

Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 87 (1996)

Heft: 5

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

Autor: Dafflon, Oscar / Scheurer, Laurence / Gobet, Hansjörg

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-982088>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 27.01.2026

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

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 Kalbslebern 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. Fe^{2+} 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 Gesundheitsproblem 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 französischsprachenden 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 Leber- und 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-

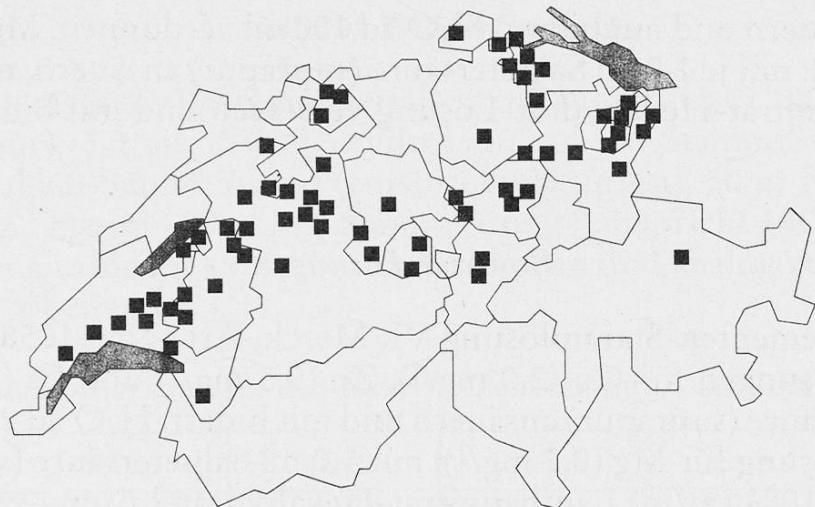


Abb. 1. Herkunftsorte der Kälber; Schwermetalluntersuchungen April/Mai 1996

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) $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \times 6 \text{H}_2\text{O}$ in bidest. Wasser – Salpetersäure, Merck, z.A., Art.-Nr. 100456, 1:10 mit bidest. H_2O verdünnen – Referenzmaterial NBS 1577 Bovine liver – Acetylen und Pressluft (Carbagas, Bern).

ICP-MS: 65% Salpetersäure, Merck, suprapur, Art.-Nr. 100441 – Wasser, entionisiert (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. 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. H_2O 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. H_2O 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. H_2O 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. H_2O 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. H_2O 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. H_2O , 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. H_2O nachgespült und bis zur Marke ergänzt (entspricht der Cu-, Zn- und Fe-Prüflösung).

Mg-Prüflösung: Die Cu-, Zn- und Fe-Prüflösung wird mit bidest. H_2O 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) | 1,37 | 2,96 | 5,99 | 7,99 | 1,37 |
| Run Time (min) | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 20,00 | 20,00 |
| Time (min) | 3,00 | 5,00 | 3,00 | 10,00 | 10,00 |
| Temp. (°C) | 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 Polypropylenrörchen 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: ^{63}Cu , ^{64}Zn und ^{89}Y (interner Standard).

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

Bestimmung mittels Flammen-AAS

Tabelle 2. Parameter für Flammen-AAS

| | Cu | Zn | Fe | Mg |
|--------------------------|-------------------|-----------------|---------------|---------------|
| Wellenlänge | 324,7 nm | 213,9 nm | 248,3 nm | 285,2 nm |
| Bandpass | 1,0 nm | 1,0 nm | 0,3 nm | 1,0 nm |
| Lampe | Hohlkathodenlampe | «HKL» | «HKL» | «HKL» |
| Lampenstrom | 5 mA | 3 mA | 8 mA | 3 mA |
| Brenner | Acetylen/Luft | Acetylen/Luft | Acetylen/Luft | Acetylen/Luft |
| Messzeit pro Messung: | 0,5 sec | | | |
| Untergrundkompensation: | | Deuterium-Lampe | | |
| Aufwärmzeit der Brenner: | | 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 Probenbereitung 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 [\bar{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 $ICP = (a \pm s_a) + (b \pm s_b) \cdot AAS$ berechnet (Abb. 2). Die Quotienten aus den Koeffizienten a und $1-b$ mit den entsprechenden Standardfehlern s_a und s_b wurden zur Durchführung von t -Tests herangezogen. Sind keine systematischen Fehler vorhanden, betragen die Werte

sowohl für α als auch $1-\beta$ theoretisch Null und die dazugehörigen Wahrscheinlichkeiten der Teststatistik sind grösser als $p = 0,05$ (Signifikanzgrenze). Die erreichten Wahrscheinlichkeiten betragen $p = 0,58$ für α und $p = 0,16$ für $1-\beta$ bei Kupfer, beziehungsweise $p = 0,13$ für α und $p = 0,54$ für $1-\beta$ 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.

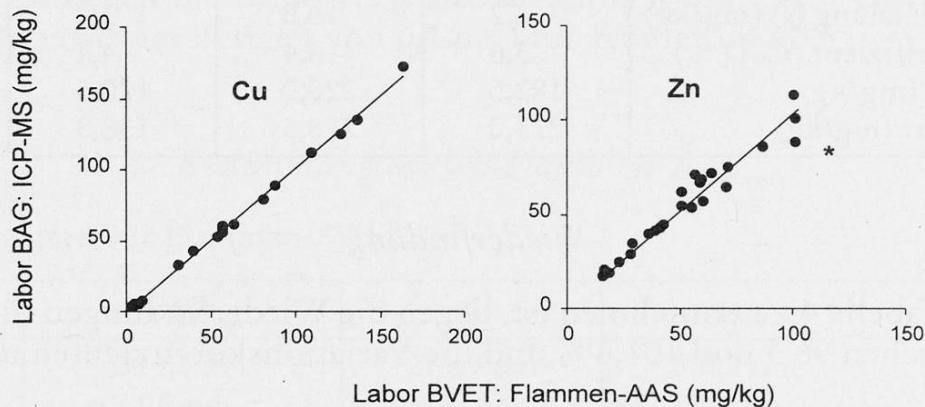


Abb. 2. Vergleich der mit ICP-MS und Flammen-AAS gemessenen Kupfer- ($n = 25$) und Zinkkonzentrationen ($n = 25$) in Kalbslebern und -nieren mit den entsprechenden Regressionsgeraden: $ICP_{Cu} = (-0,34 \pm 0,60) + (1,01 \pm 0,01) \cdot AAS_{Cu}$ und $ICP_{Zn} = (4,46 \pm 2,82) + (0,97 \pm 0,05) \cdot AAS_{Zn}$. Der mit Stern (*) bezeichnete Punkt wurde als statistischer Ausreisier 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 Trockensubstanz (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.

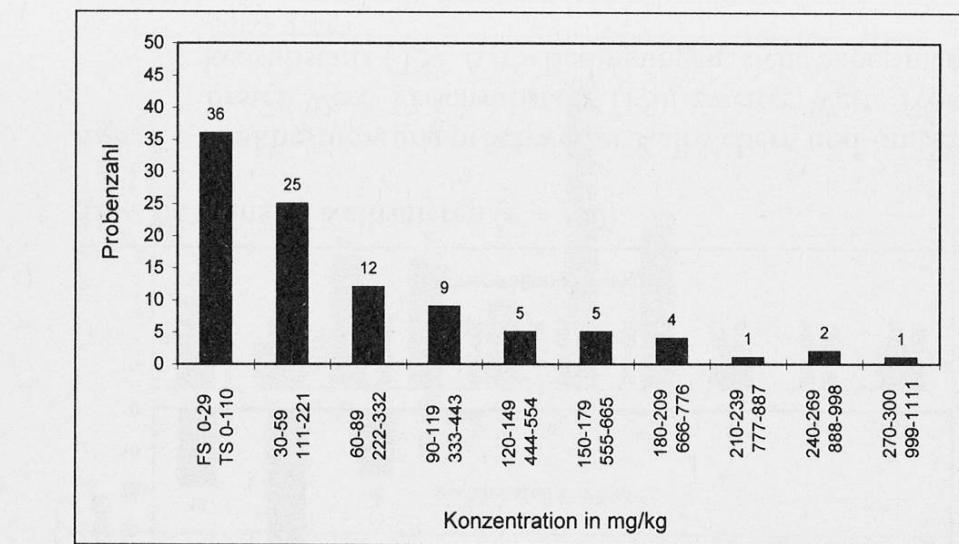


Abb. 3a. Kupfer in Kalbslebern ($n = 100$)

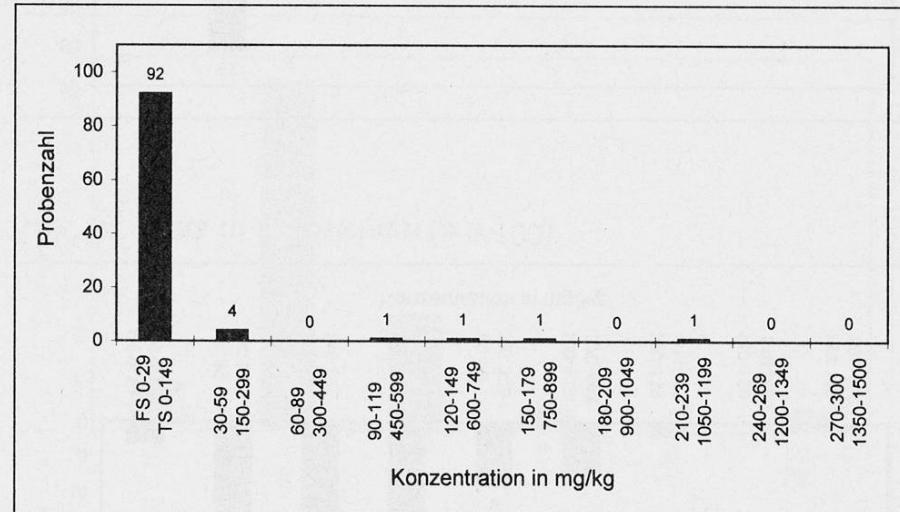


Abb. 3b. Kupfer in Kalbsnieren ($n = 100$)

Abb. 3. Kupferbestimmung in Schweizer Kalbslebern und -nieren. Erster Wert: Frischsubstanz (FS), zweiter Wert: Trockensubstanz (TS). AAS-Bedingungen: siehe experimenteller Teil

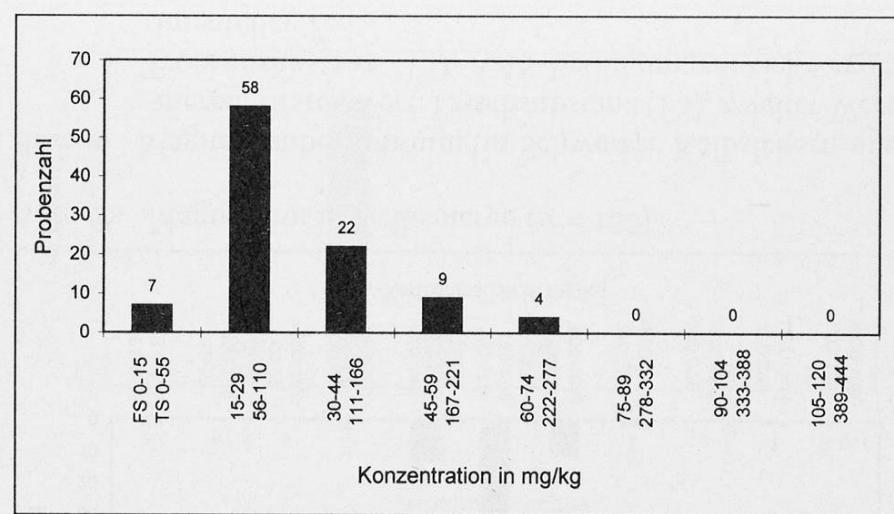


Abb. 4a. Eisen in Kalbslebern ($n = 100$)

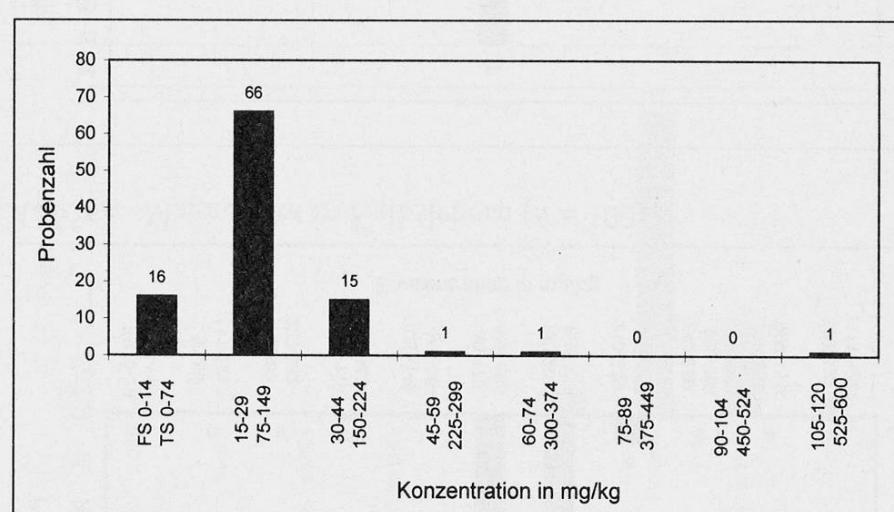


Abb. 4b. Eisen in Kalbsnieren ($n = 100$)

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

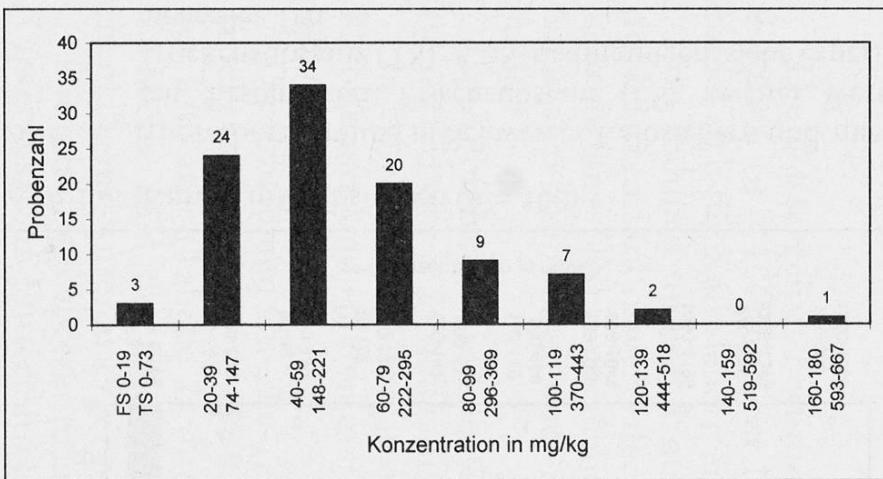
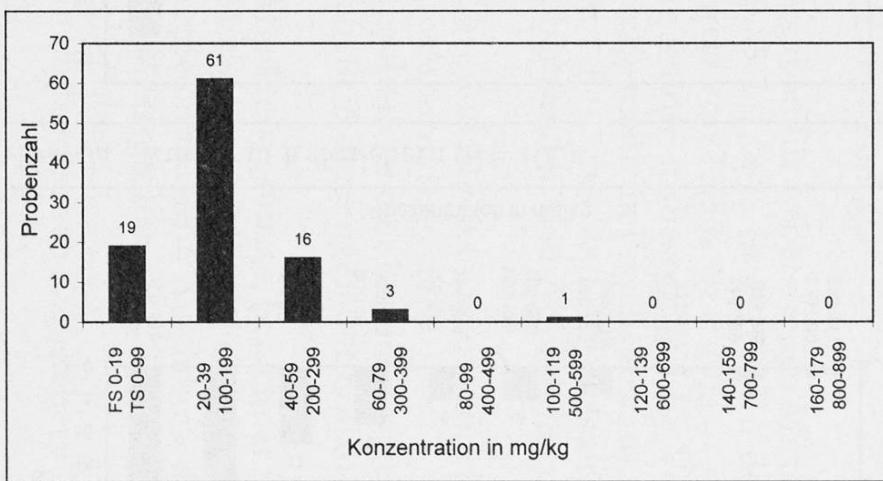
Abb. 5a. Zink in Kalbslebern ($n = 100$)Abb. 5b. Zink in Kalbsnieren ($n = 100$)

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

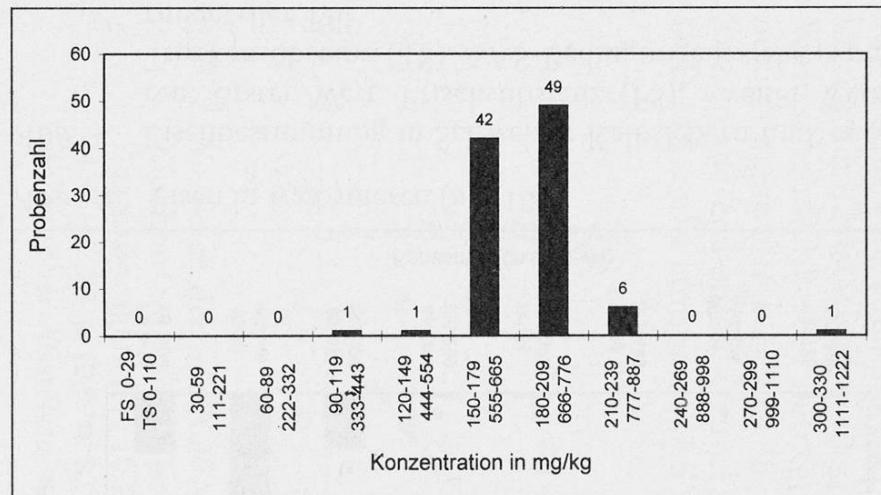
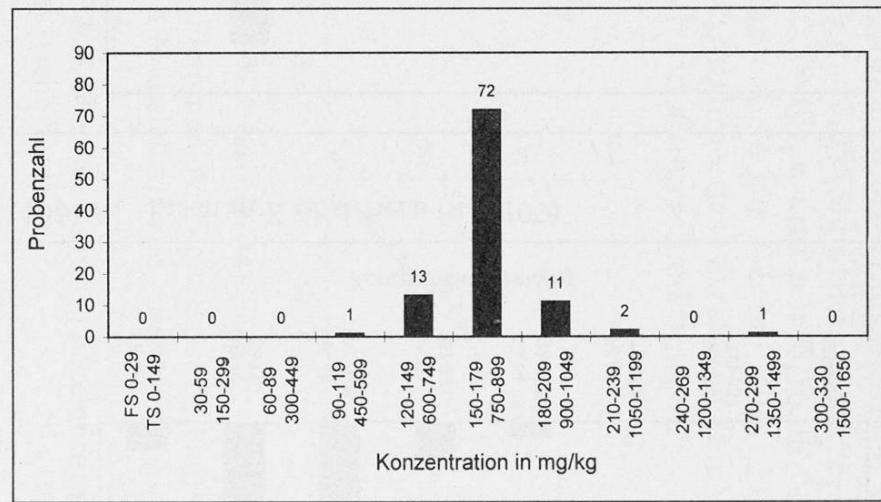
Abb. 6a. Magnesium in Kalbslebern ($n = 100$)Abb. 6b. Magnesium in Kalbsnieren ($n = 100$)

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

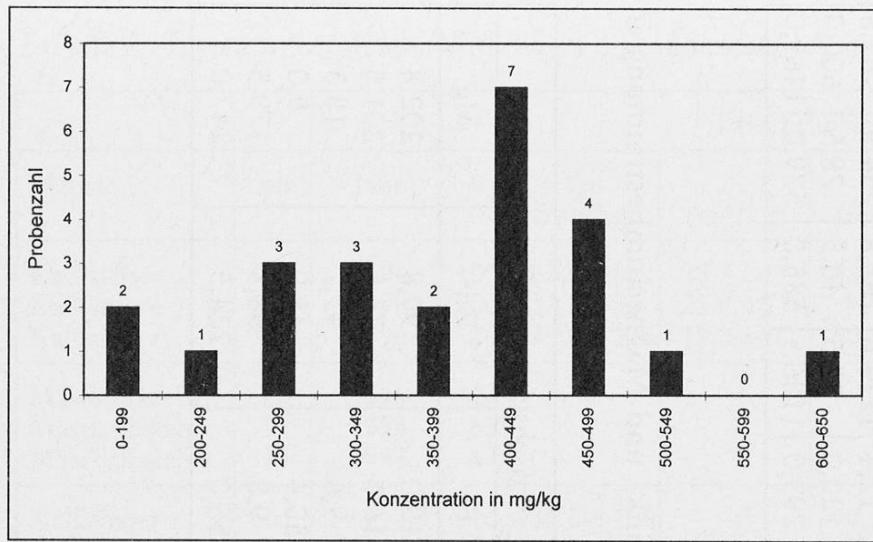


Abb. 7a. Kupfer in holländischen Kalbslebern ($n = 24$)

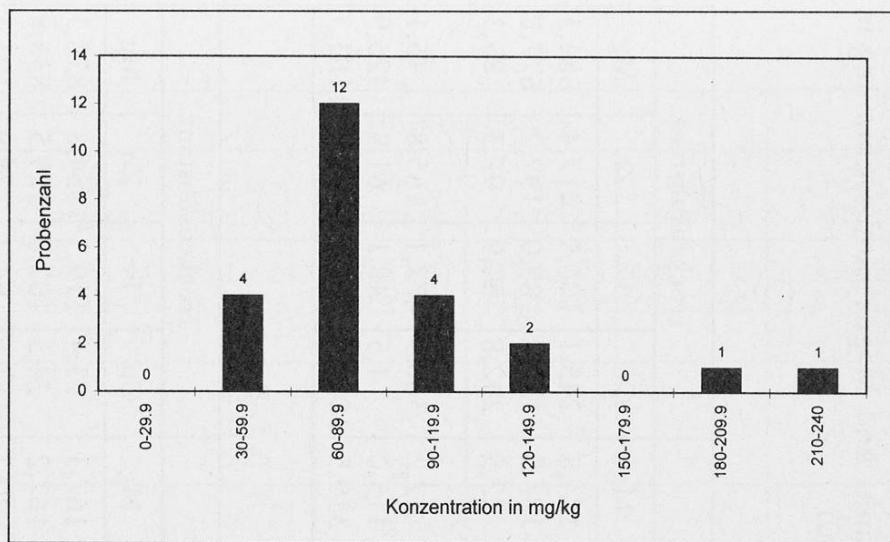


Abb. 7c. Zink in holländischen Kalbslebern ($n = 24$)

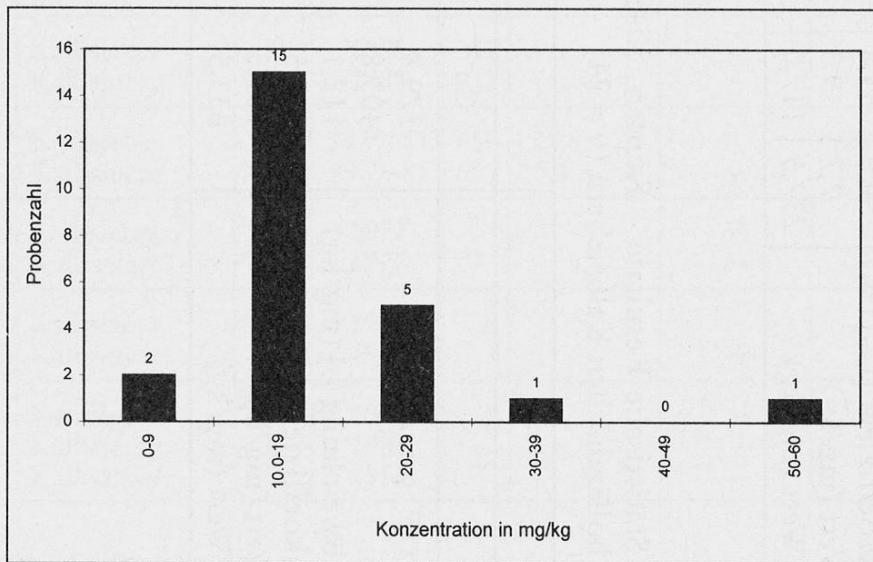


Abb. 7b. Eisen in holländischen Kalbslebern ($n = 24$)

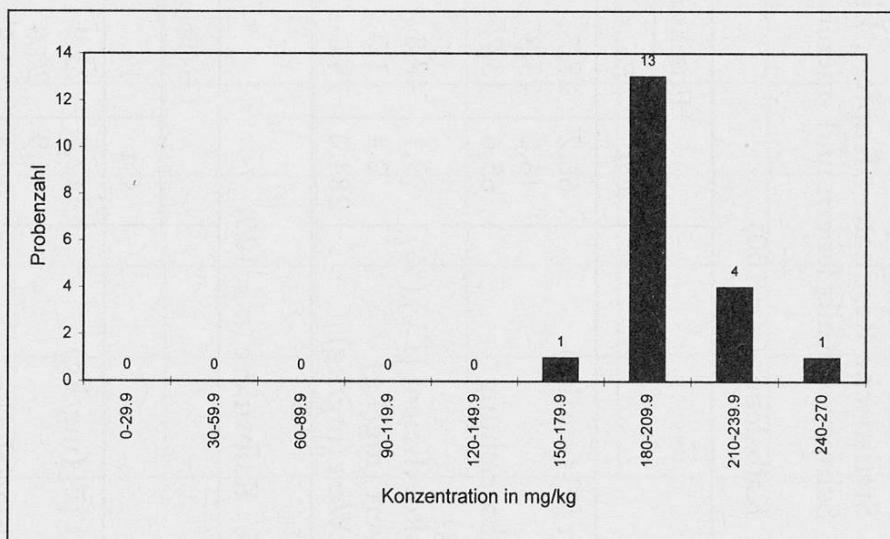


Abb. 7d. Magnesium in holländischen Kalbslebern ($n = 19$)

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

Tabelle 5a. Kalbsleber ($n = 100$)

| Kalbsleber | Frischsubstanz | | | | Trockensubstanz | | | |
|---------------------------------------|----------------|------|-------|-------|-----------------|-------|-------|--------|
| | Cu | Fe | Zn | Mg | Cu | Fe | Zn | Mg |
| Mittelwert [\bar{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 [s] (mg/kg) | 65,6 | 13,7 | 26,3 | 22,5 | 242,8 | 50,9 | 97,3 | 83,3 |
| 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 ($n = 100$)

| Kalbsniere | Frischsubstanz | | | | Trockensubstanz | | | |
|---------------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|-------|--------|
| | Cu | Fe | Zn | Mg | Cu | Fe | Zn | Mg |
| Mittelwert [\bar{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 [s] (mg/kg) | 32,3 | 12,8 | 15,8 | 20,7 | 161,5 | 64,2 | 78,9 | 103,3 |
| 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 | 46,5 | 78,5 | 600,0 |
| Höchster Wert (mg/kg) | 237,3 | 117,0 | 115,8 | 293,0 | 1186,5 | 585,0 | 579,0 | 1465,0 |

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

| Kalbsleber | Frischsubstanz | | | |
|-------------------------------------|----------------|------|-------|-------|
| | Cu | Fe | Zn | Mg |
| Mittelwert [\bar{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 \pm Standardabweichung

| Matrix | Land | Jahr | n | Frischsubstanz | | | | Trockensubstanz | | | | Literatur |
|----------------|------|---------|-----|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------|
| | | | | Cu (mg/kg) | Fe (mg/kg) | Zn (mg/kg) | Mg (mg/kg) | Cu (mg/kg) | Fe (mg/kg) | Zn (mg/kg) | Mg (mg/kg) | |
| Kalbsleber | CH | 1996 | 100 | 66,2 \pm 66 | 28,7 \pm 14 | 58,7 \pm 26 | 184,8 \pm 23 | 245,1 \pm 243 | 106,5 \pm 51 | 217,4 \pm 97 | 684,3 \pm 83 | d. Arbeit |
| Kalbsniere | CH | 1996 | 100 | 12,7 \pm 32 | 23,9 \pm 13 | 31 \pm 16 | 167,3 \pm 21 | 63,4 \pm 162 | 119,5 \pm 64 | 154,8 \pm 79 | 836,3 \pm 103 | d. Arbeit |
| Kalbsleber | NL | 1996 | 24 | 379,8 \pm 112 | 19,0 \pm 10 | 90,8 \pm 42 | 202,8 \pm 18 | - | - | - | - | d. Arbeit |
| Mastkalbsleber | D | 1996 | 127 | - | - | - | - | 689 | - | - | - | 1 |
| Mastkalbsleber | D | 1995 | 63 | - | - | - | - | 1064 | - | - | - | 1 |
| Mastkalbsleber | D | 1994 | 67 | - | - | - | - | 1326 | - | - | - | 1 |
| Kalbsleber | Can | 1986-89 | 210 | 137,0 \pm 109 | - | 70,2 \pm 67 | - | - | - | - | - | 6 |
| Kalbsniere | Can | 1986-89 | 209 | 6,7 \pm 14 | - | 29,6 \pm 33 | - | - | - | - | - | 6 |
| Kalbsleber | USA | 1985-86 | 325 | 138,0 \pm 112 | 68,1 \pm 108 | 103,0 \pm 73 | - | - | - | - | - | 7 |
| Kalbsleber | D | 1985 | 12 | - | - | - | - | 267,7 \pm 104 | 117,0 \pm 47 | 247,1 \pm 71 | - | 8 |
| Kalbsniere | D | 1985 | 12 | - | - | - | - | 32,4 \pm 11 | 212,6 \pm 45 | 177,1 \pm 70 | - | 8 |
| Kalbsleber | Can | 1979-81 | 650 | 27,8 \pm 27 | - | 45,1 \pm 17 | - | - | - | - | - | 9 |
| Kalbsniere | Can | 1979-81 | 650 | 5,4 \pm 2,5 | - | 21,9 \pm 7 | - | - | - | - | - | 9 |
| Kalbsleber | CH | 1977 | - | 44 | 54 | - | 150 | - | - | - | - | 10 |
| Kalbsniere | CH | 1977 | - | 5,1 | 34 | - | - | - | - | - | - | 10 |
| Kalbsleber | D | 1976 | 8 | - | - | - | - | 19,0 | - | - | - | 11 |
| Kalbsniere | D | 1976 | 8 | - | - | - | - | 17,7 | - | - | - | 11 |
| Kalbsleber | D | 1954 | - | - | - | - | 104 | - | - | - | - | 12 |
| Kalbsniere | D | 1954 | - | - | - | - | 134 | - | - | - | - | 12 |
| Kalbsleber | D | 1953 | - | - | - | - | - | - | - | - | 310 | 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 systématiques. 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. Salisbury, 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