

Aus dem Institut für Veterinär – Pathologie
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

**Zur Skelettentwicklung und Wachstumsdynamik der Beckengliedmaße
bei Mastputern
(makroskopische, mikroskopische, radiologische, osteodensitometrische
und mineralstoffanalytische Verlaufsuntersuchungen)**

Inaugural – Dissertation

zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Mark André Korfmann

Tierarzt aus Berlin

Journal-Nr.: 2761

Berlin 2003

Die Arbeit wurde gefördert durch ein Promotionsstipendium des NaFöG

Gedruckt mit der Genehmigung
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. L. Brunnberg

Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. V. Bergmann

Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Dr. H. M. Hafez

Dritter Prüfer: Univ.-Prof. Dr. K. Hartung

Deskriptoren:

turkeys, skeletal growth, growth plate, histology, leg weakness

Tag der Promotion: 24.10.2003

Meinen Eltern

Inhalt	Seite	
1.	EINLEITUNG	8
2.	LITERATURÜBERSICHT	10
2.1.	<u>Entwicklung von Lebendmasse und Knochenparametern während der Wachstumsperiode</u>	10
2.1.1.	Lebendmasse	10
2.1.2.	Länge der Beckengliedmaßenknochen, Femur (F), Tibiotarsus (TT), Tarsometatarsus (TMT)	12
2.1.3.	Knochendicke und Diaphysenquerschnittsflächen	17
2.1.4.	Feuchtmasse des Femur	19
2.1.5.	Densitometrische und röntgenologische Untersuchungen an Geflügelknochen	19
2.1.6.	Rohaschegehalte und mineralstoffanalytische Daten von Putenknochen	21
2.1.7.	Mechanische Belastungsuntersuchungen an Extremitätenknochen der Pute	24
2.2.	<u>Anatomie der Beckengliedmaße der Pute</u>	26
2.2.1.	<u>Makroskopische Anatomie</u> der Knochen und Gelenke der Beckengliedmaße	26
2.2.2.	<u>Mikroskopische Anatomie</u> der Epi-, Meta- und Diaphysen und der sekundären (sek.) Ossifikationszentren	32
2.2.2.1.	Wachstums- und Ossifikationsvorgänge der langen Röhrenknochen (Ontogenese und Aufbau)	32
2.2.2.2.	Gelenkknorpel, knorpelige Epiphyse und sek. Ossifikationszentren	34
2.2.2.3.	Embryonaler Knorpelkegel (EK) mit metaphysären Gefäßen	36
2.2.2.4.	Die Wachstumsplatte (WP)	38
2.2.2.5.	Entwicklung der Wachstumsplatten und ihrer Zonen, Wachstumsplattenschluß	42
2.2.2.6.	Gefäßversorgung der Wachstumsplatte (epiphysäre Gefäße, penetrierende epiphysäre Gefäße [PEV], metaphysäre Gefäße [MV], Anastomosen)	44

2.3.	<u>Erkrankungen des Beinskeletts der Pute</u>	48
3.	MATERIAL UND METHODEN	84
3.1.	<u>Tiere, Haltungsbedingungen und Entnahmekriterien</u>	84
3.2.	<u>Probenaufbereitung, Untersuchungsmethoden und ihre Auswertverfahren</u>	86
3.2.1.	Körpermassebestimmung	86
3.2.2.	Pathologisch anatomische Untersuchungen	86
3.2.3.	Feuchtmassebestimmung des Femur	86
3.2.4.	Makroskopische Messungen	87
3.2.5.	Mikroskopische Messungen an für knochenpathologische Veränderungen prädisponierten Regionen der Beckengliedmaße	87
3.2.6.	Röntgenologische Untersuchung der Knochen der Beckengliedmaße	90
	<ul style="list-style-type: none"> • Wachstumsplattenschluß (TT, TMT) • sek. Ossifikationszentren (TT, TMT) • Bestimmung des Verhältnisses Markraum zu Kompaktafläche am Diaphysenquerschnitt von F und TT 	90
3.2.7.	Durchführung der Veraschung und der Mineralstoffanalyse des Femurschaftes	91
3.2.8.	Osteodensitometrische Untersuchung der Femurmetaphyse	93
3.3.	<u>Statistische Auswertung</u>	94
4.	ERGEBNISSE	95
4.1.	<u>Makroskopische Befunde</u>	95
4.1.1.	Pathologisch anatomische Befunde	95
4.1.2.	Körpermasseentwicklung	96
4.1.3.	Knochenlängenentwicklung von Femur, Tibiotarsus und Tarsometatarsus	97
4.1.4.	Kraniokaudaler Diaphysendurchmesser von Femur und Tibiotarsus	99
4.1.5.	Feuchtmasse des rechten Femur	100

4.2.	<u>Histologische Befunde</u>	101
4.2.1.	Die Wachstumsplatte und der embryonale Knorpelkegel (EK)	101
4.2.2.	Der Wachstumsplattenschluß	109
4.3.	<u>Histometrische Befunde</u>	110
4.3.1.	Dicke der Wachstumsplatten, Proliferations- und hypertrophen Zonen sowie der Zeitpunkt ihrer vollständigen Resorption	110
4.3.2.	Gefäßversorgung im Bereich der Wachstumsplatte des proximalen (prox.) Tibiotarsus	116
4.3.2.1.	Anzahl der epiphysären Gefäßkanäle (EVC) sowie der metaphysären Gefäßkanäle (MVC) des prox. TT	117
4.3.2.2.	Durchmesser der epiphysären Gefäßkanäle des prox. TT	118
4.3.2.3.	Abstand der proximalen metaphysären Gefäßspitzen zu den distalen Gefäßspitzen der PEV (avaskuläre Zone) des prox. TT	119
4.4.	<u>Röntgenologische Befunde der langen Röhrenknochen der Beckengliedmaße</u>	120
4.4.1.	Vorkommen und Entwicklung der embryonalen Knorpelkegel (EK) und der epiphysären Ossifikationszentren (EOC)	120
4.4.2.	Radiologische Beurteilung des Wachstumsplattenschlusses	123
4.4.3.	Beurteilung der diaphysären Querschnittsfläche von F und TT (kortikale- und medulläre Schnittfläche zum Gesamtquerschnitt)	125
4.5.	<u>Osteodensitometrische Messungen am Femur (5. bis 21. LW)</u>	127
4.6.	<u>Trockensubstanz-, Rohaschebestimmung und Mineralstoffanalyse (Ca, P) der Femurdiaphyse</u>	128
5.	DISKUSSION	130
6.	ZUSAMMENFASSUNG	152
7.	SUMMARY	155
8.	LITERATUR	158
9.	ANHANG	190

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen:

Abb.	Abbildung	TM	Trockenmasse
AZ	avaskuläre Zone	TMT	Tarsometatarsus
Bgw.	Bindegewebe	TMTL	Tarsometatarsuslänge
dist.	distal	TT	Tibiotarsus
EK	embryonaler Knorpelkegel	TTL	Tibiotarsuslänge
EOC	epiphysäres Ossifikationszentrum	US	Untersuchung
EVC	epiphysärer Gefäßkanal	WP	Wachstumsplatte
F	Femur		
FL	Femurlänge		
FM	Feuchtmasse		
HZ	Hypertrophe Zone		
kF	kortikale Fläche		
li	links		
LT	Lebenstag		
LW	Lebenswoche		
mF	medulläre Fläche		
MV	metaphysäres Gefäß		
MVC	metaphysärer Gefäßkanal		
OZ	Ossifikationszone		
PEV	penetrierendes epiphysäres Gefäß		
PHZ	prähypertrophe Zone		
prox.	proximal		
PZ	Proliferationszone		
qF	Querschnittsfläche		
Ra	Rohasche		
re	rechts		
RZ	Ruhezone		
Syn.	Synonyme		
T	Tiernummer		
Tab.	Tabelle		
TD	tibiale Dyschondroplasie		

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich die Gelegenheit ergreifen mich bei all denen zu bedanken, die mir bei der Anfertigung dieser Arbeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Herrn Prof. Dr. V. Bergmann danke ich für die Überlassung des Themas, seine Hilfe in organisatorischen Frage sowie für die Bereitstellung von Gerätschaften und Materialien im Institut für Veterinärpathologie. Weiterhin möchte ich ihm für seine Gesprächsbereitschaft und konstruktive Unterstützung über den gesamten Erstellungszeitraum der Arbeit danken.

Für die kompetente Beratung und fachliche Unterstützung in praxisrelevanten Fragestellungen, insbesondere in der Anfangs- und Endphase des Vorhabens, gilt mein besonderer Dank Herrn Dr. Ronald Günther, Fachtierarzt für Geflügelkrankheiten.

Bei Frau Petra Nehrig, MTA der Veterinärpathologie möchte ich mich für die Einarbeitung im Labor, die stets freundliche Unterstützung und die Anfärbung unzähliger Schnittpräparate herzlich bedanken.

Weiterhin danke ich dem Putenmastbetrieb, der an dieser Stelle zwar anonym aber nicht unerwähnt bleiben soll, für die Bereitstellung von fast einhundert Tieren, die die Voraussetzung für die Arbeit waren.

Dem Institutsfahrer Herrn Jörg Klitzke, der einen Großteil der Transporte der Tiere übernahm, sei in diesem Zusammenhang ebenfalls gedankt.

Meiner Freundin Britta Gorris danke ich von ganzem Herzen für die enorme Geduld und Unterstützung, die sie in den unzähligen Stunden während der Ausarbeitung der Arbeit bewies.

Weiterhin möchte ich einer Reihe von Mitarbeitern der verschiedenen Institute der FU Berlin für ihre immer freundliche und hilfsbereite Zusammenarbeit danken. Hier seien vor allem Herr Dr. Schäfer, aus dem Institut für Tierernährung, der mich bei den mineralstoffanalytischen Untersuchungen unterstützte sowie Herr Prof. Dr. Hartung aus der Radiologie, der mir bei der Interpretation der Röntgenaufnahmen half, genannt. Desweiteren möchte ich mich bei allen Mitarbeitern aus dem Institut für Veterinär-Pathologie für das freundliche Arbeitsklima und die kleinen Hilfen am Rande bedanken.

Auch meinem Freund und Kollegen Tibor Ferencz möchte ich ganz herzlich für die professionelle ausdauernde Hilfe bei der Ausarbeitung der Abbildungen, die uns so manche Nachtschicht bereitete, danken.

Der orthopädischen Gemeinschaftspraxis in Berlin-Gropiusstadt danke ich für die Bereitstellung des Densitometers in ihren Räumlichkeiten.

Für die finanzielle Unterstützung zur Erstellung dieser Arbeit bedanke ich mich bei der FU Berlin, die mir ein NaFöG Promotionsstipendium über zwei Jahre gewährte sowie bei meinen Eltern Margrit und Klaus Korfmann. Bei meinem Vater möchte ich mich außerdem für die Hilfe bei der Übersetzung der Zusammenfassung ins Englische bedanken.

LEBENS LAUF

Mark André Korfmann

geboren am 11.01.1970 in Berlin-Schmargendorf

als Sohn von Dr. Klaus Jürgen Korfmann und Margrit Luise Korfmann, geb. André

1976 – 1982	Grunewald Grundschule Berlin-Wilmersdorf
1982 – 1990	Hildegard-Wegscheider Oberschule (Gymnasium) Berlin-Wilmersdorf. Erlangung der allgemeinen Hochschulreife am 16.06.1990
1991 – 1993	Studium der Veterinärmedizin an der Humboldt-Universität zu Berlin
1993 – 1997	Studium der Veterinärmedizin an der Freien Universität Berlin (nach Fusion der Fakultäten)
21.04.1997	3. Abschnitt der Tierärztlichen Prüfung mit dem Gesamtergebnis 1,96
30.01.1998	Erteilung der Approbation als Tierarzt durch das Landesamt für Gesundheit und Soziales Berlin
Seit 1998	Doktorand am Institut für Veterinär – Pathologie der FU Berlin gefördert durch ein NaFöG Promotionsstipendium (1999 – 2001)

SELBSTSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG:

Hiermit erkläre ich die vorliegende Dissertation selbständig, unter Zuhilfenahme der angegebenen Mittel und Literatur, erstellt zu haben.

Berlin, den 19.08.2003

Mark Korfmann