

**Aus dem Institut für Tierhaltung und Tierzucht  
Universität Hohenheim  
Fachgebiet: Nutztierethologie und Kleintierzucht  
Prof. Dr. Werner Bessei**

**DIE BEDEUTUNG DER LAUFAKTIVITÄT UND DER  
GEWICHTSENTWICKLUNG BEI DER ENTSTEHUNG VON  
BEINSCHÄDEN BEIM MASTGEFLÜGEL**

**Dissertation  
Zur Erlangung des Grades eines Doktors  
Der Agrarwissenschaften**

**Vorgelegt  
Der Fakultät Agrarwissenschaften**

**von  
Mirjana Djukic  
aus Serbien**

**Hohenheim 2006**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	1
<b>2 Literaturübersicht</b>	2
2.1 Anatomie der Beckengliedmaße des Haushuhns	2
2.1.1 Makroskopische Anatomie der Beckengliedmaße des Haushuhnes (Knochen und Gelenke)	2
2.1.2 Knochenbildungsprozesse	5
2.2 Beinschäden bei Broilern	6
2.2.1 Beurteilung der Beinschäden	13
<b>3 Versuch 1: Be- und Entlastung von langsam und schnell wachsenden Broilern</b>	16
3.1 Material und Methoden	16
3.1.1 Tiere und Haltung	16
3.1.2 Versuchsaufbau	17
3.2 Erfasste Merkmale	20
3.3 Statistische Auswertung	26
3.4 Ergebnisse	27
3.4.1 Leistungsmerkmale	27
3.4.2 Verhaltensparameter	34
3.4.3. Morphometrische erfasste Merkmale der Beinknochen	39
3.4.4 Computertomographisch erfasste Merkmale der Beinknochen	42
3.4.5 Diskussion	49
<b>4 Versuch 2: Be- und Entlastung des Beinskeletts von schnell und langsam wachsenden Broilern bei reduziertem Bewegungsraum</b>	56
4.1 Material und Methoden	56

4.1.1 Tiere und Haltung	56
4.2 Statistische Auswertung	57
4.3 Ergebnisse	57
4.3.1 Leistungsmerkmale	57
4.3.2 Verhaltensparameter	60
4.3.3 Morphometrische erfasste Merkmale der Beinknochen	63
4.3.4 Computertomographisch erfasste Merkmale der Beinknochen	65
4.4 Diskussion	70
<b>5 Versuch 3: Nutzung des Bewegungsmusters beim Laufen von Broilern zur Bewertung von Beinschäden</b>	72
5.1 Material und Methoden	72
5.1.1 Tiere und Haltung	72
5.1.2 Versuchsaufbau	72
5.2 Erfasste Merkmale	74
5.3 Statistische Auswertung	75
5.4 Ergebnisse	76
5.4.1 Leistungsmerkmale	76
5.4.2 Verhaltensparameter	79
5.4.3 Morphometrische erfasste Merkmale der Beinknochen	81
5.4.4 Computertomographisch erfasste Merkmale der Beinknochen	83
5.4.5 Footprintsparameter	87
5.5 Diskussion	89
<b>6 Zusammenfassung</b>	92
<b>7 Summary</b>	95
<b>8 Literaturverzeichnis</b>	98
<b>9 Anhang</b>	106

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Knochen der linken Beckengliedmaße des Haushuhnes (schematisch)	3
Abbildung 2: Wechselwirkungen zwischen Laufaktivität, Wachstum, Knochenbildung, Motivation und Beinschäden	7
Abbildung 3: Bodenabteile zur Haltung der Tiere mit darüber liegenden Laufschiene für die Entlastung	16
Abbildung 4: Verbesserter Gurt zur Entlastung der Tiere	17
Abbildung 5: Balkenwaage zur Entlastung der Tiere	18
Abbildung 6: Gurt mit Bleigewichten für die Belastung der Tiere	19
Abbildung 7: Gewichte der Kontrolle 2 (K2), der LB und SB sowie Mittelwert zwischen beiden Linien als Richtwert für die Be- und Entlastung	20
Abbildung 8: Winkelmessvorrichtung nach DUFF und THORP (1985), modifiziert zur genaueren Ausrichtung der Knochen	22
Abbildung 9: Morphometrische Messungen an Femur und Tibiotarsus	22
Abbildung 10: Computertomograph XCT 960A	25
Abbildung 11: Durchschnittlicher Futterverbrauch (g/Tier und Tag) bei langsam wachsenden (LB) und schnell wachsende Broilern (SB) von der 1.–6. Lebenswoche (Versuch Ia)	27
Abbildung 12: Durchschnittlicher Futterverbrauch (g/Tier und Tag) bei langsam wachsenden (LB) und schnell wachsende Broilern (SB) von der 1.–6. Lebenswoche (Versuch Ib)	28

Abbildung 13: Lebendgewicht (g/Tier) bei langsam wachsenden Broilern (LB) in der 4.–6. Lebenswoche (Versuch Ia)	28
Abbildung 14: Lebendgewicht (g/Tier) bei langsam wachsenden Broilern (LB) in der 4.–6. Lebenswoche (Versuch Ib)	29
Abbildung 15: Lebendgewicht (g/Tier) bei schnell wachsenden Broilern (SB) in der 4.–6. Lebenswoche (Versuch Ia)	29
Abbildung 16: Lebendgewicht (g/Tier) bei schnell wachsenden Broilern (SB) in der 4.–6. Lebenswoche (Versuch Ib)	30
Abbildung 17: Bodenabteile zur Haltung der entlasteten und belasteten Broilern	56
Abbildung 18: Durchschnittlicher Futterverbrauch (g/Tier und Tag) bei langsam wachsenden (LB) und schnell wachsende Broilern (SB) von der 1.–6. Lebenswoche	57
Abbildung 19: Lebendgewicht (g/Tier) bei langsam wachsenden Broilern (LB) in der 4.–6. Lebenswoche	58
Abbildung 20: Lebendgewicht (g/Tier) bei schnell wachsenden Broilern (SB) in der 4.–6. Lebenswoche	58
Abbildung 21: Laufbahn für die Erfassung der Fußabdrücke	73
Abbildung 22: Die Fußabdrücke von einem Broiler. (a) Spurbreite, (b) Schrittlänge	74
Abbildung 23: Durchschnittlicher Futterverbrauch (g/Tier) bei langsam wachsenden Broilern, Belasteten und Kontrolltieren von der 1.–6. Lebenswoche	75
Abbildung 24: Durchschnittlicher Futterverbrauch (g/Tier) bei schnell wachsenden Broilern, Entlasteten und Kontrolltieren von der 1.–6. Lebenswoche	76

Abbildung 25: Lebendgewicht (g/Tier) bei langsam wachsenden Broilern (LB) 76  
in der 4.-6. Lebenswoche

Abbildung 26: Lebendgewicht (g/Tier) bei schnell wachsenden Broilern (SB) 77  
in der 4.-6. Lebenswoche

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte des Lebendgewichts (42. Tag) sowie Brust- und Schenkelgewichte (g) (Versuch 1a und 1b)	31
Tabelle 2: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Länge (mm) und des Gewichtes (g) des Tibiotarsus (Versuch 1a und 1b)	32
Tabelle 3: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Länge (mm) und des Gewichtes (g) des Femora (Versuch 1a und 1b)	33
Tabelle 4: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Verhaltensweisen Laufen, Sitzen, Stehen, Fressen und „Anderes Verhalten“ in der 4. Lebenswoche (Versuch 1a und 1b)	36
Tabelle 5: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Verhaltensweisen Laufen, Sitzen, Stehen, Fressen und „Anderes Verhalten“ in der 5. Lebenswoche (Versuch 1a und 1b)	38
Tabelle 6: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Verhaltensweisen Laufen, Sitzen, Stehen, Fressen und „Anderes Verhalten“ in der 6. Lebenswoche (Versuch 1a und 1b)	38
Tabelle 7: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Torsionen und Abwinkelungen (°) des Tibiotarsus (Versuch 1a und 1b)	40
Tabelle 8: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Torsionen und Abwinkelungen (°) des Femora (Versuch 1a und 1b)	41
Tabelle 9: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Gesamtfläche (mm <sup>2</sup> ), Gesamtdichte (mg/cm <sup>3</sup> ), Corticalisfläche (mm <sup>2</sup> ), Corticalisdichte (mg/cm <sup>3</sup> ) Flächenträgheitsmoment (SSI, mm <sup>3</sup> ) der Tibiotarsusmitte (Versuch 1a)	43

Tabelle 10: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Gesamtfläche ( $\text{mm}^2$ ), Gesamtdichte ( $\text{mg}/\text{cm}^3$ ), Corticalisfläche ( $\text{mm}^2$ ), Corticalisdichte ( $\text{mg}/\text{cm}^3$ ) Flächenträgheitsmoment (SSI, $\text{mm}^3$ ) der Tibiotarsusmitte (Versuch 1b)	44
Tabelle 11: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Gesamtfläche ( $\text{mm}^2$ ), Gesamtdichte ( $\text{mg}/\text{cm}^3$ ), Corticalisfläche ( $\text{mm}^2$ ), Corticalisdichte ( $\text{mg}/\text{cm}^3$ ) Flächenträgheitsmoment (SSI, $\text{mm}^3$ ) des proximalen Tibiotarsus (Versuch 1a)	45
Tabelle 12: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Gesamtfläche ( $\text{mm}^2$ ), Gesamtdichte ( $\text{mg}/\text{cm}^3$ ), Corticalisfläche ( $\text{mm}^2$ ), Corticalisdichte ( $\text{mg}/\text{cm}^3$ ) Flächenträgheitsmoment (SSI, $\text{mm}^3$ ) des proximalen Tibiotarsus (Versuch 1b)	46
Tabelle 13: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Gesamtfläche ( $\text{mm}^2$ ), Gesamtdichte ( $\text{mg}/\text{cm}^3$ ), Corticalisfläche ( $\text{mm}^2$ ), Corticalisdichte ( $\text{mg}/\text{cm}^3$ ) Flächenträgheitsmoment (SSI, $\text{mm}^3$ ) der Femurmitte (Versuch 1a)	47
Tabelle 14: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Gesamtfläche ( $\text{mm}^2$ ), Gesamtdichte ( $\text{mg}/\text{cm}^3$ ), Corticalisfläche ( $\text{mm}^2$ ), Corticalisdichte ( $\text{mg}/\text{cm}^3$ ) Flächenträgheitsmoment (SSI, $\text{mm}^3$ ) der Femurmitte (Versuch 1b)	48
Tabelle 15: Ergebnisse der Varianzanalyse und Mittelwerte der Lebendgewichte (42 Tag), Schenkelgewichte (g), der Länge (mm) und das Tibiotarsus und Femur Gewicht (g)	59
Tabelle 16: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-werte) und Mittelwerte der Verhaltensweisen „Laufen“, „Sitzen“, „Stehen“, „Fressen“ und „Anderes Verhalten“ in der 4. Lebenswoche	61

Tabelle 17: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Verhaltensweise „Laufen“, „Sitzen“, „Stehen“, „Fressen“ und „Anderes Verhalten“ in der 5. Lebenswoche	62
Tabelle 18: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Verhaltensweisen „Laufen“, „Sitzen“, „Stehen“, „Fressen“ und „Anderes Verhalten“ in der 6. Lebenswoche	62
Tabelle 19: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Torsionen und Abwinkelungen (°) des Tibiotarsus	64
Tabelle 20: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Torsionen und Abwinkelungen (°) des Femur	65
Tabelle 21: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Gesamtfläche (mm <sup>2</sup> ), Gesamtdichte (mg/cm <sup>3</sup> ), Corticalisfläche (mm <sup>2</sup> ), Corticalisdichte (mg/cm <sup>3</sup> ) Flächenträgheitsmoment (SSI, mm <sup>3</sup> ) der Tibiotarsusmitte	67
Tabelle 22: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Gesamtfläche (mm <sup>2</sup> ), Gesamtdichte (mg/cm <sup>3</sup> ), Corticalisfläche (mm <sup>2</sup> ), Corticalisdichte (mg/cm <sup>3</sup> ) Flächenträgheitsmoment (SSI, mm <sup>3</sup> ) des proximalen Tibiotarsus	68
Tabelle 23: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Gesamtfläche (mm <sup>2</sup> ), Gesamtdichte (mg/cm <sup>3</sup> ), Corticalisfläche (mm <sup>2</sup> ), Corticalisdichte (mg/cm <sup>3</sup> ) Flächenträgheitsmoment (SSI, mm <sup>3</sup> ) der Femurmitte	69
Tabelle 24: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Lebendgewichte (42 Tag), Schenkelgewichte (g), der Länge (mm) und des Gewichtes (g) der Tibiotarsus und des Femora	78
Tabelle 25: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Verhaltensweisen „Laufen“, „Sitzen“, „Stehen“, „Fressen“ und „Anderes Verhalten“ in der 4. Lebenswoche	80

Tabelle 26: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Verhaltensweisen „Laufen“, „Sitzen“, „Stehen“, „Fressen“ und „Anderes Verhalten“ in der 5. Lebenswoche	80
Tabelle 27: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Verhaltensweisen „Laufen“, „Sitzen“, „Stehen“, „Fressen“ und „Anderes Verhalten“ in der 6. Lebenswoche	81
Tabelle 28: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Torsionen und Abwinkelungen (°) der Tibiotarsus	82
Tabelle 29: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Torsionen und Abwinkelungen (°) des Femora	83
Tabelle 30: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Gesamtfläche (mm <sup>2</sup> ), Gesamtdichte (mg/cm <sup>3</sup> ), Corticalisfläche (mm <sup>2</sup> ), Corticalisdichte (mg/cm <sup>3</sup> ) Flächenträgheitsmoment (SSI, mm <sup>3</sup> ) der Tibiotarsusmitte	85
Tabelle 31: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Gesamtfläche (mm <sup>2</sup> ), Gesamtdichte (mg/cm <sup>3</sup> ), Corticalisfläche (mm <sup>2</sup> ), Corticalisdichte (mg/cm <sup>3</sup> ) Flächenträgheitsmoment (SSI, mm <sup>3</sup> ) der Femurmitte	86
Tabelle 32: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Footprintsparameter: Spurbreite (mm), Schrittlänge(mm) in der 4. Lebenswoche	87
Tabelle 33: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Footprintsparameter: Spurbreite (mm), Schrittlänge(mm) in der 5. Lebenswoche	88
Tabelle 34: Ergebnisse der Varianzanalyse (F-Werte) und Mittelwerte der Footprintsparameter: Spurbreite (mm), Schrittlänge(mm) in der 6. Lebenswoche	88

## Abkürzungsverzeichnis

BMU	Basic Multicellular Units
GF	Gesamtfläche
GD	Gesamtdichte
CF	Corticalisfläche
CD	Corticalisdichte
fdwin	Distale Abwinkelung des Femurs
ftor	Torsion des Femurs
mS	Microstrains
SSI	Flächenträgheitsmoment
tdwin	Distale Abwinkelung des Tibiotarsus
tpwin	Proximale Abwinkelung des Tibiotarsus
ttor	Tibiotarsus Torsion
SB	Schnell wachsende Broiler
LB	Langsam wachsende Broiler
K1	Kontrolle 1
K2	Kontrolle 2
K	Kontrolle
MJ	Megajoule
ME	Umsetzbare Energie
Abb.	Abbildung
Tab.	Tabelle
z.B.	zum Beispiel
ca.	circa
cm	Centimeter
m	Meter
g	Gramm
kg	Kilogramm
LW	Lebenswoche