

Christina Münch

**Vergleich verschiedener Aufzuchtintensitäten
der Junghengstaufzucht und deren Einfluss auf
Gesundheit und dauerhafte Leistungsfähigkeit**



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag







Aus dem Department für Nutztierwissenschaften
der Georg-August-Universität Göttingen

**Vergleich verschiedener Aufzuchtintensitäten der
Junghengstaufzucht und deren Einfluss auf Gesundheit
und dauerhafte Leistungsfähigkeit**

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Fakultät für Agrarwissenschaften
der Georg-August-Universität Göttingen

vorgelegt von
Christina Münch
geboren in Recklinghausen

Göttingen, Dezember 2010

Diese Untersuchung wurde mit dankenswerter Unterstützung des Westfälischen
Pferdestammbuches e.V. und des Hannoveraner Verbandes e.V. durchgeführt.



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2012
Zugl.: Göttingen, Univ., Diss., 2012

978-3-95404-002-5

D 7

1. Referent: Prof. Dr. Dr. Matthias Gauly (Göttingen)
2. Referent: Prof. Dr. Gerhard Breves (Hannover)

Tag der mündlichen Prüfung: 17. Februar 2011

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2012

Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen

Telefon: 0551-54724-0

Telefax: 0551-54724-21

www.cuvillier.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg (Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.

1. Auflage, 2012

Gedruckt auf säurefreiem Papier

978-3-95404-002-5



**Alles ist vergänglich, wenn der Mensch es aufgibt.
Bestand aber hat, was ein Wille trägt.**

(Siegfried Freiherr von Schrötter-Wohnsdorf)





Meinen Eltern





Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Literaturübersicht	4
2.1	Die Rahmenbedingungen der Pferdezucht in Westfalen und Hannover	4
2.2	Die Körung: Ablauf und Anforderungen	6
2.3	Wachstum und Entwicklung	8
2.3.1	Die Wachstumsfaktoren	10
2.3.2	Die parametrische Erfassung des Wachstums	14
2.3.3	Entwicklungszustand, Typ und Body Condition Score	19
2.4	Die Aufzucht	20
2.4.1	Bedeutung von Topographie, Klima und Managemententscheidungen	21
2.4.2	Das Haltungsmanagement	22
2.4.3	Hufpflege und Infektionsschutz	24
2.4.4	Die Fütterung	24
2.4.5	Die Aufzuchtintensität	25
2.4.6	Die orthopädischen Entwicklungsstörungen (DOD)	27
2.4.7	Ursachen für die Entstehung von Entwicklungsstörungen	32
2.5	Der Epiphysenfugenschluss	36
2.5.1	Die Morphologie der Epiphysenfuge	37
2.5.2	Biomechanische Vorgänge in der Epiphysenfuge (EpF)	39
2.5.3	Der Zeitpunkt des Epiphysenfugenschluss (EpFS)	40
2.5.4	Gesundheitliche Probleme beim Schließen der Epiphysenfugen	43
2.6	Die Knochendichtemessung	45
2.6.1	Die Knochenqualität	45
2.6.2	Möglichkeiten der Erfassung der Knochenqualität	48
2.6.3	Auswirkungen verschiedener Faktoren auf die Knochenqualität	52
2.7	Retrospektive und Nutzungsdauer	60
2.7.1	Theoretische Betrachtung der Nutzungsdauer	60
2.7.2	Die praktische Erfassung der Nutzungsdauer für das Pferd	61



3	Material und Methoden	66
3.1	Die Hengstaufzuchtbetriebe	66
3.2	Die Datenaufnahme: Die Hengste in den Aufzuchtbetrieben	68
3.3	Das Röntgen der Epiphysenfugen (EpF).....	74
3.4	Die Knochendichtemessung	76
3.5	Die Retrospektive	83
3.6	Befragung der Hengstaufzüchter.....	84
3.7	Statistische Vorgehensweise	84
4	Ergebnisse	88
4.1	Charakterisierung der untersuchten Hengstaufzuchtbetriebe.....	88
4.1.1	Betriebsstandort, -größe und -entwicklung	89
4.1.2	Die Pferdehaltung in den Betrieben	91
4.1.3	Die Fütterung der Junghengste.....	95
4.1.4	Servicemaßnahmen bei den Junghengsten	97
4.1.5	Selektionsmaßnahmen im Verlauf der Hengstaufzucht	100
4.1.6	Die Vorbereitung zur Vorauswahl (VA)	103
4.1.7	Die Vorbereitung zur Hauptkörnung.....	108
4.2	Die in den Aufzuchtbetrieben untersuchten Hengste	109
4.2.1	Parameter des Wachstums.....	109
4.2.2	Parameter der Entwicklung und der einfachen palpatorischen Befundung	117
4.2.3	Parameter der linearen Extremitätenbeschreibung.....	130
4.3	Der Zeitpunkt des Epiphysenfugenschluss	131
4.3.1	Erfassung des Zeitpunktes des EpFS - die Stichprobe	132
4.3.2	Das Alter zum Zeitpunkt des Schließens der EpF.....	132
4.3.3	Der Effekt des Betriebes auf den Zeitpunkt des EpFS.....	134
4.3.4	Der Effekt der Tageszunahmen auf den Zeitpunkt des EpFS	136
4.3.5	Korrelationen ausgewählter Merkmale	139
4.4	Die Knochendichtemessung	139
4.4.1	Allgemeine Ergebnisse der Knochendichtemessung	139
4.4.2	Korrelationen der Methoden	140



4.4.3	Bestimmtheitsmaß und lineare Regressionen der Methoden	142
4.5	Die retrospektive Analyse der Körjahrgänge 1996 bis 2006/2007	145
4.5.1	Auswirkungen der Aufzuchtintensität auf die Körung und Prämierung.....	146
4.5.2	Auswirkungen der Aufzuchtintensität auf den Turniersporteinsatz.....	146
4.5.3	Die Auswirkungen der Aufzuchtintensität auf die Nutzungsdauer	148
4.5.4	Nachkommenleistung in Sport und Zucht.....	149
4.5.5	Einfluss des Geburtszeitpunktes auf Körung und Prämierung.....	152
4.6	Bewertung der Hengstaufzuchtstrukturen in Westfalen.....	152
4.6.1	Soziodemographische Aspekte	153
4.6.2	Allgemeine Fragen der Pferdezucht	153
4.6.3	Besondere Fragen der Pferdezucht.....	157
4.6.4	Beurteilung des Systems der Körung	159
5	Diskussion	162
5.1	Charakterisierung der Hengstaufzuchtbetriebe	162
5.1.1	Körung: Ablauf und Anforderungen	169
5.2	Die Hengste in den Hengstaufzuchtbetrieben	172
5.2.1	Parameter des Wachstums.....	172
5.2.2	Parameter der Extremitäten	176
5.3	Zeitpunkt des Epiphysenfugenschluss	177
5.4	Die Knochendichtemessung	179
5.5	Die retrospektive Analyse der Körjahrgänge 1996 bis 2006 / 2007	183
5.6	Schlussbetrachtung.....	186
6	Zusammenfassung.....	189
7	Summary	192
8	Literaturverzeichnis	XXI
9	Anhang	XLIV



Abkürzungsverzeichnis

aufgez.	Aufgezogen
B- & A-Prüfungen	Basis- und Aufbauprüfungen
BCS	Body Condition Score
BK	Bruchkraft
BM	Bandmaß
BMC	Bone Mineral Content (Knochenmineralgehalt)
BMD (KMD)	Bone Mineral Density (Knochenmineraldichte)
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BP	Bodenpunkte
BSU	Bone Structural Unit
BUA	Broadband Ultrasound Attenuation
bzw.	Beziehungsweise
dB	Dezibel
ca.	Circa
DOD	Developmental Orthopaedic Disease
DXA	Dual X-Ray Absorptiometry (Duale Röntgenabsorptiometrie)
EHV	Equiner Herpes Virus
EpF	Epiphysenfuge
EpFS	Epiphysenfugenschluss
FN	Deutsche Reiterliche Vereinigung (Federation Equestre National)
fpVCT	flat-deck-panel Volumen Computer Tomography (Flächendetektor Volumen Computer Tomograph)
GbR	Gesellschaft bürgerlichen Rechts
GEH	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie



GH	Growth Hormone
GnRH	Gonadotropin Releasing Hormone
GRH	Growth-homon-releasing-Hormone
Ha	Hektar
hCG	Human Chorionic Gonadotropin
HU	Hounsfield Units
IGF	Insulin-like-Growth Hormone
i. A.	im Allgemeinen
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
J.	Jahr
JGS	Jahresgewinnsumme
k. A.	keine Angabe
kV	Kilovolt
KBS	Knochenbruchstabilität
Lds. Betrieb	Landesbetrieb
LGS	Lebensgewinnsumme
LM	Lebendmasse
LMA-Index	Lebendmasse / Alter-Index
LSM	Last Square Means
LT	Lebenstag
mA	Milliampere
MHz	Megahertz
Min.	Minute
m / sec	Meter pro Sekunde
MW	Mittelwert
n.	Nach



NaCl	Natriumchlorid
n. s.	nicht signifikant
N	Newton
NK	Nachkommen
NN	NormalNull
o.b.B.	ohne besonderen Befund
OC / OCD	Osteochondrose / Osteochondrose dissecans
p. a.	per anno
p. p.	post partum
QCT	Quantitative Computer Tomographie
QUS	Quantitativer Ultraschall
R	Pearson Korrelationskoeffizient
ROI	Region of Interest
SD	Standard Deviation (Standardabweichung)
SE	Standard Error (Standardfehler)
s.o.	siehe oben
SIH	Somatostatin
SM	Stockmaß
SOS	Speed of Sound
SPA	Single X-ray-absorptiometry
STH	Somatoliberin
TierSchNutzV	Tierschutz-Nutztier-Tierhaltungsverordnung
TierZG	Tierzuchtgesetz
TSchG	Tierschutzgesetz
TRH	Thyroliberin
Turnier Kat.	Turnierkategorie



VA	Vorauswahl
v. a.	vor allem
verd.	Verdickt
VK	Variationskoeffizient
VÖ	Jahr der Veröffentlichung
Wo.	Woche
Xx	Englisches Vollblut
ZVO	Zuchtverbandsordnung
μSv	Mikrosievert
Σ	Summe
1,25(OH)D	Cholecalciferol



Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Faktoren der Reife nach FLADE (1957).....	11
Tab. 2: Rohmittelwerte der Wachstumsmerkmale Gewicht, Widerristhöhe und Röhrlänge (WALKER, 2007).....	15
Tab. 3: Endmaße des Röhrlumfangs verschiedener Rassen und Autoren.....	18
Tab. 4: Body Condition Scoring-System nach WRIGHT (1998).....	20
Tab. 5: Empfohlene Wachstumszunahmen für Reitpferde (INRA, 1990).....	25
Tab. 6: Beispielrationen für langsames, moderates und schnelles Wachstum (INRA, 1990) .	26
Tab. 7: Durchschnittliche Lebendmasseentwicklung von Aufzuchtponies im europäischen Vergleich (CUDDEFORD et al., 2005).....	27
Tab. 8: Zeitpunkte des Epiphysenfugenschluss nach HUSKAMP et al. (1996).....	42
Tab. 9: Zeitpunkte für das Schließen der Epiphysenfuge des distalen Radius der Vorderextremitäten verschiedener Rassen.....	43
Tab. 10: Untersuchungen zur Erfassung der Knochendichte und diese beeinflussenden Faktoren nach verschiedenen Autoren, Veröffentlichungsjahr und Tierzahl.....	54
Tab. 11: Übersicht über die Anzahl der Beobachtungen innerhalb der verschiedenen Datenelemente.....	66
Tab. 12: Erhobene Körpermaße inklusive der Einheiten, Messansatzpunkte und Messinstrumente.....	70
Tab. 13: Betriebe, Tierzahlen und Betriebsbesuche der Datenaufnahme für die Röntgenaufnahmen der Epiphysenfugen.....	74
Tab. 14: Einteilung des Zeitpunktes des EpFS in Abhängigkeit der physiologischen Verdichtung.....	75
Tab. 15: Die Erfolge der Hengstzuchtbetriebe, berechnet auf Basis der Jahrgänge der 1994 bis 2004 zur Vorauswahl angemeldeten Hengste.....	89
Tab. 16: Flächenausstattung der verschiedenen Hengstzuchtbetriebe, differenziert nach Hof-, Nutz-, Acker- und Weidefläche.....	90
Tab. 17: Übersicht über die Betriebsform, über die Dauer der landwirtschaftlichen, der Pferdezucht- und der Hengstzuchtaktivitäten sowie über die Rechtsform.....	91



Tab. 18: Die Verteilung der Pferde auf die verschiedenen Betriebszweige innerhalb der verschiedenen Hengstaufzuchtbetriebe	92
Tab. 19: Zur Junghengstaufzucht bestimmte Pferde in den verschiedenen Hengstaufzuchtbetrieben	93
Tab. 20: Zeitpunkte und Frequenzen für die Hufpflegemaßnahmen und den ersten Beschlag in den verschiedenen Hengstaufzuchtbetrieben	97
Tab. 21: Endo- und Ektoparasitenbekämpfung sowie Behandlungsfrequenzen (pro Jahr) in den verschiedenen Hengstaufzuchtbetrieben	98
Tab. 22: (a) Häufigkeit des Auftretens von gesundheitlichen Problemen und (b) Relevanz als Ausscheidungskriterium aus der Hengstaufzucht, gemittelt über alle Hengstaufzuchtbetriebe	99
Tab. 23: Phänotypische Schwächen, die auf den Selektionsprozess in der Junghengstaufzucht wirken.....	102
Tab. 24: Häufigkeit des Auftretens von Entwicklungsproblemen und Relevanz als Ausscheidungskriterium aus der Hengstaufzucht	102
Tab. 25: Zeitpunkte für den Beginn der aktiven Vorbereitung der Junghengste auf die Körung und für das Verlassen der Hengste der Betriebe zur gezielten Vorbereitung	104
Tab. 26: Einsatz, Einsatzhäufigkeiten und Einsatzmodalitäten der Führmaschine innerhalb der verschiedenen Aufzuchtbetriebe	105
Tab. 27: Beginn, Häufigkeit, Dauer und Art des Longierens innerhalb der verschiedenen Hengstaufzuchtbetriebe	106
Tab. 28: Die Modalitäten des Freispringens innerhalb der Hengstaufzuchtbetriebe	107
Tab. 29: Die Modalitäten beim Vormustern der Hengste in den Betrieben.....	108
Tab. 30: Durchschnittliche Lebendmasse der Junghengste in Abhängigkeit der Alterskategorie und des Betriebes	111
Tab. 31: Einteilung der Betriebe in die Intensitätskategorien der Junghengstaufzucht und Anzahl der Beobachtungen pro Kategorie	111
Tab. 32: Verteilung der Einzelbeobachtungen auf die verschiedenen Alterstufen innerhalb des Beobachtungszeitraumes	112



Tab. 33: Darstellung des LSM-Mittelwert für das Bandmaß, differenziert nach Aufzuchtintensität und Alterskategorie	114
Tab. 34: Darstellung der LSM-Mittelwerte für die Röhrbeinlänge, den Röhrbeinumfang und den Fesselgelenksumfang, differenziert nach Aufzuchtintensität und Alterskategorie	115
Tab. 35: Darstellung des LSM-Mittelwert der Rumpflänge in cm, differenziert nach Aufzuchtintensität und Alterskategorie	116
Tab. 36: Pearson-Korrelationskoeffizient der metrischen Daten	117
Tab. 37: Der Einfluß der unter dem Kapitel „Gesamterscheinung“ erfassten Merkmale auf der Aufzuchtintensität	117
Tab. 38: Korrelationen von Aufzuchtintensität, Entwicklung, Typ und BCS	120
Tab. 39: Frequenzen der Veränderungen an Haut und Fell in prozentualen Werten.....	122
Tab. 40: Frequenzen des Auftretens von Besonderheiten des Geschlechtsapparates in Abhängigkeit der Aufzuchtintensität.....	124
Tab. 41: Auftreten verschiedener Verletzungen während der Beobachtungen innerhalb der verschiedenen Aufzuchtssysteme	124
Tab. 42: Darstellung der Veränderungen an den Vorderextremitäten, differenziert nach linker und rechter Vorderextremität	126
Tab. 43: Darstellung der Veränderungen an den Hinterextremitäten, differenziert nach linker und rechter Hinterextremität	128
Tab. 44: Prozentuale Frequenzen der Veränderungen an den Vorderhufen (links und rechts) in absoluten Zahlen und prozentualen Werten	128
Tab. 45: Prozentuale Frequenzen der Veränderungen an den Hinterhufen (links und rechts) in absoluten Zahlen und prozentualen Werten	129
Tab. 46: Frequenz des Auftretens von Abweichungen der Gliedmaßenstellung.....	131
Tab. 47: Durchschnittliche Größenentwicklung der Hengste innerhalb der Betriebe im Vorfeld des Röntgen der Epiphysenfugen.....	132
Tab. 48: Übersicht über die LSM-Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima und Maxima sowie den Variationskoeffizienten der verschiedenen Messungen innerhalb der Stichprobe.....	140
Tab. 49: Korrelationskoeffizienten und Signifikanzniveaus der Methoden untereinander ...	141



Tab. 50: Die Korrelationskoeffizienten und Signifikanzniveaus der Methoden untereinander, korrigiert um die Längenmaße	142
Tab. 51: Darstellung des Bestimmtheitsmaßes zwischen den verschiedenen Methoden und den Methoden, korrigiert um die Längenmaße	143
Tab. 52: Anzahl der Hengste, über die eine Dokumentation im Rahmen der Vorauswahl vorliegt sowie Anzahl der Hengste, die in einer der Datenbanken wieder gefunden werden konnten und prozentualer Anteil	146
Tab. 53: Auswirkungen der Aufzuchtintensität auf den Kör- und Prämienerfolg	146
Tab. 54: Auswirkungen der Aufzuchtintensität auf die Turniererfolge in Form der Darstellung des Schweregrades	147
Tab. 55: Jahres- und Lebensgewinnsumme der Hengste in Abhängigkeit von der Aufzuchtintensität	148
Tab. 56: Durchschnittliche Nutzungsdauer in Jahren, differenziert nach Aufzuchtintensität	148
Tab. 57: Pearson-Korrelationskoeffizienten für die Merkmale Körurteil, Prämie, Turniereinsatz und Nutzungsdauer	149
Tab. 58: Anzahl der Hengste mit eigenen Nachkommen	150
Tab. 59: Durchschnittliche Jahres- und Lebensgewinnsummen der Nachkommen der retrospektiv verfolgten Hengste	150
Tab. 60: Männliche Nachkommen der retrospektiv betrachteten Hengste in der Zucht, differenziert nach Aufzuchtintensität	151
Tab. 61: Weibliche Nachkommen der retrospektiv betrachteten Hengste in der Zucht, differenziert nach Aufzuchtintensität	152
Tab. 62: Prozentualer Anteil der Hengste, die in den Jahren 1994 bis 2004 gekört und prämiert worden sind, differenziert nach Geburtssaison	152
Tab. 63: Kreuztabellierung der Dauer der züchterischen Tätigkeit und des familiären Hintergrundes	154
Tab. 64: Flächenausstattung der landwirtschaftlichen Betriebe der Probanden	155
Tab. 65: Arbeitskräfteausstattung der landwirtschaftlichen Betriebe	156
Tab. 66: Darstellung und Aufschlüsselung des Pferdebestandes in Abhängigkeit von Nutzungsgruppen und Pension	157



Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Erwartetes Größen- und Körpermassewachstum des Pferdes (nach JACKSON und PAGAN, 1993)	15
Abb. 2: Körpergewicht der Junghengste in Abhängigkeit vom Alter als Splinefunktion mit Vorhersageintervallen, (WALKER, 2007)	16
Abb. 3: Körpergröße der Junghengste in Abhängigkeit vom Alter als Splinefunktion mit Vorhersageintervallen, (WALKER, 2007)	17
Abb. 4: Stallhaltungssysteme für Pferde (BAYER, 1997)	23
Abb. 5: Verteilung der wachstumsbedingten Probleme zwischen einer sehr langsamen Wachstumsgeschwindigkeit und einer sehr hohen (PAGAN, 2006).....	28
Abb. 6: Zoneneinteilung der „bipolaren“ proximalen Ulnawachstumsfuge des deutschen.....	38
Abb. 7: Apo- und Epiphysenfugen an der Schultergliedmaße des Pferd. Abb. Archiv, Institut für Veterinär-Anatomie, Berlin. (BUTLER et al., 2000)	41
Abb. 9: Belastungs-Deformationskurve (nach PFEIL, KLEIN-ELLGUTH, GRAF, 2004)	52
Abb. 10: Schematische Darstellung der Vorgehensweise zur Einteilung der Betriebe in die drei Aufzuchtintensitäten „niedrig, moderat, hoch“ auf Basis der Lebendmasse aller Beobachtungen	71
Abb. 10: Röntgenaufnahme des distalen Radius in dorsopalmarer Ansicht; (a)EpFS-Klasse II; (b) EpFS-Klasse III; (c) EpFS-Klasse IV	75
Abb. 11: Ebenen der Einteilung des Röhrbeins des Pferdes (CARSTANJEN, 2002).....	77
Abb. 12: Schematischer Querschnitt der mittleren Ebene der Vorderröhre des Pferdes	78
Abb. 13: Darstellung des verwendeten PIXI-Osteodensitometer der Firma LUNAR.....	79
Abb. 14: Durchführung der Messung des QUS (CARSTANJEN, 2002)	80
Abb. 15: Darstellung des verwendeten fpVCT-Gerätes, Universitätsklinikum Göttingen.....	82
Abb. 16: Darstellung des Aufbaus des Bruchversuches als Dreipunktbiegung mittels Zwick 100, DLG-Testzentrum Groß-Umstedt	83
Abb. 17: Kriterien für die Auswahl eines Fohlens für die Junghengstaufzucht	100
Abb. 18: Lebendmasse der Junghengste in Abhängigkeit vom Alter in Tagen.....	110
Abb. 19: Stockmaß der Junghengste in Abhängigkeit vom Alter in Tagen.....	110



Abb. 22: Darstellung der LSM-Mittelwerte der Tageszunahme, differenziert nach Aufzuchtintensität und Alterskategorie.....	113
Abb. 23: Darstellung der LSM-Mittelwerte für das Stockmaß, differenziert nach Aufzuchtintensität und Alterskategorie.....	113
Abb. 22: Darstellung des LSM-Mittelwert des Brustumfangs in cm, differenziert nach Aufzuchtintensität und Alterskategorie.....	116
Abb. 23: Frequenzen der Verteilung der Entwicklungsstufen innerhalb der verschiedenen Aufzuchtintensitäten.....	118
Abb. 24: Frequenzen der Verteilung des Rasse- und Geschlechtstypus innerhalb der verschiedenen Aufzuchtintensitäten.....	119
Abb. 25: Frequenzen der Verteilung des Body Condition Scores innerhalb der verschiedenen Aufzuchtintensitäten.....	120
Abb. 26: Frequenzen der Verteilung der verschiedenen Kategorien des Pflegezustandes innerhalb der verschiedenen Aufzuchtintensitäten	121
Abb. 27: Frequenzen der Verteilung der Veränderungen am Auge innerhalb der verschiedenen Aufzuchtintensitäten.....	122
Abb. 28: Frequenzen der Veränderungen an den Nüstern und dem Kehlkopf innerhalb der verschiedenen Aufzuchtintensitäten	123
Abb. 29: Frequenzen der Verteilung des Auftretens von Veränderungen an den Vorderextremitäten der Hengste in Abhängigkeit der Aufzuchtssysteme.....	125
Abb. 30: Frequenzen der Verteilung des Auftretens von Veränderungen an den Hinterextremitäten der Hengste in Abhängigkeit der Aufzuchtssysteme.....	127
Abb. 31: Häufigkeit der Beurteilung der verschiedenen Verhaltensmerkmale innerhalb der unterschiedlichen Aufzuchtssysteme	130
Abb. 32: Durchschnittsalter der Hengste in Tagen innerhalb der verschiedenen Klassen des EpFS	133
Abb. 33: Durchschnittsalter der Hengste innerhalb der Epiphysenfugenklassen in den verschiedenen Aufzuchtssystemen	134
Abb. 34: Effekt der Aufzuchtintensität auf die Klasse des EpFS	135



Abb. 35: Prozentuale Verteilung der Hengste auf die Epiphysenfugenklassen innerhalb der Betriebe	136
Abb. 36: Effekt der Klasse der Tageszunahme auf die Klasse des Epiphysenfugenschluss..	137
Abb. 37: Effekt der Klasse der Tageszunahme auf die Klasse des Epiphysenfugenschluss in Abhängigkeit des Aufzuchtssysteme	137
Abb. 38: LSM-Mittelwerte der Tageszunahmen der Hengste innerhalb der verschiedenen Klassen des Epiphysenfugenschluss in Abhängigkeit der Aufzuchtintensitäten	138
Abb. 39: Lineare Regression zwischen der Knochenbruchstabilität und der Röntgenabsorptiometrie	144
Abb. 40: Lineare Regression zwischen der Knochenbruchstabilität und der quantitativen Ultraschallmessung	144
Abb. 41: Lineare Regression zwischen der Knochenbruchstabilität und dem fpVCT in HU	145
Abb. 42: Auswirkungen der Aufzuchtintensität auf die Nutzungsdauer	149
Abb. 43: Motivation für die Ausübung der Pferdezucht	154
Abb. 44: Betriebszweige der landwirtschaftlichen Betriebe	156
Abb. 45: Veränderungen der Art der Vorbereitung und der Vorstellung der Hengste auf die Vorauswahl in den vergangenen Jahren	158
Abb. 46: Gründe für das Ausscheiden aus der aktiven Hengstaufzucht	159
Abb. 47: Veränderungen an der NRW-Hauptkörung innerhalb der vergangenen 20 Jahre	159
Abb. 48: Gründe, die für eine nicht altersgemäße Entwicklung der Junghengste zum Zeitpunkt der Vorauswahl sprechen	160
Abb. 49: Alternativvorschläge zum bestehenden System der Körung in NRW	161

1 Einleitung

Seit Jahrtausenden übt das Pferd eine besondere Wirkung auf den Menschen aus. Diese Faszination war, ist und wird immer treibende Kraft für die Menschen sein, das Pferd schöner, intelligenter, stärker, besser, treuer und leistungsfähiger zu machen. Auch der Einzug der Motorisierung in den 50er und 60er Jahren, der das Pferd vorübergehend als nutzlos erscheinen ließ, konnte diese Faszination nicht brechen: Es setzte ein Umzüchtungsprozess vom Arbeits- zum Reitpferd ein, aus dem heute die weltweite Marktführerschaft des deutschen Reitpferdes und des deutschen Know-hows auf dem Pferdesektor resultiert.

Sich parallel wandelnde Strukturen in der Gesellschaft führten zu einem veränderten Freizeit- und Konsumverhalten. Dieses spiegelt sich in einer neu entdeckten Vorliebe zur Landwirtschaft und Natur der Menschen in den Industrieländern, verbunden mit einer großen Nähe zum Pferdesport und zunehmend auch zur Pferdezucht, wider (GILLE, 2010). Die Züchterschaft erscheint heute zunehmend heterogen: Die traditionell landwirtschaftlich geprägte Pferdezucht findet nunmehr Anhänger in allen Gesellschaftsschichten, Berufs- und Einkommensgruppen (SCHADE, 2009). Einhergehend mit diesen Veränderungen wuchs unter solventen Pferdebegeisterten vielfach der Wunsch heran – in Konkurrenz zu den ursprünglich in Deutschland agierenden Haupt – und Landgestüten sowie traditionell etablierten Privathengsthaltern – die besten Junghengste der verschiedenen Hengstmärkte für sich zu sichern, da diese den vermeintlich größten Zuchtfortschritt innerhalb einer Population liefern. Durch den Einkauf solcher Hengste – so die Hoffnung – wachsen die Perspektiven, sich eine der Spitzenpositionen in der Reitpferdezucht und im Reitsport erarbeiten zu können. Diese Entwicklung führte dazu, dass einzelne Spitzenhengste aufgrund steigender Begehrlichkeiten zu immensen Preisen (Spitzenpreise liegen zwischen 500.000 und 1.000.000 €) verkauft wurden, während Preise für Durchschnittshengste zunehmend stagnierten bzw. rückläufig waren. In Folge dessen spezialisierten sich einzelne Betriebe auf die Hengstaufzucht und trugen so zu einer Professionalisierung dieses Betriebszweiges bei (AURICH, 2009). Dabei entwickelten sich Aufzuchtssysteme mit hoher Intensität, die auf eine rasche körperliche Entwicklung der Tiere ausgerichtet sind. Solche Aufzuchtssysteme führen zu einer Reduktion des Entwicklungszeitraums, so dass die zum Zeitpunkt der Hengstkörung i.d.R. zweieinhalbjährigen Junghengste teilweise den äußeren Entwicklungszustand eines fünf- oder sechsjährigen Pferdes zeigen. Die Auswirkungen einer solch intensiven Aufzucht hinsichtlich Gesundheit, Leistungsfähigkeit und Nutzungs- und Lebensdauer der Pferde sind bislang wissenschaftlich kaum untersucht. Tierartübergreifende Vergleiche lassen jedoch den

Rückschluss zu, dass eine hohe Aufzuchtintensität negativ mit dem Ziel einer langfristigen Nutzung der Tiere korreliert. Neben dem finanziellen und tierzüchterischen Verlust durch vorzeitige Abgänge infolge z.B. gesundheitlicher Probleme oder mangelhafter Fruchtbarkeit, fordert auch das Tierzuchtgesetz (TierZG) unter Berücksichtigung des Tierschutzgedanken die Zucht von gesunden, vitalen, langlebigen und leistungsfähigen Tieren.

Es ist deshalb das Ziel der vorliegenden Arbeit, die aktuelle Situation in der Junghengst-aufzucht zu analysieren. Um die Auswirkungen verschiedener Aufzuchtintensitäten von Junghengsten auf die Gesundheit und dauerhafte Leistungsfähigkeit des Individuums erfassen zu können, wurde eine Grundlagenstudie mit folgenden Ebenen der Datenerfassung konzipiert:

1. Um charakteristische Merkmale der Hengstaufzucht im Zuchtgebiet Westfalen und Hannover darstellen zu können, werden am Beispiel von elf ausgewählten Hengstaufzuchtbetrieben Betriebskennzahlen und Managementinformationen gesammelt. Die Erfassung erfolgt mittels Fragebogen bzw. Betriebsbesichtigung.
2. Um aufzuchtssystemspezifische Informationen über die unterschiedlichen Wachstumsverläufe in den elf kooperierenden Hengstaufzuchtbetrieben zu erhalten, werden an Jährlingen, ein- und zweijährigen Hengsten Wachstumsmessungen vorgenommen. Zusätzlich werden deskriptiv-palpatorische Daten an den Gliedmaßen erfasst, von denen angenommen wird, dass deren Ausprägung mit den Managementsystemen in Verbindung stehen
3. Um feststellen zu können, ob unterschiedliche Aufzuchtintensitäten direkt auf die skelettale Entwicklung des Pferdes wirken, werden die distalen Radiumepiphysenfugen zweijähriger Hengste in drei ausgewählten Hengstaufzuchtbetrieben geröntgt. Es soll dabei festgestellt werden, ob sich eine gesteigerte Wachstumsintensität auf den Zeitpunkt des Epiphysenfugenschluss auswirkt.
4. Um mittelfristig eine Methode zur Bestimmung der Knochenqualität eines Pferdes nutzen zu können, werden verschiedene Methoden der Knochendichtemessung (DXA-, QUS-, fpVCT und Knochenbruchstabilitätsmessungen) an den Beinen geschlachteter Pferde angewendet. Die einzelnen Ergebnisse werden miteinander verglichen und auf ihre Aussagefähigkeit hinsichtlich bestimmter relevanter Forschungsfragen untersucht.

5. Um eine Aussage über die Auswirkungen der Aufzuchtintensität auf die Nutzung und Haltbarkeit der Hengste treffen zu können, werden die in den Jahren 1994 bis 2004 geborenen Hengste der elf Aufzuchtbetriebe mit Hilfe verschiedener Datenbanken zurückverfolgt. Durch die Erfassung der Einsatzhäufigkeit und Einsatzdauer der Hengste im Turniersport und im Zuchteinsatz werden Informationen über die Auswirkungen der Aufzuchtintensität auf die Nutzungsdauer abgeleitet.
6. Um zu überprüfen, wie Züchter und Aufzüchter dem heutigen System der NRW-Hengstkörung gegenüberstehen, wurde eine Umfrage durchgeführt. Mittels dieser explorativen Studie wird ein Meinungsbild zur Junghengstaufzucht wiedergegeben, sowie eine Sammlung von Alternativvorschlägen zum bestehenden System.

Auf der Basis der gewonnenen Informationen werden Empfehlungen für Züchter, Aufzüchter und Zuchtverbände abgeleitet sowie der weitere Forschungsbedarf erläutert.



2 Literaturübersicht

Über das Wachstum und die Entwicklung des Reitpferdes innerhalb der ersten zwölf Lebensmonate liegen zahlreiche Studien vor (VOSWINKEL, 2009; MACK, 2007; BROWN-DOUGLAS und PAGAN, 2006; STANIAR et al., 2004; HOIS, 2004; WILKE, 2003; BORCHERS, 2002; FINKLER-SCHADE, 1997; HINTZ et al., 1979; BORNEMANN, 1977). Über die Phase der Aufzucht nach dem zwölften Lebensmonat bzw. nach dem Übergang der aufwachsenden Pferde in die Aufzuchtbetriebe, nimmt die Anzahl der Untersuchungen deutlich ab.

Zum besseren Verständnis der Ausgangssituation und den Herausforderungen der Zukunft werden zunächst einige Charakteristika der Pferdezucht in den Zuchtgebieten Westfalen und Hannover vorgestellt. (Es folgt eine Darstellung der Selektionsstufe der Körung.)

2.1 Die Rahmenbedingungen der Pferdezucht in Westfalen und Hannover

Innerhalb der letzten Jahre haben sich die strukturellen Rahmenbedingungen für die deutsche Pferdezucht verändert. Durch die Neuordnung der Tierzucht in Folge der EU-Liberalisierung sehen sich die Verbände einem verstärkten Konkurrenzdruck mit den deutschen und international tätigen Konkurrenzverbänden konfrontiert (KLUNKER UND BARTH, 2008). So wurden beispielsweise im Jahr 2009 beim Westfälischen Pferdestammbuch 6.589 Mitglieder mit 8.140 Reitpferdestuten registriert, 3,8 % weniger als im Vorjahr und 8,6 % (besser absolute Zahl angeben) weniger als im Jahr 1999. Insgesamt wurden 4.386 Fohlen registriert (WESTFÄLISCHES PFERDESTAMMBUCH E.V., 2009). Um auf die rückläufigen Mitgliederzahlen und die sich ändernde Zusammensetzung innerhalb der Züchterschaft reagieren zu können, führten der Hannoveraner Verband im Jahr 2006 (KREYENHAGEN, 2006) und das Westfälische Pferdestammbuch im Jahr 2009 (SCHULZE-LEFERT, 2009) Mitgliederbefragungen durch. Einige ausgewählte Ergebnisse werden im Folgenden vorgestellt: Das Durchschnittsalter der westfälischen Pferdezüchter liegt bei 52 Jahren (SCHULZE-LEFERT, 2009), das der hannoverschen bei 53 Jahren (KREYENHAGEN, 2006). Während das Geschlechterverhältnis unter den Reitern bei etwa 75 % Frauen und 25 % Männer (FN, 2009) liegt, stellt sich das Bild unter den Mitgliedern der Pferdezuchtverbände gegensätzlich dar. AURICH (2009) bemerkt, dass der Anteil an Frauen unter den Pferdezüchtern zugenommen hat: Sie sind gekennzeichnet durch eine fundierte reiterliche Ausbildung sowie durch ein großes theoretisches Wissen. BARTH (2007) hat für die Mitglieder der Pferdezuchtverbände Brandenburg-Anhalt e.V. und Sachsen-Thüringen e.V.

herausgefunden, dass mit zunehmendem Alter der Anteil der männlichen Mitglieder deutlich über dem der weiblichen liegt. Der durchschnittliche westfälische Pferdezüchter besitzt 8 eigene Pferde, von denen 2,3 Zuchtstuten sind. 69 % der Befragten halten ausschließlich Pferde westfälischer Abstammung. Das verfolgte Zuchtziel ist bei 46 % der Befragten im Spitzensport angesiedelt (davon 46 % Dressur, 44 % Springen), bei 42 % im Breitensport und 9 % im Freizeitsektor (SCHULZE-LEFERT, 2009).

Die ursprünglich enge Kopplung zwischen Pferdezüchtung und Landwirtschaft löst sich in Folge des Strukturwandels in Landwirtschaft und im Pferdesektor auf. Heute ist die berufliche Diversität unter den Pferdezüchtern sehr groß; immer häufiger findet die Begeisterung für die Pferdezüchtung ihren Ursprung im Reitsport (SCHADE, 2009). Zudem findet man eine zunehmende Divergenz zwischen den Hobby- und den Profizüchtern. Einerseits spezialisieren sich die größeren Betriebe mit mehr als fünf Stuten zunehmend entsprechend der verschiedenen Vermarktungsebenen: Eingeschlossen sind hier auch die Betriebszweige, in denen Aufzucht und Ausbildung stattfindet. Andererseits nimmt die Zahl der Neuzüchter mit einer Stute zu, die selbst nicht in der Lage sind, ihre Zuchtpferde zu halten und darauf angewiesen sind, diese in Pensionsbetrieben unterzubringen (AURICH, 2009).

Die Mehrzahl der Pferdezüchter betreibt die Pferdezüchtung nicht kommerziell, sondern als Hobby. Unter allein ökonomischen Gesichtspunkten ist die Pferdezüchtung nicht zu betreiben (AURICH, 2009; VON LANGERMANN, 2009).

Eine pferdezüchterische Tätigkeit ist nicht zwingend an eine praktische Ausübung des Reitsports gebunden. So sind nur 36 % der Hannoveraner Züchter in der Lage, ihre Pferde selbst bis zur Marktreife auszubilden (SCHADE, 2009). Wichtiger ist das Verständnis für die Zucht eines modernen Sportpferdes und die daraus resultierenden Schlussfolgerungen für die Anpaarungen und die Selektion (VON LANGERMANN, 2009).

Auch hat sich die Zusammensetzung der Aussteller im Rahmen der Vorauswahlen und Hengstkörungen verändert. So kam es, einhergehend mit einem prozentualen Zuwachs der Anzahl der Mitglieder des Westfälischen Pferdestammbuches e.V., die einen Hengst zur Vorauswahl angemeldet haben (Steigerung von 2,17 % im Jahr 1988 auf 3,58 % im Jahr 2006), zu einer Abnahme der Mitgliederzahl, deren Hengst zur Körung zugelassen wurde (Minderung von 0,92 % im Jahr 1988 auf 0,71 % im Jahr 2006) (FLEMING, 2008). Es kann also die Tendenz beobachtet werden, dass einzelne und häufig auch auf diesen Betriebszweig spezialisierte Hengsthalter mehrere Hengste zur Körung vorstellen, während die Junghengste der meisten Züchter nicht zur Körung zugelassen werden.

2.2 Die Körung: Ablauf und Anforderungen

Die Körung ist per Definition eine Selektionsentscheidung für die Eintragung männlicher Zuchttiere in eine Abteilung des Zuchtbuches einer Züchtervereinigung in Abhängigkeit vom jeweiligen Zuchtprogramm (HANNOVERANER VERBAND, 2009; WESTFÄLISCHES PFERDESTAMMBUCH, 2009; FN, 2007). In die Entscheidung fließen ein:

- Merkmale der äußeren Erscheinung unter besonderer Berücksichtigung des Bewegungsablaufes,
- Ergebnisse anderer Leistungsprüfungen, soweit diese vorliegen, sowie
- Zuchttauglichkeit und Gesundheit.

Weiter ist sie eine Leistungsprüfung im Sinne des Tierzuchtgesetzes. Für die Hauptkörung zugelassen sind nur zweijährige Hengste. Um eine geordnete Körveranstaltung sicherzustellen, wird eine Vorauswahl durchgeführt (HANNOVERANER VERBAND, 2009; WESTFÄLISCHES PFERDESTAMMBUCH, 2009).

Die Vorauswahl ist die erste Besichtigung der Hengste. Für das hannoversche Zuchtgebiet findet sie im Rahmen einer etwa zweiwöchigen Auswahlreise statt, im Rahmen derer zwischen 700 und 800 Hengsten besichtigt werden, von denen ca. 100 Hengste zur Hauptkörung im Oktober zugelassen werden (HANNOVERANER VERBAND, 2010). Für das westfälische Zuchtgebiet findet die Vorauswahl zentral im Oktober eines jeden Jahres im Westfälischen Pferdezentrum in Münster-Handorf statt. Insgesamt werden jährlich ca. 500 Hengste im Rahmen der Vorauswahl gezeigt, von denen ca. 90 zur Hauptkörung im November bzw. Dezember zugelassen werden (WESTFÄLISCHES PFERDESTAMMBUCH, 2010).

Bei der Vorauswahl werden die Hengste zunächst im Freilaufen und im Freispringen, dann auf dem Schrittring an der Hand vorgestellt und hinsichtlich ihres Exterieurs, ihres Bewegungsablaufs und ihres Freispringens benotet. Die Bewertung erfolgt mittels einer Notenskala von „0“ bis „10“, wobei die „0“ für nicht bewertet und die „10“ für ausgezeichnet steht. Die Hengste, die in eine engere Auswahl hinsichtlich der Körung kommen, werden an der Hand auf dem Pflaster gemustert und im Anschluss noch einmal auf dem Schrittring selektiert (WESTFÄLISCHES PFERDESTAMMBUCH, 2010). Im Rahmen dieser vier Präsentationen wird der Hengst von einer Bewertungskommission, der Körkommission, bewertet. Die Körkommission des Hannoveraner Verbandes setzt sich aus dem Zuchtleiter des Hannoveraner Verbandes, mindestens zwei gewählten ordentlichen Verbandsmitgliedern

und zwei Vertretern des Sports zusammen (HANNOVERANER VERBAND, 2010). Die Körkommission in Nordrhein-Westfalen setzt sich jeweils aus dem Zuchtleiter des Rheinlands und dem Westfalens zusammen, sowie aus einem renommierten rheinischen und zwei renommierten westfälischen Stammbuchmitgliedern (WESTFÄLISCHES PFERDESTAMMBUCH, 2010).

Etwa sechs Wochen später werden die Hengste im Rahmen der Hauptkörung ein zweites Mal von der Körkommission besichtigt (WESTFÄLISCHES PFERDESTAMMBUCH E. V., 2009). Um für die Hauptkörung zugelassen zu werden, müssen die Hengste die Kommission nicht nur in den zuvor genannten Merkmalen überzeugen, sondern sie müssen auch die tierärztliche Untersuchung bestehen. Diese wird durch vom jeweiligen Verband bestimmte Tierärzte durchgeführt. Die Hengste werden auf nachfolgende Punkte untersucht:

- Allgemeinuntersuchung
- Äußere Geschlechtsorgane
- Herz-/Kreislaufsystem
- Atmungssystem
- Augen
- Bewegungsapparat
- Röntgenologische Untersuchung (14 Aufnahmen), hierbei darf der Hengst nicht schlechter als Röntgenklasse 3 eingestuft werden.

Wesentliche Voraussetzung für die Zulassung zur Körung und für die Körung selbst ist, dass der Hengst keine gesundheitlichen Mängel aufweist, welche die Zuchttauglichkeit und den Zuchtwert beeinträchtigen. Gesundheitliche Mängel sind u. a. eine Beeinträchtigung der Geschlechtsorgane, die erhebliche Bedenken gegen eine Zuchtverwendung des Hengstes rechtfertigen, sowie Erscheinungen, die auf eine vererbare Krankheitsdisposition schließen lassen, operative Eingriffe zum Zwecke körperlicher Korrekturen oder erhebliche röntgenologische Befunde. Hat der Junghengst die tierärztliche Untersuchung bestanden, ist er zur Körung zugelassen (WESTFÄLISCHES PFERDESTAMMBUCH E. V., 2009).

Zu den essentiellen gesundheitlichen Mängeln zählt auch der Kryptorchismus der Hengste. Hierbei handelt es sich um den bis zur Geburt nicht vollständig abgelaufene Descensus testis (Hodenabstieg). AHLWEDE (2007) stellte in der Vergangenheit eine Zunahme des Kryptorchismus bei Hengsten fest. Für das Auftreten des Kryptorchismus wird eine

genetische Disposition angenommen, weswegen kryptorche Hengste aus der Zucht ausgeschlossen werden sollten (MÄHLMANN, 2007). Der bis zur Geburt nicht vollständig abgelaufene Descensus testis (Hodenabstieg) ist im Fohlenalter mittels Applikation der Hormone hCG oder GnRH beeinflussbar (STEIN UND SCHRÖDER, 2010). Diese wirken auf die Leydig'schen Zwischenzellen, wodurch die Freisetzung von Testosteron angeregt wird. Dadurch wird die Wanderung der Hoden in das Skrotum angeregt (HUTSON et al., 1997). Außerdem kann durch die Hormonapplikation das Wachstum zu kurzer Samenstränge sowie die Reifung bzw. die Proliferation der Keimzelle stimuliert werden, so dass die Spermienzahl verbessert wird. Die Erfolgsrate wird mit 60 % eingeschätzt, wobei die Behandlung nicht nachgewiesen werden kann (JANSEN, 2010).

Der praktische und zeitliche Ablauf der Hauptkörung sieht so aus, dass die Hengste am ersten Tag bei der 1. Besichtigung auf dem Pflaster vorgemustert (in Verden nur auf der Dreiecksbahn) und bei der 2. Besichtigung im Freilaufen und auf der Schrittrunde präsentiert werden. Am zweiten Tag werden die Hengste im Freispringen vorgestellt. In diesen drei Besichtigungen auf der Hauptkörung werden die Merkmale Exterieur, Bewegungsablauf und Freispringen, die bereits erläutert wurden, von der Körkommission bewertet. Im Anschluss an das Freispringen wird dann das Körurteil für jeden Hengst ausgesprochen (HANNOVERANER VERBAND, 2010; WESTFÄLISCHES PFERDESTAMMBUCH E. V., 2010). Dieser Ablauf der Körveranstaltung liegt seit 1990 nach Aufhebung des Körzwangs in den Händen der Zuchtverbände. So kann jeder Zuchtverband die Selektion der Junghengste nach den Kriterien des eigenen Zuchtziels gestalten (HENNIG, 2004).

Im Anschluss an die Hauptkörung findet seit dem Jahr 2006 in Münster-Handorf ein Hengstmarkt statt. Es handelt sich um eine Auktion für die gekörten und nicht gekörten Hengste (WESTFÄLISCHES PFERDESTAMMBUCH E. V., 2009). Im Rahmen dieses Hengstmarktes werden die Pferde seit dem Jahr 2008 den Kaufinteressenten vor der Versteigerung noch einmal an der Longe gezeigt (MARAARENS, 2008).

In Verden hat sich das System der Auktion der gekörten und nicht gekörten Hengste bereits seit langem etabliert. Auch hier werden die Hengste im Vorfeld der Versteigerung longiert.

2.3 Wachstum und Entwicklung

Die Begriffe Wachstum und Entwicklung werden in der Literatur sowohl unterschiedlich als auch synonym verwendet (HACKLÄNDER, 1997). KRONACHER (1929) beschreibt das

Wachstum als einen Vorgang der Zellvermehrung, -vergrößerung und -differenzierung, der mit einer der Art eigenen Geschwindigkeit zu einer bestimmten Endgröße verläuft.

Während SCHÖNMUTH und SEELAND (1994) im Rahmen der Wachstumsbeschreibung nicht zwischen Entwicklung und Differenzierung unterscheiden, differenziert MATHIAS (1980) zwischen Wachstum, Entwicklung und Reifung. Er versteht unter dem Wachstum die messbare Zunahme der physischen Masse des Körpers oder seiner Teile, bei der es sich um eine rein quantitative Ebene handelt. Mit dem Begriff „Entwicklung“ beschreibt MATHIAS (1980) die zunehmende skelettogene Differenzierung in Form und Funktion als Erfüllung des genetisch festgelegten Planes. NEISSER (1987) definiert die Entwicklung als den durch das Wachstum der Tiere entstandenen Reifegrad. Seiner Meinung nach handelt es sich um einen qualitativen Ausdruck für die Nutzungsfähigkeit von Individuen entsprechend ihres Verwendungszwecks. Unter der „Reifung“ wird der Prozess der Annäherung an den erblichen und umweltlich bestimmten Endzustand der Entwicklung bezeichnet (MATHIAS, 1980).

Für die vorliegende Untersuchung werden die Definitionen von MATHIAS (1980) zu Grunde gelegt, so dass der strukturelle Aufbau der Beschreibung des Wachstumsprozesses der Hengste in der Aufzucht im Rahmen des quantitativen Wachstumsprozess erfolgt und im Rahmen des qualitativen Differenzierungsprozess. Die eigentliche Reifung ist nicht mehr Gegenstand des Untersuchungszeitraumes.

Allometrisches Wachstum

Die verschiedenen Körperpartien, Organe und Gewebe zeigen spezifische Wachstumsgeschwindigkeiten, so dass sich das äußere Erscheinungsbild während des Wachstums durch Proportionsveränderungen wandelt. Als erstes entwickelt sich das Zentralnervensystem, gefolgt von den Knochen und Muskeln, als letztes wird Fett gebildet. Bei frühreifen bzw. intensiv gefütterten Tieren läuft die Entwicklung schneller ab als bei spätreifen bzw. extensiv gefütterten Tieren, die Reihenfolge bleibt jedoch immer gleich (PALSSON, 1955).

Diese Proportionsveränderungen unterliegen dem Gesetz der Allometrie, welches besagt, dass im Zuge der Körpvergrößerung die Größe der Organe oder Körperteile relativ zur Körpergröße zunimmt (positive Allometrie) oder abnimmt (negative Allometrie). Die entsprechende Formel geht von bestimmten Wachstumsgeschwindigkeiten aus, d.h. die relative Wachstumsgeschwindigkeit einer Körperpartie steht zu einer anderen Partie oder der des Gesamtkörpers in einem konstanten, fast ausschließlich genetisch vorgegebenen

Verhältnis. Dabei nimmt die Entwicklung der unterschiedlichen Körpermaße einen anderen Verlauf als die Lebendmasse (WENIGER, 1980).

Wachstumskapazität und Wachstumsintensität

Der tatsächliche Verlauf des Wachstums ist abhängig von der genetisch bestimmten Endgröße, d.h. der Kapazität des Wachstums, gleichzeitig aber auch von seiner Intensität, also der Entwicklungszeit bis zum Erreichen der Endgröße, die sich in der Entwicklung pro Zeiteinheit ausdrückt (SCHÖNMUTH und SEELAND, 1994).

Wachstumsrate

Die so genannte Wachstumsrate beschreibt die Zunahme der Lebendmasse bzw. des Körpermaßes zu Beginn des jeweiligen Betrachtungszeitraums. Veränderungen der Lebendmasse oder des Körpermaßes innerhalb eines festgesetzten Zeitraums können so quantifiziert werden. Der Wachstumsverlauf für verschiedene Körpermaße und das Körpergewicht kann u.a. durch absolute und relative Wachstumskurven dargestellt werden. Bei allen landwirtschaftlichen Nutztieren zeigen diese einen deutlich asymmetrischen Verlauf mit tierart- und rassespezifischen Besonderheiten (SCHÖNMUTH und SEELAND, 1994).

2.3.1 Die Wachstumsfaktoren

Beim Wachstum handelt es sich um einen komplexen Vorgang, der abhängig von der genetischen Determination, vom Zusammenspiel von Hormonen und auto- bzw. parakrinen Faktoren sowie Ernährungsbedingungen und Umwelteffekten ist (GREGER, 1994). Im Folgenden werden die auf das Wachstum des Pferdes einwirkenden Faktoren kurz dargestellt, dabei wird zwischen der prä- und der postnatalen Phase unterschieden.

Die genetische Determination

Die Obergrenze des postnatalen Wachstums wird von den genetisch vorgegebenen Faktoren bestimmt, die einer genetisch bedingten Varianz durch Rasseunterschiede, Unterschiede innerhalb einer Population und zwischen den Geschlechtern unterliegen (PAGAN et al., 1996; THOMPSON und SMITH, 1994; FRAPE, 1986; HINTZ et al., 1979). Tab. 1 zeigt, wie sich genetisch vorgegebene Faktoren auf Entwicklung, Reife und Lebensdauer auswirken. So erreichen zwar frühreife Rassen nach FLADE (1957) ihre Nutzreife deutlich früher als spätreife Rassen, dafür weisen sie aber auch eine verkürzte Lebensdauer auf. Hierbei ist allerdings zu

berücksichtigen, dass die durchschnittliche Lebenserwartung im Gegensatz zur ausschließlich genetisch fixierten maximalen Lebensspanne zumindest zur Hälfte durch Umweltfaktoren mitbestimmt wird (GREGER, 1994).

Tab. 1: Faktoren der Reife nach FLADE (1957)

Faktor	Frühreife Rasse/Linie	Spätreife Rasse/Linie
Geschlechtsreife	1 Jahr	1 ½ Jahre
Zuchtreife und Nut zreife	2 ½ bis 3 Jahre	3 bis 4 Jahre
Wachstumsabschluss	5 Jahre	7 Jahre
Beginn des Zellabbaus	12 Jahre	15 Jahre
Lebensdauer	15 bis 20 Jahre	25 bis 35 Jahre

Die endokrine Steuerung des Wachstums

Ein normales Wachstum erfordert die hormonale Regulation. Es wird durch folgende endokrine Faktoren bestimmt: STH, GHRH (Somatoliberin), SIH (Somatostatin), T3 und T4, TRH (Thyroliberin), Dopamin (Katecholamin), IGF 1 und 2, Testosteron (LOEFFLER, 2002).

Das somatotrope Hormon (STH), Somatotropin oder Growth Hormon (GH) genannte Wachstumshormon wird vom Hypophysenvorderlappen ausgeschüttet. Es regelt im Zusammenspiel mit Genetik, Ernährung und dem Schilddrüsenhormon das Wachstum (LOEFFLER, 2002). Es steht im Gegensatz zur pränatalen Phase in der neonatalen Phase im Vordergrund. Seine Bedeutung kommt dadurch zum Ausdruck, dass die Konzentration um die Zeit der Pubertät stark erhöht ist und sein Ausfall zum Wachstumsstillstand führt. Die Somatomedine, zu denen z.B. das Polypeptid-Hormon Insulin-like-Growth-Hormone (IGF) zählt, stimulieren maßgeblich das Wachstum. Die Somatomedinsynthese findet vor allem in der Leber statt und ist vom GH, vom Insulin und vom Ernährungszustand abhängig. Ein Hormon mit eindeutig wachstums- und entwicklungsfördernder Wirkung ist das Insulin. Es wird als das eigentlich anabole Hormon in der pränatalen Phase angesehen (WITTMANN, 2000).

Die Sekretion des Wachstumshormons wird durch das Wachstumshormon-freisetzende-Hormon (GRH) und das Wachstumshormon-hemmende-Hormon (GIH) des Hypothalamus geregelt. Darüber hinaus wird die Sekretion durch Stoffwechselfaktoren wie die Höhe des Blutzuckerspiegels und des Blutspiegels der freien Fettsäuren sowie spezieller Aminosäuren beeinflusst. Wachstumshormone haben keinen direkten „Ansprechpartner“ im Körper. Sie können ihre Wirkung nur in Verbindung mit dem Schilddrüsenhormon entfalten. Die

Schilddrüsenhormone Tetrajodthyronin (T4) und Trijodthyronin (T3) werden unter dem Einfluss von TSH in die Blutbahn abgegeben. Sie greifen fördernd in den Gesamtstoffwechsel der Proteine, Kohlenhydrate und Fette sowie das Wachstum ein. Verstärkte Schilddrüsentätigkeit erhöht den Grundumsatz, verminderte senkt ihn. T3 und T4 haben einen positiven Effekt auf die fetale Entwicklung. Besonders ausgeprägt ist der Einfluss auf die Reifung des peripheren und zentralen Nervensystems sowie auf die Entwicklung der Knochen (WITTMANN, 2000).

Negativ wirkt sich ein Hormonmangel auf die Entwicklung aus. Besonders auffällig sind die hypothyreoten Auswirkungen bei Tierarten, die mit einem hohen Reifungsgrad zur Welt kommen, wie z.B. Rind und Pferd (MARTIN-ROSSET, 2005). Deutlicher als pränatal greifen die Geschlechtshormone in das postnatale Wachstum ein. Bekanntlich wachsen männliche Individuen schneller als weibliche. Schließlich zeigen auch Glukokortikoide und Katecholamine einen anabolen Effekt (LOEFFLER, 2002).

Die Umwelteffekte

Die Untergrenze des Wachstumsvorganges wird hauptsächlich von nichtgenetischen Faktoren aus der Umwelt des Tieres bestimmt. Hierbei können sich pränatale Entwicklungsstörungen in der postnatalen Phase weiter negativ auswirken und das Wachstum beeinträchtigen. Im Einzelnen erweisen sich folgende Einflussgrößen als bedeutsam: Das Geburtsgewicht eines Fohlens entspricht nach Angaben der GEH (1994) 9 % des erwarteten Endgewichtes eines ausgewachsenen Pferdes, nach Angaben von MEYER (1996) 10 %. Sowohl genetische als auch Umwelteffekte wirken auf das Geburtsgewicht ein (MEYER, 1996; FRAPE, 1986), so stellten PAGAN et al. (1996) und HINTZ et al. (1979) einen Klima- bzw. Saisoneffekt auf das Geburtsgewicht fest. In ihren Untersuchungen waren die von April bis Juni geborenen Fohlen zum Zeitpunkt der Geburt schwerer als die Januar bis März geborenen.

Das Klima wirkt sich nur dann negativ auf die Entwicklung des Fohlens aus, wenn die Witterungsverhältnisse den Komfortbereich von 10 bis 27 °C über- bzw. unterschreiten (WENIGER 1980; ZEEB, 1995) und eine energetische Unterversorgung des Fohlens vorliegt, da dann energieabhängige Thermoregulationsmechanismen erfolgen müssen (CYMBALUK, 1990)

Die Mutterstute nimmt über ihre Größe und ihren Gesundheits- und Ernährungsstatus Einfluss auf das Geburtsgewicht des Fohlens. Der Grund dafür, dass größere Stuten oftmals auch größere Fohlen zur Welt bringen, liegt darin, dass die Ernährung des Fohlens durch die größere Plazenta der Mutter besser sichergestellt werden kann. Diese Situation wirkt sich

positiv auf die Wachstumsrate des Fohlens aus und wirkt auch noch nachhaltig auf die Entwicklung des Fohlens (FINKLER-SCHADE, 1997).

Der Muttermilch kommt im Wachstumsgeschehen eine große Bedeutung zu. Sie enthält alle für die Entwicklung erforderlichen Nahrungskomponenten. Die Milchleistung ist ein wichtiger Faktor für das Wachstum eines Saugfohlens (MEYER, 1996). Für den Körpermassenansatz von einem kg benötigt ein Fohlen in der ersten Lebenswoche p.p. 9 kg Milch, in der 4. Lebenswoche 13 kg und in der 8. Laktationswoche 15 kg Milch. Dem Genotyp der Mutter kommt dabei über die Milchleistungskapazität und die Konzentration der Milchinhaltsstoffe der größte Einfluss zu (DOREAU, BOULOT, 1989).

Auch das Alter der Stuten kann sich auf das Wachstum auswirken. So fanden WILLARD et al. (2005), WILKE (2003) und HINTZ et al. (1979) heraus, dass Fohlen von jungen (3 bis 7 Jahre) und alten Stuten (17 bis 20 Jahre) im Mittel kleiner und leichter sind, als von Stuten mittleren Alters (8 bis 16 Jahre). Der Unterschied bestand auch immer noch im Alter von 18 Monaten.

Über den idealen Zeitpunkt des Absetzens gibt es viele verschiedene Meinungen. Die Entscheidung, wann man ein Fohlen am besten absetzt, ist in aller Regel ein Kompromiss zwischen dem natürlichen Weg und den Anforderungen, welche intensive Produktionssysteme an die moderne Pferdehaltung stellen (MEADOWS, HENTON, 2003). Im Gegensatz zum natürlichen Absetzen der Fohlen mit gut einem Jahr, erfolgt das Absetzen durch den Menschen deutlich früher. Der meist gewählte Zeitpunkt für das Absetzen der Fohlen liegt bei einem Alter von fünf bis sechs Monaten (FINKLER-SCHADE, 2002; ROSSDALE, 1994; HECK, CASPER, 1993). Es gibt verschiedene Vor- und Nachteile für diese Absetzzeitpunkte. Eines geht aber aus sämtlichen Untersuchungen zu dieser Thematik hervor: Das Absetzen sollte so gestaltet sein, dass die Stressbelastung der Fohlen möglichst gering ist (MÜNCH, 2006; FRAPE, 1986). Die möglichen, mit dem Absetzen einhergehenden Wachstumsdepressionen, können zwar im Laufe der Entwicklung durch kompensatorisches Wachstum im Folgezeitraum teilweise explosionsartig aufgeholt werden. Ziel der Aufzucht des jungen Pferdes ist aber eine kontinuierliche und gleichmäßige Entwicklung, die die Voraussetzung für ein langlebiges und gesundes Pferd darstellt (FINKLER-SCHADE, 2004).

Der Ernährung und Versorgung des Aufzuchtperdes kommt eine besondere Bedeutung zu. Fehler in der Fütterung können zu nachhaltigen gesundheitlichen Schäden führen, die u.a. dazu führen können, dass das genetische Wachstumspotential nicht erreicht wird und dass das genetische Leistungsvermögen nicht ausgeschöpft werden kann (PAGAN, 2006).

Im Rahmen der Haltung des Aufzuchtponies kommt der Bewegung eine besondere Rolle zu. Die positive Entwicklung eines leistungsfähigen Herz-Kreislauf- und Atmungsapparates, sowie eines belastbaren Bewegungsapparates ist nur dann möglich, wenn die jungen Ponies ein Haltungssystem vorfinden, im Rahmen dessen eine physiologische Belastung der genannten Organe und Strukturen möglich ist (AHLWEDE, 1995).

Da es sich bei den beiden letztgenannten Wachstumsfaktoren um zentrale Fragestellungen der vorliegenden Arbeit handelt, erfolgt eine vertiefte Darstellung im Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** der Skelettentwicklung und Kapitel 2.4 der Aufzucht.

2.3.2 Die parametrische Erfassung des Wachstums

Physiologisch betrachtet handelt es sich beim Wachstum um ein sehr komplexes Wesensmerkmal lebender Organismen. Quantitativ betrachtet kann man den Verlauf des Wachstums mit Hilfe einfacher Parameter wie der permanenten Zunahme der Körpermasse, der Körperlänge, der Widerristhöhe und des Körper- und Gliedmaßenumfangs erfassen (WITTMANN, 2000; GREGER, 1994). Im Folgenden werden die charakteristischen Wachstumsentwicklungen des Ponies dargestellt.

Die Entwicklung der Körpergröße wird üblicherweise durch das Maß der Widerristhöhe (mit dem Stockmaß gemessen) wiedergegeben. Dieses Maß reflektiert in erster Linie das Längenwachstum der Röhrenknochen und Schultergliedmaßen (FRAPE, 1986)..

Das Bandmaß beschreibt ebenfalls die Körpergröße, zusätzlich erfasst es jedoch auch die Ausprägung der Schultermuskulatur und wird dadurch auch von anderen Faktoren wie z.B. Ernährungszustand beeinflusst (FRAPE, 1986).

Das Fohlen ist zum Zeitpunkt der Geburt weit entwickelt. So erreicht die Widerristhöhe neugeborener Fohlen bereits 60 % bzw. 65 % des Endmaßes eines adulten Ponies (HOIS, 2004; MEYER 1996; BORNEMANN, 1977). Der weitere Wachstumsverlauf in den nächsten Lebensmonaten nach der Geburt ist ebenfalls äußerst intensiv, so haben die Fohlen mit drei Lebensmonaten bereits 83 % der Widerristhöhe eines adulten Ponies erreicht und mit zwölf Lebensmonaten 91 %. Die Wachstumsrate nimmt dann bis zum 18. Lebensmonat einen gleichmäßig regressiven Verlauf (FRAPE, 1986; HINTZ et al., 1979; GREEN, 1969).

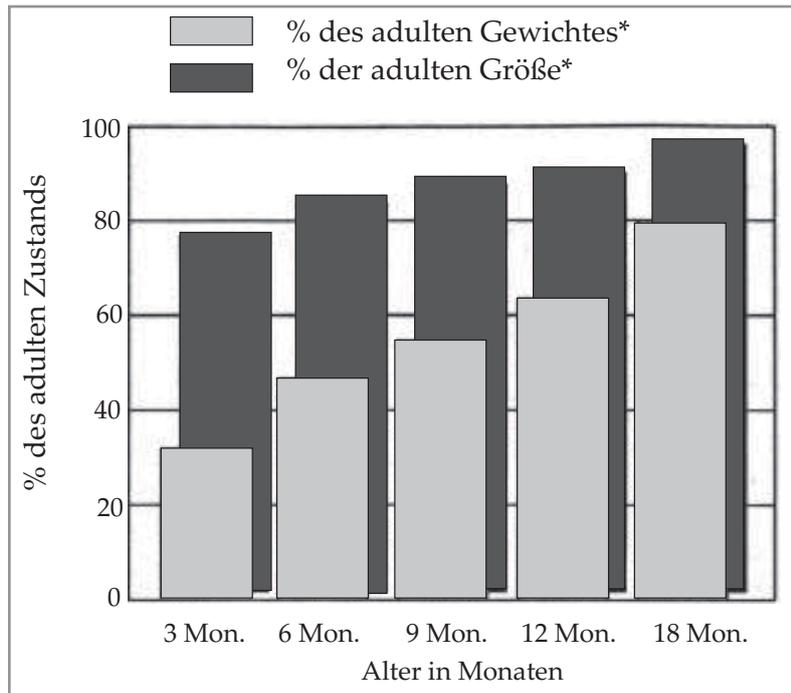


Abb. 1: Erwartetes Größen- und Körpermassewachstum des Pferdes (nach JACKSON und PAGAN, 1993)

Abb. 1 stellt diese Entwicklung graphisch dar und zwar erstens für das erwartete Größenwachstum des Pferdes und zweitens für das erwartete Lebendmassewachstum. Zum Zeitpunkt der Geburt wiegt das Fohlen etwa 10 % von dem, was ein erwachsenes Pferd wiegt, nach einem halben Jahr etwa 35 % und nach 18 Lebensmonaten 80 % (JACKSON und PAGAN, 1993).

Tab. 2: Rohmittelwerte der Wachstumsmerkmale Gewicht, Widerristhöhe und Röhrlänge (n = 296), (WALKER, 2007)

Lebensmonat	Gewicht in kg	Widerristhöhe in cm	Röhrlänge in cm
6	269	139,9	30,7
12	352	151,5	31,6
18	468	159,7	32,3
24	500	163,8	32,8

Tab. 2 zeigt die Rohmittelwerte der Wachstumsmerkmale Gewicht, Widerristhöhe und Röhrlänge von 296 Holsteiner Junghengsten. Demnach wiegt ein sechs Monate alter Junghengst durchschnittlich 269 kg, ist etwa 140 cm groß und hat ein 30,7 cm langes Röhrlänge. 18 Monate später wiegt der durchschnittliche Holsteiner Hengst 500 kg, ist 164 cm groß und hat ein 33 cm langes Röhrlänge (WALKER, 2007).

Abb. 2 zeigt die Gewichtsentwicklung im Altersverlauf als Splineapproximation, die im Vergleich zum Polynom zweiten Grades ab dem zweiten Drittel der Kurve auf einem etwas niedrigeren Niveau liegt. WALKER (2007) stellt weiterhin fest, dass eine intensive Gewichtsentwicklung bis zum 13./14. Lebensmonat mit täglichen Zunahmen zwischen 550 und 700 Gramm erfolgt; im Anschluss an diese Entwicklung verringert sich die Wachstumsintensität.

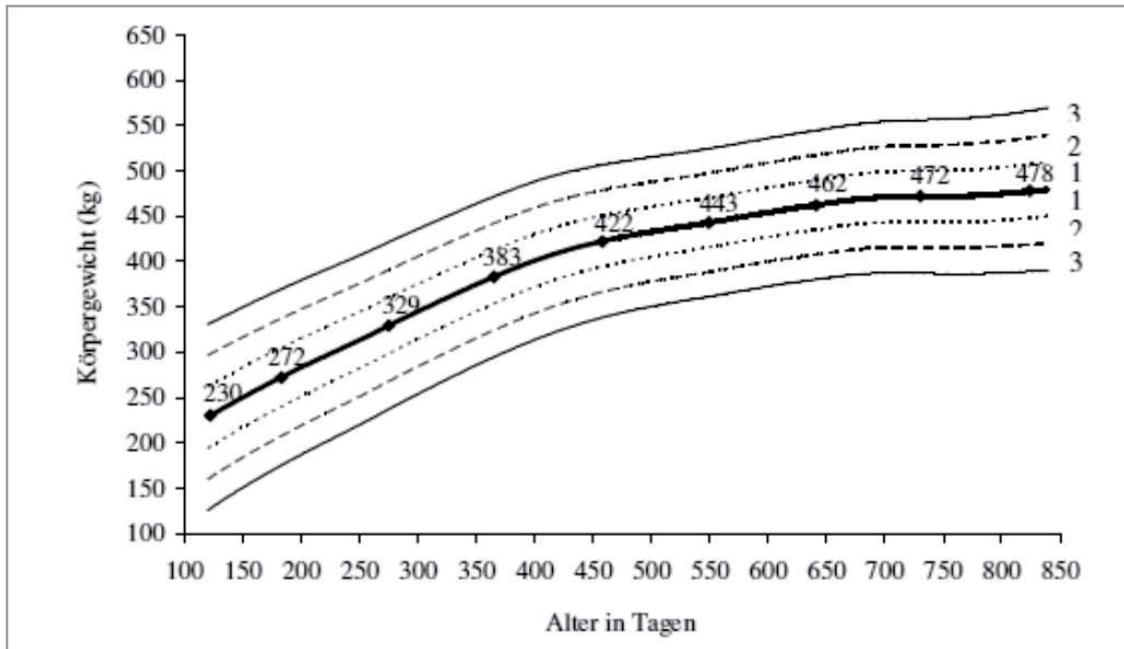


Abb. 2: Körpergewicht (kg) der Junghengste in Abhängigkeit vom Alter (in Tagen) als Splinefunktion mit Vorhersageintervallen (± 3 Standardabweichungen), (WALKER, 2007)

Im Rahmen der Darstellung der Splineapproximation wurden die ersten drei Standardabweichungen jeweils graphisch dargestellt. Eine Gewichtsentwicklung innerhalb der ersten drei Standardabweichungen fällt unter die normalen tierindividuellen Schwankungen von durchschnittlich ± 30 kg. Bei der Entwicklung der Widerristhöhe sind Abweichungen von $\pm 3,6$ cm als normal zu bezeichnen (Abb. 3). Abweichungen über den Bereich von \pm zwei Standardabweichungen hinaus oder \pm drei Standardabweichungen zeigen deutliche Abweichungen von der Norm. Abb. 3 kann entnommen werden, dass die Körpergröße (gemessen als Stockmaß) recht gleichmäßig verläuft; man sieht innerhalb des ersten Lebensjahres ein intensives Wachstum der Widerristhöhe, welches dann im Folgezeitraum kontinuierlich abnimmt und zum Ende des dargestellten Altersverlaufes sehr flach wird WALKER (2007).

WALKER (2007) stellte weiterhin im Wachstumsverlauf ansteigende Heritabilitäten fest. Diese stiegen für das Körpergewicht von 0,07 auf 0,12 an und für die Merkmale des Größenwachstums von 0,07 auf 0,34. Nach WALKER lässt sich aus dieser Situation die höhere Abhängigkeit der Körperentwicklung von Umwelteffekten als von genetischen Effekten ableiten.

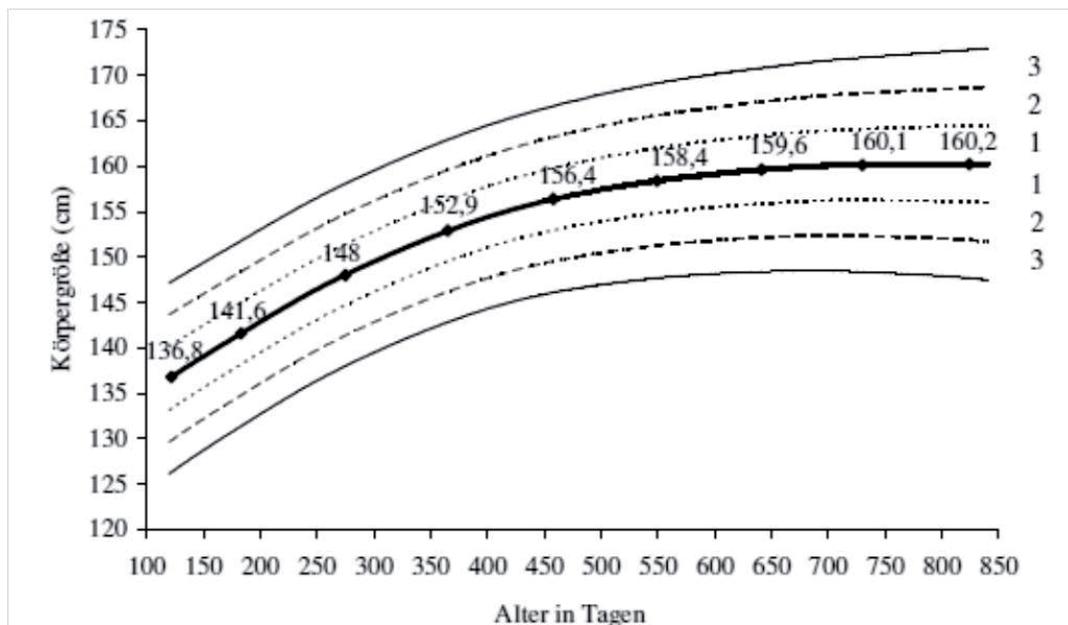


Abb. 3: Körpergröße (cm) der Junghengste in Abhängigkeit vom Alter (in Tagen) als Splinefunktion mit Vorhersageintervallen (± 3 Standardabweichungen), (WALKER, 2007)

Die Entwicklung der Schultergliedmaße kann anhand der Beinlänge, der Röhrbeinlänge und des Röhrbeinumfanges als Maß für die Fundamentstärke beschrieben werden. Der Röhrbeinumfang hat dabei die größte Praxisrelevanz, da man unterstellt, dass von der Röhrbeinstärke Rückschlüsse auf die Ausbildung der übrigen Skelettknochen gezogen werden können (AHLWEDE, 1995).

Tab. 3: Endmaße des Röhrbeinumfanges verschiedener Rassen und Autoren

Autor (VÖ)	Rasse	Endmaß (cm)	
		Wallach / Hengst	Stute
SCHILKE (1922)	Ostpreuße	20,8	19,1
IWERSEN (1926)	Holsteiner	22,6	21,7
STEGEN (1929)	Hannoveraner	22,1	20,9
BORNEMANN (1977)	Trakehner	20,8	19,8

Tab. 3 zeigt den Röhrbeinumfang adulter Reitpferde unterschiedlicher Rassen. Über alle Untersuchungen hinweg ist zu erkennen, dass der Umfang der Röhrbeine männlicher Individuen über dem der weiblichen liegt. Insgesamt wurde der größte Röhrbeinumfang beim Holsteiner gemessen (IWERSEN, 1926) und der geringste beim Ostpreußen (SCHILKE, 1922).

Die Körperlänge wird durch die Länge des Rumpfes, als Entfernung zwischen der Bugspitze und dem Sitzbeinhöcker, beschrieben. Diese wiederum hängt von den Ausmaßen der Schulter, der Wirbelsäule sowie des Beckens ab. BORNEMANN (1977) gibt an, dass die Fohlen bei der Geburt ca. 43 – 44 % des ausgewachsenen Endmaßes aufweisen. Verglichen mit der Rumpflänge eines Fohlens zum Zeitpunkt der Geburt sind die Zunahmen im ersten Lebensjahr enorm. Sie betragen ca. 30 % des ausgewachsenen Endmaßes. Zu keinem späteren Zeitpunkt werden Zunahmen in dieser Höhe erreicht. Dieses enorme Wachstum bezieht sich überwiegend auf die Längenausdehnung der Wirbelsäule (BORNEMANN, 1977). Nach 18 Lebensmonaten sind ca. 90 % des Endmaßes erreicht. Das bedeutet, dass die Entwicklung der Körperlänge im ersten Lebensjahr hinter der Entwicklung der Körpergröße zurückbleibt, bei der 90 % des Endmaßes schon nach 12 Monaten erreicht werden (BORNEMANN, 1977).

Die Brusttiefe wird nicht so sehr vom Ernährungszustand beeinflusst wie das Maß des Brustumfangs, allerdings kann die Höhe des Widerristes gewisse Abweichungen ergeben. Die Brusttiefe zum Zeitpunkt der Geburt gibt BORNEMANN (1977) aufgrund älterer Untersuchungen mit 42 – 45 % des ausgewachsenen Endmaßes an. Zum Zeitpunkt der Geburt beträgt der Brustumfang ca. 43 – 44 % des ausgewachsenen Endmaßes (BORNEMANN, 1977).

Wie für die Entwicklung der Körperlänge aufgezeigt, ergeben sich auch für die Entwicklung der Rumpftiefe äußerst hohe Zunahmen bis zum 6. Lebensmonat. Sie liegen leicht unter den entsprechenden Werten für die Körperlänge, betragen jedoch ebenfalls fast 30 % des Endmaßes. Der weitere Verlauf des Wachstums bleibt hinter dem des Längenwachstums zurück (BORNEMANN, 1977).

2.3.3 Entwicklungszustand, Typ und Body Condition Score

Zusätzlich zu den quantitativ messbaren Körperzuständen, werden im Rahmen der Zuchtbuchaufnahme durch die Zuchtverbände auch subjektive Kriterien für den körperlichen Zustand des aufzunehmenden Pferdes vergeben. Für diese Bewertung gelten die Vorgaben, die das Zuchtprogramm vorgibt. Neben den verschiedenen Qualitätsmerkmalen wie Körperbau, Bewegungsablauf und Springen werden jeweils Noten für den Entwicklungszustand des einzutragenden Pferdes und für den Rasse- und Geschlechtstyp vergeben (HANNOVERANER VERBAND, 2009).

Im Rahmen der Bewertung des Entwicklungszustandes wird die altersgemäße Entwicklung des Pferdes einschließlich der Größe auf der bereits oben beschriebenen Skala von null bis zehn bewertet (FN, 2007).

Zur Beurteilung des Rasse- und Geschlechtstyps wird ebenfalls eine Note auf beschriebener Skala vergeben. Das Zuchtprogramm führt für dieses Merkmal u.a. den Wunsch eines modernen, edlen und leistungsbereiten Sportpferdes in unterschiedlichem Kaliber auf. Unerwünscht sind zu kleine oder zu große Pferde, grobe Körperteile, derbe, plumpe und kurzlinige Typen ohne Geschlechtsausdruck und mit verschwommenen Konturen (FN, 2007).

Die Body Condition stellt das Verhältnis von Fettmasse zu fettfreier Masse im Körper eines lebenden Tieres dar und ist somit zugleich ein Maß für das Vorratsfett im Körper eines Tieres (HENNEKE et al., 1983; MURRAY, 1919). Die Body Condition kann durch Adspektion und Palpation bestimmter Körperstellen beurteilt werden (Body Condition Scoring) und stellt ein Hilfsmerkmal zur Abschätzung des im Körper gespeicherten Fetts dar (FERGUSON et al., 1994). Das System der Bewertung des Body Condition Scores (BCS) ist ein subjektives und halb-quantitatives Verfahren zur Beurteilung von äußerlich zugänglichen Fettdepots sowie von außen sichtbarer Muskulatur. Es gibt viele verschiedene Möglichkeiten und Scores zur Einteilung der Body Condition: So entwickelten HENNECKE et al. (1983) ein System mit einer Skala mit neun Noten, wobei eine eins für ein extrem abgemagertes Pferd vergeben wurde und eine neun für ein extrem fettes Pferd. CARROLL und HUNTINGTON (1988) sowie MARTIN-ROSSET (1990) arbeiteten mit einer Punkteskala von null bis sechs, während KIENZLE und SCHRAMME 2004 das System von HENNECKE et al. (1983) modifizierten: Dabei wurden sechs Körperregionen auf einer Skala von eins (kachektisch) bis neun (adipös) bewertet. Aus diesen sechs vergebenen Werten wurde ein Mittelwert gebildet, der als Maß für die Body Condition gilt. Tab. 4 zeigt das Body Condition Scoring System von WRIGHT (1998). Er teilte die Body

Condition auf einer sechsstufigen Skala ein: Hier wurde eine null für ein sehr dünnes Pferd gegeben und eine fünf für ein sehr fettes Pferd. WRIGHT modifizierte das System von CARROLL und HUNTINGTON (1988) sowie HENNECKE et al. (1983); es wurde für das Herdenmanagement bei Pferden verschiedener Rassen entworfen.

Tab. 4: Body Condition Scoring-System nach WRIGHT (1998)

BCS	Hals	Widerrist	Rücken, Kruppe	Rippen	Hinterhand
0: sehr dünn	Knochenstrukturen leicht zu fühlen; keine Muskulatur; Axthieb	Knochenstrukturen leicht zu fühlen	Dornfortsätze und Querfortsätze leicht zu fühlen	Jede Rippe leicht zu fühlen	Schweifansatz und Hüfthöcker vorstehend
1: dünn	Knochenstrukturen fühlbar; leichter Axthieb	Knochenstruktur fühlbar	Dornfortsätze leicht zu fühlen, leichte Fettschicht über Querfortsätzen	Leichte Fettschicht, aber noch leicht zu fühlen	Hüfthöcker fühlbar
2: mäßig	Fettschicht über Knochenstrukturen	Fettdepots über Widerrist, je nach Körperbau	Fett über Dornfortsätzen	Rippen nicht sichtbar, aber noch fühlbar	Fettschicht über Hüfthöckern
3: gut	Fließender Übergang vom Hals zur Schulter	Hals rundet den Widerrist ab	Rücken ist eben	Fettschicht über den Rippen	Hüfthöcker nicht fühlbar
4: fett	Fettansatz entlang des Halses	Fettpolster um den Widerrist	Rinne entlang des Rückens	Schwammiges Fett über und zwischen den Rippen	Hüfthöcker nicht fühlbar
5: sehr fett	Fettpolster	Fettpolster	Tiefe Rinne	Fettpolster	Fettpolster

2.4 Die Aufzucht

Nachdem die physiologischen Grundlagen von Wachstum, Entwicklung und Reifung sowie die beeinflussenden Faktoren erläutert wurden, erfolgt im nächsten Schritt die Darstellung der Größen, die die Aufzucht bestimmen und auf diese einwirken.

Die Aufzucht des jungen Reitpferdes ist ein Balanceakt zwischen den Anforderungen, die das Pferd aufgrund seiner Art an das Aufzuchtssystem stellt und zwischen den Anforderungen, denen sich der Züchter, Aufzüchter oder auch Pferdebesitzer aufgrund persönlicher, wirtschaftlicher und betrieblicher Faktoren gegenübergestellt sieht (PAGAN, 2006). Unterschiede im Aufzuchtssystem können z.B. durch die Genetik des Pferdes, das angestrebte Vermarktungsziel, den angestrebten sportlichen Einsatz und die angestrebte sportliche Disziplin sowie natürlich die betrieblichen Rahmenbedingungen und die Professionalität des Züchters bzw. Aufzüchters gesehen werden; diese hängt wiederum stark davon ab, ob mit der Pferdeaufzucht das Haupteinkommen erwirtschaftet werden muss (AURICH, 2009). Ebenso determinieren struktur- und standortbedingte Rahmenbedingungen wie die Personalverfügbarkeit, Bodenqualitäten und Futtermittelverfügbarkeiten die Aufzuchtssysteme.

Definiert man die Aufzucht als den Zeitraum von der Geburt des Fohlens bis zum eigentlichen Nutzungseintritt des Pferdes, so beläuft sich dieser Zeitabschnitt für einen körfähigen Junghengst auf etwa 30 Monate.

2.4.1 Bedeutung von Topographie, Klima und Managemententscheidungen

Die Aufzucht bzw. das Aufzuchtssystem wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Zum einen handelt es sich dabei um die durch die regionalen Rahmenbedingungen vorgegebenen Faktoren, die auf den Aufzuchtbetrieb einwirken. Es handelt sich dabei zunächst um die topographischen Faktoren, zu denen z.B. die Lage des Betriebes über NN zählt oder die Güte des bewirtschafteten Bodens (ausgedrückt in Bodenpunkten), der für Pferdehaltung und Grundfuttergewinnung zur Verfügung steht. Wichtig sind ebenfalls Klima und Witterung, da klimatische Standortbedingungen in Form von Temperatur und Niederschlag bedeutsamen Einfluss auf Qualität und Menge verfügbarer Futterpflanzen haben und maßgeblich die Dauer der Weidesaison bestimmen (ZEEB, 1990; CYMBALUK, 1990).

Ebenfalls in die Planung des Reproduktionszyklus fallen die Wahl des angestrebten Geburtszeitpunktes sowie die Wahl des angestrebten Absetzzeitpunktes. Eine Abfohlung im Winter (November bis März) führt beispielsweise zu einer lang anhaltenden Stallhaltung des Fohlens mit eingeschränkten Möglichkeiten zur freien Bewegung an der frischen Luft, während eine Abfohlung in den Monaten April bis Juli eine nahezu unmittelbare Weidenutzung impliziert (MEADOWS, HENTON, 2003; HINTZ, HINTZ, VAN VLECK, 1979).

Beim Absetzen handelt es sich um eine der zentralen Maßnahmen in der Aufzucht des Pferdes. Zentral deswegen, weil die Trennung des Fohlens von der Mutter mit Stress verbunden ist. Wie massiv dieser Stress ausfällt, hängt von dem gewählten Absetzzeitpunkt und dem gewählten Absetzverfahren ab. Folgen dieser Maßnahme können Immunsuppression einhergehend mit Infektionen und Entwicklungseinbrüchen sowie psychische Traumatisierung einhergehend mit erschwertem Handling und der Entwicklung von Verhaltensstörungen sein (MÜNCH, 2006; KILEY-WORTHINGTON, 1993).

Im Rahmen der Betrachtung der inneren Eigenschaften bestimmen Rasse und Linie sowie indirekt die Eigenschaften der Mutter und die endokrine Steuerung die Entwicklung des Pferdes in der Aufzucht (WILLARD et al, 2005; WILKE, 2003; DOREAU, 1989) (siehe auch Ausführungen der Muttereigenschaften im Rahmen der Beschreibung der Wachstumsfaktoren Kapitel 2.3).

2.4.2 Das Haltingsmanagement

Verschiedene wissenschaftliche Untersuchungen haben sich mit den Einflüssen unterschiedlicher Haltungssysteme und deren Auswirkungen auf das Individuum in verschiedenen Entwicklungsphasen und Nutzungsrichtungen auseinandergesetzt. In der vorliegenden Arbeit erfolgt daher nur eine kurze Skizzierung geeigneter Haltungssysteme für Aufzuchtperde, in Anlehnung an die durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz herausgegebenen Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten (BMELV, 2009). Für die vertiefende Auseinandersetzung mit den Richtwerten, die die Anforderungen an eine moderne Pferdehaltung darstellen, wird auf die Leitlinien verwiesen.

Über die Umsetzung der Richtlinien in der Praxis gibt es einige Untersuchungen für adulte Pferde: So untersuchte beispielsweise KORRIES (2003) die Verteilung der Haltungssysteme von Pferden in Abhängigkeit ihrer Nutzung im Sport-, Freizeit- und Zuchtbereich; WILKE (2003) untersuchte die Verteilung der Haltungssysteme für Zuchtpferde in Niedersachsen, während VOSWINKEL (2009) diese für Schleswig-Holstein untersuchte. WALKER (2007) untersuchte die Umsetzung der Richtlinien in der Praxis der Jungpferdeaufzucht, stellte die Verteilung der Haltungssysteme aber nicht in Frequenzen dar, sondern entwickelte ein Punktesystem zur Beschreibung der Aufzuchtssysteme in Holsteiner Aufzuchtbetrieben.

Die grundsätzlichen Ansprüche des Pferdes an seine Umwelt ergeben sich aus dem genetisch fixierten Verhaltensrepertoire eines an die Steppe angepassten hoch spezialisierten Herden-, Lauf- und Fluchttieres (ULLSTEIN, 1996). Alle Haltungsverfahren sind entsprechend dieses Verhaltensrepertoires zu gestalten und so zu entwickeln, dass sie dem Pferd die größtmögliche Entfaltung seines arttypischen Verhaltens ermöglichen (BMELV, 2009).

Für Aufzuchtperde gelten natürlicherweise bei Stallhaltung die gleichen Anforderungen an das Stallklima, die Lichtverhältnisse, den Stallboden und die Einstreu wie für ausgewachsene Pferde. Von den grundsätzlich für Pferde in Frage kommenden Stallhaltungssystemen (Abb. 4), empfehlen sich für Aufzuchtperde die Gruppenhaltungssysteme, da nur hier die jungen Pferde das arttypische Sozial- und Ausdrucksverhalten erlernen können.

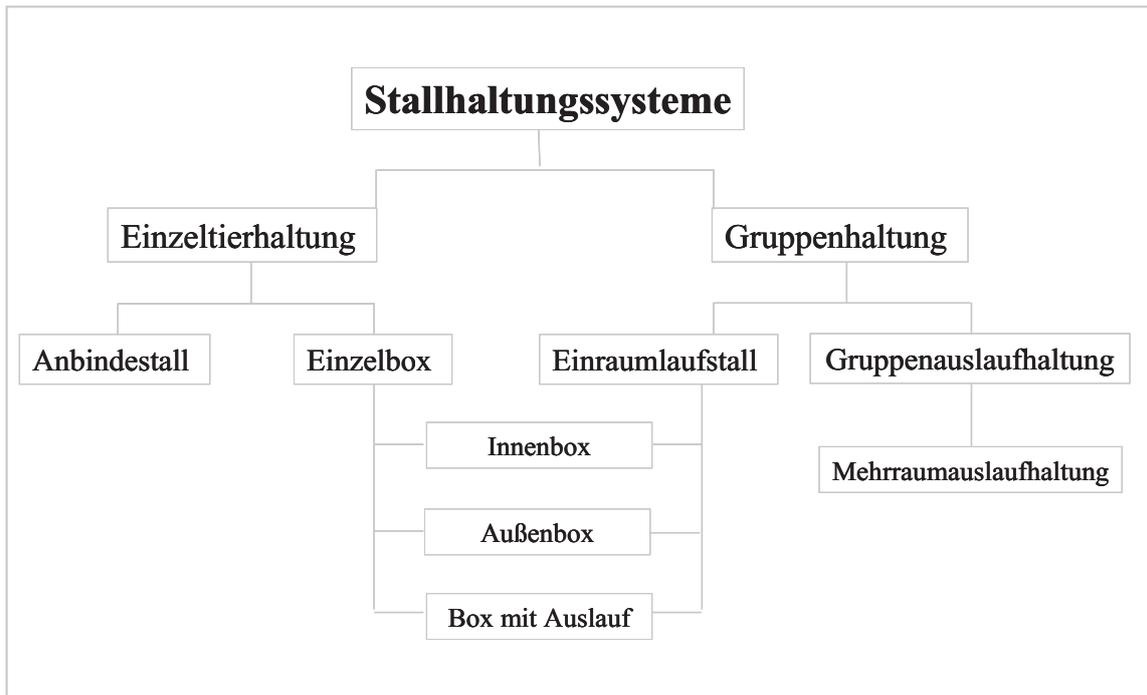


Abb. 4: Stallhaltungssysteme für Pferde (BAYER, 1997)

Innerhalb von Gruppenhaltungssystemen stellt die Einzeltierbeobachtung große Anforderungen an den Betriebsleiter; neben der Größe und Konstruktion des Stallgebäudes limitiert die genannte Kontroll- und Beobachtungsfähigkeit durch den Betriebsleiter die Gruppengröße innerhalb eines Bestandes (BRÜGGER, 2001). Orientiert man sich grundsätzlich bei der Gruppengröße an den natürlichen Strukturen, so sollten die Gruppen (z.B. Hengstgruppen) nicht aus deutlich mehr als 20 Pferden zusammengesetzt sein (KILEY-WORTHINGTON, 1993). In dieser Größenordnung erkennen sich die Herdenmitglieder untereinander wieder, so dass sich eine stabile Rangordnung etablieren kann. Auf großen Weideflächen (ähnlich der Steppe als natürlichem Lebensumfeld des Pferdes) können sich aber auch innerhalb von Herden mit 100 Pferden Subgruppen bilden, innerhalb derer ein stabiles Ranggefüge entsteht (KILEY-WORTHINGTON, 1993). Am besten kann den Anforderungen an eine moderne Gruppenhaltung im Mehrraum-Außenlaufstall entsprochen werden. In diesem kann auch, dem in den Leitlinien geforderten Mindestmaß an täglicher Bewegung für Zuchtstuten, Fohlen und Jungpferde, am besten nachgekommen werden (KORRIES, 2003).

Grundsätzlich muss jedem Pferd auch im Falle der Gruppenhaltung ein Fressplatz zur Verfügung stehen, Ausnahme bildet hier die computergesteuerte Fütterung. Die tägliche Anbindung der Aufzuchtperde während der Kraftfutterfütterung ermöglicht eine tierindividuelle Fütterung. Zudem ist der erzieherische Wert durch die tägliche Anbindung der

Fohlen nicht zu unterschätzen. Managementmaßnahmen wie z.B. das Ausschneiden der Hufe werden deutlich erleichtert, wenn die jungen Pferde regelmäßigen Umgang mit dem Menschen gewohnt sind und die Anbindung und das Führen akzeptieren (BMELV, 2009).

Bei der Weidehaltung von Zucht- und Aufzuchtperden während der Sommermonate handelt es sich um ein weit verbreitetes Haltungssystem. In Abhängigkeit der topographischen Faktoren und der Aufwuchszusammensetzung und Grünlandqualität können mit einer monatelangen Sommerweide Defizite für das Pferd verbunden sein. In Abhängigkeit der Entwicklungsphasen des Aufzuchtperdes erscheint eine Zufütterung sinnvoll (AHLWEDE, 1995).

2.4.3 Hufpflege und Infektionsschutz

Zum Erhalt der langfristigen Gesundheit des Pferdes spielt die Korrektheit der Gliedmaßen eine große Rolle; eine regelmäßige und frühzeitige Hufkorrektur kann Stellungsabweichungen korrigieren und dient der Gesunderhaltung der Hufe (BMELV, 2009).

Grundregel für den Einsatz von Anthelminthika zur Vermeidung von Resistenzbildungen ist eine bedarfsgemäße Entwurmungsfrequenz mit anschließender Erfolgskontrolle (AHLWEDE, 1995).

Schutzimpfungen sind in der Aufzucht nicht verpflichtend durchzuführen, jedoch wird in den Leitlinien eine Impfung gegen Tetanus empfohlen, da das Pferd sehr empfindlich gegenüber Wundstarrkrampf ist (BMELV, 2009). Zur Körung verlangt z.B. das Westfälische Pferdestammbuch e.V. darüber hinaus eine Impfung gegen den equinen Herpes Virus (EHV), gegen Influenza und gegen Hautpilz (WESTFÄLISCHES PFERDESTAMMBUCH, 2010).

2.4.4 Die Fütterung

Da die Fütterung ein sehr wesentliches Kriterium im Rahmen der Betrachtung verschiedener Aufzuchtintensitäten und der Entwicklung eines gesunden Bewegungsapparates ist, wird dieses Thema in Kapitel 2.4.5 und 2.4.7 vertiefend behandelt.



2.4.5 Die Aufzuchtintensität

Die Wahl der richtigen Aufzuchtintensität bei zukünftigen Sport- und Zuchtpferden hat neben der tierzüchterischen und tierschutzrelevanten eine erhebliche ökonomische Bedeutung (PAGAN, 2006). Einerseits soll das Pferd möglichst gut auf die Anforderungen hoher und vor allem dauerhafter Sportleistung und regelmäßiger Fruchtbarkeit vorbereitet werden. Andererseits soll das Wachstumspotenzial des Tieres genutzt und die Aufzucht nicht unnötig verlängert werden, denn jeder Aufzuchttag kostet Geld (MEADOWS, HENTON, 2003). Laut PAGAN, (2006) gibt es nicht nur eine Wachstumsgeschwindigkeit für alle Typen von Pferden.. Die Wachstums- und Größeneigenschaften sind streng mit der Entwicklung der Lebendmasse verbunden und werden durch Alter, Training und die damit verbundenen Fütterungsstrategien beeinflusst (MIRAGLIA, 2005).

Da es über die verschiedenen Intensitäten in der Aufzucht von Reitpferden in Deutschland bislang keine Vergleiche oder Systematisierungen gibt, erfolgt eine Darstellung der Aufzuchtssysteme im europäischen Vergleich.

Tab. 5 zeigt die empfohlenen Wachstumszunahmen für Reitpferde, die durch die INRA 1990 veröffentlicht wurden. Dabei erfolgt jeweils altersabhängig eine Einteilung in ein eher moderates Aufzuchtssystem und ein optimales Aufzuchtssystem.

Tab. 5: Empfohlene Wachstumszunahmen für Reitpferde (Ø 550 kg) (INRA, 1990)

Alter (in Monaten)	LM (Periode in kg)	Wachstumsrate	
		Level	TZN (g/Tag)
8 – 12	340	optimal	750 – 850
	300	moderat	450 – 550
20 – 24	500	optimal	450 – 550
	470	moderat	200 – 300
30 – 36	530	optimal	200 – 300
	510	moderat	0 – 100

Tab. 6 ergänzt die differenzierte Darstellung um Beispielrationen für die jeweiligen Aufzuchtintensitäten.

Die INRA (1990) verdeutlicht, dass die optimale Wachstumsgeschwindigkeit für ein Fohlen vom Nutzungs- und Vermarktungsziel sowie dem Vermarktungszeitpunkt abhängt. Für Rassen wie z.B. die Reitpferderassen, die nicht typischerweise an Leistungsprüfungen



teilnehmen, bevor sie ausgereift sind, ist eine hohe Wachstumsrate nicht empfehlenswert, da diese die Individuen zu DOD (Developmental Orthopaedic Disease) prädisponiert. Für Rassen dagegen wie das Vollblut, die bereits 2-jährig in Wettkämpfen eingesetzt werden, ist eine hohe Wachstumsrate notwendig, damit diese rechtzeitig in die Nutzung eintreten können. Fohlen, die später im Jahr geboren wurden und zur frühen Jährlingsauktion geschickt werden, sollten ebenfalls intensiver aufgezogen werden, als Fohlen, die zu einem späteren Zeitpunkt vermarktet werden sollen (INRA, 1990).

Tab. 6: Beispielrationen für langsames, moderates und schnelles Wachstum (INRA, 1990)

Alter (Monate)	Gewünschte Wachstumsgeschwindigkeit	TZ (g/Tag)	Weide (kg/Tag)	Heu (kg/Tag)	Kraftfutter (kg/Tag)
6	Langsam	800	3,0	1,0	2,5
	Moderat	870	3,0	1,0	3,0
	Schnell	950	3,0	1,0	3,5
12	Langsam	490	3,0	2,0	3,0
	Moderat	570	3,0	2,0	3,5
	Schnell	610	3,0	2,0	4,0

CUDDEFORD et al. (2005) verglichen die verschiedenen Fütterungs- und Aufzuchtssysteme für junge Pferde in Europa (Tab. 7); dabei stellten sie fest, dass eine Informationslücke hinsichtlich der praktischen Fütterung junger Warmblüter in Deutschland existiert. Weiterhin stellten sie fest, dass zwar eine Übereinstimmung zwischen Energiebedarf und Energieergänzung besteht, aber sich eine Unterversorgung der Fohlen mit Protein in ihrer frühen Wachstumsphase abzuzeichnen scheint.

In den Niederlanden werden Warmblutfohlen sowohl intensiv als auch extensiv aufgezogen. Das intensive Aufzuchtssystem wird für jene Fohlen gewählt, die im Alter von vier Monaten über eine Auktion vermarktet werden sollen. Grundsätzlich erscheint innerhalb des niederländischen Aufzuchtssystems für Warmblutpferde die Gefahr groß, dass die Aufzuchtspferde überfüttert werden, exzessive Gewichtszunahmen aufweisen und möglicherweise dadurch auch eine erhöhte Disposition für DOD besteht (CUDDEFORD et al., 2005). In Frankreich werden Aufzuchtspferde eher restriktiv gefüttert und erhalten primär heubasierte Rationen (CUDDEFORD et al., 2005).

Die Wachstumsperiode des Pferdes dauert physiologisch zwischen 3 und 5 Jahre, in Abhängigkeit von Genotyp und Nutzung also ca. 40 bis 75 % des produktiven Lebens eines Pferdes. Rennpferde müssen bereits früh unter einem Reiter Leistungen erzielen. In Folge dessen wird eine hohe Wachstumsrate angestrebt. In diesem Fall muss das Management so gestaltet sein, dass die intensive Körperentwicklung entsprechend des genetischen Potentials unterstützt wird. Oftmals ist mit einem solchen Wachstum das Auftreten von DOD verbunden. Reitpferde mit dem Nutzungsziel „Turniersportprüfung“ sind spätreife Pferde; daraus folgt, dass das Wachstumsmanagement und die Fütterungspraxis mehr oder minder kompensatorisches Wachstum inkludieren (MIRAGLIA, 2005).

Tab. 7: Durchschnittliche Lebendmasseentwicklung von Aufzuchtpferden im europäischen Vergleich (CUDDEFORD et al., 2005)

	6. Lebensmon.	12. Lebensmon.	18. Lebensmon.	24. Lebensmon.
	<i>Durchschnittliches Lebendgewicht in kg</i>			
CVB	253	372	446	491
INRA	215	325	400	
UK	227	320	404	440
NOR	260 – 270			
GER	240			
NED	235	335		
I: xx	220	330		470
I: Sella Italiano	300	450		590
FR (AA)	270	330	430	460

Grundsätzlich ist festzustellen, dass die Fütterungspraxis von Aufzuchtpferden stark zwischen den verschiedenen Ländern der EU variiert. So erhalten Vollblüter z.B. weniger Rohfaser und dafür mehr Konzentratfutter, während die Warmblutpferde ausgeglichener mit Rohfaser gefüttert werden. Es scheint, dass sich die gewünschte Wachstumsrate proportional zu Rohfaser und Konzentratfutter verhält; je höher die erwartete Wachstumsrate, desto mehr Konzentratfutter wird gefüttert (MIRAGLIA, 2005; CUDDEFORD, 2005).

2.4.6 Die orthopädischen Entwicklungsstörungen (DOD)

Zur qualitativen Bewertung der verschiedenen Aufzuchtssysteme wurde eine Fokussierung auf den Bewegungsapparat vorgenommen, da etwa 48 % bis 72 % der Pferde aus der sportlichen

Nutzung in Folge von Störungen des Bewegungsapparates ausscheiden (SEIDENSTICKER, 1999; RODEWALD, 1989; BUTLER und ARMBRUSTER, 1984; GUTEKUNST, 1977).

Grundsätzlich handelt es sich beim Management des Wachstums eines Pferdes um einen Balanceakt zwischen der Aufzucht eines Individuums für eine bestimmte Nutzung und der Entstehung skelettaler Probleme, die die Nutzungseigenschaften des Sportpferdes mindern (Abb. 5). Die optimale Wachstumsrate resultiert in der gewünschten Körpergröße im Verhältnis zu einem spezifischen Alter mit dem geringsten Auftreten von Entwicklungsstörungen (PAGAN, 2006).

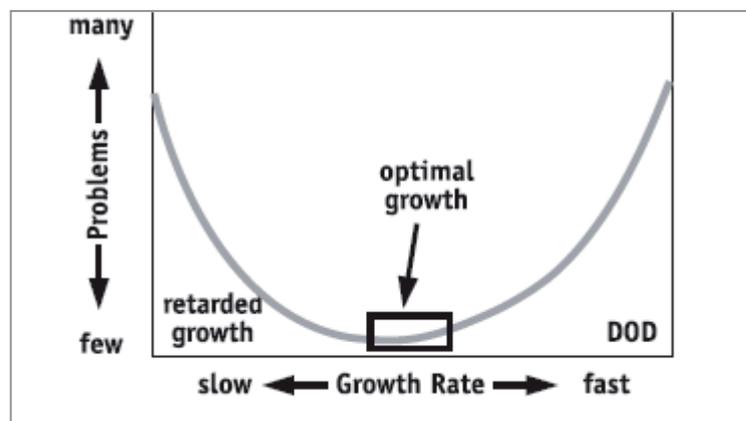


Abb. 5: Verteilung der wachstumsbedingten Probleme zwischen einer sehr langsamen Wachstumsgeschwindigkeit und einer sehr hohen (PAGAN, 2006)

Wächst das Fohlen in Relation zur physiologischen Altersentwicklung zu langsam, besteht das Risiko, dass das Pferd sein genetisches Wachstumspotential nicht ausschöpfen kann. Wächst das Fohlen zu schnell, besteht das Risiko der Entwicklung orthopädischer Störungen (DOD) wie z.B. einer Epiphysitis, Fehlstellungen bzw. Stellungsanomalien und OCD (PAGAN, 2006).

Die Störungen des Skelettes, die während des Wachstums auftreten, werden je nach Autor unter dem Begriff Osteochondrose-Syndrom (HUSKAMP et al., 1996) oder orthopädische Entwicklungsstörung (MCILWRAIGHT, 2002; POOL, 1993; JEFFCOTT, 1991) zusammengefasst. Manche der Erkrankungen können rein kongenital und bereits bei Geburt sichtbar sein, andere sind erworben (KNOTTENBELT et al., 2007).

Physiologisch werden durch orthopädische Entwicklungsstörungen in erster Linie enchondrale Ossifikationsstörungen, d.h. Störungen bei dem Prozess der Umwandlung von hyalinem Knorpel in Knochensubstanz, ausgelöst. Es handelt sich dabei um folgend aufgeführte Störungen bzw. Krankheitsbilder:

- Wobbler-Syndrom oder spinale Ataxie
- Osteochondrose (OC)
- Subchondrale Knochenzysten
- Unvollständige Ossifikation der kleinen Knochen des Karpus / Tarsus
- Dysplasie der Epiphysenfuge (Epiphysitis)
- Gliedmaßenfehlstellungen in Folge von Störungen im Längenwachstums der Knochen

Gemeinsam ist den aufgeführten Krankheitsbildern die Komplexbezeichnung, jedoch differieren Ätiologie und Pathogenese in Abhängigkeit des Symptoms (PAGAN, 2006). Die Ätiologie dieser Erkrankungen ist noch nicht vollständig geklärt, aber man vermutet eine Kombination genetischer Prädisposition, Trauma, Anpassung, Endokrinologie, Bewegung, Stoßbelastung, Teratogenen und Phasen mit schnellem Wachstum und Ernährungsfehlern (KNOTTENBELT et al, 2007).

Wobbler-Syndrom

Unter dem Wobbler-Syndrom oder auch der spinalen Ataxie versteht man eine angeborene Instabilität der Halswirbelsäule, die vor allem in der Altersspanne von vier Monaten bis vier Jahren auftritt. Die Erkrankung tritt innerhalb verschiedener Rassen und Alterstufen auf, besonders häufig aber bei sehr gut entwickelten, schnell wachsenden und reichlich gefütterten Hengstfohlen, Jährlingshengsten und zweijährigen Hengsten in gut entwickelter Kondition zum Zeitpunkt des Anreitens (KNOTTENBELT und PASCOE, 2000). Charakteristische Symptome bei diesem Krankheitsbild sind ein Schwanken der Hinterhand sowie ein kreisförmiges Vorwärtsführen der Hintergliedmaße. Die ataktischen Bewegungen können zum Stürzen der Pferde führen und dazu, dass diese nicht mehr aufstehen können (SILBERSIEPE et al., 1986).

Osteochondrose (OC)

Die Osteochondrose ist eine in den vergangenen Jahren wissenschaftlich intensiv untersuchte Störung in der Zelldifferenzierung des wachsenden Knorpels (MCILWRAIGHT, 2002). Im Jahr 2001 und in den Folgejahren wurden insgesamt zehn Dissertationen zum Auftreten der Osteochondrose in einem Gemeinschaftsprojekt der Universitäten Göttingen, Berlin und Hannover angefertigt. Die Osteochondrose ist durch eine Verdickung, Degeneration und Nekrose des Knorpels sowie durch eine Störung der enchondralen Ossifikation gekennzeichnet. Es kommt in den veränderten Knorpelzonen zu Brüchen und Fissuren, die

zur Bildung von Knorpel-Flaps oder freien Gelenkkörpern führen können. Die klinische Manifestation von Osteochondrose kann zu einer sekundären degenerativen Gelenkerkrankung beim erwachsenen Pferd führen (WILKE, 2003). Die Ursachen für das Entstehen einer Osteochondrose sind multifaktoriell, d.h. genetische Dispositionen, einhergehend mit einer unausgewogenen Fütterung. Hohe Energie- und geringe Proteingehalte sowie Mineralstoffimbancen und Vergiftungen können ebenso wie endokrinologische bzw. metabolische Entgleisungen zum Auftreten der Osteochondrose führen. Mechanische Belastungen, Traumata und extremes Wachstum kommen ebenso als Einflussfaktoren in der Ätiologie der Osteochondrose in Betracht (ADAIR, 2009; WALKER, 2007; JEFFCOTT, 2005; DÄMMRICH, 1985). Die Prävalenz der Osteochondrose innerhalb von Sportpferdepopulationen liegt zwischen 12 % und 32 % in Abhängigkeit von Autor, Rasse und Alter (KREKELER, 2003; REININGHAUS, 2003; WILKE, 2003; DIK, 1998; GRØNDAHL und DOLVIK, 1993).

Subchondrale Knochenzysten

Subchondrale Knochenzysten wurden zeitweise zum Krankheitsbild der Osteochondrose gezählt (MCILWRAIGHT, 1989). Es handelt sich dabei um einen meist zirkulären Defekt im Knochen, in unmittelbarer Nähe eines Gelenkes. Die Läsion ist als zirkuläre Aufhellung im Röntgenbild zu erkennen und meist ist der umgebende Knochen deutlich sklerosiert und verdichtet. In 30 % der Fälle ist keine Gelenkverbindung nachweisbar (AUER, 2002).

Unvollständige Ossifikation der kleinen Knochen des Karpus / Tarsus

Bei der klinischen Form der unvollständigen oder fehlerhaften Ossifikation der Karpal- oder Tarsalknochen handelt es sich um eine Aus- oder Einwärtsstellung des Karpalgelenks oder eine Beugehaltung des Tarsalgelenkes. Röntgenologisch ist sie durch eine unvollständige Ossifikation sowie Deformierung eines oder mehrerer Karpal- oder Tarsalknochen gekennzeichnet. Es gibt Vermutungen, dass es sich bei dieser Variante um eine andere Manifestationsform der Osteochondrose handeln könnte. Da die Veränderungen mit einer fehlerhaften Ossifikation der kubischen Knochen verbunden sind, kann der primäre Faktor eine Deformierung einer unreifen Knorpelanlage sein. In diesem Fall wird sie nicht dem Krankheitskomplex der Osteochondrose zugeordnet (MCILWRAIGHT, 1989).

Dysplasie der Epiphysenfuge

Die Dysplasie der Epiphysenfuge ist eine generalisierte Knochenerkrankung junger, im Wachstum befindlicher Pferde. Das Krankheitsbild ist gekennzeichnet durch eine Umfangsvermehrung der Epiphysenfugen z.B. an den langen Röhrenknochen, besonders an den distalen Enden von Unterarm, Unterschenkel und Röhrein. Die Auftreibungen führen zu einer sanduhrförmigen Gestalt der Knochen. Häufig sind alle Gliedmaßen des Pferdes zu einem gewissen Grad betroffen; die Pferde zeigen dabei unterschiedlich starke Lahmheiten, wobei die Lahmheit geringgradig und wechselnd sein kann. Grundsätzlich gibt es zwei Formen der Dysplasie der Epiphysenfuge: Die erste Variante tritt bei jungen und schnell wachsenden Absatzfohlen auf (v.a. im Alter von vier bis acht Monaten). Die zweite Variante findet man bei Pferden, die gerade ins Training genommen werden (Jährlinge / Zweijährige) (TURNER, 1989). Die genaue Ätiologie der Epiphysitis ist unbekannt; Ernährung, schnelles Wachstums, genetische Prädisposition und traumatische Ursachen werden vermutet. Man findet die Epiphysitis in der Pferdepraxis zunehmend häufiger: Viele Aspekte des Krankheitsbildes sind mit einer hochenergetischen Ration mit unausbalancierter Mineralstoff- und Spurenelementversorgung verbunden. Die Erkrankung wird allerdings auch bei Pferden gefunden, die mit einem hohen Proteinanteil in der Ration gefüttert werden. Das erhöhte Vorkommen ist nach TURNER (1989) auch auf den Einsatz frühreifer, sich schnell entwickelnder Genetik zurückzuführen. So sind reichlich bemuskelte Tiere mit größerer Häufigkeit betroffen (mechanische Komponente). Die Veränderung wird bei übergewichtigen, aktiven Fohlen und Jährlingen beobachtet.

Gliedmaßenfehlstellungen in Folge von Störungen im Längenwachstums der Knochen

Die Ossifikation der Gliedmaßenknochen erfolgt größtenteils von mehreren Ossifikationszentren aus, die durch knorpelige Wachstumsfugen voneinander getrennt sind. Einige dieser Apo- und Epiphysenfugen schließen erst nach der Geburt des Fohlens und sind daher noch gewisse Zeit röntgenologisch darstellbar. Kenntnisse über ihre Lokalisationen und den Zeitpunkt des Fugenschlusses sind von enormer klinischer Bedeutung, da sie eine gewisse Schwachstelle im Skelett darstellen. Ein ungleiches Wachstum im Bereich der Epiphysenfugen kann zu Gliedmaßenfehlstellungen führen, bspw. belastet ein Fohlen mit einer Fehlstellung der Schultergliedmaße im Karpalgelenk die distale Epiphysenfuge des Radius asymmetrisch. Dabei wird eine Achsenabweichung der distalen Gliedmaße nach lateral als Valgus-Stellung, eine Achsenabweichung nach medial als Varusstellung bezeichnet. Die distale Radiusepiphysenfuge ist am häufigsten betroffen, wobei aufgrund

eines größeren Wachstumspotentials auf der medialen Seite ein Carpus valgus resultiert (TURNER, 1989). Eine der Ursachen für Gliedmaßenfehlstellungen bei Fohlen sind Störungen des Längenwachstums. Neben dieser Ursache können eine Gelenkschwächung, Störungen im Epiphysenfugenwachstum, Störungen in der enchondralen Ossifikation der Karpalknochen und Griffelbeine der Schultergliedmaßen sowie traumatische Luxationen oder Frakturen der Karpalknochen zu den Gliedmaßenfehlstellungen führen (TURNER, 1989). Die Ursachen für das Auftreten von Gliedmaßenfehlstellungen beim Fohlen in Folge von Störungen des Längenwachstums sind komplex. Neben der bereits beschriebenen Epiphysitis werden traumatische Schäden in Folge übermäßigen Drucks als eine Hauptursache in der Ätiologie dieser Störung angesehen. Die Prädisposition für diese traumatische Schädigung wiederum wird durch eine Vielzahl anderer Faktoren bewirkt. Nach TURNER (1989) können Imbalancen und Über- und Unterversorgungen mit Mengen- und Spurenelementen zum Entstehen von Gliedmaßenfehlstellungen beim Fohlen in Folge von Störungen des Längenwachstums verantwortlich gemacht werden. Es gilt, dass jeder Faktor, der asymmetrischen Druck auf eine Epiphysenfuge bringt, eine Gliedmaßenfehlstellung verursachen kann: Das können u.a. Gelenkschwäche, die falsche Lage des Fohlens im Uterus, schlechte Hufpflege, eine übermäßige Bemuskelung besonders lebhafter Fohlen oder eine Lahmheit einer gegenüberliegenden Gliedmaße sein (TURNER, 1989).

2.4.7 Ursachen für die Entstehung von Entwicklungsstörungen

Die Entstehung orthopädischer Entwicklungsstörungen ist multifaktoriell. DODs können ihre Ursache in genetischer Disposition, in der Großwüchsigkeit der Fohlen, im Training und in einer beschleunigten Zunahme von Körpergewicht und Muskelmasse finden. Zudem können Traumatisierungen der metaphysären Wachstumszone oder des Gelenkknorpels sowie mangelnde Bewegungsaktivität nach LEWIS (1989) die Ursachen sein. Treten ein oder mehrere Faktoren zugleich auf, so steigt die Frequenz der Störungen bzw. die Intensität der Ausprägung. (MEYER, 1995; AHLWEDE, 1995; TURNER, 1989; THOMPSON et al., 1988; DÄMMRICH, 1985; ROONEY, 1969).

Genetische Veranlagung

Eine genetische Veranlagung für ein intensives Muskel- und Skelettwachstum wird von vielen Autoren mit der Entstehung orthopädischer Entwicklungsstörungen in Zusammenhang gebracht (POOL, 1993 und 1995; MEYER, 1989; DÄMMRICH, 1985). Die genetische

Disposition der großbrahmigen Fohlen bedarf der Einwirkung erworbener interner und externer Faktoren zur Manifestation der Wachstumsstörungen. So führt eine gesteigerte Nährstoffzufuhr in Form einer intensiven Fütterung - von vor allem hochenergetischen Futtermitteln - zu einer Beschleunigung des chondralen Wachstums und der enchondralen Ossifikation mit der Folge größer dimensionierter Knochen. Damit einhergehend ist die punktuelle Unterstützung des wachsenden Knorpelgewebes durch subchondrale Knochenbälkchen weitmaschiger angelegt. Gestaltet sich die Knochenformung während der Entwicklung sehr schnell, so liegen die Kollagenfasern locker gepackt und randomisiert orientiert vor (HUSKAMP et al., 1996).

Wachstumsrate und Körpergröße

Großbrahmige Fohlen erkranken bevorzugt an DOD. Die Ursache hierfür kann in einem akzelerierten Knochenwachstum der Fohlen gesehen werden, da hier nicht nur ein verstärktes Knorpelwachstum mit einer beschleunigten Ossifikation einhergeht; im gleichen Maß werden auch die Abbauvorgänge im Rahmen des Modellings beschleunigt, so dass das wachsende verformbare Knorpelgewebe weitmaschiger vom subchondralen Knochengewebe unterstützt ist (HUSKAMP et al., 1996). Auch LEWIS (1989) und TURNER (1989) haben festgestellt, dass Störungen der enchondralen Ossifikation umso häufiger auftreten, je größer das Körpergewicht des Tieres und je geringer der Knochendurchmesser ist (LEWIS, 1989). So ist die Häufigkeit einer Traumatisierung der enchondralen Ossifikationszentren korreliert mit steigendem Gewicht pro Flächeneinheit des Knochenquerschnitts.

Ebenfalls konnten PAGAN und JACKSON (1996) eine Beziehung zwischen dem Körpergewicht und dem Auftreten von OCD feststellen: So waren Fohlen im amerikanischen Bundesstaat Kentucky, die einem arthroskopischen Eingriff wegen OCD unterzogen wurden, signifikant schwerer als Fohlen, die keine OCD hatten. Einen Erklärungsansatz sahen sie darin, dass extreme Energieaufnahmen zu schnellem Wachstum führen und damit zu einem zunehmenden Anteil von Körperfett. Diese Faktoren prädisponieren zur Entwicklung orthopädischer Entwicklungsstörungen. Bestätigt wurden diese Ergebnisse durch eine weitere Untersuchung an Vollblutfohlen in Kentucky, die zeigte, dass die Wachstumsrate und die Körpergröße zu einem Anstieg der Inzidenz von DOD führen (PAGAN et al., 1996). Die Jährlinge, die OCD im Sprunggelenk im Knie zeigten, waren als Fohlen zur Geburt groß, wuchsen sehr schnell vom 3. bis zum 8. Lebensmonat und waren schwerer als der Durchschnitt der Population der Jährlinge.

Sensible Phasen

BARNEVELD und VAN WEEREN stellten 1999 fest, dass die Tageszunahmen zwar das Auftreten der Läsionen im Kniegelenk beeinflussen, nicht aber das der Läsionen im Sprunggelenk. Sie schlussfolgerten, dass es sensible Phasen in der Entwicklung eines Pferdes gibt, in welchen sich Läsionen in verschiedenen Gelenken entwickeln.

Haltung und Traumata

WALKER (2007) stellte in einer Untersuchung an wachsenden Holsteiner Hengsten fest, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Körpergröße und dem Merkmal Trauma besteht, sowie zwischen dem Körpergewicht und dem Auftreten von OC/OCD-Befunden im Kniegelenk. Sie kommt sie zu dem Ergebnis, dass bei 25 % aller untersuchten Betriebe disponierende Faktoren aus den Bereichen Haltung, Betreuung, Fütterung und Bewegung an der Häufigkeit der OC/OCD-Befunde beteiligt sein können, was den multifaktoriellen Ursachenkomplex der Osteochondrose bestätigt.

Wenn starke mechanische Kräfte auf ein Gelenk und die diesem benachbarten Epiphysenfugen einwirken, können mit recht hoher Wahrscheinlichkeit Verletzungen auftreten (LEWIS (1989)).

Versorgung mit Nährstoffen

Neben der energetischen Versorgung spielt die Versorgung der trächtigen und laktierenden Mutterstuten sowie der Aufzuchtperde mit Mengen- und Spurenelementen eine besondere Rolle. Während die Mineralstoffe Kalzium, Phosphor und Magnesium als aushärtende Baustoffe in die Knochensubstanz eingehen, sind die Spurenelemente eher als Mikroelemente des Produktions- und Steuerungsapparates am Aufbau der Gliedmaßen beteiligt. So ist Zink unter anderem ein Bestandteil des Wachstumshormons. Zinkmangel kann deshalb das Längenwachstum der Knochen und damit die Größenentwicklung des Pferdes hemmen. Zink ist über die Aktivierung von Vitamin D auch in die Regulation der Knochenmineralisation eingeschaltet. Zinkdefizite können somit die Knochenaushärtung der Knochen beeinträchtigen (LEWIS, 1989; THOMSON et al., 1988). Kupfer ist ein Strukturelement des Enzyms Lysiloxidase, das verantwortlich ist für die Verknüpfung bestimmter Eiweißfäden. So werden Kollagenfasern in Knochen, Sehnen und Knorpeln zu kräftigen Bündeln verwoben, die ihren Geweben eine enorme Stabilität geben. Mangan aktiviert die Glykosyltransferase, ein Enzym, das die Bildung von Proteoglykanen im

Gelenkknorpel katalysiert. Diese schwammartigen, wassergefüllten Netzwerke haben eine schützende Stoßdämpferfunktion für das gesamte Gelenk. Manganmangel während der Gelenkreifung kann mitverantwortlich dafür sein, wenn sich Fohlen beim Herumtoben Gelenkschäden zuziehen (VERHEYEN, 2006; LEWIS, 1989; THOMSON et al., 1988).

Ein hohes Risiko besteht, wenn alle Faktoren zusammenkommen: Übermaß an Futterenergie, schlechte Eiweiß-, Mineral- und Spurenelementversorgung bei zu wenig oder zu heftiger Beanspruchung. In diesem Fall treffen Übergewicht und mechanische Fehlbelastung auf eine schlecht entwickelte Knochen- und Knorpelstruktur. Es kommt zu Knorpelrissen, Entzündungen und Absprengungen von Gelenkchips (MOLL, 2008).

Bewegungsaktivität und Training

Die Knochengröße ist, wie die Körpergröße, genetisch determiniert. Variabel ist dabei nicht die Endgröße, sondern die Entwicklungszeit bis zum Erreichen der Endgröße und die Stabilität des Knochens. Körperliche Belastung und Training rufen Reaktionen am Skelettsystem hervor. Das kann zu Veränderungen der Knochendichte, Knochenmasse, dem Knochenmineralgehalt und anderen Komponenten wie Elastizität und Porosität führen. Die Reaktionen sind dabei von verschiedenen Faktoren abhängig, so u.a. vom Alter des Pferdes, aber auch von der Intensität und Dauer des Trainings (FIRTH et al., 1999).

Für die Jungpferdeaufzucht ist die kontinuierliche Bewegung die Grundlage einer gesunden Entwicklung. So führt der durch das Auf- und Abfussen entstehende mechanische Reiz zu einer erhöhten Knochenmasse und dient der Festigung von Knochen und Sehnen, so dass diese für spätere Belastungen vorbereitet sind (GOODSHIP et al., 1979). Im umgekehrten Fall führt eine Reduzierung der mechanischen Belastung auch zu einer Reduzierung der Knochenmasse (KROLNER und TOFT, 1963).

Um den Zusammenhang zwischen der Bewegungsaktivität und den Wachstumsparametern zu ermitteln, berechnete VOSWINKEL (2009) tierbedingte Korrelationen. Das Merkmal Aktivität war sowohl mit den Merkmalen Stockmaß [$r = -0,38$] und Bandmaß [$r = -0,46$] als auch mit dem Merkmal Gewicht [$r = -0,25$] über die Tiereffekte negativ korreliert. Größere Tiere bewegten sich demnach weniger. Es konnte ein positiver Zusammenhang zwischen der Bewegungsaktivität und dem Durchmesser der oberflächlichen Beugesehne [$r = 0,41$] und der tiefen Beugesehne [$r = 0,58$] festgestellt werden (VOSWINKEL, 2009).

Außerdem stellte VOSWINKEL (2009) einen Rückgang der Bewegungsaktivität in den Monaten November bis Februar fest; in den Monaten März bis Mai stieg die

Bewegungsaktivität dann wieder an. Diese Situation wird zusätzlich dadurch unterstützt, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen Temperatur und Bewegungsaktivität sowie Windgeschwindigkeit und Bewegungsaktivität besteht. So konnte eine Zunahme der Bewegungsaktivität bei steigenden Temperaturen und bei niedrigeren Windgeschwindigkeiten beobachtet werden. Insgesamt konnte festgestellt werden, dass die Höhe der Bewegungsaktivität im juvenilen Alter einen messbaren Einfluss sowohl auf die Wachstumsparameter als auch auf die Ausdauerparameter hat.

Das Training selbst hat keinen Einfluss auf die Anzahl der Läsionen im Gelenk, jedoch auf die Verteilung der Läsionen innerhalb des Gelenks. Es gibt einige Hinweise, die dafür sprechen, dass die Wachstumsgeschwindigkeit einer der wichtigsten intrinsischen Faktoren ist, die das Auftreten von OC bestimmen (BARNEVELD und VAN WEEREN, 1999).

Wenn außerdem biomechanische Belastungen z.B. in Form von Training auf das Skelett einwirken, werden bereits vorhandene Störungen verstärkt. Zusätzlich wird das strukturschwache Skelett eines solchen Pferdes durch die Körpermasse und Muskelkrafteinwirkung belastet.

Geburtszeitpunkt

WILKE (2003) stellte fest, dass der Geburtszeitpunkt einen signifikanten Einfluss auf das Auftreten der Osteochondrose hat. So sind frühgeborene Fohlen zehn Prozent häufiger betroffen als spätgeborene. Zu erklären ist diese Situation durch die geringe Bewegung, die die frühgeborenen Fohlen in den Wintermonaten erfahren. Die höchste Frequenz von Osteochondrose trat bei den Fohlen auf, die innerhalb ihrer ersten vier Lebensmonate weniger als vier Stunden Bewegung am Tag hatten.

2.5 Der Epiphysenfugenschluss

Bei der Epiphysenfuge (EpF) handelt es sich um die metaphysäre Wachstumszone von Knochen. Hier findet die enchondrale Ossifikation (siehe auch Skelettentwicklung) mit dem Längenwachstum statt. Sie ist durch eine schnelle Differenzierung und Reifung von Knorpelzellen und den Ersatz von Knorpel durch Knochen charakterisiert (LÖFFLER, 2002).



2.5.1 Die Morphologie der Epiphysenfuge

Der mikroskopische Aufbau der Wachstumsfugen ist bei den verschiedenen Spezies recht einheitlich. Durch genetisch determinierte, unterschiedliche Wachstumsgeschwindigkeiten ergeben sich spezies- und lokalisationstypische Unterschiede. Die relative Höhenausbildung der einzelnen Zonen zeigt in Abhängigkeit von der Wachstumsintensität Veränderungen, die jedoch für spezifische Fugen zu einem bestimmten Zeitpunkt typische Verhältnisse darstellen (Skeletalterbestimmung) (MATTHIESSEN, 2003).

Die Enddifferenzierung der Chondrozyten von der Germinativ- bis zur Eröffnungszellzone zeigt ortsständige Zellstruktur- und Funktionsänderungen. Die histogenetischen Prozesse der Zellproliferation, Matrixsynthese, Zelldifferenzierung, Mineralisation sowie die enchondrale Ossifikation in der Eröffnungszellzone setzen allgemeine und lokale Regulationsmechanismen voraus, die für ein harmonisches Wachstum entscheidend sind (Abb. 6) (MATTHISSEN, 1993, 1999).

Regulation und Synchronisation des Knorpelwachstums als Funktion der Wachstumsfuge einerseits sowie Eröffnungsvorgänge als Funktion der metaphysären Primärspungiosa andererseits stehen physiologisch im Gleichgewicht. Die Veränderungen der Wachstumsrate sind daher als Variation der Intensität beider Teilprozesse anzusehen (MATTHISSEN, 1993, 1999).

Die EpF verfügt von der Geburt an, bis das Pferd erwachsen ist, über einen charakteristischen Aufbau. In der Kurzform läuft die Ossifikation innerhalb der EpF wie folgt ab:

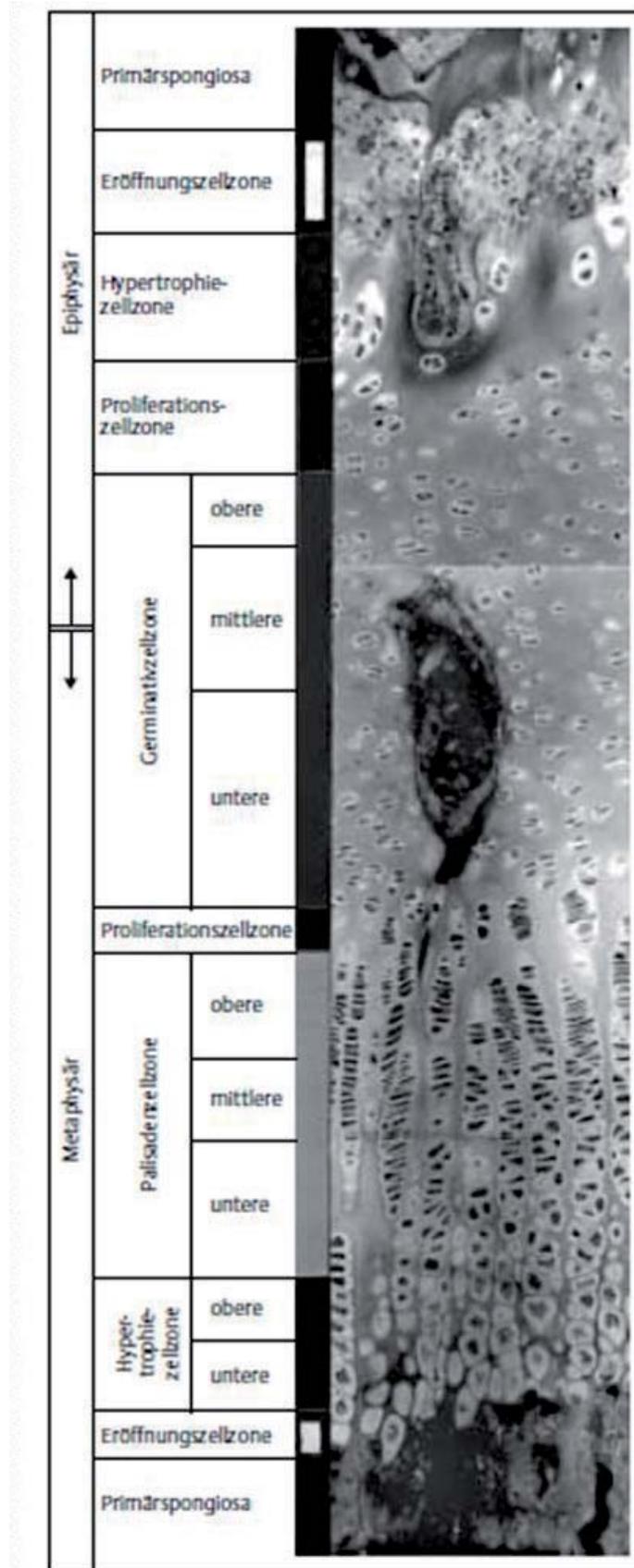


Abb. 6: Zoneneinteilung der „bipolaren“ proximalen Ulnawachstumsfuge des deutschen Landschweins nach morphometrischen, histologischen und elektronenoptischen Befunden (MATTHIESSEN, 2003)

Auf der epiphysenfugennahen Seite des Knorpels finden ständig Zellteilungen statt, während gleichzeitig die Ossifikation von der Diaphyse aus in Richtung auf die EpF fortschreitet (Abb. 6). Die Zellen in der Proliferationszone des Epiphysenfugenknorpels ordnen sich säulenförmig an und werden voluminöser (hypertrophierte Knorpelzellen). Die Interzellulärsubstanz wird zunehmend mineralisiert, wobei die Kristallnadeln ungeordnet liegen (Zone der präparativen Verkalkung). In der nun folgenden Eröffnungszone werden die Knorpelhöhlchen von Chondroklasten in der Umgebung von Blutgefäßen eröffnet. Osteoblasten, die mit den Blutgefäßen in den Knorpel eindringen, bilden um die zwischen den eröffneten Knorpelzellen erhalten gebliebene Grundsubstanz (Richtungspfeiler) Knochenbälkchen (primäre Spongiosa). Es bildet sich zuerst um die Diaphyse herum eine perichondrale Knochenmanschette. Später entsteht in den EpF ein zentraler Verknöcherungskern, nachdem Blutgefäße dorthin vorgedrungen sind. Lediglich an den Gelenkenden verbleibt hyaliner Knorpel zeitlebens als Gelenkknorpel (LÖFFLER, 2002; WASMER, 1987).

2.5.2 Biomechanische Vorgänge in der Epiphysenfuge (EpF)

Es ist bekannt, dass Zug- und Druckkräfte innerhalb bestimmter physiologischer Grenzen auf die Epiphysenfuge wirken, die für die fortlaufende ordnungsgemäße Entwicklung unverzichtbar sind. Dabei hat jede Epiphysenfuge eine biologische Breite für Zug- und Druckkräfte, innerhalb derer sie physiologischerweise reagiert (TURNER, 1989; MATTHIESSEN, 2003). In diesem Bereich beschleunigt die Steigerung von Zug- oder Druckkräften das Wachstum, während eine Abnahme der Zug- und Druckkräfte das Wachstum verzögert. Unterhalb der physiologischen Grenze von Zug oder Druck kann das Wachstum signifikant vermindert oder sogar unterbrochen werden (Hueter-Volkmann-Gesetz, 1862). Mechanische Beeinflussung (Druck- und Zugkräfte) kann also die Wachstumsgeschwindigkeit von Wachstumsfugen verändern (MATTHIESSEN, 1999).

Rhythmische Be- und Entlastung gilt als Stimulus für die enchondrale Ossifikation. Die histologische Antwort auf diese Kräfte besteht in einer fortschreitenden Proliferation (Verlängerung der Säulenformation) bei gleichzeitig lebhaften Eröffnungsvorgängen (Ossifikation) (MATTHIESSEN, 1993, 1999).

MATTHIESSEN (1999) entwickelte ein Modell, um Veränderungen der EpF bei Druckbelastung darstellen zu können. Als morphologische Antwort druckbelasteter EpF zeigen sich neben

Adaptionsmechanismen und Umbauvorgängen zwischen Germinativ und Hypertrophiezellzone elastisch-plastische Deformierungen des hyalinen Knorpelgewebes sowie eine Verminderung der Wachstumsrate. Zunehmende Druckapplikation kann zu typischen morphologischen Veränderungen bis hin zur Epiphyseolyse mit vollständigem Wachstumsverlust führen.

Neben diesem Modellansatz wurde an kleinen Versuchstieren eine Untersuchung durchgeführt, mittels derer erfasst werden sollte, wie groß der Druck auf eine EpF sein muss, damit es zum kompletten Verschmelzen der Metaphyse mit der EpF kommt. Die dazu notwendigen Druckkräfte entsprechen etwa dem Dreifachen des Körpergewichtes des Individuums. Physiologische vertikale Druckapplikation bewirkt also eine Wachstumsstimulation, unphysiologische Drucksteigerung eine Wachstumsminde- rung. Die bei Drucksteigerung entsprechend zunehmende Scherspannung führt durch Funktionsverlust der Eröffnungszellzone zu vollständigem Ossifikationsverlust (MATTHIESSEN, 1999).

Damit erklären die aufgeführten Modelle die Verbindung zwischen den reichlich bemuskelten übergewichtigen Tieren auf der einen Seite und den metaphysären Veränderungen und Gliedmaßenfehlstellungen auf der anderen Seite (TURNER, 1989).

2.5.3 Der Zeitpunkt des Epiphysenfugenschluss (EpFS)

Das Knochenlängenwachstum endet mit dem Verschmelzen von Epi- und Apo- mit den Diaphysen. Der Zeitpunkt zu dem sich die EpF schließen, ist für die Knochen unterschiedlich (TURNER, 1989), wobei sich die EpF des Kreuzbeins und die Knorpelkappen der Dornfortsätze des Widerristes als letztes im Alter von sechs Jahren schließen (STODULKA, 2006). Wenn man den Wachstumsabschluss nun mit dem Zeitpunkt gleichsetzt, zu dem die letzte EpF schließt, ist das Pferd erst mit etwa sechs Jahren ausgewachsen.

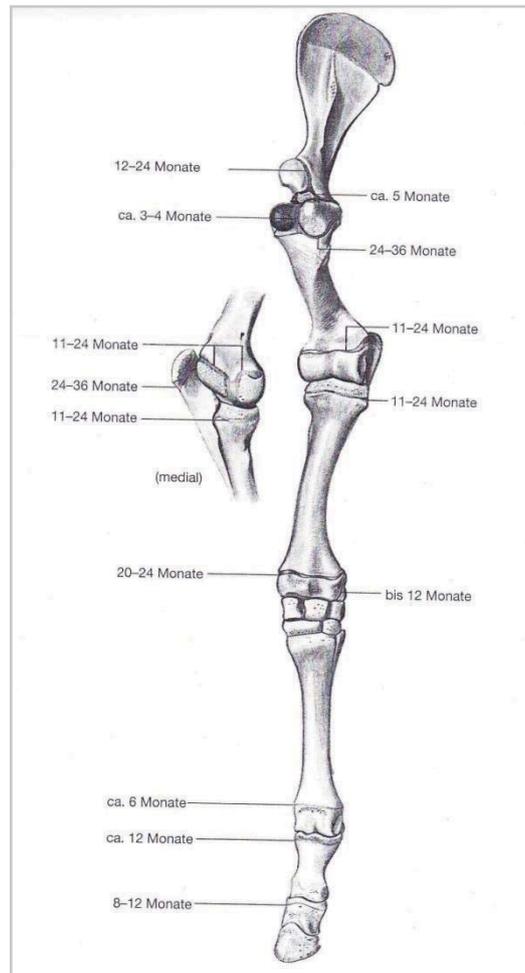


Abb. 7: Apo- und Epiphysenfugen an der Schultergliedmaße des Pferd. Abb. Archiv, Institut für Veterinär-Anatomie, Berlin. (BUTLER et al., 2000)

Abb. 7 zeigt die Apo- und EpF der Schultergliedmaße sowie deren Schlusszeitpunkte nach BUTLER et al. (2000), während Tab. 8 die Zeitpunkte für das Schließen der Vorder- und Hintergliedmaße nach HUSKAMP et al. (1996) zeigt.

Im Management der Rennpferde war es einige Zeit üblich, die distale EpF des Radius zu röntgen, um überprüfen zu können, ob das junge Rennpferd bereits reif genug ist, um in das Training genommen werden zu können (MÜHLENS-KLEMM und RAU, 2007). Die distale EpF wurde ausgewählt, da diese nach BUTLER et al. (2000) im Alter des Pferdes von 20 bis 24 Monaten schließt bzw. nach HUSKAMP et al. (1996) im Alter des Pferdes von 24 bis 30 Monaten; es handelt sich also um die Altersphase, in der das junge Rennpferd zumeist in das Training genommen wird. Heute hat man von dieser Maßnahme Abstand genommen, da sie nach JANSEN (2007) zeitweise überbewertet wurde.

**Tab. 8: Zeitpunkte des Epiphysenfugenschluss nach HUSKAMP et al. (1996)**

Epiphysenfugen	Lage	Alter in Monaten
Zehenendknochen		6 – 9
Mittelhandknochen	distal	9 – 12
Speiche	proximal	12 – 18
	distal	24 – 30
Oberarm	distal	12 – 18
	proximal	36
Ellenbogen		24 – 30

Für Untersuchungen mit dem Ziel, effekt- und genetikabhängige Zeitpunkte für das Schließen der EpF beim Pferd zu bestimmen, wird zumeist mit einer Kategorisierung der EpF nach dem Schließungszustand gearbeitet. So haben STRAND et al. (2007), GABEL et al. (1977) und MASON und BOURKE (1972) beispielsweise mit drei Klassen gearbeitet, während VOSWINKEL (2009) eine Einteilung in vier Klassen vorgenommen hat. Bei einer Einteilung in drei Klassen wurden die EpF einer Klasse „vollständig geöffnet“ zugeordnet, wenn eine deutlich strahlendurchlässige Linie im Bereich der gesamten EpF zu sehen war; um die Klasse „schließend“ handelte es sich, wenn eine strahlendurchlässige Linie im Bereich der EpF zu sehen war, jedoch mit Unterbrechungen und teilweise überdeckt von diffus vorliegendem Knochenmaterial. „Vollständig geschlossen“ war eine EpF dann, wenn keine strahlendurchlässige Linie mehr im Bereich der ehemals vorliegenden EpF zu sehen war.

Bei der Einteilung der Klassen nach VOSWINKEL (2009) wurde noch eine weitere Kategorie im Bereich der schließenden EpF vorgenommen: So wurde eine EpF der Klasse II zugeordnet, wenn eine Verdichtungszone im distalen Radius erkennbar war, ebenso wie die Verengung der EpF. Eine Einteilung in Klasse III erfolgte, wenn eine periostale Reaktion inklusive weiterer Knochenverdichtungen im distalen Radius erkennbar war. Die Klasse I entsprach der vormals genannten vollständig geöffneten EpF, während die Klasse IV der vollständig geschlossenen EpF entsprach.

Spricht man über die Entwicklungsgeschwindigkeit verschiedener Pferderassen, so spricht man einerseits von einer eher frühreifen Genetik z.B. beim Vollblüter und andererseits von einer eher spätreifen Genetik z.B. beim Isländer (STRAND et al., 2007).

Tab. 9: Zeitpunkte (in Tagen) für das Schließen der Epiphysenfuge des distalen Radius der Vorderextremitäten verschiedener Rassen

Rasse und Geschlecht	Alter (in Monaten)	Autoren (Jahr Veröffentlichung)
Araber-Hengst; Araber-Stute	23,2 bis 23,7	MYERS und EMMERSON (1966)
Australischer Vollblüter (w / m)	25	MASON und BOURKE (1972)
Italienischer Traber	26 bis 27	PEZZOLI und DEL BUE (1973)
Brasilianische Mangalarga Pferde	25	MAMPRIN et al. (1992)
Isländer	27,4 bis 32	STRAND et al. (2007)

Verschiedene Autoren (Tab. 9) haben sich damit beschäftigt, zu überprüfen, ob sich die Früh- oder Spätreife auch am Skelett des Pferdes, speziell an den Epiphysenfugen des Pferdes, nachweisen lässt. Dafür wurde jeweils die distale Radiusepiphysenfuge verschiedener Rassen geröntgt und zwar mit dem Ergebnis, dass diese durchweg im Alter von 25 bis 27 Monaten schließt. Abweichungen nach vorne wurden beim Araber nachgewiesen, wobei es sich hier nur um zwei Pferde handelte (STRAND et al., 2007; MAMPRIN et al., 1992; PEZZOLI und DEL BUE, 1973; MASON und BOURKE, 1972; MYERS und EMMERSON, 1966).

2.5.4 Gesundheitliche Probleme beim Schließen der Epiphysenfugen

Die Epiphysenfugen, die aus stoffwechselaktivem Knorpel bestehen, sind der Schwachpunkt in der Skelettentwicklung der Fohlen und Aufzuchtperde. Einerseits sind dort die Stoffwechselvorgänge durch unterschiedliche Einflüsse leicht zu stören, andererseits stellt Knorpel ein weitaus weiches Gewebe als Knochen dar und ist daher gegen Belastungen besonders empfindlich und anfälliger für Erkrankungen (HERTSCH und KROLL, 1999).

Die wesentlichen auftretenden Störungen im Bereich der EpF wurden bereits im Kapitel der orthopädischen Entwicklungsstörungen aufgeführt. Folgend werden Ergebnisse einiger Untersuchungen dargestellt, die sich mit den Auswirkungen bestimmter Effekte auf die EpF auseinandersetzen.

Die Frage nach möglichen Aufzuchtschäden beschäftigte Forscher in Polen, die nahezu standardisierte, Bedingungen für wissenschaftliche Untersuchungen vorfanden: So untersuchten EMPEL et al. (1993) den Einfluss von Züchter, Geburtsjahr, Geburtsmonat und Geschlecht auf die skelettale Reifung von 850 verschiedenen Vollblutpferden in acht verschiedenen Gestüten in Polen. Dafür röntgten sie die Epiphysenfuge des distalen Radius.

Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt des Epiphysenfugenschluss lag bei 739 Tagen / 24,6 Monaten und einer Spanne von 613 bis 892 Tagen. Das Alter bei Epiphysenschluss war von Jahr zu Jahr unterschiedlich. Der früheste Schluss erfolgte bei den Pferden aus dem polnischen Golejewko; die Unterschiede zwischen den einzelnen Gestüten waren signifikant ($p < 0.01$). Bei den Stuten trat der Schluss früher ein als bei den Hengsten ($p < 0.01$). Die Unterschiede zwischen den Geburtsmonaten waren ebenfalls signifikant ($p < 0.01$); je früher die Pferde im Jahr geboren wurden, desto später erfolgte der Epiphysenschluss.

LOJEK und OLEKSIK (1993) analysierten das Alter von zweijährigen Vollblütern bei ihrem ersten Start in Abhängigkeit ihrer Skelett-Reife ($n = 701$); die Untersuchungen erfolgten jeden Monat. Das durchschnittliche Alter der Tiere bei ihrem ersten Start war 882,5 Tage und die Differenz zum Zeitpunkt des Erreichens ihrer Skelettreife (Schluss der distalen Radius-Epiphyse) betrug 133,3 Tage vor ihrem ersten Einsatz.

VOSWINKEL (2009) röntgte die Epiphysenfuge des distalen Radius von 58 Trabern, um zu überprüfen, wie sich die Bewegungsaktivität auf die Entwicklung der Epiphysenfuge auswirkt. Sie kam genau wie auch BARNEVELD und VAN WEEREN (1999) zu dem Ergebnis, dass Tiere ($n = 43$ Warmblüter) mit höheren Bewegungsaktivitäten während der Aufzucht häufiger der Klasse mit vollständigem Epiphysenfugenschluss zuzuordnen waren, d.h. eine niedrigere Bewegungsaktivität verzögert den Zeitpunkt des Epiphysenfugenschluss.

GABEL et al. (1977) röntgten die distale Radiusepiphyse von 113 Rennpferden mit der Zielsetzung, feststellen zu können, ob der Einsatz der Pferde vor Schließen der Epiphysenfuge einen Einfluss auf die spätere Rennleistung hat. Fast alle Pferde wurden sportlich eingesetzt, bevor die Epiphysenfuge geschlossen war. Die Autoren stellten keine signifikanten Unterschiede fest zwischen dem Alter zum Zeitpunkt des Epiphysenfugenschluss, dem gewonnenen Geld, den gewonnenen Rennen und der höchsten Geschwindigkeit pro Meile, jedoch stellten sie fest, dass die Pferde, die als besonders unreif aufgrund des Zeitpunktes des Epiphysenfugenschluss eingestuft wurden, weniger erfolgreich waren als die reifer eingestuften Pferde und ein höheres Auftreten von Verletzungen aufwiesen.

MASON et al. (1972) untersuchten 100 zweijährige Vollblüter, um feststellen zu können, in welcher Beziehung das Auftreten gesundheitlicher Störungen zur Skelettreife, gemessen am Zustand der Epiphysenfuge des distalen Radius, der Pferde steht. Sie stellten gehäuft Probleme im Bereich des Karpalgelenks und der Röhreibe fest, die teilweise zu zeitlich begrenzten sowie zu dauerhaften gesundheitlichen Problemen führten. Sie erklärten diese

Situation dadurch, dass die Pferde zum Zeitpunkt des Trainings noch ein unreifes Skelett aufwiesen, das den Anforderungen eines harten Renntrainings nicht genügen konnte.

2.6 Die Knochendichtemessung

Die Bestimmung der Qualitätseigenschaften von Knochen steht seit langem im Interesse medizinischer Forschung, da das Krankheitsbild der Osteoporose zunehmende gesellschaftliche Bedeutung erlangt. Die Osteoporose wird definiert als eine Abnahme der Knochenmasse einhergehend mit strukturell-architektonischen Veränderungen, deren Zusammenwirken eine Minderung von Knochenstabilität und Belastbarkeit und somit den Anstieg der Frakturwahrscheinlichkeit und Häufigkeit bedingt (GRAMPP et al., 1999).

Knochen ist stark stoffwechselaktives Gewebe und als solches ständigen Veränderungen und Anpassungsvorgängen unterworfen. Die Knochenmasse wird dabei durch fortlaufende An- und Abbauprozesse bestimmt, welche ihrerseits durch unterschiedliche endogene und exogene Faktoren beeinflusst werden. Wenngleich das Krankheitsbild der Osteoporose für das Pferd untypisch ist, so besitzt die Abnahme des Knochenmineralgehaltes eine besondere Bedeutung, da diese mit einer erhöhten Instabilität des Knochens in Verbindung steht und diese wiederum zu Erkrankungen des Bewegungsapparates disponiert (LAWRENCE et al., 1994). Aus diesem Grund erfolgt im Folgenden eine intensive Auseinandersetzung mit den Parametern der Knochenqualität, den Möglichkeiten diese zu messen und den einwirkenden Faktoren.

2.6.1 Die Knochenqualität

Der Begriff „Knochenqualität“ wird mit vielen verschiedenen Parametern des Knochens verbunden, so dass es bislang keine allgemeingültig anerkannte Definition der Knochenqualität gibt (PIETSCHMANN und KERSCHAN-SCHINDL, 2004). Die Schwierigkeit besteht darin, dass es sich bei Knochengewebe nicht um ein homogenes Material handelt, sondern um ein komplexes Gebilde, dessen Funktionalität von vielen Faktoren beeinflusst wird.

Einen Versuch, diesen Begriff dennoch zu definieren, haben HERNANDEZ und KEANENY (2006), BOUXSEIN (2003) und TURNER (2002) vorgenommen. Sie definieren die Knochenqualität als „die Gesamtheit aller Merkmale und Charakteristika, die die

Bruchstabilität eines Knochens beeinflussen“, während HERNANDEZ und KEANENY (2006) die Knochenqualität als Synonym für Unterschiede in der Masse des Knochens, dessen Form und Materialeigenschaften verwenden, die die Bruchstabilität beeinflussen. Sie ergänzen, dass ein frakturresistenter Knochen abhängig von der Knochenmasse ist, da nur ein starker Knochen widerstandsfähig ist. Eine hohe Knochenmasse allein reicht aber nicht aus (WEICHSELGARTNER, 2005), da das mechanische Verhalten auch von der gesamten Morphologie sowie den Eigenschaften der verschiedenen Materialien selbst abhängig ist (BOUXSEIN, 2003). Sowohl die Eigenschaften des Materials als auch der strukturelle Aufbau beeinflussen also die Knochenfestigkeit bzw. die Knochenqualität. Im Einzelnen zählen nach COMPSTON (2006), BOUXSEIN (2005), PIETSCHMANN und KERSCHAN-SCHINDL (2004), SEEMANN (2003) und LAWRENCE et al. (1994) folgende zu den die Qualität des Knochens beeinflussende Faktoren:

- Die Matrix und die mineralische Zusammensetzung bzw. die Gewebezusammensetzung (Mengenverhältnis von Mineralien, Kollagen, Wasser, Proteinen, Verhältnis von Kortikalis und Spongiosa).
- Die Mineralisierung des Knochens und die Eigenschaften des Kollagens (physikalische und chemische Eigenschaften der Bestandteile, Struktur und Größe der Hydroxylapatitkristalle, Stufe der Mineralisation, Typ des Kollagens, Quervernetzung des Kollagens etc.)
- Die Mikroarchitektur und Morphologie (Knochengröße, Durchmesser der Kortikalis, Größe und Dichte der Osteone, Mikroarchitektur der Trabekel, Anzahl und Dicke der Trabekel, sowie ihre Konnektivität).
- Die Mikrozerstörung (Verlauf und Beschaffenheit von Mikroschäden bzw. die Akkumulation von kleinen Rissen im Knochen).

Folgend werden die die einzelnen Ebenen der Knochenqualität bestimmenden Eigenschaften dargestellt. Der Knochen kann in zwei wesentliche Strukturen eingeteilt werden: Das äußere, kompakte Knochengewebe (Kortikalis), welches circa 70 % der Skelettmasse darstellt, und das innere, trabekuläre Knochengewebe (Spongiosa), welches einen Anteil von circa 30 % der gesamten Knochenmasse einnimmt. Je nach Belastung und Funktion des Knochens variieren die beiden Anteile des Knochens. Die langen Röhrenknochen bestehen, ausgenommen an den Schaftenden und im Epiphysenbereich, aus Kortikalis (FELDHAUS, 2006). Eine Reduktion der Knochenmasse äußert sich in einer geringeren Dicke der Kortikalis und einer größeren Zerbrechlichkeit derselben (SMITH und GOODSHIP, 2008). Umgekehrt kann durch einen

größeren Durchmesser bzw. Anteil der Kortikalis größeren Belastungen standgehalten werden (RAUB et al., 1989).

Der Knochen selbst ist ein wichtiges Mineralstoffreservoir des menschlichen und tierischen Körpers, so sind dort 99 % des im Körper enthaltenen Kalziums und 75 bis 85 % des Phosphors gespeichert. 85 % der im Knochen enthaltenen anorganischen Salze bestehen aus Calciumphosphat, 10 % aus Kalziumkarbonat, 1,5 % aus Magnesiumphosphat, 0,3 % aus Kalziumfluorid und 0,2 % aus Kalziumchlorid (KANIS, 1997). Diese anorganischen Salze werden überwiegend in Form von Hydroxylapatitkristallen eingelagert (LOEFFLER, 2002). Dieser im Vergleich zu anderen Geweben hohe Mineralstoffanteil ist für die mechanische Stabilität des Knochens von grundlegender Bedeutung (TURNER et al., 1989; KOLB, 1980), ungenügend mineralisiertes Knochengewebe ist gegenüber mechanischer Beanspruchung weniger anpassungsfähig (KOLB, 1980).

Die Ausrichtung der Hydroxylapatitkristalle wird in der Knochenmatrix durch die Kollagenfibrillen bestimmt. Die Hydroxylapatitkristalle verhalten sich den Kollagenmolekülen gegenüber und lagern sich longitudinal an der Oberfläche und im Inneren der Fibrillen an. Die so entstehende Verbundstruktur aus druckfesten Mineralkristallen und zugfesten Kollagenfibrillen bestimmt die Biegefestigkeit des Knochens (LÜLLMANN-RAUCH, 2006).

Faktoren wie die Ausrichtung der mineralisierten Kollagenfibrillen, der Grad der Quervernetzung, die Größe der Ansammlung von Mineralien und deren Verbindung untereinander beeinflussen vermutlich die Elastizität des Knochengewebes (HOFMANN et al., 2005).

Der spongiöse Anteil des Knochens enthält ein verzweigtes Netzwerk aus Knochenbälkchen, -blättchen und -röhrchen, welche in Ihrer Gesamtheit als Trabekel bezeichnet werden. (FELDHAUS, 2006). Die Trabekel sind gemäß der mechanischen Hauptbelastungsrichtung (Trajektorien) ausgerichtet, die Zwischenräume zwischen den Trabekeln sind mit Knochenmark gefüllt (LÜLLMANN-RAUCH, 2006). Durch diese Konstruktion wird eine hohe mechanische Stabilität bei minimalem Materialbedarf erreicht.

Die Trabekel bilden sich unter dem Einfluss von Biegebeanspruchung in Form von Druck- und Zugtrabekeln (FALLER et al., 2004), dabei kann sich die Ausrichtung der Trabekel dem Knochen anpassen.

Das Netzwerk der spongiösen Knochenbälkchen kann abhängig von Lokalisation, Alter und Beanspruchung stark variieren (KEBERNIK, 2005; MOSEKILDE 2000). So kommt es mit

zunehmendem Alter zu einer Abnahme der Anzahl der Trabekel, da diese schneller abgebaut aber nicht ersetzt werden. Außerdem weichen sie weiter auseinander. Dies macht sich vermutlich durch eine geringere Stabilität des Knochens bemerkbar (FÜRST et al., 2008).

Wiederholte Belastung und darauf folgende Ermüdung können zur Akkumulation von kleinen Rissen im Knochengewebe führen (LEE, 2003). Die sogenannten „microdamages“ beeinflussen die Knochenfestigkeit und die Bruchstabilität negativ (LEGUERNEY et al., 2003), so dass „Stressfrakturen“ entstehen können (LEE, 2003).

2.6.2 Möglichkeiten der Erfassung der Knochenqualität

In der Regel handelt es sich bei den Methoden zur Erfassung der Knochenqualität um indirekte bzw. bildgebende Verfahren, die sich durch die verschiedenen physikalischen Systeme, die hinter der Entwicklung dieser Methoden stehen, unterscheiden. So kann die Knochenqualität auf der Basis radiologischer, ultrasonographischer und computertomographischer Verfahren bestimmt werden.

Bei der Untersuchung von Knochen, besonders in der Human- und Tiermedizin spielt es eine entscheidende Rolle, welche Messparameter man betrachten will und wie man diese bewertet. Die Bandbreite von Untersuchungsmethoden ist durch die steigende Bedeutung der Osteoporose in der Humanmedizin in den letzten Jahren enorm angewachsen. Problematisch hierbei ist, dass fast jede Methode einen anderen Parameter als Qualitätsfaktor angibt. Eine Vergleichbarkeit der Parameter untereinander ist somit nicht gegeben (KORVER et al., 2004; ENGELKE et al., 1999). Im Folgenden wird schwerpunktmäßig auf die Methoden eingegangen, die die Aspekte der vorliegenden Arbeit berühren.

Alle radiologischen Verfahren beruhen auf dem Prinzip der Schwächung eines Röntgenstrahls entlang seiner Wegstrecke von der Strahlenquelle zum Detektorsystem (FELSENBERG und GOWIN, 1999; HANS et al., 1999; KECK und KRUSE, 1994). Bei der Durchstrahlung eines Objektes werden die Röntgenstrahlen durch drei Haupteffekte verändert: So durchquert ein Teil der Strahlung das Objekt ohne Interaktion, ein Teil wird vollständig absorbiert und ein Teil wird aufgrund des Komptoneffektes von seiner Bahn abgelenkt, wodurch Diffusionsstrahlung entsteht (SCHMIDT, 2005). Als Folge der beiden zuletzt genannte Effekte besteht eine Abschwächung des Strahls durch Absorption oder Ablenkung der Photonen. Die Absorption ist proportional zum Anteil der Strahlen, die pro Längeneinheit absorbiert werden. Sie hängt ab von dem Materialtyp des Objektes sowie dessen Dicke und Strahlungsenergie

(SCHMIDT, 2005). Die Absorption steigt exponentiell mit der Atomanzahl des zu untersuchenden Materials (DIRISAMER und GRAMPP, 2002). So findet man erhöhte Schwächungswerte bei Stoffen mit höherer Ordnungszahl wie Kalzium (FELSENBERG und GOWIN, 1999), wodurch beim Knochen in erster Linie die Zahl der Kalzium-Atome für die Strahlenabsorption verantwortlich ist. Folglich führt eine Knochendemineralisation mit Absinken der Kalziummenge zu einer verminderten Strahlenabsorption (DIRISAMER und GRAMPP, 2002).

In der tiermedizinischen Praxis bestehen bezüglich des Einsatzes radiologischer Verfahren wie z.B. der dualen Röntgenabsorptiometrie (DXA) noch Probleme; daher liegen auch bislang kaum klinische Studien vor. Ein Problem z.B. ist, dass die DXA-Geräte für den Einsatz am Menschen bestimmt sind, so dass Untersuchungstisch und Messfenster oft für Tiere ungeeignet erscheinen. Ein weiteres Problem ist, dass das Computerprogramm und die genutzten Berechnungsprogramme speziell auf den Menschen abgestimmt sind. Trotz dieser Schwierigkeiten werden verschiedene radiologische Verfahren auch zu tierischen Forschungszwecken eingesetzt (SCHMIDT, 2005). Beispielsweise versucht man mittels dieser Technik krankhafte Veränderungen in Form von Fissuren des Pferdeskeletts frühzeitig zu erkennen und Auswirkungen externer Einflüsse auf das Pferd wie Fütterung und Training zu erfassen (LEPAGE et al., 2001).

Die quantitative Computer Tomographie (QCT) ist in der Humanmedizin ein etabliertes Verfahren zur Messung der Knochendichte, das an jeder beliebigen Stelle des Skeletts angewendet werden kann. Es besteht die Möglichkeit, die Dichte trabekulärer und kortikaler Knochen separat und volumetrisch in g/cm^3 Kalziumhydroxylapatit anzugeben (KHODADYDAN-KLOSTERMANN, 2004). Die quantitative Computer Tomographie liefert dreidimensionale Bilder und ermöglicht Aussagen zum strukturellen Aufbau, wobei das geringe Auflösungsvermögen keine histomorphometrische Charakterisierung von z.B. einzelnen Trabekeln erlaubt (WINKLER-BUDENHOFER, 2007, PREVHAL et al., 2001). Wie alle Zwei-Spektren-Verfahren beruht sie auf der Voraussetzung, dass unterschiedliche Materialien Röntgenstrahlen energieabhängig unterschiedlich schwächen, dabei wird für die QCT praktisch immer die höchste diagnostische Sensitivität für axiale Messungen gefunden (GRAMPP et al., 1999). Die Strahlendosis ist etwa 30-mal höher als bei der DXA (GRIER et al., 1996) und liegt etwa bei 400 bis 600 μSv (Effektive Ganzkörperdosis) (FELSENBERG und GOWIN, 1999). Geringer ist dagegen verglichen mit DXA die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit. Durch das Design des Gerätes und dessen Preis bleibt die QCT jedoch beim Pferd auf Untersuchungen am toten Pferd beschränkt (DONABEDIAN et al., 2005).

Es gibt zwei Formen der quantitativen Ultraschallverfahren zur Bestimmung der Knocheneigenschaften: Erstens, das Breitbandultraschallverfahren [Broadband Ultrasound Attenuation (BUA) in db/MHz], bei dem der Energieverlust einer Schallwelle beim Durchtritt durch eine Materie als Schallabschwächung, welche hauptsächlich durch Absorption und Streuung verursacht wird, definiert wird. Mittels dieses Verfahrens kann die Dichte bestimmt werden. Zweitens gibt es das Ultraschallverfahren mittels Bestimmung der Schallgeschwindigkeit [Speed of Sound (SOS) in m/s]. Hier wird die Geschwindigkeit einer Schallwelle in dem zu untersuchenden Medium über eine bestimmte Strecke gemessen; durch die so bestimmte Geschwindigkeit können Rückschlüsse auf die Dichte und Elastizität gezogen werden (DUBS, 2002).

Grundsätzlich basieren diese Verfahren darauf, dass die Geschwindigkeit der Schallwellen im Knochen durch die Dichte, die Elastizität, die Kohärenz des Knochengewebes und eventuell noch weitere Faktoren beeinflusst wird. Dabei gilt, je höher die Dichte und die Festigkeit der Mikrostrukturen, desto schneller breiten sich die Schallwellen im Medium aus. So breitet sich beispielsweise der Schall im kortikalen Knochen mit ca. 4.000 m/s aus, während er sich im Weichteilgewebe mit 1.500 m/s ausbreitet. Veränderungen der Struktur führen zu einer größeren Reflektion der Schallwellen und setzen die Geschwindigkeit herab. Vereinfacht kann man sagen, dass eine hohe Schallgeschwindigkeit mit einer guten Knochenqualität kongruent ist (SUNLIGHT, 2009).

Die Ultraschallwerte weisen ähnlich gute Vorhersagewerte der Frakturinzidenz beim Menschen aus wie die mittels DXA erfassten Werte und werden somit als gleichwertig eingestuft. Ein ausschließlich statistischer Vergleich der Ergebnisse der Ultraschallmessungen mit anderen Verfahren der Knochenqualitätsmessung führt aufgrund der sehr unterschiedlichen erfassten Parameter zu wenig vergleichbaren Ergebnissen (DUBS, 2002). Welche Parameter mittels Ultraschalltechnik genau ermittelt werden, ist bislang nicht geklärt (BARKMANN et al., 1999).

Bei der Annahme, dass die Knochenqualität die Gesamtheit aller Merkmale und Charakteristika ist, die die Bruchstabilität eines Knochens beeinflusst, erscheint die Erfassung der mechanischen Belastbarkeit in Form eines Testes auf Bruchstabilität als besonders geeignet. Hierbei handelt es sich jedoch um eine invasive Methode, die in der praktischen Diagnostik nicht angewandt wird; sie findet ihren Einsatz in der Forschung, z.B. um andere Methoden auf ihre Aussagefähigkeit hin zu überprüfen (ZALPOUR, AUGUSTIN, 2006).

Zur Bestimmung der Struktureigenschaften von Materialien werden in der Regel die Parameter Belastung und Deformation erfasst, sowie der Bruchpunkt. Dieses ist mittels einer Prüfmaschine möglich, die mit zunehmender Krafteinwirkung auf das zu untersuchende Gewebe einwirkt und die gemessenen Daten mittels Software erfasst und auswertet. Dabei wirkt jeder Gewebetyp anders auf einwirkende Belastungen, wobei die Formveränderung grundsätzlich von der Dauer und der Geschwindigkeit der Bewegung abhängt mit der die Belastung ausgeführt wird, sowie von der Struktur und den Materialeigenschaften. Misst man die Krafteinwirkung und setzt sie mit der Deformation in Beziehung, lassen sich die Ergebnisse in Form einer Belastungs-Deformationskurve darstellen (Abb. 8) (ZALPOUR, AUGUSTIN, 2006).

Die Belastungs-Deformationskurve lässt sich in drei Teile untergliedern:

- Elastischer Teil: Das Gewebe verformt sich unter der Belastung, kehrt jedoch bei Beendigung in die Ursprungsform zurück.
- Plastischer Teil: Es findet eine dauerhafte Verformung statt, die nach Ende der Belastung nicht reversibel ist. Die so genannte Elastizitätsgrenze oder Fließgrenze wurde überschritten.
- Bruchpunkt: Das Material reißt/bricht unter der Belastung (ZALPOUR, AUGUSTIN, 2006).

Neben der Bestimmung der maximalen Kraft am Bruchpunkt, kann mit Hilfe einer solchen Kurve Auskunft über die Steifigkeit eines Stoffes gegeben werden, und zwar wird dafür die Steigung der Kurve im elastischen Bereich bestimmt (ZALPOUR, AUGUSTIN, 2006). Es gilt, je steiler die Kurve verläuft, desto steifer ist auch das zu untersuchende Material.

Knochengewebe hat unter Belastung die Eigenschaft, viskoelastisch zu sein und zeichnet sich durch einen leicht gebeugten Kurvenverlauf in der elastischen Phase aus. Daraus resultiert, dass bereits im elastischen Bereich eine Verformung auftritt, die mit einer dauerhaften Deformation einher geht (ZALPOUR, AUGUSTIN, 2006).

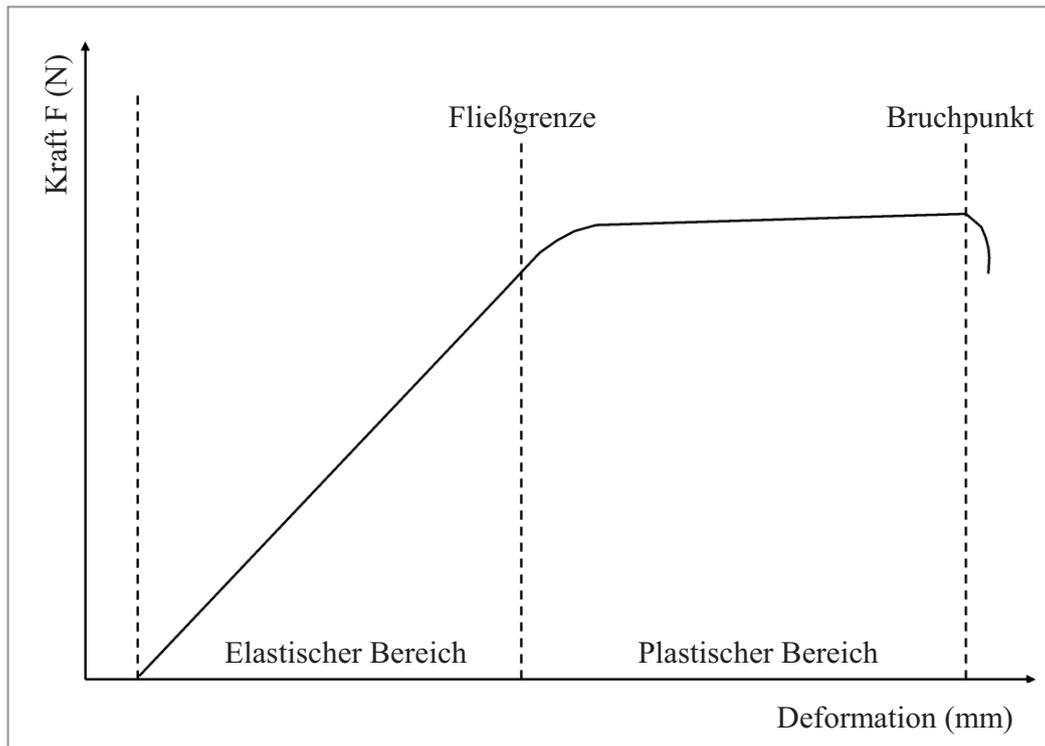


Abb. 8: Belastungs-Deformationskurve (nach PFEIL, KLEIN-ELLGUTH, GRAF, 2004)

2.6.3 Auswirkungen verschiedener Faktoren auf die Knochenqualität

Die Faktoren, die auf die Knochenqualität wirken, kann man in die endogene und in die exogene Gruppe einteilen. Zu den endogenen Faktoren zählen die Genetik, die Rasse, das Geschlecht und die verschiedenen Wachstums- und Geschlechtshormone. Zu den exogenen Faktoren zählen das Alter, die Ernährung, bei der Bewegung entstehende biomechanische Kräfte, die Haltung und Bewegungsaktivität, das Klima und das Auftreten von Krankheiten (PEARCE et al., 2000). Im Folgenden werden die einzelnen Faktoren und ihre Wirkungsweisen dargestellt, sowie im Anschluss daran einige Methodenvergleiche von Verfahren zur Bestimmung der Knochenqualität. Die Eckpunkte zu den Untersuchungen können Tab. 10 entnommen werden.

Effekte von Genetik und Alter

POCOCK et al. (1987) zeigten, dass die Knochenmineraldichte der Wirbelsäule und des proximalen Femur bei eineiigen Zwillingen im Vergleich zu zweieiigen deutlich enger korreliert ist. Damit bewiesen sie das Vorhandensein einer erblichen Komponente beim Menschen.

Neben der genetischen Veranlagung und den Wachstumshormonen wirken vor allem die Geschlechtshormone auf die Skelettentwicklung ein (FRANDSON et al., 2003). So haben Androgene wie Testosteron und Östrogen sehr komplexe Auswirkungen auf das Knochenwachstum: Beispielsweise der Wachstumsschub während der Pubertät wird auf die stimulierende Wirkung von Androgenen und Östrogenen zurückgeführt. Dieser Effekt scheint bei Androgenen stärker ausgeprägt, was sich in einer unterschiedlichen Körpergröße zwischen männlichen und weiblichen Tieren zeigt (FRANDSON et al., 2003).

Während beim Menschen signifikante Unterschiede zwischen genealogischen Herkünften und Geschlechtern bezüglich Knochendichte und Mikroarchitektur bestehen (GRAMPP et al., 1999), konnten für das Pferd keine Unterschiede festgestellt werden (FÜRST et al., 2008; SMITH und GOODSHP, 2008).

Nach FÜRST et al. (2008) und LAWRENCE et al. (1994) steigt beim Pferd die Knochenmineraldichte bis zum Alter von sechs Jahren an und bleibt dann entweder konstant oder sinkt ab. Während die von LAWRENCE et al. (1994) untersuchten Pferde die höchste Bruchstabilität mit 6,3 Jahren zeigten, wiesen die von FÜRST et al. (2008) untersuchten Pferde die höchste Bruchstabilität mit ca. viereinhalb Jahren auf. Beide Autoren bestimmten eine hohe Korrelation zwischen Knochenbruchstabilität und Knochenmineraldichte.

Neben der Knochenmineraldichte verändert sich auch die Mikroarchitektur des Knochens. So nimmt die Anzahl der Trabekel mit wachsendem Alter ab, während die Abstände zwischen den Trabekeln zunehmen (FÜRST et al., 2008).

Tab. 10: Untersuchungen zur Erfassung der Knochendichte und diese beeinflussenden Faktoren nach verschiedenen Autoren, Veröffentlichungsjahr (VÖ) und Tierzahl (n)

Autor	VÖ	Untersuchungsziel	Methode	n	ex-/in-vivo
BUCKINGHAM, JEFFCOTT	1991	Effekt Immobilisation	SPA Ultraschall	/	in-vivo MC III
LEPAGE et al.	1998	Methodentest	QUS	10	in-vivo: MC III
RIGGS, BOYDE	1999	Effekt Laufbandtraining	CT	12	in-vivo MC III
CORNELISSEN et al.	1999	Effekt Boxenhaltung	pQCT	43	in-vivo MC III
CARSTANJEN et al.	1999	Methodentest	QUS	25	in-vivo MC III
CARSTANJEN et al.	2000 2003	Methodentest	QUS DXA	8/11	ex-vivo MC III
PEARCE et al.	2000	Effekt Alter, Messstelle, Weichteile	QUS	10	in-vivo MC III
MCCLURE et al.	2001	Methodentest	DXA	12	ex-vivo MC III
BELL et al.	2001	Effekt Weidehaltung	Röntgen	17	in-vivo MC III
CARSTANJEN et al.	2002	Effekt Messstelle	QUS	12/8	in-vivo/ex- vivo MC III, Radius, Tibia
WHAN et al.	2003	Methodentest	QUS DXA	12	ex-vivo MC III
HINEY et al.	2004	Effekt Training, Boxenhaltung	Röntgen	18	in-vivo MC III
DONABEDIAN et al.	2005	Methodentest	DXA	14	in-vivo/ex- vivo MC III
FIRTH	2006	Effekt Training: Kortikalis, Spongiosa	DXA		ex-vivo MC III, Radius
FÜRST et al.	2008	Einfluss des Alters	XtremeCT	15	ex-vivo Radius, Tibia

Effekte von Haltung, Bewegung und Training

Die meisten Studien zeigen, dass ein großer Teil der Skelettentwicklung und Anpassung an verschiedene Belastungssituationen sowohl beim Menschen als auch bei Säugetieren in der frühen juvenilen Phase stattfindet (HINEY et al., 2004). Das Skelett ist während der Entwicklung besonders sensibel gegenüber Belastungsreizen, beim Pferd vor allem im Alter von ein bis zwei Jahren. Im Gegensatz zu Sehngewebe bleibt beim Knochen aber auch im Erwachsenenalter eine gewisse Fähigkeit zur funktionellen Anpassung erhalten (SMITH und GOODSHIP, 2008).

Von den vielen Faktoren, die die Architektur des Skeletts beeinflussen, ist die körperliche Aktivität vermutlich der wichtigste (BRAMA et al., 2001). In verschiedenen Studien konnte gezeigt werden, dass Training die durchschnittliche Knochenmasse, die Dicke der Kortikalis und die Knochenfestigkeit steigert (RAUB et al., 1989). Dabei spielt die juvenile Knochenentwicklung eine besondere Rolle. So haben viele Studien gezeigt, dass ein großer Teil der Skelettentwicklung und Anpassung an verschiedene Belastungssituationen sowohl beim Menschen als auch bei Säugetieren in der frühen juvenilen Phase stattfindet (HINEY et al., 2004), wobei auch nach der Maturität eine gewisse Fähigkeit zur Adaptation erhalten bleibt. In dieser Zeit ist das Skelett besonders sensibel gegenüber Belastungsreizen, beim Pferd vor allem im Alter von ein bis zwei Jahren. (SMITH und GOODSHIP, 2008).

KEBERNIK (2005) und BUCKINGHAM und JEFFCOTT (1991) konstatierten im Rahmen einer Untersuchung der Knochenmineraldichte mittels Ultraschall und SPA osteopenische Effekte in Folge der Immobilisation eines Vorderbeins beim Pferd. Diese Ergebnisse werden durch eine Untersuchung von DIRISAMER und GRAMPP (2002) bestätigt. Sie stellten fest, dass eine lang andauernde Inaktivität durch einen langsamen Knochenumsatz gekennzeichnet ist, welcher sich radiologisch in einer erhöhten Strahlentransparenz und Verdünnung der trabekulären und kortikalen Knochenstrukturen darstellt.

FIRTH et al. (1999) setzten die DXA-Technik ein, um u.a. den Effekt von Alter, Bewegung und Wachstumsrate auf das Auftreten von Osteochondrose bei Fohlen zu untersuchen. Sie stellten fest, dass die Knochenmineraldichte bei Fohlen im Alter von fünf Monaten signifikant durch Training beeinflusst bzw. erhöht werden kann. Außerdem fanden die Forscher heraus, dass bei Fohlen, die aufgrund ihrer Genetik ein erhöhtes Risiko aufwiesen, an Osteochondrose zu erkranken, die Knochenmineraldichte geringer ist.

MCCARTHY und JEFFCOTT (1992) untersuchten den Effekt von Laufbandtraining auf die Kortikalis des Metacarpus bei Jungpferden. Sie stellten Unterschiede in der Porosität der Kortikalis fest und ein deutliches Ansteigen des Knochenmineralgehalts bei der trainierten Gruppe. Auch RIGGS und BOYDE untersuchten 1999 mittels CT den Effekt von Laufbandtraining auf die Knochendichte in den distalen Regionen des Metacarpus bei zweijährigen Vollblütern. Sie stellten bei der trainierten Gruppe eine erhöhte Knochenmineraldichte im Vergleich zur Kontrollgruppe fest.

CORNELISSEN et al. (1999) und HINEY et al. (2004) konnten zeigen, dass Boxenhaltung in den ersten Lebensmonaten eine Verzögerung der normalen Knochenentwicklung bewirkt, die jedoch reversibel ist, wenn der Trainingsentzug beendet wird. Durch kurze Trainingsintervalle

konnten Knochenmasse und Mineralgehalt gesteigert werden. Bestätigt werden diese Ergebnisse durch eine Untersuchung von FIRTH (2006). Er stellte fest, dass der Metacarpus bei trainierten Pferden eine dickere Kortikalis und dickere Trabekel aufwies; diese Situation resultierte in steigender Knochenmasse und Mineraldichte.

Mittels Röntgenaufnahmen untersuchten BELL et al. (2001) den Effekt von täglichem Weidegang auf die Knochenmineraleichte des Metacarpus bei Absetzern der Rasse Arabisches Vollblut. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die Aufzucht auf der Weide oder zwölf Stunden täglicher Weidegang einen positiven Effekt auf den Erhalt der Knochenmineraleichte haben bzw. sich in Form einer Steigerung dieser auswirken. HOEKSTRA et al. (1999) bestätigten diese Ergebnisse im Umkehrschluss; sie stellten fest, dass die Boxenaufzucht im Vergleich zur Weideaufzucht zu reduzierten Knochenmineralgehalten führte.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass Training einen positiven Einfluss auf die Mikroarchitektur hat (FÜRST et al., 2008), wobei Knochen beim Pferd hochsensibel auf Trainingseinflüsse zu reagieren scheinen. So erfolgt eine Anpassung an Belastung in weniger als acht Wochen (FIRTH, 2006). Durch mechanische Belastungen innerhalb eines physiologischen Rahmens wird also der Knochenabbau gehemmt, der Aufbau dagegen gefördert (BOYDE, 2003). Allerdings kommt es in den ersten Trainingswochen häufig erst zu einer Abnahme der Knochendichte und so zu einer vorübergehenden verringerten biomechanischen Stabilität des Skeletts als Reaktion auf die neuen Anforderungen (NIELSEN et al., 1997).

Die funktionelle Anpassung des Knochens erfolgt durch einen wechselnden Anteil der Knochensubstanz und die Ausrichtung der Spongiosabälkchen, die von der Biege- und Druckbeanspruchung abhängig ist (LEONHARDT, 1990). D.h. die mechanische Beanspruchung des Knochens ist eines der wichtigsten Regulative für eine ausgeglichene Bilanz des Umbaus (LÜLLMANN-RAUCH, 2006).

Eine Zunahme des Knochenvolumens ist die Folge von Erschütterungen oder wiederkehrender Belastung. Belastung kann also sowohl eine Abnahme als auch eine Zunahme des Knochenvolumens bewirken, je nach Stärke und Dauer der Belastung sowie der Reife des Knochens. Exzessive Belastung eines wachsenden Knochens verlangsamt oder stoppt dessen Wachstum. Im reifen Knochengewebe wird dagegen auf diese Art exzessives Wachstum oder die Umstellung von Knochenstrukturen hervorgerufen (FRANDSON et al.,

2003). In einem bestimmten Bereich der Belastungsstärke erfolgt weder Formation noch Resorption von Knochenmasse (SMITH und GOODSHIP, 2008).

Effekte von Fütterung und Licht

Kalzium und Phosphor sind für eine gute Knochen-, Knorpel- und Muskelentwicklung unerlässlich. Mangelhafte Nährstoffversorgung oder Nährstoffimbilanzen senken Gewichts- und Wachstumszunahmen und können zu Knochenanomalien führen. Durch eine überhöhte Versorgung mit Energie und Protein kann das Auftreten von Osteochondrose provoziert werden (THOMPSON et al., 1988).

Fütterung mit kalziumarmen Rationen führt zu einer Reduktion der Knochenmineraldichte und des Längenwachstums der Knochen. Hohe Protein- und Energiemengen resultieren dagegen in höheren Wachstumsraten (THOMPSON et al., 1988).

Durch Einstrahlung von Sonnenlicht wird in der Haut Vitamin D produziert. Die Effektivität der Produktion hängt dabei von der Anzahl der UVB-Photonen ab, die durch die Haut hindurchtreten. Durch Umwandlung in Leber und Niere entsteht 1,25(OH)D, die aktive Form des Vitamin D. 1,25(OH)D steigert im Darm die Ca- und P-Absorption und spielt eine wichtige Rolle bei der Regulation des Knochen-Kalzium-Metabolismus. Die Hauptaufgabe von Vitamin D ist es, die Serumlevel von Ca und P im physiologischen Rahmen zu halten und so die meisten metabolischen Funktionen, die nervale Reizleitung und die Knochenmineralisation zu unterstützen. Ohne ausreichende Vitamin D-Versorgung kommt es zu ungenügender Knochenformation, beim Kind bzw. Jungtier z.B. zur Ausbildung von Rachitis. Durch niedrige Vitamin D-Konzentrationen kann beim Menschen das Auftreten einer Osteoporose provoziert bzw. eine solche verschlimmert oder Osteomalzie verursacht werden (MEAD, 2008).

Die genaue Funktion von Vitamin D beim Pferd ist noch nicht bis ins Detail geklärt. Einige Experimente mit geringen Tierzahlen zeigen, dass das Pferd einen vergleichsweise geringen Anspruch hat. Bei Vitamin D-Mangel kommt es aber auch beim Pferd zu Knochendeformationen, die denen anderer Spezies sehr ähnlich sind (MARTIN-ROSSET, 2005).

Verschiedene Methoden im Vergleich

Die meisten Untersuchungen zur Bestimmung der Knochenqualität des Pferdes wurden bislang an den Extremitäten von in Vollnarkose befindlichen Pferden durchgeführt oder ex-vivo (CARSTANJEN et al., 2003). Dabei hängt die Wahl der Untersuchungsmethode nicht nur

von der Güte der Diagnose, sondern auch von den Kosten und der Durchführbarkeit ab. So spielt es eine große Rolle, ob eine Messung der Knochendichte nur am in Vollnarkose befindlichen Pferd, am sedierten oder am nicht sedierten Pferd durchgeführt werden kann (LEPAGE et al., 2001).

Insgesamt wurden die bereits durchgeführten Studien an verhältnismäßig geringen Tierzahlen durchgeführt.

Die Anforderungen, die die Messung der Knochenqualität beim Pferd an die Technik stellt, sind vielfältig: Vor allem sollte es sich um eine nicht-invasive Methode handeln, die transportabel, schnell in der Erfassung und widerstandsfähig gegen Stallbedingungen ist. Sie sollte entweder ohne oder mit nur geringfügiger Sedierung am Pferd durchführbar sein und zwar möglichst ohne den Einsatz gefährlicher Strahlung. Für die Aussagefähigkeit der Ergebnisse muss sie präzise und reproduzierbar sein; sie sollte Zugriff auf eine Vergleichsdatenbank mit Informationen über Rasse, Alter und Geschlecht haben. Letztendlich sollte sie so günstig und präzise sein, dass wiederholte Messungen an einem Pferd Aussagen über die Anpassung von Training, Entwicklungsfortschritten oder Verletzungen zulassen (WHAN et al., 2003).

JEFFCOTT und MCCARTNEY stellten 1985 fest, dass die Messung der Ultraschalltransmissionsgeschwindigkeit eine gute Korrelation zur Knochenmasse ergab. 1987 entwickelten JEFFCOTT et al. den Versuchsaufbau weiter und konnten belegen, dass die QUS-Messung empfindlich genug ist, um auch geringe Veränderungen, wie sie während der Belastung und des Trainings auftreten können, wiederzugeben. Im folgenden Schritt wurden die Ergebnisse der Knochenqualitätsmessung mittels Ultraschall mit denen der Photonenabsorptiometrie kombiniert, so dass nun Informationen über den Knochenmineralgehalt (BMC), die Knochenmineraldichte (BMD) und die Elastizität vorlagen (MCCARTHY und JEFFCOTT, 1988; JEFFCOTT und MCCARTNEY, 1987). 1991 bzw. 1992 wurden die Ergebnisse der nicht-invasiven Untersuchungsmethoden dann noch durch histomorphometrische und mikroradiographische Untersuchungen bestätigt (MCCARTNEY und JEFFCOTT, 1992).

NIELSEN et al. (1997) haben, um neben den wachstumsbedingten Größenzunahmen auch Aussagen über die Mineralisation des Knochen machen zu können, die Methode von MEAKIM et al. (1981) dahingehend modifiziert, dass sie durch Bestimmung der Fläche des radiographischen Knochen-Aluminiumäquivalentes die Radiographien standardisiert und die

Knochenmasse als totales radiohographisches Knochen-Aluminiumäquivalent in mm^2 ausgedrückt haben.

CARSTANJEN et al. (2002) untersuchten die Beine von zwölf gesunden Pferden sowie jeweils die beiden Vorderbeine von acht getöteten Pferden. In-vivo wurden verschiedene Messungen am Metacarpus, der Tibia und dem Radius durchgeführt. An vier Pferden wurden alle Messstellen zehnmal (mit Neupositionierung) gemessen. Zusätzlich erfassten drei verschiedene Probennehmer jede Messstelle fünfmal an sechs verschiedenen Röhrrbeinen. An den ex-vivo Präparaten wurden an jedem Metacarpus neun Messstellen festgelegt, welche mit dem QUS jeweils vor und nach der Entfernung der Weichgewebeanteile gemessen wurden. Zusätzlich wurde untersucht, welches Kontaktmedium sich für den Einsatz am Bein des Pferdes besonders eignet. Zu diesem Zweck wurden an einem Vorderbein 96 Messungen mit drei verschiedenen Kontaktmedien durchgeführt. Die Ultraschallwerte für den lateralen Bereich des Metacarpus waren signifikant höher als die für den dorsalen und den medialen Bereich. Für die Messungen am Radius wurden keine Unterschiede zwischen den lateralen und medialen Bereichen festgestellt. Für die Messungen an der Tibia wurden signifikant höhere Ultraschallwerte festgestellt als für den dorsalen Bereich des Radius bzw. den dorsalen und medialen Bereich des Metacarpus. Der Variationskoeffizient zwischen den Messungen lag bei 0,62 % bis 3,15 %. Der Variationskoeffizient zwischen den Messungen der verschiedenen Probennehmern lag bei 0,78 % bis 2,70 %. Das Gewebe hatte keinen Einfluss auf die Messungen; es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ultraschallwerten mit und ohne Gewebeauflage festgestellt werden. Als bestes Kontaktmedium erwies sich das Silikon-Öl.

CARSTANJEN et al. wählten im Jahr 2003 einen anderen Versuchsaufbau und verglichen die Knochenqualität an elf getöteten Pferden mittels Ultraschall- und DXA-Messung. Dafür wurden an jedem Bein neun Messstellen festgelegt. Im Rahmen der DXA-Messung wurde die Knochenmineraldichte der gesamten Kortikalisdicke sowie in den äußeren 4 Millimetern der Kortikalis der Messstelle und der gesamten Knochenscheibe bestimmt. Jede Messstelle wurde mit beiden Methoden zehnmal gemessen. Die Ultraschallwerte des lateralen Bereichs waren mit 4.164 m/s durchgehend höher als die im dorsalen Bereich (3.904 m/s). Für die DXA-Messung stellte sich die Situation genau umgekehrt dar, so wurden die niedrigsten Werte im lateralen Bereich festgestellt. Mittlere bis hohe Korrelationen zwischen den QUS- und DXA Werten konnten nur für das distale Level ermittelt werden. Zusammenfassend stellen die Autoren fest, dass sich sowohl das QUS- als auch das DXA-Verfahren gut als nicht-invasives Instrument für die Erfassung von Knocheneigenschaften eignen. Es werden zwar nicht die

gleichen Parameter erfasst, aber ergänzend angewendet ist es möglich, Informationen über die Beschaffenheit und die Einflüsse auf den Knochen zu gewinnen.

Ebenfalls im Jahr 2003 untersuchten WHAN et al. den Zusammenhang zwischen der quantitativen Ultraschallmessung, der DXA-Messung, der Micro-Computertomographie und der Zugbelastungsfähigkeit mittels Elastizitätsmodus. Für diesen Vergleich wurden neun verschiedene Messstellen bestimmt. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Messwerte der Ultraschallmessung sehr von der Messseite und dem jeweiligen Pferd abhängig sind. Alle drei untersuchten Level weisen die höchsten SOS Messungen im lateralen Messabschnitt, mittlere im medialen und geringe im dorsalen Bereich auf. Zwischen dem rechten und dem linken Vorderbein konnten anhand der SOS Werte keine Unterschiede festgestellt werden. Eine enge Beziehung besteht laut WHAN et al. zwischen den Ultraschallwerten und der Zugfestigkeit im distal-dorsalen Abschnitt des Metacarpus ($r = 0,47$). Er sieht den kausalen Zusammenhang darin, dass die mediale und die laterale Seite im distalen Abschnitt direkt oberhalb des Fesselgelenkes einen variablen Anteil an spongiösem Knochen haben, was zu einer herabgesetzten Zugfestigkeit führt.

2.7 Retrospektive und Nutzungsdauer

Informationen über die Nachhaltigkeit einer bestimmten Genetik, eines bestimmten Aufzuchtssystems oder einer bestimmten Nutzungsform sind aus organisatorischen oder prüfungstechnischen Gründen nur schwer zugänglich. In jedem Fall sind diese Informationen nur retrospektiv, also rückwirkend, zu erfassen und auszuwerten. Der Parameter „Nutzungsdauer“ erscheint geeignet, eine Aussage über die Konsistenz eines Leistungsmerkmal zu machen. Sie zählt zu den indirekten Leistungsmerkmalen, ähnlich wie die Fruchtbarkeit, die Belastbarkeit oder die Krankheitsresistenz (LANGHOLZ et al., 1994).

2.7.1 Theoretische Betrachtung der Nutzungsdauer

Bei der Nutzungsdauer handelt es sich um den Zeitraum, in dem das Tier im Hinblick auf seine spezifische Nutzung z.B. Zucht, Produktion tierischer Erzeugnisse oder die Teilnahme am Turniersport eingesetzt wird. Die Art der Nutzung entscheidet dabei über die Länge der Nutzung. Die Nutzungsdauer beginnt mit dem Tag, an dem das Individuum die gewünschte

Leistung bringt und endet an dem Tag an dem die Leistung nicht mehr erbracht werden kann (WÖHLK, 1998).

Da ein natürlicher Tod bei den meisten landwirtschaftlichen Nutztieren ausscheidet, muss bei der Analyse der Nutzungsdauer nach der Abgangsursache des Tieres gesucht werden. Meist entscheidet der Betriebsleiter über den Zeitpunkt der Merzung; hier muss allerdings zwischen leistungsbedingten und fitnessbedingten Faktoren als Ursache für die Merzung unterschieden werden (DUCROCQ, 1987).

Unter fitnessbedingte Ursachen fallen z.B. Krankheiten oder Funktionsstörungen. Diese Abgänge sind vom Betriebsleiter nicht gewollt und somit unfreiwillige Abgänge. Leistungsbedingte Abgänge sind Merzungen, die vom Menschen aufgrund der Leistung freiwillig getroffen werden. Hierbei kommt es nicht auf die absolut erbrachte Leistung an, sondern auf die Rangierung des Tieres innerhalb des Betriebes (DUCROCQ, 1987). Aufgrund dieser Unterschiede wurden die Begriffe tatsächliche und funktionale Nutzungsdauer in der Rinderzucht eingeführt. Die tatsächliche Nutzungsdauer beschreibt die direkt beobachtete Nutzungsdauer, die auf der Leistung und der Fitness einer Kuh in der Herde basiert. Die funktionale Nutzungsdauer ist leistungsunabhängig und berücksichtigt nur die Fitness einer Kuh, somit beschreibt diese die Gesundheit und Konstitution eines Tieres (DUCROCQ et al., 1988; DUCROCQ, 1987).

Eine lange Nutzungsdauer ist in der landwirtschaftlichen Produktion ein wichtiges Kriterium für die Rentabilität, weil dadurch die Ausnutzung des altersbedingten Leistungsmaximums möglich ist und die Kosten zur Remontierung niedrig gehalten werden können. Zudem ermöglicht eine lange Nutzungsdauer eine bessere Selektion der Remonten, wenngleich die Verlängerung des Generationsintervalls zu einer Reduktion des Zuchtfortschritts führen kann (SCHAAF et al. 1985; FALCONER, 1984).

2.7.2 Die praktische Erfassung der Nutzungsdauer für das Pferd

Die Pferdezucht unterscheidet sich von anderen Nutztierzuchten vor allem dadurch, dass sie überwiegend hobbymäßig betrieben wird. Trotzdem ist auch hier die Wirtschaftlichkeit von zunehmender Bedeutung, daher spielt eine lange Nutzung der Pferde neben den emotionalen Aspekten eine wesentliche Rolle (MEINARDUS, 1995).

Im Rahmen der Betrachtung der Nutzungsdauer beim Pferd muss man zunächst die unterschiedlichen Nutzungsformen berücksichtigen, die zur Entwicklung einer enormen

Rassevielfalt geführt haben, die sich neben den Unterschieden im Exterieur auch in der Belastbarkeit des Pferdes widerspiegeln (LÖWE und MEYER, 1979). Allgemein wird eine hohe Belastbarkeit der Pferde vorausgesetzt. Dies gilt für alle Bereiche des Pferdesports, und zwar vom Rennpferd über das Turnierpferd bis hin zum Freizeitpferd.

Dabei gilt, dass der Maßstab für die Beurteilung der Qualität eines Pferdes nicht allein in einer guten oder überdurchschnittlichen Leistung gesehen werden darf, sondern er spiegelt sich vor allem in der Kontinuität der gezeigten Leistungen und in einer langen Nutzungsdauer wieder (WÖHLK, 1998). Was die Gesundheitsmerkmale betrifft, so stellen GAULY (2008) sowie WÖHLK und BRUNS (1999) allerdings fest, dass innerhalb der letzten Jahre den Parametern der Gesundheit und Fruchtbarkeit in Relation zur Leistungssteigerung zu wenig Bedeutung beigemessen wurde.

Unsachgemäße Haltung und Fütterung sowie unregelmäßige Bewegung führen vor allem im Freizeitbereich oft zu gesundheitlichen Problemen. Im Hochleistungsbereich führen vor allem die vermehrte Turnierteilnahme und damit auch intensivere Trainingseinheiten sowie die z.T. hohe Belastung bei Transporten zur Schädigung der Gesundheit. Somit wird an die Konstitution eines Pferdes ein hoher Anspruch gestellt (GLODEK, 1979; WINTER, 1995).

Dabei zählen die Krankheiten der Bewegungsorgane mit 46,8 % bis 55,9 % zu den häufigsten Abgangsursachen, gefolgt von den Krankheiten der Verdauungsorgane (10,6 % bis 18,2 %), den Erkrankungen des Atmungsapparates (6,7 % bis 17,6 %), den Erkrankungen des Herz-Kreislaufapparates (7,2 % bis 9 %), den Erkrankungen der Harn- und Geschlechtsorgane (2,8 % bis 7,5 %), den Erkrankungen des Nervensystems (1,6 % bis 3 %) und den Infektionskrankheiten (0,1 % bis 0,9 %). Zu diesen Ergebnissen kam eine Studie der Vereinigten Tierversicherung Gesellschaft a.G., die von 1984 bis 1994 mit 34.865 Pferden durchgeführt wurde.

In den vergangenen Jahren wurden innerhalb verschiedener Rassen und Nutzungsrichtungen einige Untersuchungen zur Nutzungsdauer beim Pferd durchgeführt. Im Folgenden werden die zentralen Ergebnisse vergleichend dargestellt.

HERZOG untersuchte 1991 7.000 Galopprennpferde in Deutschland, die aus dem Rennsport ausgeschieden waren. Zu jedem der 7.000 Pferde wurde ein Karriereprofil entwickelt. Hierzu dienten Daten aus den Jahren 1950 bis 1989 vom Direktorium für Vollblutzucht und –rennen in Köln. Aus diesen wurden folgende Jahre analysiert: 1966/1967, 1976/1977 und 1986/1987. Es wurden alle Vollblüter untersucht, die in diesen Jahren zum letzten Mal ein Rennen bestritten. Mit Hilfe von Rennkalendern konnten die Rennergebnisse früherer Jahre

zurückverfolgt werden. Insgesamt liefen in den Jahren 1966/1967 1.500 Vollblüter Rennen und in den Jahren 1986/1987 3.070. Der prozentuale Anteil der jährlich ausgeschiedenen Pferde lag in beiden Fällen bei ca. 30 %. Die meisten Pferde schieden in einem Alter von drei bzw. vier Jahren aus, der Anteil der Stuten lag hier mit 55 % bzw. 69 % über dem der Wallache und Hengste. Bei den fünfjährigen und älteren Pferden, die aus dem Rennsport ausschieden, machten die männlichen Tiere den größeren Anteil aus. Über 50 % der Galopprennpferde, die in den Jahren 1966/1967 und 1976/1977 ihr letztes Rennen absolvierten, waren zum Zeitpunkt ihres ersten Rennens zwei Jahre alt. In dem dritten Beobachtungszeitraum war der Anteil der Pferde, die erst dreijährig ihr erstes Rennen bestritten, relativ gesehen höher. Nur 5 % bis 16 % aller untersuchten Pferde begannen ihre Karriere mit vier Jahren oder älter. Der größte Anteil der eingesetzten Pferde lief zwei Jahre aktiv Galopprennen (55 %), 15 % bis 18 % der Vollblüter wurden nur ein Jahr in Rennsaisons eingesetzt, 17,5 % bis 21,5 % wurden in drei Rennsaisons eingesetzt. Die Anzahl der Pferde, die fünf Jahre und länger in Rennen eingesetzt wurden, lag unter 10 %. Bei dieser Untersuchung zeigte sich, dass die Einsatzdauer vom Anfangsalter und vom Geschlecht des Pferdes beeinflusst wurde. Je früher die Pferde ihr erstes Rennen absolvierten, desto länger dauerte ihre Karriere. Zu vermerken gilt allerdings, dass die Anzahl der am Rennen beteiligten Pferde mit zunehmendem Alter deutlich sank. Die mittlere Einsatzdauer von Stuten lag bei dieser Studie bei 2,7 Jahren, Hengste verblieben im Durchschnitt 3,5 Jahre auf der Rennbahn und Wallache wurden im Mittel 4,3 Jahre im Rennsport eingesetzt. Dies bedeutet insgesamt eine mittlere Nutzungsdauer von 3,3 Jahren.

PHYSICK-SHEARD (1986) untersuchte den Einfluss von Alter, Geschlecht und Anfangsalter auf die Rennleistung und die Karrieredauer von Trabern. Dazu wurden die Rennkarrieren (1974 bis 1983) von 762 Pferden des Geburtsjahrgangs 1972 aus Kanada zurückverfolgt. Von den 762 Pferden starteten nur 66,5 % (507 Pferde) jemals in einer Rennprüfung. Im Schnitt waren die Traber zum Zeitpunkt des ersten Rennens 3,4 Jahre alt, wobei die drei- und vierjährigen Pferde mit 69,6 % den größten Anteil hatten. Zweijährig gingen nur 16,8 % an den Start und 7 % waren bei Beginn ihrer Rennkarriere zwischen fünf und sieben Jahre alt. 19 % der 507 Pferde hatten eine Rennkarrieredauer von mehr als sechs Jahren, wobei 59 % der Traber eine Nutzungsdauer von vier oder weniger Jahren aufwiesen. Im Mittel wurden die Pferde 4,1 Jahre im Rennsport genutzt. Hierbei ist zu vermerken, dass Stuten im Vergleich zu den Hengsten und Wallachen kürzer im Sport eingesetzt wurden: Für sie wurde eine Nutzungsdauer von 3,4 Jahren ausgerechnet, während für die Wallache und Hengste eine mittlere Nutzungsdauer von 4,8 Jahren bestimmt wurde. Durchschnittlich wurden die

untersuchten Traber in 14,2 Rennen pro Rennsaison eingesetzt, wobei 30 % der Pferde an maximal 20 Rennen in ihrer gesamten Rennlaufbahn teilnahmen und 29 % der Pferde an mehr als 100 Rennen teilnahmen. Das Minimum an gelaufenen Rennen pro Pferd lag bei eins und das Maximum bei 347 Rennen. Allgemein konnte man feststellen, dass die Traber umso mehr Rennen liefen, je jünger sie zum Zeitpunkt ihres ersten Renneinsatzes waren.

GUTEKUNST bestimmte 1977 auf der Basis einer Versicherungsstatistik die Nutzungsdauer von Turnierpferden: Die durchschnittliche Nutzungsdauer lag in dieser Auswertung bei 5,5 Jahren. Die Berechnung erfolgte bei Unterstellung dessen, dass alle entschädigten Pferde im Turniersport eingesetzt wurden. Weiterhin wurde die Reitsportdisziplin nicht mit berücksichtigt.

RICARD und CHAPUIS untersuchten 1997 die Ergebnisse von 42.393 Stuten und Wallachen der französischen Springpferdepopulation aus den Bezugsjahren 1972 bis 1991. Die zurückverfolgten Pferde waren vierjährig und älter und wurden hinsichtlich ihrer Nutzungsdauer analysiert. Die Untersuchung fokussierte das Merkmal „Anzahl Jahre im Springsport“ und berücksichtigte die Wirkung der Umwelteffekte Jahr, Alter, Alter bei erster Turnierteilnahme und Leistungsniveau auf die Nutzungsdauer. Das Leistungsniveau wurde berechnet, in dem die jährliche Gewinnsumme auf die jährliche Anzahl Starts bezogen wurde; durch diese Vorgehensweise konnte ausgesagt werden, dass je höher die Gewinnsumme war, desto länger wurde das Pferd auch turniersportlich genutzt. Auch hier konnte belegt werden, dass die Nutzungsdauer umso länger war, je eher ein Pferd sportlich eingesetzt wurde. Die meisten Pferde (83 %) wurden im Alter zwischen vier und sechs Jahren das erste Mal auf einem Turnier eingesetzt: 40% der Pferde waren vierjährig, 28% fünfjährig und 15% sechsjährig. Unabhängig vom Alter beim ersten Start ist der prozentuale Anteil der Pferde, die noch mit neun oder zehn Jahren an Turnierprüfungen teilnehmen. Die Autoren kamen zu dem Ergebnis, dass ein Pferd, welches keinen Gewinn erzielt, mit einer 1,9-mal höheren Wahrscheinlichkeit aus dem Sport genommen wird als ein Pferd, bei dem die logarithmische Gewinnsumme dem Populationsmittel entspricht.

WÖHLK und BRUNS untersuchten 1999 die Nutzungsdauer von 40.000 Dressur- und 70.000 Springpferden aus den Turnierjahren 1980 bis 1995, die sich innerhalb dieses Zeitraumes erstmalig platzierten. Sie legten als Nutzungsdauer die Anzahl von Jahren zwischen dem Datum der ersten und dem Datum der letzten Turnierplatzierung zu Grunde. Die mittlere Nutzungsdauer der deutschen Turnierpferde lag bei 3,4 Jahren, wobei die Springpferde durchschnittlich fünf Monate länger eingesetzt wurden als die Dressurpferde. Dabei gingen

41 % der Dressur- und 32 % der Springpferde im Mittel nur ein Jahr im Sport, über die Hälfte aller Turnierpferde absolvierte nicht mehr als zwei Jahre im Turniereinsatz und eine drei- bis vierjährige Nutzungsdauer konnten nur noch 19 % aller Dressur und 22 % aller Springpferde aufweisen. Jeweils etwa 2,5 % der Dressur- und Springpferde wurden über einen Nutzungszeitraum von 11 bis 15 Jahren eingesetzt. Die längste Nutzungsdauer wurde geschlechtsübergreifend bei früh startenden Pferden ermittelt, die zum Zeitpunkt ihrer ersten Plazierungen zwischen vier und sechs Jahren alt waren. Die Länge der Einsatzdauer nahm in beiden Disziplinen mit steigendem Alter zum Zeitpunkt der ersten Platzierung ab. Weiterhin wurde festgestellt, dass sich die Anzahl der Nutzungsjahre mit zunehmender Anzahl der Plazierungen verlängerte; anders ausgedrückt werden Pferde mit vielen Plazierungen während ihrer Karriere bzw. pro Turnierjahr länger im Turniersport eingesetzt.

Auf der Basis der Ergebnisse kommen WÖHLK und BRUNS (1999) zu dem Ergebnis, dass auch im Pferdesport zwischen der tatsächlichen und der funktionalen Nutzungsdauer unterschieden werden muss. So ist die ermittelte Einsatzlänge im Turniersport Ausdruck des leistungsabhängigen Maßes an Gesundheit und Konstitution der Pferde und spiegelt die funktionale Nutzungsdauer der Pferde wider. Andererseits ist die Einsatzdauer auch von der erbrachten Leistung der Pferde abhängig. Die Entscheidung des Besitzers, das Pferd erneut starten zu lassen oder es aus dem Sport zu nehmen, wird von seiner positiven oder auch negativen Leistung bestimmt. Dieser, durch den Besitzer herbeigeführte Effekt der Leistungsselektion drückt die tatsächliche Nutzungsdauer aus; er kann aber auch auf der Basis von Veränderungen (z.B. Zeitmangel, Krankheit) des Besitzers im Privat- oder Berufsleben beruhen. Abschließend kommen WÖHLK und BRUNS (1999) zu dem Fazit, dass eine unverzerrte Analyse und Bewertung der Nutzungsdauer von Reitpferden im Turniersport bis zu dem Jahr der Untersuchung nicht möglich gewesen sei und regen an, dem Komplex der Nutzungsdauer und Konstitution mehr Beachtung zu schenken.



3 Material und Methoden

Da bislang wenige wissenschaftliche Erkenntnisse über die Hengstaufzucht in Deutschland vorliegen, wurde ein multifaktorieller Untersuchungsansatz angewendet. Es wurden folgende sechs Ansätze verfolgt:

- Beschreibung und Erhebung von Strukturdaten westfälischer und hannoverscher Hengstaufzuchtbetriebe
- Datenaufnahme an den Hengsten in den Betrieben
- Röntgen der Epiphysenfugen
- Methodenvergleich verschiedener Formen der Knochendichtemessung
- Retrospektive Analyse der Hengstjahrgänge 1996 bis 2006/2007
- Umfrage unter (Hengst-) Aufzüchtern in Westfalen.

Tab. 11 gibt einen Überblick über die Beobachtungszahlen innerhalb der verschiedenen Erhebungsansätze.

Tab. 11: Übersicht über die Anzahl der Beobachtungen innerhalb der verschiedenen Datenelemente

Erhebungsansatz	Beobachtungen
Hengstaufzuchtbetriebe	11
Metrische Daten	721
Gesamterscheinung und Gliedmaßenbeschreibung	476
Röntgen der Epiphysenfugen	110
Retrospektive	1.199
Hengstaufzüchterbefragung	86
Knochendichtemessung	19

3.1 Die Hengstaufzuchtbetriebe

Die Auswahl der Hengstaufzuchtbetriebe

Für die Auswahl der kooperierenden Hengstaufzuchtbetriebe wurde mit dem Westfälischen Pferdestammbuch e.V. und dem Hannoveraner Verband e.V. zusammengearbeitet. Mittels

direkter Ansprache der Hengstauzüchter durch die Zuchtleitung erfolgte die Kontaktaufnahme.

Ein Hengstauzuchtbetrieb erschien für die Datenaufnahme geeignet, wenn er folgende Kriterien erfüllte:

- Jährliche Aufzucht von Junghengsten mit der Zielsetzung, diese Hengste zur Hauptkörung in Münster-Handorf und bzw. oder Verden vorzustellen,
- Aktive Hengstauzucht seit mindestens zehn Jahren,
- Betriebsstandort im westfälischen (rheinischen) oder niedersächsischen Zuchtgebiet,
- Aufzucht primär westfälischer und bzw. oder hannoverscher Hengste.

Die Charakterisierung der Hengstauzuchtbetriebe

Eine Charakterisierung der elf Hengstauzuchtbetriebe erfolgte mittels eines Fragebogens (Face-to-Face-Befragung mit den Betriebsleitern). Der Fragebogen setzte sich aus insgesamt zehn Kapiteln mit jeweils 68 sowohl offenen als auch geschlossenen Fragen zusammen. Mit einer Likert-Skala wurde bei Fragen gearbeitet, mittels derer Häufigkeiten oder Bewertungen abgefragt werden sollten. Die Beantwortung des Fragebogens dauerte insgesamt ca. 30 Minuten. Im Folgenden werden die inhaltlichen Kapitel kurz dargestellt:



- Allgemeine Betriebsdaten: Betriebsentwicklung, Arbeitskräfte, Standort, Betriebsgröße, Rechtsform
- Pferdehaltung: Anzahl Pferde, Verteilung Zuchtgebiete, Einzel- bzw. Weidehaltung, Trainingsanlagen
- Fütterung: Futterrationsgestaltung, Fütterungstechnik Stall und Weide
- Servicemaßnahmen: Hufpflege, Impfungen, Parasitenbekämpfung
- Einstellungskriterien für die Junghengste
- Aufzuchtmanagement: Fragen der Absetzverfahren
- Selektionsmaßnahmen im Verlauf der Hengstaufzucht: Zeitpunkte, Art und Häufigkeit, Kriterien der Selektion, Entwicklungsprobleme
- Veterinärmedizinische Aspekte: Art der Untersuchung, Durchführung chirurgischer Eingriffe, gesundheitliche Problembereiche
- Vorbereitung zur Vorauswahl: Körplätze, betriebseigene Vorbereitung, Managementmaßnahmen
- Vorbereitung zur Hauptkörung: Veränderungen und Art der Veränderungen im Management.

Die Erfolgsparameter der Hengstaufzuchtbetriebe

Um die Hengstaufzuchtbetriebe in ihrem Umfang und ihrem Erfolg einordnen zu können, wurde auf Basis der Daten aus dem beschriebenen Fragebogen– bei Unterstellung sich nicht ändernder Bedingungen – der durchschnittliche Anteil der Hengste pro Jahrgang auf die Summe des Zeitraums von 1994 bis 2004 hochgerechnet. Im nächsten Schritt wurden alle Hengste, die in diesem Zeitraum zur Vorauswahl angemeldet wurden, aufsummiert. Dieser Wert wurde in Prozent umgerechnet, um einen relativen Wert für den Vergleich der Aufzuchtbetriebe verfügbar zu haben. Das gleiche Procedere wurde für die gekörten Hengste aus diesem Zeitraum angewendet.

3.2 Die Datenaufnahme: Die Hengste in den Aufzuchtbetrieben

In der vorliegenden Arbeit wurden 476 Hengste im Alter von 8 bis 35 Lebensmonaten aus den Geburtsjahrgängen 2006, 2007 und 2008 untersucht. Je nach Alter und Betrieb wurden ein- bis viermal Daten an diesen Pferden erhoben. Aus betrieblichen Gründen wie z.B. Verkauf, Krankheit, Tod oder „Nicht-Verfügbarkeit“ standen nicht immer bei allen Betriebsbesuchen die ursprünglich zur Datenerhebung vorgesehenen Pferde zur Verfügung.

Die untersuchten Hengste waren fast ausschließlich westfälischer bzw. hannoverscher Abstammung. Sie stammten von insgesamt 179 Vätern und 241 Muttervätern ab.

Von jedem Hengst wurden im Rahmen der Datenaufnahme auf den Betrieben pro Termin 34 Merkmale erfasst, die sich in die folgenden drei Hauptmerkmalsgruppen einteilen lassen: Die Körpermaße, die Gesamterscheinung und die lineare Beschreibung der Gliedmaßen.

Die Erfassung der Körpermaße

Im Rahmen der Erfassung der Körpermaße wurden die Lebendmasse in kg, das Stock- und Bandmaß, die Röhrbeinlänge, der Röhrbeinumfang, der Fesselgelenksumfang, der Brustumfang und die Rumpflänge jeweils in cm erfasst (Tab. 12). Die Auswahl der Maße erfolgte nach folgenden Kriterien (adaptiert nach FINKLER-SCHADE, 1997):

- gebräuchliches Körpermaß
- exakte anatomische Erfassbarkeit
- Anwendbarkeit in der Praxis.

Die Lebendmasse wurde mittels einer mobilen Waage der Firma TRU TEST, MP Series 600 mit einer maximalen Wiegekapazität von 1.500 kg und einer Auflösung von 0,5 kg ermittelt. Diese mobile Waage besteht aus 2 Wiegebalken, auf die ein Rahmen aus Vierkantrohren gelegt wurde. Die so gebildete Grundfläche lag bei 0,6 m mal 1,80 m. In den Rahmen wurden jeweils vier mit Teppichrasen beklebte leimgebundene Sperrholzplatten gelegt. Vor Ort wurde die Waage im Stall der Junghengste aufgebaut, bündig zur Wand und auf ebener Fläche. Zur Begrenzung der zweiten langen Seite wurde ein Quaderballen hochkant gelegt. Zur „Kalibrierung“ der Waage vor Ort wog sich die Versuchstellerin jeweils selbst.

Soweit möglich wurden alle Messungen und Datenaufnahmen am ruhig stehenden, alle vier Beine belastenden Pferd durchgeführt.



Tab. 12: Erhobene Körpermaße inklusive der Einheiten, Messansatzpunkte und Messinstrumente

Bezeichnung der Längenmaße	Messpunkte und Art der Messung
Lebendmasse (LM)	Lebendmasse in kg
Stockmaß (SM)	Lot des höchsten Punktes des Widerristes vom Boden in cm
Bandmaß (BM)	Abstand vom höchsten Punkt des Widerristes über die Schulter zum Boden in cm
Röhrbeinlänge (BM)	Vom medialen Bandhöcker der Speiche bis zum Spornansatz in cm
Röhrbeinumfang (BM)	Umfang der dünnsten Stelle des linken Röhrbeins (MC III) in cm
Fesselgelenksumfang (BM)	Umfang der stärksten Stelle des Fesselgelenkes in cm
Rumpflänge (BM)	Von der Bugspitze bis zum Sitzbeinhöcker in cm
Brustumfang (BM)	Umfang der Brust auf Höhe der Buggelenke bis in die Gurtlage in cm

Das Stockmaß wurde mit einem Gerät der Firma Tuma® (Size Standard 594902, Patent-Nr. 299137887) mit integrierter Wasserwaage gemessen.

Sämtliche mit dem Bandmaß gemessene Parameter wurden mit einem Kunststoffmaßband der Firma Hauptner® erhoben.

Um einen Vergleichswert über die Lebendmasseentwicklung in Beziehung zu den Lebenstagen post partum nutzen zu können, wurde ein Lebendmasse/Alter-Index (LMA-Index) gebildet, der als Ausdruck eines modifizierten Wertes für die Tageszunahme verwendet wird. Modifiziert deswegen, weil Ergebnisse longitudinaler Wachstumsstudien nicht vorlagen und somit auch keine Bezugsgrößen wie das Geburtsgewicht der Pferde. Es wurde also das Gewicht zum Zeitpunkt der Datenaufnahme durch die Anzahl der Lebenstage zum Zeitpunkt der Datenaufnahme geteilt. Vereinfachend wird der Wert im Folgenden als Tageszunahme bezeichnet.



Die Einteilung der Betriebe in die unterschiedlichen Intensitätsklassen

Zur Einteilung der Hengste in drei Intensitätsklassen der Hengstaufzucht wurden alle Datenaufnahmetermine als Einzelbeobachtung bewertet. So konnte auf einen Datensatz von 721 Beobachtungen zugegriffen werden. Mittels dieser Beobachtungen wurden Mittelwerte für die Lebendgewichte der Hengste über die Entwicklungszeiträume 6. bis 10. Lebensmonat, 11. bis 15. Lebensmonat, 16. bis 20. Lebensmonat, 21. bis 25. Lebensmonat, 26. bis 30. Lebensmonat und 31. bis 35. Lebensmonat gebildet sowie betriebsabhängige Mittelwerte über die genannten Entwicklungsphasen. Auf den altersabhängigen Mittelwert aller Betriebe wurde die Standardabweichung aufgeschlagen bzw. abgezogen. Abb. 9 zeigt schematisch wie bei der Einteilung vorgegangen wurde: Die Betriebe, deren Mittelwerte oberhalb des Mittelwertes inklusive Standardabweichung angesiedelt waren, wurden der Kategorie „hohe Intensität“ zugeordnet, die Betriebe, die sich innerhalb der Grenzen des Mittelwertes inklusive der Auf- und Abschläge der Standardabweichung bewegten, wurden der Kategorie „moderate Intensität“ zugeordnet. Diejenigen, die unterhalb des Mittelwertes abzüglich der Standardabweichung angesiedelt waren, wurden der Kategorie „niedrige Intensität“ zugeordnet.

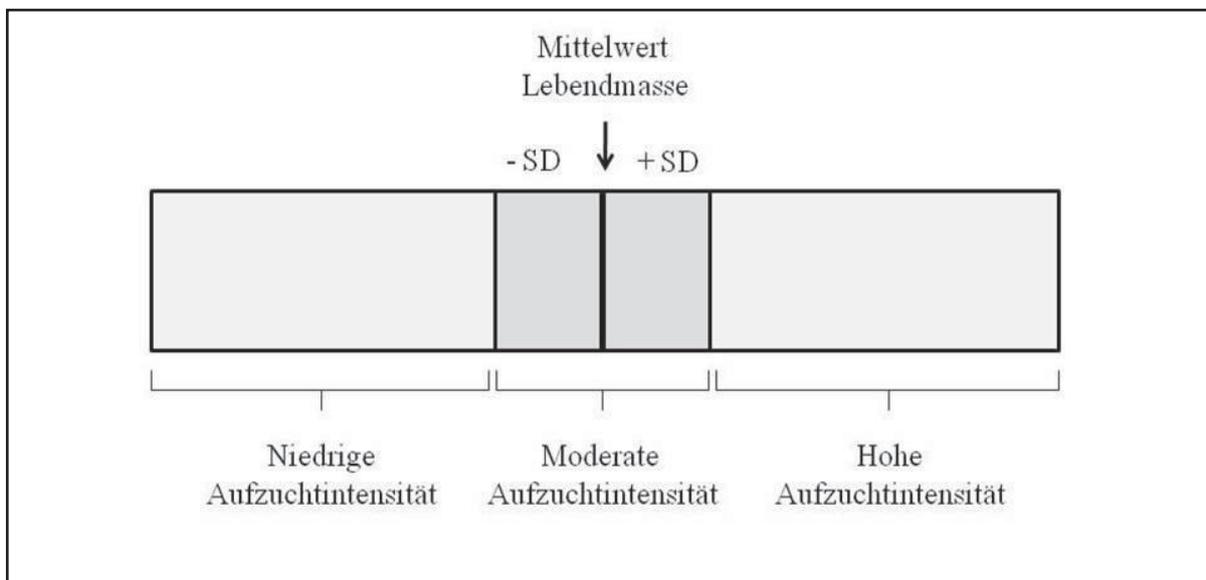


Abb. 9: Schematische Darstellung der Vorgehensweise zur Einteilung der Betriebe in die drei Aufzuchtintensitäten „niedrig, moderat, hoch“ auf Basis der Lebendmasse aller Beobachtungen



Die Erfassung der Gesamterscheinung

Im Rahmen der Erfassung der Gesamterscheinung wurden sowohl deskriptive als auch palpatorische Merkmale aufgezeichnet.

Zunächst wurden die Entwicklung, der Rasse- und Geschlechtstyp und der Body Condition Score bewertet. Für die ersten beiden beschreibenden Merkmale wurden jeweils drei kategorische subjektive Werte vergeben. Im ersten Fall eine eins für ein wenig entwickeltes Pferd und eine drei für ein weit entwickeltes Pferd. Im zweiten Fall wurde eine eins für ein Pferd mit wenig Typ und Ausdruck vergeben und eine drei für ein Pferd mit deutlicher Typausprägung. Für die Bewertung des Body Condition Scores wurde die sechsstufige Skala von WRIGHT (1998) verwendet. Im Rahmen dieses Scorings wird eine null vergeben für ein sehr dünnes abgemagertes Pferd und eine fünf für ein sehr fettes Pferd.

Zur Auswertung und Vergleichbarkeit der Untersuchungsdaten für den Entwicklungszustand, den Rasse- und Geschlechtstyp und den Body Condition Score wurden im Falle mehrfacher Erhebungen an einem Hengst jeweils Mittelwerte über die Beobachtungen gebildet, so dass für die Vergleichsanalyse jedes Aufzuchtssystems die Daten für 475 Hengste vorlagen.

Da es sich bei den Werten für Entwicklungszustand, Rasse- und Geschlechtstyp, Body Condition Score und Pflegezustand um metrische Variable handelte, wurden zunächst ein Mittelwert und dann eine aufzuchtssystemspezifische Frequenz für das jeweilige Merkmal ausgewiesen. Die Ergebnisse Merkmale Beschaffenheit von Haut und Fell, Auge, Nüstern und Kehlkopf sowie Geschlechtsapparat wurden als prozentuale Frequenzen dargestellt.

Im Anschluss wurden die Extremitäten untersucht: Diese wurden sowohl palpiert als auch visuell beschrieben. Tab. 2Tab. A1 stellt die erfassten Merkmale an den Vorder- und Hinterextremitäten der Junghengste ausführlich dar. Physiologische Veränderungen wurden als Ja/Nein Merkmal an jeder einzelnen Extremität erfasst. Mittels dieser binominalen Erfassung wurde die prozentuale Häufigkeit des Auftretens dargestellt.

Im Anschluss an die Erfassung der Merkmale der Extremitäten wurde der Zustand der Hufe erfasst. Hier wurden neben dem Ideal insgesamt 17 unterschiedliche Veränderungen in den Bereichen Größe und Form erfasst, sowie Hornringe, Störungen in der Glasurschicht oder orthopädische Beschläge. Die Vorgehensweise für diese Merkmale entspricht der für Haut und Fell etc.

Falls gravierende Verletzungen oder Lahmheiten bei einem Pferd zu erkennen waren, so wurden diese mit ihrer praxisüblichen Bezeichnung erfasst und ebenfalls als Frequenz dargestellt.

Als letztes Merkmal einer jeden Datenaufzeichnung wurde jeweils das Verhalten erfasst. Es wurde eine eins für einen Hengst mit aggressivem Verhalten gegeben, eine zwei für ein sehr ängstliches Verhalten, eine drei für ein sehr aufgeregtes und unruhiges Pferd, eine vier für ein umgängliches und sehr gelassenes Pferd, eine fünf für ein sehr braves und mit menschlichem Umgang vertrautes Pferd, eine sechs für ein „stumpfes“ und unsensibles Pferd, eine sieben für ein sediertes Pferd (in Folge der Röntgenaufnahmen) und eine acht für ein schwer zu händelndes Pferd.

Die lineare Beschreibung der Gliedmaßen

Die lineare Beschreibung der Gliedmaßen wurde in der vorliegenden Arbeit angewendet, um eventuelle physiologische Veränderungen im Bereich der Extremitäten durch Fehlbelastungen in Folge von Gliedmaßenfehlstellungen erklären zu können. Für die Vordergliedmaße wurden insgesamt sechs Merkmale beschrieben, jeweils drei in der Ansicht von vorn und drei in der lateralen Ansicht. Die verschiedenen Merkmale wurden jeweils von eins bis drei bewertet, wobei die regelmäßige Gliedmaßenstellung immer mit zwei beschrieben wurde und Abweichungen in die eine bzw. andere Richtung mit eins und drei. Tab. A2 zeigt die genaue Zuordnung der einzelnen Merkmale zu der Kodierung.

Für die Hintergliedmaße wurden insgesamt sieben Merkmale beschrieben, jeweils drei in der Ansicht von vorn und vier in der lateralen Ansicht. Die verschiedenen Merkmale wurden ebenfalls nach der für die Vordergliedmaße verwendeten Codierung bewertet; lediglich für die Ansicht von hinten wurden nur zwei Noten vergeben. Tab. A3 zeigt die genaue Zuordnung der einzelnen Merkmale zu der Kodierung. Zur Vereinfachung der Interpretation wurde auch mit der Darstellung gearbeitet, in der Abweichungen (sowohl in das eine als auch in das andere Extrem) als Ja-Merkmal in einer relativen Frequenz dargestellt wurden.



3.3 Das Röntgen der Epiphysenfugen (EpF)

Aus ökonomischen Gründen konnten nicht alle Hengste der Stichprobe geröntgt werden. So wurden für das moderate und für das intensive Aufzuchtssystem zwei Betriebe ausgewählt, bei denen die Röntgenaufnahmen des distalen Radius im Rahmen der ohnehin in den Betrieben stattfindenden röntgenologischen Untersuchung (14 Aufnahme am sedierten Hengst) durchgeführt werden konnten. Für diese Aufnahmen wurde mit der Tierklinik Domäne Karthaus (Dülmen) zusammengearbeitet.

Für die Röntgenaufnahmen des distalen Radius an den Hengsten aus dem Aufzuchtssystem mit geringer Intensität wurde mit einem Tierarzt aus Einbeck zusammengearbeitet (1 Aufnahme am nicht-sedierten Hengst). Insgesamt wurden die Epiphysenfugen von 110 Hengsten im durchschnittlichen Alter von 24,7 Monaten ($SD \pm 1,5$) geröntgt. Tab. 13 zeigt, in welchen Betrieben die Röntgenaufnahmen durchgeführt wurden, wie sich die Hengste zahlenmäßig auf die Betriebe verteilen.

Tab. 13: Betriebe, Tierzahlen und Betriebsbesuche der Datenaufnahme für die Röntgenaufnahmen der Epiphysenfugen

	Niedrig	moderat	intensiv
Betriebsnummer	2	11	7
Tierzahl	43	12	55

Es wurde von jedem Hengst ein digitales Röntgenbild der EpF des distalen Radius am linken Vorderbein in dorsopalmarer Ansicht angefertigt. Die Röntgenaufnahmen wurden unter den in der Praxis üblichen Bedingungen angefertigt, wobei durch beide Tierkliniken mobile digitale Röntgengeräte eingesetzt worden sind. Aufnahmen mit mangelhafter Qualität wurden wiederholt.

Für die Auswertung wurden die EpF nach Entwicklungs- und Schließungszustand in Adaption an VOSWINKEL (2009) und STRAND et al. (2007) eingeteilt (Tab. 14).



Tab. 14: Einteilung des Zeitpunktes des EpFS in Abhängigkeit der physiologischen Verdichtung

Kl.	Beschreibung
I	EpF vollständig geöffnet: Deutlich strahlendurchlässige Linie im Gesamtbereich der EpF
II	EpF unregelmäßig schließend: Verdichtungszone in der EpF mit stark intermittierendem Verlauf
III	Fast geschlossene EpF: Verdichtungszone (Struktur- und Knochenverdichtungen) erkennbar
IV	Vollständiger Schluss der EpF (Epiphysenfugenlinie noch erkennbar)

Die Aufnahmen des moderaten und des intensiven Aufzuchtssystems wurden in der Tierklinik Domäne Karthaus ausgewertet. Die Aufnahmen des Betriebes 2 wurden auf CD-Rom gebrannt und identisch zur oben beschriebenen Vorgehensweise ausgewertet. Da nur diese Bilder vorliegen, werden im Folgenden beispielhaft Aufnahmen der Klassen II, III und IV (Abb. 10) dargestellt. In Betrieb 2 war kein Hengst der Klasse I zuzuordnen.



Abb. 10: Röntgenaufnahme des distalen Radius in dorsopalmarer Ansicht; (a) EpFS-Klasse II; (b) EpFS-Klasse III; (c) EpFS-Klasse IV

Abb. 10 zeigt die Röntgenaufnahme einer Epiphysenfuge des distalen Radius im Schließungszustand der Klasse II, III und IV. Abbildung a zeigt den intermittierenden Verlauf in der Ossifikation der Epiphysenfuge. Im medialen Bereich ist ein deutlich strahlendurchlässiger Abschnitt zu erkennen, während ansonsten die Struktur- und Knochenverdichtungen weit fortgeschritten sind. Abbildung b zeigt die gleichmäßig

verlaufende Verdichtungszone der Epiphysenfuge mit den Struktur- und Knochenverdichtungen. Abbildung c zeigt eine EpF, bei der die Ossifikation nahezu abgeschlossen ist; es ist nur noch die Epiphysenfugenlinie erkennbar.

3.4 Die Knochendichtemessung

Im Rahmen des Vergleiches der verschiedenen Aufzuchtintensitäten von Junghengsten war es das Ziel, die Auswirkungen auf das Individuum Pferd und hier im Besonderen auf das Skelett des Pferdes zu erfassen. Eine objektiv messbare Qualitätserfassung der Knocheneigenschaften wurde in der Knochendichtemessung gesehen. In der Verfügbarkeit, der Anwendbarkeit und der Aussagefähigkeit verschiedener Methoden der Knochendichtemessung wurden Limitationen festgestellt. Aus diesem Grund wurde ein Methodenvergleich verschiedener Techniken aus der Humanmedizin zur Erfassung der Knochendichte durchgeführt.

Material Knochendichtemessung

Als Material für den Vergleich der verschiedenen Methoden zur Knochendichtemessung wurden 19 linke Vorderextremitäten geschlachteter Warmblutpferde verwendet. Die Bereitstellung erfolgte durch ein Recklinghäuser und ein Bremer Schlachtunternehmen. Die Schlachtung der Pferde erfolgte unabhängig von der vorliegenden Untersuchung.

Nach der Schlachtung der Pferde wurde jeweils die linke Vorderextremität im Karpalgelenk (ohne Abziehen des Fells oder anderer Weichteilgewebe) ausgelöst, durch den Metzger in einen luftundurchlässigen Einfrierbeutel verpackt, nummeriert und mit Datum der Schlachtung, Alter, und Geschlecht gekennzeichnet. Die Knochen wurden vor Ort in einer Tiefgefrierzelle (Temperatur: -19°C) gesammelt und regelmäßig durch die Versuchstellerin abgeholt. Bis zu allen weiteren Untersuchungen wurden die Knochen bei -19°C in einer Tiefgefrierzelle des Departments für Nutztierwissenschaften gelagert.

Beiden geschlachteten Pferden handelte es sich um 19 Warmblutpferde in einem Alter von 2 bis 29 Jahren, davon waren 12 weiblich und 7 männlich. Über die Haltung, das Management und die Nutzung vor der Schlachtung sowie über die Schlachtursache lagen keine Informationen vor.

Für die Messung der Knochendichte wurden die Beine im Labor des Departments für Nutztierwissenschaften bei Raumtemperatur aufgetaut. Alle Messungen wurden am Röhrbein (MC III) des Pferdes vorgenommen. Um die Methoden durchgängig an den gleichen



Messstellen zu testen, wurde die Länge des Röhrebeins, die halbe Länge des Röhrebeins, der Umfang des Röhrebeins auf halber Länge sowie der Umfang des Fesselgelenks vermessen und anschließend wurden die Messpunkte mit einem wasserfesten Farbstift zur Markierung von Tieren gekennzeichnet. Abb. 11 zeigt eine Schemazeichnung der Ebenen der Einteilung des Röhrebeins nach CARSTANJEN (2002). Für die vorliegende Untersuchung wurde das mittlere Level als Ebene der Messung gewählt.

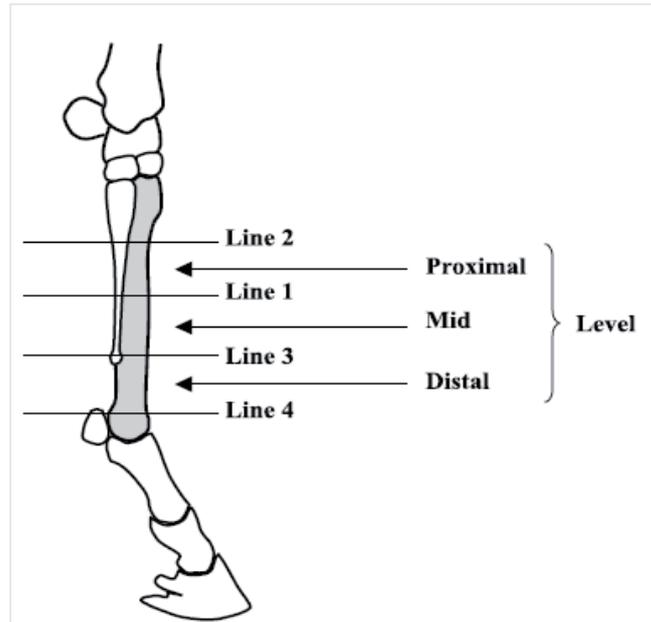


Abb. 11: Ebenen der Einteilung des Röhrebeins des Pferdes (CARSTANJEN, 2002)

Die Querschnittsfläche der mittleren Ebene wurde in Anlehnung an die Untersuchungen von CARSTANJEN et al. (2002) und PEARCE et al. (2000) noch mal in drei weitere Regionen (Aspekte) unterteilt (Abb. 12). Diese Abschnitte werden medialer, dorsaler und lateraler Aspekt genannt. Für die vorliegende Untersuchung waren der dorsale und der laterale Abschnitt die Regionen des Interesses (ROI).

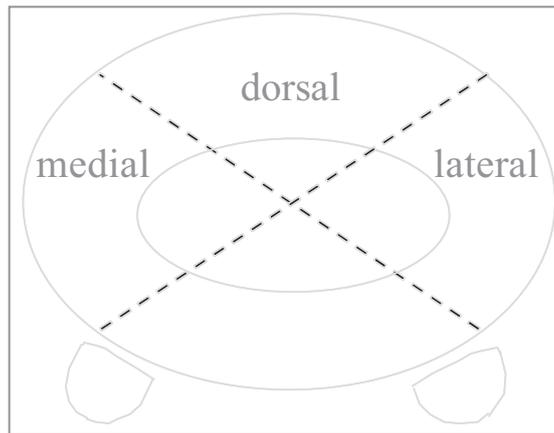


Abb. 12: Schematischer Querschnitt der mittleren Ebene der Vorderröhre des Pferdes

Zwei weitere Markierungen wurden vorgenommen, und zwar wurde die erste als 20 %-Abtrag des proximalen Röhrebeins vorgenommen und die zweite als 70%-Abtrag des proximalen Röhrebeins. Bei diesen Punkten handelt es sich um die Positionierungsmaße für die Drei-Punkt-Biegung nach LAWRENCE (1994).

Alle Untersuchungen wurden bei einer Raumtemperatur von 19°C durchgeführt, um mögliche Temperatureffekte zu vermeiden.

Methoden der Knochendichtemessung

Die Knochendichtemessung mittels DXA gilt als Goldstandard in der Osteoporose-Diagnostik. Für die vorliegende Untersuchung stellte das Institut für Tierernährung, Ernährungsschäden und Diätetik der veterinärmedizinischen Universität Leipzig ein PIXI-Osteodensitometer der Firma LUNAR (LUNAR Corp., Madison, WI., USA) zur Verfügung. Bei dem PIXI-Gerät handelt es sich um ein kleines und transportables Gerät für die Anwendung am menschlichen Fersenbein und Unterarm mit hoch entwickelter Kegelstrahlprojektion und einem Festkörperflächendetektor (Abb. 13).



Abb. 13: Darstellung des verwendeten PIXI-Osteodensitometer der Firma LUNAR

Beim Grundprinzip der dualen Röntgenabsorptiometrie handelt es sich um zwei gleichzeitig energetisch unterschiedlich einwirkende Röntgenquellen, die beim Durchgang durch ein Material mit unterschiedlicher Dichte, in Abhängigkeit von der Energie der Röntgenstrahlung, unterschiedliche Schwächungscharakteristiken aufzeigen. Für jeden Messpunkt im Röntgenbild existieren dann jeweils zwei Schwächungswerte für die zwei eingesetzten Röntgenstrahlquellen.

Das DXA-Verfahren liefert keine Informationen über die dreidimensionale Geometrie des Knochens; es liefert somit keine Dichtewerte im physikalischen Sinn, sondern Werte einer flächenprojizierten Masse, die als Knochenmineraldichte in g/cm^2 angegeben werden.

Da das equine Röhhrbein und der menschliche Arm (Radius) vergleichbar in Form und Größe sind, wurde das PIXI-Protokoll für den Unterarm benutzt. Um Präzision und Genauigkeit vor jeder Datenerhebung zu kontrollieren, wurde am Unterarm-Phantom nach den Vorgaben des Herstellers eine Qualitätskontrolle durchgeführt. Falls erforderlich, wurde eine Kalibrierung mit 25-facher Messung des Phantoms durchgeführt.

Alle Untersuchungen wurden durch die Versuchsstellerin als statische Messung ohne Umlegen der Probe durchgeführt. Für die Aufnahme wurden die Röhhrbeine jeweils auf ihre ventrale Seite gelegt. Nach Start der Messung wurde die Knochendichte automatisch durch die PIXI Software bestimmt. Die erhaltenen Ergebnisse wurden ausgedrückt als Knochenmineraldichte in g/cm^2 .

Innerhalb der vergangenen Jahre wurden zunehmend mehr Knochendichtemessungen mittels quantitativem Ultraschall durchgeführt. Für die vorliegende Untersuchung stellte die



Universitäts- und Poliklinik für Orthopädie und Physikalische Medizin der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg das Gerät „Sunlight Omnisense 7000S“ (Sunlight Ltd, Rehovoth, Israel) zur Verfügung. Dieses Gerät misst die Geschwindigkeit der Ultraschallwellen, die sich in Längstransmission entlang des Knochens und unterhalb der Knochenoberfläche (in einer Tiefe von 3 bis 5 mm) ausbreiten. Das „Omnisense“ generiert Schallwellen mit einer Frequenz von im Mittel 1,25 MHz (250kHz bis 1,5 MHz), hierbei sind Sender und Empfänger in den gleichen Schallkopf integriert. Das zu Grunde liegende Prinzip der Längstransmission des Ultraschalls beruht darauf, dass sich eine Schallwelle im Knochen über eine bestimmte Strecke mit einer gewissen Geschwindigkeit ausbreitet, mittels derer Rückschlüsse auf die Dichte und die Elastizität des Knochens gezogen werden können. Das so bestimmte Ultraschallergebnis wird in Meter pro Sekunde (m/s) angegeben und als Speed Of Sound (SOS) bezeichnet.



Abb. 14: Durchführung der Messung des QUS mittels mittlere Messsonde (CARSTANJEN, 2002)

Alle Messungen wurden als statische Messungen durch einen Anwender ausgeführt; es wurde die mittlere Messsonde (CM probe; Sunlight Ltd, Rehovoth, Israel), die originär für den Einsatz am humanen distalen Radius ausgelegt ist, verwendet. Abb. 14 zeigt eine Messung des dorsalen Aspekts der mittleren Ebene mit der mittleren Messsonde.

Als Kontaktmittel wurde herkömmliches Rapsöl eingesetzt, welches aufgrund seiner Viskositätseigenschaften eine Messung ohne Rasur des Haares zulässt. Vor jeder ersten Ultraschall-Messung eines Tages wurde eine Systemverifikation am Phantom des Herstellers durchgeführt (Perspex Phantom; Sunlight Ltd, Rehovoth, Israel), um einen

temperaturkorrigierten Ultraschallwert zu erhalten. Jede Ultraschallmessung dauerte ungefähr 20 Sekunden. Die Computer Software überprüfte jeweils drei bis fünf aufeinander folgende Messungen hinsichtlich der Konsistenz und Qualität der Ergebnisse, so dass ein signifikant-konsistentes Ergebnis erzielt werden konnte; der jeweilige Durchschnittswert der Ultraschallmessung aus den drei bis fünf Messungen wurde dann auf der Hardware des Gerätes gespeichert.

Im Rahmen der Osteoporosediagnostik wird neben den beiden bereits beschriebenen Methoden auch die Computertomographie zur Bewertung der Qualitätseigenschaften eines Knochens eingesetzt. In den vergangenen Jahren wurde gerade im Bereich der Entwicklung neuer Methoden viel geforscht und so wurde die Computertomographie weiterentwickelt zur Flächendetektor-Volumen-Computertomographie, die als Bindeglied zum Mikro-Computertomographen gilt.

Das Prinzip des fpVCT ist, dass ionisierte Strahlung durch ein Gewebe gesendet wird und auf der gegenüberliegenden Seite des Untersuchungsgegenstandes von den Detektoren aufgenommen wird. Während des Durchtritts der Strahlen durch das Gewebe kommt es zu einer Abschwächung, welche je nach Material (Luft: -1.000 HU, Fett: -20 HU; Wasser: 0 HU, Weichgewebe: 100-200 HU, Knochengewebe: 1000 HU bewegt) unterschiedlich ausfällt.

Das in der vorliegenden Untersuchung verwendete fpVCT-Gerät ist ein Prototyp, der vom General Electric (GE) Global Research Center (Niskayuna, NY) entwickelt und konstruiert wurde. Das Gerät ist eines von vieren weltweit und wurde durch die Abteilung für Diagnostische Radiologie des Universitätsklinikums Göttingen zur Verfügung gestellt (Abb. 15).

Das Gerät besteht aus einem modifizierten CT-Gantry mit einem Durchmesser von 43,8 cm und zwei quadratischen Flächendetektoren (Größe: 20,5 x 20,5 cm²) mit einer Matrix von 1.024 x 1.024 Detektorelementen, die in einem Winkel von 120° parallel zur Systemachse angeordnet sind und wahlweise zusammen oder einzeln betrieben werden können. Der Scanner benutzt einen Step-and-Shoot Aufnahmemodus, bei dem der Standard-Anwendungsbereich bei 4,21 cm liegt. Jedes Vorderbein wurde in Richtung der Z-Achse des Systems platziert und der zu erfassende Bereich wurde in drei Schritten gescannt.

Alle Daten wurden nach demselben Protokoll erfasst: 1.000 Bilder/Rotation, 8 Sekunden Rotationszeit, 360 Detektorröhren, 120 kV Röhrenspannung, 40 mA Röhrenstrom. Ein modifizierter Feldkamp Algorithmus in Kombination mit einem Standard Kernel wurde verwendet, um die Bilder zu rekonstruieren. Um nur die Knochenmasse zu analysieren, wurde

das 'Threshold' auf 400 HU (Hounsfield Units) gesetzt. Mit der Hilfe der System Software wurden die gescannten Bereiche der Querschnittsfläche editiert. Für jeden Bereich wurde ein Histogramm generiert, mittels dessen die Mittelwerte, die Standardabweichungen, die Minima und Maxima abgeleitet werden konnten. Die Ergebnisse wurden ausgedrückt als Voxel in HU.



Abb. 15: Darstellung des verwendeten fpVCT-Gerätes (entwickelt durch das GE Global Research Center NY), Universitätsklinikum Göttingen

Beim Drei-Punkt-Bruchversuch handelt es sich um den absoluten Stabilitätstest eines Knochens, da hier getestet wird, wie viel Kraft erforderlich ist, um einen Knochen zu brechen. Dieser Test ist invasiv, nur einmalig durchführbar und deswegen ausschließlich Forschungszwecken vorbehalten.

Für die Durchführung des Drei-Punkt-Bruchversuch wurde mit der Prüfanstalt der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft in Groß-Umstadt zusammengearbeitet, da hier eine Universalprüfmaschine der Firma Zwick (Zwick 100, Zwick GmbH & Co. KG, Ulm) zur Verfügung stand, die über eine Maximalkraft von 100 kN verfügte und die maximale Kraft sowie die zurückgelegte Strecke bis zum Bruch erfassen konnte.

Für die Durchführung des Bruchversuchs wurden die Knochen noch in Göttingen von sämtlichem aufliegenden Weichgewebe befreit, so dass nur noch das Periost den Knochen vor Austrocknung schützte. Bis zur Untersuchung wurden die Beine mit NaCl Lösung beträufelt und erneut bei -20°C eingefroren. Anschließend wurden die Knochen zuerst bei $+8^{\circ}\text{C}$ und anschließend bei Raumtemperatur vollständig aufgetaut. Erneut mussten die Röhrenknochen vermessen und die Messpunkte markiert werden. Der Bruchversuch erfolgte nach dem Protokoll von LAWRENCE et al. (1994). So wurde für den Abstand zwischen den



Auflagezylindern eine Entfernung von 13 cm gewählt; jeder Röhrenknochen wurde so positioniert, dass die Auflagepunkte jeweils die 20 und 70 %-Marke (s.o.) waren. Die Kraft durch den zylindrischen Druckstempel wurde genau auf der Hälfte des Messbereiches des Röhrebeins zugeführt (Abb. 16). Als Verformungsgeschwindigkeit wurden 50 mm/min gewählt und eine Vorkraft von 15 N. Die erhaltenen Ergebnisse waren die Bruchkraft (BK) in Newton (N). Die Ergebnisse inkludieren sowohl die Biegekraft als auch den Biegemodulus.



Abb. 16: Darstellung des Aufbaus des Bruchversuches als Dreipunktbiegung mittels Zwick 100, DLG-Testzentrum Groß-Umstedt

3.5 Die Retrospektive

Da in den einzelnen Hengstauzuchtbetrieben keine Dokumentation über die in den verschiedenen Jahrgängen aufgestellten Hengste erfolgte, wurden die Hengste, die in den Jahren 1994 bis 2004 durch die einzelnen Betriebe zur Vorauswahl für die Hauptkörungen in Münster-Handorf und Verden angemeldet waren, quantitativ mit Lebensnummer, Abstammung, Geburtsdatum, Körjahrgang, Züchter und Aufzüchter erfasst. Es handelte sich dabei um 1.264 Hengste. Anhand der Lebensnummern wurden die Hengste in den Datenbanken des VIT (vgl. Rohdatensatz NIEMANN, 2009) und der FN (Jahrbuch Sport und Zucht 2008) zurückverfolgt, so dass rückwirkend Informationen über Körung, Leistungsprüfung, Turniersporteinsatz und Nachkommenleistung ermittelt werden konnten.



3.6 Befragung der Hengstauzüchter

Um ein Meinungsbild über die Bewertung der Strukturen in der westfälischen Situation der Hengstauzüchtung zu erfassen, wurde eine Umfrage unter westfälischen Hengstauzüchtern und Züchtern durchgeführt. Es wurde ein standardisierter Fragebogen mit 34 Fragen entwickelt, die zu zwei Dritteln geschlossen und zu einem Drittel offen formuliert waren. Die Beantwortung des Fragebogens dauerte circa zehn bis zwölf Minuten.

Der Fragebogen setzte sich aus folgenden vier Kapiteln zusammen:

- Soziodemographische Aspekte: sechs Fragen zu Alter, Geschlecht, Familienstand, Schulabschluss, Ausbildung und Berufstätigkeit
- Allgemeine Fragen der Pferdezüchtung: 18 Fragen zu züchterischem Hintergrund und züchterischer Tätigkeit, zur Pferdehaltung der eigenen Zuchtpferde und zum Management der Zuchtpferde
- Besondere Fragen der Pferdezüchtung: sechs Fragen zum Umfang, der Intensität und der Vorbereitung von Junghengsten auf die Körung
- Beurteilung des Systems der Körung: vier Fragen zum Besuch der Körveranstaltung des Westfälischen Pferdestammbuches e.V. , und zur Bewertung dieser Veranstaltung

Der Fragebogen wurde an 253 westfälische Hengstauzüchter per Post geschickt, die im Jahr 2007 einen Hengst zur Vorauswahl der NRW-Hauptkörnung angemeldet hatten. Von den 253 verschickten Fragebögen wurden 33 vollständig ausgefüllt zurückgeschickt (Rücklauf: 13 %). Zusätzlich wurden 55 Fragebögen mittels Face-to-Face-Befragung im Rahmen der Westfalen-Woche 2008 in Münster-Handorf ausgefüllt, so dass insgesamt 88 Fragebögen ausgewertet wurden.

3.7 Statistische Vorgehensweise

Alle statistischen Auswertungen der vorliegenden Arbeit wurden mit dem Statistikprogramm SPSS 18.0 (PASW statistics 18.0) durchgeführt. Die graphische Umsetzung erfolgte mittels Excel.

Die verwendeten statistischen Anwendungen werden im Folgenden gesamtheitlich aufgeführt, da sie für alle Datenauswertungen gleichermaßen verwendet werden. Sofern für einzelne

Auswertungen unterschiedliche statistische Modelle Anwendung finden, werden diese separat dargestellt.

Um die Daten auf Normalverteilung zu prüfen, wurde der Kolmogorov-Smirnov-Test für Stichproben angewendet. Mittels dieses Testes wird die beobachtete kumulative Verteilungsfunktion für eine Variable mit einer festgelegten theoretischen Verteilung verglichen, die eine Normalverteilung, eine Gleichverteilung, eine Poisson-Verteilung oder Exponentialverteilung sein kann.

Für die Berechnungen der Mittelwerte, der Mediane, der Spannweiten (Minima und Maxima) sowie der Standardfehler und Standardabweichungen wurde die Prozedur „Deskriptive Statistik“ benutzt. Bei den dargestellten Mittelwerten handelt es sich – sofern nicht anders angegeben - um arithmetische Mittel. Zur Veranschaulichung der Ergebnisse aus der deskriptiven Analytik wurde eine Umrechnung der Häufigkeitsverteilungen in Prozent vorgenommen.

Für den Vergleich der Auswirkungen der Effekte auf die verschiedenen Epiphysenfugenklassen und die verschiedenen Methoden zur Bestimmung der Knochendichte wurde die Prozedur „GLM-Univariat“ angewendet. Die Signifikanzniveaus wurden im ersten Schritt über einen F-Gesamttest nachgewiesen; für die Darstellung der Differenzen zwischen den Mittelwerten wurde konsekutiv ein Post-Hoc-Test (Tukey-Test) durchgeführt.

Bei den hier ermittelten Werten handelt es sich um LSM-Mittelwerte, die als solche im Ergebnisteil gekennzeichnet sind.

Zunächst wird das statistische Modell für die Auswertung der Daten der Epiphysenfugenuntersuchung aufgeführt:



$y_{ijklm} = \mu + I_i + T_j + A_k + G_l + e_{ijklm}$		
y_{ijklm}	=	Beobachtungswert
μ	=	Gesamtmittel
I_i	=	fixer Effekt der i-ten Aufzuchtintensität (i = 1, 2, 3)
T_j	=	fixer Effekt der j-ten Klasse der Tageszunahme (j = 1, 2, 3, 4)
A_k	=	zufälliger Effekt des Alters
e_{ijklm}	=	zufälliger Restfehler

Folgend aufgeführt das statistische Modell für die Auswertung der Daten der Knochendichtemessung:

$y_{ijklm} = \mu + S_i + A_j + (S_i * A_j) + L_k + U_l + e_{ijklm}$		
y_{ijklm}	=	Beobachtungswert
μ	=	Gesamtmittel
S_i	=	fixer Effekt der i-ten Geschlechtes (i = 1, 2)
A_j	=	fixer Effekt der j-ten Altersstufe (j = 1, 2, 3, 4)
$S_i * A_j$	=	Fixe Interaktion zwischen Geschlecht und Altersstufe
L_k	=	Kovariater Effekt der k-ten Länge MC III
U_l	=	Kovariater Effekt des l-ten Umfang des MC III
e_{ijklm}	=	zufälliger Restfehler

Für die Auswertung der metrischen Daten wurde die Prozedur „Verallgemeinertes Lineares Modell“ angewendet. Die statistische Vorgehensweise hinsichtlich der Signifikanztest entspricht der für die statistische Prozedur „GLM-Univariat“:



$y_{ijm} = \mu + I_i + A_j + I_i * A_j + e_{ijm}$		
y_{ijm}	=	Beobachtungswert
μ	=	Gesamtmittel
I_i	=	fixer Effekt der i-ten Aufzuchtintensität (i = 1, 2, 3)
A_j	=	fixer Effekt der j-ten Altersstufe (j = 1, 2, 3, 4, 5, 6)
$I_i * A_j$	=	fixe Interaktion zwischen Aufzuchtintensität und Altersstufe
e_{ijklm}	=	zufälliger Restfehler

Alle Korrelationen wurden mit der SPSS-Anwendung „Bivariate Korrelationen“ bestimmt. Der Pearson-Korrelationskoeffizient wurde mittels zweiseitigem Signifikanztest abgesichert.

Die Koeffizienten der linearen Gleichungen unter Einbeziehung einer oder mehrerer unabhängiger Variablen wurde mittels der Prozedur „Lineare Regression“ geschätzt, die den Wert der abhängigen Variablen am besten vorhersagen.

Mit der Prozedur „Kurvenanpassung“ wurden alle Regressionsstatistiken zur Kurvenanpassung und den dazugehörigen Diagrammen erstellt.



4 Ergebnisse

4.1 Charakterisierung der untersuchten Hengstaufzuchtbetriebe

Die Charakterisierung der Hengstaufzuchtbetriebe erfolgte sowohl mittels quantitativer Darstellung von Erfolg und Umfang der Hengstaufzucht als auch auf der Basis des Fragebogens zur Beschreibung der Betriebsstrukturen innerhalb der Hengstaufzuchtbetriebe.

Tab. 15 gibt eine Übersicht über den Erfolg der einzelnen Aufzuchtbetriebe im Betriebszweig Hengstaufzucht der Jahre 1994 bis 2004, u.a. gemessen an dem Verhältnis der gekörten Hengste zu den zur Vorauswahl angemeldeten Hengsten.

Die zu Grunde liegende Datenbasis sind zum einen die Informationen aus den Vorauswahl- und Körkatalogen sowie die Körergebnisse der entsprechenden Jahrgänge der westfälischen und hannoverschen Hengstmärkte. Zum anderen wurden für die Anzahl der durchschnittlich pro Jahrgang eingestellten Junghengste die aktuellen Angaben der zur Hengstaufzucht eingestellten Jahrgänge unterstellt, da in den Betrieben keine Dokumentation über die Anzahl der Hengste in den einzelnen Jahrgängen erfolgte bzw. nur in Betrieb 2 zugänglich war.

Die Spanne der gekörten Hengste geht von 0 bis 77, wobei relativ gesehen die Betriebe 4 und 6 mit einem Anteil von 42 % gekörten von 26 zur Vorauswahl angemeldeten Hengsten bzw. 50 % von insgesamt 42 zur Vorauswahl angemeldeten Hengsten erfolgreicher waren als beispielsweise Betrieb 7, bei dem von 357 zur Vorauswahl angemeldeten Hengsten 22 % gekört wurden. Im Folgenden werden die kennzeichnenden Merkmale der einzelnen Betriebe dargestellt.



Tab. 15: Die Erfolge der Hengstaufzuchtbetriebe, berechnet auf Basis der Jahrgänge der 1994 bis 2004 zur Vorauswahl (VA) angemeldeten Hengste

Betrieb	Ø Hengste / Jahrgang	Summe '94 – '04	VA	% VA von aufgez.	gekört	% gekörte von VA
1	15	165	22	13	4	18%
2	45	543	271	50	63	26%
3	20	220	10	5	0	0%
4	8	88	26	30	11	42%
5	14	154	12	8	1	8%
6	3	33	42	127	21	50%
7	100	1100	357	32	77	22%
8	15	165	23	14	7	30%
9	15	165	17	10	2	12%
10	25	275	53	19	12	23%
11	25	275	62	23	16	26%

4.1.1 Betriebsstandort, -größe und -entwicklung

Die elf kooperierenden Aufzuchtbetriebe liegen ausschließlich in den nordwestdeutschen Kernzuchtgebieten der Rasse Deutsches Reitpferd westfälischer bzw. hannoverscher Abstammung. Die Aufzuchtssysteme der einzelnen Betriebe sind an die regionalen Bedingungen angepasst. Die Standorte sind folgendermaßen gekennzeichnet:

Im Mittel liegen die Betriebe zwischen 58,8 und 85,6 m über Normalnull (NN), wobei das Minimum bei 7 m unter NN (Betrieb 8) liegt und das Maximum bei 420 m (Betrieb 2).

Die durchschnittlichen Niederschlagsmengen bewegen sich zwischen 640 mm pro Jahr (Betrieb 10) und 1.100 mm (Betrieb 6), so dass sich ein mittlerer Wert von 739 bis 798 mm Niederschlag pro Jahr ergibt.

Im Jahresdurchschnitt ist eine Temperatur von 9,1 bzw. 9,6°C zu konstatieren. Das Minimum liegt bei 8,2°C (Betrieb 2), während sich das Maximum bei 10,5°C (Betrieb 6) befindet.

Mit einer Spanne von 32 bis 91 Bodenpunkten (BP) weist Betrieb 2 die größte Variabilität bei den Bodenqualitäten auf. Die geringsten BP sind in Betrieb 7 zu finden. Insgesamt liegen die Bodenpunkte über die elf Betriebe gemittelt zwischen 36 und 63,8 BP.

Im Schnitt verfügt jeder Hengstaufzuchtbetrieb über eine Hoffläche mit Anlagen von 2,35 ha, Die Spanne für die Hoffläche variiert von 0,6 ha im Betrieb 4 bis zu 4 ha im Betrieb 7.



Mit 489,6 ha Nutzfläche verfügt Betrieb 2 über die größten Flächen, während Betrieb 6 über die geringste Flächenausstattung (7,5 ha) verfügt. Im Mittel liegt der durchschnittliche Nutzflächenbesitz bei 143,18 ha. Bei der Nutzfläche wird unterschieden zwischen dem Acker- und dem Weideland, wobei die durchschnittliche Flächenausstattung mit 71,25 bzw. 70,21 ha etwa gleich verteilt ist. Zu Betrieb 2 gehört mit 378,2 ha das meiste Ackerland, zu Betrieb 7 dagegen mit 285 ha das meiste Weideland (Tab. 16).

Tab. 16: Flächenausstattung (ha) der verschiedenen Hengstaufzuchtbetriebe, differenziert nach Hof-, Nutz-, Acker- und Weidefläche

Betrieb	Hofffläche mit Anlagen (ha)	Nutzfläche gesamt (ha)	Ackerland (ha)	Weideland (ha)
1	3,5	173	128	61
2	k.A.	489,6	378,2	81,9
3	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
4	0,6	11,5	0	11,5
5	1,8	45	20	25
6	k.A.	7,5	0	7,5
7	4,0	300	15	285
8	2,0	90	0	88
9	3,0	80	40	40
10	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
11	1,5	92	60	32
Ø	2,34	143,18	71,24	70,21

Bei allen Betrieben handelt es sich um langjährig geführte Zuchtstätten: So findet Betrieb 1 seinen Ursprung im Jahr 1430 (Tab. 17). Im Durchschnitt betreiben die Betriebe den Betriebszweig Pferdezucht seit 56,9 Jahren und die Hengstaufzucht seit 50,3 Jahren.

Bei den privaten Betrieben handelt es sich um Familienbetriebe. 91 % der Betriebe sind der Landwirtschaft zuzuordnen. Nur bei einem Betrieb handelt es sich um einen Hobby-Betrieb (Tab. 17). 55 % der Betriebe sind als Einzelunternehmen organisiert, 27 % als GbR und jeweils 9 % sind dem Hobby-Sektor bzw. dem Land zuzuordnen.

Auf den untersuchten Betrieben arbeiten durchschnittlich 8,9 Personen, das Minimum liegt bei 1,5 (Betrieb 6) und das Maximum bei 30 Arbeitskräften (Betrieb 7). Die anfallenden Arbeiten, die dem Betriebszweiges Hengstaufzucht zugeordnet werden können, werden im



Durchschnitt von zwei Arbeitskräften erledigt. Bei zwei Betrieben läuft die Hengstaufzucht im Nebenerwerb (Betrieb 3 und 5), in einem anderen Betrieb arbeiten im Betriebszweig Hengstaufzucht sieben Personen (Betrieb 7).

Tab. 17: Übersicht über die Betriebsform, über die Dauer der landwirtschaftlichen, der Pferdezucht- und der Hengstaufzuchtaktivitäten sowie über die Rechtsform

Betrieb	Familien- Betrieb	Ldw. Betrieb (Dauer in Jahren)	Pferdezucht (Dauer in Jahren)	Hengstaufzucht (Dauer in Jahren)	Rechtsform
1	X	580	90	90	GbR
2	/	193	k.A.	90	Lds. Betrieb
3	X	k.A.	k.A.	k.A.	GbR
4	X	20	18	16	Einzeluntern.
5	X	90	90	90	Einzeluntern.
6	X	Nein	40	35	Hobby
7	X	k.A.	42	35	Einzeluntern.
8	X	90	k.A.	28	Einzeluntern.
9	X	38	28	k.A.	GbR
10	X	90	90	k.A.	Einzeluntern.
11	X	90	90	18	Einzeluntern.
Ø	10/1	148,88	56,86	50,25	

4.1.2 Die Pferdehaltung in den Betrieben

Im Folgenden werden die Rahmenbedingungen für die Junghengstaufzucht erläutert; es werden die verschiedenen Betriebszweige der Pferdehaltung aufgezeigt, die Haltungssysteme innerhalb der Hengstaufzuchtbetriebe sowie die Trainingsmöglichkeiten vor Ort.

Die Betriebszweige

In den verschiedenen Aufzuchtbetrieben werden neben den Aufzuchtpferden Zuchtstuten, Deckhengste, Ausbildungs- und Pensionspferde gehalten. Dabei variieren die Bedeutung und der Umfang (Tab. 18). So werden in Betrieb 1 insgesamt 60 Zuchtstuten gehalten, in Betrieb 6 zwei; die durchschnittliche Anzahl liegt bei 19 Zuchtstuten pro Betrieb.



Tab. 18: Die Verteilung der Pferde auf die verschiedenen Betriebszweige innerhalb der verschiedenen Hengstaufzuchtbetriebe

Betrieb	Zuchtstuten	Deckhengste	Ausbildung	Pension Reiten
1	60	0	„nur die eigenen“	2
2	6	0	0	15
3	k.A.	3	k.A.	k.A.
4	8	0	0	0
5	10	6	4	50
6	2	0	„nur die eigenen“	0
7	55	1	k.A.	0
8	k.A.	0	k.A.	k.A.
9	4	3	50	5
10	15 bis 20	0	0	0
11	12 bis 15	0	15	0
Ø	19	1,18	11,5	8

In Betrieb 3, 5, 7 und 9 werden Deckhengste gehalten. Die Anzahl variiert dabei zwischen einem und fünf Hengsten.

Für den Betriebszweig der Pferdeausbildung existiert ebenfalls eine große Spanne. So werden in Betrieb 2 keine Pferde ausgebildet, in Betrieb 9 dagegen 50. Ein ähnliches Bild zeichnet sich für die Pensionspferde ab: In Betrieb 5 werden 50 Pensionspferde gehalten, in 5 Betrieben gar keine.

Die Junghengstaufzucht

Im Folgenden wird der Umfang der Junghengstaufzucht in den verschiedenen Betrieben, differenziert nach Jahrgängen, dargestellt (Tab. 19). Dabei wurden die Jahrgänge Fohlen / Absetzer, Jährlinge und Zweijährige betrachtet.

Im Mittel zieht jeder Betrieb 25 bis 27 Hengste pro Jahrgang auf. Der Umfang variiert von einem Hengst (Jährling Betrieb 6) bis zu 100 Hengsten in Betrieb 7.

In den Aufzuchtbetrieben werden Hengste unterschiedlicher Verbandszugehörigkeiten gehalten. Der Bestand an Junghengsten verteilt sich wie folgt auf die verschiedenen Zuchtgebiete:



- Hannover: 9 Betriebe
- Westfalen: 6 Betriebe
- Oldenburg: 5 Betriebe
- Holstein: 3 Betriebe
- Rheinland: 2 Betriebe
- Mecklenburg: 1 Betrieb
- sonst. (nicht spezifiziert): 2 Betriebe.

Die Bedeutung der einzelnen Zuchtgebiete innerhalb der Betriebe variiert stark: Betrieb 2, 8 und 9 gaben an, dass sie ausschließlich Hannoveraner Junghengste aufziehen. Betrieb 4, 5 und 11 gaben an, dass sie v.a. westfälische bzw. rheinische Junghengste aufziehen sowie in geringerem Umfang hannoversche.

Tab. 19: Zur Junghengstaufzucht bestimmte Pferde in den verschiedenen Hengstaufzuchtbetrieben (Hengste aus eigener Zucht, aus dem Zukauf im Betriebsbesitz sowie Hengste in der Auftragsaufzucht)

Betrieb	Fohlen	Jährlinge	Zweijährige	Gesamt
1	15 bis 20	15 bis 20	15 bis 20	45 bis 60
2	50	50	50	150
3	20	20	20	60
4	10	8	8	26
5	18	16	11	45
6	1	4	3	8
7	100	100	100	300
8	15	15	15	45
9	15 bis 20	15 bis 20	15 bis 20	45 bis 60
10	25	25	12	62
11	25	25	25	75
Ø	27	27	25	79

Die Stallhaltung der Junghengste

55 % der Befragten setzen die Einzelboxenhaltung ein, wobei der größte Anteil der Hengste in einer Box mit Auslauf (4 Betriebe), gefolgt von der Außenbox (3 Betriebe) und der Innenbox (2 Betriebe) gehalten wird.

In allen Betrieben werden die Hengste zunächst in Gruppen in einem Laufstall untergebracht, Die Gruppengröße variiert dabei zwischen 2 und 100 Hengsten pro Gruppe. Im Mittel werden 8 bis 23 Hengste pro Gruppe gehalten.

4 Betriebsleiter haben eine Angabe zu der den Pferden zur Verfügung stehenden Flächen gemacht. So stehen den Hengsten in Betrieb 2 7 m² zur Verfügung, den Hengsten in Betrieb 9 9 m², den Hengsten in Betrieb 8 12 m² und den Hengsten in Betrieb 11 jeweils 15 bis 25m².

Um dem Bewegungsbedarf der Junghengste während der Stallhaltung in den Wintermonaten (Mitte Oktober bis Mitte April) gerecht zu werden, gibt es in den Betrieben Sandpaddocks, befestigte Laufhöfe, Winterweiden und Bewegungshallen (Tab.A6).

In neun der elf Betriebe erfolgt die Kraftfutterzuteilung per Hand, in Betrieb 2 ist ein Kraftfutterautomat vorhanden und die Hengste des Betriebes 8 bekommen überhaupt kein Kraftfutter. In den Betrieben 2, 3, 4, 7, 9 und 11 wird zwei Mal täglich Kraftfutter gefüttert, im Betrieb 5 drei Mal täglich, in den Betrieben 1 und 10 drei bis vier Mal täglich und die Hengste des Betriebes 6 erhalten im Winter drei Mal täglich Kraftfutter und im Sommer zwei Mal.

In allen Betrieben wird das Raufutter per Hand gefüttert. In den Betrieben 2, 3, 4, 8 und 11 erhalten die Hengste das Raufutter ad libitum. In den Betrieben 1, 5, 7, 9 und 10 werden die Hengste zwei Mal täglich mit Raufutter versorgt. Die Hengste des Betriebes 6 bekommen im Winter drei Mal Raufutter und im Sommer ein Mal.

In den Betrieben 1, 2 und 6 werden die Hengste tierindividuell mit Kraftfutter gefüttert, d.h. sie werden für die Dauer des Fressens durch Anbindung fixiert. In Betrieb 4 kann bei Bedarf individuell gefüttert werden, während die Kraftfutterfütterung in den anderen Betrieben nicht tierindividuell durchgeführt wird. Die Raufutterfütterung erfolgt im Regelfall nicht tierindividuell, kann in den Betrieben 1 und 4 aber bei Bedarf durch Anbindung der Hengste vorgenommen werden. In allen Betrieben entspricht die Anzahl an Kraft- und Raufuttermahlzeiten der Fütterungsfrequenz in der Einzelhaltung.

Die Weidehaltung der Junghengste

Die Weidehaltung der Junghengste findet in allen Hengstaufzuchtbetrieben nur während der Weidesaison (witterungs- und vegetationsabhängig: Mitte April bis Mitte Oktober) statt. Die Hengste werden nach dem Austrieb während der gesamten Vegetationsperiode auf der Weide in Gruppen gehalten. Als Bewirtschaftungsform des Weidelands wird zu 91 % die

Umtriebsweide genutzt, nur Betrieb 8 setzt ausschließlich die Standweide ein. Die Beweidungszeit zwischen den Umtrieben variiert zwischen 2 und 8 Wochen. Die Betriebe 2 und 9 setzen neben der Umtriebsweide zusätzlich die Standweide ein. Betrieb 2, 4 und 8 führen zudem eine Misch- bzw. Wechselbeweidung mit Rindern durch.

In allen Betrieben findet mindestens einmal täglich eine Tierkontrolle statt, in einigen Betrieben (1, 6, 7, 8, 9) werden zwei Kontrollen pro Tag durchgeführt.

In den Betrieben 1 und 6 werden die Pferde auch während der Weidesaison mit Kraftfutter versorgt. In Betrieb 1 wird das Kraftfutter nicht tierindividuell gefüttert, sondern über Fohlentische. Die Hengste in Betrieb 6 werden zur Kraftfutterfütterung angebunden und können dadurch individuell versorgt werden. Die mineralische Versorgung erfolgt in Betrieb 11 über das Bereitstellen von Mineralleckschalen. Alle anderen Betriebe führen keine Mineralfutterfütterung bei Weidehaltung durch. Ab dem Spätsommer wird in den Betrieben 1 und 9 Raufutter zum Weideaufwuchs zugefüttert. Es wird ab diesem Zeitpunkt regelmäßig ergänzend ein Heuballen auf die Weide gesetzt.

Trainingsanlagen

Allen Hengstaufzuchtbetrieben steht eine Reithalle zur Verfügung, zudem verfügen die Hengstaufzüchter (ausgeschlossen Betrieb 2) über einen Reitplatz. Eine Longierhalle ist in sechs Betrieben zu finden, ein Laufband in drei und Paddocks in einem. Die Betriebe 1, 3, 4, 5, 8, 9, und 11 haben außerdem eine Führmaschine. Tab. A 10 zeigt, welche Trainingsanlagen den verschiedenen Hengstaufzuchtbetrieben zur Verfügung stehen.

4.1.3 Die Fütterung der Junghengste

Das Ausfüllen des Abschnittes Futterrationsgestaltung im Fragebogen erfolgte insgesamt lückenhaft, daher erfolgt die Darstellung der Ergebnisse in betriebsindividueller Beschreibung.

Die Aufzuchtponies in Betrieb 1 erhalten während der gesamten Aufzucht sowohl Heu als auch Heulage ad libitum. In der Körnungsvorbereitung bekommen die Hengste ca. 12 kg Raufutter. In der Konzentratfütterung sind Gerste, Hafer, Mineralfutter und Öl enthalten. Die Kraftfuttermenge wird von 3 bis 4 kg im Fohlenalter auf 6 bis 7 kg in der Phase der Vorbereitung der Hengste auf die Vorauswahl gesteigert.

Die Hengste in Betrieb 2 werden jeweils mit 1 kg Weizenstroh und 7 bis 9 kg Silage gefüttert. Als Jährlinge erhalten sie insgesamt 1,25 kg Hafer und 1,25 kg mineralisiertes und pelletiertes Mischfutter und als Zweijährige insgesamt 4 kg Kraftfutter, jeweils zu gleichen Teilen Hafer und pelletiertes Mischfutter. Den jeweiligen Rationen werden jeweils 1% Leinöl zugesetzt.

Die Hengste in Betrieb 5 werden nach Augenmaß gefüttert.

Die Hengste des Betriebes 6 bekommen in der Aufzuchtphase Heulage ad libitum. In der Vorbereitungsphase auf die Körung wird die gefütterte Raufuttermenge auf 5 kg festgesetzt.

Als Konzentratfuttermittel erhalten die Fohlen 0,5 bis 1 kg Pavo Podo Grow (entsprechend der Fütterungsempfehlungen), als Jährlinge 1 bis 2 kg, als Zweijährige 2 bis 3 kg. Zusätzlich wird als Mineralergänzer Reformin Plus eingesetzt (Fohlen: 50 g, Jährlinge: 80 g, Zweijährige: 100 g). Die Konzentratfütterung in der Phase der Vorbereitung auf die Körung wird individuell gestaltet.

Die Aufzuchtperde des Betriebes 8 erhalten während der gesamten Aufzuchtphase Heulage ad libitum. Ein Kraftfuttermittel wird nicht gefüttert. In der Phase der Vorbereitung auf die Körung werden die Hengste mit 7 kg Hafer, 3 kg Gerste und Müsli gefüttert.

Die Zusammensetzung der Futtration in Betrieb 9 entspricht laut Betriebsleiter den „praxisüblichen Standards“. Als Raufutter für die Fohlen und Jährlinge wird Heu ad libitum gefüttert, in der Körungsvorbereitung wird drei Mal täglich Heu gefüttert. In der Phase der Vorbereitung auf die Körung erhalten die Hengste drei Mal täglich Hafer, Gerste, ein Sportferdemüsli und Öl.

Die Aufzuchtperde in Betrieb 11 bekommen als Fohlen Heu ad libitum, als Jährlinge und Zweijährige erhalten die Hengste Heulage bzw. Silage satt und in der Körungsvorbereitung 4 bis 6 kg Heu. Als Konzentratfutter bekommen die Fohlen 3 kg Aufzuchtfutter, die Jährlinge und Zweijährigen erhalten jeweils 1,5 kg Hafer und ein pelletiertes Mischfutter. In der Phase der Vorbereitung setzt sich die Ration aus 2 bis 3 kg Hafer und 2 bis 3 kg Energiepellets zusammen.

Über die Futtrationsgestaltung der Betriebe 3, 4, 7 und 10 liegen keine Informationen vor.



4.1.4 Servicemaßnahmen bei den Junghengsten

Im Rahmen der Darstellung der Servicemaßnahmen werden folgend Informationen über die Hufpflege, die Impfmaßnahmen, die Parasitenbekämpfung und über die veterinärmedizinischen Aspekte innerhalb der verschiedenen Aufzuchtbetriebe gegeben.

Die Hufpflegemaßnahmen

Der Zeitpunkt des ersten Ausschneidens ist in den meisten Hengstaufzuchtbetrieben nicht spezifiziert. Als Zeitangabe für das erste Ausschneiden werden die 6., die 8. oder die 10. Lebenswoche aufgeführt. Formuliert wird als Zeitpunkt „nach Bedarf“ bzw. „als Fohlen“. Einen Sonderfall stellt Betrieb 2 da, da hier die jungen Hengste erst nach dem Absetzen im Betrieb aufgestellt werden (Tab. 20).

Tab. 20: Zeitpunkte und Frequenzen für die Hufpflegemaßnahmen und den ersten Beschlag in den verschiedenen Hengstaufzuchtbetrieben

Betrieb	Erstes Ausschneiden	Häufigkeit des Ausschneidens	Erster Beschlag
1	10.- 12. Lebenswoche	3 mal bis zum Absetzen, dann nach Bedarf	2 Wo vor VA
2	/	3 x jährlich	/
3	k. A.	k. A.	k. A.
4	als Fohlen	6-8 x jährlich	2-jährig
5	als Fohlen	3 x jährlich	zur Körung
6	ca. 6. Lebenswoche	6-8 x jährlich	2,5-jährig
7	als Fohlen	nach Bedarf	2,5-jährig
8	nach Bedarf	nach Bedarf	4 Wo. vor Auswahl
9	als Fohlen	nach Bedarf	4 Wo. vor Auswahl
10	als Fohlen	nach Bedarf	4 Wo. vor Auswahl
11	ca. 8. Lebenswoche	3 - 4 x jährlich	2,5-jährig

Die Häufigkeit des Ausschneidens variiert zwischen „alle 6 bis 8 Wochen“, „3 bis 4 mal jährlich“ und „nach Bedarf“. Als frühester Zeitpunkt für den ersten Beschlag wird die Altersstufe „2-jährig“ angegeben, gefolgt von „2,5-jährig“, „4 bzw. 2 Wochen vor der Vorauswahl“ und „zur Körung“.



Impfmaßnahmen und Parasitenbekämpfung

In den meisten Hengstaufzuchtbetrieben wird der Bestand gegen Tetanus, Equinen Herpes Virus und Influenza geimpft. Die Hautpilzimpfung wird in vier Betrieben durchgeführt und gegen Tollwut wird in Betrieb 6 geimpft. Betrieb 8 führt keine Impfmaßnahmen durch.

In allen Hengstaufzuchtbetrieben werden Parasitenbekämpfungsmaßnahmen durchgeführt (Tab. 21). Die Entwurmungsfrequenz mit Anthelminthika bei Endoparasitenbefall variiert zwischen 3 und mindestens 6 Mal pro Jahr zwischen den verschiedenen Hengstaufzuchtbetrieben. Gegen Ektoparasitenbefall gehen 5 Betriebe im Bedarfsfall vor.

Tab. 21: Endo- und Ektoparasitenbekämpfung sowie Behandlungsfrequenzen (pro Jahr) in den verschiedenen Hengstaufzuchtbetrieben

Betrieb	Endoparasiten		Ektoparasiten	
	Bekämpfung	Entwurmungsfrequenz	Bekämpfung	Behandlungsfrequenz
1	X	6 x	/	/
2	X	3 x	/	/
3	X	k.A.	k.A.	k.A.
4	X	5 x	X	k.A.
5	X	4 x	/	/
6	X	4 bis 5 x	X	bei Bedarf
7	X	mind. 5 bis 6 x	X	bei Bedarf
8	X	mind. 4 x	/	/
9	X	4 x	X	bei Bedarf
10	X	k.A.	k.A.	k.A.
11	X	6 x	X	bei Bedarf

Veterinärmedizinische Aspekte

Die Betriebe 1, 4 und 6 führen im Fohlenalter eine erste veterinärmedizinische Adspektion durch. Dabei werden Zähne und Hoden untersucht. In Betrieb 2 findet eine wöchentliche Bestandskontrolle durch den Bestandstierarzt während des gesamten Zeitraumes der Aufzucht statt. Alle Aufzuchtbetriebe mit Ausnahme von Betrieb 2 lassen ihre Junghengste im Winter zweijährig röntgenologisch untersuchen. Im Fall positiver röntgenologischer Befunde werden chirurgische Eingriffe durchgeführt.

Tab. 22 zeigt, (a) wie häufig bestimmte gesundheitliche Probleme wie Hodenanomalien oder konstitutionelle Schwächen im Pferdebestand der einzelnen Hengstaufzuchtbetriebe vorkommen und (b) wie oft diese Probleme zum Ausscheiden aus der Hengstaufzucht führen.



Zur Quantifizierung stand den Aufzüchtern eine fünfstufige Likertskala (2 = oft, 1 = wiederholt, 0 = gelegentlich, -1 = selten, -2 = nie) zur Verfügung. Dargestellt sind die Mittelwerte.

Tab. 22: (a) Häufigkeit des Auftretens von gesundheitlichen Problemen und (b) Relevanz als Ausscheidungskriterium aus der Hengstaufzucht, gemittelt über alle Hengstaufzuchtbetriebe (2 = oft, 1 = wiederholt, 0 = gelegentlich, -1 = selten, -2 = nie)

	(a) Häufigkeit des Auftretens	(b) Ausscheidungsgrund
Konstitutionelle Schwäche	-1,57	-1,57
Kehlkopfpeifen	-1,00	-1,00
Zahnanomalien	-1,29	-1,29
Hodenanomalien	-0,71	-0,43
Röntgenologische Befunde	-0,29	-0,43
Hufprobleme	-0,71	-1,00

Bei Betrachtung der Häufigkeit des Auftretens stellen röntgenologische Befunde vor den Hodenanomalien das größte Problem dar. Die geringste Relevanz im Auftreten und als Ausscheidungsgrund haben konstitutionelle Schwächen im Hengstbestand.

Das Absetzen der Junghengste

Alle Betriebe setzen ihre Fohlen im Alter von 6 Monaten ab, wobei Betrieb 1, 5 und 7 Abweichungen nach vorne (also Absetzen mit 5 Monaten) tolerieren, während Betrieb 8 und 11 die Fohlen auch teilweise erst im Alter von 7 bzw. 8 Monaten absetzen. In allen Aufzuchtbetrieben wird ein einheitlicher Absetztermin für alle Fohlen angestrebt.

Die Betriebe 4 und 11 setzen die Fohlen über ein mehrstufiges (nicht näher spezifiziertes Absetzverfahren) ab, alle anderen Betriebe setzen ihre Fohlen traditionell, d.h. abrupt ab.

Die Betriebe 5, 9 und 10 führen die Trennung der Geschlechtergruppen zum Zeitpunkt des Absetzens durch, also mit 6 Monaten. Betrieb 4 und 11 differenzieren in der Gruppenbildung mit dem sechsten bzw. achten Lebensmonat. Betrieb 7 separiert Stut- und Hengstfohlen im Alter von 10 Monaten voneinander, Betrieb 1, 6 und 8 tun dies zwischen dem zwölften und 13. Lebensmonat. Betrieb 2 stellt aufgrund seiner Betriebsstrukturen nur Hengstfohlen auf.

In den meisten Betrieben werden keine Unterschiede hinsichtlich der Aufzuchtverfahren zwischen Fohlen gemacht, die für die Hengstaufzucht bestimmt sind bzw. nicht für die Hengstaufzucht bestimmt sind. Nur Betrieb 6 gibt Unterschiede bezüglich der Rationsgestaltung an.

4.1.5 Selektionsmaßnahmen im Verlauf der Hengstaufzucht

Jeder der Aufzüchter verfolgt eigene und vermarktungspolitische Ziele bei der Auswahl der Junghengste, die in die engere Auswahl für die Aufzucht kommen. Wie wichtig dabei bestimmte Kriterien für Auswahl und Einkauf eines Fohlens sind, zeigt Abb. 17. Für die Bewertung der verschiedenen Kriterien wurden die Aufzüchter gebeten, die Bedeutung des jeweiligen Kriteriums für die eigene Selektionsentscheidung mittels einer dreistufigen Likert-Skala (1 = sehr wichtig, 0 = wichtig, -1 = unwichtig) einzustufen.

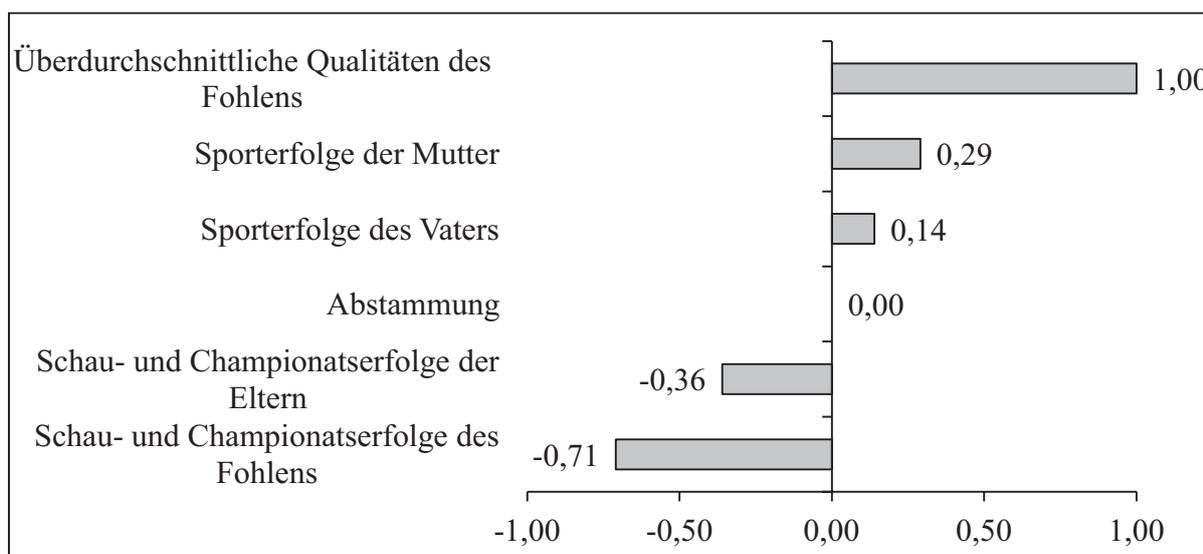


Abb. 17: Maßgebliche Kriterien für die Auswahl eines Fohlens für die Junghengstaufzucht (1 = sehr wichtig, 0 = wichtig, -1 = unwichtig)

Die Bewertung der einzelnen Kriterien wurde gemittelt und dann über die gesamte Stichprobe graphisch dargestellt. Als wichtigstes Kriterium für die Auswahl eines Hengstfohlens wird die überdurchschnittliche Qualität des Fohlens selbst angegeben, vor den Sporterefolgen der Mütter. Nahezu unwichtig für die Auswahl eines Hengstfohlens sind die Schau- und Championatserfolge des Fohlens selbst und der Eltern.

Hat das Hengstfohlen nun den ersten Selektionsschritt im Rahmen der Hengstaufzucht überwunden, folgen betriebsabhängig weitere Selektionsmaßnahmen. Diese werden im Folgenden dargestellt.

Betrieb 1 führt eine erste Selektion der Hengste in der Aufzucht im Alter von einem Jahr durch, die endgültige Selektionsentscheidung wird aber erst – wie in fast allen anderen Betrieben – in dem Winter getroffen, in dem die Hengste das zweite Lebensjahr vollenden. Betrieb 9 und 11 treffen diese Entscheidung erst im Frühsommer desselben Jahres.

6 Betriebe führen in der Aufzuchtperiode Freispringtests durch: Betrieb 1 lässt die Jährlinge bereits testweise freispringen, die Betriebe 4, 5, 7, 8 und 11 beginnen mit dem regelmäßigen Freispringen im Alter von 2 Jahren. Die Betriebe 6 und 9 lassen ihre Hengste erst in der Vorbereitungsphase auf die Körung freispringen. Die Betriebe 3 und 10 machen keine Angabe. Betriebsbedingt findet in Betrieb 2 kein Freispringen statt.

Auf die Frage, welche phänotypischen Schwächen zum Ausschluss aus der Hengstaufzucht führen (Tab. 23), antworteten die Befragten einheitlich „das Fundament“ und der „Bewegungsablauf“. Das Springvermögen spielt nur im Selektionsprozess für Springpferde eine Rolle, dann aber sehr gleichmäßig. Bei Typ und Qualität des Körperbaus machen einige der Aufzüchter Abstriche, während das Interieur nur für drei der Befragten ein Selektionskriterium ist.



Tab. 23: Phänotypische Schwächen, die auf den Selektionsprozess in der Junghengstaufzucht wirken

Betrieb	Fundament	Typ	Qualität Körperbau	Interieur	Bewegungsablauf	Springvermögen
1	X	X	X	/	X	X
2	vorerst keine Selektion					
3	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
4	X	X	X	/	X	X
5	X	X	X	X	X	X
6	X	X	X	X	X	bei Springabstammung
7	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
8	X	/	/	X	X	X
9	X	/	X	/	X	X
10	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
11	X	X	/	/	X	X

Tab. 24 zeigt, wie häufig Entwicklungsprobleme (Spätreife, Körperwachstum, knappe Bemuskelung) im Pferdebestand der betrachteten Hengstaufzuchtbetriebe vorkommen und wie häufig diese Probleme zum Ausscheiden aus der Hengstaufzucht führen. Zur Quantifizierung stand den Aufzüchtern eine fünfstufige Likertskala (2 = oft, 1 = wiederholt, 0 = gelegentlich, -1 = selten, -2 = nie) zur Verfügung. Dargestellt sind die Mittelwerte.

Tab. 24: (a) Häufigkeit des Auftretens von Entwicklungsproblemen und (b) Relevanz als Ausscheidungskriterium aus der Hengstaufzucht, gemittelt über alle Hengstaufzuchtbetriebe (2 = oft, 1 = wiederholt, 0 = gelegentlich, -1 = selten, -2 = nie)

	(a) Häufigkeit des Auftretens	(b) Ausscheidungsgrund
Zu geringes Körperwachstum	-0,17	0
Zu starkes Körperwachstum	-0,67	-0,33
Spätreife	-0,83	-0,83
Zu knappe Bemuskelung	-1,33	-1,33

Die größte Bedeutung hat das zu geringe Körperwachstum: Es tritt gelegentlich auf und führt entsprechend auch zum Ausscheiden der betroffenen Hengste aus der Aufzucht. Eine zu knappe Bemuskelung tritt selten bis nie auf und führt dementsprechend auch selten bis nie zum Ausscheiden des betroffenen Hengstes aus der Hengstaufzucht.

4.1.6 Die Vorbereitung zur Vorauswahl (VA)

Beginnt im Rahmen der Hengstaufzucht die Phase der Vorbereitung der Junghengste auf die Körung, werden sehr unterschiedliche Wege eingeschlagen. Ein grundsätzliches Unterscheidungskriterium ist dabei, ob die Hengste im eigenen Betrieb vorbereitet werden oder zu Vorbereitungszwecken den Betrieb verlassen. Die untersuchten Hengstaufzuchtbetriebe beginnen durchgängig selbständig mit der eigenen Vorbereitung; im Verlauf der Vorbereitungsphase geben einige der Betriebe die in Frage kommenden Hengste dann in auf die Hengstvorbereitung spezialisierte Ausbildungsstätten. Über diese Hengste und die Form der Vorbereitung liegen keine weiteren Informationen vor. Im Folgenden werden die Kennzeichen der betriebseigenen Vorbereitung vorgestellt.

Betriebseigene Vorbereitung

In den Betrieben 1, 2, 7, 8, 9 und 10 werden die Hengste durch betriebseigenes Personal auf die Körung vorbereitet. Die Betriebe 3, 4, 5, 6 und 11 beginnen mit der Vorbereitung im eigenen Betrieb, lassen aber die finale Vorbereitung als Dienstleistung ausführen.

Im Mittel beginnen die Hengstaufzüchter mit der aktiven Vorbereitung der Junghengste auf die Körung 12 Wochen vor dem Termin der Vorauswahl (Tab. 25). Betrieb 8 startet mit dem Training 8 Wochen vor der Vorauswahl und Betrieb 2 beginnt erst kurz (etwa 2 Wochen) vor dem Auswahltermin mit dem Training.

Der Zeitpunkt, wann die Hengste die Betriebe zur weiteren gezielten Vorbereitung verlassen, variiert in Abhängigkeit der Hengstaufzuchtbetriebe. So verlassen die Hengste des Betriebes 11 den Hof erst kurz vor der Vorauswahl zur Körung, während die Hengste des Betriebes 5 bereits im Mai des Körjahres den Aufzuchtbetrieb verlassen. Bei den Betrieben, die die Vorbereitung als Dienstleistung anbieten, handelt es sich um Ausbilder aus den Regionen Westfalen, Niedersachsen und Bayern.



Tab. 25: Zeitpunkte für den Beginn der aktiven Vorbereitung der Junghengste auf die Körung und für das Verlassen der Betriebe zur gezielten Vorbereitung

Betrieb	Start mit der betriebseigenen Vorbereitung (Wochen vor VA)	Verlassen des Betriebes zur gezielten Vorbereitung
1	10 - 12	/
2	2	/
3	k.A.	3 Monate vor VA
4	12	Juni (Verden), August (Münster)
5	Mai des Körjahres	Mai des Körjahres
6	12	1 Monat vor VA
7	10 - 14	/
8	8	/
9	8 - 12	/
10	8 – 12	/
11	8 – 12	1 Monat vor VA

Zunächst erfolgt betriebsunabhängig eine Einzelaufstallung der Junghengste. Nur die Hengste des Betriebes 2 bleiben in der Gruppenhaltung. Mit dem Einstieg in die Vorbereitungsphase erfolgt in den Betrieben 5, 6, 7 und 10 eine Futterumstellung; in den anderen Betrieben bleibt die Fütterung zunächst konstant. Das Training wird in den Betrieben 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9 und 10 unmittelbar aufgenommen. In den Betrieben 8 und 11 erfolgt zunächst eine Umstellungsphase an das neue System.

6 Betriebe setzen trainingsbegleitend Führmaschine oder Laufband ein (Tab. 26). In Abhängigkeit des Hengstes bzw. des Ausbildungskonzeptes gehen die Hengste täglich oder drei bis sechs Mal in der Woche in der Führmaschine. Die Dauer variiert zwischen 20 und 60 Minuten.

In Tab. 27 wird dargestellt, ab wann in den einzelnen Hengstaufzuchtbetrieben mit dem Longieren nach der Aufstallung begonnen wird. Die meisten Aufzüchter arbeiten ihre Pferde an der Longe an drei bis vier Tagen in der Woche über eine Zeiteinheit von 20 bis 30 Minuten. Mit dem Ausbinden der Hengste wird begonnen, wenn die Hengste sich an den Longiergurt gewöhnt haben, also zumeist in der zweiten Woche nach „Arbeitsbeginn“.



Tab. 26: Einsatz, Einsatzhäufigkeiten und Einsatzmodalitäten der Führmaschine innerhalb der verschiedenen Aufzuchtbetriebe

Betrieb	ja / nein	Startzeitpunkt	Anzahl / Woche	Dauer (in Minuten)	mit Trabreisen
1	X	sofort	3 - 4	45 - 60	/
2	0				
3	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
4	X	sofort	7	45	/
5	X	Juni	3	20	X
6	/				
7	/				
8	X	tierindividuell	tierindividuell	tierindividuell	X
9	X	tierindividuell	tierindividuell	30	X
10	/				
11	X	sofort	6	30	X

Tab. 28 zeigt die Vorgehensweise des Trainingskomplexes „Freispringen“ in den verschiedenen Hengstaufzuchtbetrieben. Die Aufzuchtbetriebe beginnen mit dem Freispringen teilweise in der ersten Woche nach Aufstallung, teilweise auch ca. 6 Wochen vor dem Termin der Vorauswahl. Im Mittel wird das Freispringen dann ein Mal pro Woche durchgeführt; die Hengste werden entsprechend ihres natürlichen Disziplinschwerpunktes an das Freispringen herangeführt. Sie springen über ca. 1,20 m hohe und 1,00 m breite Hindernisse. Wenn der der Disziplinschwerpunkt auf dem Springen liegt, überwinden sie auch höhere Abmessungen.


Tab. 27: Beginn, Häufigkeit, Dauer und Art des Longierens innerhalb der verschiedenen Hengstzuchtbetriebe

Betrieb	Beginn	Anzahl / Woche	Dauer (in Minuten)	Beginn Ausb- inden /Woche	Art des Ausbindens
1	ab Aufstallung	3 - 4	30	ca. 2. Woche	Ausbinder, Lauferzügel, Doppellonge
2	/				
3	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
4	ab Aufstallung	7	bis 60	ca. 3. Woche	Halsverlängerer
5	ab Aufstallung	3	30	ca. 3. Woche	Dreieckszügel
6	ab Aufstallung	4	20	ca. 2. Woche	Dreieckszügel
7	1 - 2 Wochen n. Aufstallung	zunächst: 2 - 3, dann 4 - 5	nach Bedarf	ca. 2. Woche	Ausbinder, Dreieckszügel
8	3 - 4 Tage n. Aufstallung	nach Bedarf	nach Bedarf	ca. 2. Woche	Ausbinder
9	ab Aufstallung	4 - 5	zunächst 10, dann 30	ca. 2. Woche	Dreieckszügel
10	ab Aufstallung	5	zunächst 10, dann 30	ca. 2. Woche	Dreieckszügel
11	2 Wochen n. Aufstallung	4	20	ca. 2. Woche	unterschiedlich

**Tab. 28: Die Modalitäten des Freispringens innerhalb der Hengstaufzuchtbetriebe**

Betrieb	Beginn	Häufigkeit (Woche)	Höhe und Weite	Disziplin- unterscheidung	Art Unter- scheidung
1	n. Aufstallung	0,8	bis 1,45 m	X	Abmessungen
2	/				
3	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
4	ab sofort	1	1,20 m	X	Abmessungen
5	nach. ca. 4 Wochen	1 - 2	1,20 m x 0,60 m	X	Abmessungen, Häufigkeit
6	nach 2 Wochen	1	1,00 m, kleine Reihen	/	
7	nach Aufstallung	1 - 2	n. Veranlagung	X	Abmessungen, Häufigkeit
8	Nach 3 Tagen	1	n. Veranlagung	/	
9	nach Aufstallung	selten	1,20 x 1,00 m	X	Abmessungen, Häufigkeit
10	n. Aufstallung	1	1,10 m - 1,20 m	X	Abmessungen
11	6 Wo. vor VA	1	bis 1,20 m	X	Abmessungen

Die Vorgehensweise beim Vormustern der Hengste in der Phase der Vorbereitung auf die Körung läuft sehr betriebsindividuell ab. So beginnt Betrieb 7 bereits 6 Wochen nach Aufstallung die Hengste ein Mal pro Woche zu mustern, während Betrieb 11 die Hengste nur zwei bis drei Mal insgesamt vor der Auswahl mustert. Alle Aufzuchtbetriebe üben mit ihren Hengsten das Mustern auf hartem Untergrund. Die Hengste in Betrieb 7 werden zusätzlich darin trainiert, auf dem Schrittring zu gehen (Tab. 29).

Die Körplätze

Die Hengste des Betriebes 2 werden ausschließlich in Adelheidsdorf zur Körung vorgestellt, die Betriebe 8 und 9 zeigen ihre Hengste ausschließlich in Verden. Die Betriebe 1 und 10 stellen ihre Hengste sowohl in Verden als auch in Redefin vor. Die Betriebe 6, 7 und 11 besuchen mit ihren Hengsten vier unterschiedliche Körorte (Tab. A 7).

**Tab. 29: Die Modalitäten beim Vormustern der Hengste in den Betrieben**

Betrieb	Beginn (Wochen)	Anzahl / Woche	Vorgehensweise
1	4 vor VA	täglich / nach Bedarf	gezielt Schritt: 15 - 20 min.
2	/	k.A.	k.A.
3	k. A.	k. A.	k. A.
4	nach 3	alle 2 Wo.	k.A.
5	4 vor VA	2	an der Hand mit Peitschenführer
6	nach 2	1	k.A.
7	nach 6	1 / nach Bedarf	auf Straße oder Rasen, Schrittring in Halle
8	nach 4	je nach Hengst	k.A.
9	6 vor VA	1	Mustern auf hartem Untergrund
10	4 vor VA	2	k.A.
11	2 vor VA	2 - 3 mal vorher	2 - 3 Personen auf Pflasterstraße

4.1.7 Die Vorbereitung zur Hauptkörung

Hat sich der Junghengst im Rahmen der Vorauswahl für eine Teilnahme an der Körung qualifiziert, verändert etwa die Hälfte der Aufzüchter nichts mehr am Trainingsablauf, während die andere Hälfte noch einmal Veränderungen im Training vornimmt. So durchlaufen die Hengste des Betriebes 4 ein Abschlusstraining, im Rahmen dessen sie noch einmal erhöht springen. Die Hengste des Betriebes 6 werden in dieser Phase noch intensiver an der Hand gemustert, während bei den Hengsten des Betriebes 7 Defizite beim Springen, Longieren und Mustern analysiert werden, um die Vorstellung bei der Hauptkörung zu perfektionieren. In Betrieb 8 basiert die Trainingsveränderung auf den individuellen Anforderungen durch die Hengste. Betrieb 9 versucht die Trainingsintensität zu erhalten und gleichzeitig an den vorhandenen Schwächen zu arbeiten.

Auf die Frage, ob das Fütterungsmanagement nach der Vorauswahl mit Hinblick auf die Körung verändert wird, antworteten 8 der Befragten mit „nein“, während zwei Betriebsleiter das Management in Form einer individuellen Anpassung hinsichtlich der Mengen und Zusatzfuttermitteln verändern.

Drei der Aufzüchter führen weitere Maßnahmen durch: So wird in Betrieb 7 das Arbeitspensum für die Hengste ein bis zwei Wochen vor der Körung reduziert, damit sie sich regenerieren können. In Betrieb 8 und 9 erfolgt nach der Vorauswahl eine zunehmend

individuelle Vorbereitung der Hengste, die zur Körung vorgestellt werden. Dieses ist möglich, da für die noch zu arbeitenden Hengste infolge der Selektion im Rahmen der Vorauswahl mehr Zeit verbleibt.

Vorgehensweise mit den Hengsten, die nicht gekört wurden

Das Vorgehen mit den Hengsten, die nicht im Rahmen der Körung gekört bzw. vermarktet wurden, ist über alle Hengstaufzuchtbetriebe hinweg recht ähnlich.

Die Hengste, von denen sich die Aufzüchter eine Körfähigkeit versprechen, werden entweder nochmals im Rahmen anderer Körveranstaltungen vorgestellt oder aber als „Reithengste“ aufgezogen und ausgebildet. Die anderen werden zumeist kastriert, angeritten und verkauft. Manche Hengste – dann auch Wallache – bekommen mitunter noch mal eine Pause, bevor sie in die weitere Ausbildungsarbeit gehen und auf Turnieren vorgestellt werden.

4.2 Die in den Aufzuchtbetrieben untersuchten Hengste

Bei den 34 metrischen und palpatorisch-deskriptiven Parametern, handelt es sich um Daten aus den Bereichen Wachstum, Entwicklung, körperliche Beschaffenheit und Gliedmaßenstellung.

4.2.1 Parameter des Wachstums

Da in Folge der individuellen Betriebsabläufe nicht jeder Hengst zwei bzw. drei Mal untersucht werden konnte, wurde, um eine möglichst gute Abdeckung des Entwicklungszeitraumes zu erzielen, jede Untersuchung der metrischen Daten als Einzelbeobachtung bewertet. Es wurde weiterhin eine Einteilung in sechs Altersstufen über jeweils fünf Monate vorgenommen (6. bis 10. LM; 11. bis 15. LM; 16. bis 20. LM; 21. bis 25. LM; 26. bis 30 LM und 31. bis 35. LM).

Die Abb. 18 und Abb. 19 zeigen in graphischer Form die Gewichts- und Größenentwicklung der Junghengste während der Aufzuchtperiode. Anhand der Graphik kann man sehr deutlich die parallele Datenerfassung an den Hengsten der zwei bzw. drei Jahrgänge innerhalb eines Bestandes erkennen. So liegen nur vereinzelte Beobachtungen zwischen dem 550. und 620. Lebenstag vor.

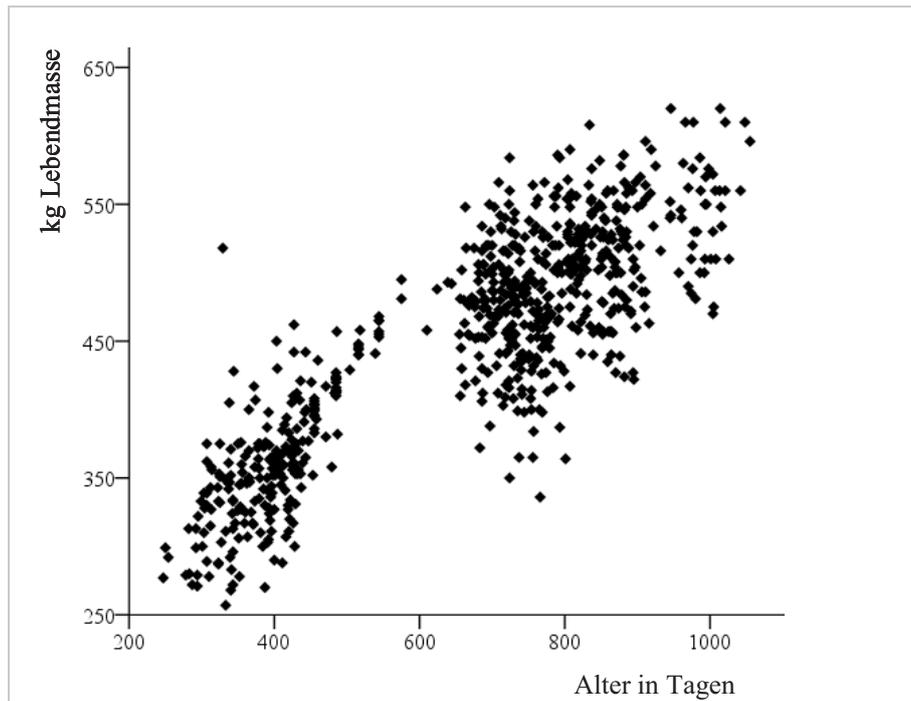


Abb. 18: Lebendmasse (kg) der Junghengste in Abhängigkeit vom Alter in Tagen (n = 721)

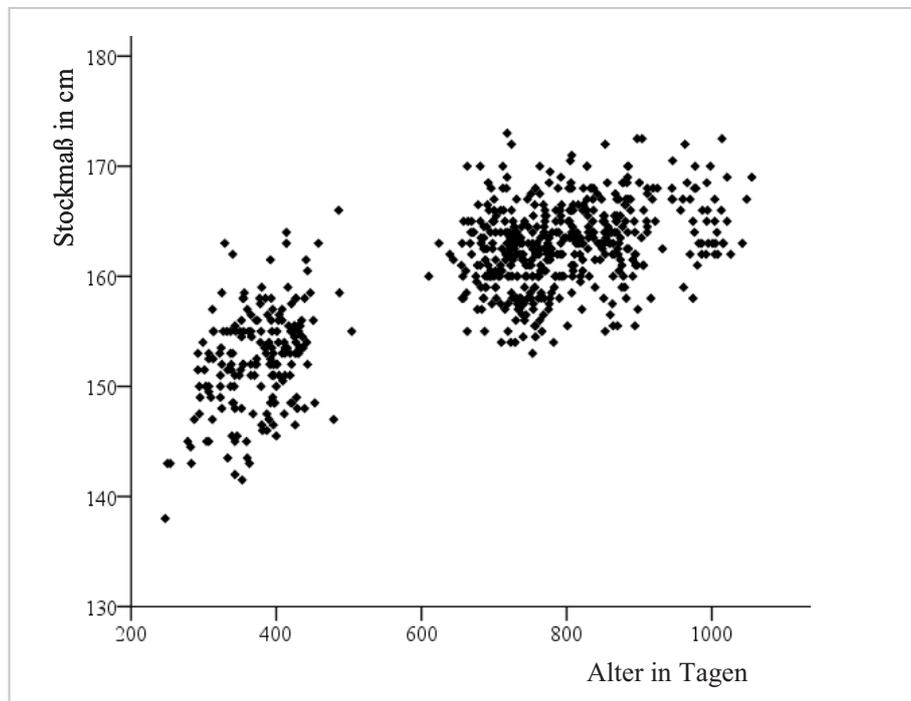


Abb. 19: Stockmaß (cm) der Junghengste in Abhängigkeit vom Alter in Tagen (n = 721)



Tab. 30: Durchschnittliche Lebendmasse der Junghengste (\pm SD) in Abhängigkeit der Alterskategorie (I bis VI) und des Betriebes (n = 721)

Betrieb	I	II	III	IV	V	VI
1	307 \pm 29	362 \pm 38	458	492 \pm 41	514 \pm 41	610
2	305 \pm 44	344 \pm 32	399 \pm 52	447 \pm 43	483 \pm 45	544 \pm 40
3	327 \pm 22	435 \pm 118	/	478 \pm 33	541 \pm 34	/
4	303 \pm 27	354 \pm 31	/	490 \pm 35	546 \pm 25	/
5	302 \pm 24	329 \pm 4	/	490 \pm 48	502 \pm 20	/
6	/	397 \pm 39	429	490 \pm 31	539 \pm 17	/
7	349 \pm 23	396 \pm 23	439 \pm 23	490 \pm 39	527 \pm 34	/
8	289	326 \pm 31	/	464 \pm 30	492 \pm 23	/
9	/	382 \pm 43	/	474 \pm 47	524 \pm 16	/
10	/	/	/	501 \pm 36	547 \pm 38	/
11	/	/	/	449 \pm 26	522 \pm 31	/
Gesamt	314 \pm 8	357 \pm 5	436 \pm 14	474 \pm 4	509 \pm 5	547 \pm 14

Tab. 30 zeigt die Gesamtmittelwerte der Lebendmasse (\pm SD) innerhalb der sechs Altersstufen über alle Beobachtungen und Betriebe hinweg. Entsprechend der in Abb. 9 dargestellten Vorgehensweise zur Einteilung der Betriebe in die drei Klassen der Aufzuchtintensität ergab sich folgende Zuordnung der Betriebe und Beobachtungen auf die drei Klassen (Tab. 31) und die Altersstufen (Tab. 32).

Die meisten Beobachtungen entfallen auf die Kategorie „niedrige Aufzuchtintensität“ mit 322 Beobachtungen vor der Kategorie „hohe Aufzuchtintensität“ (230 Beobachtungen) und „moderate Aufzuchtintensität“ (169 Beobachtungen).

Tab. 31: Einteilung der Betriebe in die Intensitätskategorien der Junghengstaufzucht und Anzahl der Beobachtungen pro Kategorie (n = 721)

	Betriebsnummern	Tierzahl
Niedrige Intensität	2, 8	322
Moderate Intensität	1, 4, 5, 9, 11	169
Hohe Intensität	3, 6, 7, 10	230



Am häufigsten wurden die Altersstufen zwischen „11 bis 15 Monate“ (182 Beobachtungen) und die beiden Stufen zwischen „21 bis 30 Monate“ (227 und 204 Beobachtungen) untersucht.

Aufgrund der Situation, dass innerhalb der Altersgruppe „16 bis 20 Monate“ und „31 bis 35 Monate“ jeweils zwei Intensitätsgruppen nicht bzw. kaum besetzt sind, wurden diese von der statistischen Auswertung ausgeschlossen und in der weiteren Darstellung nicht präsentiert.

Tab. 32: Verteilung der Einzelbeobachtungen (n = 721) auf die verschiedenen Alterstufen innerhalb des Beobachtungszeitraumes

Alterstufen	niedrig	Moderat	hoch	gesamt
I	4	16	8	28
II	105	46	30	182
III	3	1	30	34
IV	79	64	84	227
V	86	40	78	204
VI	45	1	0	46

Im Folgenden werden die einzelnen metrischen Merkmale in Abhängigkeit der Aufzuchtintensität dargestellt.

Die Tageszunahme verläuft über alle Klassen hinweg linear abnehmend (Abb. 20). Die Tageszunahmen der moderat und der intensiv aufgezogenen Hengste unterscheiden sich nicht signifikant und erscheinen in beiden Aufzuchtssystemen ausbalanciert. Die Tageszunahmen liegen in Abhängigkeit des Aufzuchtssystems und der Altersstufe zwischen 551 Gramm und 1.110 Gramm (modifizierte Tageszunahme).

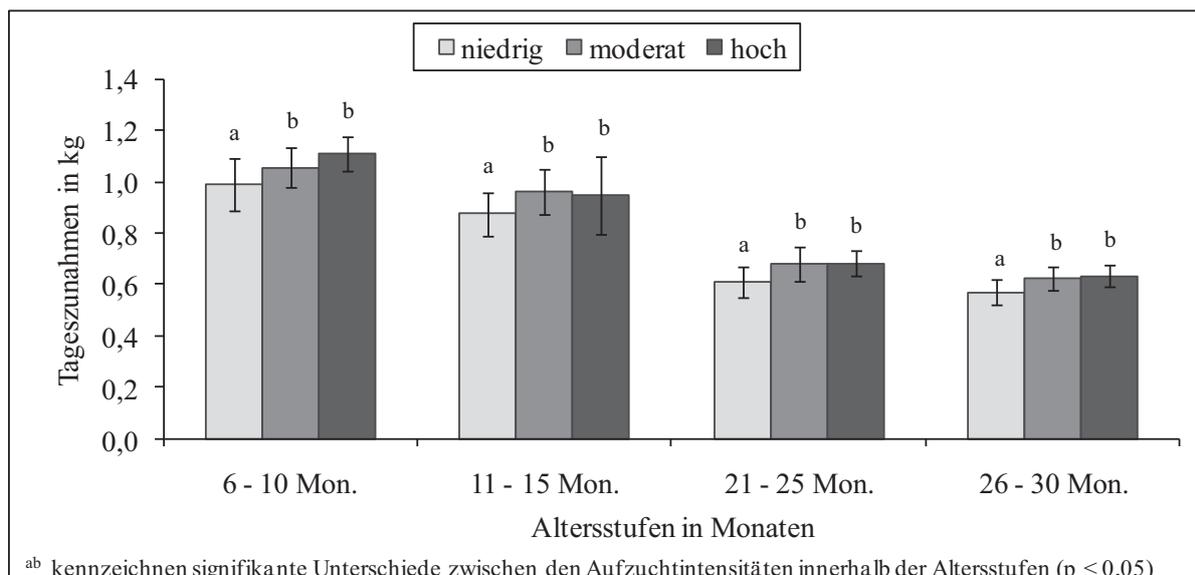


Abb. 20: Darstellung der LSM-Mittelwerte der Tageszunahme, differenziert nach Aufzuchtintensität und Alterskategorie

Die Körpergrößenentwicklung (Stockmaß in cm) führt zu keinen signifikanten Unterschieden zwischen den Hengsten der verschiedenen Aufzuchtssysteme innerhalb der Altersklasse „6 bis 10 Monate“ (Abb. 21).

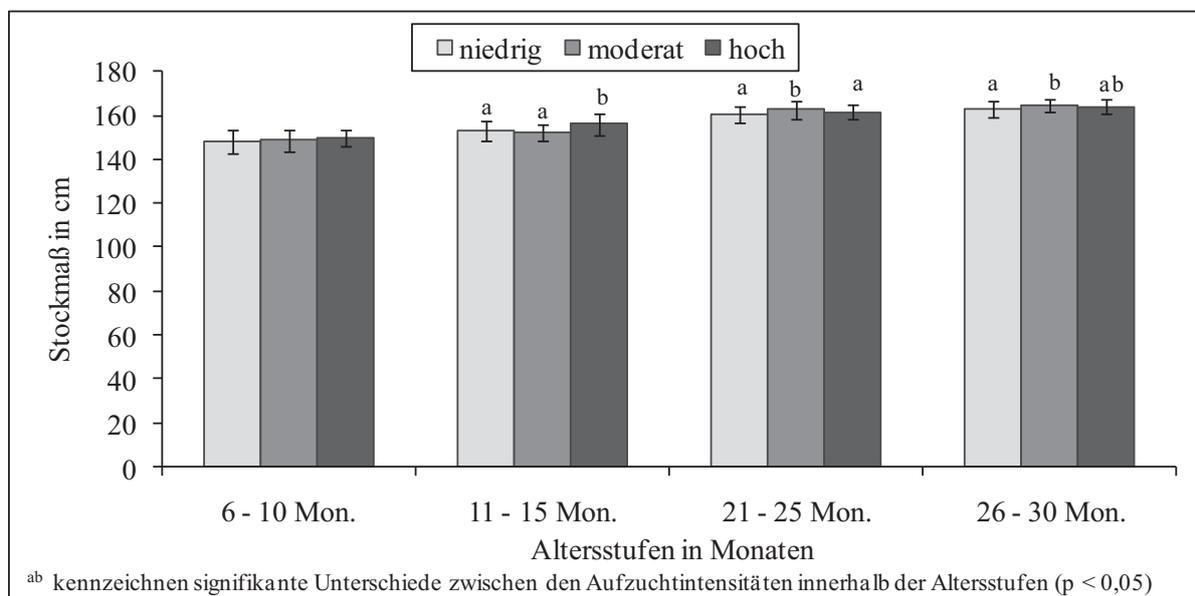


Abb. 21: Darstellung der LSM-Mittelwerte für das Stockmaß, differenziert nach Aufzuchtintensität und Alterskategorie

In der Altersstufe „11 bis 15 Monate“ unterscheidet sich die Größe der niedrig und moderat aufgezogenen Hengste signifikant von denen, die intensiv aufgezogen wurden. In der dritten



Altersgruppe unterscheiden sich die Hengste in ihrer Größe aus dem Aufzuchtssystem niedriger und hoher Intensität signifikant von den moderat aufgezogenen Hengsten. Dieses Bild zeichnet sich auch in der Altersgruppe „26 bis 30 Monate“ ab.

Tab. 33 zeigt die Größenentwicklung der Junghengste, ausgedrückt in cm Bandmaß. Die Differenzen zwischen den Aufzuchtssystemen innerhalb der verschiedenen Altersstufen variieren zwischen einem halbem und drei Zentimeter. Nur in der Altersstufe „21 bis 25 Monate“ lassen sich signifikante Unterschiede in der Entwicklung der moderat aufgezogenen Junghengste gegenüber den Hengsten nachweisen, die mit niedriger bzw. hoher Aufzuchtintensität aufgezogen wurden.

Tab. 33: Darstellung des LSM-Mittelwert für das Bandmaß (\pm SD), differenziert nach Aufzuchtintensität und Alterskategorie (n = 721)

Altersstufe	niedrig	Moderat	hoch
I	155 \pm 4,1	155 \pm 4,7	156 \pm 3,8
II	160 \pm 4,9	160 \pm 3,5	164 \pm 5,6
IV	167 \pm 17,7 ^a	171 \pm 4,2 ^b	169 \pm 3,6 ^a
V	172 \pm 4,0	173 \pm 3,5	173 \pm 3,5

^{ab} signifikante Unterschiede zwischen den Aufzuchtintensitäten innerhalb der Altersstufen ($p < 0,05$)

Innerhalb der ersten Altersstufe hat die Aufzuchtintensität keinen signifikanten Einfluss auf die Länge des Röhrbeins; in den Folgemonaten werden aber zwischen den verschiedenen Aufzuchtssystemen signifikante Unterschiede innerhalb der Altersklassen deutlich (Tab. 34).

In Abhängigkeit der Aufzuchtintensitäten konnten bezüglich des Röhrbeinumfanges signifikante Unterschiede innerhalb der ersten drei Altersgruppen festgestellt werden, während der durchschnittliche Umfang des Röhrbeins in der Altersstufe „26 bis 30 Monate“ bei den Hengsten aller Aufzuchtssysteme bei 22,1 cm liegt.

Für den Umfang des Fesselgelenks konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Hengsten der verschiedenen Aufzuchtssysteme nachgewiesen werden. Die Werte variieren zwischen 25,9 cm und 29,4 cm.



Tab. 34: Darstellung der LSM-Mittelwerte für die Röhrbeinlänge, den Röhrbeinumfang und den Fesselgelenksumfang, differenziert nach Aufzuchtintensität und Alterskategorie (n = 721)

	Altersstufe	niedrig	moderat	hoch
Röhrbeinlänge	I	18,9	19,5	18,6
	II	19,5 ^a	19,9 ^b	19,4 ^a
	IV	19,5 ^a	19,9 ^b	19,7 ^c
	V	20,2 ^a	20,0 ^a	19,8 ^b
Röhrbeinumfang	I	19,8 ^a	19,3 ^b	19,4 ^b
	II	20,3 ^a	20,6 ^a	19,8 ^b
	IV	21,4 ^a	21,8 ^b	21,8 ^b
	V	22,1	22,1	22,1
Fesselgelenksumfang	I	26,8	25,9	26,3
	II	27,7	28,6	27,6
	IV	28,6	28,9	28,7
	V	29,4	29,2	29,3

^{abc} kennzeichnen signifikante Unterschiede zw. den Aufzuchtintensitäten innerhalb der Altersstufen ($p < 0,05$)

Abb. 22 zeigt die Entwicklung des Brustumfangs in cm über den Zeitraum der Aufzucht. Der geringste Brustumfang (94 cm) wurde bei den Hengsten festgestellt, die in einem moderaten Aufzuchtssystem aufgezogen worden sind, der größte Brustumfang (112 cm) wurde bei den Hengsten festgestellt, die in einem intensiven Aufzuchtssystem aufgezogen worden sind.

Für die Rumpflänge ist für alle Aufzuchtintensitäten ein linearer Verlauf zu beobachten. Nur in der Altersstufe „26 bis 30 Monate“ lassen sich signifikante Unterschiede zwischen den Entwicklungsverläufen der Rumpflänge der Hengste innerhalb der verschiedenen Aufzuchtssysteme nachweisen (Tab. 35).

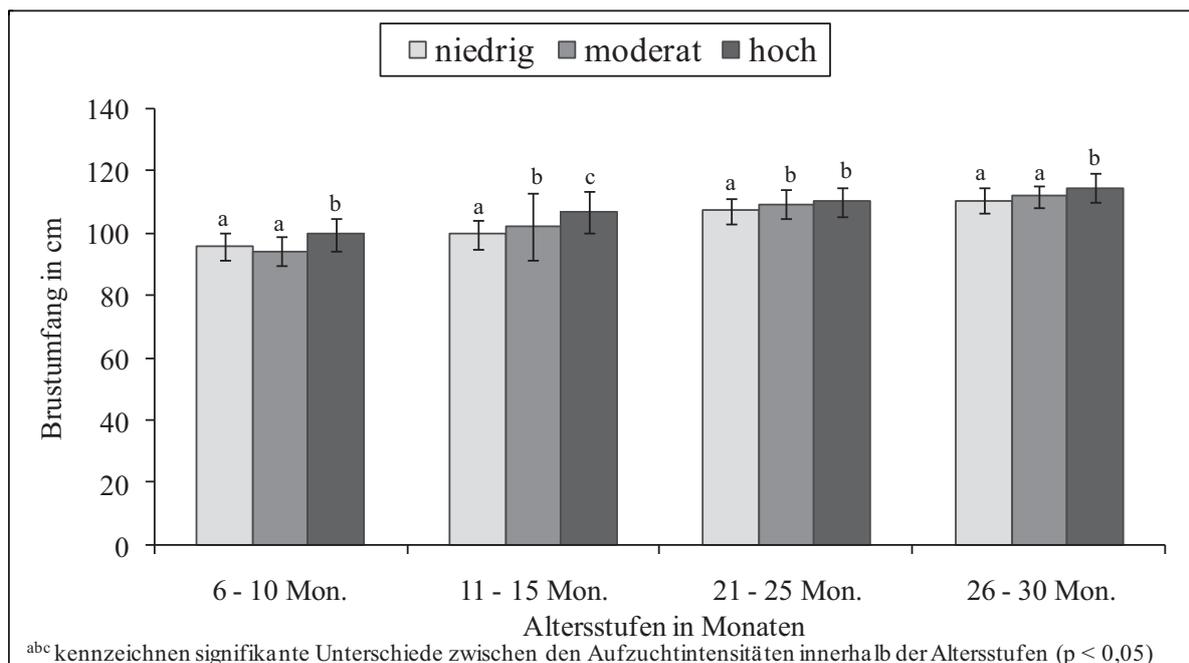


Abb. 22: Darstellung des LSM-Mittelwert des Brustumfangs in cm (\pm SD), differenziert nach Aufzuchtintensität und Alterskategorie (n = 721)

Tab. 35: Darstellung des LSM-Mittelwert der Rumpflänge in cm (\pm SD), differenziert nach Aufzuchtintensität und Alterskategorie (n = 721)

Altersstufe	niedrig	Moderat	hoch
I	155 \pm 5,9	150 \pm 8,8	152 \pm 7,9
II	159 \pm 7,6	160 \pm 3,5	160 \pm 9,7
IV	174 \pm 6,9	173 \pm 7,1	172 \pm 6,1
V	178 \pm 6,7 ^a	179 \pm 5,4 ^a	180 \pm 5,8 ^b

^{ab} signifikante Unterschiede zwischen den Aufzuchtintensitäten innerhalb der Altersstufen ($p < 0,05$)

Tab. 36 zeigt die Pearson-Korrelationskoeffizienten für die metrischen Maße. Nahezu alle Längenmaße sowie der Röhrebeinumfang sind mit der Lebendmasse auf einem moderaten bis hohen Niveau ($r = 0,66$ bis $0,88$) hochsignifikant ($p = 0,001$) korreliert sowie ebenfalls auch untereinander. Dagegen sind Röhrebeinlänge und -umfang sowie Fesselgelenksumfang maximal auf einem niedrigen Niveau miteinander korreliert ($r = 0,22$; $p = 0,001$).

**Tab. 36: Pearson-Korrelationskoeffizient der metrischen Daten**

	Stock- maß	Band- maß	Länge Röhrbein	Umfang Röhrbein	Umfang Fesselg.	Brust- umfang	Rumpf- länge
Lebendmasse	,88**	,66**	,15**	,76**	,25**	,76**	,87**
Stockmaß		,69**	,25**	,72**	,22**	,67**	,81**
Bandmaß			,21**	,52**	,17*	,52**	,61**
Länge Röhrbein				,22**	,83*	,15**	,14**
Umfang Röhrbein					,51**	,69**	,70**
Umfang Fesselg.						,41**	,32**
Brustumfang							,70**

(** p ≤ 0,01; * p ≤ 0,05)

4.2.2 Parameter der Entwicklung und der einfachen palpatorischen Befundung

Im Rahmen der Erfassung der Parameter der Entwicklung und der palpatorischen Befundung wurden 14 Merkmale erfasst. Es lagen Beobachtungen von 175 Tieren aus dem Aufzuchtssystem niedriger Intensität vor, 129 aus dem Aufzuchtssystem moderater Intensität und 104 aus dem Aufzuchtssystem hoher Intensität.

Tab. 37 stellt die Effekte der im Rahmen des Kapitels „Gesamterscheinung“ erfassten Merkmale dar. Die Aufzuchtintensität wirkt sich signifikant auf die Entwicklung, den Typ, den Body Condition Score, Haut und Fell, den Zustand der Augen und auf das Verhalten aus.

Tab. 37: Der Einfluß der unter dem Kapitel „Gesamterscheinung“ erfassten Merkmale auf der Aufzuchtintensität

Merkmal	Signifikanzniveau
Entwicklung	0,001
Typ	0,001
BCS	0,01
Pflegezustand	n.s.
Haut und Fell	0,05
Auge	0,01
Nüstern und Kehlkopf	n.s.
Geschlechtsapparat	n.s.
Verhalten	0,001

n.s. = nicht signifikant



Entwicklung, Typ und Body Condition Score

Für das Merkmal „Entwicklung“ wurden die drei Kategorien wenig entwickelt (1), normal entwickelt (2) und weit entwickelt (3) vergeben. Im Mittel waren die Hengste aus dem Aufzuchtssystem niedriger Intensität am wenigsten weit entwickelt ($2,1 \pm 0,48$), gefolgt von den Hengsten aus dem moderaten Aufzuchtssystem ($2,3 \pm 0,55$) und den Hengsten aus dem intensiven Aufzuchtssystem ($2,5 \pm 0,50$). Dabei unterschieden sich die Hengste aus dem Aufzuchtssystem niedriger Intensität in ihrer Entwicklung signifikant ($p \leq 0,01$) von denen der Hengste aus dem moderaten und intensiven Aufzuchtssystem.

Abb. 23 stellt die Frequenzen für die einzelnen Entwicklungsstufen innerhalb der verschiedenen Aufzuchtintensitäten dar. Auffällig ist die gegenläufige Verteilung innerhalb der Entwicklungsstufen normal und weit entwickelt: So sind knapp 70 % der wenig intensiv aufgezogenen Hengste normal entwickelt, während knapp 65 % der intensiv aufgezogenen Hengste weit entwickelt sind. Insgesamt sind nur knapp 5 % aller Hengste ($n = 408$) wenig entwickelt.

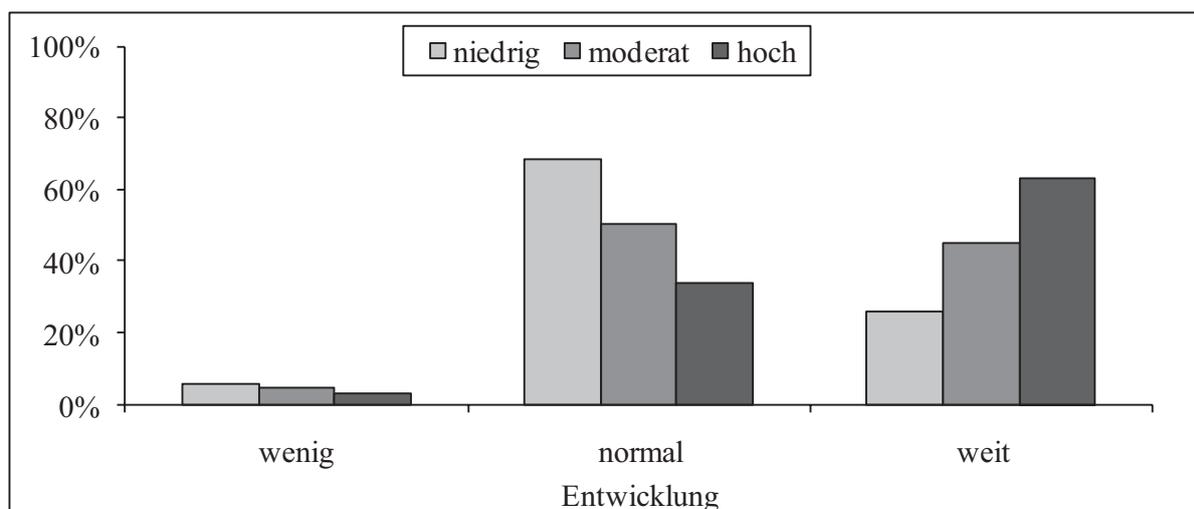


Abb. 23: Frequenzen der Verteilung der Entwicklungsstufen (wenig, normal und weit entwickelt) innerhalb der verschiedenen Aufzuchtintensitäten ($n = 457$)

Für die Bewertung des Merkmals „Rasse- und Geschlechtstyp“ wurden ebenfalls drei Kategorien verwendet. Eine 1 wurde für einen Hengst mit wenig Rasse- und Geschlechtstyp vergeben, eine 2 für ein Pferd mit einem normal ausgeprägten Rasse- und Geschlechtstyp und eine 3 für einen Hengst mit deutlich ausgeprägtem Rasse- und Geschlechtstyp. Im Mittel zeigten die Hengste aus dem Aufzuchtssystem niedriger Intensität mit einem Durchschnittswert von 2,1 ($SD \pm 0,42$) den am wenigsten ausgeprägten Rasse- und

Geschlechtstyp. Den moderat aufgezogenen Hengsten wurde im Mittel eine 2,2 (SD \pm 0,56) gegeben, den Hengsten aus den intensiven Aufzuchtssystemen eine 2,4 (SD \pm 0,50) (Abb. 24).

Insgesamt zeigten 4,4 % aller Hengste (n = 457) eine geringe Typausprägung, dabei entfällt der größte Anteil auf Hengste, die in dem moderaten Aufzuchtssystem aufgezogen wurden. Die Hengste, die in einem wenig intensiven System aufgezogen wurden, zeigen zu 79 % eine normale Typausprägung, während 59 % der moderat aufgezogenen Gruppe und 46 % der intensiv aufgezogenen Gruppe hier eingeordnet wurden.

Umgekehrt zu dieser Situation stellt sich das Bild dar für die Hengste mit einem ausgeprägten Rasse- und Geschlechtsausdruck: So sind hier jeweils die Hälfte der Hengste aus den beiden intensiveren Systemen einzuordnen und 18 % der Hengste aus dem System geringer Aufzuchtintensität.

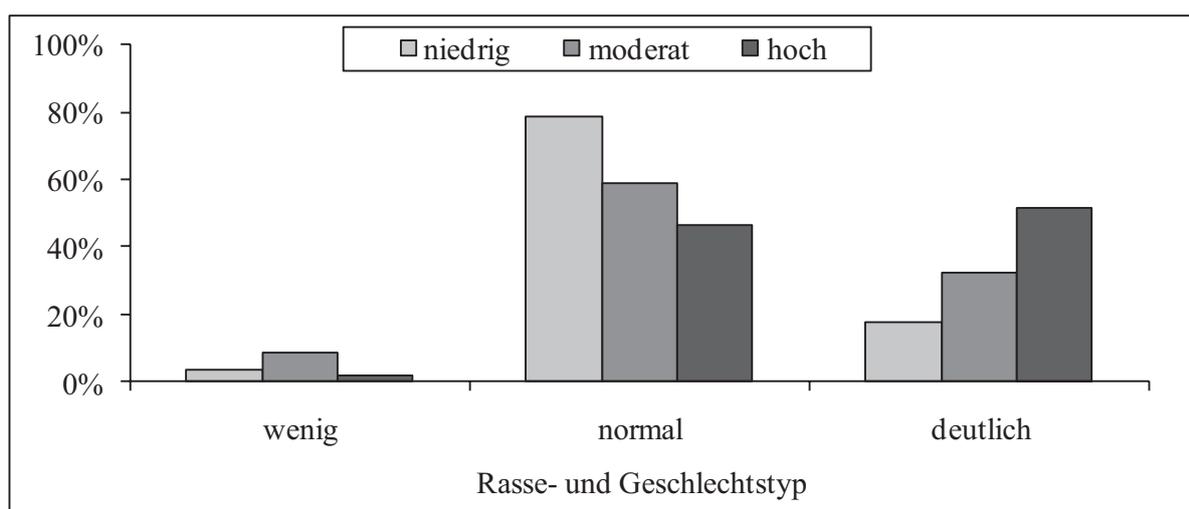


Abb. 24: Frequenzen der Verteilung des Rasse- und Geschlechtstypus innerhalb der verschiedenen Aufzuchtintensitäten (n = 457)

Als Grundlage für die Bewertung des Body Condition Scores der Hengste wurde die sechsstufige Skala nach WRIGHT (1998) genutzt, wobei kein Hengst der vorliegenden Stichprobe als sehr dünn eingestuft wurde.

Im Mittel unterscheidet sich der BCS der Hengste aus den Aufzuchtssystemen niedriger (3,4 \pm 0,47) und moderater Intensität (3,5 \pm 0,51) nicht signifikant voneinander. Ein signifikanter Unterschied ($p \leq 0,01$) besteht zwischen dem BCS der moderat aufgezogenen Hengste und der intensiv aufgezogenen Hengsten (3,3 \pm 0,75).

Betrachtet man nun die Verteilung der Hengste auf die verschiedenen Körperkonditionsklassen (Abb. 25), erkennt man eine wesentlich größere Differenz als innerhalb der Betrachtung der Mittelwerte. So verteilen sich die Hengste des intensiven Aufzuchtssystems zu etwa 15 % auf die „dünne bis mäßige“ Körperkondition, 31 % auf die „gute“, 48 % auf die „fette“ und 7 % auf die „sehr fette“ Körperkondition. Die Hengste aus dem moderaten Aufzuchtssystem weisen dem gegenüber zu fast 100 % eine „gute bis fette“ Körperkondition auf.

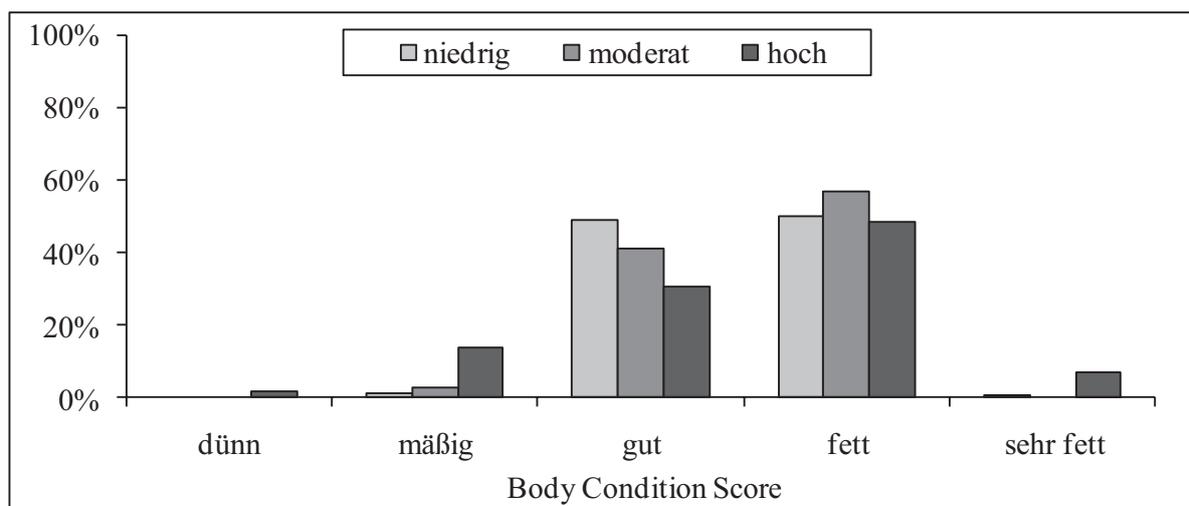


Abb. 25: Frequenzen der Verteilung des Body Condition Scores innerhalb der verschiedenen Aufzuchtintensitäten (n = 457)

Tab. 38 zeigt die Korrelationen der Merkmale Aufzuchtintensität, Entwicklung, Typ und BCS. Der Entwicklungszustand ist auf einem moderaten Niveau ($r = 0,47$) signifikant ($p \leq 0,001$) mit dem Rasse- und Geschlechtstyp und dem Body Condition Score korreliert. Mit einem Koeffizienten von $r = 0,3$ ($p \leq 0,001$) sind Typ und Body Condition Score korreliert.

Tab. 38: Korrelationen von Aufzuchtintensität, Entwicklung, Typ und BCS

	Entwicklung	Typ	BCS
Intensität der Aufzucht	0,25**	0,23**	0,15*
Entwicklung		0,47**	0,47**
Typ			0,33**

* kennzeichnet ein Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$; ** kennzeichnet ein Signifikanzniveau von $p \leq 0,01$



Pflegezustand, Haut und Fell

Betrachtet man die Verteilung der verschiedenen Klassen des Pflegezustandes aufzuchtssystemspezifisch (Abb. 26), so wurden jeweils etwa 15 % der Hengste der niedrigen und der hohen Aufzuchtintensitäten der Kategorie „sauber“ zugeordnet, 74 % der Kategorie „leicht verschmutzt“ und jeweils 10 % der Kategorie „verklebt und verfilzt“.

Die Hengste, die im Rahmen eines moderaten Aufzuchtssystems aufgezogen wurden, verteilten sich zu 89 % auf die Kategorie „leicht verschmutzt“, zu 7 % auf die Kategorie „sauber“ und zu 4 % auf die Kategorie „verklebt und verfilzt“.

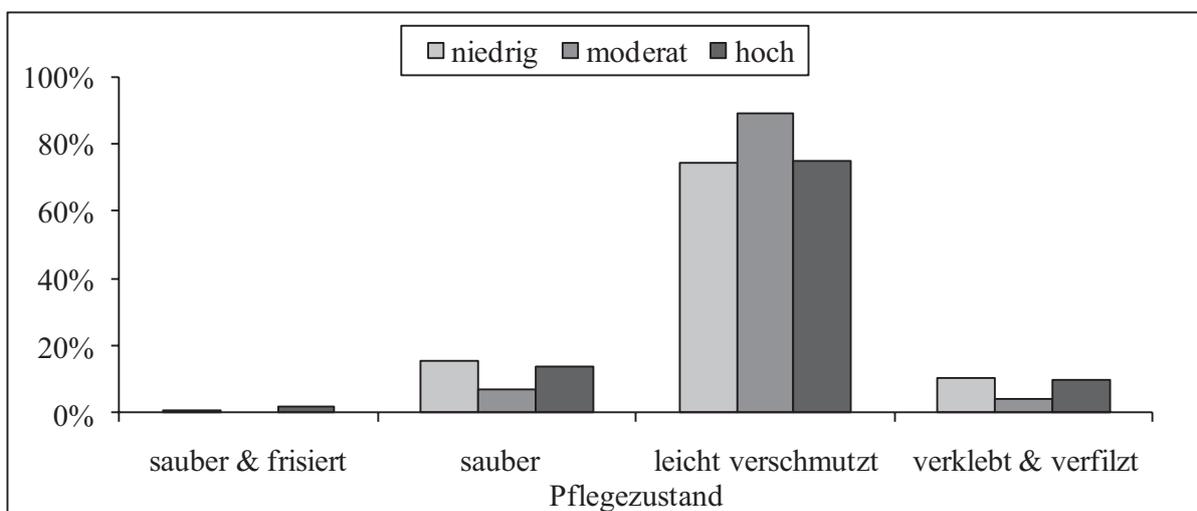


Abb. 26: Frequenzen der Verteilung der verschiedenen Kategorien des Pflegezustandes innerhalb der verschiedenen Aufzuchtintensitäten (n = 408)

Der Zustand von Haut und Fell wurde durch neun verschiedene Kategorien dargestellt. Tab. 39 gibt eine Übersicht über die Frequenzen der Veränderungen an Haut und Fell.



Tab. 39: Prozentuale Frequenzen der Veränderungen an Haut und Fell in prozentualen Werten

	Aufzuchtintensität (Angaben in %)			gesamt	
	Niedrig	Moderat	Hoch	n	%
o.b.B.	8	28	8	59	14
Verschuppungen / Gnies	25	10	14	73	17
Abschürfungen	51	53	63	233	55
Narben / Verbiss	3	2	3	12	3
Warzen / Sarkoide	4	0	2	9	2
Flusiges Fell	7	3	0	16	4
Pilz	1	2	6	11	3
Haarausfall / kahle Stellen	2	0	0	3	1
Stiche / Quaddeln	0	2	5	8	2

Auge, Nüstern und Kehlkopf

Abb. 27 stellt die prozentualen Frequenzen für das Auftreten der unterschiedlichen Veränderungen innerhalb der verschiedenen Aufzuchtintensitäten dar.

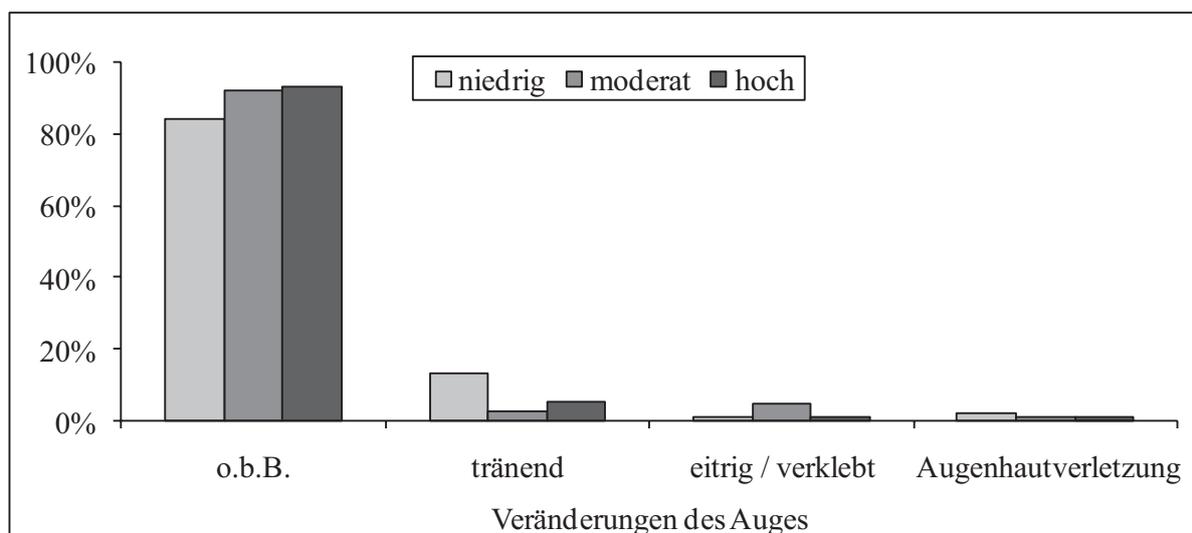


Abb. 27: Frequenzen der Verteilung der Veränderungen am Auge innerhalb der verschiedenen Aufzuchtintensitäten (n = 428)

85 % der Hengste aus dem Aufzuchtssystem niedriger Intensität und etwa 93 % der Hengste aus den Aufzuchtssystemen moderater und hoher Intensität zeigten keine Veränderungen im

Bereich des Auges. 14 % der Hengste der Aufzuchtssysteme niedriger Intensität hatten ein tränendes oder ein vereitertes Auge, jeweils 7 bzw. 6 % der Hengste der anderen beiden Aufzuchtintensitäten zeigten diese Veränderungen.

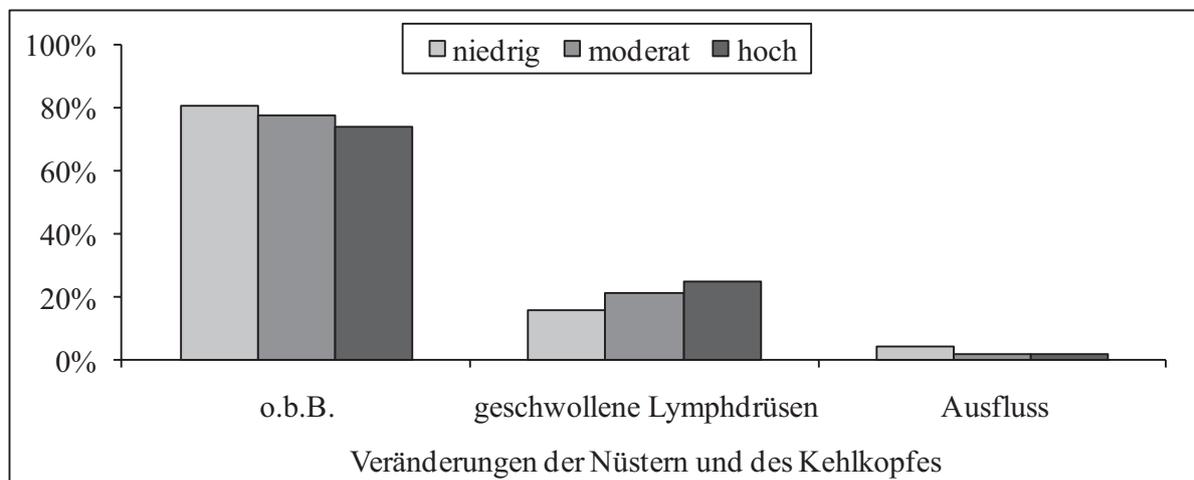


Abb. 28: Frequenzen der Veränderungen an den Nüstern und dem Kehlkopf innerhalb der verschiedenen Aufzuchtintensitäten (n = 427)

Drei Kategorien wurden im Rahmen der Beschreibung von Nüstern und Kehlkopf vergeben. So wurde eine eins für keine Veränderung gegeben, eine zwei für wässrigen oder eitrigen Nasenausfluss und eine drei für geschwollene Lymphdrüsen. Abb. 28 stellt die Kategorien entsprechend der Häufigkeit des Auftretens dar. Die Hengste aus den Aufzuchtssystemen geringer Intensität zeigten mit 81 % die wenigsten Veränderungen. An jeweils 20 bzw. 25 % der Hengste aus den Aufzuchtssystemen moderater bzw. hoher Intensität wurden geschwollene Lymphdrüsen festgestellt, 4 % der Hengste aus dem Aufzuchtssystem geringer Intensität zeigten Nasenausfluss.

Der Geschlechtsapparat

Für den Geschlechtsapparat, im Besonderen für die Hoden, wurden fünf verschiedene Kategorien verwendet. Eine 1 wurde vergeben, wenn die Hoden paarig und gleichmäßig vorlagen, eine 2, wenn nur ein Hoden visualisierbar war.

Tab. 40 zeigt die Frequenzen der vergebenen Kategorien in Abhängigkeit der Aufzuchtintensität. Insgesamt liegen bei 73 % aller Hengste die Hoden paarig und gleichmäßig vor. In den Aufzuchtssystemen hoher Intensität sind sowohl die meisten Hengste mit großen Hoden (21 %) als auch mit kleinen Hoden (10 %) zu finden.



Tab. 40: Prozentuale Frequenzen des Auftretens von Besonderheiten des Geschlechtsapparates in Abhängigkeit der Aufzuchtintensität

	Aufzuchtintensität (Angaben in %)			gesamt	
	niedrig	moderat	hoch	n	%
Hoden paarig und gleichmäßig	75	74	68	311	73
nur 1 Hoden visualisierbar	2	2	0	5	1
kleine Hoden	9	7	10	36	8
große Hoden	11	16	21	65	15
kastriert	3	2	1	10	2

Das Auftreten von Verletzungen

Im Datenerhebungsbogen wurden im Vorfeld der Datenaufnahme keine Vorgaben hinsichtlich möglicher Verletzungen vorgenommen.

Tab. 41: Auftreten verschiedener Verletzungen während der Beobachtungen innerhalb der verschiedenen Aufzuchtssysteme (n = 458)

	Aufzuchtintensität			gesamt
	niedrig	moderat	hoch	
o.b.B.	155	124	145	424
Arterienverdickung	1	0	0	1
Umfangsvermehrung Gelenke	2	0	4	6
Arthroskopie	3	0	1	4
Äußere Verletzungen	3	0	0	3
Entzündungen	2	0	2	4
Ex: Nabelbruch	1	0	0	1
Gurtdruck	0	2	0	2
Hämatom	2	1	0	3
Hufbeinbruch	0	0	1	1
Hufgeschwür	6	1	0	7
Gravierende Vernarbungen	0	0	2	2
gesamt	175	128	155	458

Tab. 41 zeigt die beobachteten Verletzungen. Insgesamt wurden 34 Veränderungen festgestellt: Am häufigsten traten dabei Hufgeschwüre (7 Beobachtungen) auf, vor der, über eine leichte Verdickung hinausgehenden, Umfangsvermehrung der Gelenke (6



Beobachtungen), der endoskopischen Behandlungen (4 Beobachtungen) und gravierenden Entzündungen ohne spezifische Lokalisation (4 Beobachtungen). Über alle Beobachtungen hinweg traten die meisten Verletzungen in den Aufzuchtssystemen niedriger Intensität auf (20 Beobachtungen), gefolgt von den Aufzuchtssystemen hoher Intensität (10 Beobachtungen) und den Aufzuchtssystemen moderater Intensität (4 Beobachtungen).

Extremitäten und Hufe

Im Rahmen der Erfassung von Veränderungen an den Extremitäten wurden 19 verschiedene im Datenerhebungsbogen aufgezeichnet. Abb. 29 zeigt die prozentuale Häufigkeit des Auftretens von Veränderungen (dargestellt auf der Basis eines Ja- / Nein-Merkmals) an den Vorderextremitäten, differenziert nach Aufzuchtssystemen

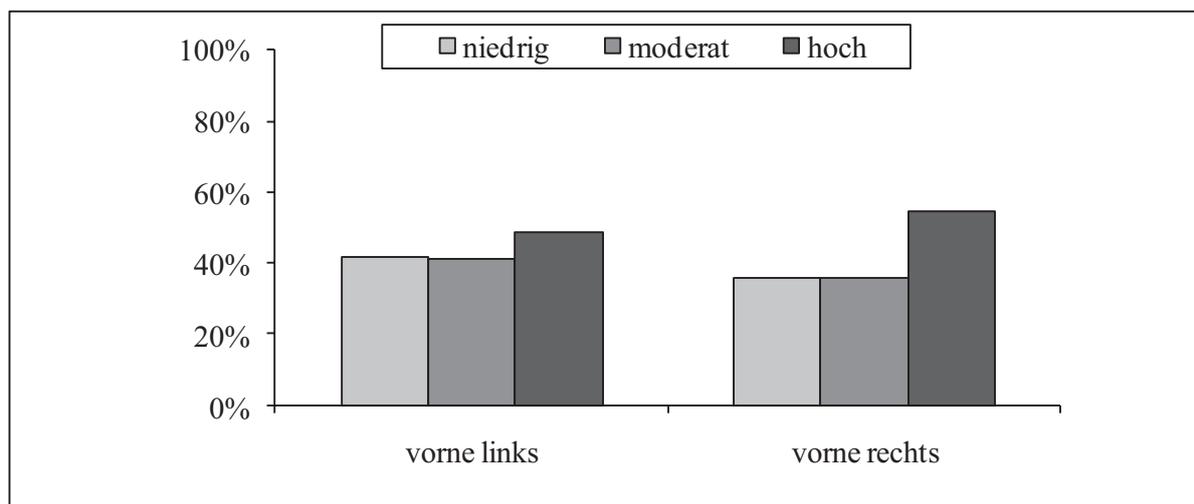


Abb. 29: Frequenzen der Verteilung des Auftretens von Veränderungen an den Vorderextremitäten der Hengste in Abhängigkeit der Aufzuchtssysteme (n = 441)

Während in den Aufzuchtssystemen niedriger und moderater Intensität Veränderungen an den Vorderbeinen mit einer Frequenz von etwa 35 % auftreten, liegt der Wert für die Veränderungen an den Extremitäten der Hengste aus den Aufzuchtssystemen hoher Intensität bei 54 %.

Tab. 42 zeigt, dass den Veränderungen der „Weichteilgewebe“ die größte Bedeutung vor den „knöchernen Strukturen“ zukommt: Die Hengste aus den intensiven Aufzuchtssystemen zeigen an den Vorderextremitäten 10 % mehr Auffälligkeiten (Textur, Sehnenscheiden) als die Hengste aus den Aufzuchtssystemen geringer Intensität.

Tab. 42: Darstellung der Veränderungen an den Vorderextremitäten, differenziert nach linker und rechter Vorderextremität und nach Aufzuchtintensität

	niedrig		moderat		hoch	
	links	rechts	links	rechts	links	rechts
o.b.B.	103	113	76	83	71	63
	(59 %)	(65 %)	(59 %)	(64 %)	(52 %)	(46 %)
verd. Gelenke	1	0	2	2	3	2
Epiphysenfugen	1	1	1	1	0	0
Überbein	11	4	6	1	8	6
verd. Röhr-/Fesselbein	3	4	6	0	6	6
Σ Veränderungen	16	9	15	4	17	14
knöcherne Strukturen	(9 %)	(5 %)	(12 %)	(3 %)	(12 %)	(10 %)
verd. Sehnenscheide	26	34	22	30	25	40
schlaffe Textur	9	6	7	5	9	5
angelaufene Beine	0	0	0	0	1	1
Bursitis	13	4	8	5	8	8
Σ Veränderungen	48	44	37	40	43	54
Weichteilgewebe	(28 %)	(25 %)	(29 %)	(31 %)	(32 %)	(40 %)
Ballentritt / Mauke	7	8	1	2	5	5
äußere Verletzungen	(4 %)	(5 %)	(1 %)	(2 %)	(4 %)	(4 %)
Σ Beobachtungen	174	174	129	129	136	136

Abb. 30 zeigt die prozentuale Häufigkeit des Auftretens der Veränderungen an den Hinterextremitäten innerhalb der verschiedenen Aufzuchtssysteme auf der Basis eines Ja- / Nein-Merkmals. Im Vergleich zu den Vorderextremitäten fallen die Veränderungen an den Hinterextremitäten deutlicher aus. Zudem unterscheiden sich die Hengste aus den Aufzuchtssystemen niedriger und moderater Intensität in der Merkmalsausprägung um nahezu 30 % von den Hengsten aus den Aufzuchtssystemen hoher Intensität. Während z.B. 47 % der Hengste aus den Aufzuchtssystemen niedriger Intensität Veränderungen an den linken Hinterextremitäten zeigen, sind es 77 % der Hengste aus intensiven Aufzuchtssystemen.

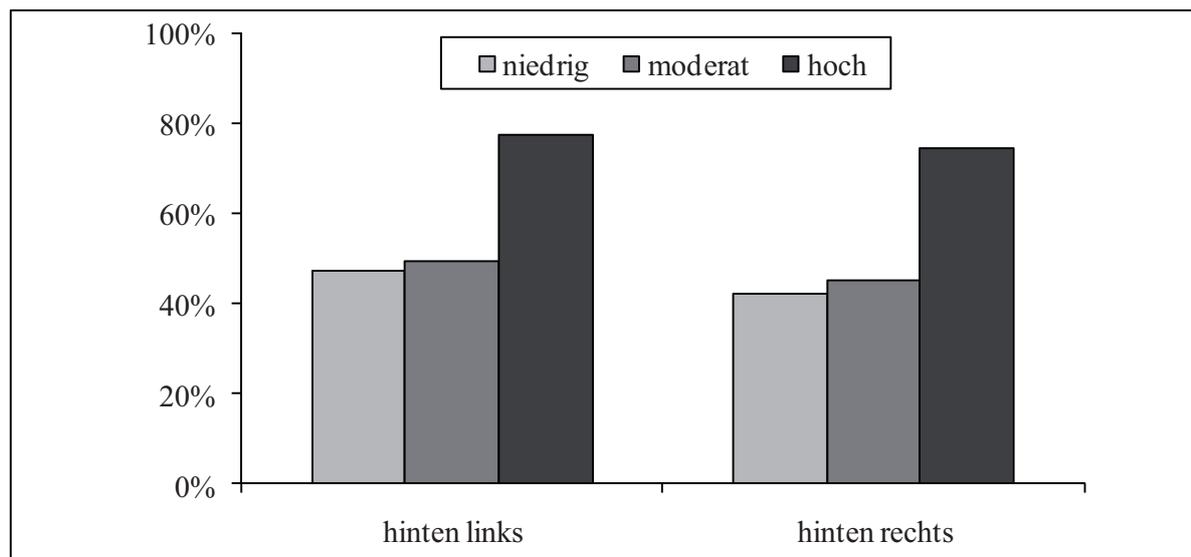


Abb. 30: Frequenzen der Verteilung des Auftretens von Veränderungen an den Hinterextremitäten der Hengste in Abhängigkeit der Aufzuchtssysteme (n = 441)

Tab. 43 zeigt wie sich die einzelnen Ausprägungen in Abhängigkeit der Aufzuchtssysteme unterscheiden. Bei 31 % der Hengste aus den wenig intensiven und moderaten Aufzuchtssystemen treten Veränderungen der Extremitäten im Bereich des Weichteilgewebes auf, bei den Hengsten aus den intensiven Aufzuchtssystemen sind es 43 %. Veränderungen an den knöchernen Strukturen treten prozentual am häufigsten bei den Hengsten aus den intensiven Aufzuchtssystemen auf (29 %), gefolgt von den Hengsten aus den moderaten (13 %) und den wenig intensiven Aufzuchtssystemen (8 %). Insgesamt liegt die Frequenz der Pferde, die keine Veränderungen im Bereich der Hinterextremitäten aufweisen, in den wenig intensiven bei etwa 57 %, den moderaten bei 54 % und bei Hengsten in den intensiven Aufzuchtssystemen bei 24 %.

Bei der Bewertung der Hufe wurden im Rahmen der Datenerfassung insgesamt 17 verschiedene Symptome an jedem der vier Hufe erfasst, die nachfolgend (Tab. 44, Vorderhufe) sieben Kategorien zugeordnet wurden. 38 % aller Hengste (n = 412) der Stichprobe zeigen keine Abweichungen vom Idealzustand des Vorderhufes, 20 % weisen Unregelmäßigkeiten auf wie z.B. eine untergeschobene oder eine eingezogene Trachte, bei 14 % der Hengste ist der Huf insgesamt klein. Bockhufe treten bei einem Prozent der Stichprobe auf. 9 % der Hengste aus dem wenig intensiven Aufzuchtssystem haben Hornringe, während es 21 % der Hengste aus den intensiven Aufzuchtssystemen sind.



Tab. 43: Darstellung der Veränderungen an den Hinterextremitäten, differenziert nach linker und rechter Hinterextremität und nach Aufzuchtintensität

	niedrig		moderat		hoch	
	links	rechts	links	rechts	links	rechts
o.b.B.	96 (55 %)	103 (59 %)	65 (51 %)	71 (56 %)	31 (23 %)	35 (26 %)
verd. Gelenke	10	6	16	15	34	35
Epiphysenfugen	1	0	1	0	0	0
Überbein	2	5	1	0	1	1
verd. Röhr-/Fesselbein	1	2	0	2	4	4
∑ Veränderungen knöcherner Strukturen	14 (8 %)	13 (8 %)	18 (14 %)	17 (13 %)	39 (29 %)	40 (29 %)
verd. Sehnenscheide	11	10	6	2	16	12
Piephacken	0	1	2	2	3	2
Kreuzgalle	38	27	29	28	24	24
schlaffe Textur	8	15	4	6	11	11
angelaufene Beine	0	0	0	0	6	8
∑ Veränderungen Weichteilgewebe	57 (33 %)	53 (31 %)	41 (32 %)	38 (30 %)	60 (44 %)	57 (42 %)
Ballentritt / Mauke	7	5	4	3	6	4
äußere Verletzungen	(4 %)	(3 %)	(3 %)	(2 %)	(4 %)	(3 %)
∑ Beobachtungen	174	174	128	128	136	136

Tab. 44: Prozentuale Frequenzen der Veränderungen an den Vorderhufen (links und rechts) in absoluten Zahlen und prozentualen Werten

	Aufzuchtintensität (Angaben in %)			gesamt	
	niedrig	moderat	hoch	n	%
o.b.B.	41	39	33	157	38
kleiner Huf	17	8	18	60	14
Tragrandausbruch	10	19	5	47	11
Hornringe / -spalten	9	14	21	59	14
Störung Glasurschicht	3	0,5	0	6	2
Deformationen Huf	19	19	23	85	20
Bockhuf	1	0,5	0	3	1



50 % der Hengste innerhalb der Stichprobe zeigen keine Abweichung in der äußeren Erscheinung der Hinterhufe (Tab. 45). Insgesamt haben jeweils 21 % der Hengste aus den wenig intensiven und aus den intensiven Aufzuchtssystemen kleine Hufe; an 14 % der Hufe der Junghengste aus den moderaten Aufzuchtssystemen sind Tragrandausbrüche feststellbar, während diese nur bei etwa 8 % der Hengste aus den beiden anderen Aufzuchtssystemen auftreten.

Tab. 45: Prozentuale Frequenzen der Veränderungen an den Hinterhufen (links und rechts) in absoluten Zahlen und prozentualen Werten

	Aufzuchtintensität (Angaben in %)			gesamt	
	niedrig	moderat	hoch	n	%
o.b.B.	51	54	42	207	50
kleiner Huf	21	8	21	71	17
Tragrandausbruch	7	14	8	40	10
Hornringe / -spalten	7	8	12	36	9
Störung Glasurschicht	2	2	0	5	1
Deformationen Huf	12	14	17	58	14

Das Auftreten von Lahmheiten

Insgesamt wurden an zehn Hengsten Lahmheiten festgestellt; die verschiedenen Ursachen, die während der Datenerhebung nicht kategorisch, sondern nach Art des Auftretens aufgezeichnet wurden, werden in Tab. dargestellt. Bei einem Pferd wurde eine Ataxie (Bestätigung durch den Bestandstierarzt) festgestellt, ein Hengst hatte einen Hufbeinbruch (festgestellt im Rahmen der Röntgenaufnahmen).

Das Verhalten der Hengste während der Datenaufnahme

Im Rahmen der Datenaufnahme wurde auch das Verhalten der Hengste bewertet. Ursprünglich wurde eine Skala von aggressiv (1) bis stumpf (6) verwendet; diese wurde aber durch die Situationen in der Praxis um sediert (7) und „sehr schwierig“ (8) erweitert (Abb. 31).

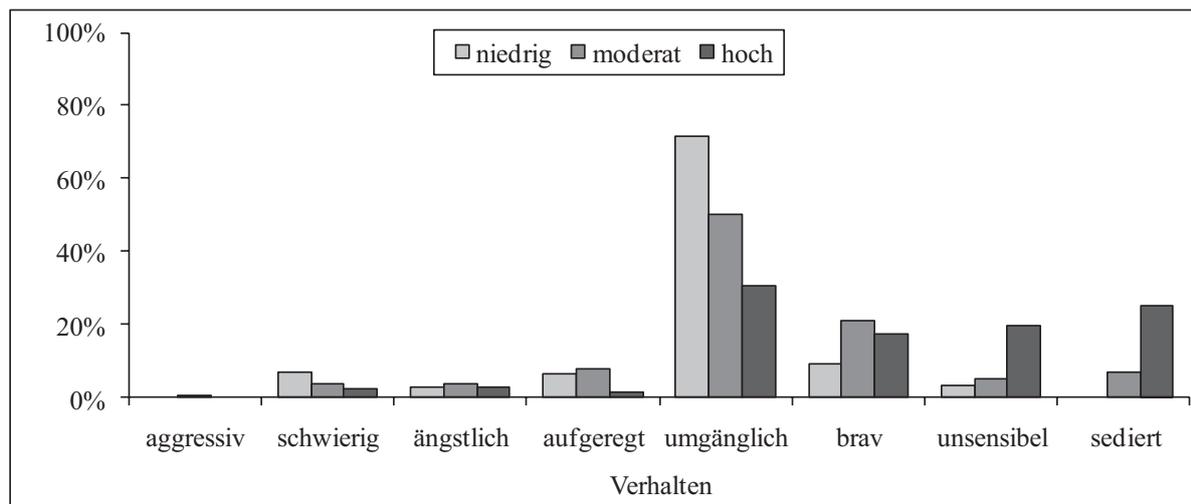


Abb. 31: Häufigkeit der Beurteilung der verschiedenen Verhaltensmerkmale innerhalb der unterschiedlichen Aufzuchtssysteme (n = 408)

Die meisten Hengste waren umgänglich und vertraut im Umgang mit dem Menschen, jedoch lag der Anteil der Hengste aus dem Aufzuchtssystem geringer Intensität innerhalb dieser beiden Klassen bei etwa 80 %, während der Anteil der Hengste aus dem Aufzuchtssystem moderater Intensität in diesen beiden Klassen bei 70 % lag und der der Hengste aus dem intensiven Aufzuchtssystem bei 50 %.

4.2.3 Parameter der linearen Extremitätenbeschreibung

Pro Datenaufnahme und Hengst wurden 13 lineare Merkmale der Vorder- und Hinterextremitäten des Pferdes vergeben. Die Darstellung erfolgt als „Ja-/Nein-Merkmal“. Tab. 46 stellt die Frequenzen der Abweichung dar, differenziert nach Aufzuchtintensität. Sowohl an der Vorder- als auch an der Hinterextremität der Pferde treten mit 51 bzw. 59 % die meisten Abweichungen im Bereich der Zehe auf und zwar in dorsaler bzw. plantarer Ansicht, während die wenigsten Abweichungen vorn im Bereich des Fesselgelenks in dorsaler Ansicht mit rund 8 % auftreten und hinten im Bereich des Fesselstandes in lateraler Ansicht mit ca. 5 %. Insgesamt weisen die Hengste, die moderat aufgezogen werden, mit 23 % die geringsten Abweichungen auf und die Hengste, die mit einer eher geringen Intensität aufgezogen werden, die meisten Abweichungen (37 %).

Die Kategorie der Aufzuchtintensität ist mit den Gliedmaßenmerkmalen Zehe, Lot, Fesselstand von vorn und Lot von hinten und Winkelung auf einem niedrigen Niveau ($r = 0,11$ bis $0,27$) hochsignifikant korreliert ($p \leq 0,001$).



Tab. 46: Frequenz des Auftretens von Abweichungen der „optimalen“ Gliedmaßenstellung

		Aufzuchtintensität			Gesamt (n = 464)
		Niedrig (n = 174)	moderat (n = 128)	hoch (n = 162)	
Vorderextremitäten (Abweichungen in %)	Karpus	14	5	22	14
	Fesselgelenk	12	9	6	9
	Zehe	69	47	37	52
	Aufhängung	39	26	41	36
	Lot	24	8	9	14
	Fesselstand	24	11	10	16
Hinterextremitäten (Abweichungen in %)	Lot	41	26	26	32
	Tarsus	43	36	33	38
	Zehe	62	53	62	60
	Konstrukt	57	33	44	46
	Gestalt Winkel	37	19	41	33
	Winkelung	58	29	46	46
	Fesselstand	6	3	6	5
Gesamt		37	23	29	31

4.3 Der Zeitpunkt des Epiphysenfugenschluss

Das Röntgen der distalen Radiusepiphyse des linken Vorderbeines der Hengste wurde durchgeführt, um feststellen zu können, ob die drei verschiedenen Aufzuchtintensitäten „niedrig, moderat und hoch“ Auswirkungen auf das skelettale Wachstum, dabei insbesondere auf den Schluss der distalen Epiphysenfuge des Radius, haben. Zu diesem Zweck wurde stellvertretend für jede Aufzuchtintensität ein Hengstaufzuchtbetrieb ausgewählt, in dem die Epiphysenfugen des distalen Radius der zweijährigen Hengste geröntgt wurden. Insgesamt wurden 110 Hengste geröntgt, davon waren 43 Hengste aus dem Aufzuchtssystem niedriger Intensität, 12 aus dem Aufzuchtssystem moderater Intensität und 55 aus dem Aufzuchtssystem hoher Intensität.



4.3.1 Erfassung des Zeitpunktes des EpFS - die Stichprobe

Im Mittel waren die Hengste 752 Tage (± 47) bzw. 24,7 Monate ($\pm 1,5$) alt, 161 cm ($\pm 3,9$) groß und 480 kg (± 43) schwer. Um ein altersbezogenes Gewicht als Vergleichsparameter nutzen zu können, wurde die Lebendmasse zum Zeitpunkt der Messung auf die Anzahl der Lebenstage umgerechnet; die so ermittelte Tageszunahme lag im Mittel der vorliegenden Stichprobe bei 639 Gramm (± 70). Der Body Condition Score (nach WRIGHT, 1998) der 110 Hengste lag im Mittel bei 3,3 ($\pm 0,6$), der Entwicklungszustand bei 2,3 ($\pm 0,6$). Die Merkmale Alter, Lebendmasse, Tageszunahme und Entwicklungszustand unterschieden sich in Abhängigkeit von den jeweiligen Aufzuchtintensitäten signifikant ($p \leq 0,01$) voneinander. Tab. 47 zeigt die kennzeichnenden Parameter der Größenentwicklung der Hengste innerhalb der Betriebe bzw. Aufzuchtintensitäten zum Zeitpunkt des Röntgens im Vergleich.

Tab. 47: Durchschnittliche Größenentwicklung der Hengste (\pm SD) innerhalb der Betriebe im Vorfeld des Röntgen der Epiphysenfugen

	niedrig	Moderat	intensiv	gesamt
Alter (in Tagen)	792 ^a (± 30)	756 ^b (± 28)	721 ^c (± 38)	752 (± 47)
Lebendmasse (in kg)	463 (± 36)	460 (± 35)	497 (± 44)	480 (± 43)
Tageszunahme (in g)	586 ^a (± 49)	607 ^a (± 27)	690 ^b (± 52)	639 (± 70)
Stockmaß (in cm)	161 ($\pm 4,3$)	160 ($\pm 3,8$)	162 ($\pm 3,7$)	161 ($\pm 3,9$)
Bandmaß (in cm)	171 ($\pm 4,7$)	168 (± 3)	169 ($\pm 4,1$)	169 ($\pm 4,3$)
Röhrbeinlänge (in cm)	18,9 ($\pm 1,1$)	18,4 ($\pm 0,7$)	18,5 ($\pm 0,8$)	18,6 ($\pm 1,0$)
Röhrbeinumfang (in cm)	21,5 ($\pm 1,1$)	21,8 ($\pm 0,6$)	21,9 ($\pm 1,0$)	21,8 ($\pm 1,0$)
Fesselgelenksumfang (in cm)	28,6 ($\pm 1,2$)	29,1 ($\pm 0,8$)	28,9 ($\pm 1,1$)	28,8 ($\pm 1,0$)
BCS	3,2 ($\pm 0,6$)	3,6 ($\pm 0,5$)	3,4 ($\pm 0,6$)	3,3 ($\pm 0,6$)
Entwicklungszustand	2,1 ^a ($\pm 0,5$)	2,5 ^b ($\pm 0,5$)	2,4 ^b ($\pm 0,6$)	2,3 ($\pm 0,6$)
Fehlstellungen: Frequenz in %	35 %	25 %	36 %	34,5 %

^{abc} Verschiedene Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen zwischen den Betrieben

4.3.2 Das Alter zum Zeitpunkt des Schließens der EpF

Die Klassifizierung der einzelnen Phasen des Schlusses der Epiphysenfugen wurde in vier Klassen vorgenommen. Abb. 32 zeigt die Verteilung der Klassen innerhalb der Stichprobe.

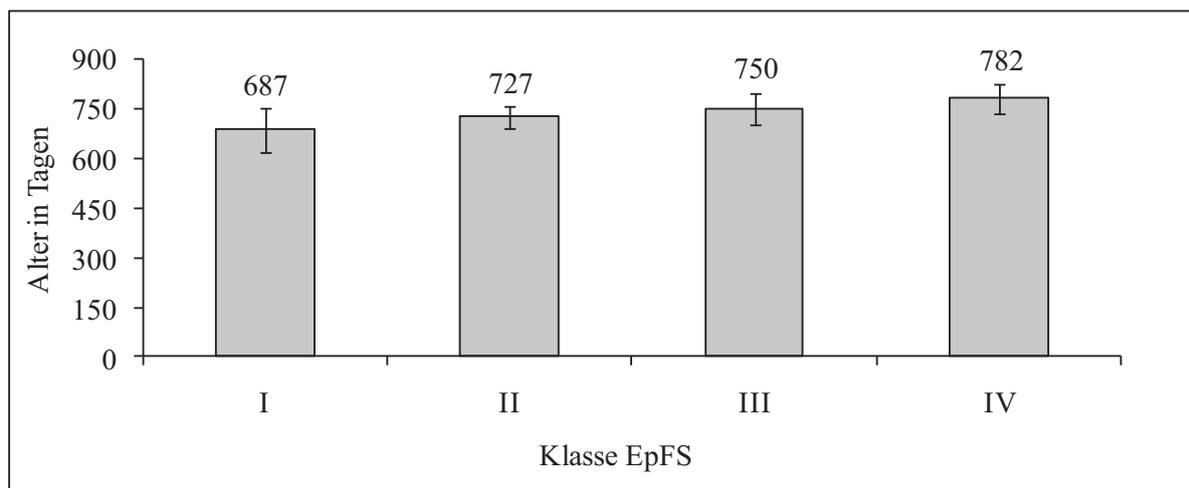


Abb. 32: Durchschnittsalter der Hengste in Tagen innerhalb der verschiedenen Klassen des EpFS (n = 110)

Die EpF von zwei Hengsten wurden der Klasse „offene Epiphysenfuge“ [1] zugeordnet; 18 Hengste zeigten einen EpFS-Verlauf, der als unregelmäßig eingestuft wurde [2]. Bei 66 Hengsten war die EpF zum Zeitpunkt der Aufnahme der Röntgenbilder fast geschlossen und bei 24 Hengsten war sie bereits geschlossen.

Über die gesamte Stichprobe betrachtet, nimmt die Verteilung des Grades des EpFS einen linearen Verlauf. So sind die Hengste, die der Klasse I zuzuordnen sind, im Mittel 687 Tage alt (22,9 Monate), die Hengste der Klasse II 727 Tage (24,2 Monate), die Hengste der Klasse III 750 Tage (25,0 Monate) und die Hengste, bei denen die EpF bereits geschlossen ist, sind im Mittel 782 Tage alt (26,1 Monate).

Fokussiert man das Alter der Hengste innerhalb der verschiedenen Klassen des EpFS aufzuchtssystemspezifisch, so kann man graduelle Unterschiede im Zeitpunkt des Schließens der EpFS feststellen (Abb. 33). Betrachtet man die Klassen II bis IV, stellt man fest, dass die EpF der Hengste aus den Systemen hoher Intensität zwischen 25 und 66 Tagen vor denen der Hengste aus den Aufzuchtssystemen geringer Intensität schließen und zwischen 22 und 33 Tagen vor denen der Hengste aus den Aufzuchtssystemen moderater Intensität.

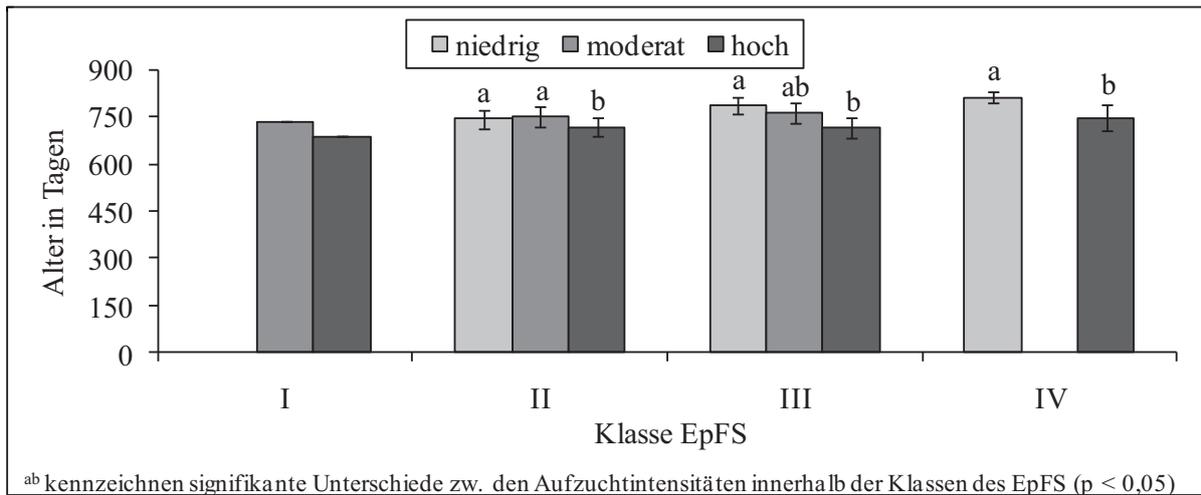


Abb. 33: Durchschnittsalter der Hengste innerhalb der Epiphysefugenklassen in den verschiedenen Aufzuchtssystemen (n = 110)

In der Klasse II, in der ein unregelmäßiger Schluss der EpF festgestellt wurde, sind die Hengste aus dem moderaten System 8 Tage jünger als aus dem wenig intensiven System.

4.3.3 Der Effekt des Betriebes auf den Zeitpunkt des EpFS

Die Mittelwerte des Zeitpunktes des EpFS in Abhängigkeit des Aufzuchtssystems (Abb. 34) verlaufen linear abnehmend von den Aufzuchtssystemen niedriger Intensität ($3,3 \pm 0,5$) zu den Aufzuchtssystemen hoher Intensität ($2,5 \pm 0,7$). Hierbei unterscheiden sich das Aufzuchtssystem niedriger Intensität und die Aufzuchtssysteme moderater und hoher Intensität signifikant voneinander ($p \leq 0,05$).

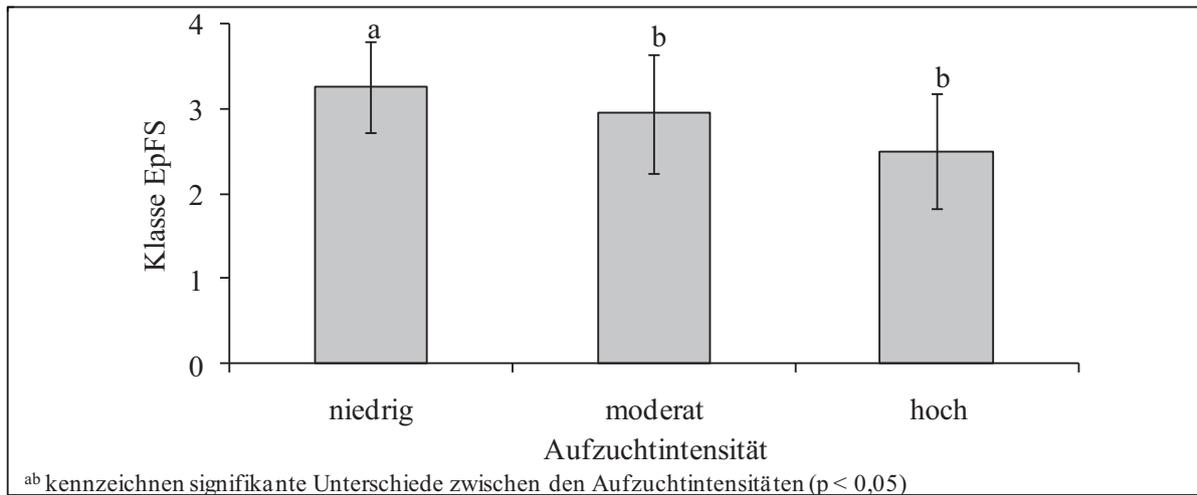


Abb. 34: Effekt der Aufzuchtintensität auf die Klasse des EpFS (n = 110)

Abb. 35 zeigt die prozentuale Verteilung der Hengste auf die EpFS-Klassen. Während in dem Aufzuchtssystem niedriger Intensität kein Hengst eine offene EpF aufweist, sind es 8 % der Hengste in den Aufzuchtssystemen moderater Intensität und 2 % der Hengste in den Aufzuchtssystemen hoher Intensität. Für die Verteilung der Hengste auf die Klasse II stellt sich die Situation so dar, dass 5 % der Hengste aus den Aufzuchtssystemen niedriger Intensität, 33 % der Hengste aus den Aufzuchtssystemen moderater und 22 % der Hengste aus den Aufzuchtssystemen hoher Intensität eine unregelmäßig geschlossene Epiphysenfuge aufzeigen. Absolut betrachtet tritt die unregelmäßig geschlossene Epiphysenfuge mit 12 Beobachtungen am häufigsten bei den Hengsten der intensiven Aufzuchtssysteme auf.

Eine fast geschlossene Epiphysenfuge haben 56 % der Hengste aus dem intensivem Aufzuchtssystem, 59 % der Hengste aus dem moderaten Aufzuchtssystem und 65 % der Hengste aus dem Aufzuchtssystem niedriger Intensität.

Kein Hengst aus dem moderaten Aufzuchtssystem weist zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme eine geschlossene Epiphysenfuge auf, dagegen ist die EpF bei 22 % der Hengste aus dem intensiven und bei 30 % der Hengste aus dem Aufzuchtssystem niedriger Intensität geschlossen.

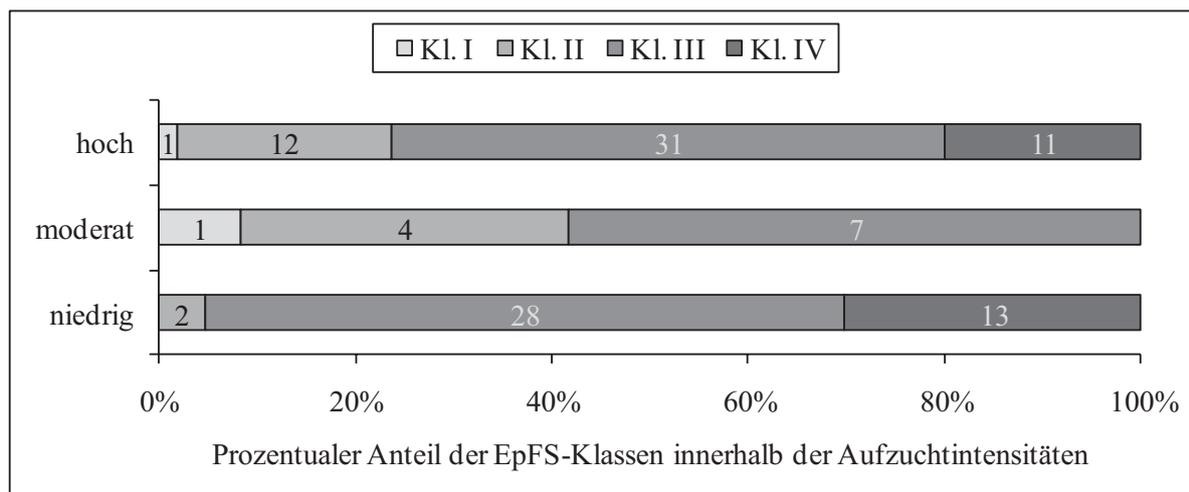


Abb. 35: Prozentuale Verteilung der Hengste auf die Epiphysenfugenklassen innerhalb der Betriebe (n = 110)

4.3.4 Der Effekt der Tageszunahmen auf den Zeitpunkt des EpFS

Um einen möglichen Effekt der Tageszunahmen auf den Zeitpunkt des Epiphysenfugenschluss feststellen zu können, wurde eine Klassifizierung der Tageszunahmen in vier Kategorien vorgenommen. So fielen 13 Hengste der Kategorie 500 Gramm, 47 der Kategorie 600 Gramm, 45 Hengste der Kategorie 700 Gramm und 5 Hengste der Kategorie 800 Gramm zu. Über die verschiedenen Klassen der Tageszunahme wurde der Mittelwert des EpFS gebildet (Abb. 36). Dabei konnte beobachtet werden, dass umso höher die Klasse der Tageszunahme ist, desto geringer ist der Mittelwert des EpFS. So nimmt dieser von 3,2 (SD \pm 0,6) in der Klasse der Tageszunahmen von 500 Gramm, über 3,1 (SD \pm 0,7) und 3,0 (SD \pm 0,6) linear ab und fällt dann in der Klasse der Tageszunahmen von 800 Gramm auf einen Mittelwert von 2,0 (SD \pm 0,7) ab. Dabei unterscheiden sich die Mittelwerte der Klassen 500 Gramm, 600 Gramm und 700 Gramm signifikant vom Mittelwert der Klasse 800 Gramm ($p \leq 0,01$).

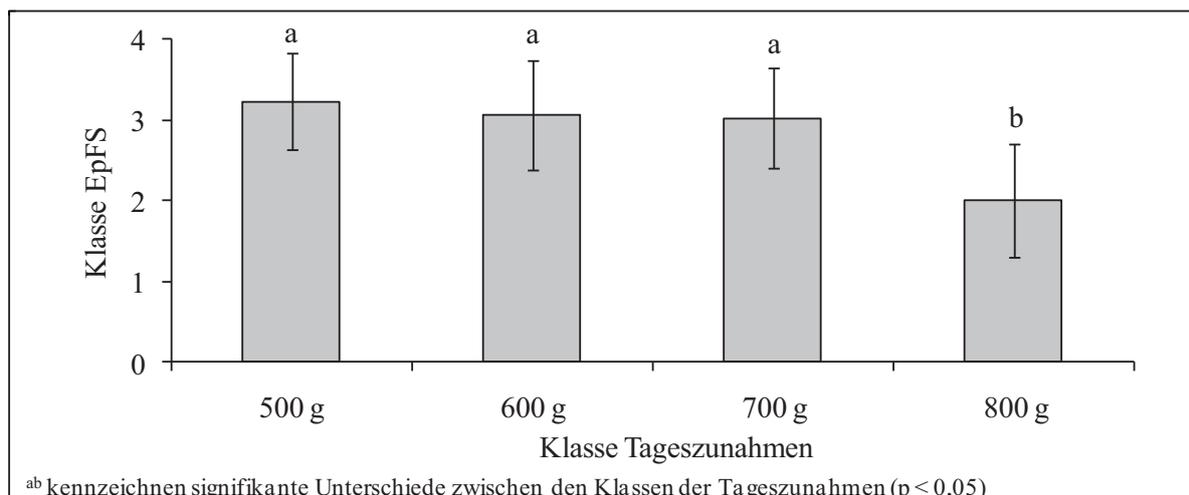


Abb. 36: Effekt der Klasse der Tageszunahme auf die Klasse des Epiphysenfugenschluss (n = 110)

Differenziert man zusätzlich nach Aufzuchtssystemen, stellt man fest, dass in der Klasse der Tageszunahmen von 500 g nur Hengste aus dem Aufzuchtssystem niedriger Intensität und in der Klasse der Tageszunahmen von 800 g nur Hengste aus den Aufzuchtssystemen hoher Intensität zu finden sind (Abb. 37).

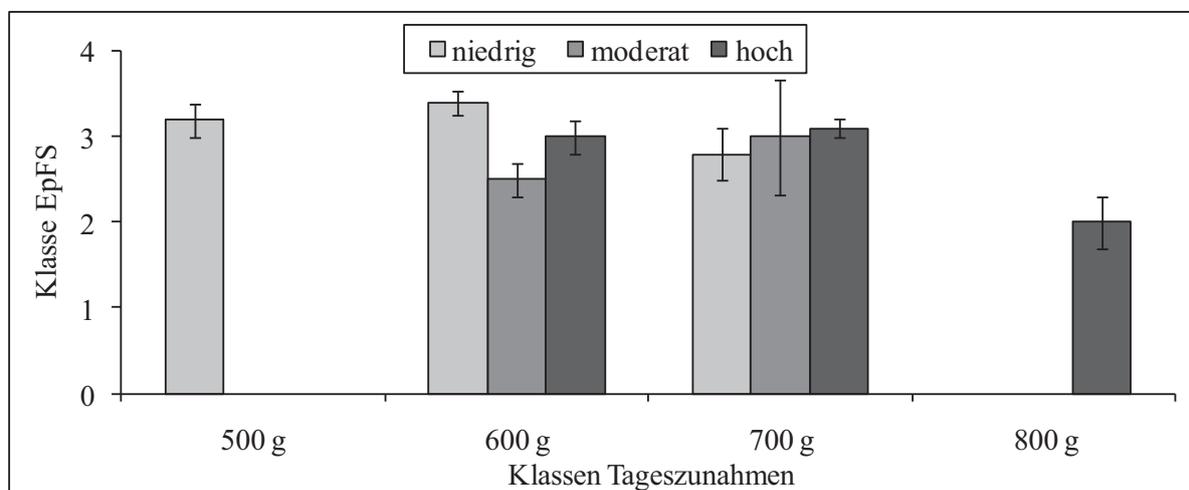


Abb. 37: Effekt der Klasse der Tageszunahme auf die Klasse des Epiphysenfugenschluss in Abhängigkeit des Aufzuchtssystems (n = 110)

Innerhalb der Klasse von 600 g Tageszunahmen variiert der Mittelwert für die Klasse des EpFS zwischen 2,5 ($SE \pm 0,2$) für die Hengste aus dem moderaten System und 3,4 ($SE \pm 0,2$) für die Hengste aus dem Aufzuchtssystem niedriger Intensität. In der Klasse der Tageszunahmen von 700 g variiert der Mittelwert zwischen 2,8 ($SE \pm 0,3$) für die Hengste aus

dem moderaten Aufzuchtssystem und 3,1 (SE \pm 0,1) für die Hengste aus dem intensiven Aufzuchtssystem.

Betrachtet man die betriebs- und klassenspezifische Ausprägung der Tageszunahmen, so stellt man graduelle Unterschiede zwischen den verschiedenen Aufzuchtssystemen und ihrer Wirkung auf den Zeitpunkt des EpFS fest (Abb. 38).

Exkludiert man die Klasse I aus der Betrachtung, kann man feststellen, dass die täglichen Zunahmen der Hengste aus den Aufzuchtssystemen hoher Intensität zwischen 97 (Klasse EpFS-Kl. II und III) und 104 Gramm (Klasse EpFS-Kl. IV) über denen der Hengste aus den Aufzuchtssystemen niedriger Intensität liegen.

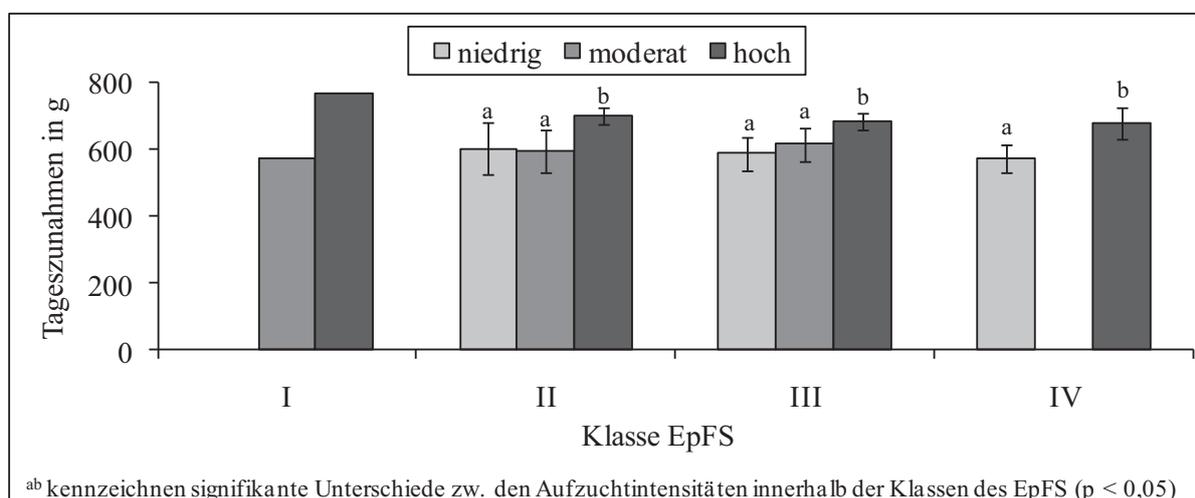


Abb. 38: LSM-Mittelwerte der Tageszunahmen der Hengste innerhalb der verschiedenen Klassen des Epiphysenfugenschluss in Abhängigkeit der Aufzuchtintensitäten

Intermediär sind hier die Hengste aus dem Aufzuchtssystem moderater Intensität einzustufen. So liegen die Tageszunahmen dieser Pferde in der Klasse II des EpFS 107 Gramm unter denen der Hengste aus den intensiven Aufzuchtssystemen und 10 Gramm unter denen der Hengste aus den Aufzuchtssystemen niedriger Intensität. In der EpFS-Klasse III liegen die Tageszunahmen dieser Hengste 68 Gramm unter denen der Hengste aus dem intensiven System und 30 Gramm über den Hengsten aus dem Aufzuchtssystem geringer Intensität.

Weiterhin ist ein gegenläufiger Trend des Verlaufs der Tageszunahmen über die verschiedenen Klassen des Zeitpunktes des EFS zu erkennen: Während die Tageszunahmen der Hengste aus den moderaten Systemen mit zunehmender EpFS-Klasse ansteigen, sind die

Tageszunahmen der Hengste aus den geringen und sehr intensiven Aufzuchtssystemen rückläufig.

4.3.5 Korrelationen ausgewählter Merkmale

Betrachtet man die Beziehungen ausgewählter Merkmale, so kann man zunächst feststellen, dass weder die Lebendmasse oder die Widerristhöhe (mit Stock- / Bandmaß gemessen) noch die Röhrbeinlänge, der Röhrbeinumfang oder der Fesselgelenksumfang in einer Beziehung zu den Klassen des EFS steht. Auch für den BCS, den Entwicklungszustand und das Vorhandensein von Fehlstellungen konnten keine Beziehungen zum Stadium des Epiphysenfugenschluss nachgewiesen werden.

Auffällig ist dagegen die negative Korrelation ($r = 0,34$; $p < 0,001$) zwischen der Aufzuchtintensität und dem Stadium des EFS sowie die negative Korrelation ($r = 0,19$; $p < 0,05$) zwischen der Tageszunahme und dem Stadium des EFS.

4.4 Die Knochendichtemessung

Um die Auswirkungen verschiedener Aufzuchtintensitäten auf die Knochenqualität des Hengstes zu untersuchen, wurde die Messung der Knochendichte angewendet. Da diese aber in der deutschen Pferdepraxis bislang nur zu Testzwecken durchgeführt wurde, war es das Ziel der vorliegenden Untersuchung, eine vergleichende Messung der Knochenqualitätseigenschaften beim Pferd mittels dualer Röntgenabsorptiometrie (DXA), quantitativen Ultraschalls (QUS) sowie Flächendetektor-Volumen-Computertomographie (fpVCT) durchzuführen und die Ergebnisse aus diesen Messungen in Beziehung zur Knochenbruchstabilität zu setzen.

4.4.1 Allgemeine Ergebnisse der Knochendichtemessung

Um eine Vergleichbarkeit und Durchführbarkeit gewährleisten zu können, wurden alle Messungen an den Beinen geschlachteter Pferde durchgeführt. Als erstes Ergebnis kann festgehalten werden, dass alle vier Methoden komplikationslos ex-vivo durchgeführt werden konnten.

Im Rahmen der Röntgenabsorptiometrie wurde ein Mittelwert von 3,14 g/m² ($\pm 0,3$) mit einem Variationskoeffizienten von 9,55 % ermittelt (Tab. 48). Mittels quantitativen Ultraschalls wurde ein Mittelwert für die dorsale Messstelle von 3.982 m/sec (± 117) und für die laterale Messstelle von 4.308 m/sec (± 159) bestimmt; der Variationskoeffizient lag im ersten Fall bei 2,9 % und im zweiten Fall bei 3,7 %. Die fpVCT-Messung führte zu einem Mittelwert von 1.929 HU (± 62) für die dorsale Messstelle und zu einem Mittelwert von 1.961 HU (± 53) für die laterale Messstelle mit Variationskoeffizienten von 3,2 % bzw. 2,7 %. Für die Messung der Bruchkraftstabilität wurde ein Durchschnittswert von 25,2 kN ($\pm 4,5$) mit einem Variationskoeffizienten von 27,9 % bestimmt.

Tab. 48: Übersicht über die LSM-Mittelwerte, Standardabweichungen (SD), Minima und Maxima sowie den Variationskoeffizienten (VK) der verschiedenen Messungen innerhalb der Stichprobe (n = 19)

	DXA	QUS (m/s)			fpVCT (HU)			KBS
	(g/cm ²)	dorsal	lateral	MW	dorsal	lateral	MW	(kN)
Mittelwert	3,14	3982	4308	4145	1929	1961	1945	25,2
SD	0,30	117	159	119	62	53	56	4,5
VK %	9,55	2,94	3,69	2,87	3,2	2,68	2,87	27,9
Minimum	2,6	3763	3842	3882	1765	1848	1807	19,0
Maximum	3,6	4231	4521	4341	2015	2041	2028	32,7

4.4.2 Korrelationen der Methoden

Im Folgenden werden die Beziehungen der einzelnen Methoden zueinander mittels Korrelationskoeffizienten nach Pearson dargestellt. Tab. 49 zeigt, dass die DXA-Messungen auf einem moderat hohen Niveau mit den Messungen der Knochenbruchstabilität korrelieren ($r = 0,64$; $p \leq 0,01$) sowie auf einem moderaten Niveau mit den fpVCT-Messungen ($r = 0,49$; $p \leq 0,05$), nicht aber mit den QUS-Messungen. Neben der DXA-Messung konnte für keine der anderen Methoden eine Korrelation zur Knochenbruchstabilität festgestellt werden.

Die Messungen der fpVCT-Messungen untereinander korrelieren auf hohem Niveau ($r = 0,91$ bis $0,97$; $p \leq 0,01$), während die dorsale Ultraschallmessung nur auf moderatem Niveau mit der lateralen Ultraschallmessung korreliert ($r = 0,46$; $p < 0,05$).



Der dorsale QUS-Wert korreliert auf moderatem Niveau mit dem dorsalen und mit dem lateralen fpVCT-Wert ($r = 0,70$ bzw. $0,64$; $p \leq 0,01$), während der laterale QUS-Wert nicht signifikant mit dem dorsalen fpVCT-Wert korreliert, aber dafür auf moderatem Niveau mit dem lateralen fpVCT-Wert ($r = 0,51$; $p \leq 0,01$).

Tab. 49: Die Korrelationskoeffizienten und Signifikanzniveaus der Methoden untereinander

	QUS dorsal	QUS lateral	QUS MW	fpVCT dorsal	fpVCT lateral	fpVCT MW	KBS
DXA	0,11	0,21	0,20	0,49*	0,49*	0,50*	0,64**
QUS dorsal		0,46*	0,80**	0,70**	0,64**	0,69**	-0,17
QUS lateral			0,90**	0,37	0,51*	0,45	0,09
QUS MW				0,60**	0,66**	0,64**	-0,02
fpVCT dorsal					0,91**	0,98**	0,10
fpVCT lateral						0,97**	0,18
fpVCT MW							0,14

* kennzeichnet signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$); ** kennzeichnet hochsignifikante Unterschiede ($p \leq 0,01$)

In einem weiteren Schritt wurde eine Korrektur der Ergebnisse um die Längenmaße des Röhreinknochens vorgenommen. Es wurden die Messwerte durch das Produkt der Röhreinelänge multipliziert, mit dem Umfang der Röhreinelänge dividiert und in Prozent ausgedrückt. Diese Ergebnisse aus den unterschiedlichen Methoden wurden miteinander korreliert.

Durch die Korrektur um die Längenmaße erscheint der Korrelationskoeffizient zwischen den DXA-Messungen und den QUS-Messungen nun auf einem moderat hohen Niveau ($r = 0,68$) hochsignifikant ($p \leq 0,01$) (Tab. 50). Die Beziehungsmaße zwischen den DXA-Werten und den fpVCT-Werten erhöhten sich ebenfalls durch die Korrektur und sind nun mit einem Koeffizienten von $r = 0,74$ hochsignifikant korreliert. Anders stellt sich die Situation für die Korrelation zwischen DXA-Messung und die Knochenbruchstabilität dar. So führt die Längenkorrektur in diesem Fall zu einer Reduktion der Korrelation auf ein moderates Niveau von $r = 0,48$ ($p \leq 0,05$).

Ebenfalls zu einer positiven Verschiebung der Korrelationen führt die Korrektur bei den Zusammenhangsmaßen zwischen dem dorsalen und lateralen QUS-Wert ($r = 0,95$; $p \leq 0,01$), sowie den QUS-Werten und den fpVCT-Werten ($r = 0,98$; $p \leq 0,01$).

Insgesamt führt die Einführung der Korrektur zu einer Erhöhung der Korrelationskoeffizienten der DXA-, QUS- und fpVCT-Ergebnissen, nicht aber zu einer wesentlichen Steigerung der Korrelationen der letzten beiden Methoden mit den Ergebnissen der Knochenbruchstabilitätsmessung.

Tab. 50: Die Korrelationskoeffizienten und Signifikanzniveaus der Methoden untereinander, korrigiert um die Längenmaße

	QUS dorsal	QUS lateral	QUS MW	fpVCT dorsal	fpVCT lateral	fpVCT MW	KBS
DXA	0.67**	0.68**	0.68**	0.75**	0.73**	0.74**	0.48*
QUS dorsal		0.95**	0.99**	0.98**	0.98**	0.98**	0,06
QUS lateral			0.94**	0.95**	0.95**	0.11	0.12
QUS MW				0.97**	0.98**	0.98**	0.08
fpVCT dorsal					0.99**	0.99**	0.13
fpVCT lateral						0.99**	0.14
fpVCT MW							0.14

* kennzeichnet signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$); ** kennzeichnet hochsignifikante Unterschiede ($p \leq 0,01$)

4.4.3 Bestimmtheitsmaß und lineare Regressionen der Methoden

Tab. 51 zeigt eine Übersicht über die Bestimmtheitsmaße zwischen den verschiedenen Methoden und den um die Längenmaße korrigierten Methoden.

Die Ergebnisse aus der DXA-Messung erklären die Ergebnisse der KBS mit einem Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,41$. Regressiert man im Vergleich dazu die um die Längenmaße korrigierte KBS mit der um die Längenmaße korrigierte DXA, ist ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,23$ zu ermitteln. Ebenso verhält sich das Bestimmtheitsmaß von KBS und dorsalem QUS sowie KBS und lateralem fpVCT: Es nimmt in beiden Fällen von den originalen Werten ($R^2 = 0,03$ / $R^2 = 0,03$) zu den um die Längenmaße korrigierten Werte ($R^2 = 0,00$ / $R^2 = 0,02$) ab. Für das Bestimmtheitsmaß von KBS und lateralem QUS sowie von KBS und dorsalem



fpVCT stellt sich die Situation gegenläufig dar. Diese können durch die Längenkorrektur von $R^2 = 0,01$ bzw. $R^2 = 0,01$ auf $R^2 = 0,11$ bzw. $R^2 = 0,02$ gesteigert werden.

Um erkennen zu können, ob zwischen den Methoden der DXA-, der QUS-, der fpVCT- und der KBS-Messungen ein linearer Zusammenhang besteht, wurde im Folgenden eine Darstellung der Regressionsstatistiken in Diagrammform vorgenommen. Aus Abb. 39 ist ersichtlich, dass mit zunehmendem DXA-Wert die erforderliche Kraft zunimmt, die notwendig ist, um den Knochen zu brechen. Das Bestimmtheitsmaß liegt hier bei $R^2 = 0,41$ ($p \leq 0,01$).

Tab. 51: Darstellung des Bestimmtheitsmaßes zwischen den verschiedenen Methoden und den Methoden, korrigiert um die Längenmaße

		R^2	p-Werte	R^2 korrigiert	p-Werte
KBS	DXA	0,41	0,003	0,23	0,036
KBS	QUS dorsal	0,03	0,488	0,00	0,815
KBS	QUS lateral	0,01	0,705	0,11	0,665
KBS	QUS MW	0,00	0,933	0,01	0,733
KBS	fpVCT dorsal	0,01	0,685	0,02	0,586
KBS	fpVCT lateral	0,03	0,453	0,02	0,569
KBS	fpVCT MW	0,02	0,575	0,02	0,577

Abb. 40 zeigt, dass zwischen dem dorsalen QUS und der KBS kein linearer Zusammenhang besteht. Das Bestimmtheitsmaß liegt hier bei $R^2 = 0,03$ ($p \leq 0,49$).

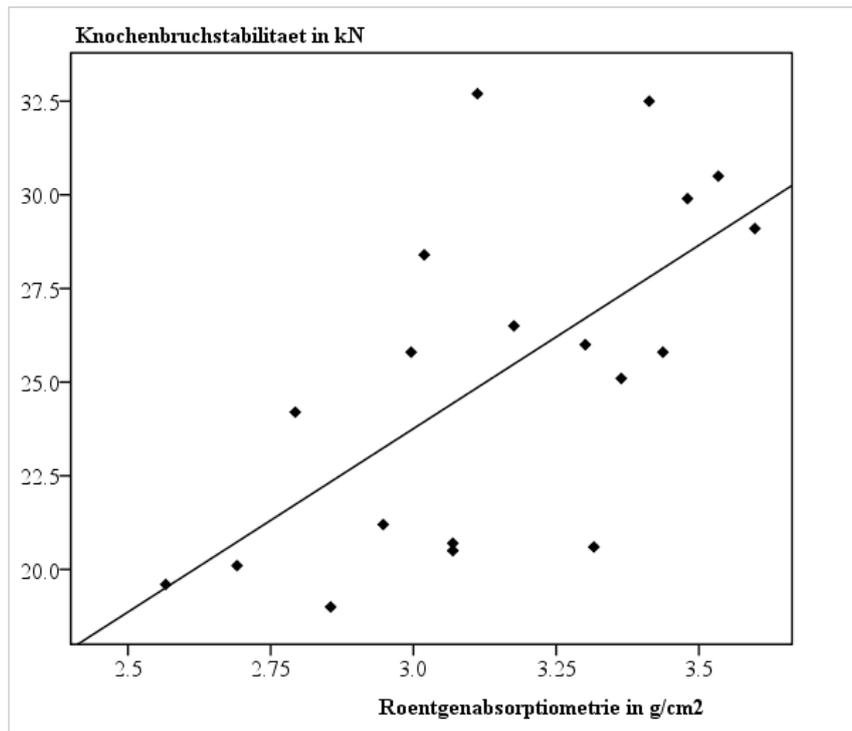


Abb. 39: Lineare Regression zwischen der Knochenbruchstabilität und der Röntgenabsorptiometrie (n = 19)

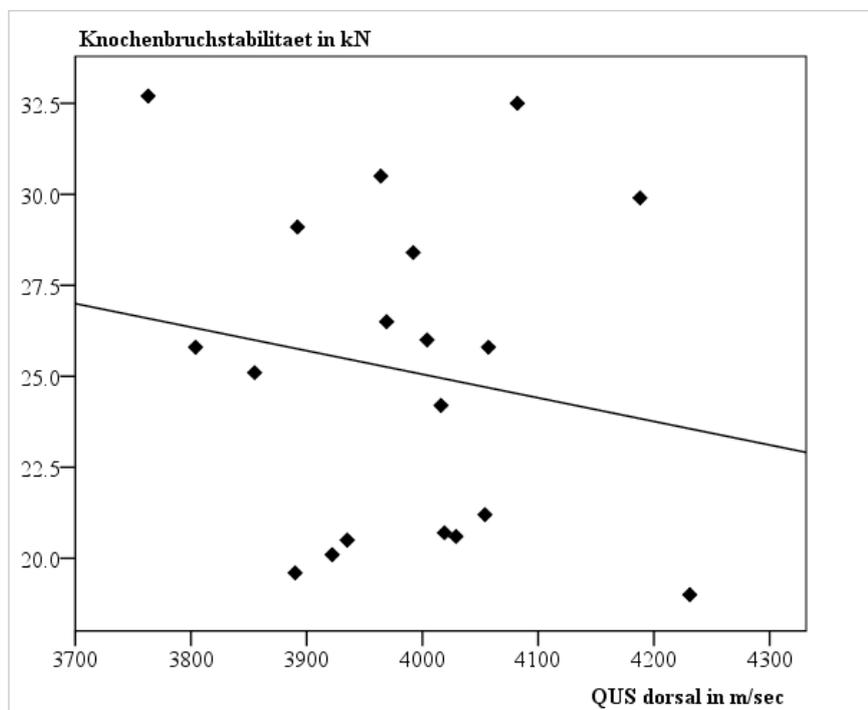


Abb. 40: Lineare Regression zwischen der Knochenbruchstabilität und der quantitativen Ultraschallmessung (n = 19)



Abb. 41 zeigt die lineare Regression der KBS in kN und der fpVCT-Messung in HU. Ein linearer Zusammenhang zwischen der KBS und der fpVCT-Messung kann nicht festgestellt werden. Das Bestimmtheitsmaß liegt hier bei $R^2 = 0,01$ ($p = 0,685$).

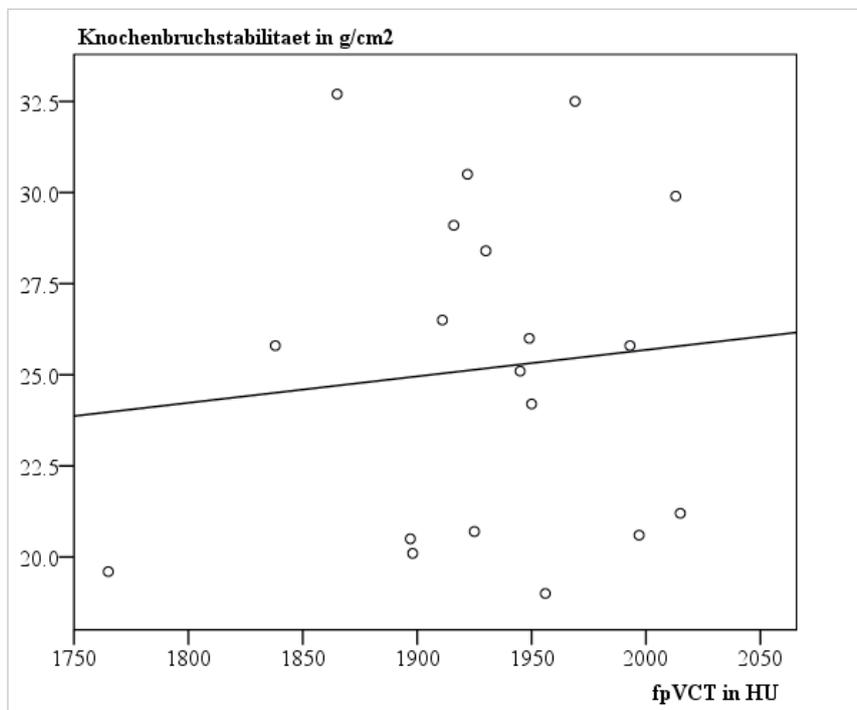


Abb. 41: Lineare Regression zwischen der Knochenbruchstabilität und dem fpVCT in HU (n = 19)

4.5 Die retrospektive Analyse der Körjährgänge 1996 bis 2006/2007

Für die retrospektive Analyse lagen aus den elf Hengstzuchtbetrieben die Informationen von 1.199 zur Vorauswahl angemeldeten Hengste vor. Diese Hengste stammten aus 769 verschiedenen Zuchtbetrieben. Mittels der vorhandenen Lebensnummern wurden die Hengste mit Hilfe vorliegender VIT- und FN-Datenbanken überprüft. Auf diese Weise konnten 459 Hengste wieder gefunden werden. Tab. 52 zeigt die Anzahl der Hengste aus den jeweiligen Betrieben, über die eine Erstdokumentation vorliegt, sowie die Anzahl der Hengste, die in einer der beiden bzw. in beiden Datenbanken wieder gefunden wurden.

Von den 1.199 im Rahmen einer der Vorauswahlen dokumentierten Hengste konnten 38 % in den Datenbanken der FN und des VIT wieder gefunden und zurückverfolgt werden.



Tab. 52: Anzahl der Hengste, über die eine Dokumentation im Rahmen der Vorauswahl vorliegt [JG 1996 bis 2006/2007] sowie Anzahl der Hengste, die in einer der Datenbanken wieder gefunden werden konnten und prozentualer Anteil

	Aufzuchtintensität			gesamt
	Niedrig	Moderat	hoch	
dokumentiert	599	139	461	1199
wieder gefunden	210	51	198	459
%	35 %	37 %	43 %	38 %

4.5.1 Auswirkungen der Aufzuchtintensität auf die Körung und Prämierung

Im Folgenden wird dargestellt, inwieweit sich die Aufzuchtintensität auf die Kör-Prämierungs- und Turnierfolge auswirkt sowie auf die Nutzungsdauer der Pferde.

Von den 459 überprüften Hengsten aus den Körjahrgängen 1996 bis 2006/2007 wurden 43 % gekört; 5 % der 459 Hengste wurden zudem prämiert. Tab. 53 zeigt, dass die Hengste aus den Aufzuchtssystemen mit niedriger Intensität die geringsten Kör- und Prämiererfolge haben. Die Hengste aus den moderaten Aufzuchtssystemen haben bezüglich Körerfolg und Prämierung einen leichten Vorsprung vor den Hengsten aus den intensiven Aufzuchtssystemen.

Tab. 53: Auswirkungen der Aufzuchtintensität auf den Kör- und Prämiererfolg

	Aufzuchtintensität			gesamt
	Niedrig	Moderat	hoch	
gekört	71 (34 %)	28 (55 %)	98 (50 %)	197 (43 %)
prämiert	0 (0 %)	5 (10 %)	17 (9 %)	22 (5 %)

4.5.2 Auswirkungen der Aufzuchtintensität auf den Turniersporteinsatz

Von den 459 retrospektiv verfolgten Hengsten wurden 385 Hengste turniersportlich eingesetzt. Tab. 54 stellt dar, wie viele der Pferde bis 2008 in den verschiedenen Leistungskategorien im Rahmen von Turniersportveranstaltungen vorgestellt wurden. Insgesamt wurden 16 Hengste in Basis- und Aufbauprüfungen (BA-Prüfungen), 95 Hengste



in Prüfungen der Klasse A, 86 Hengste in Prüfungen der Klasse L, 116 Hengste in Prüfungen der Klasse M und 68 Hengste in Prüfungen der Klasse S eingesetzt. Die Verteilung der Pferde auf die verschiedenen Klassen ist in etwa gleichmäßig, wobei der Schwerpunkt innerhalb der Gruppe der wenig intensiv aufgezogenen Pferde eher im Bereich der unteren Klassen liegt,, während rund 45 % der Hengste aus den moderaten und intensiven Aufzuchtssystemen in der mittelschweren und schweren Klasse eingesetzt wurde.

Tab. 54: Auswirkungen der Aufzuchtintensität auf die Turniererfolge in Form der Darstellung des Schweregrades

Turnier Kat.	Aufzuchtintensität			gesamt
	Niedrig	Moderat	hoch	
kein Turniereinsatz	33 (16 %)	7 (14 %)	38 (19 %)	78 (17 %)
BA-Prüfungen	8 (4 %)	1 (2 %)	7 (4 %)	16 (4 %)
Klasse A	48 (23 %)	8 (16 %)	39 (20 %)	95 (21 %)
Klasse L	45 (21 %)	12 (24 %)	29 (15 %)	86 (19 %)
Klasse M	47 (22 %)	15 (30 %)	54 (27 %)	116 (25 %)
Klasse S	29 (14 %)	8 (16 %)	31 (16 %)	68 (15 %)
gesamt	210 (46 %)	51 (11 %)	198 (43 %)	459

Die durchschnittliche Jahresgewinnsumme von 385 Pferden liegt bei 1.031 € (± 8.157 €), einem Minimum von 7 € und einem Maximum von 125.090 € (Tab. 55). Die durchschnittliche Lebensgewinnsumme liegt bei 1.966 €, dabei variiert der Mittelwert zwischen 1.271 € für die Hengste aus den Aufzuchtssystemen mit geringer Intensität und 3.597 € für die Hengste aus den moderaten Aufzuchtssystemen. Das absolute Minimum in den Gewinnsummen liegt bei 7 € und das Maximum bei 168.569 €.

Die Gewinnsummen zwischen den verschiedenen Aufzuchtssystemen unterscheiden sich nicht signifikant.



Tab. 55: Jahres- und Lebensgewinnsumme (JGS und LGS) der Hengste in Abhängigkeit von der Aufzuchtintensität

Gewinn- Summe (€)	Aufzuchtintensität			Gesamt
	Niedrig	moderat	hoch	
JGS	491 (\pm 995)	1.686 (\pm 3.786)	1.452 (\pm 11.910)	1.031 (\pm 8.157)
LGS	1.271 (\pm 2.945)	3.597 (\pm 8.765)	2.304 (\pm 1.3637)	1.966 (\pm 9.500)

4.5.3 Die Auswirkungen der Aufzuchtintensität auf die Nutzungsdauer

Die durchschnittliche Nutzungsdauer für die als Turnierpferd eingetragenen Tiere liegt bei 5,4 Jahren (Tab. 56). Im Mittel ist sie für die Hengste, die im Rahmen eines intensiven Aufzuchtverfahrens aufgezogen wurden, am höchsten (5,5 Jahre) und für die im Rahmen eines Aufzuchtverfahrens mit geringer Intensität am geringsten (5,2 Jahre). Die Nutzungsdauer zwischen den Hengsten aus den verschiedenen Aufzuchtintensitäten unterscheidet sich nicht signifikant.

Tab. 56: Durchschnittliche Nutzungsdauer in Jahren, differenziert nach Aufzuchtintensität

	Aufzuchtintensität			gesamt
	Niedrig	moderat	hoch	
Nutzungsdauer in Jahren	5,2 (\pm 2,8)	5,4 (\pm 2,8)	5,5 (\pm 2,5)	5,4 (\pm 2,7)

Abb. 42 zeigt die prozentuale Verteilung der Nutzungsdauer in Jahren innerhalb der verschiedenen Aufzuchtintensitäten. Jeweils 30 % der Hengste sind ein bis drei Jahre bzw. vier bis sechs Jahre im sportlichen Einsatz. Während 30 % der Hengste aus dem Aufzuchtssystem niedriger Intensität in eine der beiden ersten Nutzungsklassen fallen, sind fast 40 % der Hengste, die intensiv aufgezogen wurden, der Nutzungsdauerklasse vier bis sechs Jahre zuzuordnen. Dieses Verhältnis kehrt sich in der dritten und vierten Klasse der Nutzungsdauer um (7 bis 9 Jahre und 10 bis 12 Jahre): Hier weisen etwa 11 % der Hengste des Aufzuchtssystems mit geringer Intensität eine Nutzungsdauer von zehn bis zwölf Jahren auf, während 8 % der Hengste des intensiven Aufzuchtssystems in diese Klasse einzuordnen sind.

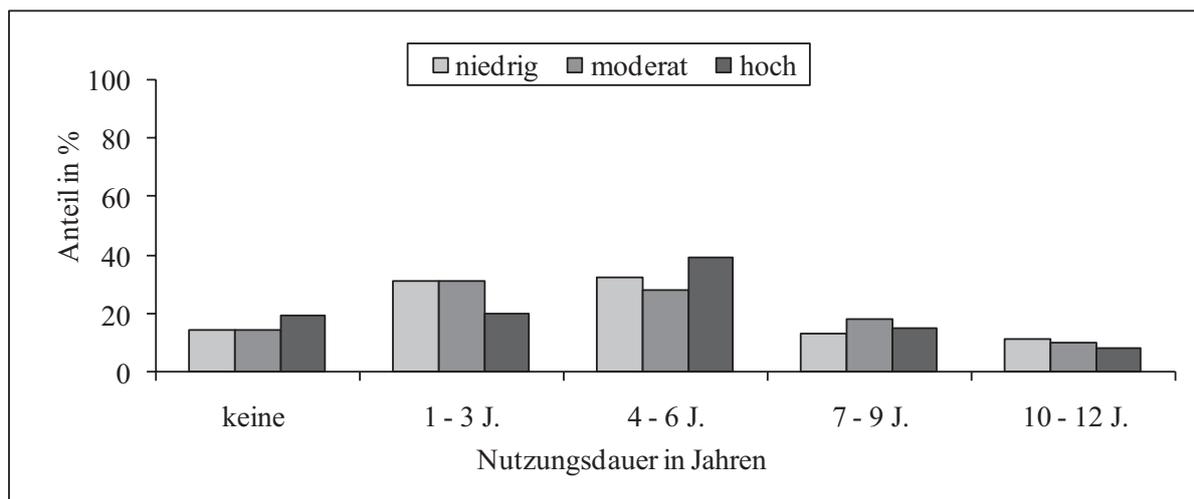


Abb. 42: Auswirkungen der Aufzuchtintensität auf die Nutzungsdauer

Korrelationen ausgewählter retrospektiver Merkmale

Um zu sehen, inwieweit die einzelnen Merkmale zueinander in Beziehung stehen, wurden diese mittels des Pearson-Korrelationskoeffizienten korreliert (Tab. 57). Hoch signifikant sind die Korrelationen zwischen Aufzuchtintensität und Körurteil ($r = 0,15^{**}$), Aufzuchtintensität und Prämie ($r = 0,19^{**}$), Körurteil und Turniereinsatz ($r = -0,25^{**}$) und Nutzungsdauer und Turniereinsatz ($r = 0,51^{**}$).

Tab. 57: Pearson-Korrelationskoeffizienten für die Merkmale Körurteil, Prämie, Turniereinsatz und Nutzungsdauer

	Körurteil	Prämie	Turniereinsatz	Nutzungsdauer
Aufzuchtintensität	0,15 **	0,19 **	0,01	0,04
Körurteil		0,26 **	- 0,25 **	- 0,08
Prämie			- 0,02	- 0,08
Turniereinsatz				0,51 **

** Die Korrelationen sind auf dem Niveau $p \leq 0,001$

4.5.4 Nachkommenleistung in Sport und Zucht

Von den retrospektiv betrachteten Hengsten haben 67 Hengste registrierte Nachkommen, d.h. von den ursprünglich 197 gekörten Hengsten ist ein gutes Drittel erfolgreich in den

Zuchteinsatz gegangen. Bei den Zuchtprodukten handelt es sich um insgesamt 3.180 registrierte Nachkommen.

60 % der Hengste haben 1 bis 25 Nachkommen, 18 % der Hengste 26 bis 50 Nachkommen, 9 % der Hengste 51 bis 100 Nachkommen und 13 % der Hengste haben 101 und mehr Nachkommen (Tab. 58).

Tab. 58: Anzahl der Hengste mit eigenen Nachkommen

Nachkommen- gruppen	Aufzuchtintensität			Hengste / Nachkommen
	Niedrig	Moderat	hoch	
1 bis 25 NK	12	3	25	40 / 306
26 bis 50 NK	1	0	11	12 / 477
51 bis 100 NK	2	1	3	6 / 393
101 bis 464 NK	4	0	5	9 / 2.004
Hengste / Nachkommen	19 / 1.035	4 / 83	44 / 2.062	67 / 3.180
Quotient	55	21	47	48

Betrachtet man nun die Verteilung der Nachkommen auf die Aufzuchtintensitätsgruppen der Väter, so haben die Hengste aus den Systemen mit geringer Intensität im Schnitt 55 Nachkommen, die Hengste aus den Systemen mit hoher Intensität 47 Nachkommen und die Hengste aus den Systemen mit moderater Intensität 21 Nachkommen.

Die Nachkommen der betrachteten Hengste wurden bereits sportlich eingesetzt und konnten eigene Gewinnsummen erzielen. Tab. 59 zeigt, dass die Nachkommen von Hengsten aus einem Aufzuchtssystem geringer Intensität die höchsten LGS mit durchschnittlich fast 12.000 € erzielen konnten. Insgesamt reicht die Spanne der LGS von 15 € bis 154.155 €.

Tab. 59: Durchschnittliche Jahres- und Lebensgewinnsummen der Nachkommen der retrospektiv verfolgten Hengste

NK-Gewinn- Summe (€)	Aufzuchtintensität			Gesamt
	Niedrig	moderat	hoch	
JGS	2743 (± 995)	1418 (± 2614)	3775 (± 7458)	3342 (± 6493)
LGS	11.942 (± 4915)	2224 (± 10.712)	7581 (± 3230)	8498 (± 21.247)



39 Nachkommen der Hengste wurden bis zur schweren Klasse eingesetzt, davon stammten 22 Nachkommen von Hengsten des Aufzuchtssystems mit geringer Intensität ab, 16 Nachkommen von Hengsten des Aufzuchtssystems mit hoher Intensität und 1 Nachkomme eines Hengstes des Aufzuchtssystems mit moderater Intensität.

Zuchteinsatz der Nachkommen der retrospektiv betrachteten Hengste

Insgesamt haben 12 Hengste 39 eigene Söhne im Zuchteinsatz (Tab. 60). Davon entstammen 11 einem Aufzuchtssystem hoher Intensität und 1 Hengst einem Aufzuchtssystem mit niedriger Intensität.

Tab. 60: Männliche Nachkommen der retrospektiv betrachteten Hengste in der Zucht, differenziert nach Aufzuchtintensität

Männliche NK in der Zucht	Aufzuchtintensität			Hengste / Zuchthengste
	Niedrig	moderat	hoch	
1 bis 5	1	0	10	11 / 22
17	0	0	1	1 / 17
Hengste / Zuchthengste	1 / 3	0 / 0	11 / 36	12 / 39

Insgesamt sind 46 retrospektiv betrachtete Hengste Väter von 865 Zuchtstuten (Tab. 61). Dabei haben die Hengste aus den Aufzuchtssystemen niedriger Intensität im Schnitt 30 Töchter im Zuchteinsatz, die Hengste aus Aufzuchtssystemen hoher Intensität 15 Töchter und die Hengste aus Aufzuchtssystemen moderater Intensität 9 Töchter im Zuchteinsatz.



Tab. 61: Weibliche Nachkommen der retrospektiv betrachteten Hengste in der Zucht, differenziert nach Aufzuchtintensität

Weibliche NK in der Zucht	Aufzuchtintensität			Hengste / Zuchtstuten
	Niedrig	moderat	hoch	
1 bis 10	5	1	16	22 / 96
11 bis 40	4	1	14	19 / 406
41 bis 86	3	0	2	5 / 363
Hengste / Zuchtstuten	12 / 361	2 / 18	32 / 486	46 / 865

4.5.5 Einfluss des Geburtszeitpunktes auf Körung und Prämierung

Um zu überprüfen, ob der Geburtszeitpunkt der Hengste in den vergangenen Jahren einen Einfluss auf das Ergebnis der Körung und der Prämierung hatte, wurden die Geburtszeitpunkte der Hengste in den Geburtsjahrgängen 1994 bis 2004 kategorisiert. Hengste, die in den Monaten Dezember bis März geboren wurden, wurden der Saison 1 zugeordnet (n = 271). Hengste, die in den Monaten April bis Juli geboren wurden, wurden der Saison 2 zugeordnet (n = 188, siehe Tab. 62). Es wurden etwa 10 % mehr von den Hengsten aus der zweiten Geburtssaison gekört als aus der ersten; ebenfalls wurden etwa 5 % mehr der Hengste prämiert, die in den Monaten April bis Juli geboren wurden.

Tab. 62: Prozentualer Anteil der Hengste, die in den Jahren 1994 bis 2004 gekört und prämiert worden sind, differenziert nach Geburtssaison

	Körung	Prämierung
Geburtssaison 1 (n = 271)	38,0 % (105)	3,0 % (8)
Geburtssaison 2 (n = 188)	48,9 % (92)	7,4 % (14)

4.6 Bewertung der Hengstaufzuchtstrukturen in Westfalen

Um ein Meinungsbild zum Komplex der Junghengstaufzucht durch Züchter und Aufzüchter des Westfälischen Pferdestammbuches e.V. zu erhalten, wurde eine explorative Studie an 88 Probanden (38 Hengstaufzüchter, 50 Stutenschaubesucher) durchgeführt.



4.6.1 Soziodemographische Aspekte

Mittels Erfassung der soziodemographischen Aspekte und der Abfrage von Motivation und Hintergründen erfolgte die Charakterisierung der Stichprobe.

Von den 88 Probanden waren 85,2 % männlich und 14,6 % weiblich. Das durchschnittliche Alter lag bei 54 Jahren ($SD \pm 12,6$; Altersspanne: 24 bis 78 Jahre).

75 % der Befragten waren verheiratet, alle weiteren ledig. 78 % der Probanden hatten eigene Kinder: Die Anzahl der Kinder variierte zwischen einem und fünf Kindern, wobei die meisten Probanden zwei bzw. drei Kinder hatten (64 % der Befragten mit Kind).

Jeweils ein Viertel der Befragten hatte die allgemeine Hochschulreife bzw. einen Volks- und Hauptschulabschluss. 30 % der Befragten hatten einen Realschulabschluss und 18 % die Fachhochschulreife.

62 % der Befragten hatten eine abgeschlossene Berufsausbildung, 27 % ein abgeschlossenes Studium und 11 % haben die Meisterprüfung absolviert.

Nach der Berufstätigkeit wurde ungestützt gefragt. Insgesamt wurden 42 verschiedene Berufe aufgeführt, die 7 Bereichen zugeordnet wurden: So gingen 32 % der Probanden einer landwirtschaftlichen Tätigkeit und 24 % der Befragten einer kaufmännischen Tätigkeit nach. 13 % der Probanden übten einen akademischen Beruf aus, 10 % eine pferdespezialisierte Tätigkeit, 8 % waren Hausfrauen, 7 % Rentner und 6 % gingen einer handwerklichen Tätigkeit nach.

4.6.2 Allgemeine Fragen der Pferdezucht

57 % der Befragten stammten aus einer Züchterfamilie, über 50 % züchten bereits seit mehr als 20 Jahren Pferde (Tab. 63).



Tab. 63: Kreuztabellierung der Dauer der züchterischen Tätigkeit und des familiären Hintergrundes

Zuchtaktivität (in Jahren)	Züchterfamilie	keine Züchterfamilie	gesamt
< 5 Jahre	2,3 %	5,7 %	8,0 %
5 bis 10 Jahre	5,7 %	6,8 %	12,5 %
> 10 Jahre	12,5 %	13,6 %	26,1 %
> 20 Jahre	36,4 %	17,1 %	53,4 %
Gesamt	56,8 %	43,2 %	100,0 %

Als Hauptgrund für die Ausübung der Pferdezucht geben 55 % der Probanden die „Familientradiation“ an, 49 % den „Reitsport“, 9 % „Freunde“ und 10 % geben den „Ehepartner“ als Grund an.

Die Motivation zur Ausübung der Pferdezucht liegt v.a. in der Freude am Pferd begründet (39 %); an zweiter Stelle steht der Wunsch, die Pferde des Bestandes selbst remontieren zu können (20 %). Nur 12 % der Befragten werden durch kommerzielle Aspekte motiviert (Abb. 43).

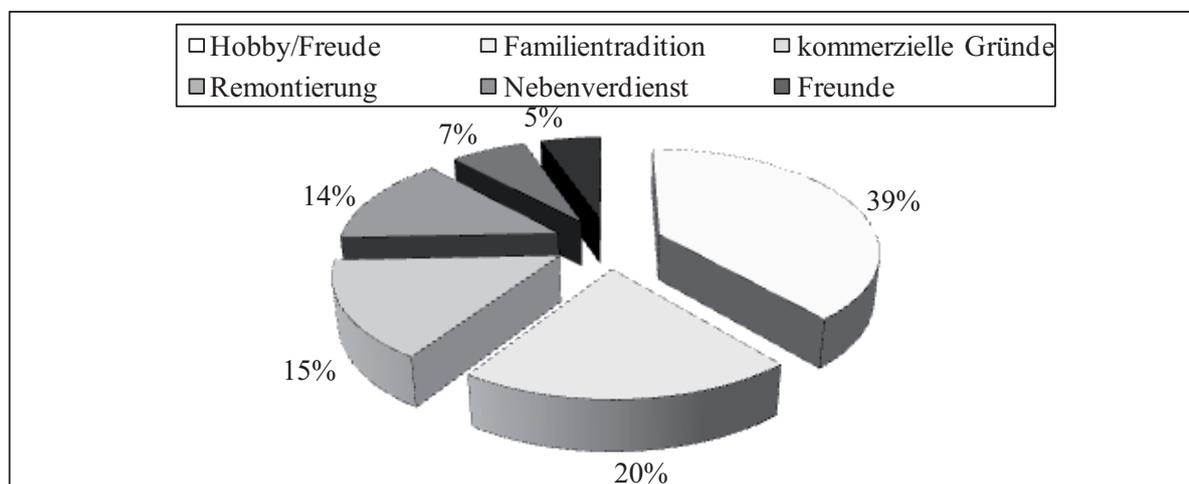


Abb. 43: Motivation für die Ausübung der Pferdezucht

Alle Befragten sind in der Rasseabteilung „Reitpferd“ beim Westfälischen Pferdestammbuch e.V. registriert, 2 % der Probanden sind zusätzlich jeweils bei der Rasseabteilung „Reitpony“ und „Kaltblut, Haflinger“ registriert.



47 % der Befragten sind außerdem Mitglied in mindestens einem weiteren Zuchtverband und höchstens in sechs weiteren Zuchtverbänden. Dabei war der Hannoveraner Verband am stärksten vertreten (28 %), vor dem Oldenburger (23 %) und dem Holsteiner Verband (8 %).

85 % der Probanden haben die Möglichkeit, ihre Pferde in den eigenen Stallungen unterzubringen; diejenigen, die ihre Pferde nicht selbst halten können, haben ihre Pferde im Pensionspferdebetrieb (5 %), bei Freunden und Bekannten (5 %), im Reitverein (2 %) und „beim Bauern“ (2 %) untergebracht.

65 % der Befragten bewirtschaften einen landwirtschaftlichen Betrieb (mittlere Bewirtschaftungsdauer: 76 Jahre \pm 158,2 Jahre). Von den landwirtschaftlichen Betrieben sind 55 % Haupterwerbsbetriebe und 45 % Nebenerwerbsbetriebe. Wiederum 91 % der landwirtschaftlichen Betriebe sind Familienbetriebe. Tab. 64 zeigt die Flächenausstattung der landwirtschaftlichen Betriebe. Die Spannweite variiert zwischen 15 ha für die Hofflächen mit Anlagen und 401 ha für die gesamte Betriebsfläche.

Tab. 64: Flächenausstattung der landwirtschaftlichen Betriebe der Probanden (n = 53)

	Mittelwert (in ha)	SD	Spannweite
Hoffläche mit Anlagen	1,1	2,7	15
Ackerland	25,5	38,6	160
Weideland	16,8	16,4	75
Wald	11,2	55,0	401
Gesamt	54,7	67,4	420

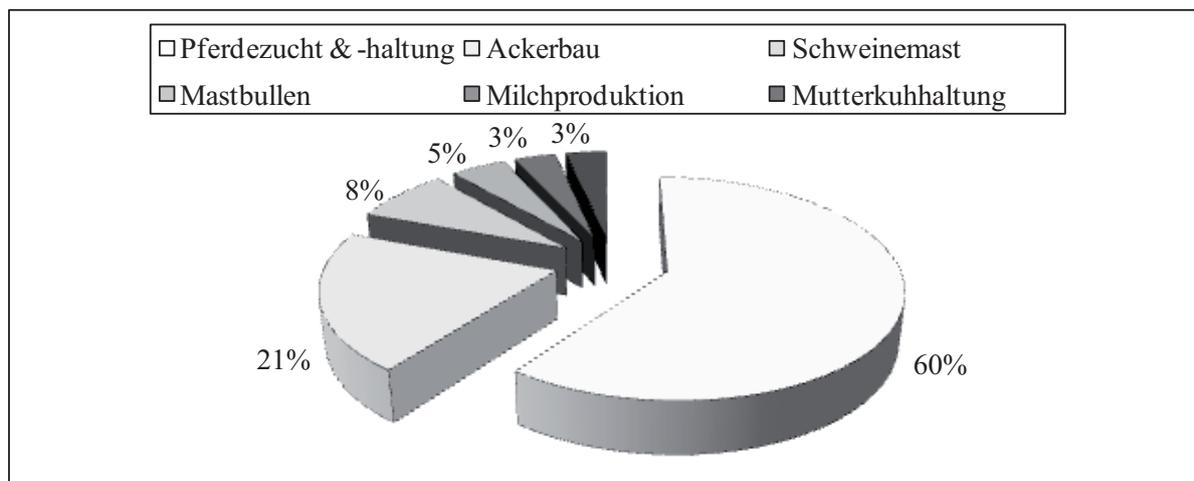
Im Mittel arbeiten in den landwirtschaftlichen Betrieben 2,4 Arbeitskräfte (Tab. 65). Der größte Teil der Arbeit wird durch Familienangehörige geleistet.

**Tab. 65: Arbeitskräfteausstattung der landwirtschaftlichen Betriebe (n = 53)**

	Mittelwert	SD	Spannweite
Gesamtarbeitskräfte	2,4	2,1	9
- Familienangehörige	1,6	1,4	6
- Festangestellte	0,6	1,2	6
- Aushilfskräfte	0,4	1,2	9

Abb. 44 zeigt die verschiedenen Betriebszweige der Probanden mit landwirtschaftlichem Betrieb. Mit 60 % ist der Anteil der Pferdezucht und Pferdehaltung am größten; die Milchviehhaltung und die Mutterkuhhaltung spielen nur bei jeweils 3 % der Betriebe eine Rolle als Unternehmenszweig.

Bei 43 % der Probanden, die einen landwirtschaftlichen Betrieb führen, hat sich zudem der Produktionsschwerpunkt innerhalb der letzten 20 Jahre zu Gunsten der Pferdezucht und Pferdehaltung verschoben.

**Abb. 44: Betriebszweige der landwirtschaftlichen Betriebe (n = 53)**

Der Gesamtpferdebestand der Probanden weist eine Spanne von 1 bis 110 Pferde auf. Die Betriebe sind über die verschiedenen Nutzungsgruppen durchgängig durch einen höheren Anteil an eigenen Pferden gekennzeichnet. Nur in der Nutzungsgruppe der Reitpferde ist der Anteil der Pensionspferde höher als der der eigenen (Tab. 66).



Tab. 66: Darstellung und Aufschlüsselung des Pferdebestandes in Abhängigkeit von Nutzungsgruppen und Pension

	Anzahl eigene Pferde		Anzahl Pensionspferde	
	Mittelwert	Spanne	Mittelwert	Spanne
Zuchtstuten	5,5	30	0,2	5
- davon aktive Zuchtstuten	4,7	30	0,2	5
Deckhengste	0,5	6	0,0	0
Aufzuchtpferde	11,4	61	1,2	45
Reitpferde	4,3	35	5,0	50
Gesamt	22,5	109	6,6	55

Nahezu alle Befragten (99 %) nehmen mit ihren Pferden an öffentlichen Veranstaltungen teil. Bei den besuchten Veranstaltungen handelt es sich um Stutenschauen (77 %), Fohlenschauen (74 %), Körveranstaltungen (67 %), Turniere (67 %) und Auktionen (61 %). Die Vorbereitung der Pferde auf die genannten Veranstaltungen erfolgt sowohl eigenständig (72 %) als auch durch professionelle Fachleute (42 %).

Auf die Frage der Zukunftsentwicklung der Betriebe antworteten 61 % der Probanden, dass sie die Größenordnung des Betriebes erhalten wollen; 31 % antworteten, dass sie ihren Bestand an Pferden reduzieren wollen und 8 % antworteten, dass sie ihren Betrieb und die Pferdehaltung vergrößern wollen.

4.6.3 Besondere Fragen der Pferdezucht

Von den Befragten haben bereits 78 % grundsätzlich schon einmal einen Hengst auf die Körung vorbereitet. Die Frage der Häufigkeit beantworteten darüber hinaus 31 % damit, dass sie mehrfach bzw. jedes Jahr Hengste auf die Körung vorbereiten. Von 42 % der Probanden wurde bereits Hengst gekört.

50 % der Probanden sind darum bemüht, jedes Jahr einen Hengst auf die Körung vorzubereiten. Zu diesem Zweck ziehen 32 % der Probanden jedes Jahr ein bis zwei Hengste auf, 7 % der Probanden ziehen drei bis fünf Hengste auf, 10 % der Probanden ziehen fünf bis zehn Hengste auf und 2 % der Probanden ziehen jedes Jahr mehr als zehn Hengste auf. 28 % der Probanden kaufen zusätzlich Hengstfohlen für die Aufzucht ein.



Von den Züchtern und Aufzüchtern (33 %), die bereits seit einigen Jahren an der Körvorbereitung aktiv mitwirken, wird festgestellt, dass sich die Art der Vorbereitung und die Vorstellung zum Zeitpunkt der Vorauswahl verändert haben.

So führten die Probanden einerseits organisatorische Veränderungen mit einer stärkeren Marktausrichtung und höheren Professionalisierung auf (Abb. 45); andererseits stellten Sie auch weniger Horsemanship und eine intensivere Vorbereitung der Hengste inklusive des Freispringens fest.

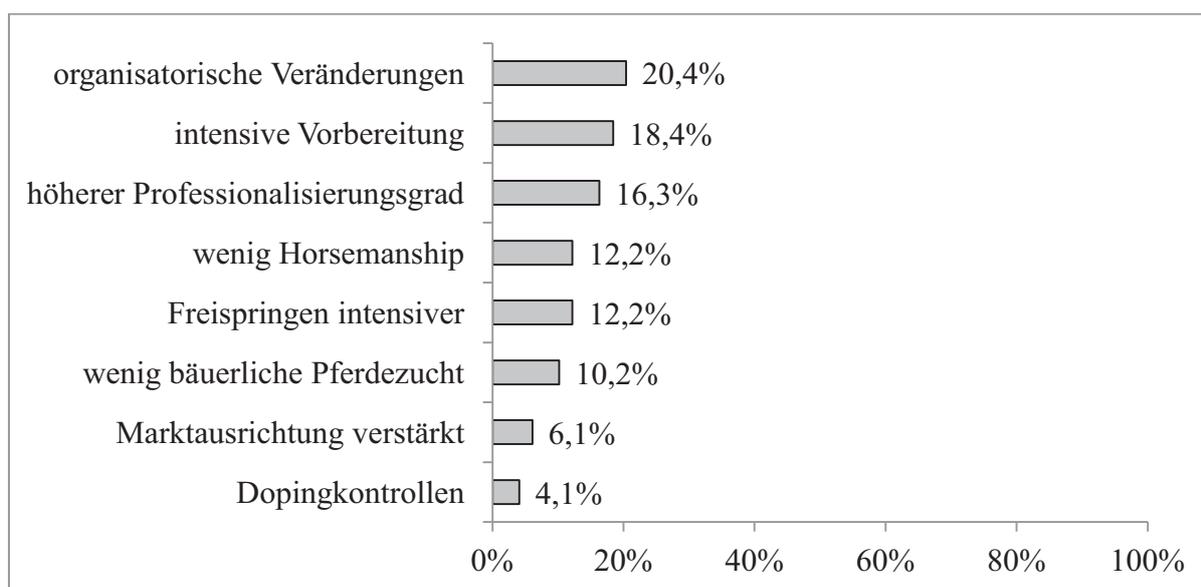


Abb. 45: Veränderungen der Art der Vorbereitung und der Vorstellung der Hengste auf die Vorauswahl in den vergangenen Jahren

Auf die Frage, ob das „eigene Aufzuchtssystem“ in den vergangenen 20 Jahren intensiver geworden ist, antworteten 61 % der Probanden mit ja. Eine Intensitätszunahme in der Aufzucht entfiel auf die Bereiche Fütterung (44 %), Haltung (40 %), Aufzuchtdauer (22 %) und Gruppengröße (12,5 %). 64 % Probanden ziehen aktuell noch Hengste mit Hinblick auf die Körung auf; 19 % davon wollen noch intensiver in das Geschäft der Junghengstaufzucht einsteigen. Ebenfalls 19% der Probanden sind in den vergangenen Jahren aus der Junghengstaufzucht ausgestiegen. Als Gründe gaben sie an, dass die Aufzucht zum einen zu schwierig und zu unnatürlich geworden sei; zum anderen führten sie persönliche Gründe als Ursache auf, sowie eigene Zuchtkonzepte (Abb. 46).

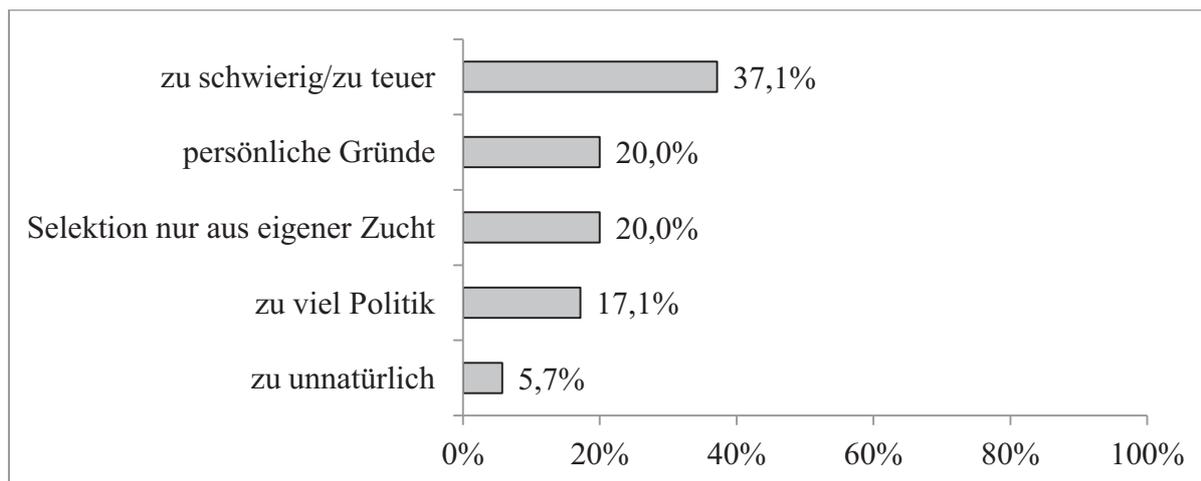


Abb. 46: Gründe für das Ausscheiden aus der aktiven Hengstaufzucht

4.6.4 Beurteilung des Systems der Körung

83 % der Probanden besuchen regelmäßig die NRW-Hauptkörung. Die sich in den letzten 20 Jahren nach Meinung der Befragten veränderten Rahmenbedingungen der NRW-Hauptkörung, sowie die Veränderungen der Art der Vorbereitung und Präsentation der Junghengste werden in Abb. 47 dargestellt.

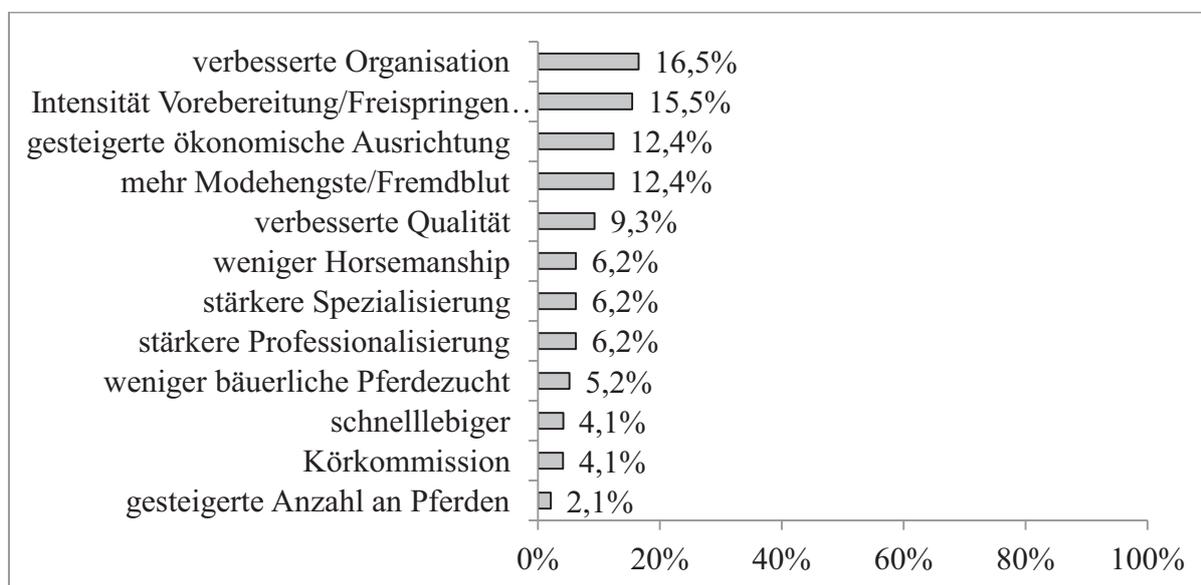


Abb. 47: Veränderungen an der NRW-Hauptkörung innerhalb der vergangenen 20 Jahre

Als besonders positiv werden die verbesserte Organisation der Veranstaltung bewertet sowie die gute Qualität der Pferde. Weiterhin wurde eine Zunahme in der Intensität der Vorbereitung der Hengste auf die Körung festgestellt, eine gesteigerte ökonomische

Ausrichtung und eine Abnahme der bäuerlichen Pferdezucht. 58 % der Befragten halten die körperliche Entwicklung der Junghengste zum Zeitpunkt der Vorauswahl für nicht naturgemäß. Sie begründen die Aussage mit einer nicht altersgemäßen Entwicklung, einer nicht natürlichen Haltung und Aufzucht und einer zu intensiven Vorbereitungsphase (Abb. 48). Sehr häufig fällt hier die Zustandsbeschreibung „zu sehr gepowert“. 6 % der Probanden kritisieren zudem die negativen physischen Auswirkungen.

Insgesamt stufen 66 % Probanden die Entwicklung zu einer professionellen Aufzucht der Hengste negativ ein, während 28 % diese Entwicklung positiv bewerten (8 % Enthaltungen).

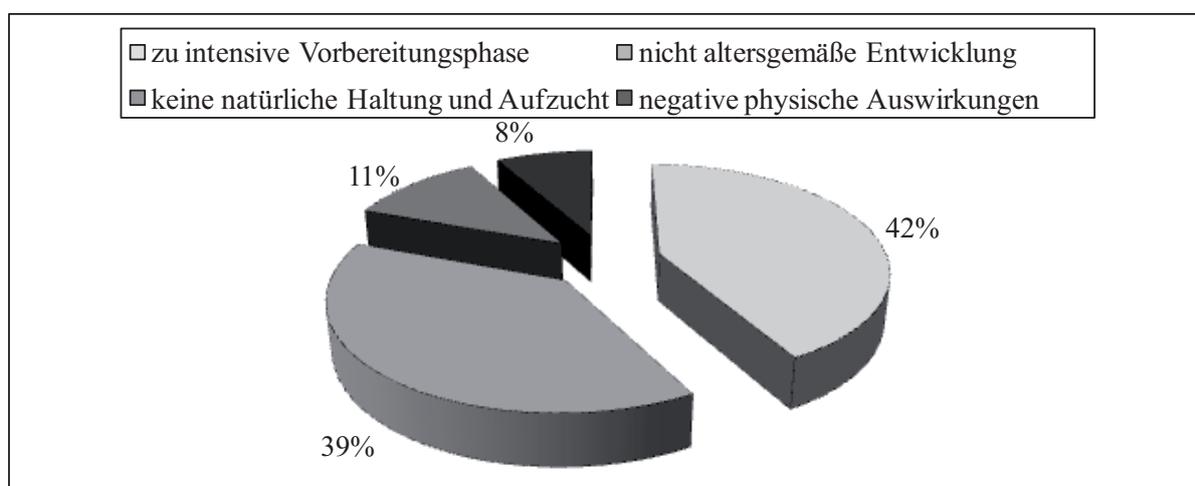


Abb. 48: Gründe, die für eine nicht altersgemäße Entwicklung der Junghengste zum Zeitpunkt der Vorauswahl sprechen

Die Probanden, die dieser Entwicklung negativ gegenüberstanden, sehen die Professionalisierung selbst als Gefahr (10 %), die zu einer physischen und psychischen Überforderung der jungen Hengste (26 %) führt; sie kritisieren die züchterische Ausfallquote, die sie in der Überlagerung der Genetik durch Umwelteffekte begründet sehen (14 %), sowie die Gefahr des Auftretens von Gesundheits- und Fruchtbarkeitsstörungen (12 %). Weiterhin befürchteten die Probanden, dass neben einer zunehmenden Kommerzialisierung (13 %) die Kosten in die Höhe steigen (2 %), die politischen Beweggründe bei Zuchtentscheidungen zunehmen (5 %) und es zu einer genetischen Verschiebung (2 %) kommen könnte.

7 % der Befragten sehen in der Zunahme an Professionalität die Chance zur Verbesserung der Qualität des Pferdmaterials.

Über die Hälfte aller Probanden könnte sich eine Alternative zum derzeit aktuellen Körsystem in NRW vorstellen (Abb. 49). So können sich 45 % der Probanden eine Verschiebung des

Körzeitpunktes vorstellen, die die Körung unter dem Sattel vorsehen könnte sowie eine Art „Wartehengsthaltung“ (14 %). Diese Alternativvorschläge zielen in eine ähnliche Richtung wie die stärkere Ausrichtung der Selektion hin zum Leistungsprinzip, sowie den durchgezüchteten Blutlinien (9 %). 18 % Probanden wünschen sich eine bessere Beratung der (Auf-) Züchter, einhergehend mit einer öffentlichen Einsicht über den Gesundheitsstatus der Hengste, einem offensivem Umgang mit der Abstrafung des Einsatzes unerlaubter Substanzen sowie einer durchsichtigen Form der Bewertung (6 %). Neben dem Wunsch nach einer anderen Zusammensetzung der Körkommission (8 %), soll nach Meinung der Befragten ein altersentsprechender Zustand der Junghengste nicht durch ein negatives Körurteil abgestraft werden.

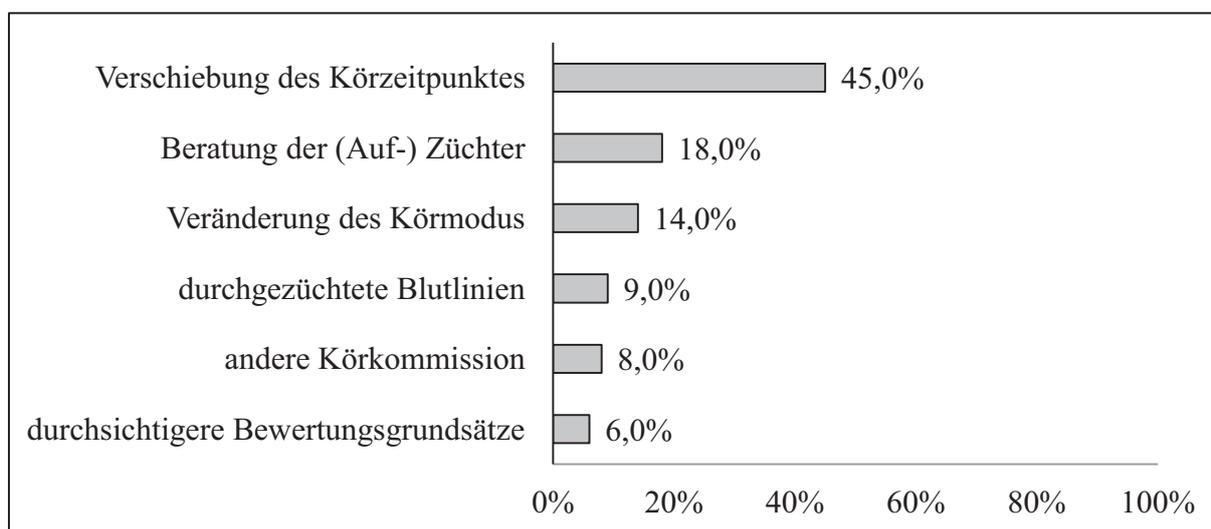


Abb. 49: Alternativvorschläge zum bestehenden System der Körung in NRW

39 % der Probanden sind zufrieden mit der Ausprägung des aktuellen Systems der Körung. Sie loben die gute Organisation der Körveranstaltung, den Zustand der Hengste (9 %) und leiten hier teilweise auch positive züchterische Perspektiven (2 %) heraus ab. Ein Proband beschrieb das System als aufzüchterfreundlich, weil es eine frühe Vermarktung erlaubt.



5 Diskussion

Nach den Dopingskandalen im deutschen Reitsport rücken auch die Körungen zunehmend in die öffentliche Kritik. Dabei werden weniger die in den Satzungen der Verbände festgelegten Anforderungen an die zweieinhalbjährigen Junghengste, die im Rahmen der Körung überprüft werden, kritisiert. Vielmehr werden die Art, die Dauer, die Fütterung und die Intensität des Trainings in der Vorbereitung kritisiert. Diese orientieren sich weniger an der individuellen Entwicklung der Hengste, züchterischen Kriterien und späteren Nutzungseigenschaften als vielmehr an kommerziellen Zielen (SOSATH, 2008). Inwieweit diese Kritik tatsächlich durch Messungen bestätigt werden kann bzw. inwieweit es sich um Wertungen, verbunden mit dem Einfluss suggestiver Elemente handelt (BRESGES, 1996), soll im Folgenden diskutiert werden.

5.1 Charakterisierung der Hengstaufzuchtbetriebe

Strukturwandel in der Pferdezucht

Innerhalb der Hengstaufzucht finden sich derzeit noch die primär traditionellen Zuchtbetriebe, die über eine große Kenntnis der jeweils westfälischen bzw. hannoverschen Zuchtentwicklung verfügen. Während unter den hannoverschen Züchtern eine starke Bindung zwischen Verband und Züchtern besteht, wird in Westfalen eine zunehmende Auflösung der westfälischen Identität bemerkt und auch kritisiert. Zur Bindung zwischen Zuchtverband und Mitgliedern erscheint eine stärkere Markenbildung, die sich auch auf die ursprünglich westfälischen Blutlinien bezieht, erstrebenswert. Vor dem Hintergrund, dass sowohl Züchter als auch Aufzüchter die Pferdezucht aus Freude am Pferd und traditionellen Beweggründen betreiben, erscheint die Möglichkeit der Identifikation mit dem Zuchtverband in einer Zeit, in der sich die regionalen und nationalen (auch gesellschaftlichen) Strukturen aufzulösen scheinen, mittelfristig als wichtiges Kriterium, um die Mitglieder zu binden und nicht als aktive Pferdezüchter zu verlieren. Darüber hinaus sollten vermehrt Maßnahmen ergriffen werden, um junge Züchter bzw. Neueinsteiger in der Pferdezucht zu integrieren und zu unterstützen, da sie die Zukunft eines Verbandes sind. Zukünftig sollten regelmäßig soziodemographische Analysen mit Erfassung der Wünsche von Seiten der Mitglieder erfolgen, um zeitnah und flexibel auf diese reagieren zu können.

Sowohl die zunehmende Spezialisierung als auch die Dominanz einzelner Hengstaufzüchter führen zu einer Verdrängung der weniger spezialisierten Züchter aus der Hengstaufzucht.

Allerdings stoßen auch zunehmend mehr Neueinsteiger (SCHADE, 2009) in das Segment der Hengstaufzucht vor; diese überlassen die Aufzucht und Vorbereitung der Hengste wiederum den auf die Hengstaufzucht spezialisierten Ausbildungsbetrieben. Für die Zukunft stellt sich die Frage, wie die Zuchtverbände auf die einerseits zunehmend heterogene Züchterschaft reagieren sollen und andererseits auf die zunehmende Dominanz einzelner Hengstaufzüchter an verschiedenen Körplätzen.

Die Betriebe und ihr Management

Die Darstellung der in der Praxis vorhandenen Aufzuchtssysteme erfolgte einerseits auf Basis der Betriebsbesuche bzw. Betriebsfragebögen und andererseits auf Basis einer Züchter- und Aufzüchterbefragung in Kapitel 4 ausführlich, da es bislang in der Literatur wenige Informationen über die in der Praxis vorhandenen Aufzuchtkonzepte und –intensitäten gibt. Die beschriebenen Betriebskonzepte sind durch regionale Unterschiede, landwirtschaftliche Rahmenbedingungen und individuelle Vorerfahrungen in Pferdezucht und –sport sowie daraus resultierenden Schwerpunktsetzungen gekennzeichnet. Sie zeigen ein durch den Zeitverlauf geprägtes individuelles Management, welches sich u.a. in den Körperfolgen der Hengstaufzuchtbetriebe niederschlägt (Tab. 15).

Die Pferdehaltung in den Betrieben

Im Betriebszweig Pferdezucht und Pferdehaltung finden sich innerhalb der verschiedenen Hengstaufzuchtbetriebe verschiedene Nutzungsgruppen (Zuchtstuten, Deckhengste, Ausbildungspferde, Pensionspferde) wieder (Tab. 18). Dabei variieren die Schwerpunkte betriebsspezifisch. Aus der Verteilung der Nutzungsgruppen (ohne Junghengstaufzucht) in den Hengstaufzuchtbetrieben, kann man die von AURICH (2009) und SCHADE (2009) angesprochene Spezialisierung der Betriebe mit mehr als fünf Stuten erkennen und zusätzlich die Ausrichtung der Nutzungsgruppen entsprechend der Vermarktung. Während Betrieb 6 die Pferdezucht und -haltung als Hobby betreibt, haben alle anderen Hengstaufzuchtbetriebe ihre Schwerpunkte in der Pferdezucht und -haltung individuell an Standort- und Wettbewerbsvorteilen ausgerichtet. Der Umfang der Junghengstaufzucht (vgl. Tab. 19) variiert dabei zwischen den Betrieben (8 bis 300 Junghengste) erheblich. Die Anzahl der aufgezogenen Junghengste kann als Indikator für die Bedeutung der Hengstaufzucht im Betriebseinkommen gesehen werden und spiegelt die zunehmend starke Spezialisierung und zugleich Professionalisierung wieder. Diese wird auch von den Probanden aus der Umfrage zur Bewertung der Hengstaufzuchtstrukturen in Westfalen bemerkt. Sie kritisieren, dass die

„bäuerliche Pferdezucht aussichtslos ist“ und die „Monopolstellung der Großaufzüchter wächst“ (Abb. 47).

Die ökonomische Bedeutung des Betriebszweiges Hengstaufzucht innerhalb der Unternehmensbilanz wurde nicht abgefragt. Folgender linearer Zusammenhang ist jedoch zu vermuten: Je höher der Anteil des Einkommens aus dem Betriebszweig Hengstaufzucht am Einkommen aller Betriebszweige ist, desto intensiver ist auch das System der Hengstaufzucht. Ob das so ist und wie sich die unterschiedlichen Aufzuchtintensitäten im Rahmen einer Kosten-Nutzen-Analyse gegenüberstehen würden, könnte durch die Erstellung verschiedener Modellkalkulationen zur Bewertung der wirtschaftlichen Tragfähigkeit analysiert werden.

Wie es die Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten (BMELV, 2009) zur Sicherstellung des Erlernens des arttypischen Sozialverhaltens fordern, werden nahezu alle Hengste während der Aufzucht im Laufstall in Gruppen gehalten. 55 % der Aufzüchter setzen zudem situationsabhängig die Einzelboxenhaltung ein. Der Bewegungsbedarf der Hengste wird über die Bereitstellung von Sandpaddocks, Laufhöfen und Winterweiden entsprechend den bereits genannten Leitlinien (BMELV, 2009) erfüllt. Mit dem Übergang der Junghengste in die Phase der Vorbereitung auf die Körung erfolgt die Einzelaufstallung. Die Hengstaufzüchter geben als Zeitpunkt für den Trainingsbeginn „zwei bis drei Monate vor der Körung“ an, während von den befragten Züchtern und Aufzüchtern kritisiert wird, dass ein Weideaustrieb der Hengste in dem Jahr, in dem sie zwei Jahre alt werden, nicht mehr möglich ist, sofern das Ziel der Körung verfolgt wird (Abb. 48).

Die Gruppengröße variiert zwischen 2 und 100 Hengsten, wobei die meisten Hengste in Gruppen mit 8 bis 23 Pferden gehalten werden. Inwieweit einer ausreichenden Einzeltierbeobachtung Folge geleistet werden kann, hängt dabei zum einen von der Gruppengröße ab und zum anderen von der Fähigkeit des Betriebsleiters bzw. des mit der Betreuung der Gruppe beauftragten Personals, die Einzeltierbeobachtung durchzuführen. Eine gute Einzeltierbetreuung in großen Gruppen kann z.B. dadurch erzielt werden, dass die Pferde täglich während der Kraftfutterfütterung angebunden werden.

Die Qualität der durchgeführten Einzeltierbetreuung schlägt sich auch in der Homogenität der Body Condition innerhalb der Bestände aus (vgl. Abb. 25). So wurde festgestellt, dass die Hengste aus den Aufzuchtssystemen niedriger und moderater Intensität fast ausschließlich einen BCS von drei bzw. vier aufwiesen, während 15 % der intensiv aufgezogenen Hengste einen Score von zwei oder drei aufwiesen und 7 % einen BCS von fünf. Bei den intensiv aufgezogenen Hengsten liegt somit eine größere Streuung vor. Diese ist möglicherweise

durch den, mit der Rangordnung in den teilweise sehr großen Hengstgruppen verbundenen, unterschiedlichen Zugang der Pferde zum Futter begründet. Rangordnungsprobleme findet man zwar auch in den moderaten und wenig intensiven Aufzuchtssystemen, jedoch wird hier das Problem möglicherweise eher erkannt und aufgrund einer rechtzeitigen Separation einzelner Hengste bzw. einer individuellen Zufütterung verhindert.

Während der Vegetationsphase werden alle Junghengste in Gruppen auf der Weide gehalten. Nur in Einzelfällen erfolgt eine Zufütterung durch Rau- oder Kraftfutter bzw. durch Mineralfutter. Die durch die Leitlinien (BMELV, 2009) vorgegebene tägliche Tierkontrolle wird von allen Hengstaufzuchtbetrieben durchgeführt. Die Weidehaltung der Junghengste in Gruppen ist die ideale Form der Haltung von Aufzuchtpferden, da sie dem ursprünglichen Herdenzusammenschluss in der Steppe am nächsten kommt (KILEY-WORTHINGTON, 1993). Eine frühzeitige Beendigung der Weidehaltung zwecks Vorbereitung auf die Körung kann sich in einer negativen bzw. in einer mangelhaften Entwicklung der inneren Eigenschaften (v.a. der psychischen Eigenschaften) äußern. Auch in der Meinungsumfrage unter den Züchtern wird herausgestellt, dass die Hengste teilweise zu früh aufgestallt werden und dass diese frühe Form der Aufstallung mit einer unnatürlich starken Fütterung zu Problemen im Komplex der Gesundheit und Fruchtbarkeit führen kann (Abb. 48).

Als Absetzverfahren ist v.a. das traditionelle Absetzverfahren im Alter von fünf bis sechs Monaten verbreitet. Während es in der Aufzucht der Vollblutpferde üblich ist, ein möglichst schonendes stressarmes Absetzen durchzuführen, um Entwicklungseinbrüche zu vermeiden und den Nutzungseintritt mit zwei Jahren nicht zu gefährden (HOUSEHOLDER, 2006), ist in der Reitpferdeaufzucht das traditionelle Absetzverfahren das am meisten etablierte. Es wird als ökonomisch und arbeitswirtschaftlich sinnvoll bewertet, ohne dass Kennzahlen dazu vorliegen (MÜNCH, 2006).

Indikatoren des Managements: Pflegezustand

Der Pflegezustand kann als Indikator für die Sauberkeit eines Haltungssystems gesehen werden; so ist sauberes Fell ein Indiz für die durch die Leitlinien (BMELV, 2009) geforderte Qualität der Einstreu oder für die Trockenheit der Laufhöfe und Bewegungsflächen. Eine individuelle, durch den Menschen vorgenommene Pflege des Pferdes erfolgt im Regelfall bei Aufzuchtpferden nicht, da die im Herdenverband gehaltenen Hengste ihrem Sozial- und Pflegeverhalten in aller Regel ausreichend nachgehen können (KILEY-WORTHINGTON, 1993). In der vorliegenden Untersuchung waren ca. 90 % der Hengste über die verschiedenen Aufzuchtssysteme hinweg sauber bzw. leicht verschmutzt (Abb. 26); Unterschiede zwischen

den Aufzuchtssystemen konnten für die Kategorie „verklebt / verfilzt“ festgestellt werden. So sind jeweils etwa 10 % der wenig intensiv und der intensiv aufgezogenen Hengste recht stark verschmutzt, während die Hengste aus dem moderaten Aufzuchtssystem nur zu 5 % dieses Merkmal aufwiesen.

Indikatoren des Managements: Haut und Fell

Die Hengste aus dem moderaten Aufzuchtssystem wiesen bezüglich der Fellbeschaffenheit deutlich weniger Abweichungen vom Optimalzustand auf als die Hengste der anderen beiden Aufzuchtssysteme (Tab. 39). Ursächlich für Abschürfungen, Narben und Verbiss ist das Spielverhalten der Hengste (KILEY-WORTHINGTON, 1993; HEINZELMANN-GRÖNGRÖFT, 1984). Kleinere Verletzungen treten bei den Hengsten aus den intensiven Aufzuchtssystemen um 10 % häufiger auf als bei denen der anderen Aufzuchtssysteme. Ein möglicher Erklärungsansatz kann darin gesehen werden, dass diese Hengste sowohl in körperlicher als auch in puberaler Entwicklung weiter vorangeschritten sind und die Rankämpfe dadurch massiver ausfallen.

Indikatoren des Managements: Huf und Horn

Hufpflegemaßnahmen werden innerhalb der verschiedenen Hengstaufzuchtbetriebe sehr unterschiedlich gehandhabt; so reicht die Spanne in den Angaben von „nach Bedarf“ bis zum sorgfältig über die Aufzucht angelegten Plan der Hufpflegemaßnahmen (Tab. 20). Im Rahmen der Datenaufnahme (Tab. 44; Tab. 45) konnte festgestellt werden, dass jeweils knapp 20 % der wenig intensiv und der intensiv aufgezogenen Hengste kleine Hufe hatten, während 16 % der moderat aufgezogenen Hengste in größerem Maße Tragrandausbrüche aufwiesen, was möglicherweise ein Indiz für mangelnde Hufpflegemaßnahmen ist. Mit zunehmender Aufzuchtintensität scheint die Frequenz der Hornringe zu steigen, was ein Indiz für Stoffwechselveränderungen sein könnte (HICKMANN, 1983).

Alle Hengste mit Ausnahme derer aus Betrieb 2 werden vor der Vorauswahl bzw. vor der Körung beschlagen. Unter zuchtpolitischen Gründen besteht eine Gefahr darin, dass eine dauerhafte nicht berücksichtigte Selektion hinsichtlich der Huf- und Hornqualität zu einer Schwächung der Gesundheit eines Pferdes führen könnte. Außerdem können durch einen Hufbeschlagn Gliedmaßenfehlstellungen korrigiert und Probleme in der Hornqualität und der Form und Ausprägung des Hufes bis zu einem gewissen Grad „überlagert“ werden. Zudem

kann durch einen Beschlag auf den Bewegungsablauf des Pferdes eingewirkt werden (CORBIN, 2004; HICKMANN, 1983).

Indikatoren des Managements: Stalleinrichtungen und Verletzungen

Die Tierschutznutztierhaltungsverordnung gibt vor, dass Ställe und Stalleinrichtungsgegenstände so beschaffen sein müssen, dass die Tiere, die in dem System gehalten werden keinen Schaden nehmen. Ein guter Indikator für die Umsetzung der Verordnung in die Praxis ist das Auftreten von Verletzungen (Tab. 41). Über alle Aufzuchtintensitäten hinweg ist festzustellen, dass die Verletzungsrate ($n = 34$) innerhalb der Stichprobe insgesamt gering ist, wobei die meisten Verletzungen bei den Hengsten des Aufzuchtssystems niedriger Intensität auftraten ($n = 20$), gefolgt von denen hoher Intensität ($n = 10$) und denen niedriger Intensität ($n = 4$). Es gibt dabei kaum einheitliche Verletzungen, die auf eine einzige Problemursache zurückführbar wären; lediglich das vermehrte Auftreten von Hufgeschwüren ($n = 6$) bei den wenig intensiv aufgezogenen Hengsten könnte als Indikator für Probleme im Bereich der Bodenverhältnisse sprechen.

Indikatoren des Managements: Lahmheiten

Gravierende Lahmheiten, die nicht auf eine der oben genannten Verletzungen zurückzuführen waren, wurden während der Datenaufnahme insgesamt an zehn Hengsten festgestellt. Drei davon stammten aus dem Aufzuchtssystem moderater Intensität und sechs aus dem Aufzuchtssystem hoher Intensität. Bei keiner der Lahmheiten erscheint ein direkter Zusammenhang zur Intensität der Aufzucht sichtbar.

Indikatoren des Managements: Verhalten

Das gezeigte Verhalten der Hengste hängt in sehr starkem Maße davon ab, wie die Menschen mit ihnen umgehen. Durch den pferdegerechten Umgang mit den Hengsten durch die Teams vor Ort traten kaum Probleme auf (Abb. 31).

Die Fütterung der Junghengste

Über die Fütterungstechnik innerhalb der verschiedenen Hengstaufzuchtbetriebe liegen umfangreiche Informationen vor (Kapitel 4.1.3), während über die Rationszusammensetzung mit detaillierter Nährstoffversorgung innerhalb der verschiedenen Phasen der Aufzucht kaum Informationen vorliegen. Allen Betrieben ist gemeinsam, dass die Hengste in der Phase der Aufzucht (vor Trainingsbeginn) Raufutter ad libitum erhalten. Bezüglich der

Kraftfutterfütterung bestehen zwischen den Aufzuchtssystemen große Unterschiede, die durch die Menge, die Art und die Häufigkeit der eingesetzten Komponenten gekennzeichnet sind. So reicht die Spanne von keinem Kraftfutter (wenig intensives System) bis zu 4 kg Kraftfutter (intensives System) in der Phase vor Trainingsbeginn und von 4 kg (wenig intensives System) bis 10 kg (intensives System) im Trainingszeitraum. Insgesamt kann man sagen, dass sich in der Phase der Vorbereitung der Hengste auf die Körung das Verhältnis von Raufutter zu Kraftfutter zunehmend zu Gunsten des Kraftfutters verschiebt. Eine Begründung kann darin gesehen werden, dass mit einer klassisch rohfaserbasierten Ration eine starke mikrobielle Aktivität im Blinddarm verbunden ist, die zu mehr Rumpfvolumen führt, welches die Hengste optisch kurzbeiniger erscheinen lässt (CUDDEFORD et al., 2005).

Um aussagekräftige Ergebnisse über die Auswirkungen der unterschiedlichen Fütterungskonzepte gewinnen zu können, muss zukünftig eine weitere Untersuchung angefertigt werden, im Rahmen derer mindestens über den Verlauf eines Jahres regelmäßige Betriebsbesuche mit Futterprobenentnahme und Analysen derer erfolgen müssen.

Entwicklungszustand

Die Bewertung der Hengste entsprechend ihres Entwicklungszustandes und ihres Rasse- und Geschlechtstyps wurde in Anlehnung an die Vorgaben für die Aufnahme von Pferden in eines der Zuchtbücher eines deutschen Zuchtverbandes vorgenommen (FN, 2007). Hier ist der Wunsch nach altersgemäß entwickelten Pferden einschließlich der Größe formuliert, sowie der Wunsch nach modernen, edlen und leistungsbereiten Sportpferden. In der vorliegenden Arbeit nahm die Bewertung des Entwicklungszustandes entsprechend der Aufzuchtintensität einen linearen Verlauf, d.h. der Entwicklungszustand stieg mit zunehmender Aufzuchtintensität an. Betrachtet man die Verteilung der Frequenzen der Entwicklungsstufen innerhalb der Aufzuchtintensitäten (Abb. 23), so waren nur 5 % der Pferde der Stichprobe schlecht entwickelt. Dieses Ergebnis stimmt mit der Aussage der Hengstaufzüchter überein, dass Entwicklungsprobleme der Hengste, die zu einem Ausscheiden aus der Aufzucht mit Hinblick auf die Körung führen würden, nur gelegentlich bis selten auftreten. Die größte Bedeutung hat hier ein zu geringes Körperwachstum; nahezu keine Bedeutung hat eine zu knappe Bemuskelung, zumal auf diese durch Training und Fütterung eingewirkt werden kann.

Inwieweit der Entwicklungszustand der Junghengste zum Zeitpunkt der Körung tatsächlich noch altersgemäß im Sinne der Definition (FN, 2007) ist, erscheint fragwürdig. Auch von Seiten der befragten Züchter wird formuliert: „Viele Zweieinhalbjährige sehen aus wie

Sechsjährige – wie kommt das?“ Sie kritisieren weiterhin, dass für spätreife Hengste kaum noch Chancen im aktuellen Körsystem bestehen.

Rasse- und Geschlechtstyp

Für die Bewertung des Rasse- und Geschlechtstyps entsprechend der Aufzuchtintensität konnte ebenfalls ein linearer Verlauf festgestellt werden, d.h. auch hier nahm die Bewertung des Rasse- und Geschlechtstyps mit zunehmender Aufzuchtintensität zu. Bei Betrachtung der Frequenzen des Typs innerhalb der Aufzuchtintensitäten fällt die Verteilung der Typausprägung weniger stark zu Gunsten der Aufzuchtssysteme hoher Intensität aus (Abb. 24); so zeigten etwa 18 % der Hengste aus dem Aufzuchtssystem geringer Intensität, 33 % der moderat aufgezogenen Hengste und 52 % der intensiv aufgezogenen Hengste einen deutlichen Rasse- und Geschlechtstyp. Ein Erklärungsansatz kann darin gesehen werden, dass auf die skelettal vorgegebenen Strukturen des Typs und auf die Textur nicht durch eine Steigerung der Aufzuchtintensität hingewirkt werden kann. Es ist jedoch möglich, den Geschlechtsausdruck durch eine gesteigerte Aufzuchtintensität innerhalb der ersten Jahre zu erhöhen, da durch diese auf die sekundären Geschlechtsmerkmale Einfluss genommen werden kann.

Im Rahmen der Korrelierung der Merkmale (Tab. 37) konnte festgestellt werden, dass der Entwicklungszustand auf einem moderaten Niveau mit dem Typ und dem Body Condition Score in Beziehung steht, sowie die Intensität der Aufzucht mit der Entwicklung und der BCS mit dem Typ. Daraus lässt sich auf die enge Beziehung der Merkmale untereinander schließen: So erscheint ein durch eine hohe Aufzuchtintensität gut entwickeltes Pferd besonders typvoll, da die Muskulatur durch einen guten Ernährungs- und Bemuskelungszustand konvex erscheint.

5.1.1 Körung: Ablauf und Anforderungen

Phänotypische Selektionsmaßnahmen während der Hengstaufzucht

Die Zielsetzung der Junghengstkörung ist es, die bestveranlagten Junghengste für das Zuchtgebiet unter besonderer Berücksichtigung der genetischen Vielfalt der Hengstlinien zu sichern (HANNOVERANER VERBAND, 2009).

Um Hengste speziell für den Zweck der Körung stellen zu können, wird bereits im Fohlenalter durch die Hengstaufzüchter eine erste Vorselektion betrieben. Dabei stehen die

überdurchschnittlichen phänotypischen Eigenschaften des Hengstfohlens im Vordergrund. Anders als es NIEMANN (2009) festgestellt hat, erscheinen den Aufzüchtern in der vorliegenden Untersuchung die sportlichen Eigenschaften der Mütter besonders wichtig und zwar wichtiger, als die der Väter. Die Abstammung der Hengste halten die Aufzüchter für wichtig, Schau- und Championatserfolge des Fohlens dagegen eher für unwichtig (Abb. 17). Die Ursache für die geringe Bedeutung der Schau- und Championatserfolge kann darin gesehen werden, dass das Abschneiden von Fohlen z.B. bei Fohlenschauen sehr stark „von der Tagesform“ abhängt und eine Aussage über die eigentliche Qualität des Fohlens nicht zulässt (RÜTER, 2008).

Wird ein Fohlen für die Hengstaufzucht als gut genug befunden, durchläuft es im Laufe der Hengstaufzucht weitere Selektionsstufen: Bereits während der Aufzucht werden kleinere Freispringtests durchgeführt. Dabei können auch der Bewegungsablauf, das Exterieur, der Typ und die Entwicklung überprüft werden (Tab. 23). Eine endgültige Entscheidung, ob der Junghengst zur konkreten Vorbereitung für die Körung ausgewählt wird, erfolgt meist im Winter des Jahres, wenn die Hengste zweijährig werden. In diese Entscheidung fließt bei allen Aufzüchtern die Güte des Fundaments mit ein sowie der Bewegungsablauf. Das Springvermögen spielt nur im Selektionsprozess für Springpferde eine Rolle. Einige der Aufzüchter lassen Abstriche im Typ und der Qualität des Körperbaus zu, sofern die Bewegungsqualität oder das Springvermögen von überdurchschnittlicher Qualität ist. Diese Prioritätensetzung zu Gunsten der Leistungsveranlagung wird auch von einigen Teilnehmern der durchgeführten Befragung gewünscht (Abb. 49).

Das Interieur spielt im Rahmen der Selektionsmaßnahmen der Hengstaufzucht nach Aussagen der Aufzüchter kaum eine Rolle (Tab. 23).

Überprüfung des Gesundheitsstatus in der Hengstaufzucht

Neben den phänotypischen Merkmalen werden hohe Anforderungen an die gesundheitliche Beschaffenheit des körfähigen Junghengsts gestellt. Eine besonders wichtige Maßnahme ist dabei die röntgenologische Untersuchung. Durch die Einführung der Regelung (WESTFÄLISCHES PFERDESTAMMBUCH, 2005), dass keine Hengste mehr zur Körung zugelassen werden, die im Kniegelenk oder im Sprunggelenk einen OCD-Befund aufweisen und in mehr als einem weiteren Gelenk jeweils einen OCD-Befund (max. 3 OCD-Befunde), etablierte es sich in den vergangenen Jahren unter den Hengstaufzüchtern, dass die zweijährigen Hengste im Winter bzw. Frühjahr des Körjahres röntgenologisch untersucht werden, um zu überprüfen, ob sie den Standards für die Teilnahme an der Körung genügen.

Im Fall positiver Befundungen werden die Hengste i.d.R. zeitnah einer Arthroskopie unterzogen. Von den Probanden der durchgeführten Umfrage zur Bewertung der Strukturen in der Hengstaufzucht, wird gefordert, dass die Öffentlichkeit über die röntgenologischen Befunde und die teilweise damit verbundenen Eingriffe sowie den Gesundheitsstatus der Hengste Informationen erhalten können (Tab. 42). Bislang ist es so, dass Züchter, die die Gesundheitsmerkmale stärker in den züchterischen Entscheidungsprozess integrieren möchten, keine Informationen über diese von offizieller Seite erhalten können (vgl. Kapitel 4.6.4).

Ein weiterer sehr wesentlicher Aspekt bei der Überprüfung des Gesundheitsstatus im Rahmen der Körung, ist die geschlechtliche Zuchttauglichkeit (WESTFÄLISCHES PFERDESTAMMBUCH, 2007). Im Rahmen der Hengstaufzüchterbefragung wurden von den Befragten Hodenanomalien neben den röntgenologischen Befunden als häufigste Ursachen für das Ausscheiden der Junghengste aus der Aufzucht genannt (Tab. 22). Auch AHLWEDE (2007) stellte in der Vergangenheit eine Zunahme des Kryptorchismus bei Hengsten fest. In der vorliegenden Arbeit wurde deshalb auch im Rahmen der Datenaufnahme an den Hengsten eine Adspektion der Hoden durchgeführt. Insgesamt wurden kaum Veränderungen am Geschlechtsapparat festgestellt. Jedoch wurden in Abhängigkeit des Aufzuchtensystems Unterschiede in der Größe der Hoden bei gleichem Alter der Hengste festgestellt, wobei der Anteil der Hengste mit großen Hoden mit zunehmender Aufzuchtintensität anstieg. Bei jeweils 2 % der Hengste aus dem wenig intensiven und dem moderaten Aufzuchtensystem war nur ein Hoden sichtbar. Inwieweit ein linearer Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Hodengröße und der Aufzuchtintensität besteht und welche Faktoren zusätzlich darauf eingewirkt haben, konnte nicht abschließend geklärt werden.

Bevor nun die Ergebnisse aus der Datenaufnahme in Praxis und Retrospektive diskutiert werden, werden einige methodische Kritikpunkte aufgeführt.

Da die Datenaufnahme in der Praxis auf 15 Monate begrenzt sein sollte, wurde für die Untersuchung (Wachstum und Retrospektive) unterstellt, dass sich die Aufzuchtbedingungen innerhalb der verschiedenen Betriebe nicht jahrgangsspezifisch unterscheiden. Bei dieser Vorgehensweise ist es möglich, parallel Daten verschiedener Jahrgänge zu erfassen. Betriebsspezifische Besonderheiten innerhalb eines Jahres können dabei zu Verzerrungen führen. Ebenso können individuelle Umwelteffekte aus der Phase vor Einstellung im Aufzuchtbetrieb nicht berücksichtigt werden.

Für die Darstellung des Wachstums im Entwicklungsverlauf konnten die ursprünglich geplanten wiederholten Messungen nur teilweise an denselben Individuen durchgeführt werden. Aufgrund dessen wurde für die Darstellung der metrischen Merkmale jede Datenerhebung an einem Pferd als Einzelbeobachtung gewertet.

Um eine gleichmäßige Verteilung der Beobachtungen auf die Intensitätskategorien und Altersklassen zu erzielen, wurden verschiedene Einteilungen der Altersklassen getestet. So wurde eine fünfklassige Alterseinstufung getestet, bei der die Verteilung der Beobachtungen unter statistischen Gesichtspunkten optimal war, jedoch zu massiven Streuungen führte, die auf die die physiologischen Merkmale des Wachstums zurückzuführen sind.

Es wurde also eine auf eher physiologischen Kriterien beruhende Einteilung der Beobachtungen in sechs Altersstufen vorgenommen (Tab. 30), wobei sich daraus wiederum ein statistisches Problem entwickelte: Innerhalb der Altersklasse „16. bis 20. Lebensmonat“ und „31. bis 35. Lebensmonat“ waren zwei Intensitätsgruppen kaum besetzt, so dass auf eine Darstellung der Ergebnisse dieser beiden Altersklassen verzichtet wurde.

5.2 Die Hengste in den Hengstaufzuchtbetrieben

Die Einteilung der Aufzuchtssysteme nach Intensitätsniveau (niedrig, moderat und hoch) erfolgte in Anlehnung an die Vorgaben der INRA (1990) auf Basis der durchschnittlichen Lebendmasse bzw. der Tageszunahmen (Tab. 30). Auffällig bei der Einteilung ist, dass die hannoverschen Hengstaufzuchtbetriebe eher im wenig intensiven und moderaten Bereich ihren Schwerpunkt haben, während die eher westfälischen und zuchtverbandsunabhängigeren Betriebe ihren Schwerpunkt ausschließlich im moderaten und intensiven Bereich haben. In Abhängigkeit des Körortes scheint ein unterschiedliches Intensivitätsniveau in der Aufzucht angeraten, um entsprechende Körerfolge zu erzielen.

5.2.1 Parameter des Wachstums

Lebendmasseentwicklung und Tageszunahmen

Die Tageszunahmen der Hengste, die über ein Aufzuchtssystem geringer Intensität aufgezogen wurden, unterscheiden sich signifikant von denen der Hengste aus den Aufzuchtssystemen moderater und hoher Intensität (Abb. 20). Dabei steigt mit zunehmender Aufzuchtintensität auch die Lebendmasse der Hengste.

Vergleicht man die vorliegenden Ergebnisse mit der Untersuchung von WALKER (2007), kann eine Einordnung der Lebendmasseentwicklung der von ihr untersuchten Holsteiner Hengste (Tab. 2; Abb. 2) im Bereich der Hengste aus den moderaten Aufzuchtssystemen erfolgen. Es lassen sich weiterhin die bereits aus der Literatur (WALKER, 2007; HOIS, 2004; FINKLER-SCHADE, 1997) vorhandenen Ergebnisse bestätigen, dass die Tageszunahmen im Entwicklungsverlauf unabhängig von der Aufzuchtintensität deutlich absinken. Damit einhergehend nimmt auch die Differenz zwischen den Tageszunahmen der verschiedenen Aufzuchtssysteme proportional ab. Je höher also die Aufzuchtintensität, desto höher ist auch die Tageszunahme.

Körpergröße (Stock- und Bandmaß)

Für die Entwicklung der Körpergröße (Stockmaß) kann kein einheitliches Bild für den Vergleich der Aufzuchtssysteme im Zeitverlauf gezogen werden (Abb. 21). Einheitlich kann festgestellt werden, dass über alle Altersstufen hinweg die Hengste aus den Aufzuchtssystemen geringer Intensität das geringste Stockmaß hatten. Interessant zu beobachten ist, dass die intensiv aufgezogenen Hengste in der späteren Entwicklung durchgängig kleiner als die Hengste aus den moderaten Aufzuchtssystemen sind, während sich die Situation zunächst umgekehrt darstellt. Ein möglicher Erklärungsansatz könnte darin gesehen werden, dass die intensiv aufgezogenen Hengste ihr Längenwachstum in Folge der höheren Gewichte durch ein vorzeitigeres Schließen der EpF der Vordergliedmaßen eher beenden (TURNER, 1989).

Ein Vergleich der Größenentwicklung (Abb. 3) der Holsteiner Hengste, die von WALKER (2007) untersucht wurden, mit der Größenentwicklung der Hengste der vorliegenden Untersuchung zeigt, dass das Stockmaß der Holsteiner Hengste geringer war als das der Hengste der vorliegenden Arbeit, die wenig intensiv aufgezogen wurden. Eine geringere Wachstumsrate ist als Ursache zu vermuten.

Ein ähnliches Bild zeichnet sich auch für die Entwicklung der mit dem Bandmaß gemessenen Körpergröße ab (Tab. 33). Hier sind die Unterschiede noch weniger deutlich; auffällig ist die Altersstufe „11. bis 15. Monat“, da hier die Hengste aus dem Aufzuchtssystem hoher Intensität über 4 cm größer sind als die der anderen Aufzuchtssysteme. Bis zu der Altersstufe „21. bis 25. Lebensmonat“ hat sich dieser Entwicklungsunterschied wieder relativiert und die moderat aufgezogenen Hengste sind durchschnittlich größer als die anderen. In der letzten beschriebenen Altersstufe weisen nahezu alle Hengste die gleiche, mit dem Bandmaß gemessene, Größe auf. Das Bandmaß erfasst neben der am Widerrist gemessenen Körpergröße zusätzlich die Bemuskulung der Schultergliedmaße. Auf diese wirken wiederum

Training und Fütterung verstärkt ein, so dass eine größere Variabilität innerhalb der verschiedenen Entwicklungs- und Trainingsphasen gegeben ist (FRAPE, 1986).

Röhrbeinlänge, Röhrbeinumfang, Fesselgelenksumfang

Die Wachstumsrate der Röhrbeinlänge ist in der vorliegenden Arbeit gering und zeigt kaum Unterschiede zwischen den Hengsten der verschiedenen Aufzuchtssysteme. Jedoch zeigt sich für den 21. bis 25. Lebensmonat der intensiv aufgezogenen Hengste ein geringerer Wert als in der Altersstufe zuvor. Zu erklären ist dieses Ergebnis durch das anfänglich in der aufgeführten Methodenkritik genannte Problem, keine Longitudinalergebnisse vorliegen zu haben, sondern Einzelbeobachtungen. Die Unterschiede in den Ergebnissen der Röhrbeinlänge von WALKER (2007) gegenüber denen der vorliegenden Arbeit, lassen sich durch die unterschiedlich gemessenen Strecken zwischen den Knochenpunkten erklären. Auch die Wachstumsrate unterscheidet sich zwischen den beiden Arbeiten um ca. 1 cm, d.h. die Röhrbeinlänge der Hengste in der vorliegenden Arbeit zeichneten Wachstumsraten von 0,5 bis 1,3 cm im Beobachtungszeitraum aus, während die Röhrbeinlänge der Hengste in der Untersuchung von WALKER innerhalb der Zeit vom 6. bis zum 24. Lebensmonat um 2,1 cm zunahm.

In der Altersstufe „26 bis 30 Lebensmonate“ ist der durchschnittliche Röhrbeinumfang mit 22,1 cm bei den Hengsten der verschiedenen Aufzuchtssysteme identisch. Auch wenn innerhalb der verschiedenen Aufzuchtssysteme ein linearer Verlauf gemäß der Entwicklung zu beobachten ist, kann kein einheitliches Bild über die Geschwindigkeit des Wachstums des Röhrbeinumfanges in Abhängigkeit der verschiedenen Aufzuchtssysteme gezogen werden.

Vergleicht man den Röhrbeinumfang der Hengste der vorliegenden Arbeit mit dem der Untersuchungen von IWERSEN (1926) und STEGEN (1929), die jeweils Wachstumsmessungen an Holsteinern und Hannoveranern durchgeführt haben (Tab. 34), so stellt man fest, dass der Umfang mit 22,1 cm bzw. 22,6 cm in nahezu allen Fällen identisch ist, wobei berücksichtigt werden muss, dass die 1926 und 1929 untersuchten Hengste zum Zeitpunkt der Messung bereits ausgewachsen waren.

Der Umfang des Fesselgelenks unterscheidet sich nicht signifikant zwischen den Hengsten der verschiedenen Aufzuchtintensitäten im Entwicklungsverlauf, ebenso wenig wie es keine klare Rangierung bezüglich des Fesselgelenkumfanges zwischen den Hengsten aus den verschiedenen Aufzuchtssystemen gibt. Die Aufzuchtintensität hat also keinen Einfluss auf den Umfang des Fesselgelenkes.



Brustumfang und Rumpflänge

Der Brustumfang der Hengste nimmt über alle Entwicklungsstufen einen linearen Verlauf (Abb. 22); für die Hengste der Aufzuchtssysteme geringer und hoher Intensität sind Wachstumsraten von je 15 cm zu verzeichnen, wobei die Werte für die intensiv aufgezogenen Hengste auf einem etwas höherem Gesamtniveau liegen. Absolut gesehen, können die moderat aufgezogenen Hengste intermediär eingeordnet werden, wobei die Wachstumsrate über den Beobachtungszeitraum insgesamt 18 cm beträgt.

Ebenso wie der Brustumfang nimmt die Rumpflänge innerhalb der verschiedenen Aufzuchtssysteme einen linearen Verlauf; es wurden lediglich geringe Unterschiede zwischen den Wachstumsraten festgestellt: So nahmen die wenig intensiv aufgezogenen Hengste innerhalb des Beobachtungszeitraumes insgesamt 23 cm an Rumpflänge zu, die intensiv aufgezogenen Hengste 28 cm und die moderat aufgezogenen Hengste 29 cm. Mit 26 bis 30 Monaten wiesen die Hengste jeweils eine durchschnittliche Rumpflänge von etwa 179 cm auf (Tab. 35). In diesem Alter ist das Längenwachstum des Pferdes nach BORNEMANN (1977) fast abgeschlossen.

Mit den Ergebnissen der Messung des Brustumfangs und der Rumpflänge lässt sich die Aussage SCHÖNMUTHS und SEELANDS (1994) bestätigen, dass das maximale Wachstumspotential genetisch determiniert ist und nur die Entwicklungszeit bis zum Erreichen variabel zu sein scheint.

Korrelationen der metrischen Merkmale

Mittels Bestimmung der Pearson-Korrelationskoeffizienten (Tab. 36) wurde der enge Zusammenhang zwischen der Lebendmasseentwicklung, dem Stockmaß, dem Röhrbein- und dem Brustumfang der Hengste bestätigt. So lässt sich beispielsweise AHLWEDES Aussage (1995) belegen, dass die Stärke des Röhrbeinumfanges ein geeigneter Indikator für die Bestimmung der Skelettstärke ist, da dieser Faktor im Wesentlichen über die Höhe der Lebendmasse entscheidet. Ebenfalls hoch miteinander korreliert sind Rumpflänge und Stockmaß, die den skelettalen Rahmen des Pferdes bestimmen.

Die Aufzuchtintensität hat einen deutlichen Effekt auf die Lebendmasse sowie auf die Tageszunahmen. Weiterhin hat sie einen Effekt auf die mit dem Stockmaß gemessene Körpergröße. Vor allem aus den Parametern des Brustumfangs und der Rumpflänge lässt sich ableiten, dass die Aufzuchtintensität die Wachstumsrate der Hengste beeinflusst, nicht jedoch die maximale Größe. WALKERS (2007) Ergebnisse aus der Schätzung der Heritabilitäten für

den Wachstumsverlauf bestätigen, dass die Körperentwicklung wesentlich stärker von Umwelteffekten abhängig ist als von genetischen Effekten.

5.2.2 Parameter der Extremitäten

Palpatorische Befunde

Betrachtet man die palpatorischen Befunde an den Extremitäten, so kann man erstens feststellen, dass über alle Aufzuchtintensitäten hinweg an den Hinterextremitäten (Abb. 30) mehr Veränderungen auftreten als den Vorderextremitäten (Abb. 29). Zweitens kann man feststellen, dass die Hengste aus den intensiven Aufzuchtssystemen mit 75 % deutlich mehr Veränderungen aufweisen als die Hengste aus den beiden anderen Aufzuchtssystemen (45 %).

Unter den Gesichtspunkten der Auswirkungen der Aufzuchtintensität auf den Bewegungsapparat erscheinen die Veränderungen im Bereich des Weichteilgewebes und der knöchernen (soweit von außen sichtbaren) Strukturen besonders wichtig (Tab. 42; Tab. 43). So steigen an den Vorderextremitäten mit zunehmender Aufzuchtintensität die Frequenzen der Veränderungen der knöchernen Strukturen von 7 % auf 11 % und die Frequenzen der Veränderungen des Weichteilgewebes von 27 % auf 36 %. An den Hinterextremitäten erscheint die Situation für die Veränderungen der knöchernen Strukturen noch gravierender: So steigen die Frequenzen von 8 % bei den wenig intensiv aufgezogenen Hengsten, über 14 % bei den moderat aufgezogenen Hengsten auf 29 % bei den intensiv aufgezogenen Hengsten. Hinten fallen die Veränderungsfrequenzen des Weichteilgewebes für die wenig intensiv und die moderat aufgezogenen Hengste mit 31 % gleich aus, während diese für die intensiv aufgezogenen Hengste mit 43 % deutlich höher ausfallen.

Lineare Gliedmaßenbeschreibung

Die Parameter der linearen Gliedmaßenbeschreibung wurden aus dreierlei Gründen erfasst: Der erste Grund ist, ausschließen zu können, dass die beschriebenen Veränderungen an den Extremitäten durch eine Fehlbelastung in Folge einer Gliedmaßenfehlstellung auftreten. Der zweite Grund ist, dass man aus der Frequenz ableiten kann, wie wichtig die Korrektheit des Fundamentes für den Aufzuchtbetrieb ist und der dritte Grund ist, dass man bei Kenntnis der Ätiologie der Gliedmaßenfehlstellungen ableiten kann, ob das Management im Aufzuchtbetrieb möglicherweise die Entwicklung der Gliedmaßenfehlstellungen unterstützt hat. Für die vorliegende Untersuchung konnte festgestellt werden (Tab. 46), dass die Hengste

aus dem moderaten Aufzuchtssystem die niedrigste Frequenz (23 %) an Gliedmaßenfehlstellungen aufwiesen, gefolgt von den Hengsten aus dem Aufzuchtssystem hoher Intensität (29 %) und den Hengsten aus den Aufzuchtssystemen niedriger Intensität (37 %).

Verschiedene Erklärungsansätze für das unterschiedliche Auftreten der Gliedmaßenfehlstellungen sind möglich. Es könnte zum einen sein, dass bei der Auswahl der Hengstfohlen für die Hengstaufzucht kein Schwerpunkt auf die Korrektheit des Fundamentes gelegt worden ist. Zum anderen könnte es sein, dass entweder die Hufpflegemaßnahmen zu unregelmäßig durchgeführt wurden oder aber, dass die Hufpflegemaßnahmen nicht genügend an der Konstruktion des Pferdes ausgerichtet waren und sich dadurch Gliedmaßenfehlstellungen manifestiert haben. Ein weiterer denkbarer Erklärungsansatz ist, dass die Fütterung der Hengste Imbalancen aufgewiesen hat, die zu Störungen in der Ossifikation geführt haben, mit der Folge der Entwicklung von Gliedmaßenfehlstellungen.

5.3 Zeitpunkt des Epiphysenfugenschluss

Es ist bekannt, dass die mechanische Beeinflussung die Wachstumsgeschwindigkeit von Wachstumsfugen speziesunabhängig verändern kann (MATTHIESSEN, 1999). Eine Steigerung von Zug- und Druckkräften innerhalb des physiologischen Reaktionsbereiches kann zur Beschleunigung des Wachstums führen und die Abnahme der Zug- und Druckkräfte kann das Wachstum verzögern. Dabei gilt grundsätzlich, dass rhythmische Be- und Entlastung ein Stimulus für die enchondrale Ossifikation ist, während zunehmende Druckapplikation zu typisch morphologischen Veränderungen bis hin zur Epiphyseolyse mit vollständigem Wachstumsverlust führen kann (TURNER, 1989; MATTHIESSEN, 2003). Um zu überprüfen, ob bzw. wie sich unterschiedliche Aufzuchtintensitäten auf die Epiphysenfuge auswirken, wurden in der vorliegenden Untersuchung die distalen Radiusepiphysenfugen von 110 Junghengsten geröntgt. Aufgrund der durch die Praxisbedingungen vorgegebenen Situation war es nicht möglich, eine gleichmäßige Altersverteilung der Hengste innerhalb der verschiedenen Aufzuchtintensitäten zu erreichen. So unterschied sich das durchschnittliche Alter der Hengste innerhalb der verschiedenen Aufzuchtintensitäten signifikant (Tab. 47).

Das Alter zum Zeitpunkt des Schließens der EpF

Im ersten Schritt wurde überprüft, ob der durchschnittliche Zeitpunkt des Epiphysenfugenschlusses innerhalb der Stichprobe vergleichbar mit dem anderer

Untersuchungen (STRAND et al., 2007; BUTLER et al., 2000; HUSKAMP et al., 1996; PEZZOLI und DEL BUE, 1973) ist. Dabei wurde berücksichtigt, dass die optimale Wachstumsgeschwindigkeit teilweise rassespezifisch variiert (STRAND et al., 2007).

Während BUTLER et al. (2000) für das Schließen der distalen EpF beim Vollblutpferd einen Zeitraum vom 20. bis zum 24. Lebensmonat feststellte (Abb. 7), stellten STRAND et al. (2007) einen Zeitraum vom 27. bis zum 32. Lebensmonat für den Isländer fest (Tab. 9). Mit einem durchschnittlichen Schlusszeitpunkt der distalen EpF von 26,1 Lebensmonaten innerhalb der vorliegenden Untersuchung liegt das Ergebnis zwischen den von HUSKAMP et al. (1996) und PEZZOLI und DEL BUE (1973) angegebenen Zeitfenstern vom 24. bis zum 30. Lebensmonat (Vollblüter) bzw. vom 26. bis zum 27. Lebensmonat (Italienische Traber).

Betrachtet man das Alter innerhalb der verschiedenen Klassen des EpFS in Abhängigkeit des Aufzuchtssystems (Abb. 33), so kann man feststellen, dass die EpF der Hengste aus den intensiven Systemen bis zu zwei Monate (Klasse IV: 24,9 Monate) vor den EpF der Hengste aus den wenig intensiven Systemen (Klasse IV: 27,1 Monate) schließen, während die Schlusszeitpunkte für die EpF von den moderat aufgezogenen Hengsten intermediär einzuordnen sind. Inwieweit dieser zusätzlich, zu dem aus der Literatur hervorgehenden Rasseeffekt vorhandene Aufzuchteffekt, auch ein Effekt der Tageszunahme sein kann, zeigt die Darstellung der Auswirkungen der Tageszunahmen auf den Zeitpunkt des EpFS. Es konnte hierbei festgestellt werden, dass die Hengste der Stichprobe, die der höchsten Kategorie der Tageszunahme (Kategorie „800 Gramm Tageszunahmen“) zuzuordnen waren, sich durchgängig in EpFS-Klasse II (intermittierender EpFS) wiederfanden. Bei Differenzierung der Stichprobe nach Aufzuchtintensität und Klasse des EpFS (Abb. 37; Abb. 38) kann man feststellen, dass die moderat aufgezogenen Hengste den höchsten prozentualen Anteil der Beobachtungen in Klasse II aufweisen und die intensiv aufgezogenen Hengste den höchsten absoluten Anteil der Beobachtungen in Klasse II.

Zwei Erklärungsansätze für die unterschiedlichen Schließzeitpunkte der Epiphysen in Abhängigkeit des Aufzuchtssystems sind denkbar: Bewertet man das frühere Schließen der EpF als positiv, so erfolgt die Wachstumsstimulation in Folge einer vertikalen Druckapplikation im physiologischen Bereich (MATTHIESEN, 1999). Dieser Erklärungsansatz würde voraussetzen, dass die Hengste des Aufzuchtssystems geringer Intensität keinen bzw. nur geringen Bewegungsstimuli ausgesetzt gewesen wären. Jedoch wurden alle Hengste bis zum Zeitpunkt der Trainingsvorbereitung in vergleichbaren Haltungssystemen mit dauerhaftem Zugang zu Laufhöfen gehalten, so dass eine Verzögerung durch einen

mangelnden Bewegungsstimulus bei den wenig intensiv aufgezogenen Hengsten nicht erklärt werden kann. Erweitert man die Betrachtung über den Zeitpunkt des tatsächlichen EpFS (Klasse IV) hinaus um die Betrachtung, dass in den moderaten und intensiven Aufzuchtssystemen der Anteil an Hengsten, die einen intermittierenden Verlauf der Ossifikation aufweisen, höher ist als in den wenig intensiven Aufzuchtssystemen, so wäre ein weiterer Erklärungsansatz der, dass es durch eine ungleiche Druckbelastung in Folge hoher Tageszunahmen und einer Überversorgung der Hengste in den betroffenen Bereichen zum vorübergehenden Ossifikationsstillstand kommt (vgl. LEWIS, 1989).

Eine Longitudinalbetrachtung der Entwicklung des EpFS in Abhängigkeit der Aufzuchtssysteme unter möglichst standardisierten Bedingungen würde der Klärung dieser Fragestellung dienen. Dabei könnte man sich auch der Frage annähern, welcher zeitliche Verlauf des EpFS unter physiologischen Bedingungen optimal erscheinen würde, denn ein stetes moderates Wachstum entlang der üblichen Wachstumskurve scheint die beste Methode zu sein, um Entwicklungsprobleme zu reduzieren (PAGAN, 2008). Eine zu hohe Wachstumsgeschwindigkeit dagegen, die ihre Ursache in einer Überfütterung hat, führt zur Entwicklung von Störungen in der enchondralen Ossifikation, die wiederum zur Vergrößerung der Metaphysen, zur Verformung der Gliedmaßenknochen und zur Osteochondrose führen können und somit zu einer nachhaltigen Minderung des Gesundheitsstatus. Perioden langsamer oder abnehmender Entwicklung, die durch eine Periode schneller Entwicklung abgelöst werden, sind als genauso problematisch zu bewerten, da sie zu Nährstoffimbilanzen führen können (Abb. 5) (LEWIS, 1989).

Als Fazit aus dieser Untersuchung bleibt festzuhalten, dass die EpF (des distalen Radius) umso eher schließen, je höher die Aufzuchtintensität ist. Negative Auswirkungen auf die enchondrale Ossifikation werden angenommen.

5.4 Die Knochendichtemessung

Ursprünglich sollte die Knochendichtemessung als Parameter zur Bestimmung der Knochenqualität beim Junghengst eingesetzt werden, um die Effekte der Aufzuchtintensität zu erfassen. Die Anwendbarkeit der ursprünglich geplanten Methodik der DXA-Messung war jedoch nicht so weit entwickelt, dass in größerem Umfang Daten am Junghengst gewonnen hätten werden können. Aus dieser Situation heraus begründete sich der methodische Ansatz, verschiedene Methoden zur vergleichenden Bestimmung der Knochenqualität auf ihre

Aussagefähigkeit und mögliche Anwendbarkeit am lebenden Pferd hin zu testen. Der Schwerpunkt der folgenden Betrachtung liegt im Bereich des Methodenvergleichs, der nach SEHMISCH et al. (2009) in dieser Form bislang noch nicht erfolgte.

Um die Methoden an identischem Material untersuchen zu können, wurden die Extremitäten von 19 geschlachteten Pferden verwendet. Von diesen Pferden waren das Alter (Altersspanne: 2 bis 27 Jahre), das Geschlecht (12 Stuten / 7 Wallache) und die Rasse (Deutsches Reitpferd) bekannt; Informationen über die Haltung, das Training und die Fütterung vor der Schlachtung lagen nicht vor. Insgesamt handelt es sich also um ein sehr heterogenes Ausgangsmaterial.

Die Untersuchungen wurden ausschließlich an der linken Vorderextremität des Pferdes durchgeführt. CARSTANJEN et al. (2003) fest, dass Unterschiede in den Knocheneigenschaften zwischen der linken und der rechten Vorderextremität nicht vorliegen.

Der Metacarpus (Röhrbein) wurde gewählt, da er analoge morphologische Eigenschaften und Funktionen des menschlichen Unterarms aufweist (vgl. DONABEDIAN et al, 2005). Am Unterarm (Radius) sind die meisten Methoden der Knochendichtemessung anwendbar, so dass die Gerätekonstruktion entsprechend ausgerichtet ist. Außerdem wurden bereits viele Untersuchungen am Metacarpus des Pferdes durchgeführt (Tab. 10, Tab. 11).

Bereits einige frühere Untersuchungen (PEARCE et al., 2000; CARSTANJEN et al, 2002; WHAN et al, 2003) haben sich mit den verschiedenen möglichen Messstellen am Metacarpus des Pferdes beschäftigt und festgestellt, dass die Ergebnisse sich in Abhängigkeit des Levels und des Aspektes stark unterscheiden. In der vorliegenden Untersuchung wurde aufgrund der Zielsetzung, mittelfristig eine Methode am Pferd in vivo durchführen zu können, der dorsale und mediale Aspekt des mittleren Levels gewählt. Diese Region eignet sich besonders gut für Untersuchungen in der Praxis, da sie leicht zugänglich ist und Individuen spezifisch eine ungefähre Standardgröße aufweist. Außerdem befindet sich hier eine geringe Gewebeauflage (JEFFCOTT et al., 1986).

Der Methodenvergleich

Das Alter und das Geschlecht hatten in der vorliegenden Untersuchung keinen Einfluss auf die Knochenqualitätsparameter. Ein Geschlechts- und Alterseffekt scheint beim Pferd anders als beim Menschen, nicht vorhanden zu sein. Zu diesem Ergebnis kommen auch DRUM et al. (2009) und FÜRST et al. (2008).

Im Rahmen der DXA-Messung wurde die Knochendichte über das gesamte mittlere Level erfasst, während für die QUS- und fpVCT-Messungen eine Differenzierung in den dorsalen

und lateralen Aspekt vorgenommen wurde. Im Rahmen der Messung beider Methoden unterschieden sich die Ergebnisse für die beiden Messstellen signifikant. Diese Ergebnisse stimmen mit einigen vorhergehenden Untersuchungen überein (CARSTANJEN et al, 2002; STOVER et al., 1992; PIOTROWSKI et al., 1983). Die Autoren erklären diese Differenzen durch eine unterschiedliche mineralische und Gewebezusammensetzung, durch eine differente Mineralisierung des Knochens und durch die unterschiedlichen Eigenschaften des Kollagens sowie die Mikroarchitektur und Morphologie. Betrachtet man die Funktion des Metacarpus im Pferdeskelett, erklären sich die strukturellen Unterschiede: Der Metacarpus ist alleiniger Träger des Körpergewichtes, weswegen die Kompakta der funktionalen Beanspruchung entsprechend dorsal und medial besonders stark ausgeprägt ist. Die laterale Kompakta ist weniger stark ausgeprägt, aber dafür steifer und stabiler als die der dorsalen und der medialen Seite (NICKEL et al., 2005).

Neben den physiologischen Bedingungen führte die konkave Oberfläche im Bereich der lateralen Messstelle zu einem schlechteren Kontakt zwischen Knochen und Schallkopf, so dass die Durchführung der Messung erschwert war. Das könnte ein weiterer Grund dafür sein, dass der dorsale QUS-Wert auf einem geringen Level mit dem lateralen QUS-Wert korreliert ($r = 0,46$), während die Korrelation zwischen dem dorsalen und dem lateralen fpVCT-Wert mit $r = 0,91$ sehr hoch ist. Für zukünftige Studien empfiehlt sich daher, den dorsalen Aspekt als Seite, an der keine adaptiven Remodelling-Vorgänge stattfinden, für elementare Fragestellungen zu verwenden, während der laterale Aspekt eher für dynamische Fragestellungen geeignet zu sein scheint (PEARCE et al, 2000).

Betrachtet man nun die einzelnen Ergebnisse aus den Messungen, fällt auf, dass der durchschnittliche Wert aus der DXA-Messung mit $3,14 \text{ g/cm}^2$ ($SE = 0,07$) über dem aus der Untersuchung von CARSTANJEN et al. (2000) ($2,31 \text{ g/cm}^2$; $SE = 0,02$) liegt. Die Ergebnisse aus der Ultraschallmessung der vorliegenden Untersuchung (dorsaler Aspekt: 3.982 m/sec ; lateraler Aspekt: 4.308 m/sec) entsprechen dagegen den Werten aus der Untersuchung (dorsaler Aspekt: 3.982 m/sec ; lateraler Aspekt: 4.308 m/sec) von CARSTANJEN et al. (2000). Mittels der fpVCT-Messung wurden, soweit bekannt, bislang keine Untersuchungen an Pferdebeinen durchgeführt. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen verhalten sich entsprechend der Hounsfield Skala, liegen aber deutlich über den Werten der Wirbelkörper von Ratten (SEHMISCH et al., 2009). Für die Knochenbruchstabilität lagen sowohl die Mittelwerte als auch die Maximalwerte über denen, die LAWRENCE et al. (1994) bestimmte.

Eine einheitliche Aussage über die Knochenqualität der einzelnen Individuen konnte nicht getroffen werden. So hat beispielsweise die Probe mit der höchsten Knochenmineraldichte ($3,6 \text{ g/cm}^2$) einen sehr niedrigen dorsalen QUS-Wert (3.892 m/sec) und einen sehr niedrigen dorsalen fpVCT-Wert (1.916 HU) und die Probe mit der höchsten Bruchstabilität den niedrigsten dorsalen QUS-Wert (3.763 m/sec). Betrachtet man zusätzlich den Variationskoeffizienten der verschiedenen Methoden, so kann man feststellen, dass die Variabilität innerhalb der QUS- und fpVCT-Messungen gering ist, während sie für DXA-Messung und die Messung der Knochenbruchstabilität mit 10% bzw. 28% sehr groß ist. Aus diesen Ergebnissen lässt sich ableiten, dass sich die Ergebnisse aus den verschiedenen Messmethoden ergänzen, nicht aber ersetzen lassen.

Betrachtet man die lineare Beziehung der Methoden zueinander, kann man feststellen, dass die Knochenbruchstabilität mit steigender Knochenmineraldichte steigt ($R^2 = 0,41$; $p \leq 0,01$), während für die Knochenbruchstabilität und die QUS-Messung sowie für die Knochenbruchstabilität und die fpVCT-Messung kein linearer Zusammenhang festgestellt werden kann. Diese Ergebnisse werden bestätigt durch die Korrelierung der verschiedenen Methoden. So sind die Werte der DXA-Messung moderat mit den mechanischen Eigenschaften des Knochens korreliert ($r = 0,64$); es kann also angenommen werden, dass die DXA-Messungen Informationen über die Knochenbruchstabilität eines Knochens vorhersagen sagen können (vgl. Definition der Knochenqualität von HERNANDEZ und KEANENY (2006) und TURNER (2002)).

BOUXSEIN et al. (2003) diskutieren die Eignung der DXA-Methode zur Bestimmung der Knochenqualität, da diese Methode nur einen Aspekt der Knochenqualität widerspiegelt, nämlich die Flächenbelegung des Knochens mit Hydroxylapatit. Ihrer Meinung nach ist die DXA-Messung eine geeignete Hilfsmethode, aber sie kann die Knochenqualität nicht vollständig erklären. Zudem meinen CARSTANJEN et al. (2003), dass es sich bei dieser Methode um eine nicht praktikable und teure Methode handelt.

Während CARSTANJEN et al. (2002) eine Korrelation zwischen der Ultraschall- und der DXA-Messung feststellen konnten, konnte in der vorliegenden Arbeit keine Korrelation zwischen diesen beiden Methoden festgestellt werden.

Die höchsten Korrelationen wurden zwischen der Ultraschallmessung und der fpVCT-Messung beobachtet (dorsale Messergebnisse). Diese Korrelationen können als Indikator dafür gesehen werden, dass diese beiden Methoden ähnliche Eigenschaften des Knochens messen und zwar den Durchmesser der Kortikalis, die Elastizität und die Porosität (SAKATA et

al., 2004; BARKMANN, 2000; DE TERLIZZI ET AL., 2000; NJEH, 1999). SEHMISCH et al. (2009) stellten an osteopenischen Ratten fest, dass durch die fpVCT-Messung Rückschlüsse auf die Knochenmineraldichte gezogen werden können. Die fpVCT-Messung ermöglicht seiner Meinung nach den Brückenschlag zwischen der DXA- und der QUS-Messung. Der fpVCT scheint eine Kombination von Material- und Struktureigenschaften der Kortikalis langer Röhrenknochen zu messen (SEHMISCH et al., 2009; FÜRST et al, 2008) und kann so vermutlich die fehlenden Informationen aus der DXA-Messung erklären. Jedenfalls scheint die einfach anwendbare, unkomplizierte und kostengünstige QUS-Messung allein nicht geeignet zu sein, um die Knochenqualität beim Pferd zu bestimmen (CARSTANJEN et al., 2003; WHAN et al., 2003).

Ausblick Knochenqualitätsmessung

Um zukünftig eine Methode nutzen zu können, mittels derer die Eigenschaften der Knochenqualität sicher erfasst werden können, besteht weiterer Forschungsbedarf. In der Humanmedizin geht der nächste Schritt der Forschung in die Weiterentwicklung des MicroCTs, mittels dessen man hochauflösend die dreidimensionalen Strukturen des Knochens erfassen kann. Von den genannten Methoden erscheint zurzeit nur die Ultraschalltechnik in der Praxis anwendbar, da sie am lebenden und nicht sedierten Pferd durchführbar und zudem kostengünstig ist. Inwieweit diese Methode sensitiv genug ist, um Unterschiede in Fütterung, Haltung oder Training nachzuweisen, muss weiter abgesichert werden.

Für die Zukunft wäre eine Methode hilfreich, mit der man die Einflüsse exogener Faktoren auf das Individuum nachweisen kann, z.B. im Rahmen der Bewertung von Trainings- und Aufzuchtssystemen unter Aspekten der Tiergerechtigkeit.

5.5 Die retrospektive Analyse der Körjahrgänge 1996 bis 2006 / 2007

Der Zeitpunkt der Körung bzw. die Phase der Vorbereitung der jungen Hengste auf die Körung stellt den Eintritt des jungen Pferdes in die Nutzung dar. Von einem qualitätsvollen Zucht- und Sportpferd erwartet man eine möglichst lange Nutzungsdauer und zwar sowohl unter sportlichen als auch unter züchterischen Gesichtspunkten.

Legt man die Definition der funktionalen Nutzungsdauer von WÖHLK und BRUNS (1999) zu Grunde, die die Einsatzlänge des Pferdes im Turniersport als Ausdruck des leistungsabhängigen Maßes an Gesundheit und Konstitution beschreibt, so müssen die

Hengste in der retrospektiven Betrachtung auf ihre turniersportliche Leistung nachhaltig überprüft werden. Um zusätzlich Informationen über die Nachhaltigkeit der Selektionsstufe der Körung zu erhalten, erfolgt zusätzlich eine retrospektive Analyse der züchterischen Leistungen. Da die Nutzungsdauer eines Reitpferdes von einem Jahr bis zu über 15 Jahren währen kann, wurde ein retrospektiver Untersuchungsansatz gewählt, um rückwirkend Informationen über die Nachhaltigkeit der verschiedenen Aufzuchtssysteme in sportlicher und züchterischer Hinsicht ziehen zu können.

Um eine möglichst unverzerrte Aussage über die Nachhaltigkeit eines Aufzuchtssystems treffen zu können, wäre es gut gewesen, Informationen über alle Hengste, die innerhalb der Geburtsjahrgänge 1994 bis 2004 in den Hengstaufzuchtbetrieben zur Aufzucht eingestellt wurden, vorliegen zu haben. Jedoch erfolgte in keinem Betrieb, abgesehen von Betrieb 2, eine Dokumentation über diese Hengste, so dass in die retrospektive Analyse nur Hengste eingegangen sind, die zur Vorauswahl angemeldet wurden. Von den 1.199 zur Vorauswahl angemeldeten Hengsten wurden 38 % in den vorliegenden Datenbanken wieder gefunden. Der größte Anteil der Hengste stammte aus einem Aufzuchtssystem hoher Intensität (Tab. 52). Insgesamt wurden 43 % der zurückverfolgten Hengste gekört (Tab. 53); von diesen stammte relativ gesehen der größte Anteil aus einem moderaten Aufzuchtssystem. Die Prämierung betreffend waren die moderaten und intensiven Aufzuchtssysteme etwa gleich erfolgreich; von den wenig intensiv aufgezogenen Hengste wurde kein Hengst prämiert. Aus diesen Ergebnissen kann man ableiten, dass die Chance, dass ein Hengst gekört und prämiert wird, mit einer höheren Aufzuchtintensität steigt.

Von den in den Datenbanken registrierten Hengsten wurden 78 % turniersportlich eingesetzt. Die moderat und intensiv aufgezogenen Hengste wurden vermehrt in den mittelschweren und schweren Prüfungen eingesetzt, während die wenig intensiv aufgezogenen Hengste vermehrt in den leichteren Klassen eingesetzt wurden. Dieses Bild spiegelt sich auch in den Gewinnsummen der Pferde wieder; so stammen die Hengste mit den höchsten Gewinnsummen aus einem moderaten Aufzuchtssystem, gefolgt von den intensiv aufgezogenen Hengsten. Dieser Zusammenhang erscheint natürlich, da die mittelschweren und schweren Prüfungen mit höheren Gewinnsummen dotiert sind.

Nutzungsdauer

Insgesamt liegt die Nutzungsdauer in der vorliegenden Untersuchung mit 5,4 Jahren auf dem Niveau von GUTEKUNST (1977), aber deutlich über den von WÖHLK und BRUNS (1999) errechneten 3,4 Jahren. Die höchste Nutzungsdauer wurde für die Hengste aus den intensiven

Aufzuchtssystemen festgestellt, gefolgt von den moderat aufgezogenen Hengsten (Tab. 56). Die höhere Nutzungsdauer aus der vorliegenden und der Untersuchung von GUTEKUNST (1977) gegenüber der ermittelten von WÖHLK und BRUNS (1999) lässt sich dadurch erklären, dass in beiden Untersuchungen die Nutzungsdauer an stärker vorselektiertem Pferdmaterial mit dadurch besseren Zugangsvoraussetzungen zum Turniersport durchgeführt wurde. In der Literatur wird bestätigt, dass mit einer erfolgreichen Turnierteilnahme eine längere turniersportliche Nutzung verbunden ist. (RICARD und CHAPUIS, 1997; WÖHLK und BRUNS, 1999). Auch in der vorliegenden Untersuchung konnte belegt werden, dass die Nutzungsdauer in hohem Maße vom Turniereinsatz abhängt. Das bessere Abschneiden der intensiv aufgezogenen Hengste gegenüber den moderat und den wenig intensiv aufgezogenen Hengste mag einerseits dadurch erklärt werden können, dass eine hohe Aufzuchtintensität zu einer besseren Konstitution der Pferde führt. Ein weiterer Erklärungsansatz kann darin gesehen werden, dass die Hengste, die aus einem intensiven Aufzuchtssystem stammen, schon in der Phase der Aufzucht ideal auf den frühen turniersportlichen Einsatz vorbereitet werden, entsprechend vermarktet und weiter ausgebildet werden. Hengste, die teurer als der Durchschnitt der Population verkauft werden, gelangen normalerweise in den Besitz solventer Besitzer, die für ein ideales Management Sorge tragen.

Bei Betrachtung der Nutzungsdauer über den Zeitverlauf kann man feststellen, dass von den wenig intensiv und moderat aufgezogenen Hengsten etwa gleichmäßig viele Hengste jeweils ein bis drei bzw. vier bis sechs Jahre im Sport eingesetzt wurden, während die intensiv aufgezogenen Hengste ihren Schwerpunkt deutlich in der Kategorie von vier bis sechs Jahren haben (Abb. 42). In der Klasse der Nutzungsdauer von 10 bis 12 Jahren ist der relative Anteil der wenig intensiv aufgezogenen Hengste der größte. Diese sehr lange Nutzungsdauer ist Spiegel der Kontinuität der gezeigten Leistungen und sollte stärker in züchterische Selektionsentscheidungen integriert werden (vgl. WÖHLK und BRUNS, 1999)

Die Hengste aus den Aufzuchtssystemen geringer Intensität haben im Schnitt Nachkommen mit den höchsten durchschnittlichen Gewinnsummen. Sie haben unter ihren Nachkommen auch die meisten Nachkommen mit Erfolgen in schweren Prüfungen (Tab. 59). Auch wenn die Nachkommenleistung nicht mehr direkt auf das Aufzuchtssystem zurückzuführen ist, so sprechen diese Ergebnisse dafür, dass das Aufzucht- und Selektionsprinzip in den wenig intensiven Aufzuchtssystemen für züchterische Nachhaltigkeit steht.

Die Hengste aus den intensiven Aufzuchtssystemen haben deutlich mehr Nachkommen als die Hengste aus wenig intensiver Aufzucht und somit mehr gekörte Söhne und als Zuchtstuten

eingetragene Töchter (Tab. 60). Diese Situation ist darauf zurückzuführen, dass die gekörten und prämierten Junghengste nach der Auffassung eines Teils der Züchter und der Bewertungskommissionen den größten Zuchtfortschritt bringen. Diese Hengste werden verstärkt züchterisch eingesetzt, da sich die Züchter und Aufzüchter bessere und frühere Vermarktungschancen der Nachkommen, idealer Weise erneut über eine Körung, versprechen. Dieser Trend führte in den vergangenen Jahren dazu, dass männliche Nachkommen von Hengsten „unmoderner Genetik“ kaum noch Körchancen hatten und aus diesem Grund auch weniger angepaart wurden. Diese Entwicklung wird auch von den befragten Züchtern kritisch bewertet. Sie sagen: „Die Hengstkörung hat nichts mehr mit Zucht zu tun – es handelt sich nur noch um Produktion“ (Abb. 47).

Der Geburtszeitpunkt

Von einem frühen Geburtszeitpunkt versprechen sich die Züchter oftmals bessere Vermarktungsmöglichkeiten der Fohlen und Aufzuchtperde, da diese einen Entwicklungsvorsprung spät geborenen Pferden gegenüber haben. In der vorliegenden Untersuchung konnte festgestellt werden, dass der größte prozentuale Anteil der gekörten und prämierten Hengste in den Monaten von April bis Juli geboren ist. Gegen die aus Gründen der Sicherstellung der Bewegung zu bevorzugende späte Abfohlung sprechen demnach keine Vermarktungsargumente.

5.6 Schlussbetrachtung

Am Anfang aller Überlegungen stand die Annahme, dass die Aufzucht der Junghengste in den vergangenen Jahren intensiver geworden ist und dass sich eine zunehmend intensive Aufzucht negativ auf die Nutzungseigenschaften des Hengstes auswirkt. Sich direkt aus einer zu intensiven Aufzucht ergebende Schäden an Hengsten bzw. auf die Aufzuchtintensität zurückzuführende Ausfälle wurden in der vorliegenden Untersuchung nicht festgestellt. Es folgt eine Übersicht der Charakteristika der drei Aufzuchtssysteme.

Die Aufzuchtssysteme niedriger Intensität

Die Aufzuchtssysteme niedriger Intensität zeichnen sich durch die relativ gesehen geringste Entwicklungsgeschwindigkeit aus. Die Entwicklung der Hengste ist gekennzeichnet durch das langsamste Größenwachstum und die geringsten Tageszunahmen. Die Hengste weisen die

geringsten Bewertungen für den Entwicklungszustand und den Rasse- und Geschlechtstyp auf. Es wurden die geringsten Abweichungen im Bereich der knöchernen Strukturen und des Weichteilgewebes im Rahmen der palpatorischen Befundung festgestellt, dafür aber die höchste Frequenz von Gliedmaßenfehlstellungen. In der retrospektiven Analyse wurde festgestellt, dass aus dem Aufzuchtssystem niedriger Intensität die wenigsten gekörten Hengste gestellt werden konnten. Die durchschnittliche Nutzungsdauer belief sich auf 5,2 Jahre, jedoch zeigten die Hengste relativ gesehen die höchste Persistenz im Turniersport, so wiesen 11 % der Hengste eine Nutzungsdauer zwischen zehn und zwölf Jahren auf. Unter züchterischen Gesichtspunkten ist das System als besonders nachhaltig zu bezeichnen. So wiesen die Hengste die meisten Nachkommen pro Vatertier auf, die mit Abstand höchsten Nachkommengewinnsummen und die meisten Nachkommen in der Klasse S.

Die Aufzuchtssysteme moderater Intensität

Das Aufzuchtssystem moderater Intensität zeichnet sich durch eine intermediär einzuordnende Entwicklungsgeschwindigkeit aus. Die Größenentwicklung der Hengste liegt innerhalb der ersten Hälfte des Beobachtungszeitraums hinter der der Hengste aus den intensiven Systemen zurück, während sie dann teilweise über der der intensiv aufgezogenen liegt. Auch bei den Bewertungen des Entwicklungszustandes, des Rasse- und Geschlechtstyps sowie bei den Frequenzen der Abweichungen im Bereich der knöchernen Strukturen und des Weichteilgewebes im Rahmen der palpatorischen Befundung sind die moderat aufgezogenen Hengste intermediär einzuordnen. Die moderat aufgezogenen Hengste zeigten die niedrigste Frequenz bei den Gliedmaßenfehlstellungen. In der retrospektiven Analyse wurde festgestellt, dass aus dem Aufzuchtssystem moderater Intensität prozentual gesehen die meisten gekörten Hengste hervorgingen, während der prozentuale Anteil der prämierten Hengste in etwa auf dem gleichen Niveau liegt wie der der intensiv aufgezogenen Hengste. Die durchschnittliche Nutzungsdauer belief sich auf 5,4 Jahre. Die moderat aufgezogenen Hengste hatten die höchsten Lebensgewinnsummen. Bezüglich des Anteils der in der mittelschweren und schweren Klasse eingesetzten Hengste lagen das moderate und das intensive Aufzuchtssystem auf einem Niveau. Unter züchterischen Gesichtspunkten schnitt das Aufzuchtssystem moderater Intensität am schlechtesten ab, so wiesen die Hengste die wenigsten Nachkommen pro Vatertier auf, die mit Abstand geringsten Nachkommengewinnsummen und nur einen Nachkommen in der Klasse S.

Die Aufzuchtssysteme hoher Intensität

Die Aufzuchtssysteme hoher Intensität zeichnen sich durch die höchste Entwicklungsgeschwindigkeit aus. Sowohl Größen- als auch Gewichtsentwicklung liegen mit Ausnahme einzelner Altersstufen an vorderster Stelle. Die intensiv aufgezogenen Hengste wurden mit der Bewertung des höchsten Entwicklungszustandes und des höchsten Rasse- und Geschlechtstyps bewertet. Die Frequenzen der Abweichungen im Bereich der knöchernen Strukturen und des Weichteilgewebes im Rahmen der palpatorischen Befundung liegen mit großem Abstand über denen der Hengste aus den moderaten und den wenig intensiven Systemen. In der retrospektiven Analyse wurde festgestellt, dass das Aufzuchtssystem hoher Intensität an zweiter Stelle bezüglich der prozentualen Anzahl der gekörten Hengste liegt, während der prozentuale Anteil der prämierten Hengste in etwa auf dem gleichen Niveau liegt wie der der moderat aufgezogenen Hengste. Die durchschnittliche Nutzungsdauer belief sich auf 5,5 Jahre. Die intensiv aufgezogenen Hengste sind bezüglich ihrer Lebensgewinnsummen intermediär einzuordnen. Bezüglich des Anteils der in der mittelschweren und schweren Klasse eingesetzten Hengste lagen das moderate und das intensive Aufzuchtssystem auf einem Niveau. Unter züchterischen Gesichtspunkten schnitt das Aufzuchtssystem hoher Intensität wiederum intermediär ab, so wiesen die Hengste die zweithöchste Anzahl der Nachkommen pro Vatertier auf und mittlere Nachkommengewinnsummen. Sehr hoch ist der Anteil der gekörten Nachkommen pro intensiv aufgezogenem Hengst.

In der vorliegenden Arbeit konnte belegt werden, dass die verschiedenen Aufzuchtssysteme und die sich anschließenden Vermarktungswege mit unterschiedlichen Nutzungseigenschaften des Pferdes verbunden sind. Die Aufzuchtssysteme hoher Intensität erscheinen unter den Gesichtspunkten der Vermarktung die erfolgreichsten zu sein, während die moderaten Aufzuchtssysteme vor allem unter dem Gesichtspunkt der sportlichen Nutzungsfähigkeit der Individuen Erfolge erzielen können. Unter den Gesichtspunkten der züchterischen Nachhaltigkeit sind die Aufzuchtssysteme geringer Intensität führend. Eindeutig negative Auswirkungen eines Systems konnten nicht abschließend festgestellt werden, jedoch scheint die Herausforderung der Zukunft zu sein, die Vorzüge der drei verschiedenen Aufzuchtintensitäten miteinander zu kombinieren, so dass am Ende Hengste im Rahmen der Körung selektiert werden, die vor allem züchterisch nachhaltige Erfolge sichern, die selbst in der Lage sind, gute sportliche Leistungen über einen langen Nutzungszeitraum zu erbringen und sich zusätzlich noch gut vermarkten lassen.



6 Zusammenfassung

Vergleich verschiedener Aufzuchtintensitäten der Junghengstaufzucht und deren Einfluss auf Gesundheit und dauerhafte Leistungsfähigkeit.

In der vorliegenden Grundlagenstudie zur Junghengstaufzucht wurden verschiedene Aufzuchtintensitäten von Junghengsten in der Praxis miteinander verglichen, um deren Auswirkungen auf das Pferd und seine Gesundheit sowie die dauerhafte Leistungsfähigkeit feststellen zu können. Auslöser für diese Grundlagenstudie war, dass sich innerhalb der vergangenen 20 Jahre Aufzuchtssysteme mit einer hohen Intensität entwickelt haben, die auf eine rasche körperliche Entwicklung von Junghengsten mit dem Ziel der Körung ausgerichtet sind. Im Zuge dessen spezialisierten sich auch einzelne Betriebe auf die Hengstaufzucht.

Um feststellen zu können, wie sich eine hohe Aufzuchtintensität auf das Individuum auswirkt, wurden in elf westfälischen und niedersächsischen Hengstaufzuchtbetrieben metrische, palpatorische und deskriptive Daten an insgesamt 459 Hengsten gewonnen. Weiterhin wurde die distale Radiusepiphysenfuge von 110 Hengsten geröntgt, um zu überprüfen, wie sich unterschiedliche Aufzuchtintensitäten auf den Zeitpunkt des Epiphysenfugenschluss (EpFS) auswirken. Im nächsten Schritt wurden 1.199 in den Jahren 1996 bis 2006 / 2007 zur Vorauswahl angemeldete Hengste aus den elf Hengstaufzuchtbetrieben unter turniersportlichen und züchterischen Gesichtspunkten zurückverfolgt, um eine Aussage darüber machen zu können, wie sich verschiedene Aufzuchtintensitäten auf die dauerhaften Nutzungseigenschaften der Hengste auswirken. Um Informationen darüber zu erhalten, wie das System der Junghengstkörung von den Mitgliedern des Westfälischen Pferdestammbuches e.V. bewertet wird, wurde eine explorative Umfrage unter diesen durchgeführt.

Außerdem wurden verschiedene Methoden (DXA, QUS, fpVCT, Dreipunktbiegetest) zur Bestimmung der Knochenqualität miteinander verglichen. Es war die Zielsetzung, mittelfristig einen zuverlässigen Parameter zur Bestimmung der Knochenqualität nutzen zu können, der sensitiv genug erscheint, um z.B. mögliche Effekte der Aufzuchtintensität auf den Knochen nachzuweisen.

Im Rahmen der Datenerhebung wurden die elf Kooperationsbetriebe mittels eines Fragebogens zu den Betriebsstrukturen charakterisiert. Auf der Basis des alterskorrigierten durchschnittlichen Lebendgewichtes der Hengste wurde eine Einteilung der

Hengstaufzuchtbetriebe in Aufzuchtssysteme niedriger, moderater und hoher Intensität vorgenommen.

An den Hengsten wurden metrische, deskriptive und palpatorische Daten erhoben. Es konnte festgestellt werden, dass die Hengste aus den intensiven Aufzuchtssystemen deutlich höhere Tageszunahmen hatten als die Hengste aus den moderaten und den wenig intensiven Aufzuchtssystemen. Während bei der Körpergröße, dem Brustumfang und der Rumpflänge lineare Wachstumsverläufe entsprechend der Aufzuchtintensität beobachtet werden konnten, wurden durch die Aufzuchtintensität zu erklärende unterschiedliche Entwicklungen der Maße von Röhrein und Fesselgelenk nicht festgestellt.

Der durchschnittliche Zeitpunkt des EpFS entsprach mit 26,1 Monaten den Werten, die aus der Literatur bekannt sind. Dabei schlossen die EpF der intensiv aufgezogenen Hengste zu einem Zeitpunkt von 24,9 Monaten und die der wenig intensiv aufgezogenen zu einem Zeitpunkt von 27,1 Monaten. Außerdem zeigten die moderat und intensiv aufgezogenen Hengste eine deutlich höhere Frequenz eines unregelmäßigen EpFS-verlaufs als die Hengste, die wenig intensiv aufgezogen wurden.

Die Frequenz der Veränderungen an den Extremitäten der intensiv aufgezogenen Hengste lag deutlich über der Frequenz der wenig intensiv und moderat aufgezogenen Hengste. Veränderungen im Bereich der Weichteilgewebe oder der knöchernen Strukturen können als Indikatoren für Überbelastungen des Stoffwechsels zum Beispiel durch hoch konzentrierte Fütterung gelten.

Von den zur Überprüfung der dauerhaften Nutzbarkeit zurückverfolgten Hengsten wurde ein Drittel gekört, davon entstammten relativ gesehen die meisten aus einem Aufzuchtssystem moderater Intensität. Die durch den turniersportlichen Einsatz definierte Nutzungsdauer war bei den intensiv aufgezogenen Hengsten am höchsten, während die moderat aufgezogenen Hengste die durchschnittlich höchste Gewinnsumme aufwiesen.

Unter den Gesichtspunkten nachhaltiger züchterischer Selektion erscheint das Aufzuchtssystem geringer Intensität besonders erfolgreich. So gingen aus diesem System die meisten Nachkommen pro gekörtem Hengst hervor, sowie die meisten Nachkommen mit Turniererfolgen bis zur schweren Klasse. Die Nachkommen der Hengste aus den Aufzuchtssystemen geringer Intensität hatten zudem die höchsten Lebensgewinnsummen.

Die Züchter, die im Rahmen der Umfrage zur Bewertung der Hengstaufzuchtstrukturen in Westfalen befragt wurden, stellten fest, dass innerhalb der Hengstaufzucht der vergangenen Jahre eine starke Spezialisierung mit dem Ergebnis einer intensiven Vorbereitung der

Junghengste auf die Körung stattgefunden hat. Weiterhin wurde festgestellt, dass die genetischen Effekte, die im Rahmen der Körung überprüft werden sollen, durch die Umwelteffekte überlagert werden. Aus diesen Gründen würden nicht immer die richtigen Pferde gekört, spätreife Linien hätten keine Chance. Sie kritisieren, dass nicht die Überprüfung der eigentlichen Zuchteignung im Vordergrund stünde, sondern die Vermarktung. Neben der positiven Bewertung der guten Organisation der westfälischen Körung könnte sich mehr als die Hälfte ein alternatives Körsystem vorstellen. Dieses sollte stärker an der altersgemäßen Entwicklung der Hengste orientiert sein und eine stärkere Leistungsselektion berücksichtigen.

Im Rahmen des Methodenvergleichs zur Knochendichtemessung wurden drei in der Humanmedizin etablierte Methoden (DXA, QUS, fpVCT) zur Bestimmung der Knochenqualität an 19 Metacarpi des Pferdes ex-vivo getestet und im Anschluss daran zur Überprüfung der Knochenbruchstabilität gebrochen. Mittels Dreipunktbiegung wurde die Knochenbruchstabilität gemessen, die als absoluter Parameter der Knochenqualität gilt. Die einzige Methode, für die ein linearer Bezug zur Bruchstabilität festgestellt werden konnte, war die DXA-Messung, die den Mineralgehalt im Knochen misst. Für die QUS- und die fpVCT-Messung konnte kein linearer Zusammenhang zur Knochenbruchstabilität hergestellt werden, jedoch für die beiden Parameter untereinander. Daraus ist abzuleiten, dass diese genannten Methoden ähnliche Qualitätsparameter des Knochens messen, nicht jedoch die Knochenqualität in Form der Knochenbruchstabilität.



7 Summary

Comparison of different rearing intensities of young stallions, and their influence on health and enduring performance.

This study compares different rearing intensities of young stallions in practice to determine their influences on the horse, its health and enduring performance. Within the last two decades rearing systems were intensified to boost the physical development of young stallions, with the objective of their licensing. At the same time several farms specialised in rearing of young stallions.

To assess the effects of higher rearing intensities on individuals, metric, palpatory, and descriptive data of 459 stallions were collected on eleven farms located in Westphalia and Lower Saxony. Furthermore, distal epiphysial cartilage of 110 stallions was x-raided to verify if a higher rearing intensity is correlated to the moment of epiphysial fusion (EpFS). Subsequently, a total number of 1199 stallions which were presented for preselection between 1996 and 2006/07 by these farms were investigated about their sportive and breeding outcomes to evaluate their enduring performance according to rearing intensity. To gather information on the valuation of the current license system, an explorative survey was conducted within the members of 'Westfälisches Pferdestammbuch e.V.'.

Moreover, different methods of determination of bone quality (DXA, QUS, fpVCT, Three-point bending) were compared to detect a reliable parameter for estimation of bone quality in young stallions. Besides, this parameter should be sufficient to verify possible effects of rearing intensity on bone quality.

Data of the eleven farms were collected using a questionnaire. Based on the age-corrected body-weights of the stallions, the farms were allotted to one of the following rearing-systems: low, moderate, or high rearing-intensity. Data collected on the young stallions have shown that stallions reared under intensive conditions had considerably higher average daily weight gains than their counterparts from the other two systems. Additionally, the body height, the chest measurement, and the body length were also increasing with higher rearing intensities. The development of cannon bone and hock was not significantly influenced by rearing intensity.

In accordance to the literature, the epiphysial fusion was completed at an average age of 26.1 month. EpFS of intensively reared animals was at an age of 24.9 month, compared to 27.1 months in more extensive rearing-systems. Moreover, the individuals reared under intensive and moderate conditions had a significantly higher frequency of abnormal processes of EpFS than extensively reared stallions.

The frequency of mutations of extremities was significantly higher in intensively reared stallions than those of stallions from the other two groups. Changes in soft parts of the extremities or in bony structures may indicate an overload of metabolism, e.g. as a consequence of feeding a high proportion of concentrates.

One third of the 1.199 young stallions presented for preselection were licensed, with most of them reared under moderate conditions. The sportive use was taken as an indicator for the useful life of the stallions, and it was highest for those reared intensively, whereas the prize-moneys were highest for stallions from moderate rearing-systems. Under the aspect of sustainable selection the extensive rearing-system seems to be most successful. Stallions reared under these conditions had the highest number of offspring, as well as the most offspring with successes on tournaments of the 'Class S'. Besides, offspring from stallions reared in extensive systems had the highest lifetime prize-moneys. The conclusion from the questionnaire approves these results. Westphalian breeders affirmed that rearing of young stallions became more and more specialised in the past. It was observed that it is not always the genetic value of a stallion which is essential for being licensed. Nowadays the genetic effects are frequently overlaid with environmental factors. For these reasons maybe a real good stallion is not licensed, especially if he descends from backward bloodlines. The members of 'Westfälisches Pferdestammbuch e.V.' criticise that marketing became more important than testing of the breeding value of a stallion. More than half of the respondents can imagine an alternative system of license, although they praise the good organisation in Westphalia. Such a new license-system should attach more importance to the age-appropriate development of the stallions, and consider a stronger selection for performance.

Within the comparison of methods to evaluate bone density of horses, three different methods (DXA, QUS, fpVCT) were tested ex-vivo. They all are well-established in human medicine. At first, the bone quality was assessed on 19 equine metacarpi, and subsequently bones were broken to measure their sturdiness, and to verify the results. The sturdiness of the bones was measured using three-point bending which is considered to be an absolute parameter of bone

quality. Only the DXA-measurement was correlated to the sturdiness of the bones. This method quantifies the mineral content of the bones. Both QUS- and fpVCT-measurements were not correlated to bone sturdiness, but to each other. Therefore it could be derived that both the QUS-method and the fpVCT-method evaluate related parameters of bone quality, but not in the form of bone sturdiness.

8 Literaturverzeichnis

ADAIR, S. (2009): Developmental Orthopedic Disease Unter:

http://www.vet.utk.edu/continuing-ed/06Equine/DevOrthopedic_Disease.pdf.

Abrufdatum: 27.04.2010.

AHLWEDE, L. (1995): Aktuelle Fragen der Aufzucht und Haltung künftiger Sportpferde:
Aspekte zur Aufzucht, Haltung und Gesundheit.

in: Tagungsband Göttinger Pferdetage '95. FNverlag, Warendorf. S. 131-138.

AHLWEDE, L. (2007): Persönliche Gespräche.

BUTLER, J., ARMBRUSTER, I., (1984): Struktur und Abgangsursachen bei Schlachtpferden.

Dt. Tierärztliche Wochenschrift 91, 1984, 330-331.

AUER, J.A. (1999): Diagnose und Behandlung von Achsenfehlstellungen bei Fohlen.

Veterinär-chirurgische Klinik der Universität Zürich, Schweiz.

AURICH, J. (2009): Der Pferdezüchter: Der große Unbekannte? Pferdefokus 12/09. S.36-39.

Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH, Hannover.

BARKMANN, R., GLÜER, C.C., HELLER, M. (1999): Methoden der in vivo

Ultraschallmeßtechnik am Skelett.Grundlagen und technische Realisierung.

Journal für Mineralstoffwechsel. 1999; 6 (4), 22-2.

BARNEVELD, A., VAN WEEREN, P.R. (1999): Early changes in the distal intertarsal joint

of dutch Warmblood foals and the influence of exercise on bone density

in the third tarsal bone. Equine Vet. J. Suppl.31, 67-73.

BARTH, I. (2007): Struktur der Züchterschaft des deutschen Sportpferdes:

Wünsche der Praxis an eine Zuchtorganisation. Diplomarbeit Dresden.

BAURMANN, T. (2007): Ultrastruktur und Biochemie der Epiphysenfuge.

Dissertation München.

- BELL, R.A., NIELSEN, B.D., WAITE, K., ROSENSTEIN, D. UND ORTH, M. (2001):
Daily access to pasture turnout prevents loss of mineral in the third metacarpus of Arabian weanlings. *Journal of Animal Science* 79: 1142-1150.
- BEYER, S. (1997): Konstruktion und Überprüfung eines Bewertungskonzeptes für pferdehaltende Betriebe unter dem Aspekt der Tiergerechtigkeit. Dissertation, Giessen.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2009):
Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten.
- BORCHERS, A. (2002): Die Körpergewichts- und Körpergrößenentwicklung des Warmblutfohlens während des ersten Lebenshalbjahres in Bezug zur Energie- und Proteinzufuhr sowie zum Auftreten der Osteochondrose. Dissertation Hannover.
- BORNEMANN, A. (1977): Untersuchungen über den Einfluss von Erbanlage und Umwelt auf Körpermaße des „ostpreußischen Warmblutpferdes Trakehner Abstammung“ in Ostpreußen und in Westdeutschland. Dissertation, Universität Kiel.
- BOUXSEIN, M.L. (2003): Bone quality: where do we go from here?
Osteoporos International 2003; 14 (Suppl 5):118-127.
- BOYDE, A. (2003): The real response of bone to exercise.
Journal of Anatomie 203: 173-189.
- BRAMA, P.A.J., BANK, R.A., TEKOPPELE, J.M., VAN WEEREN, P.R. (2001):
Training Affects the Collagen Framework of Subchondral Bone in Foals.
The Veterinary Journal 162: 24-32.
- BROWN-DOUGLAS, C.G., PAGAN, J.D. (2006): Body Weight, Wither Height and Growth Rates in: Thoroughbreds raised in America, England, Australia, New Zealand and India.
- BRÜGGER, E. (2001): Haltung der Stuten und Aufzuchtperde. In: *Pferdehaltung: Zucht, Aufzucht, Pensionspferde*. Bauförderung Landwirtschaft e.V., Aktuelle Empfehlungen der Officialberatung. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup.

- BRUNS, E. (1999): Problem der Aufzucht von Pferden.
Göttinger Pferdetage '99. FN-Verlag, 31 - 40.
- BUCKINGHAM, S.H., JEFFCOTT, L.B. (1991): Osteopenic effects of forelimb immobilisation in horses. *The Veterinary Record* 128 (16): 370-373.
- BUTLER, J.A., COLLES, C.M., DYSON, S.J., KOLD, S.E. (2000):
Clinical radiology of the horse. 2. ed. Fusion times of physes and structure lines.
Oxford: Blackwell Science. 585 – 587.
- CARROLL, C.L., HUNTINGTON, P.J. (1988):
Body condition scoring and weight estimation of horses. *Equine Vet. J.* 20, 41-45.
- CARSTANJEN, B., LEPAGE, O.M., DETILLEUX, J., DUBOEF, F., AMORY, H. (2002):
Use of multisite quantitative ultrasonography for non-invasive assessment of bone in horses. *AJVR* 2002; 63:1464-1469.
- CARSTANJEN, B., DUBOEF, F., DETILLEUX, J., BARTHEZ, P., LEPAGE, O.M. (2000):
Quantitative ultrasound and Dual-X-ray absorptiometry-measurements of the third metacarpal bone in horses: An in vivo-ex vivo study.
Journal of bone and mineral Research 2000;15:5529.
- CARSTANJEN, B., DUBOEF, F., DETILLEUX, J., LEPAGE, O.M. (2003):
Equine Third Metacarpal Bone Assessment by Quantitative Ultrasound and Dual Energy X-Ray Absorptiometry: An Ex vivo study. *J Vet Med* 2003;50:42-47.
- CARSTANJEN, B., LEPAGE, O.M., DETILLEUX, J., DUBOEF, F., AMORY, H. (2002):
Use of multisite quantitative ultrasonography for non-invasive assessment of bone in horses *American Journal of Veterinary Research* 63(10), S. 1464-1469.
- CARSTANJEN, B., LEPAGE, O.M., LANGLOIS, P. (1999) :
Quantitative Ultrasound: A Non-Invasive Method for Bone Assessment in Thoroughbred Horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 19, S. 556.
- COMPSTON, J. (2006): Bone quality: what is it and how is it measured?
Arq Bras Endocrinol Metab, Jahrgangnr. 50, Nr.4, São Paulo, 2006.

- CORBIN, I. (2004): Kinematische Analyse des Bewegungsablaufes bei Pferden mit Gliedmaßenfehlstellungen und deren Behandlung durch Beschlagskorrekturen. Dissertation Universität Hannover.
- CORNELISSEN, B.P., VAN WEEREN, P.R., EDERVEN, A.G. UND BARNEVELD, A. (1999): Influence of exercise on bone mineral density of immature cortical and trabecular bone of the equine metacarpus and proximal sesamoid bone. *Equine Veterinary Journal Supplement 31*: 79-85.
- CUDDEFORD, D., AUSTBØ, D., BERGERO, G., BLANCHARD, G., COENEN, M., ELLIS, A., HARRIS, P., TRILLAUD-GEYL, C. (2005): Energy and protein requirements for growth: A european perspective. in: *The growing horse: nutrition and prevention of growth disorders*. EAAP publication No. 114, 2005; Dijon, France.
- CYMBALUK, N.F. (1990): Cold housing effects on growth and nutrient demand of young horses. *J. Anim. Sci.* 68, 3152-3162.
- DÄMMRICH, K. (1985): Wachstumsstörungen des Skeletts bei jungen Pferden. *Pferdeheilkunde* 1, 5-13.
- DE TERLIZZI, F., BATTISTA, S., CAVANI, F., CANE, V., CADOSSO, R. (2000): Influence of bone tissue density and elasticity on ultrasound propagation: an in vitro study. *J Bone Miner Res* 2000; 15:2458 – 2466.
- DIK, K.J. (1998): Röntgenologische Befunde der Entwicklung osteochondrotischer Abweichungen im Sprung- und Kniegelenk niederländischer Warmblutfohlen im Alter von 1 bis zu 11 Monaten. III. Internationaler Kongress über Kleintier- und Pferdekrankheiten der Ungarischen Vet.-Med. Gesellschaft, Budapest.
- DIRISAMER, A. UND GRAMPP, S. (2002): Radiologische Diagnostik der Osteoporose. *Journal für Mineralstoffwechsel* 9(4): 7-15.

- DONABEDIAN M., DELGUSTE, C., PERONA, G., LEBECQUE, P., DUBOEF, F., LEPAGE, O., MARTIN-ROSSET, W. (2005): Third metacarpal bone mineral density assessment in the standing horse by dual X-ray absorptiometry. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2005;18:26-30.
- DOREAU, M., BOULOT, S. (1989): Recent knowledge on mare milk production: a review. *Livest. Prod. Sci.* 22, 213-235.
- DRUM, M.G., LES, C.M., PARK, R.D., NORRDIN, R.W., MCILWRAITH, C.W., KAWCAK, C.E. (2009): Correlation of quantitative computed tomographic subchondral bone density and ash density in horses. *Bone* 2009; 44:316–319.
- DUBS, B. (2002): Quantitativer Ultraschall (Osteosonometrie) in der Osteoporosediagnostik. *Der Orthopäde*, 31, S.176-180.
- DUCROCQ, V. (1987): An analysis of length of productive life in dairy cattle. Ph. D. Thesis, Cornell University, Ithaca, USA.
- DUCROCQ, V., QUAAS, E., POLLACK, J. UND CASELLA, G. (1988): Length of productive life in dairy cows. 1. Justification of a weibull model. *J. Dairy Sci.*
- EMPEL, W., LOJEK, J., WASOWSKI, A. (1993): The effect of the breeder, year and month of birth and sex on the skeletal maturation of Thoroughbred horses; *Annals of Warsaw Agricultural University, Animal Science* No. 29, 11-15.
- ENGELBRECHT-BRESGES, W. (1996): Vorwort in: Skelettreife und Trainingsbeginn bei Vollblutpferden unter besonderer Berücksichtigung des Terschutzes. *Direktorium für Vollblutzucht und Rennen.* wak Verlag- und Kunstberatung München.
- ENGELHARD VON, W., BREVES, G. (2005): *Physiologie der Haustiere.* Enke Verlag Stuttgart.
- ENGELKE, K., KAROLCZAK, M., LUTZ, A., SEIBERT, U., SCHALLER, S., KALENDER, W. (1999): Mikro-CT: Technologie und Applikationen zur Erfassung von Knochenarchitektur. *Radiologe* 1999; 39(3):203-212.

- FALCONER, D.S: (1984): Einführung in die quantitative Genetik.
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- FALLER, A., SCHÜNKE, M.,SCHÜNKE, G. (2004): Der Körper des Menschen.
Thieme-Verlag, 14. Auflage.
- FELDHAUS, A. (2006): Wirkung von Seltenen Erden auf den osteoporotisch veränderten
Knochen im Tiermodell der ovariektomierten Ratte.
Dissertation, Universität München.
- FELSENBERG, D., GOWIN, W. (1999): Knochendichtemessung mit Zwei-Spektren-Methoden.
Der Radiologe 39:186-193.
- FERGUSON, J.D., D.T. GALLIGAN, D. T., THOMSEN, N. (1994): Principal descriptors
of body condition in Holstein cows. J. Dairy Sci. 77, 2695-2703.
- FINKLER-SCHADE, C. (1997): Felduntersuchung während der Weideperiode zur Ernährung
von Fohlenstuten und Saugfohlen sowie zum Wachstumsverlauf von Fohlen.
Dissertation, Universität Bonn.
- FINKLER-SCHADE, C. (2002): Absetzen ohne Stress. Hannoveraner 09/02.
- FINKLER-SCHADE, C. (2004): Absetzen von Fohlen. Hannoveraner 09/04.
- FIRTH, E.C. (2006): The response of bone, articular cartilage and tendon to exercise
in the horse. Journal of Anatomy 208: 513-526.
- FIRTH, E.C., VAN WEEREN, P.R., PFEIFFER, D.U., DELAHUNT, J. UND BARNEVELD, A. (1999):
Effect of age, exercise and growth rate on bone mineral density (BMD) in third carpal
bone and distal radius of Dutch Warmblood foals with oteochondrosis.
Equine Veterinary Journal Supplement 31: 74-78.
- FLADE, J.E. (1957): Wachstum und Entwicklung beim Pferd – eine Betrachtung über die
Fohlenaufzucht. Tierzucht 11. 163 (B), 163-170.

- FLEMING, J. (2008): Entwicklung der Zuchtstruktur in Westfalen.
Masterarbeit, Universität Göttingen.
- FN (Deutsche Reiterliche Vereinigung e.V.) (2007): ZVO, Abschnitt B.II:
Rahmenbestimmungen für die Populationen der deutschen Reitpferdezucht.
Unter: www.fn-dokr.de. Abrufdatum: 31.01.2007.
- FN (Deutsche Reiterliche Vereinigung e.V.) (2009): Jahresbericht. FNverlag, Warendorf.
- FRANDSON, R.D., WILKE, L.W. UND FAILS, A.D. (2003): Anatomy and Physiology of
Farm Animals. Lippincott Williams and Wilkins.
- FRAPE, D.L. (1986): Growth of the horse. Equine nutrition and feeding.
Longman Scientific and Technical, Longman Group UK Limited.
- FRENTZEN, F. (1994): Bewegungsaktivitäten und -verhalten von Pferden in Abhängigkeit
von Aufstallungsform und Fütterungsrhythmus unter besonderer Berücksichtigung
unterschiedlich gestalteter Auslaufsysteme. Dissertation, Universität Hannover.
- FÜRST, A., MEIER, D., MICHEL, S., SCHMIDLIN, A., HELD, L., LAIB, A. (2008): Effect of age on
bone mineral density and micro architecture in the radius and tibia of horses:
An Xtreme computed tomographic study. BMC Veterinary Research 2008;4:3.
- GABEL, A.A., SPENCER, C.P., PIPERS, F.S. (1977): A study of correlation of closure of the
distal radial physis with performance and injury in the standardbred.
JAVMA, Vol 170, No 2.
- GAULY, M. (2008): Vortragsunterlagen Akademie Pferdemanagement Vechta 2008
- GEH (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (1994). Empfehlungen zur Energie- und
Nährstoffversorgung des Pferdes. 2. Auflage DLG-Verlag, Frankfurt/Main.
- GLODEK, P. (1979): Merkmalsantagonismen in der Leistungszucht bei Pferden.
Züchtungskunde.

- GOODSHIP, A.E., LANYON, L.E., MACFIE, J.H., PYE, C.J. (1979): Bone stress in the horse forelimb during locomotion at different daits. A comparison of two experimental methods. *Journal of Biomechanics*, Volume 15, Issue 3, 1982, Pages 141-154.
- GRAMPP, S., HENK, C.B., IMHOF, H. (1999): Die klinische Anwendung der Densitometrie. *Der Radiologe* 39: 222-227.
- GRAVERT, H. O. (1994): Einflüsse der Fütterung. In: *Tierzuchtungslehre*. H. Kräußlich (Hrsg.). Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- GREEN, D.A. (1969): A study of growth rate in thoroughbred foals. *Br. Vet.J.* 124, 539-546.
- GREGER, R. (1994): Wachstumsfaktoren und Altern. In: *Lehrbuch der Physiologie*. Hrsg.: Klinke und Silbernagl. Georg Thieme Verlag Stuttgart. S. 35 f.
- GRIER, S.J., TURNER, A.S. UND ALVIS, M.R. (1996): The use of dual-energy x-ray absorptiometry in animals. *Investigative Radiology* 31 (1):50-62.
- GRØNDAHL, A.M., DOLVIK, N.I. (1993): Heritability estimations of osteochondrosis in the metacarpo- and metatarsophalangeal joints of standardbred trotters. A radiographic study. *J. Equine vet. Sci.* 12, 81-85.
- GUTEKUNST, H. P. (1977): Zur Schadensursachenstatistik von entschädigten Reitpferden in den Jahren 1971-1974 innerhalb der BRD einschließlich West-Berlin. Dissertation, Universität Gießen.
- HACKLÄNDER, R. (1997): Praxisorientierte Untersuchungen zur Fütterung und zum Wachstum von Warmblutfohlen nach dem Absetzen während der Stallhaltung. Dissertation, Universität Bonn.
- HANNOVERANER VERBAND (2009): *Satzung*. Verden.
- HANS, D., ALLAOUA, M., SLOSMAN, D., GENTON, L. (1999): Quantitative Ultrasound and x-ray based techniques in the management of Osteoporosis. The first World Congress on controversies in obstetrics, gynecology & infertility. Prag, Tschechische Republik.

- HECK, H., CASPER, T. (1993): So wird (fast) jede Stute tragend. Beate Danker Verlag, Wölfersheim-Berstadt, S. 139-142.
- HEINTZELMANN-GRÖNGRÖFT, B. (1984): Spezielle Ethologie, Pferd. In: Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. S. 102 ff.
- HENNECKE, D.R., POTTER, G.D., KREIDER, J.L., YEATES, B. F. (1983): Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. Equine Vet. J. 15, 371-372.
- HENNIG, S. (2004): 100 Jahre Pferdezucht und Pferdesport in Deutschland. FN-Verlag, Warendorf.
- HERNANDEZ, C.J., KEAVENY, T.M. (2006): A biomechanical perspective on bone quality. Bone 39: 1173-1181.
- HERTSCH, B., KROLL, A. (1999): Skelettreife beim Fohlen, In: Göttinger Pferdetage '99, Zucht und Haltung von Sportpferden. FN-Verlag, Warendorf.
- HERZOG, B. (1991): Epizootiologische Untersuchung über die Nutzungsdauer und -intensität von Galopprennpferden. Dissertation, Universität Berlin.
- HICKMANN, J. (1983): Der richtige Hufbeslag. BLV Verlagsgesellschaft München, Wien, Zürich.
- HINEY, K. M., POTTER, G.D., GIBBS, P.G., BLOOMFIELD, S.M. (2004): Response of serum biochemical markers of bone metabolism to training in the juvenile racehorse. J. Equine Vet. Sci. 20 (12), 851-857.
- HINTZ, H.F., HINTZ, R.L., VAN VLECK, L.D. (1979): Growth rate of thoroughbreds, effect of age of dam, year and month of birth, and sex of foal. J. Anim. Sci. 48, 480 - 478.
- HOEKSTRA, K.E., NIELSEN, B.D., ORTH, M.W., ROSENSTEIN, D.S., SCHOTT, H.C., SHELLE, J.E. (1999): Comparison of bone mineral content and biochemical markers of bone metabolism in stall- vs. pasture-reared horses. Equine Vet. J. Suppl. 30:601-604.

- HOFMANN, T., RAUM, K., HEYROTH, F., MEINHARD, H., FRÄNZEL, W. (2005): Assesment of composition and anisotropic elastic properties of secondary osteon lamellae. Biomedizinische Technik 50(1).
- HOIS, C. (2004): Feldstudie zur Gewichtsentwicklung und Gewichtsschätzung beim wachsenden Pferd. Dissertation, Universität München.
- HOUSEHOLDER, D. (2006): Minimizing Weaning Stress in Foal. In press: Texas A&M University, Department of Animal Sciences Program.
- HUSKAMP, B., DÄMMRICH, K., ERBSLÖH, J., JEFFCOTT, L.B. (1996): Skelettreife und Trainingsbeginn bei Vollblutpferden unter besonderer Berücksichtigung des Tierschutzgesetzes. München. Wak.
- HUTSON J.M., HASTHORPE, S., HEYNS, C.F. (1997): Anatomical and functional aspects of Testicular descent and cryptorchidism. Endocrine Reviews, 18, 259-280.
- INRA (1990): L'Alimentation des cheveux, W. Martin-Rosset Editors, INRA Editions, Versailles, 232.
- IWERSEN, E. (1926): Die Körperentwicklung des holsteinischen Marschpferdes von der Geburt bis zum Abschluss des Wachstums. Züchtungskunde 1, 134-143.
- JACKSON, S. G., PAGAN, J.D. (1993): Developmental orthopedic disease; Multiple causes – No sure cures. J. Equine Vet. Sci. 13, 9-10.
- JANSEN, K.O. (2010): Persönliche Mitteilung in: Kryptorchismus des Hengstes – Pathophysiologie, Inzidenz, Genetik und Behandlungsmöglichkeiten. In: Bachelorarbeit Franz, Universität Göttingen.
- JANSEN, P. (2007): Persönliche Gespräche.
- JEFFCOTT, L.B., BUCKINGHAM S.H.W., MCCARTNEY R.N. (1986): In: Equine exercise physiology 2. Proceedings of the Second International Conference on Equine Exercise Physiology, San Diego, California, 1986; August 7-11, ICEEP Publications (Davis, Calif).

- JEFFCOTT, L.B. (1991): Osteochondrosis in the horse – searching for the key to pathogenesis.
Equine Vet. J. Suppl. 23, 331 – 338.
- JEFFCOTT, L.B. (2005): Developmental diseases affecting growing horses.
In: The growing horse: nutrition and prevention of growth disorders.
EAAP publication No. 114, 2005, Dijon, France. Wageningen Academic Publishers.
- KANIS, J.A. (1997): Bone density measurement and osteoporosis.
Journal of Internal Medicine 241: 173- 175.
- KEBERNIK, M. (2005): Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften der Schrauben-
Knochen-Verbindung im kortikalen Knochen. Dissertation, Universität Ulm.
- KECK, E. UND KRUSE, H.P. (1994) Osteoporose. Klinik-Diagnostik, Gustav Fischer Verlag.
- KHODADADYAN-KLOSTERMANN, C. (2004): Biomechanische, histomorphologische und
radiologische Analyse der proximalen Tibia. Habilitation, Universität Berlin.
- KIENZLE, E., SCHRAMME, C.S. (2004): Body Condition Scoring and Prediction of Body
Weight in Adult Warmblood Horses. Pferdeheilkunde 20(6), 517-524.
- KILEY- WORTHINGTON, M. (1993): Pferdepsyche – Pferdeverhalten.
Müller Rüschlikon Verlags AG, CH- Cham/ Zug.
- KLUNKER, M. UND BARTH, I. (2008): Wünsche der Praxis an eine Zuchtorganisation –
Ergebnis einer Befragung. In: 5. Pferdeworkshop Uelzen, 14 -21.
- KNOTTENBELT, D.C., HOLDSTOCK, N., MADIGAN, J. (2007): Entwicklungsbedingte
orthopädische Erkrankungen. In: Neonatologie des Pferdes. Elsevier.
- KNOTTENBELT, D.C.UND PASCOE, R.R.R, (2000) Farbatlas der Pferdekrankheiten.
Verlag Schlütersche, Hannover 2. Auflage 209-55.
- KOLB, E. (1980): Physiologie der Haustiere, Teil II. Gustav Fischer Verlag Jena, 3. Auflage.

- KORRIES, O. C. (2003): Untersuchung pferdehaltender Betriebe in Niedersachsen: Bewertung unter dem Aspekt der Tiergerechtigkeit, bei Trennung in verschiedene Nutzungsgruppen und Beachtung haltungsbedingter Schäden. Dissertation, Universität Hannover.
- KORVER, D. R., SAUNDERS-BLADES, J. L., NADEAU, K. L. (2004): Assessing Bone Mineral Density In Vivo: Quantitative Computed Tomography. In Poultry Science. Heft 83, 2004, S. 222-229.
- KREKELER, N. (2003): Röntgenologische Befunderhebung an Sprunggelenken und Knien. Dissertation, Universität Berlin.
- KREYENHAGEN, M. (2006): Die Entwicklung der Hannoveraner Zucht in Grünlandgebieten des Bezirksverbandes Stade im Vergleich zum Raum Osnabrück. Diplomarbeit, Hochschule Osnabrück.
- KROLNER, B, TOFT, B (1963): Vertebral bone loss, an unheeded side effect of therapeutic bed rest. Clinical Science, 64 537-540.
- KRONACHER, C. (1929): Züchtungslehre. Paul Parey Verlag, Berlin.
- LANGHOLZ, H.J., SCHMITTEN, F., SCHWARK, H.J. (1994): Leistungsprüfungen in: Tierzuchtungslehre. H. Kräußlich (Hrsg.). Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- LAWRENCE, L.A., OTT, E.A., MILLER G.J., POULOS, P.W., PIOTROWSKI, G., ASQUITH, R.L. (1994): The mechanical properties of equine third metacarpals as affected by age. J Anim Sci 1994;72:2617-2623.
- LAWRENCE, L.A. (2006): Principles of Sound Growth. Kentucky Equine Research, Versailles, Kentucky, USA. Equineews/ Volume 5, Issue 4.
- LEE, T.C. (2003): Microdamage in osteoporosis, bone quality and remodelling. Journal of Anatomy 203: 159.

- LEGUERNEY, I., RAUM, K., SAIED, A., FOLLET, H., BOIVIN, G., BRANDT, J., LAUGIER, P. (2003):
Trabecular bone properties evaluated by scanning acoustic microscopy.
Western Carolina University.
- LEONHARDT, H. (1990): Binde- und Stützgewebe. In:
Histologie, Zytologie und Mikroanatomie des Menschen. Thieme Verlag, 8. Auflage.
- LEPAGE, O.M., WHITTON, C., DANIELI, NIV, Y. (1998): Multi site quantitative ultrasound
measurements in horses: preliminary results for metacarpal bone assessment.
Bone 1998;23, F214.
- LEPAGE, O.M., CARSTANJEN, B., UEBELHART, D. (2001): Non-invasive assessment of the
bone: an update. Vet. J. 161, 10-23.
- LEWIS, L.D. (1989): Einfluss der Ernährung auf die Entwicklung des Bewegungsapparates.
In Adams: Lahmheit bei Pferden. Verlag M. & H. Schaper, Alfeld. S. 277, 296.
- LIEBICH, H.G. (1990): Funktionelle Histologie. Schattauer-Verlag.
- LOEFFLER, K. (2002): Anatomie und Physiologie der Haustiere.
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- LOJEK, J., OLEKSIK, S. (1993): Analysis of the age at the first start of the two year old
Thoroughbreds depending on the rate of their skeletal maturation.
Annals of Warsaw Agricultural University, Animal Science No. 29, 23-28.
- LÖWE, H., MEYER, H. (1979): Pferdezucht und Pferdefütterung,
5. Auflage. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- LÜLLMANN-RAUCH, R. (2006): Taschenlehrbuch Histologie.
Thieme Verlag, Stuttgart S. 156-158.
- MACK, J. (2007): Einfluss des Kraftfutterangebots auf Parameter des Wachstums bei
Warmblutfohlen. Dissertation Universität München.

- MÄHLMANN, C. (2007): Erbliche Defekte und Dispositionen beim Pferd – eine Bewertung unter tierschutzrechtlichen Gesichtspunkten. Dissertation, Universität Bern.
- MAMPRIN, M.J., VULCANO, L.C., MUNIZ, L.M.R. (1992): :Estudo radiographico do fechamento da epifise distal do radio em potras da raca Manga-larga. Vet e Zoot 1992 ; 4 :48-62.
- MARAHRENS, F. (2008): Aktuelles für die Züchter. Interview.
In: Reiter und Pferde in Westfalen, August 2008, S. 12-14.
- MARTIN-ROSSET, W. (1990) L'alimentation des chevaux. In Condizione corporea nel cavallo atleta: Relazione tra il Body Condition Score e la tecnica ultrasonografica, edited by Miraglia, Gagliardi, Polidori, Bergero. Vol. 11, 59-65
Obiettivi & Documenti Veterinari.
- MARTIN-ROSSET, W. (2005): Growth and development in the equine.
In The growing horse: nutrition and prevention of growth disorders,
edited by EAAP publication No. 114 Dijon, France
(Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands) s. 15-50.
- MASON, T.A., BOURKE, J.M. (1972): Closure of the distal radial epiphysis and its relationship to unsoundness in two year old thoroughbreds.
Australian veterinary Journal, Vol. 49, May 1973.
- MATTHIESSEN, H.D. (1993): Dynamik des Wachstums im Pfannendach. In: Schilt, M.: Angeborene Hüftdysplasie und –luxation vom Neugeborenen bis zum Erwachsenen. SGUMB-SVUPP-Eigenverlag, Zürich: 19-46.
- MATTHIESSEN, H.D. (1999): Wachstum, Reifung und Dynamik im Säuglingshüftpfannendach. Experimentelle Untersuchungen an den Wachstumsfugen.
In: Konermann, W., Gruber, C. Tschauner: Die Hüftreifungsstörung. Steinkopff, Darmstadt: 37 - 89.
- MATTHIESSEN, H.D. (2003): Wachstum und Reifung.
In: Tschauner: Hüfte und Becken, Georg Thieme Verlag 2003. 119 - 133.

- MCCARTHY, R.N., JEFFCOTT, L.B. (1992): Effect of treadmill exercise on cortical bone in the third metacarpus of young horses. *Research in Veterinary Science*, 52 (1): 28-37.
- MCCLURE, S.R., GLICKMAN, L.T., GLICKMAN, N.W., WEAVER, C.M. (2001): Evaluation of dual energy x-ray absorptiometry for in situ measurement of Bone mineral density of equine metacarpri. *American Journal of Veterinary Research*. 5: 752-756.
- MCILWRAIGHT, C. W. (2002): Diseases of Joints, Tendons, Ligaments and related Structures. In: Adams' Lameness in Horses. 5th edition 2002, Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, S. 459-640.
- MEAD, M.N. (2008): Benefits of Sunlight, a bright Spot for human Health. *Environmental Health Perspectives* 4: 161-167.
- MEADOWS, D.G., HENTON, J.E. (2003): Weaning managements for Foals. In press: Equifacts, The University of Tennessee, Agriculture Extension Service.
- MEAKIM, D.W., OTT, E. A., ASQUITH, R. L., FEASTER J. P. (1981): Estimation of Mineral Content of the Equine Third Metacarpal by Radiographic Photometry. *J. Anim Sci*. 1981. 53:1019-1026.
- MEINARDUS, H. (1995): Zuchtziel aus der Sicht des praktischen Pferdezüchters. *Göttinger Pferdetage '95- Zucht und Haltung von Sportpferden*. FN-Verlag Warendorf, 9-11.
- MEYER, H. (1989): Probleme der Fohlenfütterung. *Der praktische Tierarzt*, 7, 5 - 8.
- MEYER, H. (1996): Das neugeborene Fohlen - alles startklar? *Pferdeheilkunde* 12[3], 171-178.
- MEYER, H. (1995): *Pferdefütterung*, 3. Auflage. Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin.
- MEYERS, V., EMMERSON, M.A. (1966): The age and manner of epiphyseal closure in the forelegs of two arabian foals. *J. Am Vet Radiol Soc* 1966; 7:39-47.

- MIRAGLIA, N. (2005): Influence of management and nutrition on growth in the young horse.
In: The growing horse: nutrition and prevention of growth disorders.
EAAP publication No. 114, 2005; Dijon, France.
- MOLL, E. (2008): Stuten- und Fohlenfütterung wissenschaftlich betrachtet.
Futterjournal, 15/08.
- MOSEKILDE, L. (2000): Normal age-related changes in bone mass, structure, and strength-
consequences of the remodelling process. Danish Medical Bulletin 40: 65-83.
- MÜHLENS-KLEMM, B. (2007): Persönliche Gespräche.
- MÜNCH, C. (2006): Vergleich verschiedener Absetzverfahren.
Masterarbeit, Universität Göttingen.
- MURRAY, J.A. (1919) Meat production. J. Agric. Sci. 9, 174 - 178.
- NEISSER, E. (1987): Probleme des Wachstums und der Entwicklung beim englischen Vollblut.
Veterinärmedizin 42, 476 - 480.
- NICKEL, R., SCHUMMER, A., SEIFERLE, E. (2004): Lehrbuch der Anatomie der Haustiere.
Band 1 Bewegungsapparat Parey Verlag Stuttgart.
- NIELSEN, B.D., G.D. POTTER, E.L. MORRIS, T.W. ODOM, D.M. SENOR, J.A. REYNOLDS, W.B.
SMITH, M.T. MARTIN (1997): Changes in the third metacarpal bone and frequency of
bone injuries in young quarter horses during race training – observations and
theoretical considerations. J. Equine Vet. Sci. 17, 541-549.
- NIEMANN, B. (2009): Untersuchungen zu Veränderungen im Zuchtgeschehen und deren
Auswirkungen auf die Hannoveraner Pferdezucht. Dissertation, Universität Göttingen.
- NJEH, C.F, HANS, D., WU, C., KANTROVICH, E., SISTER, M., FUERST, T., GENANT, H.K. (1999):
An in vitro investigation of the dependence on sample thickness of the speed of sound
along the specimen. Medical engineering and physics 1999;21,651–9.

- PAGAN, J. D. (2006): Managing Growth for different commercial end points.
Kentucky Equine Research, Versailles, Kentucky, USA. P.319-326.
- PAGAN, J.D., JACKSON S.G. (1996): The incidence of developmental orthopaedic disease in
pasture-fed New Zealand Thoroughbreds. Equine Vet. J. 30:211 - 218.
- PALSSON, S. (1955): in: Allgemeine Tierzucht. 1. Auflage Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- PEARCE, S., HURTIG, M.B., RUNCIMAN, J., DICKEY, J. (2000): Effect of Age, Anatomic Site
and Soft Tissue on Quantitative Ultrasound. 2000;
ASBMR 22nd Annual Meeting, October, Toronto, Ontario.
- PEZZOLI, G., DEL BUE, M. (1973): Radiographic study of distal radial physeal closure in
Thoroughbred horses. Veterinary Radiology & Ultrasound.
Volume 38, Issue 5, pages 352 - 354.
- PFEIL UND KLEIN-ELLGUTH, D. J. F GRAF V. (2004): Biomechanische Vergleichsstudie
zwischen Platten-Nagel-Kombination und Verriegelungsnagel am Modell der Tibia
des Hundes. Dissertation, Universität Berlin.
- PHYSICK-SHEARD, P.W. (1986): Career Profile oh the Canadian Standardbred II. Influence of
Age, Gait and Sex upon Number of Races, Money Won and Race Times.
Can. J. Vet. Res.
- PIETSCHMANN P., KERSCHAN-SCHINDEL K. (2004): Knochenqualität – wissenschaftliche
Aspekte versus praktische Relevanz. Journal für Mineralstoffwechsel 2004;3,24-26.
- PIOTROWSKI, G., SULLIVAN, M., COLAHAN, P.T. (1983): Geometric properties of
ostechondrosis metacarpi. J Biomech 1983;16:129-139.
- POCOCK, N.A., EISMANN, J.A., HOPPER, J.L., YEATES, M.G., SAMROCK, P.N. und
EBERT S. (1987): Genetic Determinants of Bone Mass in Adults.
Journal of Clinical Investigation 80: 706-710.
- POOL, R. R. (1993): Difficulties in definition of equine osteochondrosis: Differentiation of
development and acquired lesions. Equine vet. J. Suppl. 16, 5-12.

- POOL, R. R. (1995): Nutritional insignificance as it relates to developmental orthopaedic disease. Roc 14th ENPS, Ontario, CA., 344-352.
- PREVHAL, S., FÜRST, T., FAN, B., NJEH, C., HANS, D., UFFMANN, M., SRIVSTAV, S., GENANT, H.K. (2001): Quantitative Ultrasound of the tibia depends on both cortical density and thickness Osteoporos International 2001; 12, S. 28-34.
- RAUB, R.H., JACKSON, S.G. UND BAKER, J.P. (1989): The effect of exercise on bone growth and development in weanling horses. Journal of Animal Science, 67: 2408-2514.
- REININGHAUS, M. (2003): Röntgenologische Befunderhebung an Fesselgelenken. Dissertation, Universität Berlin.
- RICARD, A., CHAPIUS, H. (1997): Genetic correlation between longevity and performances for jumping horses. EAAP - 48 th Annual Meeting, Vienna 1997.
- RIGGS, C.M., BOYDE, A. (1999): Effect of exercise on bone density in distal regions of the equine third metacarpal bone in 2-year-old thoroughbreds. Equine Veterinary Journal Supplement 30: 555-560.
- RODEWALD, A. (1989): Fehler bei der Haltung und Nutzung als Schadensursache bei Pferden in Reitbetrieben. Dissertation, Universität München.
- ROONEY, J.R. (1969): Biomechanics of lameness in horses. The Williams & Wilkins Company, Baltimore.
- ROSSDALE, P. (1994): Pferdezucht. Franckh - Kosmos Verlag, Stuttgart, S. 203- 206.
- RÜTER, J. (2008): Persönliche Gespräche.
- SAKATA, S., BARKMANN, R., LOCHMULLER, E.M., HELLER, M., GLUER, C.C. (2004): Assessing bone status beyond BMD: Evaluation of bone geometry and porosity by quantitative ultrasound of human finger phalanges. J Bone Miner Res 2004; 19:924 – 930.

- SCHAAF, A., HERRENDÖRFER, G., RITTER, E. (1985): Selektionsmerkmale, Zuchtziele und Zuchtprogramme in der Schweinezucht. Arch. Tierz.
- SCHADE, W. (2009): Der Pferdezüchter: Der große Unbekannte? Pferdefokus 12/09. S.36-39. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH, Hannover.
- SCHADE, W., 2008: Zukünftige Entwicklungen der Zuchtorganisationen am Beispiel des Hannoveraner Verbandes. In: 5. Pferdeworkshop Uelzen, S. 30 - 34.
- SCHILKE, F. (1922): Biometrische Untersuchungen über das Wachstum der Trakehner Pferde. Dissertation, Königsberg.
- SCHMIDT, J. (2005): Studie zur Knochendichtemessung mit Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA) bei der ausgewachsenen Katze. Dissertation, Universität Hannover.
- SCHÖNMUTH, G., SEELAND, G. (1994): Wachstum. In: Tierzuchtungslehre. H. Kräußlich. (Hrsg.). Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- SCHULZE-LEFERT, G. (2009): Bachelorarbeit Osnabrück.
- SEEMANN E. (2003): Bone Quality. Osteoporos International 2003;14 (Suppl 5), S.3-7.
- SEHMISCH, S., DULLIN, C., ZAROBAN, A., TEZVAL, M., RACK, T., SCHMELZ, U., SEIDLOVA-WUTTKE, D, DUNKELBERG, H., WUTTKE, W., MARTEN, K., STUERMER, K.M, STUERMER, E.K. (2009): The use of flat panel volumetric computed tomography (fpVCT) in osteoporosis research. Acad Radiol 2009;16(4):394-400.
- SEIDENSTICKER, C. (1999): Abgangsursachen entschädigter Pferde einer Tierversicherung aus den Jahren 1990-1995. Dissertation, Universität Hannover.
- SILBERSIEPE, E., BERGE, E., MÜLLER, H. (1986): Lehrbuch der speziellen Chirurgie. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 16. Auflage.

- SMITH A., STANIAR W. B., SPLAN, R. K. (2006): Associations between yearling body measurements and career racing performance in thoroughbred racehorses. *Journal of Equine Veterinary Science* 2006; (5) 212-214.
- SMITH, R.K.W., GOODSHIP, A.E. (2008): The Effect of early Training and the Adaption and Conditioning of Skeletal Tissues. *The Veterinary clinics of North.America. Equine practice* 24(1): 37-51.
- SMOLLICH, A., MICHEL, G. (1991): *Mikroskopische Anatomie der Haustiere.* Gustav Fischer-Verlag.
- SOSATH, G. (2008): *Persönliche Gespräche.*
- STANIAR, W.B., KRONFELD, D.S., TREIBER, K.H., SPLAN, R.K. (2004): Growth rate consist of baseline andsystematic deviation components in Thoroughbreds. *J Anim Sci* 2004. 82: 1007-1015.
- STEGEN, H. (1929): Die Entwicklung der hannoverschen Hengstfohlen im Hengstauzuchtgestüt Hunnesrück. *Züchtungskunde*, 4. Jahrgang.
- STEIN, R., SCHRÖDER, A. (2010): Maldeszenus testis – Wann ist der Hoden in Gefahr? *Der Allgemeinarzt*, 1, 44 - 49.
- STIENS, G. (2006): Magengeschwüre beim Pferd: Ein in der Praxis oft unerkannt bleibendes Problem. In: *Aktuelle Mitteilungen des VDD.*
- STODULKA, R. (2006): *Medizinische Reitlehre. Trainingsbedingte Probleme verstehen, vermeiden, beheben.* Parey. MVS Medizinverlag Stuttgart GmbH & Co KG, Stuttgart.
- STOVER, S.M., POOL, R.R., MARTIN, R.B., MORGAN, J.P. (1992): Histological features of the dorsal cortex of the third metacarpal bone mid-diaphysis during post-natal growth in thoroughbred horses. *Journal of anatomy* 1992;181, 455-69.
- STRAND, E., BRAATHEN, L. C., HELLSTEN, M. C. HUSE-OLSEN, L., BJORNSDOTTIR, S. (2007): Radiographic closure time of appendicular growth plates in the Icelandic horse. *Acta Veterinaria Scandinavica* 2007, 49:19.

- SUNLIGHT (2009): Unter: <http://www.sunlightnet.com/international/html/tech.html>
Abrufdatum: 18. Juni 2009.
- THOMPSON, K.N. UND SMITH, B.B. (1994): Skeletal growth patterns of Thoroughbred horses.
J. Equine Vet. Sci. 14, 148-151.
- THOMPSON, K.N., BAKER, J.P., JACKSON, S.G. (1988): The influence of supplemental feed on
growth and bone development of nursing foals. J. Anim. Sci. 66, 1692-1696.
- TIERSCHUTZGESETZ (18.12.2007): unter: www.bmelv.de
- TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG (9.10.2009): unter: www.bmelv.de
- TIERZUCHTGESETZ (22.12.2006) unter: www.bmelv.de
- TURNER, C.H. (2002): Determinants of skeletal fragility and bone quality.
J Musculoskel Neuron Interact 2002; 2(6):527-528.
- TURNER, S. (1989): Krankheiten der Knochen und Muskeln In Adams: Lahmheit bei Pferden.
Verlag M. & H. Schaper, Alfeld. S. 293 ff.
- ULLSTEIN, H. (1996): Natürliche Pferdehaltung. Verlag Müller, Rüschlikon
- VERHEYEN, K. (2006): Blood testing for fracture genes. Trainer, Spring Issue 13, 30 - 31
- VON LANGERMANN, H. (2009): Der Pferdezüchter: Der große Unbekannte?
Pferdefokus 12/09. S.36-39. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH, Hannover.
- VOSWINKEL, L. (2009): Einfluss der Bewegungsaktivität auf Wachstums- und
Ausdauerparameter beim Pferd. Dissertation, Universität Kiel.
- WALKER, S. (2007): Monitoring zum Wachstum und zu Gleidmaßenveränderungen von
Junghengsten in Schleswig-Holstein. Dissertation, Universität Kiel.

- WASMER, G. (1987): Ultrastruktur und Biochemie der Epiphysenfuge
In: "Die Epiphysenfugen", Pförringer W., Rosemeyer B.(Hrsg.)
Perimed Fachbuch-Verlagsgesellschaft, Erlangen, 1987, 1. Auflage, 25-52.
- WEICHELGARTNER, H. (2005): Was ist Knochenqualität? Orthoprof. 3/2005: S. 10-12
- WENIGER, H. (1980): Wachstum und Fleischbildung. In: G. Comberg (Hrsg.):
Tierzuchtungslehre. 3. Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- WESTFÄLISCHES PFERDESTAMMBUCH E.V. (2005): Körkatalog. Münster-Handorf.
- WESTFÄLISCHES PFERDESTAMMBUCH E.V. (2007): Veränderung der Röntgenstandards.
In: Körkatalog 2007. Münster-Handorf.
- WESTFÄLISCHES PFERDESTAMMBUCH E.V. (2009): Satzung. Münster-Handorf.
- WESTFÄLISCHES PFERDESTAMMBUCH E.V. (2010): Jahresbericht 2009. Münster-Handorf.
- WHAN G, RUNCIMAN J, HURTIG M. (2003): Correlation of quantitative ultrasound
measurements with material properties and bone mineral density in the equine
metacarpus. Equine and Comparative Exercise Physiology 2003;1;61-69.
- WILKE, A. (2003) Der Einfluss von Aufzucht und Haltung auf das Auftreten von
Osteochondrose (OC) beim Reitpferd. Dissertation, Universität Hannover.
- WILLARD, J.G., WILLIAMS, J. L., WILLARD, J.C., GREENE, J.R., KNAPP, E. A. (2005):
The effect of age of dam on birth weight and growth rate of Thoroughbred foals. In
The growing horse: nutrition and prevention of growth disorders,
edited by EAAP publication No. 114, Dijon France
(Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands), S. 65-66.
- WINKELSETT, S.(2003): Biochemische Knochenmarker und Parathormon bei Warmblutfohlen
unter Berücksichtigung des Vorkommens der Osteochondrose. Dissertation,
Universität Hannover.

WINKLER-BUDENHOFER, U.C. (2007): Scanning Acoustic Microscopy zur Beurteilung von neu gebildetem Knochen. Dissertation, Universität München.

WINTER, D. (1995): Genetische Dispositionen von Gliedmaßenkrankungen bei Reitpferden. Dissertation, Universität Göttingen.

WITTMANN, J. (2005): Wachstum In: Physiologie der Haustiere, ENGELHARD VON, W., BREVES, G. (2005). Enke Verlag Stuttgart.

WÖHLK, K., BRUNS, E. (1999): Analyse der Nutzungsdauer von Reitpferden im Turniersport In: Tagungsband Göttinger Pferdetage 1999, FN-Verlag, Warendorf, 31- 40.

WÖHLK, K. (1998): Diplomarbeit, Universität Göttingen.

WRIGHT, B. (1998): Body Condition Scoring. unter:
<http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/horses/facts/bodycon.htm>.
Abrufdatum: 30.06.2007.

ZALPOUR, C., AUGUSTIN, M. (2006): Für die Physiotherapie: Anatomie und Physiologie. Elsevier, Urban & Fischer Verlag.

ZEEB, K. (1995): Artgemäße Pferdehaltung und verhaltensgerechter Umgang mit Pferden. In Handbuch Pferd: Zucht, Haltung, Ausbildung, Sport, Medizin, Recht, 5. Auflage, BLV-Verlag, München



9 Anhang

Tab. A1: Codierung der erfassten Merkmale an den Vorder- und Hinterextremitäten der Junghengste

Bereich der Veränderung	Code	Bezeichnung der Veränderung
Keine Veränderungen	0	Ohne besonderen Befund
Veränderungen der knöchernen Strukturen	1	Verdickte Gelenke
	5	Epiphysitis
	7	Überbein
	11	Verdicktes Röhrbein/Fesselbein
	13	Verdickter Tarsus/Verdicktes Fesselgelenk
Veränderungen der Weichteile	2	Verdickte Sehnenscheide/Galle
	3	Piephacke
	4	Kreuzgalle
	6	Karpalgelenksbeule
	8	Schlaffe Textur
	10	Angelaufene Beine
	12	Bursitis
Äußere Verletzungen	16	Verdickte Sehne
	9	Mauke
	14	Hämatom
	17	Ballentritt
	18	Äußere Verletzung
	19	Arthroskopie

Tab. A2: Die einzelnen Merkmale im Rahmen der linearen Beschreibung der Vordergliedmaßenmerkmale (in Adaption nach WILKE, 2003)

Die Vordergliedmaße			
Ansicht von vorn	Karpus	1	bodenweit
		2	keine Abweichung
		3	bodeneng
	Lot	1	Varusstellung (O)
		2	keine Abweichung
		3	Valgusstellung (X)
	Zehe	1	zehenweit
		2	keine Abweichung
		3	zeheneng
Ansicht lateral	Aufhängung	1	vorbiegig
		2	keine Abweichung
		3	rückständig
	Lot	1	vorständig
		2	keine Abweichung
		3	rückständig
	Fesselstand/Huf	1	stumpfer Huf
		2	keine Abweichung
		3	spitzer Huf

Tab. A3: Die einzelnen Merkmale im Rahmen der linearen Beschreibung der Hintergliedmaßenmerkmale (in Adaption nach WILKE, 2003)

Die Hintergliedmaße			
Ansicht von hinten	Lot	1	keine Abweichung
		2	regelmäßig eng
	Tarsus	1	Varusstellung (O)
2		keine Abweichung	
3		Valgusstellung (X)	
Zehe	1	zehenweit	
	2	keine Abweichung	
	3	zeheneng	
Ansicht lateral	Konstrukt	1	unterständig
		2	keine Abweichung
		3	rückständig
	Gestalt der Hinterhand	1	säbelbeinig
		2	keine Abweichung
		3	bärentätzig
	Winkelung	1	wenig/steil
		2	keine Abweichung
		3	stark
	Fesselstand/Huf	1	stumpfer Huf
		2	keine Abweichung
		3	spitzer Huf

Tab. A4: Anzahl der Hengste pro Betrieb und Geburtsjahrgang mit erhobenen Gliedmaßendaten

Betrieb	2006	2007	2008	Gesamt
1	23	11	13	47
2	47	49	47	143
3	6	6	0	12
4	16	1	7	24
5	8	10	0	18
6	4	2	0	6
7	85	48	0	133
8	15	16	0	31
9	8	8	8	24
10	11	0	0	11
11	16	0	0	16
Gesamt	243	151	75	469

**Tab. A5: Arbeitskräftebesatz der Hengstaufzuchtbetriebe**

Betrieb	Arbeitskräfte Gesamt	Arbeitskräfte Hengstaufzucht
1	5,5	2
2	6,5	1
3	~ 12	~ läuft nebenher
4	3	1
5	7	~ läuft nebenher
6	1,5	1,5
7	30	7
8	~ 4	~ 1,5
9	7	0,5
10	~ 3	1
11	5	1

Tab. A6: Betriebsstandort

Betrieb	Höhenlage	Niederschlag	Temperatur	Bodenpunkte
1	30	680	8,5 bis 9,0	43 - 58
2	140 - 420	810	8,2	32 - 91
3	60	700 - 800	9 bis 10	n.b.
4	60 - 75	750 - 800	9,82	n.b.
5	60	750 - 800	9,82	40 - 50
6	125	900 - 1100	9,5 - 10,5	n.b.
7	50	750	10,5	15 - 40
8	-7	800 - 900	8,5 - 9,5	n.b.
9	20	650 - 700	9 bis 10	n.b.
10	49	640	8,5	n.b.
11	60	700 - 800	9 bis 10	50 - 80
Ø	58,8 - 85,6	739 - 798	9,1 - 9,6	36 - 63,8



Tab. A7: Verteilung der Einzeltierbeobachtung auf die Geburtsjahre 2006, 2007 und 2008 in Abhängigkeit des Betriebes (n = 721)

Betrieb	Geburtsjahr			Gesamt
	2006	2007	2008	
1	31	16	13	60
2	138	97	47	282
3	9	10	0	19
4	27	1	7	35
5	10	10	0	20
6	8	4	0	12
7	125	58	0	183
8	24	16	0	40
9	16	10	8	34
10	16	0	0	16
11	20	0	0	20
Gesamt	424	222	75	721

Tab. A8: Anzahl der Hengste pro Gruppe innerhalb der verschiedenen Betriebe

Betrieb	Anzahl Pferde pro Gruppe
1	6 bis 20
2	12 bis 25
3	15 bis 20
4	8 bis 10
5	5 bis 10
6	2 bis 4
7	10 bis 100
8	15
9	2 bis 5
10	4 bis 25
11	8 bis 15
Ø	8 bis 23



Tab. A9: „Auslaufmöglichkeiten“ (X) während der Wintermonate innerhalb der Stallhaltung in den verschiedenen Hengstzuchtbetrieben

Betrieb	Sandpaddock	Befestigter Laufhof	Zugang zur Weide	Bewegungshalle
1	X	X	X	
2		X		
3	X		X	
4	X	X	X	
5	X	X	X	
6				X
7		X		
8		X		
9		X		
10	X	X		X
11		X	X	

Tab. A10: Darstellung der vorhandenen Trainingsanlagen (X) der Hengstzuchtbetriebe

Betrieb	Reithalle	Reitplatz	Longierhalle	Führmaschine	Laufband	Paddock
1	X	X		X		
2	X					
3	X	X	X	X	X	
4	X	X		X		
5	X	X	X	X	X	
6	X	X				
7	X	X	X		X	
8	X	X	X	X		X
9	X	X	X	X		
10	X	X				
11	X	X	X	X		



Tab. A 11: Durchführung von Impfmaßnahmen (X) gegen Tetanus, EHV, Influenza, Hautpilz und Tollwut innerhalb der verschiedenen Hengstaufzuchtbetriebe

Betrieb	Tetanus	EHV	Influenza	Hautpilz	Tollwut
1	X	X	X	X	/
2	X	X	X	/	/
3	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	/
4	X	X	X	/	/
5	X	X	X	X	/
6	X	X	X	X	X
7	X	X	X	/	/
8	/	/	/	/	/
9	X	X	X	/	/
10	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	/
11	X	X	X	X	/

Tab. A12: Von den Hengstaufzuchtbetrieben besichkte Körschauplätze in Deutschland

Betrieb	Münster	Verden	Vechta	Redefin	Adelheidsdorf	München
1	/	X	/	X	/	/
2	/	/	/	/	X	/
3	X	/	/	/	/	X
4	X	X	X	/	/	/
5	X	/	X	/	/	/
6	X	X	X	/	/	X
7	X	X	X	/	/	X
8	/	X	/	/	/	/
9	/	X	/	/	/	/
10	/	X	/	X	/	/
11	X	X	X	/	/	X



Tab. A13: Signifikanzniveaus der Effekte Betrieb, Geburtsjahr und Betrieb*Geburtsjahr auf das jeweilige Merkmal der Vorderextremitäten

Merkmal	Aufnahme-	Betriebs-	Effekt	Effekt
Karpus	I	0,00	0,52	0,01
	II	0,14	0,70	0,48
	III	0,95	/	0,95
Fesselgelenk	I	0,86	0,51	0,32
	II	0,26	0,86	0,08
	III	0,99	/	0,99
Zehe	I	0,63	0,04	0,07
	II	0,10	0,85	0,12
	III	0,51	/	0,52
Aufhängung Lateral	I	0,75	0,57	0,97
	II	0,46	0,75	0,58
	III	0,39	/	0,39
Lot lateral	I	0,06	0,19	0,01
	II	0,12	0,90	0,45
	III	1,00	/	1
Fesselstand lateral	I	0,79	0,70	0,86
	II	0,46	0,21	0,36
	III	1,00	/	1

Tab. A14: Signifikanzniveaus der Effekte Betrieb, Geburtsjahr und Betrieb*Geburtsjahr auf das jeweilige Merkmal der Hinterextremitäten

Merkmal	Aufnahme-	Betriebs-	Effekt	Effekt
Lot von hinten	I	0,03	0,80	0,03
	II	0,03	0,68	0,18
	III	0,71	/	0,71
Tarsus	I	0,02	0,06	0,01
	II	0,02	0,04	0,01
	III	0,33	/	0,33
Zehe	I	0,01	0,00	0,00
	II	0,01	0,03	0,01
	III	0,58	/	0,58
Konstruktion	I	0,01	0,71	0,01
	II	0,65	0,01	0,36
	III	0,40	/	0,40
Gestalt der Winkelung	I	0,06	0,71	0,32
	II	0,30	0,01	0,17
	III	0,66	/	0,66
Winkel	I	0,1	1	0,03
	II	0,01	0,57	0,05
	III	0,16	/	0,16
Fesselstand	I	0,83	0,55	0,81
	II	0,14	0,57	0,02
	III	/	/	/

Tab. A15: Art und Häufigkeit des Auftretens verschiedener Lahmheiten im Rahmen der Datenaufnahme

	Aufzuchtintensität			gesamt
	Niedrig	moderat	hoch	
o.b.B.	174	125	148	447
Ataxie	0	1	0	1
Fühlig	0	2	0	2
Hufbeinbruch	0	0	1	1
tritt hinten kurz	0	0	6	6
Gesamt	174	128	155	457

Tab. A16: Übersicht über das Material und die Messergebnisse aus der DXA, QUS (lateral, dorsal, MW lateral und dorsal), fpVCT (lateral, dorsal, MW lateral und dorsal) und Knochenbruchstabilität

Tier	Alter	♂/♀	DXA g/cm ²	QUS (m/s)			fpVCT (HU)			BS kN
				Medial	lateral	MW	medial	lateral	MW	
1	2	♂	3,1	3935	4287	4111	1897	1926	1912	20,5
2	2	♀	2,8	4016	4434	4225	1950	1964	1957	24,2
3	3	♂	3,1	4019	4216	4117	1925	1939	1932	20,7
4	4	♀	3,4	4057	4307	4182	1993	1997	1995	25,8
5	5	♂	3,0	3804	4079	3942	1838	1853	1846	25,8
6	8	♀	2,9	4231	4451	4341	1956	1984	1970	19,0
7	10	♂	3,6	3892	4324	4108	1916	1940	1928	29,1
8	12	♀	2,9	4054	4416	4235	2015	2041	2028	21,2
9	13	♀	3,1	3763	4279	4021	1865	1932	1899	32,7
10	13	♀	3,5	3964	4330	4147	1922	1963	1943	30,5
11	13	♀	3,0	3992	4400	4196	1930	1981	1956	28,4
12	13	♀	3,3	4029	4521	4275	1997	2014	2006	20,6
13	14	♂	3,4	3855	4175	4015	1945	1981	1963	25,1
14	17	♀	2,7	3922	3842	3882	1898	1898	1898	20,1
15	19	♂	3,3	4004	4472	4238	1949	1987	1968	26,0
16	21	♀	3,5	4188	4289	4239	2013	2016	2015	29,9
17	22	♂	3,4	4082	4443	4263	1969	1989	1979	32,5
18	23	♀	2,6	3890	4364	4127	1765	1848	1807	19,6
19	27	♀	3,2	3969	4223	4096	1911	2004	1958	26,5



Danksagung

Das abschließende Schreiben der Danksagung bereitet mir große Freude. Es bietet mir die Möglichkeit, mich bei all den Menschen zu bedanken, die mich während meines Weges „durch die Promotion“ begleitet und unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr. Dr. Matthias Gauly. Seine fortwährende fachliche und menschliche Unterstützung hat im Wesentlichen zum Gelingen dieser Arbeit und meiner persönlichen Entwicklung beigetragen. Besonders herzlich danke ich ihm für das entgegengebrachte Vertrauen bei der Umsetzung der verschiedenen Projekte der vergangenen Jahre.

Herrn Prof. Dr. Breves danke ich für die Übernahme des Korreferats und die problemlose Zusammenarbeit zwischen den Universitäten Göttingen und Hannover.

Dem Westfälischen Pferdestammbuch e.V. und dem Verband des Hannoverschen Warmblutpferdes e.V. danke ich für die finanzielle Unterstützung des Projektes. Vor allem danke ich Herrn Dr. F. Marahrens, Herrn Dr. W. Schade und Herrn Dr. L. Christmann für das entgegengebrachte Vertrauen, für die persönliche Unterstützung des Projektes in der Praxis und für die konstruktiven Gespräche, sowie für die Hilfestellung bei der Auswahl der Betriebe.

Herrn Dr. V. Baltus und Herrn Dr. L. Ahlswede sowie der Tierklinik Domäne Karthaus danke ich für die veterinärmedizinische und beratende Unterstützung. Im Besonderen möchte ich Herrn Hubert Wiesmann für die Anfertigung der Röntgenbilder danken und für die schöne Zeit in den verschiedenen Betrieben.

Bei allen Hengstzuchtbetrieben möchte ich mich für die Bereitstellung ihrer Pferde für den Praxisbesuch bedanken. Den Betriebsleitern und ihren Mitarbeitern danke ich für die tatkräftige Unterstützung bei der Datenaufnahme. Mein besonderer Dank gilt dem entgegengebrachten Vertrauen durch alle Hengstzüchter und der Möglichkeit des Teilhabens an ihrem umfangreichen Erfahrungswissen.

Bedanken möchte ich weiterhin bei der Rossmetzgerei Hobbolt (Recklinghausen) und dem Schlachthof Bremen für die Zusammenarbeit und die Bereitstellung des Knochenmaterials.

Besonders herzlich danke ich all denen, die mich bei der Datenerhebung in der Praxis unterstützt haben, im Besonderen Florian Sitzenstock, der so manches Pferd beherzt auf die Waage geschoben hat.



Für die Hilfe bei der statistischen Auswertung, für seine Freundschaft und für die vielen Stunden als gemeinsame Büronachbarn danke ich Herrn Ahmad Idris.

Darüber hinaus bedanke ich mich bei allen Mitarbeitern des Departments für Nutztierwissenschaften (Fachbereich Institut für Tierzucht und Haustiergenetik) für die gute Zusammenarbeit in den letzten Jahren. Besonders bedanke ich mich bei den Doktorandinnen und Doktoranden der AG „Produktionssysteme für Nutztiere“.

Besonders bedanken möchte ich mich bei meinen Kollegen und Freunden Andre Hahn, Birthe Niemann, Burchhard Möllers und Sebastian Hoppe für unser Team „der ersten Stunde“, die vielen schönen Kaffeerunden und die fortwährende Freundschaft. Claudia Gille, Christian Gärke und Nina Stockebrand danke ich für den ein oder anderen gemeinsamen Ausflug in den „Blauen Turm“. Ihre Unterstützung und Hilfsbereitschaft haben außerordentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Dem Team Katharina Bethmann und Niels von Hirschheydt sowie Hubertus Schill danke ich für die gemeinsamen Stunden im Stall. Ihnen und meinen Pferden verdanke ich die „Normalität und den Ausgleich im Promotionsalltag“.

Meinen Geschwistern danke ich ganz herzlich für ihre Unterstützung und Hilfe, die entscheidend zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat.

Björn “Fösl” Förster danke ich für seinen Rückhalt, seine Freundschaft, sein Vertrauen und dafür, dass es ihn gibt. Ohne ihn hätte ich die vergangenen Monate kaum meistern können.

Meinen Eltern gebührt der größte Dank. Ohne sie wäre mir das Anfertigen dieser Arbeit nicht möglich gewesen. Meinem Vater danke ich im Besonderen für die vielen Stunden des fachlichen Austauschs, für die Ideen und Anregungen, kurzum für die gemeinsame Begeisterung für das Pferd. Über seinen Tod hinaus verbindet uns die Passion und Freude am Pferd.



Lebenslauf

Persönliche Daten

Familienname: Münch
Vorname: Christina
E-Mail: cmu@horsefuturepanel.de
Geburtsdatum: 28.03.1980 in Recklinghausen

Schule, Ausbildung und Studium

1990 - 1999 Gymnasium Petrinum, Recklinghausen
1999 - 2002 Ausbildung zum Pferdewirt (Schwerpunkt Reiten)
Studium der Agrarwissenschaften
2002 - 2006 Schwerpunkt: Nutztierwissenschaften
Abschluss: Master of Science
2007 - 2011 Promotion

Studien- und promotionsbegleitende Tätigkeiten

2002 - 2006 Bereiterin im Turnier- und Ausbildungsstall C. v. Daehne, Nörten-Hardenberg
11/2006 - 3/2010 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Produktionssysteme der Nutztiere (Tätigkeitsfeld: Öffentlichkeitsarbeit Studiengang Pferdewissenschaften), Prof. Dr. Dr. M. Gauly
4/2010 – 9/2010 Wissenschaftliche Mitarbeiterin im Dekanat für Agrarwissenschaften, Abteilung Öffentlichkeitsarbeit

Beschäftigung

10/2010 – 6/2011 Projektleitung HorseFuturePanel
Seit Juli 2011 Geschäftsführende Gesellschafterin der HorseFuturePanel UG (haftungsbeschränkt)



