

Cu-Gehalte in der Leber von Foeten und neugeborenen Fohlen

H. Meyer¹ und W. Tiegs²

¹Institut für Tierernährung, Tierärztliche Hochschule Hannover

²Tierärztliche Praxis Dr. Tiegs, Kirchlinteln

Die Cu-Versorgung des Fohlens wird im Zusammenhang mit der Pathogenese orthopädischer Erkrankungen vermehrt beachtet (Cymbaluk und Smart 1993), da Kupfer u. a. an der Verfestigung des bindegewebigen Grundgerüsts der Knochen (Quervernetzungsreaktionen durch die Cu-abhängige Lisyloxidase) beteiligt ist.

Die Cu-Aufnahme des schnellwachsenden Saugfohlens über die Milch liegt tiefer als für den Ansatz im Organismus notwendig. Fohlen werden jedoch – ähnlich wie andere Neugeborene – mit einem m.o.w. großen Cu-Depot in der Leber geboren, das nach der Geburt rasch abnimmt (Meyer 1994). Da über die Cu-Speicherung in der foetalen Leber des Fohlens erst wenige Daten vorliegen, wurde in dieser Studie bei 96 abortierten oder kurz nach der Geburt verendeten Fohlen der Cu-Gehalt in der Leber bestimmt.

Material und Methoden

Die Lebern stammten von Foeten bzw. Fohlen, die zur Feststellung der Todesursache an verschiedene Untersuchungsstellen in Norddeutschland von Februar bis Juni 1994 eingeschickt wurden.¹⁾ Es handelt sich überwiegend um Warmblutpferde aus Norddeutschland, z.T. auch um Vollblüter oder Ponys. Bei den Altersangaben wird für den 11. Trächtigkeitsmonat nicht zwischen Abort und Totgeburt unterschieden. Die Proben wurden aus verschiedenen Bereichen der Leber entnommen, gründlich gemischt, Teilproben getrocknet (TS-Bestimmung bei 103 °C), naß verascht (Salpeter-, Perchlorsäuregemisch) und in der Aschelösung Kupfer atomabsorptionsspektrometrisch bestimmt. Die statistische Auswertung folgte den üblichen Methoden zur Berechnung von Mittelwert, Standardabweichungen und Korrelationen. Die statistischen Sicherheiten werden mit $p < 0,01^{**}$, $< 0,05^*$ oder $< 0,1(^*)$ angegeben.

1) Wir danken den Kollegen für die Bereitstellung des Materials und ergänzende Auskünfte über Alter, Geschlecht sowie mikrobiologische Befunde.

Zusammenfassung

In 96 Leberproben von abortierten (6. – 11. Monat) bzw. bis zur 2. Woche p.n. verendeten Fohlen wurde der Cu-Gehalt bestimmt. Im Durchschnitt lagen die Werte bei $328 \pm 170 \mu\text{g Cu/g TS}$ (6 – 874). Sieben bis 9 Monate alte Foeten wiesen mit rd. 250 geringere Werte auf als 10/11 Monate alte Früchte (rd. 350) oder neugeborene Fohlen (rd. 400 $\mu\text{g/g TS}$). Nach der Geburt fiel der Leber-Cu-Gehalt/g TS ab.

Nach Aborten durch Streptokokken, E. coli oder EHV konnten im Leber-Cu-Gehalt keine gesicherten Unterschiede zu abortierten Früchten ohne mikrobiologischen Befund festgestellt werden. Bei 2 Foeten mit positivem Befund für A. equuli lagen die Cu-Gehalte extrem niedrig ($\emptyset 18 \mu\text{g/g TS}$). Auch bei neugeborenen Fohlen mit einer E. coli-Infektion waren die Leber-Cu-Gehalte signifikant tiefer als bei gleichaltrigen Fohlen ohne mikrobiologischen Befund.

Der Leber-Cu-Gehalt von 10/11 Monate alten Foeten sowie von neugeborenen Fohlen kann zur Schätzung der Cu-Versorgung tragender Stuten herangezogen werden. Bei 10 bzw. 11 Monate alten Foeten sprechen Werte von > 300 , bei neugeborenen Fohlen (1. Woche) von $> 400 \mu\text{g Cu/g TS}$ für eine ausreichende Cu-Versorgung.

Schlüsselwörter: Kupfer, Fohlen, Foetus, Leber

Liver Cu-concentration in the fetus and new born foal

The Cu-concentration in the livers of 96 aborted (6th to 11th month) or newly born foals (died within 2 weeks p.n.) was determined. The Cu-concentration averaged $328 \pm 170 \mu\text{g/g DM}$ (6–874) with higher figures during the last two months of gestation as well as after birth (table 1). Post natum the liver Cu-concentrations fell with age ($r=0.59^{**}$, $n=18$, figure 1). Sex had no significant effect of the liver Cu-values.

Foals aborted due to infections by Streptococcus, Equine Herpesvirus or E. coli did not show a severe reduction of copper in the liver while in 2 cases with Actinobacillus equuli infection very low figures were seen. (table 3).

After birth foals with infection of E. coli showed significantly lower Cu values than foals without an infection (table 4).

The liver Cu-concentrations of 10 and 11 months old fetuses as well as those of newly born foals could be used to evaluate the Cu-intake of pregnant mares. Provisionally in older fetuses $> 300 \mu\text{g Cu/g DM}$ and in newborn foals $> 400 \mu\text{g/g DM}$ may indicate an adequate Cu-intake or Cu-absorption by the mare.

keywords: copper, fetus, foal, liver

Ergebnisse und Diskussion

Die Lebern der untersuchten Tiere enthielten im Mittel $328 \pm 170 \mu\text{g Cu/g TS}$, bei einer Variationsbreite von 6 bis 874 $\mu\text{g/g}$ (Tab. 1).

Als Ursache für die weite Schwankung der Gehalte kommen folgende Faktoren in Betracht:

- 1) ungleichmäßige Verteilung von Kupfer in der Leber
- 2) Alter der Foeten bzw. Neugeborenen
- 3) Zwillingsgeburten bzw. sonstige nicht-infektiöse Einflüsse
- 4) Wirkung der abortauslösenden Erreger auf den plazentalen Cu-Transfer bzw. die Einlagerung in die Leber
- 5) Genotyp und Geschlecht
- 6) Cu-Versorgung der Stute

Tab. 1: Cu-Konzentration in der Leber insgesamt und in Relation zum Alter und Geschlecht ($\mu\text{g/g TS}$).Cu-concentration in the liver, in total as well as in relation to age and sex ($\mu\text{g/g DM}$)

	n	$\bar{x} \pm s$	Variationsbreite
Mittelwert	96	328 ± 170	6–874
Alter			
– 6. Monat	4	$432 \pm 169^{1)}$	224–601
– 7. Monat	11	264 ± 127	45–464
– 8. Monat	11	256 ± 127	30–399
– 9. Monat	18	252 ± 115	68–529
– 10. Monat	21	$356 \pm 153^{1)}$	119–720
– 11. Monat	13	332 ± 226	6–791
– 1. und 2. Woche p.n.	19	$422 \pm 176^{1)}$	181–874
Geschlecht			
– Stutfohlen	51	340 ± 180	
– Hengstfohlen	44	307 ± 159	

1) Signifikanz gegenüber 7. bis 9. Monat

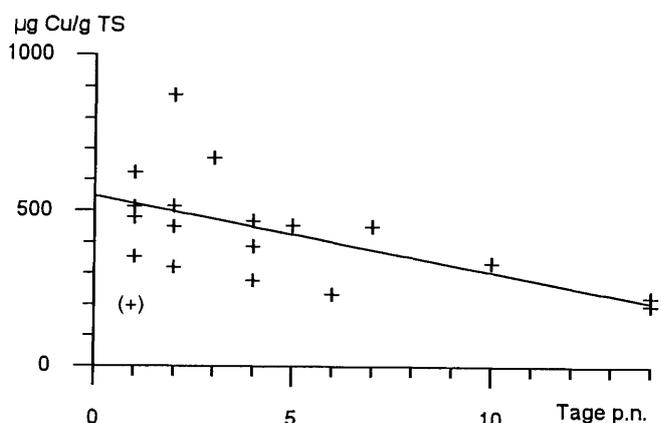
1) Significant differences to average values of 7–9th month

Durch Probennahme aus verschiedenen Leberbereichen wurde versucht, diese Variation, die nach O'Cuil et al. (1970) bei Fohlen etwa 20 bis 40 % ausmachen kann, weitgehend zu eliminieren.

Im Verlauf der Gravidität steigt nach Beobachtungen bei Lämmern (Williams et al. 1978) sowie Kälbern (Goonevatne und Christensen 1989) der Leber-Cu-Gehalt an. In den eigenen Untersuchungen wurden bereits hohe Werte im 6. Monat beobachtet ($p < 0,05$ gegenüber den Gehalten im 7. bis 9. Monat). Auch in einer früheren Untersuchung (Meyer und Ahlsweide 1976) fiel ein hoher Wert bei einem 6 Monate alten Fohlen ($330 \mu\text{g TS}$) gegenüber den Werten für 7 Monate alte Früchte auf ($254 \pm 203 \mu\text{g}$). Im 7. bis 9. Trächtigtkeitsmonat blieben die Konzentrationen auf einem weitgehend einheitlichen Niveau, stiegen dann aber merklich an mit den höchsten Werten unmittelbar nach der Geburt. Post natum fielen die Gehalte ab. Zwischen Alter und dem Leber-Cu-Gehalt bestand in der kurzen Spanne von Geburt bis 14 Tage p.n. eine negative Beziehung (Abb. 1).

Bei 7 Zwillingen erreichten die Leber-Cu-Werte $249 \pm 148 \mu\text{g/g TS}$ (Tab. 2). Ein Vergleich mit den übrigen Tieren ist nur in den verschiedenen Altersgruppen möglich. Aufgrund der geringen Zahl läßt sich bei der hohen Streuung allenfalls ein tendenziell geringerer Gehalt bei diesen Tieren konstatieren. Allerdings kam ein 11 Monate alter Zwilling auf einen Wert von $475 \mu\text{g/g TS}$.

Bei einem 11 Monate alten Foetus mit Ikterus neonatorum erreichte der Leber-Cu-Gehalt $167 \mu\text{g/g TS}$, bei einem Abort im 8. Monat nach Ruptur der Nabelschnur $212 \mu\text{g/g TS}$.

**Abb.1:** Leber-Cu-Konzentration (y, $\mu\text{g/g TS}$) bei neugeborenen Fohlen in Abhängigkeit vom Alter (x, Tage).

$$y = 547 - 24x; r = 0,59^{**}; n = 18.$$

(+) Wert eines unterentwickelten Tieres, nicht in die Regressionsrechnung eingeschlossen.

Liver Cu-concentrations (y, $\mu\text{g/g DM}$) in new born foals in relation to age (x, days).

$$y = 547 - 24x; r = 0,59^{**}; n = 18.$$

(+) value from an underdeveloped animal, not included in the regression calculation.

Tab. 2: Cu-Gehalte in der Leber von Zwillingen ($\mu\text{g/g TS}$, $\bar{x} \pm s$)Cu-concentration in the liver of twins ($\mu\text{g/g DM}$, $\bar{x} \pm s$)

	n	$\bar{x} \pm s$	n	Zwillinge
gesamt	89	334 ± 170	7	249 ± 148
7. Monat	8	285 ± 140	3	207 ± 77
10. u. 11. Monat	31	357 ± 210	3	240 ± 211

Da es sich bei dem untersuchten Material um abortierte bzw. p.n. verendete Tiere handelt, sind auch mögliche Einflüsse der Erreger für Abort bzw. Erkrankung zu berücksichtigen. Jüngst haben Graham et al. (1994) nachgewiesen, daß bei Kälberfoeten (letztes Drittel der Trächtigkeit) die Leber-Cu-Gehalte nach infektiös bedingten Aborten nur 52 %, nach nicht-infektiösen Aborten nur 64 % der Werte von normalen, am Schlachthof gewonnenen Foeten gleicher Größe erreichten.

In dem eigenen Material, in dem bei rund 50 % der Fälle Erreger nachgewiesen wurden (die nicht immer Ursache des Abortes gewesen sein müssen), ergeben sich nur z.T. Hinweise, daß durch den Abort die Leber-Cu-Gehalte negativ beeinflusst wurden (Tab. 3).

Auffallend sind die beiden extrem niedrigen Werte bei abortierten Früchten mit positivem Befund für *A. equuli* (bei einem Tier mit starker Leberverfettung). Bei diesem opportunistischen ubiquitären Keim, der für das Pferd nicht strikt pathogen ist, könnte einerseits eine Verminderung der Abwehrleistung durch eine geringe Cu-Aufnahme

Tab. 3: Leber-Cu-Gehalte in Foeten in Abhängigkeit von mikrobiologischen Befunden ($\mu\text{g/g TS}$, $\bar{x} \pm s$)Cu-concentration in fetuses in relation to microbial reports ($\mu\text{g/g DM}$, $\bar{x} \pm s$)

Mikrobiol. Befund	n	$\bar{x} \pm s$	Vergleichswert ¹⁾
Actinobact. equuli	2	6 / 30	294
verschied. Bakterien ²⁾	2	578 / 601	395
Streptokokken sp.	5	272 \pm 103	325
Equines Herpesvirus	14	336 \pm 142	340

1) Gewogener Mittelwert entsprechend Alter der abortierten Früchte

2) Klebsiellen, Salmonellen

1) mean values appropriate to the age of aborted fetuses

2) Klebsiella, Salmonella

eine Infektion begünstigt, andererseits könnten aber auch Veränderungen der Plazenta die Passage von Kupfer beeinträchtigt haben. Die Zn-Gehalte der Leber waren bei beiden Pferden nicht auffällig, was gegen die letztgenannte Annahme spricht. Andererseits ist aus verschiedenen Untersuchungen bekannt (Schriftum s. *Gropp* und *Birzer* 1989), daß ein Cu-Mangel die Abwehrleistung schwächt, z.B. gegenüber Salmonellen oder Pasteurellen, insbesondere aufgrund einer abnehmenden Aktivität neutrophiler Granulozyten.

In Tabelle 4 sind die Veränderungen der Leber-Cu-Gehalte bei abortierten Früchten und neugeborenen Fohlen im Vergleich zu gleichaltrigen Tieren ohne mikrobiologischen Befund aufgeführt.

Tab. 4: Differenz in den Leber-Cu-Gehalten ($\mu\text{g/g TS}$) bei infizierten abortierten Früchten oder neugeborenen Fohlen im Vergleich zu Tieren ohne positiven mikrobiologischen Befund gleichen Alters.Difference in the liver Cu-concentration ($\mu\text{g/g DM}$) between infected aborted or dead foals in comparison to animals without positive microbial reports.

Abort Erkrankungen	Trächtigkeitsmonat bzw. Alter der Neugeborenen							
	7.-9. Monat		10. Monat		11. Monat		1. bis 14. Tag p.n.	
	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$
A ohne Befund (absolute Werte)	32	254 \pm 128	9	367 \pm 160	8	310 \pm 244	5	611 \pm 165
							8	513 \pm 224 ¹⁾
B mit Befund								
-Streptokokken	2	-46	2	-89	1	+124	-	-
-E. Herpesvirus	3	-14	7	-36	2	+103	-	-
-E. coli	3	+63	2	+111	-	-	11	-255 \pm 65**
(Differenz zu A)							11	-157 \pm 75 ²⁾

1) Vergleichsgruppe einschließlich 2 Fohlen mit EHV und einem Tier mit Staphylococcus aureus.

2) Vergleich zu 1).

1) group of comparison inclusive 2 foals with EHV-infection and 1 animal with Staphylococcus aureus infection

2) compared with 1)

Bei Aborten durch die genannten Erreger bestand z.T. zwar die Tendenz zu niedrigeren Gehalten, die aufgrund der geringen Zahlen aber nicht abzuschließen war. Diese Frage bedarf der Klärung an einem größeren Material. Insgesamt besteht jedoch der Eindruck, daß die Effekte nicht so ausgeprägt sind, wie von *Graham* et al. (1994) beim Rind beobachtet. Sie sind bei einem Virusabort, bei dem der Foetus meistens erst kurz zuvor abstirbt und die Placenta oft unverändert ist (*Acland* 1987), auch weniger zu erwarten als bei bakteriell bedingten Aborten, bei denen meistens entzündliche Veränderungen am Allantochorium auftreten.

Andererseits fielen bei den p.n. nicht infizierten Fohlen signifikant höhere Cu-Werte als bei Fohlen mit einer Coli-Infektion auf (Tab. 4). Selbst wenn bei dieser Gruppe das höhere Alter ($\bar{\varnothing}$ 2,5 Tage) berücksichtigt wird (das nach Abb. 1 eine nur rd. 50 $\mu\text{g/g TS}$ geringere Cu-Konzentration erwarten läßt), bleibt die Differenz noch gesichert ($p < 0,05$). Werden in die Vergleichsgruppe 2 Tiere mit positivem Befund für EHV und 1 Fohlen mit Staphylococcus aureus (14 Tage alt) einbezogen (Tab. 4), bleibt die Differenz zu den Coli-infizierten Tieren noch an der Grenze der Signifikanz ($p < 0,055$). An einem größeren Material ist nachzuprüfen, ob Coli-Infektionen bei neugeborenen Fohlen u.a. auch durch eine knappe Cu-Versorgung der Stute begünstigt werden oder ob p.n. die Cu-Mobilisierung aus der Leber bei einer Infektion beschleunigt wird.

Das eigene Material erlaubt keine Analyse über genetische Einflüsse. Solche Effekte sind bei der weiten Variation und den gut dokumentierten genetischen Determinationen der foetalen Leber-Cu-Werte bei Lämmern (*Wiener* et al.

1977) sowie den auch beim Pferd vorkommenden Polymorphismus für das Plasmaceruloplasmin (*Skripinichenko et al. 1980*) nicht auszuschließen. Das Geschlecht hatte keinen Einfluß auf die Leber-Cu-Gehalte (Tab. 1).

Über den Einfluß der Cu-Versorgung der Stute während der Hochträchtigkeit auf den Leber-Cu-Wert liefern die eigenen Ergebnisse keine Information. Nach Beobachtungen bei anderen Species, besonders beim Schaf, kann eine ungenügende Cu-Versorgung tragender Mütter die Leber-Cu-Gehalte der Foeten reduzieren (*Brenner und Gürtler 1977; Bostedt et al. 1983*). Dies dürfte auch für Pferde gelten. So sahen *Saastamoinen et al. (1990)* bei Fohlen, deren Mütter während der Gravidität zusätzlich Kupfer erhalten hatten, bei ihren Fohlen post natum höhere Plasma-Cu-Werte, vermutlich aufgrund einer stärkeren hepatalen Cu-Speicherung und anschließenden Cu-Mobilisierung. Andererseits vermögen überhöhte Cu-Mengen, wie Versuche bei Sauen zeigen, die foetalen Cu-Werte nicht zu beeinflussen (*Meyer 1978*).

Schlußfolgerungen

Aufgrund der vorliegenden Daten kann noch keine sichere Angabe über die Leber-Cu-Gehalte bei Foeten oder neugeborenen Fohlen von Stuten mit ausreichender Cu-Versorgung gemacht werden. In Abbildung 2 ist die Verteilung der Leber-Cu-Werte bei Foeten aus dem 10. und 11. Monat sowie bei 1–2 Wochen alten Fohlen dargestellt. Dazu wurden auch 15 Werte aus früheren Untersuchungen berücksichtigt. Die Masse der Werte liegt zwischen 300–500 µg Cu/g TS, Einzelwerte bis 900 µg/g TS zeigen allerdings, daß die Cu-Speicherkapazität der foetalen Leber bis zu die-

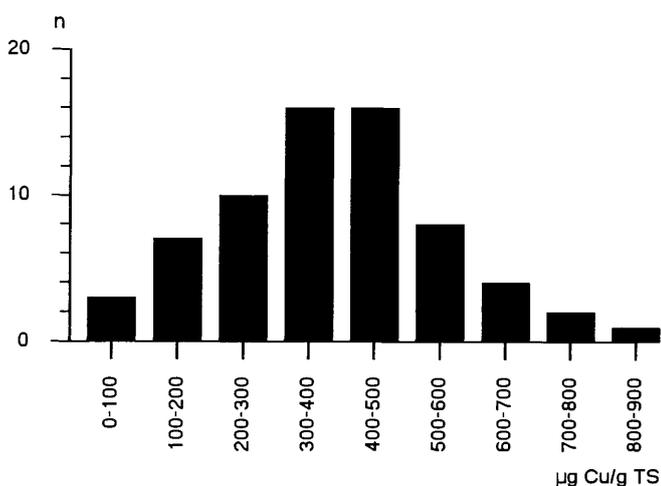


Abb. 2: Verteilung der Leber-Cu-Konzentration bei 10 bis 11 Monate alten Foeten sowie neugeborenen Fohlen; vorliegende Untersuchung einschließlich der Werte von *Meyer und Ahlswede (1976)*; (n=67).

Distribution of the liver Cu-concentration in 10 and 11 month old fetuses as well as in new born foals, including 15 figures from a former investigation (*Meyer and Ahlswede 1976*); (n=67)

Tab. 5: Leber-Cu-Gehalte bei Neugeborenen.

Liver Cu-concentration in new born animals.

Tierart	µg/g TS	Autor
Wildwiederkäuer Reh, Rothirsch Elch	1175–3340 2070	<i>Sugar et al. 1990,</i> <i>Reid et al. 1980,</i> <i>Hänichen et al. 1985</i>
Kälber	400–500	<i>Pryor 1964, Goonevatne</i> und <i>Christensen 1989,</i> <i>Graham et al. 1994</i>
Lämmer	100–800	<i>Pryor 1964,</i> <i>Bostedt et al. 1983,</i> <i>Meyer und Coenen 1994</i>
Ferkel	100–370	<i>Meyer und Kröger 1973</i>
Welpen (Hd)	69±48	<i>Meyer et al. 1985</i>

sem Bereich reicht. Dafür sind nach Erfahrungen bei Ferkeln überhöhte Cu-Aufnahmen der Mütter nicht verantwortlich (*Meyer 1978*). „Normalwerte“ für Fohlen können andererseits nicht durch Analogieschlüsse aufgrund von Beobachtungen bei anderen Species formuliert werden, da in dieser Hinsicht zwischen verschiedenen Species außerordentlich große Unterschiede vorkommen (Tab. 5).

Nach vorliegenden und früheren Befunden (*Egan und Murrin 1973; Meyer und Ahlswede 1976*) sind vorläufig bei neugeborenen Fohlen Cu-Werte von > 400 µg/g TS, bei 10 und 11 Monate alten Früchten Gehalte von > 300 µg/g TS als Hinweis auf eine ausreichende Cu-Versorgung der Stuten anzusehen. Geringere Gehalte weisen nicht zwangsläufig auf eine marginale Cu-Versorgung der tragenden Stuten hin, da Einflüsse von Infektionen, Zwillingsträchtigkeiten, ggf. auch vom Genotyp zu berücksichtigen sind.

Die erwünschten Leber-Cu-Gehalte neugeborener Fohlen können auch aus der Sicht des Cu-Bedarfs in den ersten Lebenswochen beurteilt werden. Da die Stutenmilch extrem Cu-arm ist, nehmen Saugfohlen (Geburtsgewicht 50 kg) über die Milch allenfalls 4–5 mg Kupfer pro Tag auf. Dem steht bei Tageszunahmen von 1,5 kg ein Cu-Ansatz von rd. 7,5 mg gegenüber. Da das mit der Milch aufgenommene Kupfer nicht zu 100 % verwertet wird und auch endogene Cu-Verluste entstehen, kann die tägliche Diskrepanz zwischen verfügbarem und benötigtem Kupfer 3–4 mg/Tier und Tag betragen. Sie kann bei milchreichen Stuten, deren Fohlen besonders schnell wachsen, aber erst relativ spät und anfangs nur wenig Beifutter aufnehmen, noch höher liegen.

Aus Tabelle 6 ist zu entnehmen, welche Cu-Mengen täglich zusätzlich aus der Leber zur Verfügung stehen bei unterschiedlichen Cu-Konzentrationen in der Leber und Mobilisierungsraten. Letztere können allerdings vorerst nur an-

Tab. 6: Geschätzte täglich freigesetzte Cu-Menge aus der Leber in Abhängigkeit von Cu-Speicherung und Cu-Mobilisation bei Saugfohlen (1. Lebensmonat).

Estimated daily Cu mobilization from the liver in suckling foals (1st month) assuming different Cu-concentrations in the liver and rates of mobilization.

Leber-Cu-Gehalt µg/g Ts	Totaler Cu-Gehalt in der Leber ¹⁾ mg/Tier	Cu-Menge freigesetzt bei Mobilisierungsraten von	
		50 % mg/Tier/d	70 % mg/Tier/d
200	60	1	1,4
300	90	1,5	2,1
400	120	2	2,8
500	150	2,5	3,5
600	180	3,0	4,2

1) Fohlen 50 kg, Leber 3 % der LM, Leber-TS 20 %.

1) Fetus 50 kg, liver 3 % of bw, DM of liver 20 %.
(Meyer und Ahlswede 1976)

hand der Cu-Abnahme in der Leber p.n. geschätzt werden (Meyer 1994). Nach dieser Modellrechnung sind 400–600 µg Cu/g Leber-TS durchaus wünschenswert, um ein temporäres Cu-Defizit in den ersten Lebenswochen zu vermeiden.

Im vorliegenden Material blieben bei 12 von 43 Foeten, die 10 und 11 Monate alt waren (28 %), die Leber-Cu-Gehalte < 300 und bei 3 von 10 ein bis drei Tage alten Fohlen < 400 µg/g TS. In diesen Fällen kann eine marginale Cu-Versorgung (Aufnahme bzw. Absorption) der tragenden Stuten vorgelegen haben. Allerdings lassen die oben genannten möglicherweise depressiv wirkenden Einflüsse von Infektionen eine endgültige Beurteilung noch nicht zu.

Ob ein extremer Cu-Mangel evtl. einen Abort begünstigt (bisher können rd. 40 % der Aborte ätiologisch nicht aufgeklärt werden, Acland 1987) oder neurologische Spätschäden (Verhaltensstörungen, Ataxien) ähnlich wie bei Schafen und kleinen Versuchstieren (Williams 1977), bedarf noch eingehender Prüfungen. Dies gilt auch für die Frage, ob ein temporäres Cu-Defizit während des 1. und 2. Lebensmonats Störungen in der Knorpel- und Skelettentwicklung begünstigt, die sich erst später klinisch manifestieren (Cymbaluk und Smart 1993, Meyer 1994).

In jedem Fall ist auf eine ausreichende Cu-Versorgung hochtragender Stuten (8–10 mg/kg Futter-TS) und ggf. auch der Saugfohlen zu achten. Ein temporäres Cu-Unterangebot bei tragenden Stuten kann sich vermutlich rasch auswirken, da Pferde generell nur geringe Cu-Gehalte in der Leber aufweisen (Tab. 7) und so bei einem Mangel kaum interne Kompensationsmöglichkeiten bestehen. Andererseits sind überhöhte Cu-Gaben nicht hilfreich, da

Tab. 7: Cu-Gehalte in der Leber adulter Haustiere¹⁾

Cu-concentration in the liver of adult domestic animals¹⁾

Tierart	µg/g TS	Autor
Pferde	22 (15–81)	Meyer 1994
Rind	150 (20–200)	Meyer und Gebert 1962; Pryor 1964; Goonevatne und Christensen 1989
Schaf	125 (50–400)	Pryor 1964 Meyer und Coenen 1994
Schwein	35 (5–170)	Meyer und Kröger 1973
Hund	176 (100–300)	Kienzle 1988

1) Mittelwerte verschiedener Untersuchungen.

1) mean values of different investigations.

nach Erfahrungen bei anderen Species damit keine Vergrößerung der foetalen Cu-Depots erreicht werden kann.

Saugfohlen, die rasch wachsen und zunächst wenig Beifutter aufnehmen, sollten ggf. im 1. und 2. Lebensmonat ein spezielles Cu-reiches, schmackhaftes Beifutter (bisher nicht auf dem Markt) erhalten. Bei Fohlen mit angeborenen Sehnenkontrakturen (die mit einem Cu-Mangel in Verbindung stehen können, Meyer 1994), haben sich parenterale Cu-Gaben bewährt (Ahlswede, persönl. Mittlg., 1994). Evtl. ist wieder die früher übliche „Trakehner“-Cu-Lösung (Cupr. sulfuric. ammoniat. in 0,8 % Lösung) angezeigt. Sobald die Saugfohlen Beifutter aufnehmen, ist ein Krippenfutter mit 20–30 mg Cu/kg einzusetzen. Das leicht entstehende Cu-Defizit während des 1. und 2. Lebensmonats läßt sich nicht mit Gras, Heu oder Hafer, die im Mittel nur 5–8 mg Cu pro kg Trockensubstanz enthalten, ausgleichen.

Literatur

- Acland, H. (1987): Abortion in mares: Diagnosis and prevention. Cont. Educat. 9, 318–326
- Bostedt, H., Pallauf, J. und Pfeffer, P. (1983): Serum- und Leber-Cu-Konzentrationen bei Lämmern. Fortschr. Vet. Med. 37, 190–195
- Brenner, K.V. und Gürtler, H. (1977): Zum Cu-Status von Schafen. Monatsheft Vet. Med. 32, 245–248
- Cymbaluk, N. und Smart, M. (1993): A review of possible metabolic relationship of Cu to equine bone disease. Equine Vet. J. 16, 19–26
- Egan D. und Murrin, M.P. (1973): Copper concentration and distribution in the livers of equine fetuses, neonates and foals. Res. vet. Sci. 15, 147–148

- Goonevatne, S. und Christensen, D. (1989): A survey of maternal Cu status and fetal tissue Cu concentrations in Saskatchewan bovine. *Canad. J. Am. Sci.* 69, 141–156
- Graham, T., Tharmond, M., Mohr, F., Holmberg, Cl., Anderson, M. und Kern, C. (1994): Relationship between maternal and fetal liver Cu, Fe, Mn and Zn concentrations and fetal development in California Holstein cows. *J. Vet. Diagn. Invest.* 6, 77–87
- Gropp, J. und Birzer, D. (1989): Nutritive, nicht mikrobiell bedingte Immunsuppression. Übers. *Tierernähr.* 17, 85–98
- Hänichen, T., Wiesner, H., Günzler, D. und von Hegel, G. (1985): Aborte und Torgeburten bei Oviden durch Cu-Belastung. *Verhandlungsbericht Erkrank. Zootiere* 27, 243–249
- Kienzle, E. (1988): Spurenelementbedarf beim Hund. Übers. *Tierernähr.* 16, 153–212
- Meyer, H. (1978): Cu-Umsatz und -bedarf beim Saugferkel. Übers. *Tierernähr.* 6, 149–164
- Meyer, H. (1994): Cu-Stoffwechsel und -bedarf des Pferdes. Übers. *Tierernähr.* 22, 363–394
- Meyer, H. und Gebert, H. (1962): Über den Cu-Gehalt der Leber bei Milchkühen. *Dtsch. tierärztl. Wschr.* 75, 225–228
- Meyer, H. und Kröger, H. (1973): Cu-Fütterung beim Schwein. Übers. *Tierernähr.* 1, 9–44
- Meyer, H. und Ahlsuede, L. (1976): Körperzusammensetzung von Fohlen und Nährstoffbedarf tragender Stuten. Übers. *Tierernähr.* 4, 263–292
- Meyer, H., Dammers, C. und Kienzle, E. (1985): Körperzusammensetzung neugeborener Welpen. *Fortschr. Tierphys. Tierernähr.* 16, 7–25, Parey Hamburg und Berlin
- Meyer, H. und Coenen, M. (1994): Beobachtungen über Leber-Cu-Gehalte bei Schafen in Nordwestdeutschland. *Dtsch. tierärztl. Wschr.* 101, 31–33
- O'Cuil, T., Hamilton, A.F. und Egan, D.A. (1970): Copper distribution in the liver. *Irish Vet. J.* 24, 21–30
- Pryor, W.J.P. (1964): The distribution of Cu in bovine and ovine fetuses. *Res. vet. Sci* 5, 123–137
- Reid, T., McAllum, H. und Johnstone, P. (1980): Liver Cu concentrations in red deer and wapiti in New Zealand. *Res. vet. Sci.* 28, 261–262
- Saastamoinen, M., Läkdehorpi, M. und Hyyppä, S. (1990): Cu and Zn levels in the diet of pregnant and lactating mares. 41. Tagung Europ. Ges. Tierzucht, Sek. III
- Skripinichenko, J., Ponomareva, T. und Makarov, A. (1980): Level of trace elements Fe, Cu and Zn in the blood serum of Arab horses in relationship to TF, Cp and Es loci. *Zit. Anim. Breed Abstr.* 49, 5665 (1981)
- Sugar, L., Lassu-Merenyi, Z. und Kelemen, J. (1990): Importance of Cu supplementation in farmed red deer. In *Brown, R. (Ed.): Biology of the deer. Proc. Int. Symp. Mississippi, Springer Verlag New York*, 453–455
- Wiener, G., Wilmut, J. und Field, A. (1977): Maternal and lamb breed interactions in the concentration of Cu in tissues and plasma of sheep. *Proc. 3rd Int. Symp. Trace Elements*, 469–472
- Williams, R.B. (1977): Trace elements and congenital abnormalities. *Proc. Nutr. Soc.* 36, 25–31
- Williams, R., McDonald, I. und Bremner, J. (1978): The accretion of Cu and Zn by the fetuses of prohibic ewes. *Brit. J. Nutr.* 40, 377–385

Prof. Dr. Dr. h.c. H. Meyer

Institut für Tierernährung,
Tierärztliche Hochschule Hannover
Bischofsholer Damm 15,
30173 Hannover

Dr. W. Tiegs

Wedehof 1,
Holtum Geest
27308 Kirchlinteln

Kurzreferate

Untersuchung zur Erstbehandlung der Kolik des Pferdes mit Buscopan® compositum und Novalgin®

Eine offene, kontrollierte Feldstudie

H. Nebe (1993)

Dissertation, Justus-Liebig Universität Gießen

Der Verfasser untersuchte die Erstbehandlung der Kolikformen „spastische Kolik“ und „Obstipatio coli“ im Rahmen einer offenen, kontrollierten Feldstudie. Im Zeitraum von Oktober 1989 bis Oktober 1990 wurden bei 157 Kolikpatienten Behandlungsergebnisse einer spasmolytischen Therapie (Buscopan® comp.) und einer analgetischen Therapie (Novalgin®) miteinander verglichen. Bewertet wurde das Patientenmaterial nach seiner Rasseverteilung, der Geschlechterverteilung, dem Alter, Gewicht, der Anamnese, Diagnose und den Darmgeräuschen. Mit Hilfe eines Befundbogens erfaßte der Untersucher klinisch meßbare Parameter und eine visuelle Bewertung der vorliegenden Koliksymptome.

Alle Kolikpatienten wurden bei einem Erstbesuch 3mal (vor der Behandlung, 5 Min. und 15 Min. nach der Behandlung) und bei einem eventuellen Nachbesuch untersucht.

Der Autor kam zu dem Ergebnis, daß sowohl Buscopan® comp. als auch Novalgin® durch Schmerzlinderung eine deutliche Besserung des Kolikzustandes der Pferde hervorrufen. Unter Einhaltung der Gebrauchsanweisungen der Medikamente konnte er weder eine Darmlähmung noch eine Maskierung der Koliksymptome beobachten. Bei der spastischen Kolik konnte durch Buscopan® comp. im Vergleich zu Novalgin® eine signifikant schnellere Schmerzlinderung erreicht werden.

Bei der Behandlung der Obstipatio coli bewirkten beide Medikamente eine etwa gleich starke Beruhigung der Patienten.

Examination of the first treatment of colic horses with Buscopan® compositum and Novalgin®

In an open, controlled field study from October 1989 until October 1990, 157 Horses with colic symptoms were treated with either a spasmolytic drug (Buscopan® compositum) or with an analgesic drug (Novalgin®). The results of both treatments were evaluated and compared. Additional information on the patients (breed, sex, age and bodyweight) as well as records on anamnesis, diagnosis and borborygmi were obtained.

A case report form, specifically developed for the study, allowed recording of clinically measurable parameters as well as a visual assessment of colic symptoms.