

## V. ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, Daten zur chemischen Zusammensetzung von Gliedmaßenknochen abortierter Pferdefeten bzw. postnatal gestorbener Fohlen zu erheben. Dazu wurde bei insgesamt 71 Tieren unterschiedlichen Alters der Metacarpus III entnommen und nach Bestimmung von Knochengewicht und -länge sowie seines spezifischen Gewichts der Gehalt an Calcium, Phosphor, Magnesium sowie Kupfer, Zink und Mangan in drei verschiedenen Lokalisationen ermittelt. Dazu wurde der Knochen mit Hilfe einer Bandsäge in ein diaphysäres Teilstück ( $Mc_{Di}$ , 20% der Knochenlänge aus der Knochenmitte), einen metaphysären ( $Mc_{Meta}$ , 15% der Knochenlänge von der Epiphysenfuge nach distal) sowie einen epiphysären Abschnitt ( $Mc_{Ep}$ , in der Epiphysenfuge abgetrennte Epiphyse) unterteilt. Die Ermittlung der Mineralstoffgehalte erfolgte durch Atomabsorptionspektrophotometrie nach vorhergehender Entfettung mittels Petrolether und Zerkleinerung in einer Analysenmühle, die Aminosäuregehalte wurden in einem Teilkollektiv durch Ionenaustauscherchromatographie bestimmt.

## Ergebnisse:

## 1. Länge, Umfang, Gewicht, Dichte, Trockensubstanz

Der Metacarpus zeigte eine *Länge* von 131 mm im sechsten Graviditätsmonat und 249 mm p.n.; im gleichen Zeitraum nahm der *Umfang* des Knochens von 48,5 mm auf 84,9 mm zu. Zwischen Längen- und Umfangswachstum war eine lineare Abhängigkeit zu ermitteln. Das *Gewicht* des Metacarpus stieg während des untersuchten Zeitraumes von 59,7 g auf 243 g an, während sich die *Dichte* nur geringfügig von 1,20 g/cm<sup>3</sup> im sechsten Monat p.c. auf 1,26 g/cm<sup>3</sup> p.n. änderte.

Die *TS-Gehalte* des diaphysären und metaphysären Segments veränderten sich im Verlauf des Beobachtungszeitraumes nicht signifikant und lagen im  $Mc_{Di}$  bei 66,2% und im  $Mc_{Meta}$  bei 44,0%. Im  $Mc_{Ep}$  hingegen war eine deutliche TS-Zunahme von 19,1% im sechsten Monat p.c. auf 48,1% p.n. zu beobachten.

## 2. Mengenelementgehalte

Der *Ca-Gehalt* des epiphysären Teilstücks stieg von 26,3 g/kg ffr. TS im sechsten Trächtigkeitmonat auf 184 g/kg ffr. TS bei den in den ersten zwei Wochen post natum verstorbenen Fohlen. Im gleichen Zeitraum konnte im  $Mc_{Di}$  nur ein geringer Anstieg von 199 g Ca/kg ffr. TS auf 227 g/kg ffr. TS beobachtet werden, während der  $Mc_{Meta}$  einen durchschnittlichen Wert von 193 g/kg ffr. TS (185 - 205 g/kg ffr. TS) aufwies. Der *P-Gehalt* des  $Mc_{Ep}$  betrug im sechsten Monat p.c. 12,5 g/kg ffr. TS, postnatal wurden 80,2 g/kg ffr. TS ermittelt. Die Werte der beiden anderen Teilstücke zeigten nur geringe Schwankungen und lagen über den Untersuchungszeitraum im  $Mc_{Meta}$  bei 88,7 g/kg ffr. TS (Variationsbreite 85,8 - 97,6 g/kg ffr. TS) und im  $Mc_{Di}$  bei 94,7 g/kg ffr. TS (Variationsbreite 86,5 - 101 g/kg ffr. TS). Die *Mg-Konzentration* stieg im  $Mc_{Ep}$  von 1,09 g/kg ffr. TS auf 2,40 g/kg ffr. TS. Für das  $Mc_{Meta}$ -Segment zeichnete sich eine leicht fallende Tendenz von 3,19 g/kg ffr. TS auf 2,76 g/kg ffr. TS ab, während der  $Mc_{Di}$  mit 3,23 g/kg ffr. TS und einer Variationsbreite von 2,78 - 3,48 g/kg ffr. TS nur geringen Schwankungen unterworfen war.

### 3. Spurenelementgehalte

Die *Cu*-Konzentrationen des  $Mc_{Epi}$  betragen 7,65 mg/kg ffr. TS (Variationsbreite 5,73 - 10,2 mg/kg ffr. TS), im  $Mc_{Meta}$  waren 8,48 mg/kg ffr. TS (Variationsbreite 7,64 - 9,02 mg/kg ffr. TS) und im  $Mc_{Dia}$  8,69 mg/kg ffr. TS zu ermitteln (Variationsbreite 7,90 - 10,7 mg/kg ffr. TS). Die *Zn*-Gehalte stiegen im  $Mc_{Epi}$  von 58,1 mg/kg ffr. TS auf 132 mg/kg ffr. TS. Während der Gehalt im diaphysären Teil mit 124 mg/kg ffr. TS (Variationsbreite 112 - 151 mg/kg ffr. TS) relativ konstant blieb, war für den  $Mc_{Meta}$  eine fallende Tendenz von 168 mg/kg ffr. TS auf 130 mg/kg ffr. TS zu beobachten. Die *Mn*-Konzentrationen des  $Mc_{Epi}$  stiegen von 1,89 mg/kg ffr. TS auf 5,86 mg/kg ffr. TS. In den Abschnitten  $Mc_{Dia}$  und  $Mc_{Meta}$  war eine fallende Tendenz von 8,95 mg/kg ffr. TS auf 7,46 mg/kg ffr. TS bzw. von 7,83 mg/kg ffr. TS auf 4,78 mg/kg ffr. TS p. n. festzustellen.

### 4. Organische Knochensubstanz

Konzentration und Verteilung der *Aminosäuren* in der Diaphyse zeigten außer für Threonin keine signifikanten Veränderungen im untersuchten Zeitraum. Der Threoninegehalt fiel im beobachteten Zeitraum von 6,56 g/kg ffr. TS auf 5,92 g/kg ffr. TS. Der *Proteingehalt*, ermittelt aus der Summe der *Aminosäuren* und Ammoniak, betrug durchschnittlich 34,2% ffr. TS (Variationsbreite 28,2 - 39,9% ffr. TS).

Zusammenfassend zeigen vorliegende Untersuchungen deutliche Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung der Epiphyse des Metacarpus III, während Meta- und Diaphyse nur geringe Veränderungen aufweisen. Weiterhin werden auch erhebliche individuelle Unterschiede bei gleichaltrigen Feten bzw. Fohlen offensichtlich, deren Ursachen anhand des vorliegenden Datenmaterials nicht weiter einzugrenzen waren. Zur Abklärung einer möglichen Bedeutung einer retardierten fetalen Knochenmineralisierung für die Entwicklung von Skeletterkrankungen bei Fohlen erscheinen weiterführende Untersuchungen erforderlich.

## VI. SUMMARY

---

Ulrich, Bernhard: Investigations on the mineral and trace element content in the metacarpus of aborted equine fetuses and foals died post natum

## VI. SUMMARY

The aim of the investigation was to collect data on the chemical composition of limb bones from aborted equine fetuses or from foals that died post natum. The metacarpus III was prepared from 71 animals of different age. The bones were weighed, length and circumference were measured and the specific gravity determined. This was followed by an analysis in three different locations of the bone for the contents of calcium, phosphorus, magnesium, copper, zinc and manganese. For this purpose the bone was cut with a band saw into a diaphyseal segment (20% of the bone length from the middle of the bone;  $Mc_{Di}$ ), a metaphyseal part (15% of the bone length from the distal epiphyseal cartilage;  $Mc_{Meta}$ ) and an epiphyseal part, containing the epiphysis cut in the epiphyseal cartilage ( $Mc_{Ep}$ ). The mineral content of the bone segments was determined by atomic absorption spectrophotometry after defatting with petrole ether and milling in an analytical mill. Phosphorus was analysed by photometry. Amino acids were determined from a part of the samples by ion exchange chromatography.

### Results:

1 Length, width, weight, specific gravity and dry matter

The length of the metacarpus was 131 mm in the sixth month of pregnancy and increased to 249 mm post natum. During the same time the diameter of the bone grew from 48.5 mm to 84.9 mm. A linearity between the length- and width gain could be established.

The weight of the metacarpus rose from 59.7 g to 243 g, whereas the specific gravity during the same period showed a minimal rise only from 1.20 g/cm<sup>3</sup> to 1.26 g/cm<sup>3</sup>.

The dry matter content in the diaphyseal and metaphyseal segments showed no statistically significant differences during the period of the experiment. The average for  $Mc_{Di}$  was 62.2% and the average for  $Mc_{Meta}$  44.0%.  $Mc_{Ep}$ , however, showed a significant rise from 19.1% to 48.1%.

### 2. Minerals

The calcium content of the epiphyseal part was 26.3 g/kg fat free dry matter (fat free DM) in the sixth month of pregnancy and increased to 184 g/kg fat free DM in foals that died during the second week post natum. For the same period  $Mc_{Di}$  showed a minor rise in calcium from 199 g/kg to 227 g/kg fat free DM. In  $Mc_{Meta}$  around 193 g Ca/kg fat free DM were analysed (with the range of 185-205 g/kg fat free DM). The phosphorus content of  $Mc_{Ep}$  at six month p.c. was 12.5 g/kg fat free DM and rised to 80.2 g/kg fat free DM post natum. The phosphorus values for the other segments showed only small variations and were 88.7 g/kg fat free DM for  $Mc_{Meta}$  (between 85.8 and 97.6 g/kg fat free DM) and 94.7 g/kg fat free DM for  $Mc_{Di}$  (86.5-101 g/kg fat free DM). The magnesium contents in  $Mc_{Ep}$  rose from 1.09 g/kg fat free DM to 2.40 g/kg fat free DM, in  $Mc_{Meta}$  there was a slight fall from 3.19 g/kg fat free DM to 2.76 g/kg fat free DM.  $Mc_{Di}$  however had a mean of 3.23 g/kg fat free DM varying from 2.76 to 3.48 g/kg fat free DM.

### 3. Trace elements

Average copper concentration in  $Mc_{Epi}$  was 7.65 mg/kg fat free DM, varying between 5.73 and 10.2 mg/kg fat free DM,  $Mc_{Meta}$  had 8.48 mg/kg fat free DM (variation 7.64-9.02 mg/kg fat free DM),  $Mc_{Dia}$  8.69 mg/kg fat free DM (variation 7.90-10.7 mg/kg fat free DM). Zinc increased in  $Mc_{Epi}$  from 58.1 mg/kg fat free DM to 132 mg/kg fat free DM. In the diaphysis the concentrations were more constant with an average of 124 mg/kg fat free DM (variation 112-151 mg/kg fat free DM) whereas in  $Mc_{Meta}$  the content dropped tendentially from 168 mg/kg fat free DM to 130 mg/kg fat free DM. Manganese in  $Mc_{Epi}$  rose from 1.89 mg/kg fat free DM to 5.68 mg/kg fat free DM while contents in  $Mc_{Dia}$  decreased from 8.95 mg/kg fat free DM to 7.46 mg/kg fat free DM and in  $Mc_{Meta}$  from 7.86 mg/kg fat free DM to 4.78 mg/kg fat free DM.

### 4. Amino acids

Concentration and distribution of amino acids in the diaphysis showed no significant change during the observation period except for threonin. The threonin content decreased from 6.56 g/kg fat free DM in the sixth to eighth month to 5.92 g/kg fat free DM in the eleventh month and post natum. The protein content, calculated from the sum of amino acids and ammonia, averaged 34.2% fat free DM (28.2-39.9% fat free DM)

In conclusion there is a significant change in the chemical composition of the epiphysis of the metacarpus III during fetal development. Meta- and diaphysis both showed only minor changes in mineral composition during this period. Major differences in tissue mineralisation were found in fetuses and foals of the same ages, which cannot be explained unequivocally by this study.

Further experiments seem to be necessary to evaluate the possible significance of fetal bone mineralization in respect to skeletal diseases