (8) findet sich für Kalbslebern ein Mittelwert von 73,5% (n=20).

Im Rahmen unserer Untersuchung wurde insbesondere die Verteilhäufigkeit der Konzentrationswerte der einzelnen Elemente in Frischsubstanz (FS) und Trokkensubstanz (TS) untersucht. Die Cu-, Fe-, Zn- und Mg-Resultate von je 100 Schweizer Kalbsleber- und -nierenproben sind in den Abbildungen 3 bis 6 dargestellt.

In Abbildung 7 sind die Cu-, Fe-, Zn- und Mg-Konzentrationen in Frischsubstanz (FS) von je 24 holländischen Kalbslebern dargestellt.

In Tabelle 5 sind die statistischen Resultate zu den Bestimmungen in Schweizer Kalbslebern und -nieren und in der Tabelle 6 diejenigen der holländischen Kalbslebern zu finden.

Die erhaltenen Cu-, Fe-, Zn- und Mg-Messresultate, berechnet für Frisch- und Trockensubstanz der je 100 Schweizer Lebern und Nieren, sind mit denjenigen aus der Literatur (Tabelle 7) durchaus vergleichbar. Mit Ausnahme der sehr hohen Cu-Werte sind die Fe-, Zn- und Mg-Messresultate der holländischen Lebern ebenfalls mit unseren Ergebnissen vergleichbar.

Die erhöhte Kupferkonzentration in holländischen Kalbslebern lässt sich durch Kupferzusatz in Futtermitteln erklären.

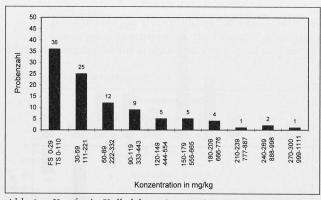


Abb. 3a. Kupfer in Kalbslebern (n = 100)

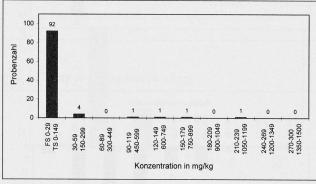
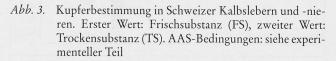


Abb. 3b. Kupfer in Kalbsnieren (n = 100)



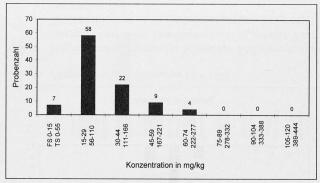


Abb. 4a. Eisen in Kalbslebern (n = 100)

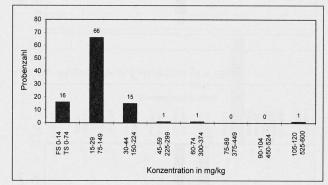


Abb. 4b. Eisen in Kalbsnieren (n = 100)

Abb. 4. Eisenbestimmung in Schweizer Kalbslebern und -nieren. Erster Wert: Frischsubstanz (FS), zweiter Wert: Trockensubstanz (TS). AAS-Bedingungen: siehe experimenteller Teil

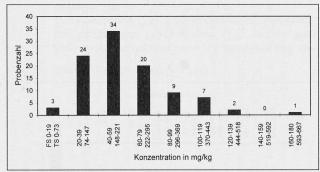


Abb. 5a. Zink in Kalbslebern (n = 100)

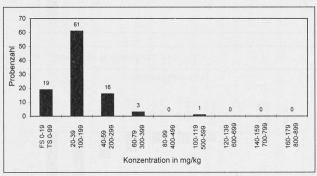


Abb. 5b. Zink in Kalbsnieren (n = 100)

Abb. 5. Zinkbestimmung in Schweizer Kalbslebern und -nieren. Erster Wert: Frischsubstanz (FS), zweiter Wert: Trokkensubstanz (TS). AAS-Bedingungen: siehe experimenteller Teil

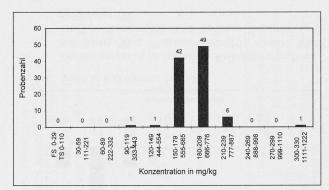


Abb. 6a. Magnesium in Kalbslebern (n = 100)

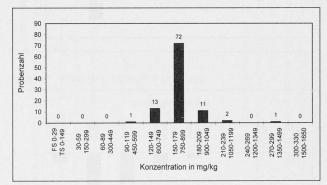


Abb. 6b. Magnesium in Kalbsnieren (n = 100)

Abb. 6. Magnesiumbestimmung in Schweizer Kalbslebern und -nieren. Erster Wert: Frischsubstanz (FS), zweiter Wert: Trockensubstanz (TS). AAS-Bedingungen: siehe experimenteller Teil

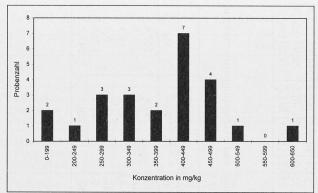


Abb. 7a. Kupfer in holländischen Kalbslebern (n = 24)

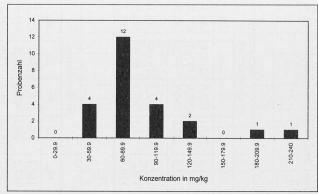


Abb. 7c. Zink in holländischen Kalbslebern (n = 24)

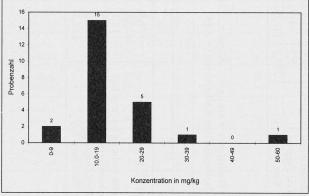


Abb. 7b. Eisen in holländischen Kalbslebern (n = 24)

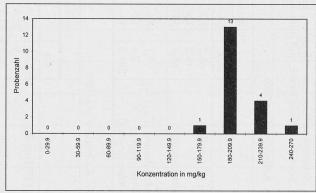


Abb. 7d. Magnesium in holländischen Kalbslebern (n = 19)

Abb. 7. Kupfer-, Eisen-, Zink- und Magnesiumbestimmung in holländischen Kalbslebern (Frischsubstanz). AAS-Bedingungen: siehe experimenteller Teil

Tabelle 5. Statistische Resultate – Kupfer-, Eisen-, Zink- und Magnesiumbestimmung in Schweizer Kalbslebern und -nieren (n = 200)

Tabelle 5a. Kalbsleber (n = 100)

		Frischs	ubstanz		Trockensubstanz				
Kalbsleber	Cu	Fe	Zn	Mg	Cu	Fe	Zn	Mg	
Mittelwert $[\overline{x}]$ (mg/kg)	66,2	28,7	58,7	184,8	245,1	106,5	217,4	684,3	
Median	46,0	23,8	53,3	183,0	170,2	88,0	197,2	677,8	
Standardabweichung	65,6	13,7	26,3	22,5	242,8	50,9	97,3	83,3	
[s] (mg/kg)					1 Lemma				
Variationskoeffizient $[C_v]$ (%)	99,1	47,8	44,8	12,2	366,9	177,1	165,8	45,1	
Tiefster Wert (mg/kg)	0,4	13,0	16,7	115,0	1,5	48,1	61,9	425,9	
Höchster Wert (mg/kg)	284,0	74,0	163,0	319,5	1051,9	274,1	603,7	1183,3	

Tabelle 5b. Kalbsniere (n = 100)

		Frischs	ubstanz		Trockensubstanz				
Kalbsniere	Cu	Fe	Zn	Mg	Cu	Fe	Zn	Mg	
Mittelwert $[\overline{x}]$ (mg/kg)	12,7	23,9	31,0	167,3	63,4	119,5	154,8	836,3	
Median	4,9	20,6	25,9	167,2	24,5	102,8	129,5	835,8	
Standardabweichung	32,3	12,8	15,8	20,7	161,5	64,2	78,9	103,3	
[s] (mg/kg)									
Variationskoeffizient $[C_v]$ (%)	254,9	53,8	51,0	12,4	1274,6	268,8	254,9	61,8	
Tiefster Wert (mg/kg)	2,7	9,3	15,7	120,0	13,5		78,5	600,0	
Höchster Wert (mg/kg)	237,3	117,0	115,8	293,0	1186,5		579,0	1465,0	

Tabelle 6. Statistische Resultate – Kupfer-, Eisen-, Zink- und Magnesiumbestimmung in holländischen Kalbslebern (n = 24)

	Frischsubstanz								
Kalbsleber	Cu	Fe	Zn	Mg					
Mittelwert $[\overline{x}]$ (mg/kg)	379,8	19,0	90,8	202,8					
Median	403,8	16,0	75,5	201,5					
Standardabweichung [s] (mg/kg)	112,1	9,6	41,7	18,3					
Variationskoeffizient $[C_v]$ (%)	29,5	50,4	45,9	9,0					
Tiefster Wert (mg/kg)	183,3	9,8	38,8	179,5					
Höchster Wert (mg/kg)	633,5	56,0	224,5	247,0					

Tabelle 7. Literaturvergleich: Mittelwert ± Standardabweichung

					Frischs	ubstanz						
Matrix	Land	Jahr	n	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Lite- ratur
Kalbsleber Kalbsniere Kalbsleber	CH CH NL	1996 1996 1996	100 100 24	66,2 ± 66 12,7 ± 32 379,8 ± 112	28,7 ± 14 23,9 ± 13 19,0 ± 10	58,7 ± 26 31 ± 16 90,8 ± 42	184,8 ± 23 167,3 ± 21 202,8 ± 18	245,1 ± 243 63,4 ± 162		217,4 ± 97 154,8 ± 79	684,3 ± 83 836,3 ± 103	
Mastkalbsleber Mastkalbsleber Mastkalbsleber	D D D	1996 1995 1994	127 63 67			- - -	-	689 1064 1326	- - -	-		1 1 1
Kalbsleber Kalbsniere	Can Can	1986–89 1986–89	210 209	137,0 ± 109 6,7 ± 14	-	70,2 ± 67 29,6 ± 33	-	-	_	-	-	6
Kalbsleber	USA	1985–86	325	138,0 ± 112	68,1 ± 108	103,0 ± 73	1.50		-	1	- 3	7
Kalbsleber Kalbsniere	D D	1985 1985	12 12	- 1	-	-	_	267,7 ± 104 32,4 ± 11	117,0 ± 47 212,6 ± 45	247,1 ± 71 177,1 ± 70	- 10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10 - 10	8 8
Kalbsleber Kalbsniere	Can Can	1979–81 1979–81	650 650	27,8 ± 27 5,4 ± 2,5	_	45,1 ± 17 21,9 ± 7	-	-	- -		_	9
Kalbsleber Kalbsniere	CH CH	1977 1977	-	44 5,1	54 34	-	150 -	-	_	-	-	10 10
Kalbsleber Kalbsniere	D D	1976 1976	8	-	- 3	- -	_	19,0 17,7	=	_	_	11 11
Kalbsleber Kalbsniere Kalbsleber	D D D	1954 1954 1953		-	1-1-1	- - -	104 134 -	- - -	_ _ _	1 1 1	- 310	12 12 12

⁻⁼ keine Angabe

Vergleich mit in- und ausländischen Literaturdaten

In der Tabelle 7 sind die Resultate der Arbeiten neueren Datums aus anderen Ländern zusammengefasst. Es fällt auf, dass die Kupferkonzentrationen in deutschen Kalbslebern (TS) der Jahre 1994 und 1995 ziemlich hoch sind.

Dank

Die Autoren danken Herrn Hansjörg Heiz, BVET, herzlich für die Organisation der Beschaffung des Untersuchungsmaterials.

Zusammenfassung

Im Rahmen des schweizerischen Schwermetall-Monitoring-Programms wurden zwischen April und Mai 1996 je 100 Kalbslebern und Kalbsnieren aus schweizerischen Schlachtbetrieben und 24 Kalbslebern aus Importen untersucht. Die Mittelwerte der mit Flammen-AAS bestimmten Metalle lagen bei 66,2 für Cu, 28,7 für Fe, 58,7 für Zn und 184,8 mg/kg für Mg, bezogen auf Frischsubstanz. Der Vergleich der Resultate zwischen AAS und ICP-MS zeigte für Cu und Zn keinen systematischen Unterschied. 13% der untersuchten Kalbslebern wiesen einen Kupfergehalt auf, der 150 mg/kg FS überstieg. Mit diesen Resultaten liegen wir in der Schweiz gegenüber deutschen oder holländischen eindeutig tiefer.

Résumé

Dans le cadre du programme suisse de surveillance de la teneur en métaux lourds, 100 foies de veaux et de reins ont été prélevés dans des abattoirs en Suisse et analysés en avril et mai 1996. Les teneurs moyennes des résidus, calculé en mg/kg par rapport à la matière fraîche, sont: pour le Cu: 66,2, Fe: 28,7, Zn: 58,7 et le Mg: 184,8. Ces résultats ont été mesurées par AAS avec flamme. Une méthode comparative par ICP-MS pour le Cu et le Zn n'a pas montré de différences systhématiques. On dénote que 13% des échantillons des foies de veaux ont une teneur en cuivre supérieur à 150 mg/kg (matière fraîche). Ces concentrations en cuivre sont encore relativement faibles par comparaison aux résultats des foies de veaux hollandais et allemands.

Summary

As part of a Swiss monitoring programme on heavy metals, 100 samples of livers and kidneys from calves were examined from April to May 1996. The mean concentrations (referring to fresh tissue samples in mg/kg) in livers from calves were: 66.2 for Cu, 28.7 for Fe, 58.7 for Zn and 184.8 for Mg. These determinations were made by flame atomic absorption spectroscopy. Values for Cu and Zn, measured by plasma emission spectroscopy showed no significant differences. Only 13% of the samples (livers from calves) exhibit a level of copper above 150 mg/kg (fresh tissue samples). The data presented here indicate that the copper concentrations in livers from calves in Switzerland are generally lower than those from The Netherlands and from Germany.

Literatur

- 1. *Hädrich*, *J.*: Auffallend hohe Kupferkonzentrationen in Lebern von Mastkälbern. Dtsch. Lebensm.-Rundschau **92**, 103–113 (1996).
- 2. Hecht, H.: Kupfergehalte in Lebern von Kälbern und anderen Säugetieren. Fleischwirtsch. 76, 492-495 (1996).
- 3. Weiss, E., Baur, P. und Planck, P.: Die chronische Kupfervergiftung des Kalbes. Vet. Med. Nachr. 1, 35–51 (1967).
- 4. *JECFA*: Copper and cupric sulphate. In: Toxicological evaluation of some extraction solvents and certain other substances. Nutr. Meetings Rep. Series No. 48A, 32–36. FAO, Rom 1971.
- 5. Bosshard, E. und Zimmerli, B.: Bedarfsgegenstände aus Kupfer und seiner Legierungen, ein Gesundheitsproblem? Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 85, 287–311 (1994).
- 6. Salibury, C.D.C. and Chan, W.: Multielement concentrations in liver and kidney tissues from five species of Canadian slaughter animals. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 74, 587–591 (1991).
- 7. Coleman, M.E., Elder, R.S. and Basu, P.: Trace metals in edible tissues of livestock and poultry. J. AOAC International 75, 615–625 (1992).
- 8. Schmidt, A., Kolb, E., Dittrich, H. und Nestler, K.: Untersuchungen über den Gehalt an Fe, Cu und Zn in 3 Gehirnabschnitten, in Herzmuskel, M. gracilis, Leber, Nieren, Lunge und Milz von Kälbern und Jungrindern. Arch. exper. Vet. med. Leipzig 41, 222–230 (1987).
- 9. Korsrud, G.O., Meldrum, J.B., Salisbury, C.D., Houlahan, B.J., Saschenbrecker, P.W. and Tittiger, F.: Trace element levels in liver and kidney from cattle, swine and poultry slaughtered in Canada. Can. J. Comp. Med. 49, 159–163 (1985).
- 10. Wissenschaftliche Tabellen Geigy, Teilband Körperflüssigkeiten, 8. Auflage, Basel, 252 (1977).
- 11. Scholz, H.: Cu-Gehalte in Organen von Mastkälbern während und nach manifester Cu-Überfütterung. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 83, 45–88 (1976).
- 12. Meyer, H.: Magnesiumstoffwechsel, Magnesiumbedarf und Magnesiumversorgung bei den Haustieren. Habilitationsschrift Tierärztliche Hochschule Hannover, Verlag M. + H. Schaper, Hannover 1963.

Max Haldimann Bundesamt für Gesundheit Sektion Lebensmittelchemie und -analytik CH-3003 Bern

Oscar Dafflon Bundesamt für Veterinärwesen Sektion Chemie CH-3003 Bern