

Aus dem Institut für  
Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung  
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Lehrstuhl für Tierernährung

Angefertigt unter der Leitung von  
Univ.-Prof. Dr. Ellen Kienzle

# **Einfluss des Kraftfutterangebots auf Parameter des Wachstums bei Warmblutfohlen**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von  
Julia Katharina Mack  
aus  
München

München 2007

Gefördert von der H. Wilhelm-Schaumann-Stiftung

**Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der  
Ludwig-Maximilians-Universität München**

Dekan: Univ.-Prof. Dr. E. P. Märtlbauer

Referent: Univ.-Prof. Dr. Kienzle

Korreferent: Priv.Doz. Dr. Wollanke

Tag der Promotion: 20. Juli 2007

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
2	Schrifttum.....	2
2.1	Wachstum und Entwicklung .....	2
2.1.1	Wachstum allgemein .....	2
2.1.1.1	Wachstumsfaktoren.....	3
2.1.1.1.1	Einfluss der Genetik.....	3
2.1.1.1.2	Einfluss des Geschlechts .....	5
2.1.1.1.3	Geburtsgewicht und Klima- bzw. Saisoneffekt.....	6
2.1.1.1.4	Milchleistung und Alter der Stute .....	9
2.1.1.1.5	Absetzalter.....	13
2.1.1.1.6	Einfluss der Fütterung.....	13
2.1.1.1.7	Einfluss des Haltungsmanagements.....	15
2.1.1.1.8	Einfluss des Klimas .....	15
2.1.2	Pränatales Wachstum .....	16
2.1.3	Gewicht und Körpermaße zum Zeitpunkt der Geburt.....	16
2.1.3.1	Stockmaß zum Geburtszeitpunkt .....	16
2.1.3.2	Gewicht zum Geburtszeitpunkt.....	17
2.1.4	Entwicklung des Gewichtes und der Körpermaße .....	18
2.1.4.1	Wachstumsverlauf.....	18
2.1.4.1.1	Entwicklung der Körperproportionen .....	18
2.1.4.1.2	Entwicklung der Körpergröße.....	19
2.1.4.1.3	Entwicklung der Schultergliedmaßen .....	21
2.1.4.1.4	Entwicklung der Körperlänge .....	23
2.1.4.1.5	Entwicklung der Rumpftiefe .....	24
2.1.4.1.6	Entwicklung der Lebendmasse.....	26
2.1.4.2	Mathematische Beschreibungen des Wachstums und der Gewichtsentwicklung.....	29
2.2	Abschätzung des Gewichtes.....	33
2.3	Body Condition Scores.....	35
2.3.1	Definition .....	35
2.3.2	Body Condition Scoring-Systeme.....	36
2.3.2.1	Body Condition Scoring beim Pferd .....	36

2.3.2.1.1	System von Hennecke et al. (1983).....	36
2.3.2.1.2	System von Carroll und Huntington (1988).....	37
2.3.2.1.3	System von Martin-Rosset (1990).....	38
2.3.2.1.4	System von Wright (1998).....	39
2.3.2.1.5	System von Kienzle und Schramme (2004).....	40
2.3.3	Optimale Body Condition .....	42
2.3.3.1	Fruchtbarkeit .....	42
2.3.3.1.1	Stuten.....	42
2.3.3.1.2	Hengste.....	42
2.3.3.2	Trächtigkeit .....	42
2.3.3.3	Sonstige Leistungsfähigkeit .....	43
2.4	Fütterung .....	43
2.4.1	Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Pferden.....	43
2.4.2	Fütterung von Fohlen .....	44
2.4.2.1	Trockensubstanz- und Milchaufnahme von Fohlen.....	44
2.4.2.1.1	Trockensubstanzaufnahmekapazität.....	44
2.4.2.1.2	Milchaufnahme.....	44
2.4.2.2	Energiebedarf von Fohlen .....	44
2.4.2.2.1	Energiebedarf .....	44
2.4.2.2.1.1	Bedeutung.....	44
2.4.2.2.1.2	Vergleich der verschiedenen Energiebewertungssysteme .....	46
2.4.2.2.1.3	Übersorgung mit Energie .....	50
2.4.2.2.1.4	Protein-Energie-Verhältnis.....	53
3	Material und Methoden .....	54
3.1	Versuchsziel .....	54
3.2	Versuchsaufbau .....	55
3.3	Methoden.....	60
3.3.1	Gewichtsmessungen .....	60
3.3.2	Körpermessungen.....	61
3.3.3	Wachstum des Hufhornes.....	63
3.3.4	Body Condition Score (BCS) nach Kienzle und Schramme (2004) .....	65
3.3.5	Bewegungsaktivität .....	65
3.4	Mathematische Aufbereitung der Daten .....	66
3.4.1	Deskriptive Statistik .....	66

4	Ergebnisse .....	67
4.1	Fütterung .....	67
4.1.1	Energieaufnahme der Fohlen .....	67
4.1.1.1	Energieaufnahme aus der Kraftfuttermischung .....	67
4.1.2	Trockensubstanzaufnahme der Fohlen .....	68
4.1.2.1	Trockensubstanzaufnahme aus der Kraftfuttermischung .....	68
4.2	Gewicht und Körpermaße .....	68
4.2.1	Gewicht .....	69
4.2.1.1	Gewicht absolut .....	69
4.2.1.2	Gewichtsentwicklung der Mutterstuten .....	70
4.2.1.3	Gewicht relativ zum Gewicht der Mutterstute .....	71
4.2.1.4	Gewicht im Vergleich zu zugekauften Fohlen .....	72
4.2.1.5	Gewichtsentwicklung aufgetrennt nach Geschlecht .....	73
4.2.1.5.1	Gewichtsentwicklung der Stutfohlen .....	73
4.2.1.5.2	Gewichtsentwicklung der Hengstfohlen .....	73
4.2.1.5.3	Gewichtsentwicklung der Stut- und Hengstfohlen im Vergleich .....	74
4.2.1.5.4	Gewichtsentwicklung der Stuten und Hengste einer Gruppe jeweils im Vergleich .....	76
4.2.1.6	Tageszunahmen der Fohlen .....	77
4.2.2	Widerristhöhe .....	77
4.2.2.1	Stockmaß .....	77
4.2.2.1.1	Stockmaß absolut .....	77
4.2.2.1.2	Stockmaß relativ zum Maß der Mutterstute .....	78
4.2.2.2	Bandmaß .....	79
4.2.2.2.1	Bandmaß absolut .....	79
4.2.2.2.2	Differenz zwischen Bandmaß und Stockmaß .....	80
4.2.2.2.3	Bandmaßentwicklung der Mutterstuten .....	81
4.2.2.2.4	Bandmaß relativ zum Maß der Mutterstute .....	82
4.2.3	Brustumfang .....	82
4.2.3.1	Brustumfang absolut .....	82
4.2.3.2	Entwicklung des Brustumfangs der Mutterstuten .....	83
4.2.3.3	Brustumfang relativ zum Maß der Mutterstute .....	84
4.2.4	Röhrbeinumfang .....	84
4.2.4.1	Röhrbeinumfang absolut .....	84

---

4.2.4.2	Röhrbeinumfang relativ zum Maß der Mutterstute.....	85
4.2.5	Körperumfang .....	86
4.2.5.1	Körperumfang absolut.....	86
4.2.5.2	Körperumfang der Mutterstuten.....	87
4.2.5.3	Körperumfang relativ zum Maß der Mutterstute .....	87
4.2.6	Halsumfang .....	88
4.2.6.1	Halsumfang absolut.....	88
4.2.6.2	Halsumfang der Mutterstuten.....	89
4.2.6.3	Halsumfang relativ zum Maß der Mutterstute .....	90
4.2.7	Fessel-Ellbogenmaß .....	90
4.2.7.1	Fessel-Ellbogenmaß absolut.....	90
4.2.7.2	Fessel-Ellbogenmaß relativ zum Maß der Mutterstute .....	91
4.2.8	Hornwachstum .....	92
4.2.9	Body Condition Score (BCS).....	94
4.2.9.1	BCS-Entwicklung der Fohlen .....	94
4.2.9.1.1	Gesamt-BCS der Fohlen.....	94
4.2.9.1.2	BCS-Werte der einzelnen Körperregionen der Fohlen .....	94
4.2.9.1.3	BCS-Werte der Fohlen im Vergleich zu zugekauften Fohlen.....	98
4.2.9.2	BCS-Entwicklung der Mutterstuten.....	100
4.2.9.2.1	Gesamt-BCS der Mutterstuten .....	100
4.2.9.2.2	BCS-Werte der verschiedenen Körperregionen der Mutterstuten .....	101
4.2.10	Bewegungsaktivität .....	103
5	Diskussion.....	104
5.1	Kritik der Methoden.....	104
5.1.1	Auswahl des Tiermaterials .....	104
5.1.2	Bestimmung der Aufnahme von Kraftfutter- und Gesamtration .....	104
5.1.2.1	Kraftfutterrations .....	104
5.1.2.2	Raufutter.....	105
5.1.2.3	Grünfutter .....	106
5.1.2.4	Milchaufnahme.....	107
5.1.2.5	Energiebewertung der eingesetzten Futtermittel.....	107
5.1.3	Genauigkeit der Messungen .....	108
5.2	Beantwortung der Fragestellung .....	109
5.2.1	Energieaufnahme der Fohlen .....	109

5.2.1.1	Raufutteraufnahme .....	109
5.2.1.2	Energieaufnahme der Gesamtgruppe aller Fohlen .....	111
5.2.1.3	Energieaufnahme der Gesamtgruppe in Prozent des Bedarfs nach GfE (1994) .....	112
5.2.1.4	Energieaufnahme pro kg Zuwachs .....	113
5.2.1.5	Unterschiede zu einigen früheren Wachstumsstudien .....	113
5.2.1.6	Kraftfutter-Raufutterverhältnis in den Rationen .....	115
5.2.2	Trockensubstanzaufnahme in Prozent der Körpermasse .....	116
5.2.3	Gewichtsentwicklung .....	116
5.2.3.1	Gewichtsentwicklung der Fohlen .....	116
5.2.3.1.1	Gewichtsentwicklung im Literaturvergleich .....	117
5.2.3.1.2	Gewichtsentwicklung im Vergleich zu den Vorgaben der GfE (1994) .....	118
5.2.3.1.3	Gewichtsentwicklung im Vergleich zu zugekauften Fohlen aus der Landespferdezucht .....	119
5.2.3.2	Gewichtsentwicklung der Mutterstuten .....	121
5.2.3.3	Abschätzung der Körpermasse der Fohlen .....	123
5.2.3.4	Abschätzung der Körpermasse der Mutterstuten .....	125
5.2.4	Wachstum der Fohlen .....	127
5.2.4.1	Entwicklung der Absolutwerte der Wachstumsparameter .....	127
5.2.4.1.1	Körpermaße .....	127
5.2.4.1.2	Differenz zwischen Bandmaß und Stockmaß .....	130
5.2.4.1.3	Hornwachstum .....	130
5.2.4.1.4	Entwicklung des Body Condition Score .....	131
5.2.4.1.4.1	BCS-Entwicklung der Fohlen .....	131
5.2.4.1.4.1.1	<i>Gesamt-BCS der Fohlen</i> .....	131
5.2.4.1.4.1.2	<i>Gesamt-BCS der Fohlen im Vergleich zu zugekauften Fohlen aus der Landespferdezucht</i> .....	132
5.2.4.1.4.1.3	<i>BCS-Werte der einzelnen Körperregionen der Fohlen</i> .....	134
5.2.4.2	Entwicklung der absoluten Wachstumsparameter im Literaturvergleich ..	136
5.2.4.2.1	Stockmaß .....	136
5.2.4.2.2	Bandmaß .....	137
5.2.4.2.3	Brustumfang .....	138
5.2.4.2.4	Röhrbeinumfang .....	139
5.2.4.2.5	Körperumfang .....	141

---

5.2.4.2.6	Halsumfang .....	141
5.2.4.2.7	Fessel-Ellbogenmaß .....	142
5.2.4.2.8	Body Condition Score .....	143
5.2.4.2.8.1	Gesamt-BCS der Fohlen im Literaturvergleich .....	143
5.2.4.2.8.2	BCS-Werte der einzelnen Körperregionen der Fohlen im Literaturvergleich .....	145
5.2.4.3	Wachstumsparameter relativ zum Maß der Mutterstute .....	147
5.2.4.4	Entwicklung der verschiedenen Wachstumsparameter bei den Mutterstuten während der Laktation.....	147
5.2.4.4.1	Körpermaße.....	147
5.2.4.4.2	BCS der Mutterstuten.....	148
5.2.4.4.2.1	Gesamt-BCS der Mutterstuten .....	148
5.2.4.4.2.2	BCS-Werte der einzelnen Körperregionen der Mutterstuten.....	149
5.2.5	Bewegungsaktivität .....	151
6	Zusammenfassung.....	152
7	Summary .....	155
8	Abkürzungsverzeichnis .....	158
9	Abbildungsverzeichnis .....	161
10	Tabellenverzeichnis.....	164
11	Literaturverzeichnis.....	167

## 1 Einleitung

Für Züchter ist es für eine optimale Aufzucht ihrer Fohlen sehr wichtig, sich nach Vorgaben zur Fütterung der heranwachsenden Pferde im jeweiligen Lebensabschnitt richten zu können. Damit soll vermieden werden, dass es insbesondere in der Phase des intensivsten Wachstums innerhalb des ersten Lebenshalbjahres des Fohlens zu Mangelzuständen oder Überversorgung mit Energie und Nährstoffen kommt.

Insbesondere steht seit Jahren die Versorgung des wachsenden Pferdes mit Energie in der Diskussion, da gezeigt wurde, dass ein zu intensives schnelles Wachstum zu Schäden am Bewegungsapparat führen kann (Dämmerich, 1985; Jeffcott, 1991; Jackson und Pagan, 1993a; Pool, 1993; Sandgren et al., 1993; Pagan und Jackson, 1996; van Weeren et al., 1999), weshalb eine moderate Aufzucht angestrebt wird. Eine Studie von Hois (2004), bei der im Rahmen einer Felduntersuchung Fohlen unterschiedlichster Fütterungs- und Haltungsbedingungen gewogen und vermessen wurden, zeigte jedoch, dass unter Feldbedingungen in der süddeutschen Landespferdezucht in aller Regel eine moderate Gewichtsentwicklung erzielt wird. Dabei gab es keine Unterschiede zwischen Zuchtbetrieben, welche nach eigener Aussage eher moderat fütterten und solchen, die der Meinung waren, reichlich zu füttern. Dieser Diskrepanz und ihren Ursachen sollte in der vorliegenden Studie nachgegangen werden, indem die Auswirkungen einer Fütterung mit Rationen mit einem unterschiedlichen Energieangebot auf das Wachstum und die Entwicklung von Warmblutfohlen untersucht wurden. Im Laufe der Untersuchung zeigte sich, dass die nach Züchterangaben unterschiedliche Fütterung wohl eher auf subjektiver Wahrnehmung als auf tatsächlichen Unterschieden beruhte. Es bestanden aber erhebliche Diskrepanzen zwischen Empfehlungen und tatsächlicher Futteraufnahme, sodass der Schwerpunkt der Fragestellung infolgedessen auf die Überprüfung des Energiebedarfs verlegt wurde.

## 2 Schrifttum

### 2.1 Wachstum und Entwicklung

#### 2.1.1 Wachstum allgemein

In der Pferdezucht wird seit langem versucht, das Wachstum von Pferden zu objektivieren. Tierkörpermessungen am Pferd lassen sich urkundlich bis ins 15. Jahrhundert zurückführen (Duerst 1922); Messungen an Pferden wurden zur Objektivierung und Beschreibung des Zuchtfortschritts eingesetzt (Nathusius 1912). Auch Wussow (1961) sieht im Messen von Pferden eine Möglichkeit, aufgrund streng sachlich erhobener Maße Tiere in geographisch getrennten Gebieten und aus verschiedenen Zeiten einwandfrei miteinander vergleichen zu können. Außerdem lassen sich durch Messungen an wachsenden Tieren Aufschlüsse über die Wachstumsintensität der einzelnen Körperabschnitte gewinnen (Völtz 1913) und die Veränderung der Körperform beschreiben (Duerst 1922). Standardmäßig werden auch heute noch bei Körungen und Stutbuchaufnahmen verschiedene Maße wie zum Beispiel Röhrbeinumfang und Widerristhöhe erhoben.

Nach Kronacher (1929) ist Wachstum definiert als „kontinuierliche Vergrößerung eines Systems“. Auf zellulärer Ebene wird es bestimmt durch Hyperplasie (Zellvermehrung), Hypertrophie (Zellvergrößerung und –differenzierung) und die Vermehrung von Interzellulärsubstanz. Diese Vorgänge verlaufen mit einer der Art eigenen Geschwindigkeit bis zu einer bestimmten Endgröße und werden von genetischen und nicht-genetischen Faktoren bestimmt. Eine ähnliche Definition findet sich bei Schnorr (1996). Die Anzahl der ausgereiften Zellen, die zum Zeitpunkt der Geburt vorhanden sind, determinieren das spätere Endgewicht bzw. die spätere Endgröße des Fohlens (Frape 2004). Bei einer Betrachtung des Individuums als Ganzem sind Größen- und Gewichtszunahmen, die Veränderung der Körperproportionen und der Körperzusammensetzung charakteristische Merkmale für Wachstum (Künzi und Stranzinger 1992).

Das Ausmaß des intrauterinen Wachstums wird vor allem von der Größe, aber auch von Faktoren wie dem Ernährungsstatus und der Gesundheit des Muttertieres bestimmt (Wittmann 2000). Ob ein Energiemangel zum Zeitpunkt des stärksten Plazentawachstums zu Beginn der Trächtigkeit die Größe der Plazenta beeinflusst, wurde bisher nicht überprüft (Meyer 1996). Cottril et al. (1991) zeigten beim Fohlen einen engen Zusammenhang zwischen Plazentagröße

und Geburtsgewicht auf.

Das Wachstum als sichtbarer Ausdruck der Periode der progressiven Entwicklung des Organismus, der Jugendentwicklung, zeigt bei allen höheren Tieren einen typischen parabolischen Verlauf (Weniger 1980).

Wachstum verläuft allometrisch, d.h. die Organe zeigen unterschiedlich große Wachstumsgeschwindigkeiten im Verhältnis zueinander und zur Wachstumsgeschwindigkeit des gesamten Organismus (Blum 2002).

Am frühesten entwickelt sich das Zentralnervensystem, gefolgt von Knochen und Muskeln, als letztes wird Fett angebildet. 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). Bei einer Verknappung der Nährstoffversorgung erfolgt die Reduktion des Wachstums in umgekehrter Reihenfolge, d.h. die Fettbildung wird zuerst eingeschränkt, das Wachstum des Nervengewebes bleibt am längsten erhalten (Künzi und Stranzinger 1992).

### **2.1.1.1 Wachstumsfaktoren**

Das Wachstum eines Pferdes teilt sich in eine prä- und eine postnatale Phase, wobei die postnatale Wachstumsphase des Fohlens noch in einen Zeitraum vor und nach dem Absetzen weiter unterteilt werden kann.

#### ***2.1.1.1.1 Einfluss der Genetik***

Die Obergrenze des postnatalen Wachstums wird von genetisch vorgegebenen Faktoren bestimmt, die einer genetisch bedingten Varianz durch Rasseunterschiede und Unterschiede innerhalb einer Population unterliegen. Dadurch ergibt sich innerhalb der Spezies Pferd eine erhebliche Variationsbreite.

Die Wachstumsraten der einzelnen Wachstumsparameter (z.B. Gewicht, Größe, Körperlänge etc.) sind genetisch determiniert, allerdings haben nicht-genetische Faktoren wie Umwelt und Fütterung etc. einen modifizierenden Einfluss, die das Ausschöpfen des genetisch vorgegebenen Wachstumspotentials verhindern können.

Für einzelne Rassen wurden in verschiedenen Studien die Heritabilitäten der Messgrößen Größe, Gewicht und Röhrbeinumfang geschätzt. Einige Beispiele für ausgewachsene Pferde sind in Tabelle 1 aufgeführt.

**Tabelle 1: Geschätzte Heritabilitäten in der Literatur für Körpermessungen an ausgewachsenen Pferden verschiedener Rassen**

Autor	Körpergewicht	Widerristhöhe	Brustumfang	Röhrbeinumfang	Methode <sup>a</sup>
Arnason (1984)		0,60 ± 0,09	0,55 ± 0,09	0,39 ± 0,08	PHS
Barauskas (1974)		0,99	0,13		PHS
Butler (1986)		0,25 ± 0,07	0,27 ± 0,05	0,47 ± 0,09	PHS
Butler (1987)		0,55 ± 0,19	0,06 ± 0,14	0,44 ± 0,19	PHS
Butler und Krollikowsky (1986)		0,25 ± 0,10	0,24 ± 0,10	0,44 ± 0,19	PHS
Dusek (1965)	0,27	0,63		0,28	PHS
Eriksson (1948)		0,29	0,43	0,48	PHS
		0,41	0,43	0,53	OSC
Khotov (1971)		0,42		0,25	PHS
Klemetsdal und Wallin (1986)		0,49 ± 0,14	0,03 ± 0,18	0,28 ± 0,11	ODR
Varo (1965)		0,26	0,32	0,13	PHS
Ø (PHS)	0,27	0,50	0,28	0,39	

<sup>a</sup> PHS paternal half-sib analysis    OSC offspring-sire correlation    ODR offspring-dam correlation

Unter anderen hat auch Saastamoinen (1990b) Heritabilitäten für Körpergröße und Wachstumsraten bei jungen Pferden geschätzt. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 2.

**Tabelle 2: Geschätzte Heritabilitäten für verschiedene Wachstumsparameter nach Saastamoinen (1990b)**

Alter	KG	WH	BU	RU
Geburt	0,27 ± 0,17	0,27 ± 0,15	0,18 ± 0,14	0,33 ± 0,16
	0,46 ± 0,19	0,36 ± 0,15	0,23 ± 0,16	0,45 ± 0,15
6 Mo	0,43 ± 0,18	0,30 ± 0,17	0,33 ± 0,17	0,41 ± 0,18
	0,42 ± 0,13	0,52 ± 0,19	0,52 ± 0,13	0,41 ± 0,16
12 Mo	0,22 ± 0,16	0,19 ± 0,16	0,45 ± 0,19	0,30 ± 0,17
	0,52 ± 0,15	0,51 ± 0,15	0,24 ± 0,13	0,36 ± 0,16
18 Mo	0,68 ± 0,21	0,30 ± 0,18	0,64 ± 0,21	0,38 ± 0,18
	0,46 ± 0,15	0,78 ± 0,19	0,42 ± 0,18	0,37 ± 0,20
24 Mo	0,36 ± 0,18	0,40 ± 0,19	0,71 ± 0,21	0,30 ± 0,18
	0,46 ± 0,14	1,02 ± 0,20	0,46 ± 0,16	0,80 ± 0,20
30 Mo	0,49 ± 0,20	0,42 ± 0,19	0,64 ± 0,21	0,55 ± 0,20
	0,40 ± 0,14	0,83 ± 0,22	0,44 ± 0,16	0,40 ± 0,20
36 Mo	0,66 ± 0,21	0,31 ± 0,18	0,52 ± 0,20	0,54 ± 0,20
	0,44 ± 0,16	0,45 ± 0,24	0,22 ± 0,16	0,33 ± 0,16
48 Mo	0,88 ± 0,27	0,72 ± 0,26	0,99 ± 0,27	0,29 ± 0,23
	0,87 ± 0,18	1,04 ± 0,32	0,71 ± 0,22	0,67 ± 0,22

1. Zeile paternal half-sib analysis

2. Zeile offspring- on-dam-regression

KG Körpergewicht WH Widerristhöhe BU Brustumfang RU Röhrbeinumfang

Weitere Angaben zu Heritabilitätsschätzungen finden sich u.a. bei Arnason (1979), Hintz et al. (1979), Grosshauser und von Butler-Wemken (1991), Kaiser et al. (1991), Seidlitz et al. (1991), van Bergen und van Arendonk (1993), Kapron et al. (1994), Thuneberg (1995), Gerber et al. (1997), Miglior et al. (1998) und Saastamoinen et al. (1998) (zitiert nach „Genetics of the Horse“, Bowling 2000). Nach Langlois (1973) bewegen sich die Heritabilitäten der meisten Parameter zur Messung der Körpergröße zwischen 0,36 und 0,49. Der durchschnittliche Heritabilitätskoeffizient liegt bei  $h^2 = 0,35$ .

Laut einer Untersuchung von Hintz et al. (1979) sind die Heritabilitäten von Größe und Gewicht wachsender Pferde geringer als die von ausgewachsenen Pferden. Daraus lässt sich schließen, dass die Körpermaße während des Wachstums einem höheren Umwelteinfluss unterliegen als die eines erwachsenen Pferdes.

#### ***2.1.1.1.2 Einfluss des Geschlechts***

Auch hinsichtlich des Geschlechts besteht eine deutliche Varianz. Hengstfohlen weisen im Mittel höhere Geburtsgewichte und größere Widerristhöhen zum Geburtszeitpunkt auf als Stutfohlen (Hintz et al., 1979; Thompson und Smith, 1994; Thompson, 1995; Pagan et al., 1996). Bei den Studien von Thompson (1995) und Pagan et al. (1996) wurden Geburtsgewicht und Widerristhöhe zum Geburtszeitpunkt nicht bestimmt, jedoch stellten beide Untersuchungen übereinstimmend ab dem 14. Lebenstag einen Körpergewichts- und Körpergrößenunterschied zwischen Hengst- und Stutfohlen fest. McKeever et al. (1981) konnten zum Geburtszeitpunkt zwar noch keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern hinsichtlich Gewicht und Größe feststellen, jedoch waren ebenfalls ab dem 14. Lebenstag höhere Gewichte und größere Widerristhöhen bei den Hengstfohlen zu verzeichnen. Bei Vollblutfohlen ist dieser Geschlechtsunterschied allerdings weniger deutlich ausgeprägt als beim Warmblüter (Green 1969), während er beim Kaltblüter stärker zum Tragen kommt als beim Warmblutfohlen (GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) 1994). Nach Frape (2004) ist der Geschlechtsdimorphismus zum Zeitpunkt der Geburt sehr gering und steigt mit dem Alter an. Diese Ansicht wird von Cunningham und Fowler (1961) und von Hintz et al. (1979) bestätigt. In einer Studie von Jones und Hollands (2005) an Vollblutfohlen in Großbritannien konnte zum Geburtszeitpunkt ein höheres Gewicht der Hengstfohlen festgestellt werden, die Differenz zu den Stutfohlen war allerdings nicht signifikant; erst ab einem Alter von 100 Tagen war eine signifikant höhere Gewichtszunahme der Hengste zu verzeichnen, der Unterschied blieb bis zu einem Alter von 540 Tagen bestehen. Ab einem

Alter von 200 Tagen nahm nach Jones und Hollands (2005) der Gewichtsunterschied zwischen Hengsten und Stuten zu; zu diesem Zeitpunkt, nämlich im Alter von 212-408 Tagen bei Erreichen eines Körpergewichtes von 277-409 kg, setzt nach Angaben von Nogueira et al. (1997) die Pubertät ein. Auch Borchers (2002) fand in ihrer Studie einen statistisch signifikanten Unterschied in der Körpergewichtsentwicklung der Hengst- und Stutfohlen, allerdings erst ab dem 4. Lebensmonat. Hois (2004) hingegen konnte unter Feldbedingungen keinen ausgeprägten Geschlechtsdimorphismus beim Warmblut feststellen. Auch Willard et al. (2005) konnten weder für das Geburtsgewicht noch für die darauffolgenden täglichen Zunahmen einen Geschlechtsdimorphismus ermitteln. Ähnliche Beobachtungen machten Green (1969) und Keenan et al. (1987) hinsichtlich der Wachstumsraten von Stut- und Hengstfohlen.

Nach Angaben von Martin-Rosset (2005), der Untersuchungen von Marq et al. (1956) und Heird (1973) zum Vergleich heranzog, reifen Stuten schneller als Hengste, unabhängig davon, ob es sich um leichte oder schwere Rassen handelt. Dieser Effekt ist bis zum Alter von einem Jahr für diverse Parameter, darunter z.B. Körperlänge und Brustumfang, festzustellen. Auch Cunningham und Fowler (1961) geben an, dass Stuten früher ausgereift seien als Hengste. Nur die Entwicklung der Vorderbeine findet im Gegensatz dazu nach Heird (1973) bei Hengsten früher statt als bei Stuten. Untersuchungen zu polnischen Halbblütern (Brzeski und Kurowski 1964), Arabern (Grabowski et al. 1971) und Belgischen Kaltblütern (Marq et al. 1956) zeigen bei männlichen Tieren höhere Röhrbeinumfänge, bei den Kaltblütern war dieser Unterschied aber erst in einem Alter von 2,5 Jahren auszumachen. Nach einer Studie von Butaye (1966) liegt die ausgewachsene Körpergröße männlicher Tiere um 10% über der weiblicher Individuen.

#### ***2.1.1.1.3 Geburtsgewicht und Klima- bzw. Saisoneffekt***

Das Geburtsgewicht hängt sowohl von genetischen Faktoren als auch von Umwelteinflüssen ab und beträgt im Mittel 10% der Lebendmasse des ausgewachsenen Pferdes (Frape, 2004; Meyer, 1996). Nach Angaben der GfE (1994) sollen Pferde mit einem geringeren Endgewicht ein prozentual höheres Geburtsgewicht aufweisen. Hois (2004) konnte in ihrer Arbeit keinerlei Hinweise auf allometrisch bedingte Unterschiede des relativen Wachstums bei Pferden vom Minishetlandpony bis zum Warmblut und Kaltblut feststellen. Zwischen leichten und schweren Schlägen gab es ebenfalls erst ab etwa 400 Tagen eine Differenz.

Aus dem verhältnismäßig geringen relativen Geburtsgewicht ergeben sich die große Wachstumskapazität und die hohen Zunahmen in der postnatalen Phase. Aber auch Fohlen, bei denen zum Geburtszeitpunkt ein um 10-15% verringertes Geburtsgewicht nach normaler Tragzeit zu verzeichnen ist, müssen nicht notwendigerweise eine mangelnde Reife zeigen (Meyer 1996). Frappe (2004) ermittelte in einer Studie an Vollblütern, dass diese in aller Regel kleiner als 152cm, d.h. zu klein, bleiben, wenn sie ein niedriges Geburtsgewicht von weniger als 35 kg aufweisen, was einer mehr als 20%igen Unterschreitung des normalen durchschnittlichen Geburtsgewichtes von ca. 44-49 kg entspricht.

Im ersten Lebensmonat wird das Geburtsgewicht annähernd verdoppelt (Hintz et al., 1979; van Weeren et al., 1999). Normalerweise ist mit einem Alter von sechs Monaten knapp 50% des Endgewichtes erreicht, mit zwölf Monaten etwa 70% und nach 18 Monaten ca. 80 bis 85% (Hintz et al., 1979; GfE, 1994; Lewis, 1995). Die Ergebnisse von Hois (2004), die als Endgewicht das Gewicht des Muttertieres ansetzte, liegen im Mittel etwas unter den oben angegebenen Werten. Für Pferde schwerer Schläge liegen die ermittelten Werte nochmals etwas niedriger, diese erreichen somit später entsprechende Anteile am zu erwartenden Endgewicht als Pferde leichter Rassen.

Die Größe liegt beim neugeborenen Fohlen schon bei etwa 61 bis 65% der Endgröße (Jackson und Pagan 1993b), daraus ergeben sich für diesen Parameter moderatere Zuwachsraten, die für sechs Monate mit 83% der Endgröße, mit zwölf Monaten mit etwa 90% und für 18 Monate mit bereits 95% der endgültigen Größe angegeben werden (Hintz et al., 1979; Jackson und Pagan, 1993b; Jelan et al., 1996; Hois; 2004). Insgesamt ist bei Warmblütern bis zum zwölften Lebensmonat eine geringere prozentuale Zunahme der Körpergröße zu verzeichnen als beim Vollblüter. Nach Hintz et al. (1979) und den Angaben der GfE (1994) sind kleinwüchsige Pferderassen schneller ausgewachsen als große. Dies gilt nicht, wenn die Pferde in leichte und schwere Schläge unterteilt werden. Zwischen kleinen und großen leichten Pferden und kleinen und größeren schweren Pferden gibt es – zumindest unter Feldbedingungen – keine Differenz (Hois 2004). Nach Angaben von Martin-Rosset (2005), der Untersuchungen von Marq et al. (1956) zu schweren belgischen Zugpferden mit Erhebungen von Heird (1973) über leichte amerikanische Rassen wie das Quarter Horse verglich, lassen sich dabei jedoch durchaus Schlüsse auf eine spätere Reife schwererer Rassen ziehen. Nach Grabowski et al. (1971) sind Araber später reif als Vollblüter.

Betrachtet man jedoch nur die täglichen Zunahmen, so sind diese geringfügig höher bei schweren als bei leichten Rassen (Martin-Rosset 2005), nach Angaben von Jordan und Myers (1972) und Staun (1973) können sie bei schweren Rassen sogar um bis zu 50% höher sein als bei leichten, je nach erwartetem Endgewicht.

In verschiedenen Studien ließ sich auch ein Einfluss der Jahreszeit der Geburt auf das Geburtsgewicht nachweisen. So stellten Hintz et al. (1979) aufgrund der Beobachtung, dass von Januar bis März geborene Fohlen im Durchschnitt ein geringeres Geburtsgewicht aufwiesen als von April bis Juni geborene, die Vermutung auf, dass es sich um einen saisonalen Effekt handele. Diese Beobachtungen werden von Pagan et al. (1996) gestützt, die ebenfalls einen saisonalen Einfluss des Abfohldatums auf Geburtsgewicht und Größe zum Geburtszeitpunkt feststellen konnten. In ihren Studien waren im Januar und Februar geborene Fohlen kleiner und leichter als im März geborene. Fohlen aus April und Mai wiesen wiederum größere Gewichte und Widerristhöhen auf als die im März geborenen. Die Autoren schließen daraus, dass der saisonale Effekt einen größeren Einfluss auf die Wachstumsrate der untersuchten Fohlen ausübt als das Alter der Fohlen. Sie zeigten, dass unabhängig vom Geburtsmonat im Winter das geringste Wachstum zu verzeichnen ist, während im Frühjahr die Wachstumskurve ansteigt mit einem Wachstumsmaximum im Mai. Auch Wilke (2003) fand in ihrer Studie bei Fohlen, die nach dem 1. April geboren waren, ein höheres Gewicht und größere Werte bei Körpergröße und Röhrebeinumfang. Jones und Hollands (2005) stellten an Vollblutfohlen in Großbritannien bei im Januar geborenen Fohlen signifikant geringere Geburtsgewichte fest als bei im März und April geborenen. Saastamoinen (1990a) ermittelte bei seinen Untersuchungen an finnischen Warmblutfohlen, dass im Mai geborene Fohlen bis zu einem Alter von zwei Jahren signifikant größer und schwerer waren als Fohlen anderer Geburtsmonate. Auch Goater et al. (1984) und Keenan et al. (1987) fanden eine Beeinflussung von Größe und Gewicht der Fohlen durch den Geburtsmonat.

In einer Arbeit von Finkler-Schade et al. (1996) an Warmblutfohlen konnte ein Wachstumsschub zwischen dem vierten und fünften Lebensmonat festgestellt werden, wobei eine Berücksichtigung des Geburtszeitpunktes aufgrund der geringen zur Untersuchung herangezogenen Tierzahl nicht stattfinden konnte. Dieser Wachstumsschub konnte in der Studie von Pagan et al. (1996) nicht festgestellt werden. Auch in den Untersuchungen von Borchers (2002) und Wilke (2003) war ein Wachstumsschub in dieser Phase nicht erkennbar.

Im Gegensatz zu diesen Beobachtungen stehen Untersuchungen von Sandgren (1993), der in einer Studie zum Wachstumsverlauf von Fohlen den genau gegenläufigen Trend feststellte, dass die später im Jahr geborenen Fohlen leichter waren als die früh geborenen. Auch Untersuchungen von Thompson und Smith (1994) ergaben für von Januar bis März geborene Fohlen im Mittel größere Messwerte als für die von April bis Juni geborenen. Signifikante Unterschiede ließen sich jedoch nur für Rumpflänge und Brustumfang feststellen.

Green (1969), Wadowski et al. (1976), Schön und Schön (1980) und McKeever et al. (1981) hingegen konnten keinen Einfluss des Geburtsmonats auf die Gewichts- und Körpergrößenentwicklung der von ihnen untersuchten Fohlen ermitteln.

In der Wachstumsstudie von Borchers (2002) waren kontroverse Ergebnisse hinsichtlich der Beeinflussung des Gewichts und der Körpergrößenentwicklung durch den Geburtsmonat zu verzeichnen. Daraus zieht sie den Schluss, dass das Gewicht und die Körpergröße nicht allein vom Geburtsmonat abhängig sind, sondern vielmehr von zahlreichen äußeren Faktoren wie Betriebsmanagement, Fütterungsregime, Zeitpunkt des Austriebes auf die Weide, Vegetationsstadium und Bewirtschaftungsgrad der Weide, Klima, Alter der Stute und Gesundheit von Stute und Fohlen mitbestimmt werden.

#### ***2.1.1.1.4 Milchleistung und Alter der Stute***

Die Höhe der Milchaufnahme von Fohlen hängt von der Milchmengenleistung der Mutterstute ab. Die Milchleistung der Mutterstute gilt als der wichtigste nicht-genetische Faktor für das Wachstum des Saugfohlens. Zu deren Bestimmung wurden verschiedene Untersuchungen durchgeführt, die allerdings an Pferden unterschiedlicher Rassen und Nutzungsrichtungen (Reitpferde, Milch- oder Fleischproduktion) vorgenommen wurden. Aus diesem Grund sind die Ergebnisse nicht notwendigerweise auf die Pferde der heutigen Warmblutzucht übertragbar.

Die Milchmenge, die Fohlen sowohl schwerer als auch leichter Rassen für 1 kg Körpermassenzunahme benötigen, beträgt nach Doreau et al. (1990) 9, 13 und 15 kg in der 1., 4. und 8. Laktationswoche. Ähnliche Größenordnungen fand Martin (1993) in Untersuchungen an Australian Stockhorses.

Angaben zu Zusammensetzung und Milchmengenleistung der verschiedenen Rassen decken sich weitgehend. Die mittleren Milchmengenleistungen von Stuten, die von der GfE (1994) angegeben werden, wurden aus den Arbeiten von Neseeni et al. (1958), Neuhaus (1960) und

Bouwman und van der Schee (1978) abgeleitet. Demnach wird im ersten Laktationsmonat eine mittlere Milchmengenleistung je kg metabolischer Körpermasse (= Lebendmasse<sup>0,75</sup>) von 0,14 kg, im dritten Monat von 0,17 kg und im fünften Monat von 0,12 kg angenommen. Bei einer Stute mit einer Lebendmasse von ca. 600 kg sind dies 16,9 kg im ersten, 20,6 kg im dritten und 14,5 kg im fünften Laktationsmonat (GfE 1994). Untersuchungen neueren Datums an Quarter Horse Stuten (Gibbs et al. 1982), an amerikanischen Vollblütern (Ofstedal et al. 1983) und an französischen Reitpferden (Doreau et al., 1988; Doreau und Boulot, 1989) stützen die von der (GfE 1994) angegebenen Werte. Auch die Angaben des NRC (National Research Council) (1989), von Coenen (1992) und Sonntag et al. (1996) entsprechen weitgehend den obigen Daten.

Fohlen kommen im Vergleich zu anderen Haustierspezies mit einem hohen Reifegrad, aber geringen Fettreserven auf die Welt (Meyer 1996), woraus sich von der lebensnotwendigen Antikörperaufnahme abgesehen ein weiterer Grund für eine möglichst schnelle Kolostrumaufnahme nach der Geburt ergibt.

Nach Untersuchungen von Sonntag et al. (1996) nehmen die Gehalte von Eiweiß, Calcium, Phosphor und Magnesium im Laufe der Laktation ab. Der Laktosegehalt der Stutenmilch steigt dagegen mit fortgeschrittener Laktation an. Desweiteren bestehen signifikante Unterschiede im Proteingehalt der Milch verschiedener Stuten, während bei Laktose keine individuellen Unterschiede festgestellt wurden. Es konnte kein Einfluss von Alter, Fütterung oder Laktationszahl auf diese Parameter beobachtet werden. Diese Angaben werden von Ofstedal et al. (1983), Zimmermann (1985), Doreau et al. (1988), Doreau und Boulot (1989), Martin et al. (1992) und Santos et al. (2005) bestätigt.

Nach Untersuchungen von Ofstedal et al. (1983), Pagan und Hintz (1986), Doreau et al. (1990), Lundberg (1995), Martuzzi et al. (2004) und Santos et al. (2005) sinkt der Proteingehalt der Milch im Laufe der Laktation ab.

Aufgrund der herausragenden Bedeutung der Milchaufnahme für die Entwicklung des Saugfohlens muss die Ernährung der Stute im weiteren Laktationsverlauf optimal an die Milchleistung angepasst sein, da sich Versorgungsdefizite unmittelbar auf die Milchleistung und damit auf die Entwicklung des Fohlens auswirken. So wurden in amerikanischen Untersuchungen zur defizitären Energieversorgung von laktierenden Ponystuten, bei denen diese ca. 20% unter den vom NRC (1989) veranschlagten Bedarfswerten für die laktierende

Stute gefüttert wurden, Gewichtsverluste bei den Stuten, aber auch geringere Wachstumsraten bei den Saugfohlen registriert (Jordan, 1979; Pagan und Hintz, 1981). Auch Potter et al. (1985) nennen als mögliche Folgen einer Unterversorgung mit Energie in der Laktationsphase Abmagerung der Stute, geringe Milchproduktion und Fruchtresorption.

Hingegen konnte in einer Studie von Sutton et al. (1977) an Vollblutstuten keine Auswirkung auf die Wachstumsraten der Fohlen festgestellt werden, obwohl sie annähernd analog zu den Arbeiten von Jordan (1979) und Pagan und Hintz (1981) den Stuten eine um 15% gegenüber den Empfehlungen des NRC (1989) reduzierte Ration zukommen ließen.

Ott (1970), Pagan et al. (1984) und Jordan (1985) stellten in ihren Untersuchungen zur Energieunterversorgung von Stuten während der Laktation nur Gewichtsverluste bei den Stuten, aber keine Beeinträchtigung der Wachstumsraten der Fohlen fest.

Daraus schließt Hintz (1986), dass die Stute bei Energiemangelversorgung die Milchleistung bis zu einem bestimmten Ausmaß an Gewichtsverlust über die Mobilisation von Körperfettreserven aufrechterhalten kann und eine Beeinträchtigung der Milchproduktion erst einsetzt, wenn der Gewichtsverlust ein gewisses Ausmaß überschreitet.

Henneke et al. (1981) konnten bei Fohlen von zum Geburtszeitpunkt fetten Stuten, die post partum energetisch unterversorgt waren, höhere Gewichtszunahmen feststellen als bei Fohlen von Müttern, die zum Geburtszeitpunkt mager waren und post partum mit Energie überversorgt wurden. Martin-Rosset und Doreau (1980) kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Banach und Evans (1981) verzeichneten ein vermindertes Wachstum bei Fohlen aus bei der Geburt bereits in schlechtem Ernährungszustand befindlichen Stuten, die auch während der Früh-laktation energetisch unterversorgt waren. Diese Stuten unterlagen zusätzlich auch selber einem weiteren Gewichtsverlust. Borchers (2002) stellte bei Fohlen von Stuten, die während der Laktationsphase mit verdaulicher Energie überversorgt waren, im 3. und 4. Lebensmonat signifikant höhere Körpergewichte fest als bei Fohlen von adäquat mit Energie versorgten Stuten. Das gleiche galt für den 5. und 6. Laktationsmonat. Aufgrund der Tatsache, dass die Fohlen beim Kraftfutter der Stute mitgefressen haben und ebenfalls Zugang zu Weiden mit sehr hohem Energiegehalt des Grases hatten, geht sie jedoch davon aus, dass die größere Lebendmassenzunahme durch Aufnahme an energiereichem Festfutter und nicht aufgrund der Milchleistung der Stute bedingt ist.

Nach einer Arbeit von Hintz et al. (1979) kann auch das Alter der Mutterstute einen Einfluss auf das Wachstum des Fohlens nach sich ziehen. Sie zeigten, dass junge (3-7 Jahre) und alte (17-20 Jahre) Stuten im Mittel kleinere und leichtere Fohlen zur Welt bringen als Stuten

mittleren Alters (8-16 Jahre). Dieser Unterschied ließ sich auch noch in einem Alter von 18 Monaten nachweisen. Daraus leiten sie die Vermutung ab, dass dies nicht nur von der pränatalen Versorgung der Fohlen, sondern auch von der postnatalen Versorgung mit Muttermilch entscheidend abhängig ist.

Auch Jordan (1977) konnte bei 7- bis 12-jährigen Ponystuten ein höheres Körpergewicht und eine größere Widerristhöhe der Fohlen zum Geburtszeitpunkt feststellen als bei Stuten anderen Alters. Diese Differenz blieb bis zu einem Alter von 18 Monaten bestehen.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt die Studie von Wilke (2003), nach der Fohlen von sieben- bis elfjährigen Stuten schwerer sind als Fohlen jüngerer oder älterer Stuten. Auch die Größe der Fohlen von bis zu sechsjährigen Stuten war geringer als die von Fohlen älterer Stuten. Im ersten und zweiten Lebensmonat wurde bei den Fohlen von zwölfjährigen und älteren Stuten das größte Stockmaß ermittelt, im dritten bis sechsten Lebensmonat waren die Fohlen von sieben- bis elfjährigen Stuten am größten. Der Röhrebeinumfang der Fohlen der bis sechsjährigen Stuten war ebenfalls geringer als der der Fohlen von älteren Stuten.

Auch Willard et al. (2005) ermittelten an Vollblutfohlen ein geringeres Geburtsgewicht bei Fohlen von alten Stuten ( $\geq 20$  Jahre). Allerdings konnten sie bei diesen signifikant höhere tägliche Zunahmen feststellen als bei Fohlen von unter 20 Jahre alten Stuten. Da aber ein großer Teil der Fohlen dieser Gruppe von Ammenstuten aufgezogen wurde, ist dieser Befund vermutlich auf diese Tatsache zurückzuführen.

Greene et al. (2005) fanden bei Morgan-Horse-Fohlen von Stuten, die 15 Jahre oder älter waren, ein um 1,5 kg höheres Geburtsgewicht als bei Fohlen jüngerer Stuten.

McKeever et al. (1981) hingegen fanden keinen Zusammenhang zwischen Körpergewicht und -größe der Fohlen und dem Alter der Stute.

Nach Untersuchungen von Pool-Anderson et al. (1994) und Wilsher und Allen (2003) weisen Fohlen von primiparen Stuten, die in aller Regel jünger als sechs Jahre sind und meist früh in der Abfohlsaison gebären, geringere Geburtsgewichte auf. Die Autoren führen dies auf Unterschiede in der Physiologie der Plazenta im Vergleich zu multiparen Stuten zurück. Desweiteren weisen Fohlen primiparer Stuten im Vergleich zu Fohlen aus multiparen Müttern nach Angaben von Cymbaluk und Laarveld (1996) geringere Level von Serum-insulin-like growth factor-1 auf. Niedrige Spiegel dieses Hormons im Serum sollen zu verringertem foetalen und post-natalen Wachstum führen (Wang et al. 1991).

### ***2.1.1.1.5 Absetzalter***

Nach Frape (2004) hat das Absetzalter bei gutem Absetzmanagement eine nur untergeordnete Bedeutung für das Wachstum. Psychischer Stress beim Absetzen kann über die dadurch verringerte Futteraufnahme Wachstumsdepressionen auslösen (Holland et al. 1996). Die Arbeit veranschaulicht anhand von Ethogrammen, dass abrupt abgesetzte Fohlen stärker gestresst werden als Fohlen mit protrahiertem Absetzen, indem jeden zweiten oder dritten Tag ein bis drei Stuten aus der Herde entfernt werden. Die Autoren empfehlen ein rohfaser- und fettreiches Ergänzungsfutter, das, im Gegensatz zu stärke- und zuckerreichem, den Stress vermindern soll (Holland et al. 1996).

### ***2.1.1.1.6 Einfluss der Fütterung***

Das postnatale Wachstum von Fohlen variiert aufgrund seiner Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren wie Ernährung, Umwelteinflüssen und Genetik erheblich. Hintz et al. (1979) und Frape (2004) kommen in ihren Arbeiten zu dem Schluss, dass die Endgröße eines erwachsenen Pferdes bereits in einem sehr frühen Lebensstadium determiniert wird und dass deshalb die Fütterung in den ersten Lebensmonaten insbesondere auf ein optimales Knochenwachstum ausgerichtet werden muss, was neben einer adäquaten Energie- auch eine passende Protein-, Mineralstoff- und Vitaminversorgung erfordert.

Nach Weniger (1980) steht vor allem in der Phase nach dem Absetzen die Höhe der Nährstoffzufuhr in einem linearen Verhältnis zum weiteren Verlauf und zur Geschwindigkeit des Wachstums. Damit bestimmt der mit dem Absetzen verbundene Umstellungsstress für die Fohlen, die sich daraus ergebende Menge der Futteraufnahme und die damit erreichte Fütterungsintensität in hohem Maß, wie schnell das genetisch vorgegebene Wachstumspotential ausgeschöpft wird.

In einer Studie von Thompson et al. (1988b) waren bei einer Gruppe von Fohlen, die vom 10.-120. Lebenstag untersucht und zugefüttert wurde, ein im Vergleich zu einer nicht zugefütterten Kontrollgruppe signifikant höheres Gewicht, eine signifikant größere Widerristhöhe und eine signifikant größere Röhreibeinlänge der Hinterhand zu verzeichnen. Ähnliche Ergebnisse fanden sich auch in einer weiteren Studie von Thompson et al. (1988c).

Dies wird auch anhand einer Arbeit von Ott und Asquith (1985) bestätigt, die ebenfalls nach intensiver Fütterung eine signifikante Erhöhung des Gewichts beobachten konnten, während sich die Gruppen hier jedoch kaum hinsichtlich der Körpergröße unterschieden.

In einer von Cymbaluk et al. (1990) durchgeführten Verlaufsstudie zum Wachstum von ad libitum gefütterten Fohlen im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ergaben sich für die Gruppe der ad libitum gefütterten Fohlen nach zwei Jahren ein um 13% (51 kg) höheres Gewicht und ein um 3,6% (5,2 cm) größerer Messwert für die Körpergröße.

Auch Milligan et al. (1985) und Cymbaluk et al. (1989) zeigten, dass eine energetisch höherwertige Ration zu größeren Gewichtszunahmen führt. Eine zusätzliche Energiesupplementierung zieht jedoch in erster Linie eine Gewichts-, weniger eine Körpergrößenzunahme nach sich, da nach Hintz (1992) bei einer reduzierten Energie- und Proteinzufuhr trotz eingeschränkter Gewichtszunahme immer noch ein Längenwachstum der Knochen stattfindet. Nach Ott und Asquith (1985) und Staniar et al. (2001) ist Energie der limitierende Faktor für die Gewichts- und Körpergrößenentwicklung, da bei verminderter Energiezufuhr selbst erhöhte Proteingaben keinen Einfluss auf das Körpergewicht und die Körpergröße ausüben. Nur im Falle von ausreichender Energieversorgung wirkt das Protein über ein ausgeglichenes Protein-Energie-Verhältnis wachstumslimitierend (Ott und Asquith 1985).

Bigot et al. (1987) und Trillaud-Geyl et al. (1992) fanden, dass das heranwachsende Pferd in der Lage ist, einen moderaten Rückstand in Körpergewicht und -größe nach dem Absetzen zu kompensieren, sofern das Fütterungsniveau in Abhängigkeit von dem Ausmaß und der Dauer der Futterrestriktion in der vorangegangenen Periode angehoben wird. Nach diesen Angaben sind wachsende Pferde, die auf einem konstanten, moderaten Fütterungsniveau gefüttert werden, fähig, das gleiche Körpergewicht und die gleiche Körpergröße im selben Alter zu erreichen. Dies deckt sich mit Ergebnissen von früheren Untersuchungen von Marq et al. (1956), Witt und Lhose (1965) und Schwark (1968).

Nach Untersuchungen von Lewis (1995) zeigt die Entwicklung des Körpergewichts einen wesentlich weniger konstanten Verlauf als die Entwicklung der Körpergröße, da die Gewichtsentwicklung wesentlich stärker von exogenen Faktoren, vor allem der Fütterung, abhängig sei. Dies bestätigen auch Thompson et al. (1988c), die bei zusätzlicher

Energiesupplementierung kein zusätzliches Größenwachstum feststellen konnten, während auch bei reduzierter Energiezufuhr immer noch ein Längenwachstum der Knochen stattfindet.

Bigot et al. (1987) kommen jedoch zu dem Schluss, dass mit zunehmendem Alter des wachsenden Pferdes der Einfluss des Fütterungsniveaus auf die Entwicklung des Körpergewichts abnimmt, unabhängig davon, ob es sich um leichte oder schwere Rassen handelt. Der Einfluss des Fütterungsniveaus auf die Körpergröße ist noch geringer, vornehmlich im späteren Alter (Bigot et al. 1987). Allerdings nimmt mit zunehmendem Alter die Fähigkeit zu kompensatorischem Wachstum ab.

Martin-Rosset (2005) bezieht sich auf eine unveröffentlichte Arbeit von Bigot und Martin-Rosset, in der zwei Gruppen von Pferden über einen Zeitraum vom 6. bis 24. Lebensmonat untersucht wurden. Dabei wiesen sowohl die Gruppe, deren tägliche Zunahme auf 0,35 kg limitiert war als auch die Gruppe, deren tägliche Zunahmen 0,45 kg betragen, gleiche Widerristhöhen und Röhrebeinumfänge auf, während das Körpergewicht der Gruppe mit täglichen Zunahmen von 0,45 kg um 10% höher war als das der anderen Gruppe. Allerdings waren die Dicke des Kortex und sonstige mechanische Charakteristika des Knochengewebes in der knapper gefütterten Gruppe verringert.

#### ***2.1.1.1.7 Einfluss des Haltungsmanagements***

Die Haltung stellt einen nicht zu vernachlässigenden Faktor für einen ungestörten Wachstumsverlauf und eine gesunde Entwicklung dar. Die Ansprüche wachsender Pferde an ihre Haltung müssen daher unbedingt im Rahmen einer gesunden Fohlenaufzucht Beachtung finden. Verschiedene Autoren (FN (Deutsche Reiterliche Vereinigung), 1992); Arbeitsgruppe Tierschutz und Pferdesport des BMELF, 1993; Pirkelmann, 1993; Piotrowski, 1993; Schnitzer, 1993; Zeeb, 1995; BMELF (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten), 1995) haben diese Ansprüche zusammengefasst. Dazu gehören u.a. die Haltung im Sozialverband, ausreichend große Auslaufflächen, die genügend Raum und entsprechende Bodenverhältnisse für altersentsprechende Bewegungsaktivitäten bieten und ein gesundes Stallklima.

#### ***2.1.1.1.8 Einfluss des Klimas***

Nach Weniger (1980) und Zeeb (1995) kann auch das Klima Auswirkungen auf das Wachstum nach sich ziehen, wenn aufgrund der Witterungsverhältnisse der Komfortbereich

von 10-27° C über- bzw. unterschritten wird, da dann energieabhängige Temperaturregulationsmechanismen eingesetzt werden müssen. Dies gilt unter den klimatischen Bedingungen Mitteleuropas besonders für nasskalte Perioden während der Weidesaison. Laut Cymbaluk (1990) kann es dann zu Wachstumsdepressionen kommen, wenn die Fohlen zugleich mit Energie unterversorgt sind. Ansonsten kam es in der Studie an 12 Fohlen zwar zu einem vermutlich temperaturbedingten Gewichtsunterschied, wenn die Fohlen im Winter in einem beheizten (10° C) bzw. unbeheizten Stall gehalten werden, die weitere Entwicklung von Größe und Röhrenumfang war jedoch identisch.

### **2.1.2 Pränatales Wachstum**

In einer Studie von Platt (1984) wurde der Wachstumsverlauf von Vollblutfeten untersucht. Während der ersten 200 Tage der Trächtigkeit, in denen sich nur ein langsames Wachstum feststellen ließ, erreichten die Feten ca. 15% des späteren Geburtsgewichtes.

Meyer und Ahlswede (1976) erstellten anhand der Gewichtsentwicklung von 18 Vollblutfeten die quadratische Gleichung

$$y \text{ (kg)} = -20,7 + 0,00067 x^2 \quad \text{mit } x = \text{Alter in Tagen.}$$

Nach 336 Tagen betrug das Gewicht nach dieser Formel 54,9 kg. Das Wachstum verlief in den letzten drei Trächtigkeitsmonaten annähernd linear.

### **2.1.3 Gewicht und Körpermaße zum Zeitpunkt der Geburt**

Es gibt verschiedene Studien, die das Gewicht und verschiedene Körpermaße zum Zeitpunkt der Geburt oder zeitnah dazu bei verschiedenen Pferderassen erfassen.

#### **2.1.3.1 Stockmaß zum Geburtszeitpunkt**

Noltenius (1928) bezeichnete das Stockmaß als das wichtigste und gebräuchlichste Maß beim Pferd. Es wurde oft als Basismaß benutzt, zu dem die anderen Körpermaße in ein prozentuales Verhältnis gesetzt wurden, um auf diese Weise die Körperproportionen besser beurteilen zu können.

Beim Fohlen überragen die Schulterblätter noch den Widerrist, dadurch sind die Dornfortsätze der Brustwirbelsäule nicht fühlbar. Erst im Alter zwischen zwei bis sechs

Monaten tritt der Widerrist durch die Straffung des Aufhängegürtels hervor (Noltenius 1928). Die bei vielen Tieren in den ersten Tagen post partum noch nicht gestreckte Beinstellung vermindert in dieser Zeit den Messwert des Stockmaßes. Verschiedene Autoren ermittelten in ihren Studien das Stockmaß zum Geburtszeitpunkt, wie Tabelle 3 zeigt.

**Tabelle 3: Stockmaß zum Geburtszeitpunkt bei verschiedenen Autoren**

Autor	Rasse	Stockmaß (cm)
Mieckley (1849)	Ostpreuße	105,1
Schilke (1922) ♂	Ostpreuße	99,6
Schilke (1922) ♀	Ostpreuße	99
Iwersen (1926) ♂	Holsteiner	103,6
Iwersen (1924) ♀	Holsteiner	103
Noltenius (1927) ♂	Oldenburger	102,4
Noltenius (1927) ♀	Oldenburger	102,36
Stegen (1929b) ♂	Hannoveraner	103,38
Stegen (1929b) ♀	Hannoveraner	101,79
Thieme (1931) ♂	Ostpreuße	98,72
Thieme (1931) ♀	Ostpreuße	98,2
Flade (1957)	Ostpreuße	97,0
Spieß (1983)	Warmblut DDR	101,1
Schorm (1983) ♂	Warmblut DDR	101,3
Schorm (1983) ♀	Warmblut DDR	101,39
Saastamoinen (1990b)	Finnisches Warmblut	99,4
Neuling (1998)	Deutsches Reitpferd	108
Wilke (2003)	Hannoveraner	105
Hois (2004)	Deutsches Reitpferd	105,1

### 2.1.3.2 Gewicht zum Geburtszeitpunkt

Fohlen weisen nach einer Studie von Platt (1984) bei der Geburt 7 bis 13% ihres Endgewichtes auf. Meyer (1996) gibt ein durchschnittliches Geburtsgewicht von 10% des Endgewichtes an, während die GfE (1994) ca. 9% des erwarteten Endgewichtes als Geburtsgewicht ermittelte.

Nach Gütte (1972) soll das Geburtsgewicht von Fohlen nach der Formel

**Geburtsgewicht (kg) = metabol. Körpergewicht der Stute (kg)<sup>0,75</sup> \* 0,41**

abgeschätzt werden können.

Mehrere Autoren (Mieckley, 1894; Kröning, 1942; Flade, 1957; Saastamoinen, 1990a; GfE, 1994; Neuling, 1998) bestimmten das durchschnittliche Geburtsgewicht bei Warmblütern, wobei die festgestellten Durchschnittsgewichte von 49 kg bei Trakehnern (Flade 1957) bis zu 68 kg (Neuling 1998) reichten.

## **2.1.4 Entwicklung des Gewichtes und der Körpermaße**

In zahlreichen Arbeiten wurden Wachstumsuntersuchungen bei verschiedenen Warmblutrassen vorgenommen.

### **2.1.4.1 Wachstumsverlauf**

Der eigentliche Wachstumsverlauf ist zum einen abhängig von der genetisch vorgegebenen Endgröße, d.h. der Wachstumskapazität, zum anderen aber auch von der Wachstumsintensität, d.h. der Entwicklung pro Zeiteinheit. Die sogenannte Wachstumsrate beschreibt die Zunahme in einem Körpermaß bzw. der Lebendmasse innerhalb eines Zeitabschnittes bezogen auf das Körpermaß bzw. die Lebendmasse zu Beginn des jeweiligen Beobachtungszeitraums. Veränderungen der betrachteten Werte innerhalb eines festgesetzten Zeitraumes können auf diese Weise quantifiziert werden. Der Wachstumsverlauf für verschiedene Körpermaße und das Körpergewicht kann u.a. durch absolute und relative Wachstumskurven dargestellt werden. Bei allen Haustieren zeigen diese einen deutlich asymmetrischen Verlauf mit tierart- und rassespezifischen Besonderheiten.

#### ***2.1.4.1.1 Entwicklung der Körperproportionen***

Die verschiedenen Körperproportionen, Organe und Gewebe zeigen spezifische Wachstumsgeschwindigkeiten, sodass sich das äußere Erscheinungsbild während des Wachstums durch Proportionsveränderungen wandelt. Diese Proportionsveränderungen unterliegen dem Gesetz der Allometrie (Blum 2002), das besagt, dass im Zuge der Körpervergrößerung die Größe von Organen oder Körperteilen in Relation zur Körpergröße zunimmt (positive Allometrie) oder abnimmt (negative Allometrie). Die entsprechende

Formel geht von abgestimmten Wachstumsgeschwindigkeiten aus, d.h. die relative Wachstumsgeschwindigkeit einer Körperpartie steht zu der einer anderen Körperpartie oder des Gesamtkörpers in einem konstanten, fast ausschließlich genetisch vorgegebenen Verhältnis. Dabei nimmt die Entwicklung der verschiedenen Körpermaße einen anderen Verlauf als die der Lebendmasse. Im ersten Lebensjahr erfolgt neben dem Längen- und Breitenwachstum ein intensives Größenwachstum. Im zweiten Lebensjahr jedoch dominiert das Längen- und Breitenwachstum gegenüber dem Größenwachstum. Im dritten Lebensjahr erfolgt insbesondere die Breiten- und Tiefenentwicklung des Brustkorbs, und als abschließender Wachstumsabschnitt wird der Körper durch die Bildung von Unterhautfettgewebe modelliert (Weniger 1980).

#### ***2.1.4.1.2 Entwicklung der Körpergröße***

Die Widerristhöhe wird üblicherweise in Form des Stockmaßes zur Angabe der Körpergröße verwendet. Dieses Maß reflektiert in erster Linie das Längenwachstum der Röhrenknochen der Schultergliedmaßen (Frape 2004). Das Bandmaß, das zwar ebenfalls die Körpergröße wiedergibt, erfasst jedoch auch die Ausprägung der Schultermuskulatur und wird damit auch von anderen Faktoren, wie z.B. dem Ernährungszustand, beeinflusst.

Hickman und Colles (1984) gaben in ihren Untersuchungen zur Widerristhöhe beim Pferd an, dass der höchste Punkt des Widerristes bei den meisten Pferden direkt über dem Dornfortsatz des 5. Brustwirbels liegt.

Um eine korrekte Messung zu ermöglichen, sollten nach Hickman und Colles (1984) die Pferde für die Messung so hingestellt werden, dass die Vorderbeine möglichst senkrecht zum Boden und möglichst parallel zueinander stehen. Die vorderen Hufe sollten auf gleicher Linie sein, die maximale Verschiebung sollte 1,5 cm betragen. Beide Hinterbeine sollten Gewicht aufnehmen und möglichst senkrecht zum Boden stehen. Die Hinterhufe sollten um nicht mehr als 15 cm versetzt stehen. Der Kopf sollte in natürlicher Position in Relation zum Hals gehalten werden.

Die Widerristhöhe war atmungsabhängig in der Inspirationsphase um 0,2 bis 0,4 cm größer als in der Expirationsphase.

Da das Pferd als Fluchttier auf eine frühzeitige Skelettentwicklung angewiesen ist, sind das gesamte Skelett, vor allem aber die Gliedmaßenknochen eines Fohlens zum Geburtszeitpunkt schon weit entwickelt. So erreicht die Widerristhöhe neugeborener Fohlen bereits 60% des

Endmaßes (Bornemann, 1977; Meyer, 1996), nach Hintz et al. (1979) sind es sogar 65%, auch bei Hois (2004) verzeichneten die jüngsten Tiere bis Tag 11 nach der Geburt im Mittel 65% des Endmaßes des jeweiligen Muttertieres bei Stock- und Bandmaß. In den ersten drei Lebensmonaten ist weiterhin ein sehr steiler Verlauf der Wachstumskurve zu verzeichnen. Diese Wachstumsintensität schwächt sich dann bis zum Alter von 1,5 Jahren gleichmäßig ab (Green, 1969; Hintz et al., 1979; Frape, 2004). Hois (2004) ermittelte bei den Fohlen bis zum Alter von etwa einem halben Jahr einen sehr steilen Wachstumsverlauf, der sich dann leicht abflachte. Ab einem Alter von 1,5 Jahren nahm auch hier die Wachstumsintensität sehr stark ab. Hintz et al. (1979) verfolgten die Entwicklung von 1992 Vollblutfohlen eines kanadischen Gestüts, Hintz (1980) bezieht sich zudem auf Untersuchungen an Quarter Horses, Anglo-Arabern, Arabern, Shetland-Ponys und Percherons. Bornemann (1977) dokumentierte an knapp 4000 Trakehner Hengsten und Stuten zahlreiche Körpermaße. Die Tiere waren alle älter als sechs Monate, jedoch 510 von ihnen jünger als ein Jahr. Hois (2004) führte Messungen an 692 heranwachsenden Pferden, überwiegend Warmblutjungpferde bis zu drei Jahren, durch.

Die verschiedenen Untersuchungen zeigen, dass die unterschiedlichen Pferderassen nahezu einheitlich nach sechs Lebensmonaten ca. 83% der ausgewachsenen Widerristhöhe erreicht haben. Dies entspricht im Vergleich zum Geburtswert und gegenüber dem zu erwartenden Endwert einer Zunahme von über 20% zu diesem Zeitpunkt. Bis zum 12. Lebensmonat sind bereits ca. 91% des Endmaßes erreicht. Shetland-Ponys erreichen nach Hintz (1980) zu den jeweiligen Zeitpunkten etwas höhere, Percherons etwas niedrigere Werte.

In der nachfolgenden Tabelle 4 wird der Wachstumsverlauf der Fohlen im ersten Lebenshalbjahr an Daten von Hintz et al. (1979) und von Jelan et al. (1996) detaillierter dargestellt. Die Studie von Jelan et al. (1996) zum Wachstum von Vollblütern wurde an 798 Fohlen eines irischen Gestütes durchgeführt, die zwischen 1988 und 1992 in monatlichen Abständen bis zum Trainingsbeginn im 20. Lebensmonat vermessen wurden.

Im Vergleich sind die irischen Fohlen zum Zeitpunkt der Geburt größer als die kanadischen Fohlen; jedoch ist deren Wachstum in den ersten Lebensmonaten intensiver als das der irischen. Im achten Lebensmonat ist die Differenz nur noch gering. Hintz et al. (1979) betonen, dass das Längenwachstum der Knochen zum größten Teil während der ersten Lebensmonate stattfindet. Dies lässt sich sowohl anhand der Arbeit von Hintz et al. (1979) als auch der von Jelan et al. (1996) und Hois (2004) bestätigen. Die intensive Zunahme der

Körpergröße nach der Geburt bis zum zweiten Lebensmonat sowie der äußerst rasche Verlauf in den ersten Lebensmonaten bis zu etwa einem Jahr und die kontinuierliche Abnahme der Wachstumsintensität in den folgenden Monaten sind deutlich zu erkennen.

Bei der Analyse der Entwicklung der Widerristhöhe anhand der Differenzen zwischen den Lebensmonaten fällt an den Messwerten von Jelan et al. (1996) folgendes auf: nachdem der postnatal sehr hohe Zuwachs vom zweiten auf den vierten Lebensmonat erheblich abnahm, stieg das Wachstum der Körpergröße vom vierten auf den sechsten Lebensmonat wieder stark an. Es zeigten sich also in dieser Phase gegenüber den Monaten davor und danach erhöhte Zunahmen.

**Tabelle 4: Mittlere Widerristhöhe und Zunahmen von Vollblutfohlen in Kanada (Hintz et al. 1979) und Irland (Jelan et al. 1996)**

Lebensmonat	Hintz et al. (1979)		Jelan et al. (1996)	
	Wh (cm)	Zuwachs (cm)	Wh (cm)	Zuwachs (cm)
Geburt	100,6		104,5	
2.	119,6	19,0	119,0	14,5
4.	128,9	9,3	124,0	5,0
6.	134,6	5,7	132,0	8,0
8.	139,5	4,9	138,5	6,5

Dieses muss als Hinweis auf einen Wachstumsschub zwischen dem vierten und sechsten Lebensmonat angesehen werden. Auch Finkler-Schade et al. (1996) konnte einen deutlichen Wachstumsschub der Körpergröße vom vierten auf den fünften Lebensmonat verzeichnen, der allerdings statistisch nicht abzusichern war. Borchers (2002) fand in ihrer Studie keinen Hinweis auf einen Wachstumsschub in dieser Lebensphase. Auch in den Untersuchungen von Hois (2004) lässt sich dieser in solcher Deutlichkeit nicht erkennen.

#### ***2.1.4.1.3 Entwicklung der Schultergliedmaßen***

Die Entwicklung der Schultergliedmaßen kann anhand verschiedener Maße, wie beispielsweise der Beinlänge, der Röhrbeinlänge oder des Röhrbeinumfanges beschrieben werden. In der Praxis kommt dem letzteren, als Maß für die Fundamentstärke, bis heute Bedeutung zu, da man unterstellt, dass vom Röhrbeinumfang Rückschlüsse auf die Ausbildung der übrigen Skelettknochen gezogen werden können. Auch im Zuge des Umzüchtungsprozesses bzw. der Veredelung der Arbeitspferde hin zu modernen Reitpferden

wurde dieses Maß in der Vergangenheit stark beachtet und wird noch heute im Rahmen von Hengstkörungen und Stutbucheintragungen verschiedener Zuchtverbände ermittelt. Da die Messstelle des Röhrbeinumfanges nur von Haut und Sehnen umgeben ist, kann er, im Gegensatz zu den oben erwähnten Maßen Röhrbeinlänge und Beinlänge, sehr genau ermittelt werden. Aus diesem Grund sind der bearbeiteten Literatur auch nur Untersuchungen zum Röhrbeinumfang zu entnehmen. Nachfolgend ist in Tabelle 5 die Entwicklung des Röhrbeinumfanges von Vollblutfohlen (Hintz et al. 1979) in den ersten acht Lebensmonaten dargestellt.

**Tabelle 5: Entwicklung des Röhrbeinumfanges von Vollblutfohlen nach Hintz et al. (1979) bis zum achten Lebensmonat und die jeweiligen Zuwächse von Monat zu Monat**

Lebensmonat	♂	Zuwachs	♀	Zuwachs
	RU		RU	
Geburt	12,5		12,3	
1.	13,7	1,2	13,4	1,1
2.	14,8	1,1	14,5	1,1
3.	15,5	0,7	15,2	0,7
4.	15,8	0,3	15,5	0,3
5.	16,5	0,7	16,1	0,6
6.	16,8	0,3	16,4	0,3
7.	18,1	1,3	17,7	1,3
8.	18,4	0,3	18,0	0,3

Die oben aufgeführten Werte dokumentieren die äußerst hohe Wachstumsintensität in der postnatalen Phase bis zum dritten Lebensmonat. Danach verlangsamt sich das Wachstum stetig. Auffallend ist, dass sich unabhängig vom Geschlecht zwischen dem vierten und fünften und zwischen dem sechsten und siebten Lebensmonat eine Zunahme im Wachstum des Röhrbeinumfanges im Vergleich zu den Monaten davor und danach feststellen lässt. Diese Beobachtung spricht für einen Wachstumsschub in diesen Lebensmonaten. Bei Neuling (1998) und Hois (2004) ist jedoch kein Wachstumsschub in dieser Deutlichkeit zu den jeweiligen Zeitpunkten zu erkennen.

Bornemann (1977) beziffert den prozentualen Anteil des Röhrbeinumfanges zum Zeitpunkt der Geburt, bezogen auf das Endmaß, mit ca. 55-60%. Demzufolge weisen die Fohlen bis zum 6. Lebensmonat einen ca. 20%igen Zuwachs im Röhrbeinumfang und nach einem Jahr bereits ca. 90% des Endmaßes auf. Nach Hois (2004) erreichten einige Tiere bereits im Alter von 18 Monaten das Maß des Muttertieres. Berücksichtigt man das oben erwähnte starke

Längenwachstum der Gliedmaßenknochen in den ersten Lebensmonaten (Hintz et al., 1979; Frape, 2004), so zeigen auch diese Zahlen, wie hoch die Wachstumsintensität des Skelettes und insbesondere der Gliedmaßenknochen in den ersten Lebensmonaten ist.

Nach Kröning (1942) lässt die Röhreinstärke einen verhältnismäßig sicheren Rückschluss auf die Entwicklung des Skelettes zu. Er stellte in seinen Untersuchungen ab einem Alter von 6 Monaten bei den Hengsten einen um rund 1 cm größeren Röhreinumfang fest als bei den gleichaltrigen weiblichen Tieren.

Nach Angaben von Noltenius (1928) lag der Schwerpunkt der Entwicklung des Röhreinumfanges in den ersten 5 Lebensmonaten. In dieser Zeit wurden fast 50% der Gesamtzunahme dieses Parameters erreicht. Desweiteren bemerkte er, dass der Röhreinumfang Schwankungen ausgesetzt ist, wobei die niedrigsten Werte im Frühjahr zu messen waren. Diese Beobachtung konnte Schöttler (1910) in seinen Untersuchungen bestätigen.

In diversen weiteren Studien wurde die Entwicklung des Röhreinumfanges bei verschiedenen Warmblutrassen festgehalten. Dabei zeigten die von Noltenius (1928) erfassten Oldenburger und die von Mieckley (1894) vermessenen Ostpreußen die höchsten Werte, die Hannoveraner Halbblüter bei Schöttler (1910) über den gesamten Zeitraum die niedrigsten, wie auch Abbildung 44 zu entnehmen ist.

#### ***2.1.4.1.4 Entwicklung der Körperlänge***

Die Körperlänge wird durch die Länge des Rumpfes, entweder als Abstand vom Humeruskopf zur Pars cranialis des Trochanter major ossis femoris (Milner und Hewitt 1969) oder als Abstand von der Bugspitze (Tuberculum majus ossis humeri) zum Tuber ischiadicum (Carroll und Huntington, 1988; Schramme, 2003) gemessen und hängt von den Ausmaßen der Schulter, der Wirbelsäule sowie des Beckens ab.

In einer Arbeit von Schramme (2003) wurde aufgrund der schlechten Wiederholbarkeit der Messungen der Körperlänge das Maß des Körperumfanges eingeführt, bei dem das Maßband bei gleichmäßiger Belastung aller vier Gliedmaßen einmal um das Pferd herum auf Höhe der Knochenpunkte der Pars cranialis des Tuberculum majus ossis humeri zum Tuber ischiadicum der selben Seite, außen um die Schweifrübe herum zum Tuber ischiadicum der anderen Seite und wieder nach vorne über das Tuberculum majus ossis humeri zum

Ausgangspunkt der Messung zurückführt wurde und sehr gute Wiederholbarkeiten zeigte. Dieses Maß wurde auch bei den Messungen von Hois (2004) an Fohlen und Jungpferden anstelle der Messung der Körperlänge übernommen.

In einer Studie von Bornemann (1977) fand dieser, dass Fohlen hinsichtlich des Maßes der Körperlänge bei der Geburt ca. 43-44% des ausgewachsenen Endmaßes aufweisen.

In Relation zur Körperlänge eines Fohlens bei der Geburt sind die Zunahmen im ersten Lebensjahr außerordentlich groß. Sie betragen ca. 30% des ausgewachsenen Endmaßes. Diese Phase ist hinsichtlich der Entwicklung der Körperlänge die wachstumsintensivste, Zunahmen dieser Größenordnung werden später nicht mehr erreicht, insgesamt ist jedoch das Wachstum weniger schnell als z. B. das der Körpergröße. Dieses außerordentlich große Wachstum beruht vornehmlich auf der Längenausdehnung der Wirbelsäule (Bornemann 1977). Im Gegensatz zur Entwicklung der Körpergröße, bei der bereits nach 12 Lebensmonaten 90% des späteren Endwertes erreicht werden, ist dies bei der Körperlänge erst nach 18 Monaten der Fall. Dies entspricht den Beobachtungen von Weniger (1980) zum allgemeinen Wachstumsverlauf und zur Entwicklung der Körperproportionen.

#### ***2.1.4.1.5 Entwicklung der Rumpftiefe***

Die Rumpftiefe wird durch verschiedene Körpermaße beschrieben. So misst die Brusttiefe den Abstand zwischen dem höchsten Punkt des Widerristes und dem unteren Rand des Brustbeins hinter den Vordergliedmaßen und gibt somit die vertikale Ausdehnung des Brustkorbs wieder. Dieses Maß wird weniger stark vom Ernährungszustand beeinflusst als das Maß des Brustumfangs, jedoch kann die Höhe des Widerristes gewisse Abweichungen ergeben. Schramme (2003) begründet den Vorteil der Messung des Brustumfangs mit der besseren Reproduzierbarkeit der Messergebnisse im Vergleich zur Messung der Brusttiefe.

Die Brusttiefe zum Zeitpunkt der Geburt gibt Bornemann (1977) anhand von älteren Untersuchungen mit 42-45% des ausgewachsenen Endwertes an.

Das zweite Maß zur Beschreibung der Rumpftiefe ist der Brustumfang.

Milner und Hewitt (1969) verwendeten in ihrer Studie den halben Brustumfang, wobei das Maßband hinter dem Widerrist angelegt und in der Gurtlage auf Höhe der Medianen abgelesen wurde. Sie gaben an, dass die Mediane leicht zwischen der Pectoralmuskulatur zu ertasten war und im Zweifelsfall am unterschiedlichen Muster des Haarwuchses an dieser

Stelle identifiziert werden konnte. Für die Angabe des Brustumfangs wurde dieser Messwert verdoppelt.

Carroll und Huntington (1988) legten das Maßband direkt hinter dem Ellbogen um den ganzen Brustkorb, wobei der Messwert nach der Expirationsphase abgelesen wurde.

Schramme (2003) und Hois (2004) legten das Maßband dorsal unmittelbar hinter dem Widerrist und ventral in der Gurtlage eine Handbreit hinter dem Ellbogen an, sodass es gleichmäßig gespannt war ohne die Haut einzudrücken. Das Maß wurde am Ende der Expirationsphase erhoben.

Die prozentualen Werte für die beiden verschiedenen Körpermaße Brusttiefe und –umfang sind nahezu identisch. Zum Zeitpunkt der Geburt beträgt nach Bornemann (1977) der Brustumfang ca. 43-44% des ausgewachsenen Endmaßes.

Wie bei der Entwicklung der Körperlänge ergeben sich auch für die Entwicklung der Rumpftiefe sehr hohe Zunahmen bis zum sechsten Lebensmonat. Sie liegen geringfügig unter den entsprechenden Werten für die Körperlänge, kommen jedoch ebenfalls an fast 30% Zunahme in Relation zum Endmaß heran. Der weitere Verlauf der Wachstumskurve für die Rumpftiefe zeigt sich weniger steil als der der Kurve des Längenwachstums.

Es existieren verschiedene Arbeiten über den Brustumfang beim Warmblut. So erfassten Noltenius (1928) beim Oldenburger, Stegen (1929a; 1929b) beim Hannoveraner und Kröning (1942) beim Brandenburger die Entwicklung des Brustumfanges während der ersten sechs Monate sehr genau, ebenso gibt es Dokumentationen dieses Parameters beim Holsteiner (Iwersen 1926) und beim Ostpreußischen Warmblut (Völtz, 1913; Schilke, 1922; Thieme, 1931).

Das ostpreußische Warmblut in der Untersuchung von Schilke (1922) erreichte die vergleichsweise geringsten Zunahmen dieses Körpermaßes, die von Noltenius (1928) untersuchten Oldenburger und die Brandenburger bei Kröning (1942) zeigten die größten Messwerte, wie aus den Abbildungen 42 und 43 (s.d.) zu ersehen ist.

Noltenius (1928) und Stegen (1929a; 1929b) stellten jahreszeitliche Schwankungen des Brustumfanges fest. Die Endmaße der erwachsenen Tiere variierten von 188 cm bis 205 cm. Thieme (1931) fand einen Geschlechtsunterschied zum Ende seiner Messungen von 3,5 cm zugunsten der Hengste, bei Noltenius (1928) betrug dieser 8 cm. Dagegen beobachtete Kröning (1942) eine bei weiblichen und männlichen Tieren nahezu gleich verlaufende

Entwicklung des Brustumfangs. Nur im Alter von 24 Monaten erreichten die Hengste höhere Werte, das Endmaß war bei den Stuten um 2 cm größer.

#### ***2.1.4.1.6 Entwicklung der Lebendmasse***

Nur wenige Autoren nahmen in früherer Zeit regelmäßige Wiegunen während des Wachstums beim Warmblut vor. So untersuchte Stegen (1929a) die Gewichtsentwicklung beim Hannoveraner ab dem sechsten Lebensmonat, Kröning (1942) wog Brandenburger im Alter von drei, sechs und zwölf Monaten und Drögemüller (1936) dokumentierte die Gewichtsentwicklung ebenfalls des Brandenburgischen Warmbluts, wobei er die Tiere in Altersgruppen einteilte.

Foß (1938) stellte an Württembergischen Warmblütern des Haupt- und Landgestüts Marbach einen übereinstimmenden Kurvenverlauf bei männlichen und weiblichen Tieren fest, die Stuten waren jedoch durchwegs leichter als die Hengste. Er verzeichnete bei den Hengsten ein Endgewicht von 698 kg im Alter von 5 Jahren, die Stuten wogen in diesem Alter durchschnittlich 609 kg.

Ein derart deutlicher Geschlechtsdimorphismus war in der Studie von Drögemüller (1936) nicht zu erkennen.

Neuere Untersuchungen zur Gewichtsentwicklung beim Warmblutpferd finden sich bei Saastamoinen (1990a) , Neuling (1998), Hois (2004) und Vervuert et al. (2005). Mit zunehmendem Alter war eine größere Standardabweichung der Messwerte zu verzeichnen (nach Saastamoinen (1990a) bei der Geburt  $s_x = 7,8$ ; 48 Monate  $s_x = 39$ ), der Variationskoeffizient nahm hingegen von 14,9% auf 7,3% ab. Von allen untersuchten Maßen wies das Gewicht die größte Variation auf (Saastamoinen 1990a). Das Geschlecht fand keine Berücksichtigung.

Die GfE (1994) berücksichtigt als Grundlage aller Berechnungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Fohlen einen mittleren Wachstumsverlauf für die unterschiedlichen Pferderassen. Dieser orientiert sich an der Lebendmasse des ausgewachsenen Pferdes. Diese Angaben basieren zum Teil auf älteren Untersuchungen zum Wachstum verschiedenster Pferderassen wie Araber, Kaltblüter, Kleinpferde, Quarter Horses, Voll- und Warmblüter, sowie Schätzungen. Der von der GfE (1994) unterstellte mittlere Wachstumsverlauf für Pferde mit einer ausgewachsenen Lebendmasse von 600 kg, die der eines Warmblutpferdes entspricht, ist in Tabelle 6 aufgeführt. Die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen zum

Wachstumsverlauf (Saastamoinen et al., 1998; Hois, 2004; Vervuert et al., 2005) stimmen mit den Angaben der GfE (1994) überein.

**Tabelle 6: Körpermasse der Fohlen bei der Geburt und am Ende des jeweiligen Lebensmonats (kg) bei moderater Aufzucht (GfE, 1994)**

Lebensmonat	500 kg*	600 kg*
Geburt	47,5	54,6
2.	125	144
4.	182	215
6.	225	264
12.	315	366
18.	380	444
24.	425	498
36.	475	564

\*Körpermasse des ausgewachsenen Pferdes

Bis zum sechsten Lebensmonat verzeichnen die Fohlen eine Lebendmassezunahme von nahezu einem Kilogramm pro Tag, woraus sich die hohe Wachstumsintensität im ersten Lebenshalbjahr deutlich ablesen lässt. Innerhalb von vier Wochen verdoppeln die Fohlen ihr Geburtsgewicht (Flade, 1962; Flade, 1983; GfE, 1994; Hois, 2004), nach einem halben Jahr hat sich das Geburtsgewicht fast vervierfacht (Hois 2004). Hintz et al. (1979) konnten bei den von ihnen untersuchten Vollblütern eine ähnlich hohe Wachstumsintensität feststellen, wenn auch die absoluten Lebendmassezunahmen in den ersten Monaten im Vergleich zu denen der Warmblüter etwas niedriger lagen.

Auch Jelan et al. (1996) ermittelten eine hohe Wachstumsintensität hinsichtlich der Entwicklung des Körpergewichtes und unterteilten diese Entwicklung in vier Phasen: vom Geburtszeitpunkt bis zum Ende des ersten Lebensmonats erreichten die täglichen Zunahmen bis zu 1,6 kg pro Tag. In der zweiten Phase vom 2. bis zum 4. Lebensmonat waren Tageszunahmen von 0,9-1 kg festzustellen, die im Anschluss bis zum 12. Monat auf 0,5 kg pro Tag abnahmen, um dann in der dritten Phase vom 12.-15. Lebensmonat nochmals auf 0,7 kg pro Tag zu steigen. In der letzten Phase bis zum 20. Lebensmonat fielen die täglichen Zunahmen dann auf einen Wert von etwa 0,2 kg pro Tag. Die Studien von Hintz et al. (1979), Thompson (1995) und Pagan et al. (1996) bestätigen diese Angaben.

Unter Berücksichtigung der Feststellung, dass ein Fohlen bei der Geburt ca. 10% seiner ausgewachsenen Lebendmasse aufweist (Meyer (1996), zeugen diese Werte von der außerordentlich hohen Wachstumsintensität im ersten Lebenshalbjahr. In Relation zum

Endwert nimmt die Lebendmasse in dieser Phase um ca. 35% zu. Dieser Wachstumsverlauf ist, wie bei anderen Körpermaßen auch, bei allen untersuchten Pferderassen sehr einheitlich. Auch Hois (2004) ermittelte in ihrer Studie ähnliche Verläufe der Wachstumskurven verschiedener Pferderassen wie Warmblut, Deutsches Reitpony oder Welsh-Pony Sektion B, die im Typus dem leichten Schlag angehörten, während Pferderassen, die dem schweren Schlag zuzuordnen sind, erst später vergleichbare Anteile am Muttergewicht erreichten als die Vertreter der leichten Rassen.

Bis zum 18. Lebensmonat werden ca. 80% der ausgewachsenen Lebendmasse erreicht. Die durchschnittlichen Angaben der GfE (1994) liegen leicht unter den Angaben verschiedener Autoren für die unterschiedlichen Pferderassen, wie Tabelle 7 zu entnehmen ist.

**Tabelle 7: Lebendmasse von Fohlen verschiedener Rassen in Relation zum erwarteten Endwert im Vergleich zu den Angaben der GfE (1994) (in %)**

Lebensmonat	6.	12.	18.
Vollblut (Hintz et al. 1979)	46	66	80
Quarter Horse (Hintz 1980)	44	66	80
Anglo Araber (Hintz 1980)	45	67	81
Araber (Hintz 1980)	46	66	80
600 kg Endgewicht (GfE 1994)	44	61	74

In einer Studie von Pagan et al. (1996) an 350 Vollblutfohlen vom 2. bis zum 18. Lebensmonat konnten sehr detaillierte Aussagen zu den Lebendmassezunahmen in den einzelnen Lebensmonaten gewonnen werden. So lagen die durchschnittlichen täglichen Zunahmen sowohl bei Hengst- als auch bei Stutfohlen bis zum fünften Lebensmonat über einem Kilogramm pro Tag, um dann in unterschiedlichen Graden abzusinken und damit eine sinkende Wachstumsintensität zu demonstrieren. Ein sehr deutliches Absinken zeigt sich vor allem vom zweiten auf den dritten Lebensmonat und vom fünften auf den sechsten.

Der bereits angesprochene Geschlechtsdimorphismus ist aber auch anhand dieser Daten erkennbar.

In den von Hois (2004) erhobenen Daten ist ebenfalls ein Absinken der Zunahmen vom fünften auf den sechsten Lebensmonat erkennbar. Auch Hintz et al. (1979) ermittelten im Abschnitt zwischen dem vierten und sechsten Lebensmonat geringere Zunahmen im Vergleich zum Abschnitt vom zweiten bis vierten Monat.

Nach dieser Phase reduzieren sich die täglichen Lebendmassezunahmen beständig.

Andere Studien kommen zu konträren Ergebnissen und ermittelten erhöhte Zunahmen zwischen dem vierten und sechsten Lebensmonat als Hinweis auf einen Wachstumsschub in diesem Lebensabschnitt. Dies zeigten Jelan et al. (1996) an Vollblutfohlen aus Irland anhand der Messwerte der Widerristhöhe und Hintz et al. (1979) auch hinsichtlich des Röhrebeinumfangs, wie bereits in Tabelle 4 und 5 gezeigt.

Letztendlich lässt sich aus den in verschiedenen Studien an unterschiedlichen Pferderassen erhobenen Körpermaßen schließen, dass die Entwicklung der Körperproportionen innerhalb der Spezies einen relativ einheitlichen Wachstumsverlauf zeigt, der allerdings sowohl durch Umwelteinflüsse als auch durch die Zugehörigkeit des individuellen Tieres zu einem schweren oder leichten Schlag beeinflusst wird.

#### **2.1.4.2 Mathematische Beschreibungen des Wachstums und der Gewichtsentwicklung**

Um Wachstum und Entwicklung kontrollieren zu können, erstellte Dušek (1972) Wachstumsstandards für Hannoveraner Warmblutpferde. Er errechnete Standards für Stockmaß und Brustumfang.

Dazu verwendete er ein Polynom 2. Grades:

$$y = c_1 + c_2x + c_3x^2,$$

wobei  $y$  die zu bestimmende Wachstumsgröße,  $x$  das Alter und  $c_{1-3}$  Konstanten, spezifisch für den jeweiligen Wachstumsparameter, darstellen.

Als zweite Funktion verwendete er die folgende, mit der eine noch bessere Annäherung an die Daten erreicht werden konnte:

$$y = c_1 + c_2\sqrt{x} + c_3x$$

In einer weiteren Arbeit zur Erstellung von Wachstumsstandards für das Gewicht von Kladruber-Pferden verwendete Dušek (1976) die Formel nach Rasch (1965) in der Form:

$$y = A - Be^{-kt},$$

mit  $y$  als dem gesuchten Gewicht,  $A$  als Wachstumsendwert und  $B$  als Geburtsgewicht;  $k$  ist die Konstante der Wachstumsgeschwindigkeit,  $e$  die Basis des natürlichen Logarithmus und  $t$  das Alter in Tagen.

Schorm (1983) errechnete ebenfalls anhand der Gleichung von Rasch (1965) Approximationen an den Wachstumsverlauf des DDR-Warmblutpferdes. Dabei wurden das Stockmaß, der Brust- und der Röhrebeinumfang bei Tieren bis zum Alter von drei Jahren miteinbezogen

Persson und Ullberg (1981) führten eine Regression in zwei Phasen durch. Sie beschrieben das Wachstum und die Gewichtsentwicklung mittels linearer Funktionen mit unterschiedlichen Steigungen für Tiere im Alter von 0 bis 100 Lebenstagen und für Tiere von 100 bis 400 Tagen Lebensalter. Nach ihren Angaben konnte das Körpergewicht der Tiere durch Körperlänge und Brustumfang genauer bestimmt werden als anhand des Alters.

Janoschek (1957) entwickelte eine Gleichung, mit deren Hilfe versucht wird, das Wachstum zu erklären und zu beschreiben.

$$N_+ = N_0 (1 - e^{-(k*t)^p})$$

$N_+$  = Menge des nach der Zeiteinheit  $t$  entstandenen Reaktionsprodukts

$N_0$  = Ausgangsmenge

$k$  = Parameter, Maß für die Geschwindigkeit des Geschehens

$p$  = Parameter, Maß für den mit der Zeit potentiellen Anstieg der Wachstumsgröße

$t$  = Zeit

Sager (1978) modifizierte diese Funktion, um sie auch auf Geburtswerte ungleich Null anwenden zu können. Die Gleichung stellt ein nicht-lineares Funktionsmodell dar, das auf

dem reaktionskinetischen Grundgesetz beruht. Dem Modell liegt die quantenhafte Einzelreaktion z.B. eines Moleküls eines Nährstoffes, das mit einer Zelle des Körpers reagiert, wodurch das Lebewesen seine Substanz vermehrt, zugrunde. Hierbei ist das Lebewesen als quantenhaft reagierende Einheit beteiligt (Janoschek 1957).

Die nach Sager (1978) modifizierte Janoschekfunktion lautet:

$$W = E - (E - W_0)e^{-kt^p}$$

$W$  = Wachstumsgröße

$W_0$  = Geburtswert

$E$  = asymptotischer Endwert

$k$  = Parameter, Maß für die Geschwindigkeit des Geschehens

$p$  = Parameter, Maß für den mit der Zeit potentiellen Anstieg der Wachstumsgröße

$t$  = Zeit

Um für Datensätze eine modifizierte Janoschekfunktion berechnen zu können, müssen Werte für die Parameter  $p$  und  $k$  errechnet werden. Dies kann z.B. mithilfe des Programms „Growth Curve Analysis“ von Gille (1992) geschehen. Dabei wird der asymptotische Endwert über den finalen Messwert geschätzt. Durch Auswahl zweier Punkte aus der Punktwolke, durch die der Kurvenverlauf vermutet wird, können die Startwerte für  $p$  und  $k$  mittels den im Folgenden angeführten Gleichungen bestimmt werden:

$$p = \ln \left( \frac{\frac{E - W_0}{E - W_2}}{\frac{E - W_0}{E - W_1}} \right) / \ln \frac{t_2}{t_1} \quad k \approx p/t_i^p * \ln \frac{E - W_0}{E - W_i} \quad (i = 1 \text{ und } 2)$$

Stamer und Sumpf (1988) verwendeten in ihren Untersuchungen zur Approximation der Daten die Gompertz- und die Janoschekfunktion, um aus der Gewichtszunahme von Warmbluthengsten den Energie- und Proteinbedarf abzuleiten. Dabei konnte mithilfe der Janoschekfunktion eine bessere Annäherung erreicht werden.

Auch Gille (1989) verwendete die Janoschekfunktion für eine Approximation der von Hintz et al. (1979) gemessenen Daten zu Körpermasse, Widerristhöhe und Röhrebeinumfang von Vollblütern.

Neuling (1998) hingegen verwendete zur Approximation aller in seiner Studie erhobenen Körpermaße und des Gewichts die von Sager (1978) modifizierte Janoschekfunktion, womit sehr hohe Bestimmtheitsmaße erzielt werden konnten. Zusätzlich wendete er zur Auswertung seiner Daten ein modellfreies Verfahren, die „Spline-Methode“ (Thiele 1975), an, bei der durch eine Aneinanderreihung von Polynomen 3. Grades eine stetige Kurve sowohl in der Grundform als auch in den Ableitungen entsteht.

In der Arbeit von Delobel et al. (2004) wurde mittels verschiedener linearer und nicht-linearer Modellfunktionen das Wachstum des Ardennerpferdes beschrieben, wobei die getrennt berechneten linearen Funktionen aufgrund der leichteren Verständlichkeit zu bevorzugen seien. Es wurde je eine Regression für Tiere bis 425 Lebenstage und für Tiere älter als 425 Tage erstellt, dabei konnte ein Bestimmtheitsmaß von 0,665 erzielt werden. Aufgrund der Möglichkeit der Darstellung eines sigmoidalen Wachstumsverlaufs sei auch die Gompertzfunktion zu empfehlen.

Brody (1945) erstellte ein Wachstumsmodell, das laut Martin-Rosset (2004) gut zur Beschreibung des Wachstums beim Pferd geeignet ist. Es besteht aus zwei Phasen und kann somit einen sigmoidalen Wachstumsverlauf darstellen.

Die erste Phase wird mit der Funktion

$$y = Be^{kt},$$

die zweite mit der Funktion

$$y = A - Be^{-kt}$$

berechnet ( $A$  = Adultwert,  $B$  = Wert bei der Geburt,  $e$  = natürlicher Logarithmus,  $k$  = Konstante der Wachstumsgeschwindigkeit,  $t$  = Zeit in Tagen).

Der Übergang zum Zeitpunkt  $t_i$  stellt den Wendepunkt dar, an dem die Wachstumsrate am höchsten ist, im Anschluss daran verringert sich die Wachstumsgeschwindigkeit.

## **2.2 Abschätzung des Gewichts**

Milner und Hewitt (1969) untersuchten eine Gruppe von 108 Pferden unterschiedlichen Alters und verschiedenster Rassen. Über die Gewichte machten sie keine Angaben. Anhand dieser Gruppe erstellten sie folgende Gleichung aus Brustumfang (BU) und Körperlänge (KL) für die Abschätzung des Körpergewichts (KG):

$$\text{KG [lb]} = \text{BU [in]}^2 * \text{KL [in]} / 228,1 [\text{lb} / \text{in}^3],$$

was der Gleichung

$$\text{KG [kg]} = \text{BU [cm]}^2 * \text{KL [cm]} / 6316 [\text{kg} / \text{cm}^3]$$

entspricht. Die Korrelation zwischen geschätztem und tatsächlichem Gewicht lag bei  $r = 0,99$ , allerdings wiesen nach Angaben der Autoren die Gewichte aufgrund der großen Unterschiede zwischen den Rassen und Altersstufen eine sehr große Spannweite auf.

Anhand dieser Gleichung ergab sich eine durchschnittliche prozentuale Abweichung vom tatsächlichen Gewicht von 5,6%, für eine Gewichtsabschätzung nur anhand des Brustumfangs von 10%.

Carroll und Huntington (1988) untersuchten die Korrelationen verschiedener biometrischer Daten zum Gewicht an 281 Pferden mit Gewichten zwischen 160 kg und 680 kg. Eine auf diesen Daten basierende Regressionsgleichung aus Brustumfang und Körperlänge wies ein nur etwas besseres Bestimmtheitsmaß ( $r^2 = 0,837$ ) auf als eine Regressionsgleichung aus Widerristhöhe und BCS ( $r^2 = 0,825$ ). Die Standardabweichungen betragen 37,2 bzw. 42,7.

Carroll und Huntington (1988) schlugen folgende Gleichung vor:

$$\text{KG [kg]} = \text{BU [cm]}^2 * \text{KL [cm]} / 11877,4 [\text{kg} / \text{cm}^3].$$

Bei 20 Vollblutstuten mit etwa gleicher Widerristhöhe war eine gute Korrelation (Bestimmtheitsmaß  $r^2 = 0,70$ ) des BCS mit dem Gewicht festzustellen.

Anhand einer populärwissenschaftlichen Studie von Dobberthien (2002) an 75 Pferden, bei denen Gewicht und verschiedene Körpermaße erhoben wurden, überprüfte die Autorin die oben angeführte Gleichung nach Carroll und Huntington (1988) zur Gewichtsschätzung. Die Gewichte der an der Untersuchung beteiligten Pferde variierten von 254 kg bis 714 kg.

Das Bestimmtheitsmaß erreichte  $r^2 = 0,74$ , es waren jedoch zahlreiche, zum Teil sehr deutliche Ausreißerwerte zu verzeichnen, bei denen tatsächliches und geschätztes Gewicht sehr deutlich von einander abwichen.

Paragon et al. (2000) ermittelten an 439 Fohlen der Rassen Selle Français, Vollblut und Französischer Traber Gleichungen zur Abschätzung des Gewichtes sowohl für die einzelnen Rassen nach Geschlecht getrennt und gemeinsam als auch für alle Rassen zusammen, in die Alter (A), Widerristhöhe (WH) und Brustumfang (BU) als Parameter einfließen. Für alle Rassen und beide Geschlechter gemeinsam ergab sich folgende Gleichung:

$$\mathbf{KG \text{ (in kg)} = 0,204 * A + 1,893 * WH + 2,103 * BU - 333,9}$$

Die Abweichung des geschätzten vom tatsächlichen Gewicht betrug nach Angaben von Paragon et al. (2000) durchschnittlich 16 kg, das Bestimmtheitsmaß  $r^2 = 0,98$ .

Schramme (2003) erstellte anhand der an 181 Warmblutpferden erhobenen Gewichte und Körpermaße (Bandmaß (BM), Brustumfang (BU), Fessel-Ellbogenmaß (FE), Körperumfang (KU), Röhrbeinumfang (RB), Halsumfang (HU), Body Condition Score (BCS)) folgende Gleichung zur Gewichtsschätzung beim Pferd:

$$\mathbf{\text{Geschätztes KG (in kg)} = -1160 + 2,594 * BM + 1,336 * BU + 1,538 * KU + 6,226 * RB + 1,487 * HU + 13,63 * BCS}$$

Das multiple Bestimmtheitsmaß  $r^2$  für diese Gleichung betrug 0,886. Die Gleichung ließ sich durch die Daten von Schrammes (2003) eigenen Untersuchungen und auch durch die Ergebnisse von Hois (2004) bestätigen.

In einer Studie von Hois (2004) wurden für die Abschätzung des Gewichtes bei Fohlen und Jungpferden Gleichungen erstellt, deren Anwendungsbereich durch den Körperumfang des zu

schätzenden Tieres determiniert ist. Es kamen die gleichen Körpermaße zur Anwendung wie bei Schramme (2003).

Anhand der Daten von 51 Fohlen wurde folgende Gleichung, anwendbar bis zu einem Körperumfang von 225 cm, erstellt:

$$KG = -143,842 + 0,289 \times KU + 0,983 \times BU + 0,440 \times BM + 5,238 \times BCS$$

Das Bestimmtheitsmaß  $r^2$  für diese Gleichung erreichte 0,964.

Für einen Körperumfang von 226 bis 310 cm ergab sich aus den Messergebnissen von 181 Tieren mit einem Bestimmtheitsmaß  $r^2 = 0,974$  die Gleichung

$$KG = -328,665 + 1,665 \times BU + 0,809 \times KU + 2,364 \times RB + 0,500 \times HU$$

Tiere mit einem Körperumfang von 311 bis 365 cm können nach der Gleichung

$$KG = -626,435 + 1,413 \times KU + 1,763 \times BU + 5,998 \times RB + 0,745 \times HU - 1,081 \times FE + 0,628 \times BM$$

mit einem korrigierten Bestimmtheitsmaß  $r^2 = 0,941$  geschätzt werden. Tiere mit einem Körperumfang ab 366 cm sollen laut Hois (2004) mithilfe der Formel von Schramme (2003) geschätzt werden.

## **2.3 Body Condition Scores**

### **2.3.1 Definition**

„Body Condition“ bedeutet das Verhältnis von Fettmasse zu fettfreier Masse im Körper eines lebenden Tieres (Murray 1919) und stellt ein Maß für das Vorratsfett im Körper eines Tieres dar (Henneke et al. 1983).

Da allerdings die deutsche Übersetzung „Körperkondition“ eher als Beschreibung des Trainingszustandes als des Ernährungszustandes gebraucht wird, soll im Folgenden weiterhin der englische Begriff verwendet werden, um Missverständnissen vorzubeugen.

Die Body Condition wird durch Adspektion und Palpation bestimmter Körperstellen („Body Condition Scoring“) beurteilt und ist ein hilfreiches Instrument zur Abschätzung der Menge an gespeichertem Fett (Ferguson et al. 1994). Es stellt ein subjektives halb-quantitatives Verfahren zur Beurteilung von äußerlich zugänglichen bzw. sichtbaren Fettdepots, wie z.B. subkutanem Fett, dar. Außerdem geht die von außen sichtbare Muskulatur zum Teil in die Beurteilung ein.

Abhängig von der Body Condition erhält das beurteilte Tier eine Punktzahl, den „Body Condition Score“ (BCS). Für die Einteilung gibt es verschiedene Body Condition Scoring-Systeme für die verschiedenen Tierarten.

Murray (1919) schlug eine Einteilung der Body Condition in neun Stufen nach dem prozentualen Körperfettgehalt vor. Diese ist in Tabelle 8 dargestellt.

**Tabelle 8: Einteilung der Body Condition nach dem prozentualen Körperfettgehalt von Murray (1919)**

Körperfett	<5%	5 bis 10%	10 bis 15%	15 bis 20%	20 bis 25%	25 bis 30%	30 bis 35%	35 bis 40%	40 bis 45%
Body Condition	Sehr mager	Mager	Vorrat	Guter Vorrat	Halb Fett	Mäßig Fett	Fett	Bedeutend	Sehr fett

## 2.3.2 Body Condition Scoring-Systeme

### 2.3.2.1 Body Condition Scoring beim Pferd

#### 2.3.2.1.1 System von Henneke et al. (1983)

Es existieren mehrere verschiedene Systeme zur Beurteilung der Body Condition des Pferdes. Das geläufigste System wurde von Henneke et al. (1983) an 20 ausgewachsenen Quarter Horse-Stuten entwickelt, um den Einfluss der Body Condition auf Reproduktionsleistungen zu untersuchen. Nach Adspektion und Palpation der Fettschicht in verschiedenen Körperregionen wurden die Tiere auf einer Skala von 1 bis 9 eingeteilt. Dabei steht 1 für „extrem abgemagert“, 9 für „extrem fett“.

Tabelle 9: Body Condition Scoring-System nach Hennecke et al. (1983)

BCS	Beschreibung
1 Ausgehungert	Abgemagert. Vorstehende Dornfortsätze, Rippen, Schweifansatz, Hüfthöcker und Sitzbeinhöcker. Knochenstrukturen an Widerrist, Schultern und Hals erkennbar. Kein Fettgewebe fühlbar.
2 Sehr dünn	Abgemagert. Dünne Fettschicht bedeckt Basis der Dornfortsätze. Querfortsätze der Lendenwirbel fühlen sich abgerundet an. Dornfortsätze, Rippen, Schweifansatz und Hüft- und Sitzbeinhöcker vorstehend. An Widerrist, Schultern und Hals sind Knochenstrukturen schwach erkennbar.
3 Dünn	Fettschicht reicht über die halbe Höhe der Dornfortsätze, Querfortsätze sind nicht fühlbar. Dünne Fettschicht über den Rippen. Dornfortsätze und Rippen gut zu sehen. Schweifansatz vorstehend, aber optisch können keine einzelnen Wirbel abgegrenzt werden. Die Hüfthöcker erscheinen abgerundet, aber leicht erkennbar. Sitzbeinhöcker nicht abzugrenzen. Widerrist, Schultern und Hals markiert.
4 Mäßig dünn	Kontur des Rückgrats noch leicht erkennbar, Kontur der Rippen leicht durchscheinend. Schweifansatz je nach Körperbau vorstehend, in der Umgebung ist Fettgewebe fühlbar. Hüfthöcker nicht klar erkennbar. Widerrist, Schultern und Hals nicht offensichtlich dünn.
5 Normal	Rücken ist eben. Rippen können optisch nicht unterschieden werden, sind aber gut zu fühlen. Fett um Schweifansatz beginnt sich leicht schwammig anzufühlen. Dornfortsätze am Widerrist erscheinen abgerundet. Schultern und Hals gehen fließend in den Rumpf über.
6 Mäßig dick	Leichte Rinne entlang des Rückens möglich. Fett über den Rippen fühlt sich schwammig an. Fett um den Schweifansatz fühlt sich weich an. Seitlich an Widerrist und Hals sowie hinter den Schultern beginnt Fettansatz.
7 Dick	Rinne am Rücken möglich. Einzelne Rippen fühlbar, aber Interkostalräume füllen sich fühlbar mit Fett. Fett um Schweifansatz ist weich. Sichtbare Fettdepots am Widerrist, hinter den Schultern und am Hals.
8 Fett	Rinne am Rücken. Rippen sind schwierig zu fühlen. Fett um Schweifansatz sehr weich. Gebiet um den Widerrist und hinter der Schulter mit Fett ausgefüllt. Deutliche Verfettung am Hals. Fettansatz an Innenseite der Hinterbacken.
9 Extrem fett	Deutliche Rinne am Rücken. Fettwülste über den Rippen, um den Schweifansatz, entlang des Widerristes, hinter den Schultern und entlang des Halses. Fettpolster an der Innenseite der Hinterbacken reiben möglicherweise aneinander. Flanken fließend ausgefüllt.

### 2.3.2.1.2 System von Carroll und Huntington (1988)

Das von Carroll und Huntington (1988) entwickelte Body Condition Scoring-System entstand im Rahmen ihrer Studie zur Abschätzung des Körpergewichts von Pferden und sollte zur Einschätzung verschiedener Pferderassen, u.a. Vollblüter, Warmblutpferde und Ponys, geeignet sein. Die Pferde wurden auf einer 6-Punkte-Skala von 0 (kachektisch) bis 5 (adipös) eingeteilt, wie Tabelle 10 zu entnehmen ist. Wenn die Bewertung für das Becken um mindestens einen Punkt von der des Rückens oder des Halses abwich, sollte sie um einen halben Punkt angepasst werden.

Die Bewertungen von 30 Pferden durch einen der Autoren korrelierten gut mit denen, die von einer anderen Person an denselben Tieren vorgenommen wurden. Bei 65% der Pferde stimmten die Bewertungen der Pferde exakt überein, die maximale Differenz betrug einen halben Punkt.

Tabelle 10: Body Condition Scoring-System nach Carroll und Huntington (1988)

BCS	Hals	Rücken und Rippen	Becken
0 Sehr dünn	Deutlicher Hirschhals <sup>a</sup> ; an der Basis dünn und schlaff	Haut straff über den Rippen; Dornfortsätze scharf und einfach zu sehen	Eckiges Becken – Haut straff; tiefe Höhle unter Schweif und an jeder Seite der Kruppe
1 Dünn	Hirschhals <sup>a</sup> ; an der Basis dünn und schlaff	Rippen einfach zu sehen; Haut auf jeder Seite des Rückgrats eingefallen; Dornfortsätze deutlich definiert	Kruppe eingefallen, aber Haut weich; Becken und Hüfte gut definiert; tiefe Einziehung unter Schweif
2 Mäßig	Dünn, aber kräftig	Rippen gerade noch zu sehen; Rückgrat gut bedeckt; Dornfortsätze fühlbar	Hüfte auf jeder Seite des Rückgrats flach; Kruppe gut definiert, einiges Fett; leichte Höhle unter Schweif
3 Gut	Kein Kamm (außer bei Hengsten); starker Hals	Rippen gerade bedeckt – einfach zu fühlen; keine Rinne entlang des Rückens; Dornfortsätze bedeckt, aber fühlbar	Von Fett bedeckt und abgerundet; keine Rinne; Becken einfach zu fühlen
4 Dick	Leichter Kamm; breit und kräftig	Rippen gut bedeckt – nur mit starkem Druck fühlbar; Rinne entlang des Rückgrats	Rinne zur Schweifwurzel; Becken durch weiches Fett bedeckt – nur mit starkem Druck fühlbar
5 Sehr fett	Deutlicher Kamm; sehr breit und kräftig; Speckfalten	Rippen auch mit starkem Druck nicht fühlbar; tiefe Rinne; Rücken breit und flach	Tiefe Rinne zur Schweifwurzel; Haut gespannt; Becken begraben – nicht fühlbar

<sup>a</sup> Englisch: „ewe neck“

### 2.3.2.1.3 System von Martin-Rosset (1990)

In dem System von Martin-Rosset (1990), dargestellt in Tabelle 11, finden nur zwei Körperregionen, nämlich die Brustwand und der Schweifansatz, Berücksichtigung. Die Pferde werden, wie bei Carroll und Huntington (1988), auf einer 6-Punkte-Skala von 0 bis 5 eingeteilt.

Miraglia et al. (1998) bewerteten in ihrer Arbeit Pferde anhand dieses Systems und führten zur Kontrolle der Einschätzung Ultraschallmessungen an den beiden beschriebenen Stellen durch.

Tabelle 11: Body Condition Scoring-System nach Martin-Rosset (1990)

BCS	Stadium der Verfettung	Region des oberen Viertels des Rückens von der 10. bis zur 14. Rippe	Schweifansatzregion, 5 cm lateral des Schweifansatzes
0	Abgemagert	Haut gespannt und nicht verschieblich, Rippenregion „trocken“	Haut anliegend, Faltenbildung schwierig
1	Mager	Haut gespannt und nicht verschieblich, Rippen treten hervor	Haut gespannt, Faltenbildung möglich
2	Ungenügend	Haut weich, Rippen noch deutlich sichtbar	Haut abhebbar, leichte Fettdepots erkennbar
3	Gut	Die Haut rollt zwischen Hand und Knochen, Einziehungen zwischen den Rippen	Haut weich, Fettablagerungen
4	Dick	Keine Einziehungen zwischen den Rippen	Haut weich, deutliche Fettablagerungen
5	Fett	Eine Schicht Fett-„Matratze“ bedeckt die Rippen	Die Haut ist elastisch, erhebliche Fettablagerungen

### 2.3.2.1.4 System von Wright (1998)

Auch Wright (1998) teilte die Pferde auf einer 6-Punkte-Skala von 0 (sehr dünn) bis 5 (sehr fett) ein, abgebildet in Tabelle 12. Das System stützt sich auf das von Carroll und Huntington (1988) und auf das von Henneke et al. (1983) und wurde für das Herdenmanagement bei Pferden verschiedener Rassen entworfen.

Tabelle 12: Body Condition Scoring-System nach Wright (1998)

BCS	Hals	Widerrist	Rücken, Kruppe	Rippen	Hinterhand
0 Sehr dünn	Knochenstrukturen leicht zu fühlen, keine Muskulatur, Axthieb am Übergang vom Hals zur Schulter	Knochenstruktur leicht zu fühlen	Dornfortsätze und Querfortsätze leicht zu fühlen	Jede Rippe leicht zu fühlen	Schweifansatz und Hüfthöcker vorstehend
1 Dünn	Knochenstrukturen fühlbar, leichter Axthieb am Übergang vom Hals zur Schulter	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

### ***2.3.2.1.5 System von Kienzle und Schramme (2004)***

Das von Kienzle und Schramme (2004) entworfene und in Tabelle 13 dargestellte System stellt eine Modifikation des Systems von Henneke et al. (1983), das für Quarter Horses erstellt wurde, für das Warmblutpferd dar. Dabei werden sechs Körperregionen auf einer Skala von 1 (kachektisch) bis 9 (adipös) bewertet und aus ihnen der Mittelwert gebildet. Die Muskulatur geht, außer bei kachektischen Pferden, nicht in die Bewertung des Ernährungszustandes mit ein. Damit ist dieses System auch bei der Bewertung des Body Condition Scores von Fohlen einsetzbar, die naturgemäß nach der Geburt wenig Fettreserven besitzen und demzufolge mit den anderen Systemen durch den Einbezug der Muskulatur in die Bewertung häufig falsch bewertet wurden.

Bei einem Anwendungstest mit Versuchspersonen ergab sich eine deutlich bessere Anpassungsgüte an die tatsächliche Body Condition der Warmblüter als mit dem System nach Henneke et al. (1983).

Tabelle 13: Body Condition Scoring-System nach Kienzle und Schramme (2004)

BCS	Hals	Schulter	Rücken	Brustwand	Hüfte	Schweifansatz
1	Seitenfläche konkav, Atlas sichtbar, 3.-6. Halswirbel fühlbar, 4.-5. sichtbar, kein Kammfett, Axthieb	Skapula komplett sichtbar, 6.-8. Rippe sichtbar, Faltenbildung nicht möglich	Dorn- und Querfortsätze und Rippenansätze sichtbar, Kruppe konkav, Haut nicht verschiebbar	6.-18. Rippe komplett sichtbar, Haut nicht verschiebbar	Hungergrube eingefallen, Hüfthöcker prominent, Sitzbeinhöcker sichtbar, über Kreuzbein konkav, After eingefallen	Einzelne Wirbel abgrenzbar, Linie Sitzbeinhöcker-Schwanzwirbel konkav
2	Seitenfläche konkav, Atlas und 4.-5. Halswirbel fühlbar, kein Kammfett, Axthieb	Skapula kranial und Spina sichtbar, 6.-8. Rippe fühlbar, 7.-8. sichtbar, Faltenbildung schwierig	Dorn- und Querfortsätze sichtbar, Rippenansätze fühlbar, Kruppe konkav, Haut nicht verschiebbar	7.-18. Rippe komplett sichtbar, Haut nicht verschiebbar	Hungergrube eingefallen, Hüfthöcker prominent, Sitzbeinhöcker sichtbar, über Kreuzbein gerade, After eingefallen	Einzelne Wirbel nicht abgrenzbar, Linie Sitzbeinhöcker-Schwanzwirbel konkav
3	Seitenfläche leicht konkav, 4.-5. Halswirbel mit leichtem Druck fühlbar, kein Kammfett, Axthieb	Spina sichtbar, 7.-8. Rippe fühlbar, Faltenbildung schwierig	Dornfortsätze sichtbar, Kruppe gerade, Haut nicht verschiebbar	7.-18. Rippe Seitenflächen sichtbar, Haut nicht verschiebbar	Hungergrube eingefallen, Hüfthöcker prominent, kraniale Kante scharf, Sitzbeinhöcker sichtbar, After etwas eingefallen	Keine einzelnen Wirbel sichtbar, Linie Sitzbeinhöcker-Schwanzwirbel konkav
4	Seitenfläche gerade, Halswirbel nur bei starkem Druck fühlbar, Kammfett bis 4 cm hoch, Axthieb undeutlich	Spina teilweise sichtbar, über 7. bedeckt, 8. Rippe fühlbar, kurze Falte unter großer Spannung möglich, Haut etwas verschiebbar	Dornfortsätze nur am Widerrist sichtbar, Kruppe leicht konvex, Haut nicht verschiebbar	11.-14. Rippe sichtbar, 9.-18. Rippe fühlbar, Haut etwas verschiebbar	Dorsaler Hüfthöcker prominent, kraniale Kante scharf, Sitzbeinhöcker zu erahnen	Kontur der Schwanzwirbel zu erahnen, Linie Sitzbeinhöcker-Schwanzwirbel leicht konkav
5	Seitenfläche leicht konvex, Kammfett 4-5,5 cm hoch	Spina zu erahnen, über 7. Rippe weich, 8. Rippe fühlbar, kurze Falte unter Spannung möglich, Haut leicht verschiebbar	Kruppe rund oder herzförmig, Haut etwas verschiebbar, 14.-18. Rippe bei leichtem Druck fühlbar	Rippen undeutlich sichtbar, 10.-18. Rippe fühlbar, Haut verschiebbar	Dorsaler Hüfthöcker leicht prominent, kraniale Kante rund, Sitzbeinhöcker fühlbar, Innenschenkel berühren sich	Schwanzwirbel bedeckt, Linie Sitzbeinhöcker-Schwanzwirbel gerade
6	Seitenfläche leicht konvex, Kammfett 5,5-7 cm hoch	Über 7.-8. Rippe Gewebe weich, kurze Falte unter wenig Spannung möglich, Haut leicht verschiebbar	Kruppe rund oder herzförmig, Haut leicht verschiebbar, 14.-18. Rippe bei starkem Druck fühlbar	Rippen nicht sichtbar, 14.-18. Rippe fühlbar, Haut leicht verschiebbar	Dorsaler Hüfthöcker zu erahnen, Sitzbeinhöcker schwer fühlbar, Innenschenkel berühren sich	Festes Fettpolster neben 3. Schwanzwirbel, Linie Sitzbeinhöcker-Schwanzwirbel konvex
7	Seitenfläche leicht konvex, Kammfett 7-8,5 cm hoch	Über 7.-9. Rippe Gewebe weich, Falte spannungsfrei möglich	Kruppe rund oder herzförmig, Gewebe weich, bei 14.-18. Rippe Fettpolster, Falten möglich	15.-17. Rippe fühlbar, Haut leicht verschiebbar, über 9.-18. Rippe weich, Fingerkuppen sinken etwas ein, Falten mit viel Spannung möglich	Hüfthöcker abgerundet, fühlbar, Innenschenkel berühren sich	Weiches Fettpolster neben 3. Schwanzwirbel, Linie Sitzbeinhöcker-Schwanzwirbel deutlich konvex
8	Seitenfläche leicht konvex, Kammfett 8,5-10 cm hoch	Über 7.-9. Rippe Gewebe weich, hohe Falte spannungsfrei möglich	Kruppe rund oder herzförmig, Gewebe weich, bei 14.-18. Rippe dickes Fettpolster, dicke Falten möglich	Rippen kaum fühlbar, Haut leicht verschiebbar, über 9.-18. Rippe weich, Fingerkuppen sinken deutlich ein, Falten möglich.	Hüfthöcker eingedeckt, fühlbar, Innenschenkel berühren sich	Weiches Fettpolster neben 1.-3. Schwanzwirbel, Linie Sitzbeinhöcker-Schwanzwirbel deutlich konvex
9	Seitenfläche konvex, Kammfett > 10 cm hoch	Fettdepot bis Widerrist und Brust, hohe Falte spannungsfrei möglich	Durchgehendes Fettpolster	Rippen nicht fühlbar, durchgehendes Fettpolster	Hüfthöcker nicht mehr als Vorwölbung erkennbar	Durchgehendes Fettpolster

## **2.3.3 Optimale Body Condition**

### **2.3.3.1 Fruchtbarkeit**

#### ***2.3.3.1.1 Stuten***

Henneke et al. (1983) entwickelten ihr BCS-System mit dem Ziel, Hinweise auf den Einfluss der Body Condition auf die Fruchtbarkeit von Quarter Horse-Stuten zu erhalten. Sie konnten zeigen, dass Stuten mit schlechterer Body Condition ( $< 5,0$ ) geringere Konzeptionsraten hatten und mehr Zyklen für die Konzeption benötigten als dickere Stuten mit einem BCS von 5,0 und höher (Henneke et al. 1984). Auch das Einsetzen des Östrus und die Ovulation erschienen bei Maidenstuten und güsten Stuten mit niedrigem BCS verzögert, während anfängliche zusätzliche Fetteinlagerung die Fruchtbarkeit zu verbessern scheint (Henneke et al. 1984). Nach Gibbs und Davison (2003) sei ein BCS zwischen 5,5 und 7,5 als ökonomisches Optimum anzustreben, da Stuten in diesem Ernährungszustand weniger Zeit vom Abfohlen bis zur erneuten Trächtigkeit benötigten. Auch wenn beim Abfohlen fetter Stuten keine Schwierigkeiten festgestellt werden konnten, gibt es auch keine Vorteile bei der Reproduktion, Stuten in einem BCS von 8 bis 9 zu halten, vielmehr sprechen auch ökonomische Aspekte gegen ein solches Vorgehen (Gibbs und Davison 2003).

#### ***2.3.3.1.2 Hengste***

Nach Gibbs (2003) beträgt der optimale BCS für Hengste zu Beginn der Decksaison 6 bis 7, wenn dieser nach dem System von Hennecke et al. (1983) erhoben wird. Im weiteren Verlauf der Saison sollte der Ernährungszustand des Hengstes etwa auf diesem Niveau gehalten werden.

### **2.3.3.2 Trächtigkeit**

Nach Comerford und Egan (1998) ist für Stuten im zweiten Trächtigkeitsdrittel ein BCS nach dem System von Henneke et al. (1983) von nicht weniger als 6 anzustreben, um der Stute genügend Zeit zu geben, bis zum Eintritt in das letzte Trächtigkeitsdrittel ausreichend Gewicht zuzunehmen und Fett einzulagern, um im letzten Drittel dann einen BCS von mehr als 7, allerdings nicht über 8, aufzuweisen. Ein BCS von 8,5 und mehr ist nach Comerford und Egan (1998) zu vermeiden, da Adipositas das Risiko von hormonellen und

Stoffwechselimbalancen vergrößern und damit die Reproduktionsfunktionen negativ beeinflussen kann.

### **2.3.3.3 Sonstige Leistungsfähigkeit**

Garlinghouse und Burrill (1998) und Garlinghouse et al. (1999) untersuchten im Rahmen zweier „Tevis Cup“-Ausdauerrennen den Einfluss der Body Condition auf die Ausdauerleistung von Pferden und konnten dabei einen signifikanten Zusammenhang feststellen.

Die Body Condition Scores der teilnehmenden Pferde lagen nach dem System von Henneke et al. (1983) zwischen 1,5 und 5,5. Pferde, die das Rennen erfolgreich beendeten, hatten mit durchschnittlich 4,5 deutlich höhere Body Condition Scores als Tiere, die wegen metabolischer Beschwerden, nämlich Zwerchfellflattern, herabgesetzter Darmperistaltik, Dehydratation, Überhitzung, Belastungsmiopathie und Tying-up, das Rennen nicht beenden konnten und disqualifiziert wurden. Deren Body Condition Score betrug durchschnittlich 3,5.

Die höchste Erfolgsquote hatten Pferde mit Body Condition Scores von 5,0 und 5,5.

Pferde in guter Body Condition hatten weniger Probleme bei der Bewältigung der 160 km langen Distanz als dünne Pferde, obwohl deren Gewichtsbelastung geringer war.

## **2.4 Fütterung**

### **2.4.1 Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Pferden**

In verschiedenen Ländern der Welt existieren Institute, die Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Pferden herausgeben. Die am weitesten verbreiteten stellen dabei die amerikanischen Empfehlungen des National Research Council (NRC 1989), die französischen Empfehlungen des Institut National de la Recherche Agronomique (I.N.R.A. 1990) und die Empfehlungen des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE 1994) zur Energie- und Nährstoffversorgung der Pferde dar.

## 2.4.2 Fütterung von Fohlen

### 2.4.2.1 Trockensubstanz- und Milchaufnahme von Fohlen

#### 2.4.2.1.1 Trockensubstanzaufnahmekapazität

Laut einer Untersuchung von Boulot (1987) beträgt die maximale Trockensubstanzaufnahmekapazität 3% der Lebendmasse für wachsende Pferde mittelgroßer Rassen, für wachsende Pferde großer Rassen 2,5-3% der Lebendmasse. Nach seinen Angaben können die Aufnahmewerte von Saugfohlen sogar noch darüber liegen (Boulot 1987).

Nach Meyer und Coenen (2002) sinkt die Trockensubstanzaufnahmekapazität mit zunehmendem Alter der Fohlen ab, wie Tabelle 14 zu entnehmen ist.

**Tabelle 14: Durchschnittliche Trockensubstanzaufnahmekapazität in % der Körpermasse nach Meyer und Coenen (2002)**

Alter in Monaten	TS-Aufnahmekapazität in % der KM
3.	2,5 - 3,5
6. - 12.	2,5 - 3,0
13. - 18.	2,0 - 2,5
19. - 36.	1,5 - 2,0

#### 2.4.2.1.2 Milchaufnahme

Die Höhe der Milchaufnahme von Fohlen hängt von der Milchmengenleistung der Mutterstute ab. Zu deren Bestimmung wurden verschiedene Untersuchungen durchgeführt, die allerdings an Pferden unterschiedlicher Rassen und Nutzungsrichtungen (Reitpferde, Milch- oder Fleischproduktion) vorgenommen wurden. Aus diesem Grund sind die Ergebnisse nicht notwendigerweise auf die Pferde der heutigen Warmblutzucht übertragbar. Die Angaben zu Milchmenge und -leistung wurden bereits oben ausführlich behandelt.

### 2.4.2.2 Energiebedarf von Fohlen

#### 2.4.2.2.1 Energiebedarf

##### 2.4.2.2.1.1 Bedeutung

Da es bisher noch keine Untersuchungen gibt, die eine konkrete Ermittlung des tatsächlichen Energiebedarfs von wachsenden Pferden zum Ziel haben, beruhen die Empfehlungen für die

Energieversorgung auf Schätzungen, die auf mittleren Wachstumsraten basieren und sich aus Teilbedarfswerten zusammensetzen. Ein Teilwert für den Erhaltungsbedarf, zu dem noch ein pauschaler 20%iger Zuschlag als Teilbedarfswert für die bei Fohlen erhöhte Bewegungsaktivität hinzuaddiert wird, und ein Teilwert für das Wachstum, der den mittleren täglichen Ansatz der Fohlen berücksichtigt, bilden zusammen den Energiebedarfswert für das wachsende Pferd. Dabei ist nach Angaben der GfE (1994) die Bedarfskalkulation dem Temperament der Tiere anzugleichen und für temperamentvolle Tiere mit hoher Bewegungsintensität ein noch höherer Zuschlag für die Bewegungsaktivität anzusetzen. Allerdings ist diese Schätzung bisher zusätzlich auch noch nicht den genetisch bedingt unterschiedlich hohen Wachstumsraten der Tiere angepasst (NRC, 1989; Pagan, 1990; GfE, 1994).

Nach Hois (2004) unterscheiden sich insbesondere die schweren von den leichten Schlägen hinsichtlich ihrer Gewichtsentwicklung. Sie ermittelte in ihren Studien, dass schwere Schläge, wie z. B. Kaltblüter oder Minishetlandponys, erst in einem höheren Lebensalter einen vergleichbaren Anteil am Muttergewicht erreichen als Pferde leichter Schläge, wie z. B. Welsh B-Ponys oder Warmblüter. Die Gewichtsentwicklung innerhalb eines Schlages verläuft identisch. Dementsprechend ist hinsichtlich der Energieversorgung die Zugehörigkeit zu einem leichten bzw. schweren Schlag zu berücksichtigen.

Für die Energiebedarfsermittlung muss auch die Verwertung der verdaulichen Energie des Futters berücksichtigt werden, wobei die Verwertbarkeit für Wachstum mit 60% veranschlagt wird, ein Wert, der in Versuchen an Kälbern ermittelt (GfE 1994) und auf Fohlen übertragen wurde. Der tägliche Energiebedarf von Fohlen wird faktoriell abgeleitet und setzt sich aus Teilbedarfswerten für Erhaltung, Wachstum und Bewegungsaktivität zusammen.

Nach einer Untersuchung von Milligan et al. (1985), die sich mit der Energieversorgung von Jährlingen befasst, steht die Bewegungsaktivität der Tiere in direktem Zusammenhang mit der Energieaufnahme.

Nach Orton et al. (1985) verbessert Bewegung die Verdaulichkeit von Energie und Trockensubstanz bei jungen Pferden.

Auch rassespezifische Besonderheiten hinsichtlich der Wärmeisolierung der Haut und Stoffwechseleigenheiten einzelner Rassen sollten in die Berechnung des Energiebedarfs miteinbezogen werden, da auch die Umgebungstemperaturen den Energiebedarf beeinflussen.

Cymbaluk et al. (1989) fanden, dass bei Temperaturen unter 0°C mit jedem weiteren Minusgrad der Energiebedarf um 0,2% ansteigt. In einer weiteren Studie wurde bei im Kaltstall gehaltenen Fohlen ein höherer Energieerhaltungsbedarf ermittelt als für im Warmstall aufgestallte Fohlen (Cymbaluk 1990).

Nach Cymbaluk et al. (1989) benötigen im Kaltstall aufgezogene Absetzer pro -1°C bei Temperaturen unter -10°C 3 bis 6% mehr verdauliche Energie für Wachstum und Erhaltung.

#### **2.4.2.2.1.2 Vergleich der verschiedenen Energiebewertungssysteme**

Bereits in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden Bedarfszahlen für Pferde veröffentlicht. Diese finden sich für Europa z.B. bei Kellner und Fingerling (1924), Hansson (1938), Popov (1946), Axelsson (1949) und Jespersen (1949). Morrison (1950) veröffentlichte Bedarfszahlen in den USA. All diese Angaben waren aus den Energiebewertungssystemen für Wiederkäuer abgeleitet. In den 80er Jahren wurden dann in den USA (NRC 1978) und in Frankreich (I.N.R.A. 1984) aufgrund des Zuwachses an Wissen über die Fütterung und das Wachstum von Pferden neue Fütterungsstandards an und für Pferde ermittelt.

Einige Jahre später wurden diese Fütterungsstandards nochmals durch den NRC (1989) verbessert. In Frankreich wurde dann vor einigen Jahren das Energiebewertungssystem in ein Nettoenergiesystem modifiziert (I.N.R.A., 1990; Martin-Rosset, 2000), das mit der Einheit Pferdefutter (UFC, i.e. Unité Fourragère Cheval) arbeitet. Die UFC entspricht dem Nettoenergiewert von einem Kilogramm Gerste. Da dieses Energiebewertungssystem somit deutlich von den Systemen, die von der GfE (1994) und dem NRC (1989) verwendet werden und mit dem Wert DE (verdauliche Energie) arbeiten, abweicht und damit einen direkten Vergleich erschwert, werden die INRA-Empfehlungen an dieser Stelle nicht mehr aufgeführt.

Andere europäische Länder übernahmen diese Energiebewertungssysteme und adaptierten sie teilweise anhand von neu gewonnenen Daten über Wachstum und Fütterung junger Pferde. So entwickelten sich in Deutschland (GfE 1994), den Niederlanden (CVB (Centraal veevoederbureau) 1996) und in Skandinavien (Austbø 1996; Austbø 2004) eigene Fütterungssysteme. Italien (1993 und 2002), Spanien (1994), Polen (1998) und Rumänien (1997) übernahmen das INRA-System ohne Adaptationen.

Das niederländische System (CVB 1996) unterscheidet nicht zwischen unterschiedlichen Endgewichten und Wachstumsraten für Pferde unterschiedlicher Rassen und Schläge. Dementsprechend können die Bedarfszahlen für große Pferde etwas überschätzt sein.

In den skandinavischen Ländern werden Bestandteile des niederländischen (CVB 1996), des INRA- (I.N.R.A. 1990) und des NRC-Systems (NRC 1989) genutzt. Die einzelnen Länder legen ihren Systemen jedoch unterschiedliche Energiebewertungssysteme zugrunde. So verwenden Dänemark, Norwegen und Island UFC (NE), Schweden MJ (ME) und Finnland F.U. (ME). Aufgrund dieser unterschiedlichen Grundlagen werden die Einzelheiten dieser Systeme im Folgenden nicht aufgeführt.

Alle europäischen Systeme verwenden das metabolische Körpergewicht als Grundlage für die Berechnung des Erhaltungsbedarfs, nur der NRC (1989) arbeitet mit dem absoluten Körpergewicht. In den europäischen Modellen mit Ausnahme des skandinavischen wird der Bedarf für das Wachstum über die Veränderung der Körperzusammensetzung abgeschätzt, während der NRC (1989) und die skandinavischen Systeme allein das Alter als Berechnungsgrundlage heranziehen.

In der folgenden Tabelle 15 sind die Empfehlungen von GfE (1994) und NRC (1989) zur Energieversorgung von wachsenden Pferden im ersten Lebensjahr dargestellt.

**Tabelle 15: Empfehlungen für die tägliche Versorgung von Fohlen mit verdaulicher Energie (MJ DE/d) bei einer zu erwartenden Körpermasse des ausgewachsenen Pferdes von 600 kg (moderate Aufzuchtintensität)**

Lebensmonat	GfE (1994)	NRC (1989)
4. *		69
3.-6.	73	
6. *		71
7.-12.	74	
12.		95

\* Absetzer

Die Empfehlungen der GfE (1994) liegen während des ersten und zweiten Lebenshalbjahres etwa auf gleichem Niveau. Der NRC (1989) unterscheidet nach dem Absetztermin, dennoch liegen die empfohlenen Werte in der gleichen Größenordnung wie die der GfE (1994). Im

zweiten Lebenshalbjahr jedoch steigen die Empfehlungen des NRC (1989) sehr stark an und liegen im 12. Monat um 33% (ca. 20 MJ) über denen der GfE (1994). Die erheblichen Unterschiede in den Bedarfsempfehlungen der beiden Institute beruhen vermutlich darauf, dass für die Errechnung der Bedarfswerte unterschiedliche Zeitspannen der verschiedenen Lebensabschnitte herangezogen werden und dadurch die den Berechnungsgleichungen zugrunde liegenden Lebendmassen und Lebenstagszunahmen zeitweilig voneinander abweichen. Zudem verwendet, wie bereits oben beschrieben, der NRC (1989) das Alter und das absolute Körpergewicht als Berechnungsgrundlage, was ebenfalls zu anderen Ergebnissen führen kann. Der NRC (1989) gibt zusätzlich Bedarfswerte für schnelles Wachstum an. Diese liegen nochmals um ca. 10 MJ DE pro Tag über den Angaben für moderate Aufzuchtintensität.

Der NRC (1989) verwendet für den Energiebedarf von Fohlen eine Gleichung, die den angenommenen Erhaltungsbedarf und den für das Wachstum veranschlagten Teilbedarf ohne Zuschlag für Bewegungsaktivität addiert. Der Teilbedarf für das Wachstum beruht auf einer Berücksichtigung von Alter und Zunahme pro Lebenstag. Die Gleichung basiert auf experimentellen Daten von Householder et al. (1977), Milligan et al. (1985), Ott und Asquith (1986), Schryver et al. (1987) und Scott et al. (1987). Die Ergebnisse dieser Berechnungen liegen deutlich über dem von der GfE (1994) angegebenen Bedarf.

$$DE_{(Mcal)} = e + z \times (4,81 + 1,17a - 0,023a^2)$$

$$s_x = 0,5, r^2 = 0,99$$

e = Erhaltungsbedarf

z = Zunahme kg/d

a = Alter in Monaten

In Deutschland wurden die Bedarfswerte für Erhaltung und Wachstum berechnet, indem das Körpergewicht, das in verschiedenen Arbeiten (Crampton, 1923; Flade, 1957; Hesse, 1957; Cunningham und Fowler, 1961; Olofsson und Thomke, 1963; Jordan und Myers, 1972; Dušek, 1976; Reed und Dunn, 1977; Hintz et al., 1979; Saastamoinen, 1990b) bestimmt wurde, die daraus abgeleiteten täglichen Zunahmen, die Variation der Zusammensetzung der täglichen Zunahmen (abgeleitet vom NRC (1978)) und die Effizienz der Energieumsetzung

einbezogen wurden (Diese wurde mit 60% für DE für Wachstum angenommen, abgeleitet aus Daten anderer Tierarten von Menke und Huss (1980)).

**Tabelle 16: Erhaltungsbedarf nach Altersgruppen in MJ DE/d nach GfE (1994)**

Alter	MJ DE/d
Erwachsen	$0,60 * BW^{0,75}$
bis 6 Monate	$1,06 * BW^{0,75}$
bis 12 Monate	$0,84 * BW^{0,75}$
bis 18 Monate	$0,76 * BW^{0,75}$

In den Erhaltungsbedarf, dargestellt in Tabelle 16, sind 20% zusätzliche Energie für junge Pferde mit normaler Bewegungsaktivität einberechnet.

$$DE_{MJ/d} = e + (z \times \% \text{ Fett in BW} / \text{Energieeffizienz})$$

mit

e = Erhaltungsbedarf

z = durchschnittliche tägliche Zunahme in kg

% Fett in BW =  $0,1388p + 1,111$  (nach NRC, 1978)

BW in % des ausgewachsenen Körpergewichts

Energieeffizienz = 0,60

Die Energiebedarfsempfehlungen beider Institute haben eine moderate Aufzucht zum Ziel, d.h. es wird ein langsamer Anstieg der Körpermasse, mit dem das Wachstum von Skelett und Bandapparat Schritt halten kann, angestrebt. Höhere Energiezufuhr sollte nach Meyer (1986), Thompson et al. (1988a 1988c; 1988d), GfE (1994) und Jeffcott und Savage (1996) nur erfolgen, wenn, wie z.B. in der Vollblutzucht üblich, parallel dazu ein intensives Bewegungstraining erfolgt, da nach ihren Angaben nur so Skelettschäden vermieden werden können. Anderenfalls werde durch die hohe Energieaufnahme das Wachstum zu sehr forciert.

Nach einer Studie von Lawrence (2000), in der fünf Studien aus den 1990er Jahren verglichen wurden, stimmten die Vorgaben des NRC (1989) für Pferde im Alter von 12 Monaten und jünger gut mit den tatsächlich verabreichten Rationen überein, während für ältere Jährlinge und Zweijährige der vorgegebene Bedarf im Vergleich zur eigentlichen Ration überschätzt zu sein schien. Lawrence (2000) bemängelte, dass in den NRC-Empfehlungen (1989) keine Angaben zu den Bedürfnissen von jungen Saugfohlen gemacht werden.

Ott (2005) verglich in seiner Arbeit Studien zum Energiebedarf von wachsenden Pferden von Ott und Asquith (1986) und von Ott und Kivipelto (2002) mit den Bedarfsvorgaben des NRC (1989) und stellte sehr ähnliche Ergebnisse fest. Er betont, dass die Effektivität der Energienutzung sowohl vom Alter als auch von der Menge an aufgenommener Energie anhängig ist. Bei hohen Energieaufnahmen werde mehr Energie für den Fettsatz herangezogen.

#### **2.4.2.2.1.3 Überversorgung mit Energie**

Die Problematik der Überversorgung mit Energie wurde in zahlreichen Untersuchungen zum Thema gemacht, da vermutet wurde, dass eine exzessive Versorgung mit Energie eine der Hauptursachen für orthopädische Entwicklungsstörungen wie z.B. Osteochondrosis und Epiphysitis, aber auch für erworbene Stellungsabweichungen darstellt, neben anderen Faktoren wie Genetik, Umwelteinflüssen, anderen Fütterungsfaktoren und den Haltungsbedingungen. So wies Stromberg (1979) auf einen Zusammenhang zwischen Osteochondrosis, schnell wachsenden großen Fohlen und einer exzessiven Energieversorgung hin. Ähnliche Befunde fanden Glade und Belling (1986) an Vollblutabsetzern, bei denen, wenn sie auf hohem Energieniveau gefüttert wurden, gehäuft osteochondrotische Veränderungen an den Knorpeln festgestellt wurden.

Glade et al. (1984) beschrieben, dass eine übermäßige Versorgung mit Energie beim wachsenden Pferd zu hormonellen Veränderungen führt, die, bei einer Intensivierung des Wachstums, die Knochenreifung verzögern und in einem schnellen Wachstum des Knorpels mit unzureichender Knorpelreifung resultieren. Sie führen dies jedoch vor allem auf eine hohe Kohlenhydrataufnahme zurück. Dieser Zusammenhang wurde auch von Kronfeld et al. (1990) festgestellt, die Zucker und Stärke als mögliche Stimulatoren des Wachstumshormons ausmachten und diese Interaktion als einen von vielen Faktoren bei der Entstehung von orthopädischen Entwicklungsstörungen bezeichneten. Glade (1992) ermittelte das Hormon Thyroxin als wichtige Voraussetzung für die Reifung von Chondrozyten. Eine hohe Kohlenhydratkonzentration im Futter könnte eine temporäre hypothyreotische Phase nach der Fütterung auslösen und so schädliche Einflüsse auf den Knorpel nach sich ziehen. Allerdings fanden Savage et al. (1993), dass ein hoher Lipidanteil in der Ration, der diesem Mechanismus entgegenwirken müsste, keinen Schutz vor Entwicklungsstörungen des Knorpels bietet. Nach Davison et al. (1991) und Saastamoinen et al. (1994) kann jedoch ein Ersatz der Kohlenhydrate durch Fette als Energiequelle in der Ration einen positiven Effekt auf die Knochenformation von Absetzern und Jährlingen ausüben.

Das Weichgewebe nimmt unter den Bedingungen einer hohen Energieversorgung stärker zu als das Längen- und Breitenwachstum der Skelettknochen (Meyer 1979). Nach Ellis und Lawrence (1978b) erfolgt unter forcierter Fütterung ein in Relation zum Längenwachstum verzögertes Breitenwachstum der Skelettknochen, wodurch die statische Belastung der Röhreibe ansteigt. Auch in einer Untersuchung von Schwede (1986) konnten unter übermäßig hoher Energieaufnahme Knochenreifungsstörungen nachgewiesen werden, die mit der Fütterung in Zusammenhang gebracht wurden.

Cymbaluk et al. (1990) stellten bei ad libitum gefütterten Fohlen mit sehr hoher Energieaufnahme häufiger Entwicklungsstörungen fest als bei restriktiv gefütterten Fohlen, eine Beobachtung, die von Savage et al. (1993) bestätigt wird. Jeffcott und Savage (1996) gehen aufgrund ihrer Untersuchungsergebnisse davon aus, dass die Überfütterung von Fohlen mit Energie und Protein, neben Mineralstoffimbilanzen, die Hauptursache für osteochondrotische Veränderungen darstellt.

Borchers (2002) hingegen konnte in ihrer Studie keinen Zusammenhang zwischen dem Versorgungsgrad der Mutterstute mit Energie und Protein und dem Vorkommen von Osteochondrose feststellen, die Körpergewichts- und Körpergrößenentwicklung der Fohlen blieb unbeeinflusst. Auch Thompson et al. (1988c) fanden keine schädlichen Einflüsse auf Wachstum oder Knochenentwicklung aufgrund hoher Energiezufuhr (159% des Bedarfs nach NRC (1978) (97,5 MJ DE)) oder Proteinaufnahme (275% NRC (1978)), wenngleich die Mineralisierung des Knochens herabgesetzt war (Thompson et al. 1988b; 1988c). Ebenso stellten Ott und Asquith (1986) bei Vollblütern und Quarter Horses, die auf höherem Niveau als eine Vergleichsgruppe gefüttert wurden, weder Unterschiede im Wachstum noch in der Knochenentwicklung fest. Boren et al. (1987) und Topliff et al. (1988) konnten ebenfalls keinen Zusammenhang zwischen der Entstehung von orthopädischen Entwicklungsstörungen und energie- und proteinreicher Fütterung feststellen und sehen die Gefahr eher in einer genetischen Prädisposition, auf die sich dann eine exzessiv energie- und proteinreiche Fütterung verstärkend auswirken kann.

Auch in Untersuchungen von Jelan et al. (1996) an irischen Vollblütern wurde kein Zusammenhang zwischen Zunahmen in Körpergewicht und Widerristhöhe und dem Auftreten orthopädischer Entwicklungsstörungen gefunden.

Borchers (2002) stellte in ihrer Studie an hannoverschen Warmblutfohlen fest, dass Fohlen mit osteochondrotischen Veränderungen des Fesselgelenkes leichter sind als solche ohne

Veränderungen. Fohlen mit OCD/OC im Tarsus oder Knie wiesen ein höheres absolutes Körpergewicht auf als OCD/OC-negative Tiere.

Cymbaluk et al. (1989) kamen zu dem Schluss, dass im Falle der Notwendigkeit, die Energieaufnahme von jungen Pferden zu regulieren, sowohl die Kraft- als auch die Raufutteraufnahme kontrolliert werden muss. Dabei muss allerdings eine Supplementierung der Ration erfolgen, um eine ausreichende Versorgung mit anderen notwendigen Nahrungsbestandteilen zu gewährleisten. So muss nach Thompson et al. (1988c) die Proteinaufnahme proportional zur Energieaufnahme sein, um die Qualität der Skelettbildung auch in schnellen Wachstumsphasen aufrechtzuerhalten.

Studien von Cymbaluk et al. (1989) und Milligan et al. (1985) zeigten bei Pferden, die mit energetisch höherwertigem Futter gefüttert wurden, höhere Gewichtszunahmen. Dies wurde von Thompson et al. (1988c) bestätigt, die in ihren Untersuchungen Quarter Horses und Vollblüter mit unterschiedlichen Energie- und Proteinmengen fütterten. Sie kamen auch zu dem Schluss, dass sich eine zusätzliche Energiesupplementierung vor allem auf das Gewicht, weniger auf das Größenwachstum auswirkt, da auch bei verminderter Energie- und Proteinzufuhr ein Längenwachstum der Knochen bei reduzierter Gewichtszunahme stattfindet und das Größenwachstum somit weniger Abhängigkeit von der Energiezufuhr zeigt als das Körpergewicht.

Auch nach Hintz (1992) schreitet bei einer Reduktion des Körpergewichts durch verminderte Energie- und Proteinaufnahme dennoch das Größenwachstum der Knochen weiter voran. Ellis und Lawrence (1978b), Martin-Rosset (1983) und Staun et al. (1987) berichten hingegen von kompensatorischem Wachstum in der Weideperiode, nachdem vorher aufgrund von restriktiven Rationen das Wachstum reduziert war.

Nach Ott und Asquith (1985) und Staniar et al. (2001) gilt die Energieaufnahme als der limitierende Faktor für die Gewichts- und Körpergrößenentwicklung, denn bei herabgesetzter Energiezufuhr haben auch erhöhte Proteingaben keinen fördernden Einfluss auf Körpergewicht und -größe. Nur bei ausreichender Energieversorgung wird über das ausgeglichene Protein-Energie-Verhältnis das Protein zum wachstumslimitierenden Faktor (Ott und Asquith 1985).

#### 2.4.2.2.1.4 Protein-Energie-Verhältnis

Nach Thompson et al. (1988c) hat ein ausgeglichenes Protein-Energie-Verhältnis wesentlichen Einfluss auf Körpergröße und Gewicht. Um eine ausgeglichene Körpergrößen- und Körpergewichtsentwicklung zu erzielen, sollten Energie- und Proteingehalt des Futters zueinander proportional verändert werden. Diese Beobachtung wird durch Topliff et al. (1988) gestützt, die bei einem Protein-Energie-Verhältnis von 53 : 1 (g/Mcal) höhere Gewichts- und Körpergrößenzunahmen beobachteten. Gibbs et al. (1989) fanden bei der Fütterungsgruppe mit einem Protein-Energie-Verhältnis von 56 : 1 (g/Mcal) und einem Ca : P-Verhältnis von 4,7 : 2,4 höhere Zunahmen der Körpergröße, während die Gruppe mit einem Protein-Energie-Verhältnis von 45 : 1 und einem Ca : P-Verhältnis von 1,83 : 1 eine stärkere Neigung zum Ansatz von Rumpffett bei gleichzeitig geringerer Körpergrößenzunahme zeigte.

Cuddeford et al. (2005) vergleichen, wie Tabelle 17 zu entnehmen, die Protein-Energie-Relationen, die in verschiedenen europäischen Ländern im Vergleich zu den USA verfüttert werden. Dabei zeigt sich, dass Großbritannien einem den Angaben des NRC (1989) ähnlichen Trend folgt, während die Daten aus Frankreich und Italien vermuten lassen, dass in diesen Ländern Protein in Relation zur Energie in den Rationen wachsender Pferde eher knapp ist.

**Tabelle 17: Vergleich des Protein-Energie-Verhältnisses (g RP/MJ DE) in Rationen für wachsende Pferde in verschiedenen europäischen Ländern mit den Angaben des NRC (1989)**

Alter (Monate)	6	12	24
NRC (1989)	12,0	10,8	10,2
UK	14,0	12,4	10,0
Niederlande <sup>1</sup>	16,7	9,0	-
Italien	10,3	10,3	10,4
Frankreich (Heu)	9,8	-	9,5
Frankreich (Silage)	11,0	-	11,8
Deutschland	15,6	-	-

<sup>1</sup>Unter der Annahme von 76 VEP/MJ DE und 70%iger Verdaulichkeit des Rohproteins

## 3 Material und Methoden

### 3.1 *Versuchsziel*

Im Rahmen einer Feldstudie zur Gewichtsentwicklung und Gewichtsschätzung beim wachsenden Pferd (Hois 2004) wurden im Süddeutschen Raum über 1000 Fohlen und Jungpferde in Betrieben, auf welchen mindestens 5 Fohlen oder Jungpferde untergebracht waren, gewogen, vermessen und der Body Condition Score (BCS) erstellt. Dabei stellte sich heraus, dass es kaum Abweichungen des Gewichts von den Empfehlungen für eine moderate Aufzucht gab, obwohl die Besitzer der Fohlen nach eigenen Angaben sehr unterschiedlich fütterten. Die Ursache dieser Diskrepanz ist für die Erstellung von Fütterungs- und Haltungsempfehlungen für die Pferdeaufzucht von außerordentlichem Interesse. So könnte zum einen die unterschiedliche Fütterung der Fohlen durch eine entsprechend höhere oder geringere Muttermilchaufnahme der Fohlen kompensiert worden sein. Sollte dies der Fall gewesen sein, so wirkt sich die Fohlenfütterung weniger auf das Fohlen als auf die Belastung der Mutterstute durch die Laktation aus. Zum zweiten ist es möglich, dass sich die intensiver gefütterten Fohlen bei entsprechender Haltung auch intensiver bewegen und deswegen nicht schneller wachsen. Eine intensivere Bewegung könnte sich durchaus positiv auf die Entwicklung des Fohlens auswirken. Eine zu schnelle Gewichtszunahme wäre dann vor allem dort zu erwarten, wo ausreichende Bewegungsmöglichkeiten und -anreize fehlen. Es würde sich damit eher um einen Haltungs- als einen Fütterungsfehler handeln, wobei eine restriktive Fütterung den Haltungsfehler zum Teil kompensieren könnte. Schließlich wäre es aber auch möglich, dass die nach subjektivem Empfinden der Züchter reichlich gefütterten Fohlen in Wirklichkeit nicht wesentlich mehr Energie aufnahmen als die nach subjektiver Einschätzung restriktiv gefütterten Fohlen. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, diesen Fragen auf den Grund zu gehen, indem zwei Gruppen von Fohlen, die unter nahezu identischen Bedingungen gehalten wurden, ein unterschiedliches Kraftfutterangebot erhielten. Die unterschiedlichen Rationen der beiden Gruppen während der überwachten Aufzuchtperiode sind in Tabelle 18 dargestellt.

Tabelle 18: Rationen der Gruppen „Basis“ und „Plus 14“, Angaben in kg

Monat	Weidegras*	Heulage*	Muttermilch*	Marstall	Hafer "Basis"	Hafer "+14"	Hafer n. Futt.red.
2.	-	0,20	19,50	1,00	0,60	1,80	
3.	0,50	1,00	20,00	1,20	0,70	2,00	
4.	0,50	1,25	16,00	2,00	0,50	1,75	
5.	1,10	1,25	14,00	2,00	0,80	2,00	
5.n.Abs.**	1,50	2,50	-	2,00	-	3,25	
6.	2,00	1,75	9,00	2,35	0,45	1,75	
6.n.Abs.**	2,00	2,75	-	1,75	1,90	3,20	
6. n.Futt.red.**	-	3,25	-	2,30			0,70
7.	2,40	2,50	7,00	2,35	0,40	1,60	
7. n.Abs.**	2,00	3,25	-	1,50	1,85	3,15	
7. n.Futt.red.**	-	3,70	-	1,20			1,55
8.	2,50	2,70	5,00	1,60	1,50	2,70	
8. n.Abs.**	-	3,85	-	1,20	2,20	3,50	
8. n.Futt.red.	-	3,85	-	1,20			1,55
9. n.Futt.red.	-	4,00	-	1,20			1,35
10. n.Futt.red.	-	4,40	-	1,20			1,10

- \* Die Mengen von Weidegras, Heulage und Muttermilch sind unterstellt anhand von Schätzungen und Angaben in der Literatur.
- \*\* Die unterschiedlichen Rationen (mit Muttermilch, nach dem Absetzen, nach Futterreduktion) in den Monaten 5 bis 8 beruhen auf den unterschiedlichen Geburtsterminen der Fohlen und somit unterschiedlichem Lebensalter zu Beginn der einzelnen Abschnitte der Aufzuchtperiode

Die Rationen für die Mutterstuten während der Laktation finden sich in Tabelle 19.

Tabelle 19: Rationen der Mutterstuten während der Laktation (Angaben in kg/Tag)

Laktationsmonat	Weidegras*	Heulage*	Hafer	Mineralfutter Josera Joker
1.	-	8	5,5	0,08
2.	20	5,5	5,5	0,05
3.	25	5	5	0,05
4.	20	5	5	0,05
5.	15	5	5	0,05

\* Die Mengen an Weidegras und Heulage beruhen auf Schätzungen und Angaben in der Literatur.

### 3.2 Versuchsaufbau

Die Studie wurde am Bayerischen Haupt- und Landgestüt Schwaiganger, Ohlstadt durchgeführt. Im Rahmen dieser Arbeit wurde der gesamte Warmblutfohlenjahrgang des Jahres 2005 in die Untersuchung miteinbezogen. Dieser bestand aus 33 Warmblutfohlen (22 Stuten, 11 Hengste). Aufgrund des Verkaufs einer Stute direkt nach der Geburt des Fohlens und des Todes eines Fohlens im Alter von 57 Tagen konnten schließlich 20 Stutfohlen und 11 Hengstfohlen über nahezu den gesamten Untersuchungszeitraum überwacht werden.

Die Fohlen wurden per Zufallsprinzip anhand des Geburtsdatums in zwei Gruppen aufgeteilt, wobei das älteste Fohlen der Gruppe 1 zugewiesen wurde, das zweitälteste der Gruppe 2, das drittälteste wieder der Gruppe 1 usw.

Die Gruppe 1, bestehend aus 15 Fohlen, wurde per Los als die Gruppe mit der kleineren Kraftfutterzuteilung („Basis“) bestimmt, die Gruppe 2 (16 Fohlen) erhielt demnach eine Kraftfuttermenge, die in ihrem Energiegehalt um 14 MJ DE pro Tier und Tag über der Ration der Gruppe 1 lag (Gruppe „Plus 14“).

Die übrigen Nährstoffe in den Rationen von Stuten und Fohlen wurden unter Heranziehung der Bedarfszahlen aus der Literatur (GfE, 1994; Meyer und Coenen, 2002) berechnet.

Die Fütterung war aus den im Gestüt üblichen Futtermitteln (Heulage, Hafer, Mineralfutter Josera Joker), für die Fohlen ergänzt durch ein spezielles Fohlenaufzuchtfutter (Marstall Typ Fohlen) zusammengesetzt. Dabei wurde eine „Basisration“ aus Heulage, Hafer und Fohlenaufzuchtfutter zusammengestellt, die in beiden Gruppen identisch war und für Gruppe 2 nur durch ein größeres Haferangebot ergänzt wurde. Die Energiedifferenz wurde durch die Zufütterung von Hafer erfüllt, um eine möglichst geringe Abweichung der Rationen im Protein- und Mineralstoffgehalt zu gewährleisten. Insgesamt waren durch die zur Verfügung stehenden Futtermittel Rationen erstellt worden, die weitgehend den Vorgaben der GfE (1994) entsprechen. In einem Teil der Rationen wäre ein etwas weiteres Ca : P-Verhältnis und ein etwas höherer Gehalt an verdaulichem Rohprotein wünschenswert gewesen; es wurde jedoch darauf verzichtet, weitere zusätzliche Ergänzungsfuttermittel zu den Rationen hinzuzufügen, da im Falle einer unvollständigen Aufnahme der Ration eine Abschätzung der tatsächlich aufgenommenen Nährstoffe bei einer Vielzahl an Futterkomponenten in der Ration unmöglich gemacht worden wäre.

Tabelle 20 zeigt die Analyseergebnisse der zur Verwendung gekommenen Futtermittel Heulage, Hafer und Marstall Typ Fohlen. Die Angaben für das Weidegras wurden aus Tabellen (Meyer und Coenen 2002) entnommen, mit früheren Analyseergebnissen des Schwaigangerer Weidegrases abgeglichen und aufgrund der guten Übereinstimmung für die Rationsberechnung herangezogen.

**Tabelle 20: Analyseergebnisse der zur Verwendung gekommenen Futtermittel Heulage, Hafer und Marstall Typ Fohlen (alle Angaben bezogen auf TS)**

	Rp in %	Rfe in %	Rfa in %	Ra in %	Ca in g/kg	P in g/kg	TS in %
Heulage	8,67	0,91	32,32	4,46	3,72	3,91	66,54-78,98
Hafer	10,16	1,98	11,62	2,28	0,97	5,02	84,20
Marstall	17,83	1,32	4,33	5,9	13,71	6,84	86,60
	K in g/kg	Zn in mg/kg	Cu in mg/kg	Fe in mg/kg	Mg in mg/kg	Na in g/kg	
Heulage	19,19	23,37	3,99	85,09	2156,67	0,23	
Hafer	4,84	24,17	2,75	126,35	1510	0,07	
Marstall	10,33	272,73	37,02	261	4086,67	1,87	

Anhand der Analyseergebnisse wurde der Energiegehalt in MJ DE der verschiedenen zur Anwendung gekommenen Futtermittel nach der Formel von Zeyner und Kienzle (2002), die auch von der GfE (2003) übernommen wurde, errechnet:

$$DE(MJ / kg) = (-3,60 + 0,211 \times Rp + 0,421 \times Rfe + 0,015 \times Rfa + 0,189 \times NfE) \times TS \div 1000$$

mit

Rp = Rohprotein in g/kg TS

Rfe = Rohfett in g/kg TS

Rfa = Rohfaser in g/kg TS

NfE = Stickstofffreie Extraktstoffe in g/kg TS

TS = Trockensubstanz in g/kg

Die Ergebnisse sind in Tabelle 21 dargestellt.

**Tabelle 21: Energiebewertung der zur Anwendung gekommenen Futtermittel nach Zeyner und Kienzle (2002)**

		Heulage	Hafer	Marstall
Zeyner und Kienzle (2002)	DE MJ/kg uS	6,89	11,11	12,04

Die Rationen für Mutterstuten, Fohlen und Zukauffohlen wurden auf Basis der Energiebewertung nach Zeyner und Kienzle (2002) erstellt.

Das Kraftfutter wurde Stuten und Fohlen getrennt angeboten, indem Stuten und Fohlen zweimal täglich für eine Stunde zur Fütterung angebunden wurden, in einem Abstand, der es

Stuten und Fohlen nicht ermöglichte, an das Futter des jeweiligen Nachbarpferdes heranzukommen. Dadurch wurde gewährleistet, dass die Fohlen tatsächlich die Möglichkeit hatten, die für sie bestimmte Kraftfuttermenge auch zu erreichen und ihnen ein entsprechender Zeitraum gewährt wurde, diese wirklich fressen zu können, ohne dass die Mutter aufgrund ihrer höheren Futteraufnahmegeschwindigkeit das Kraftfutter bereits vorher komplett aufgenommen hätte. Von den Komponenten der Kraftfutterration wurde das Litergewicht gemessen. Wenn ein Fohlen nicht die gesamte angebotene Kraftfuttermenge aufgenommen hatte, wurde der verbleibende Rest volumetrisch abgemessen und danach entfernt.

Eine einzelpferdspezifische Zuteilung des Raufutters war aufgrund der gegebenen baulichen Voraussetzungen nicht möglich und ein Anbinden der Pferde zur Raufutteraufnahme erschien aufgrund der doch erheblichen Zeitdauer der Futteraufnahme und der deutlichen Bewegungseinschränkung der Fohlen weder sinnvoll noch unter Aspekten einer artgerechten Aufzucht, die auch ausreichende Bewegungs- und Ruhezeiten umfasst, wünschenswert.

Die insgesamt aufgenommene Raufuttermenge konnte jedoch über die Zahl und das Gewicht der verbrauchten Heulageballen erfasst und daraus die in etwa aufgenommene Menge pro Pferd ermittelt werden. Diese bildete dann die Grundlage für die in den Rationen unterstellte Raufutteraufnahme pro Pferd und Tag.

Die Fohlen wurden mit ihren Müttern bis zu einem Alter von ca. vier Wochen in der Box gehalten mit wetterabhängig täglichen Auslaufmöglichkeiten auf einem in Stallnähe gelegenen Paddock. Ab etwa der 5. Lebenswochen wurden die Tiere in Gruppen zu je 5 Stuten mit Fohlen bei Fuß in Laufställe eingestellt mit ebenfalls witterungsabhängig täglichem Weidegang in zwei Herden (20 bzw. 11 Stuten mit ihren Fohlen). Dabei waren die Gruppen rein altersabhängig zusammengestellt, um zu vermeiden, dass bei einer Zusammenstellung von rein „Basis“ oder rein „Plus 14“ gefütterten Gruppen eine wie auch immer geartete Beeinflussung durch unterschiedliche Aktivitätsniveaus oder anderes stattfindet, die dadurch eine Eigendynamik in den einzelnen Gruppen entwickelt. Außerdem konnte dadurch verhindert werden, dass einzelne Fohlen übermäßig lange in der Boxenhaltung hätten verbleiben müssen, bis eine fünfköpfige Gruppe das Alter für die Aufstallung in der Laufabteilung erreicht hätte. Auf diese Weise konnten auch die Altersunterschiede innerhalb der einzelnen Gruppen möglichst gering gehalten werden.

Die Laufabteilungen befanden sich in zwei verschiedenen Ställen, was die Aufteilung auf zwei verschiedene Herden während der Laktationsperiode nötig machte. Durch die Zusammenstellung von „gemischten“ Gruppen konnte aber eine eventuelle Beeinflussung der Versuchsergebnisse durch die Aufstallung in unterschiedlichen Ställen und die Betreuung durch unterschiedliches Personal minimiert werden.

Die Stuten und ihre Fohlen hatten täglich ca. 6-8 Stunden Weidegang, an besonders heißen Sommertagen auch über Nacht (ca. 15 Stunden), nur bei sehr schlechtem Wetter wurde der Weidegang auf ein bis zwei Stunden reduziert oder entfiel ganz. Es standen aufgrund der Notwendigkeit, die Fohlen für die Zeitdauer der Studie im Gestüt aufzustallen, nur die in unmittelbarer Stallnähe gelegenen Weiden zur Verfügung. Damit war im Laufe der Weideperiode nur noch ein verhältnismäßig spärlicher Bewuchs auf den Weiden zu verzeichnen; dementsprechend ist nur von einer verhältnismäßig geringen Grasaufnahme auszugehen, die deutlich unter den in der Literatur (Meyer und Coenen 2002) angegebenen Trockensubstanzaufnahme Kapazitäten von bis zu 3% der Körpermasse bei ganztägigem Weidegang liegt.

Die Fohlen wurden während der beobachteten Aufzuchtperiode in etwa vierwöchigen Abständen mit einem Anthelmintikum behandelt.

Über die gesamte Dauer der Untersuchung wurden von jedem Tier in ca. vierwöchigen Zeitabständen Datensätze analog zu denen in der Dissertation von Hois (2004) erstellt, die das Gewicht (Körpermasse und Körpergewicht werden im Rahmen dieser Arbeit synonym verwendet), den Body Condition Score und die Parameter Halsumfang, Brustumfang, Körperumfang, Röhrbeinumfang, Fessel-Ellbogenmaß (Abstand vom Fesselkopf (Sporn) bis zum Ellbogenhöcker), Bandmaß und Stockmaß umfassten. Desweiteren wurde bei den Fohlen das Hornwachstum gemessen.

Die Stuten wurden ca. vier Wochen vor dem errechneten Geburtstermin das erste Mal gewogen und vermessen, wobei zu diesem Zeitpunkt als zusätzliches Maß noch der Leibesumfang an der Stelle der größten Ausdehnung ermittelt wurde; danach wurden von ihnen für die Dauer der Säugeperiode ebenfalls im vierwöchigen Abstand Datensätze erstellt.

Nach dem Absetzen wurden jeweils neun bis elf Fohlen pro Laufabteilung gemeinsam aufgestellt, getrennt nach Geschlecht. Dadurch waren wiederum hinsichtlich der Eingruppierung in die Gruppen „Basis“ und „Plus 14“ gemischte Gruppen zusammengestellt.

Ab dem Zeitpunkt des Absetzens wurden noch neun Hengstfohlen aus der Landespferdezucht, die zugekauft worden waren, unter denselben Haltungsbedingungen aufgestellt und mit einer den Bedarfsnormen (GfE 1994) entsprechenden Ration gefüttert. Diese wurden als weitere Kontrollgruppe herangezogen und über den verbleibenden Rest der Aufzuchtperiode wurden das Gewicht und der BCS dieser Fohlen dokumentiert. Die Rationen finden sich in Tabelle 22.

**Tabelle 22: Rationen der Fohlen der Gruppe Zukauf (Angaben in kg/Tag)**

Lebensmonat	Heulage	Marstall	Hafer
7.	3,25	1,5	3,0
8.-10.	3,85	1,2	3,0

### 3.3 Methoden

#### 3.3.1 Gewichtsmessungen

Für die Erhebung der Gewichte von Stuten und Fohlen wurde eine mobile Pferdewaage eingesetzt.

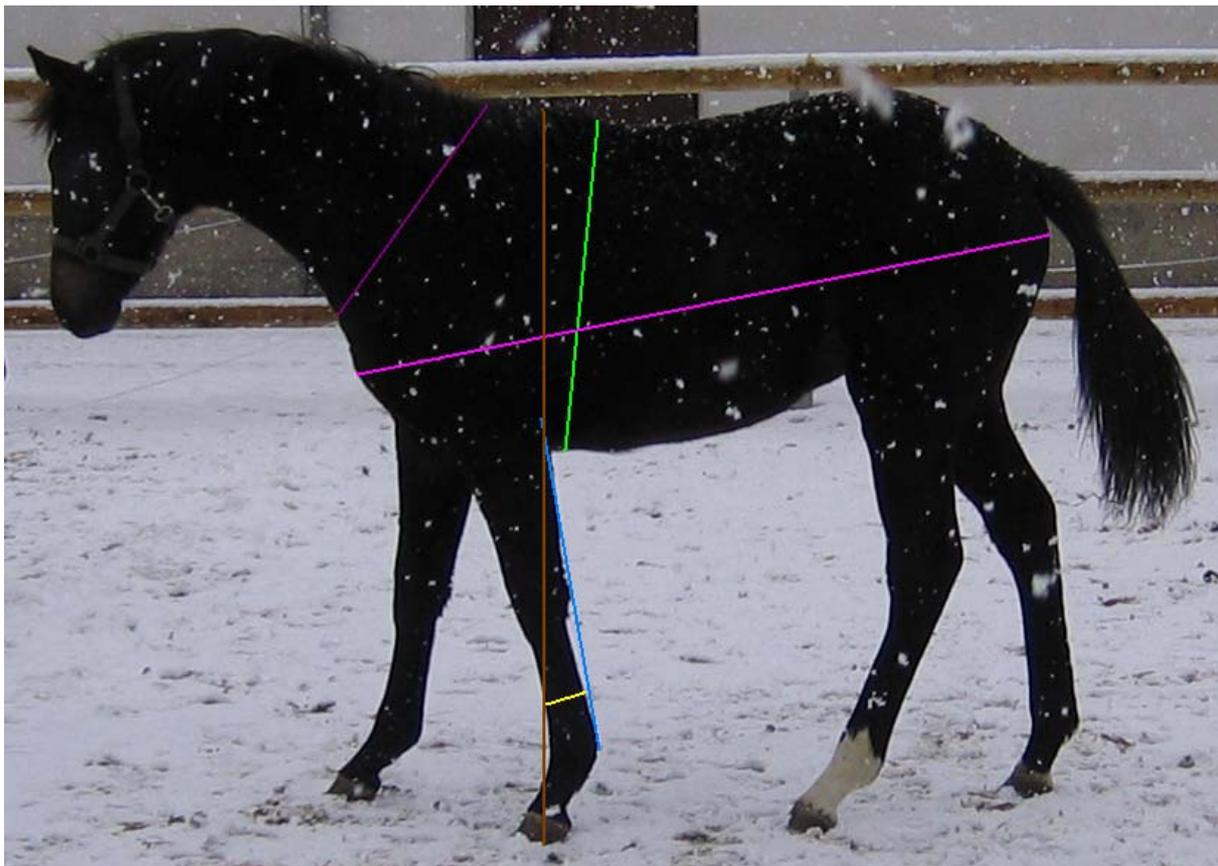
Diese wurde freundlicherweise von Herrn Manfred Müller von der Firma „Die mobile Pferdewaage“, Jagstzell für die Dauer der Untersuchung zu Verfügung gestellt. Die Waage besteht aus drei miteinander verschraubbaren Einzelplatten, die ca. 15 cm hoch sind und ca. 1 x 1 m groß, sodass schließlich eine Plattform von ca. 3 x 1 m Größe entsteht. Diese wird mit einem farblich möglichst unauffälligen Teppich belegt, um zum einem durch Abdeckung der Kanten das Verletzungsrisiko zu minimieren und zum anderen zu einer guten Akzeptanz der Waage beizutragen, die aufgrund des wenig auffälligen Äußeren von allen Pferden ohne Probleme akzeptiert wurde, zumal aufgrund fehlender seitlicher Begrenzung zu keiner Zeit ein Gefühl von Zwang bei ängstlichen oder sensiblen Pferden aufkommt.

Das Prinzip der Waage beruht auf einer 4-Punkt-Messfelder-Methode. Die Bodenplattform ruht auf zwei Wiegebalken, die über Kabel mit einer digitalen Anzeige verbunden sind. Diese kann entweder über einen Akku oder mit Netzkabel betrieben werden und ist wahlweise mit

einem Kabel an einem Laptop anschließbar, sodass die Möglichkeit besteht, die Daten direkt in ein eigens für die Waage konzipiertes Softwareprogramm einzulesen. Die Waage kann mit bis zu 2 Tonnen belastet werden und gibt das Gewicht bis zu 100 kg in 0,5 kg-Schritten, darüber in 1 kg-Schritten an. Die Messtoleranz liegt bei 0,5% vom Messergebnis.

### 3.3.2 Körpermessungen

Mit einem Maßband aus Kunststoff, Länge 12 m, Skalierung in mm-Schritten, wurden Halsumfang, Brustumfang, Körperrumfang, Röhrbeinumfang und Fessel-Ellbogenmaß bestimmt. Bei den Mutterstuten wurde zusätzlich vier Wochen vor dem errechneten Geburtstermin der Leibesumfang an der Stelle der größten Ausdehnung erhoben. Die Widerristhöhe wurde mittels Band- und Stockmaß gemessen. Die Messstrecken der einzelnen Parameter sind in Abbildung 1 dargestellt.



Halsumfang Brustumfang Körperrumfang Röhrbeinumfang Fessel-Ellbogenmaß Band- bzw. Stockmaß

Abbildung 1: Darstellung der verschiedenen erhobenen Körpermaße am Fohlen

- Halsumfang

Der Halsumfang wurde am gerade stehenden Tier mit Kopf und Hals in normaler Haltung und Höhe gemessen. Das Maßband wurde nach Schramme (2003) am Ansatz des Halses parallel zum Schulterblatt angelegt und zum Ablesen etwas gespannt.

- Brustumfang

Zur Messung des Brustumfangs wurde das Maßband bei entspannt stehendem Tier ventral in der Gurtlage, ca. eine Handbreit hinter dem Ellbogen, dorsal direkt hinter dem Widerrist um den Brustkorb herumgelegt und der Wert am Ende der Expirationsphase abgelesen. Dabei lag das Maßband leicht gespannt an, ohne die Haut einzudrücken.

- Körperumfang

Der Körperumfang wurde nach Schramme (2003) gemessen, wobei das Maßband um das Pferd herum auf Höhe der Pars cranialis des Tuberculum majus ossis humeri und des Tuberculum ischiadicum und außen über die Schweifrübe verläuft. Das Tier sollte entspannt stehen ohne den Rücken aufzuwölben, alle vier Gliedmaßen gleichmäßig belasten und geschlossen stehen.

- Fessel-Ellbogenmaß

Das Fessel-Ellbogenmaß wurde am linken Vorderbein, vom Fesselkopf (Sporn) ausgehend bis zum proximalsten Punkt des Olecranon entlang der caudalen Kontur des Beins gemessen, während beide Vordergliedmaßen gleichmäßig belastet sind und parallel stehen.

- Röhrbeinumfang

Der Röhrbeinumfang wurde an der linken Vordergliedmaße bestimmt, unter gleichmäßiger Belastung der Gliedmaßen. Das Maßband wurde am Übergang vom oberen zum mittleren Drittel des Röhrbeins im Bereich des kleinsten Durchmessers um das Bein herumgeführt. Dabei werden als Strukturen das Röhrbein, die Griffelbeine, der Fesselträger und die oberflächliche und tiefe Beugesehne erfasst.

- Bandmaß

Das Bandmaß wurde mithilfe eines handelsüblichen Bandmaßes, das am Anfang ein kleines Metallplättchen zur Fixierung mit dem Fuß am Boden besitzt, bestimmt. Das Pferd stand hierfür geschlossen (d.h., beide Vorder- und Hintergliedmaßen jeweils direkt nebeneinander und gleichmäßig belastet) auf einer ebenen Fläche, gemessen wurde vom Boden kurz hinter dem Vorderfuß senkrecht bis zum höchsten Punkt des Widerristes, dem Proc. spinosus des 5. Brustwirbels. Dabei wird das Maßband unter Spannung gehalten, liegt aber im Gegensatz zum Stockmaß den Konturen des Pferdekörpers an.

- Stockmaß

Das Stockmaß wird analog zum Bandmaß ebenfalls vom Boden bis zum höchsten Punkt des Widerristes gemessen, wobei das Stockmaß mit dem Boden und der Messstab zum Stock jeweils einen 90°-Winkel bilden. Das Pferd muss wiederum auf ebenem Untergrund bei natürlicher Kopf-Halshaltung geschlossen stehen. Zur Verwendung kam ein handelsübliches Stockmaß mit einer Skalierung von 90 cm bis 180 cm in 0,5 cm-Schritten.

### 3.3.3 Wachstum des Hufhornes

Das Wachstum des Hufhornes wurde ab einem Alter von ca. 8 Wochen in die erhobenen Datensätze miteinbezogen. Um eine permanente Markierung zu erreichen, die widerstandsfähig genug war, um auch der Belastung durch Abrieb und Verschmutzung standzuhalten und die andererseits die Hornkapsel des wachsenden Fohlenhufes nicht in ihrer Stabilität beeinträchtigen konnte oder gar zu Hornspalten o.ä. führte, wurde mithilfe eines mit Gas betriebenen HandlötKolbens „Mikropen“ der Firma Rothenberger eine punktförmige Markierung von ca. 1-2 mm Tiefe ca. 1,5-2 cm unterhalb des Kronsaumes mittig dorsal auf der Zehenwand des linken Vorderhufes angebracht, wie in Abbildung 2 zu erkennen ist.



**Abbildung 2: Anbringen der Markierung mittig dorsal auf der Zehenwand des linken Vorderhufes**

Mittels einer digitalen Schieblehre wurde nun im vierwöchigen Intervall der Abstand der Markierung zum Horn-Haut-Übergang am Kronsaum gemessen. Dies zeigt Abbildung 3. Um einen möglichst genauen Wert zu ermitteln, wurden jeweils drei Messungen durchgeführt und daraus der Mittelwert gebildet.



**Abbildung 3: Messen des Abstands der Markierung vom Horn-Hautübergang zur Ermittlung des Hornwachstums**

### **3.3.4 Body Condition Score (BCS) nach Kienzle und Schramme (2004)**

Bei Mutterstuten und Fohlen wurde anlässlich jedes Messtermines der BCS nach dem System von Kienzle und Schramme (2004) erfasst. Dabei wurden sowohl die Werte der einzelnen Körperregionen als auch der sich daraus ergebende rechnerische Gesamt-BCS dokumentiert. Die für die Erhebung des BCS notwendige Kammfettmessung wurde mithilfe einer digitalen Schieblehre bei gesenkter Kopf-Hals-Haltung (durch Vorlage von etwas Kraft- oder Raufutter am Boden) gemessen.

### **3.3.5 Bewegungsaktivität**

Nach dem Absetzen wurde über einen Zeitraum von einigen Wochen eine Beobachtung der Bewegungsaktivität der Fohlen der eigenen Gruppe und der Zukauffohlen vorgenommen.

Dafür wurde die Methode des „Scan Sampling“ kombiniert mit „Instantaneous Sampling“ (Martin und Bateson 1993) verwendet. Dabei wird der Beobachtungszeitraum in eine große Zahl kleiner Zeitintervalle (z.B. 1 Minute) eingeteilt. Am Ende eines jeden Intervalls wird festgehalten, was jedes Tier der beobachteten Gruppe zu diesem Zeitpunkt gerade tut. Mithilfe dieser Methode kann eine gute Abschätzung des Zeitanteils, den ein Verhaltensmuster an der gesamten Beobachtungszeit einnimmt, vorgenommen werden (Dunbar, 1976; Leger, 1977; Simpson und Simpson, 1977; Rhine und Flanigon, 1978; Tyler, 1979; Pöysä, 1991).

**Tabelle 23: Beschreibung der Verhaltensweisen, die während der Beobachtungsintervalle dokumentiert wurden**

Beobachtete Verhaltenskategorien	
Liegen	Trab
Stehen	langsamer Galopp
Fressen (Gras, Heulage, Stroh)	schneller Galopp
Scharren	Buckeln
Sozialkontakt im Stand (Spiel, Fellpflege)	Steigen
Schritt	

Tabelle 23 zeigt die Verhaltenskategorien, die während der Beobachtungsintervalle dokumentiert wurden. Da es bei der Beobachtung des Verhaltens um eine Dokumentation der Bewegungsaktivität und –intensität ging, wurde auf eine detailliertere Unterteilung der Verhaltensweisen verzichtet.

### **3.4 Mathematische Aufbereitung der Daten**

#### **3.4.1 Deskriptive Statistik**

Die im Verlauf der Studie erhobenen Daten wurden mithilfe des Programms „Microsoft Office Excel 2003“ geordnet und bezüglich beschreibender Parameter wie Mittelwert und Standardabweichung ausgewertet. Weitere Berechnungen aus den erhobenen Daten wurden weitgehend ebenfalls mittels „Microsoft Office Excel 2003“ erstellt.

Der Vergleich der Mittelwerte hinsichtlich statistisch signifikanter Differenzen wurde mit dem Programm „SigmaStat 3.0“ durchgeführt. Dabei wurde ein t-Test für unabhängige Stichproben angewendet.

Die Gleichung für die Gewichtsschätzung bei einem Körperumfang bis 225 cm und für die Gewichtsschätzung der Mutterstuten ante partum wurde mithilfe der multiplen Regression in „Microsoft Office Excel 2003“ erstellt.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Fütterung

#### 4.1.1 Energieaufnahme der Fohlen

##### 4.1.1.1 Energieaufnahme aus der Kraftfütteration

Die Futteraufnahme wurde ab etwa der vierten Lebenswoche dokumentiert. Die durchschnittliche Energieaufnahme aus dem Kraftfutter ist in Tabelle 24 dargestellt. Bis zu einem Alter von 30 Tagen war bei der Kraftfutteraufnahme kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen zu ermitteln trotz unterschiedlichen Kraftfutterangebotes. Ab einem Alter von 30 Tagen waren dann signifikante Differenzen ( $p < 0,001$ ) festzustellen, die sich erst nach Beendigung der unterschiedlichen Futterzuteilung ab einem Alter von etwa 270 Tagen wieder angleichen. In einem Alter von über 300 Tagen lag die durchschnittliche Kraftfutteraufnahme der Gruppe „Plus 14“ trotz gleichen Kraftfutterangebotes signifikant ( $p < 0,05$ ) unter der Gruppe „Basis“.

**Tabelle 24: Energieangebot und -aufnahme aus dem Kraftfutter (MJ DE/d) während der Aufzucht**

Lebenstag	Angebot	MW KF "+ 14"	n	Angebot	MW KF "Basis"	n	p	Sign.
0 bis 30	35	2,18 ± 1,512	(21)	21	1,47 ± 1,107	(26)	p = 0,069	n.s.
31 bis 60	35	5,60 ± 3,796	(367)	21	4,61 ± 2,905	(306)	p = <0,001	sign.***
61 bis 90	36	14,79 ± 5,891	(477)	22	12,90 ± 5,835	(430)	p = <0,001	sign.***
91 bis 120	42	26,91 ± 8,125	(471)	28	24,21 ± 5,773	(447)	p = <0,001	sign.***
121 bis 150	46	35,67 ± 7,215	(469)	32	30,33 ± 2,923	(444)	p = <0,001	sign.***
151 bis 180	47-57*	42,67 ± 7,128	(465)	33-43*	32,95 ± 3,021	(433)	p = <0,001	sign.***
181 bis 210	46-53	42,45 ± 8,260	(474)	32-39	33,21 ± 3,006	(437)	p = <0,001	sign.***
211 bis 240	31-49-53	41,86 ± 10,187	(474)	31-36-39	35,24 ± 4,198	(418)	p = <0,001	sign.***
241 bis 270	29-53	35,76 ± 9,878	(416)	29-39	32,02 ± 4,583	(379)	p = <0,001	sign.***
271 bis 300	26-53	28,13 ± 4,906	(339)	26-39	28,27 ± 3,998	(313)	p = 0,694	n.s.
301 bis 346	26-53	26,40 ± 0,000	(223)	26-39	26,74 ± 2,084	(156)	p = 0,016	sign.*

\* Die Spannweite des Angebotes resultiert daraus, dass die Fohlen aufgrund unterschiedlicher Geburtstermine beim Absetzen bzw. der Futterreduktion in unterschiedlichem Alter waren. Die niedrigeren Werte sind vor dem Absetzen bzw. nach der Futterreduktion angesetzt.

## 4.1.2 Trockensubstanzaufnahme der Fohlen

### 4.1.2.1 Trockensubstanzaufnahme aus der Kraftfuttermenge

Die absolute tägliche Trockensubstanzaufnahme wurde ebenfalls ab der vierten Lebenswoche dokumentiert. Ab Tag 31 konnte eine signifikant ( $p < 0,001$ ) höhere Trockensubstanzaufnahme aus der Kraftfuttermenge der Gruppe „Plus 14“ ermittelt werden, die sich erst wieder ab etwa dem 271. Lebenstag, also ab dem Ende der unterschiedlichen Futterzuteilung, der TS-Aufnahme der „Basis“-gefütterten Gruppe angleich. Ab dem 301. Tag war eine signifikant ( $p < 0,001$ ) niedrigere TS-Aufnahme der Fohlen der Gruppe „Plus 14“ zu verzeichnen, wie Tabelle 25 zeigt.

**Tabelle 25: TS-Aufnahme (kg/d) aus der Kraftfuttermenge während der Aufzucht**

Lebenstag	MW "+ 14"	n	MW "Basis"	n	p	Sign.
0 bis 30	0,15 ± 0,113	(21)	0,10 ± 0,083	(26)	p = 0,085	n.s.
31 bis 60	0,41 ± 0,283	(367)	0,33 ± 0,216	(306)	p = 0,006	Sign.***
61 bis 90	1,09 ± 0,435	(477)	0,95 ± 0,436	(430)	p = <0,001	Sign.***
91 bis 120	1,97 ± 0,590	(471)	1,77 ± 0,440	(448)	p = <0,001	Sign.***
121 bis 150	2,61 ± 0,555	(471)	2,23 ± 0,244	(444)	p = <0,001	Sign.***
151 bis 180*	3,13 ± 0,613	(469)	2,43 ± 0,253	(434)	p = <0,001	Sign.***
181 bis 210	3,14 ± 0,623	(474)	2,43 ± 0,323	(439)	p = <0,001	Sign.***
211 bis 240	3,09 ± 0,800	(476)	2,60 ± 0,349	(419)	p = <0,001	Sign.***
241 bis 270**	2,62 ± 0,782	(416)	2,37 ± 0,334	(379)	p = <0,001	Sign.***
271 bis 300	2,05 ± 0,418	(339)	2,09 ± 0,289	(313)	p = 0,131	n.s.
301 bis 346	1,92 ± 0,118	(226)	1,98 ± 0,150	(157)	p = <0,001	Sign.***

\* Ungefährer Absetzzeitpunkt

\*\* Ungefährer Zeitpunkt der Reduktion der Kraftfuttermenge

## 4.2 Gewicht und Körpermaße

Die Messwerte werden in Diagrammen dargestellt, die Ergebnisse der dazugehörigen statistischen Auswertungen in Diagrammen und Tabellen. Neben den absoluten Werten wurden auch relative Werte errechnet; diese beziehen sich auf den Messwert des Muttertieres zum selben Messtermin bzw. nach dem Absetzen auf den letzten Messwert des jeweiligen Muttertieres vor dem Absetzen.

## 4.2.1 Gewicht

### 4.2.1.1 Gewicht absolut

Die folgende Tabelle 26 zeigt die Gewichtsentwicklung der Fohlen vom Zeitpunkt der Geburt bis zum Ende der überwachten Aufzuchtphase. Zwischen den beiden Gruppen gab es zu keiner Zeit signifikante Differenzen.

**Tabelle 26: Gewichtsentwicklung (in kg) der beiden Gruppen während der Aufzucht**

Lebenstag	MW "+14"	n	MW "Basis"	n
0 bis 4	57,49 ± 7,27	(17)	59,41 ± 7,83	(16)
5 bis 34	96,75 ± 12,56	(16)	104,84 ± 11,27	(16)
35 bis 60	132,88 ± 13,90	(12)	141,10 ± 12,48	(10)
61 bis 79	144,10 ± 17,94	(5)	146,42 ± 14,35	(6)
80 bis 96	172,11 ± 15,20	(14)	177,25 ± 13,81	(14)
97 bis 120	203,85 ± 19,41	(13)	208,46 ± 14,92	(12)
121 bis 140	227,80 ± 21,47	(10)	223,36 ± 11,13	(7)
141 bis 160	248,13 ± 21,40	(12)	249,18 ± 15,51	(11)
161 bis 180	263,22 ± 22,94	(9)	272,60 ± 16,08	(10)
181 bis 210	283,58 ± 19,37	(18)	291,63 ± 22,28	(16)
211 bis 240	305,40 ± 20,83	(15)	312,88 ± 23,96	(16)
241 bis 270	318,10 ± 17,49	(18)	329,31 ± 25,97	(16)
271 bis 300	332,21 ± 17,58	(14)	347,27 ± 23,50	(11)
301 bis 346	353,18 ± 18,51	(11)	351,83 ± 30,56	(9)

Die Gewichtsentwicklung über den gesamten untersuchten Zeitraum glich in der Form der Wachstumskurve den von Hois (2004) ermittelten Daten. Es war bis zu einem Alter von etwa 220 Lebenstagen ein nahezu lineares Wachstum zu verzeichnen, danach schwächte sich die Steigung der Wachstumskurve leicht ab. Im Vergleich zu den mithilfe der von Hois (2004) errechneten modifizierten Janoschekfunktion ermittelten Erwartungswerten lagen beide Gruppen im Gewicht höher bis zum Zeitpunkt der Futterreduktion. Ab dem Zeitpunkt der Reduktion der Kraftfuttermenge für beide Gruppen auf ca. 80% des Bedarfs (GfE 1994) begannen sich die Messwerte den errechneten Erwartungswerten für das jeweilige Lebensalter anzugleichen, wie Abbildung 4 zeigt.

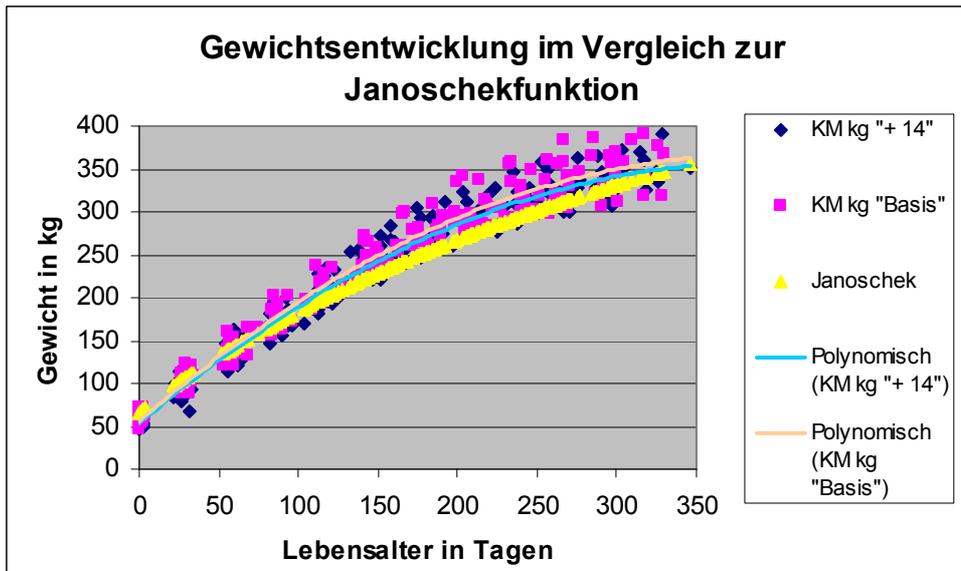


Abbildung 4: Gewichtsentwicklung (in kg) der beiden Gruppen im Vergleich zum Erwartungswert der modifizierten Janoschekfunktion

#### 4.2.1.2 Gewichtsentwicklung der Mutterstuten

Die Gewichtsentwicklung der Mutterstuten wurde ab einem Zeitpunkt von vier Wochen vor dem errechneten Geburtstermin bis zum Zeitpunkt des Absetzens dokumentiert. Abbildung 5 zeigt die durchschnittliche Gewichtsentwicklung der Stuten in beiden Gruppen. Es traten zu keiner Zeit signifikante Differenzen zwischen den beiden Gruppen auf.

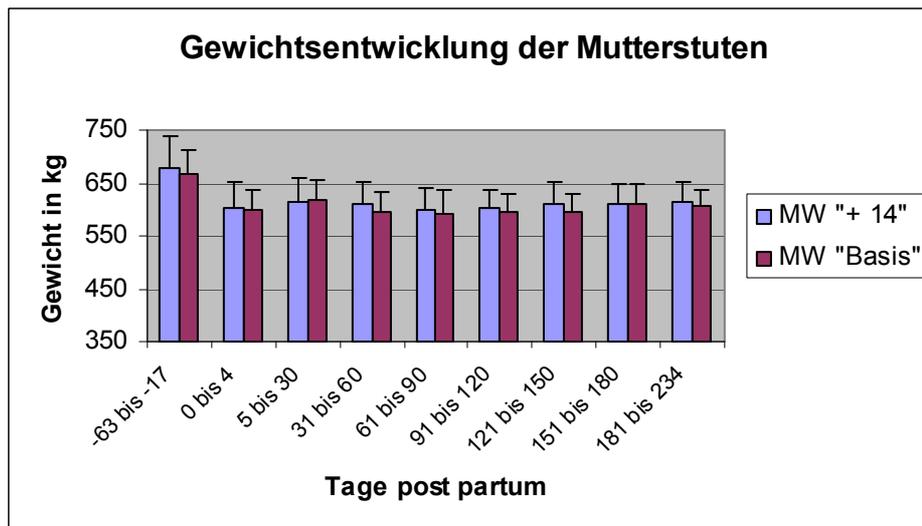


Abbildung 5: Gewichtsentwicklung (in kg) der Mutterstuten während der Aufzucht

### 4.2.1.3 Gewicht relativ zum Gewicht der Mutterstute

Für die Gewichtsentwicklung der Fohlen in Relation zum Gewicht des Muttertieres wurde während der Säugeperiode das Gewicht des Fohlens mit dem zum gleichen Messzeitpunkt erhobenen Gewicht der Mutterstute in ein prozentuales Verhältnis gesetzt. Nach dem Zeitpunkt des Absetzens wurde als „Referenzgewicht“ der Mutterstute das letzte erhobene Körpergewicht verwendet, da dieses am ehesten dem normalen durchschnittlichen Körpergewicht der jeweiligen Stute nahe kommt.

Abbildung 6 veranschaulicht die Entwicklung des Gewichts in Relation zum Gewicht der Mutterstute. Auffallend ist der absolut gleichlaufende durchschnittliche Verlauf der Regressionsgeraden beider Gruppen.

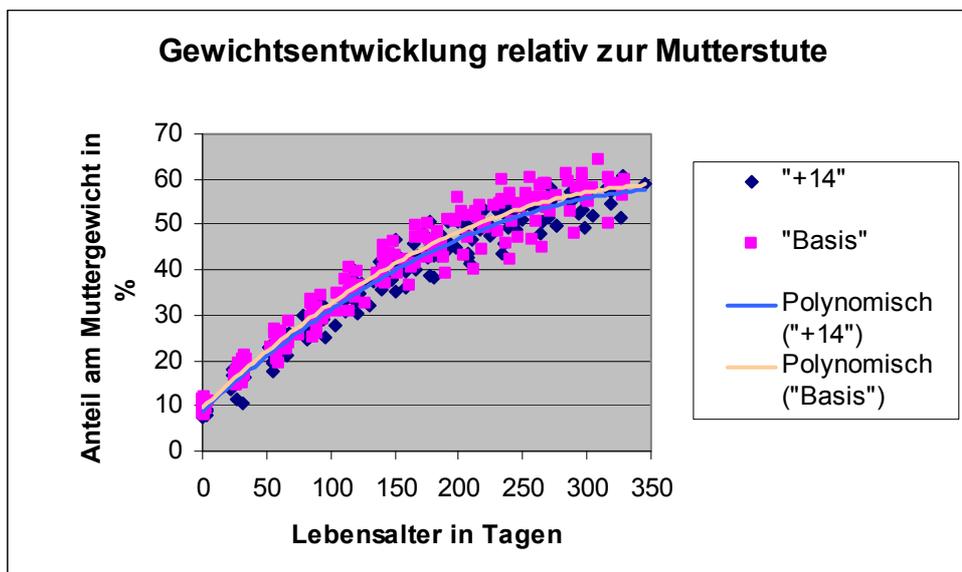


Abbildung 6: Gewichtsentwicklung der Fohlen relativ zur Mutterstute (in %)

Tabelle 27 zeigt die Mittelwerte der Gewichtsentwicklung der Fohlen relativ zum Maß der Mutterstute. Auch hier wurden keine signifikanten Differenzen gefunden. Nur im ersten Lebensmonat waren die Fohlen der „Basis“-gefütterten Gruppe signifikant ( $p < 0,05$ ) schwerer als die Fohlen der „Plus 14“-Gruppe. Zu diesem Zeitpunkt hatte die unterschiedliche Fütterung jedoch noch nicht begonnen.

Tabelle 27: Gewichtsentwicklung (in %) der Fohlen relativ zum Gewicht der Mutterstute

Lebenstag	MW "+14"	n	MW "Basis"	n	Sign.
0 bis 4	9,54 ± 1,045	(17)	9,95 ± 1,307	(16)	n.s.
5 bis 34	15,87 ± 2,250	(16)	17,56 ± 2,006	(16)	Sign.*
35 bis 60	21,76 ± 2,038	(12)	23,41 ± 2,430	(10)	n.s.
61 bis 79	25,00 ± 3,410	(5)	24,93 ± 2,478	(6)	n.s.
80 bis 96	28,13 ± 2,315	(14)	29,96 ± 2,667	(14)	n.s.
97 bis 120	34,29 ± 3,111	(13)	35,12 ± 2,675	(12)	n.s.
121 bis 140	36,78 ± 3,564	(10)	37,42 ± 2,375	(7)	n.s.
141 bis 160	40,35 ± 3,221	(12)	42,12 ± 2,647	(11)	n.s.
161 bis 180	44,02 ± 3,602	(9)	44,91 ± 4,464	(10)	n.s.
181 bis 210	45,87 ± 3,482	(18)	47,97 ± 4,511	(16)	n.s.
211 bis 240	50,17 ± 3,050	(15)	50,88 ± 5,544	(16)	n.s.
241 bis 270	52,54 ± 2,769	(18)	53,88 ± 4,713	(16)	n.s.
271 bis 300	54,56 ± 3,072	(14)	56,64 ± 4,130	(11)	n.s.
301 bis 346	57,09 ± 3,122	(11)	57,99 ± 3,945	(9)	n.s.

#### 4.2.1.4 Gewicht im Vergleich zu zugekauften Fohlen

Die nach dem Absetzen erhobenen Gewichte beider Gruppen wurden zu den Gewichten von neun aus der Landespferdezucht zugekauften Hengstabsetzern in Relation gesetzt. Dabei konnten für beide Gruppen im Alter zwischen 210 und 300 Tagen signifikante höhere Werte im Vergleich zur zugekauften Gruppe ermittelt werden, wie in Tabelle 28 gezeigt.

Tabelle 28: Gewicht (in kg) im Vergleich zu zugekauften Fohlen nach dem Absetzen

Lebenstag	MW "Zukauf"	n	MW "+14"	n	p	Sign.
181 bis 210	272,33 ± 38,682	(3)	283,58 ± 19,371	(16)	p = 0,438	n.s.
211 bis 240	275,29 ± 22,028	(7)	305,40 ± 20,829	(12)	p = 0,008	sign.**
241 bis 270	293,33 ± 24,428	(9)	318,11 ± 17,489	(17)	p = 0,006	sign.**
271 bis 300	312,33 ± 19,556	(12)	332,21 ± 17,577	(8)	p = 0,033	sign.*
301 bis 353	336,00 ± 27,157	(5)	353,18 ± 18,514	(8)	p = 0,199	n.s.
Lebenstag	MW "Zukauf"	n	MW "Basis"	n	p	Sign.
181 bis 210	272,33 ± 38,682	(3)	291,63 ± 22,277	(16)	p = 0,233	n.s.
211 bis 240	275,29 ± 22,028	(7)	312,88 ± 23,961	(12)	p = 0,003	sign.**
241 bis 270	293,33 ± 24,428	(9)	329,31 ± 25,966	(11)	p = 0,005	sign.**
271 bis 300	312,33 ± 19,556	(12)	347,27 ± 23,495	(10)	p = 0,001	sign.**
301 bis 353	336,00 ± 27,157	(5)	351,83 ± 30,559	(7)	p = 0,377	n.s.

### 4.2.1.5 Gewichtsentwicklung aufgetrennt nach Geschlecht

#### 4.2.1.5.1 Gewichtsentwicklung der Stutfohlen

Die Gewichtsentwicklung der Stutfohlen beider Gruppen verlief während der gesamten Aufzucht absolut parallel, wie Abbildung 7 zu entnehmen ist. Es waren zu keiner Zeit signifikante Differenzen zwischen den beiden Gruppen zu verzeichnen.

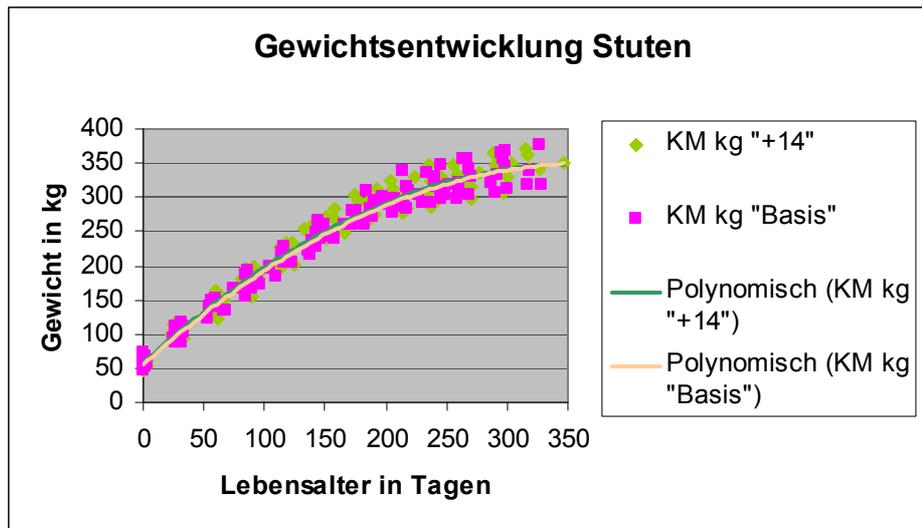


Abbildung 7: Gewichtsentwicklung (in kg) der Stutfohlen während der Aufzucht

#### 4.2.1.5.2 Gewichtsentwicklung der Hengstfohlen

Bei der Gewichtsentwicklung der Hengstfohlen war über nahezu die gesamte Zeitdauer der Aufzucht ein größeres mittleres Gewicht der „Basis“- gefütterten Gruppe festzustellen, wie Abbildung 8 verdeutlicht.

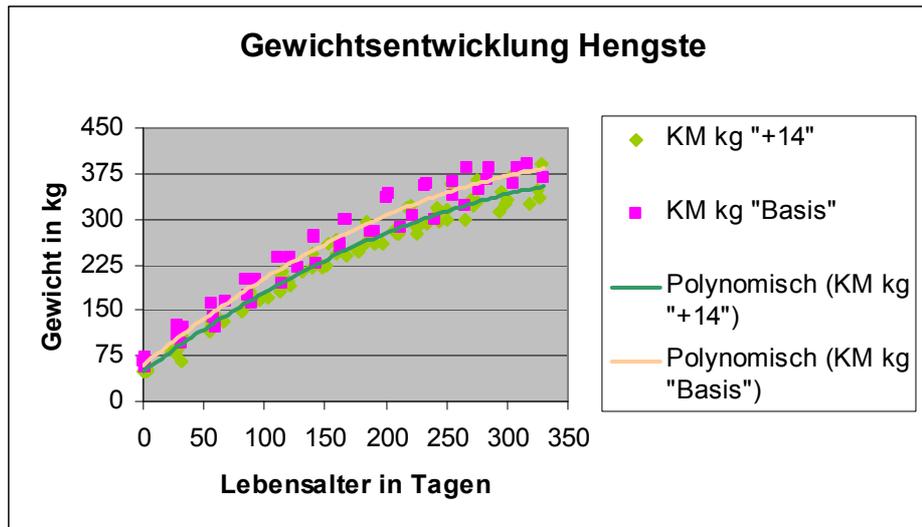


Abbildung 8: Gewichtsentwicklung (in kg) der Hengstfohlen während der Aufzucht

Im Alter zwischen 147 und 210 Tagen und zwischen 240 und 300 Tagen war bei den Hengstfohlen der „Basis“-gefütterten Gruppe ein signifikant ( $p < 0,05$ ) höheres mittleres Gewicht zu verzeichnen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 29 dargestellt.

Tabelle 29: Gewichtsentwicklung (in kg) der Hengstfohlen während der Aufzucht

Lebenstag	MW ♂ "+14"	n	MW ♂ "Basis"	n	Sign.
0 bis 30	68,50 ± 18,751	(12)	80,58 ± 28,956	(6)	n.s.
31 bis 60	115,63 ± 22,513	(8)	126,50 ± 24,352	(5)	n.s.
61 bis 90	157,00 ± 19,802	(5)	175,38 ± 18,445	(4)	n.s.
91 bis 120	186,56 ± 18,552	(8)	211,17 ± 23,624	(3)	n.s.
121 bis 150	218,83 ± 16,690	(6)	244,30 ± 23,758	(5)	n.s.
151 bis 180	247,75 ± 13,761	(8)	277,75 ± 24,185	(4)	Sign*
181 bis 210	271,44 ± 13,184	(8)	308,50 ± 34,152	(4)	Sign*
211 bis 240	299,40 ± 19,667	(5)	320,40 ± 33,186	(5)	n.s.
241 bis 270	315,63 ± 20,542	(8)	350,75 ± 27,035	(4)	Sign*
271 bis 300	331,86 ± 17,228	(7)	365,67 ± 19,009	(3)	Sign*
301 bis 330	353,80 ± 26,452	(5)	375,38 ± 14,522	(4)	n.s.

#### 4.2.1.5.3 Gewichtsentwicklung der Stut- und Hengstfohlen im Vergleich

Um festzustellen, ob sich bei der Gewichtsentwicklung ein Geschlechtsdimorphismus bemerkbar macht, wurden die Mittelwerte der Stuten bzw. Hengste miteinander verglichen. Dabei war zu keiner Zeit eine signifikante Differenz der absoluten Gewichte beider Geschlechter auszumachen. Bis zu einem Alter von sieben Monaten waren die Stuten im Mittel geringfügig

schwerer als die Hengste. Ab dem achten Lebensmonat lag das Gewicht der Hengstfohlen im Durchschnitt über dem der Stuten. Die Werte sind in Tabelle 30 dargestellt.

**Tabelle 30: Vergleich der Gewichtsentwicklung (in kg) der Stut- und Hengstfohlen während der Aufzucht**

Lebenstag	MW Stuten ges.	n	MW Hengste ges.	n	p	Sign.
0 bis 30	76,91 ± 23,255	(37)	72,53 ± 22,549	(18)	p = 0,510	n.s.
31 bis 60	128,95 ± 21,519	(19)	119,81 ± 22,883	(13)	p = 0,259	n.s.
61 bis 90	162,30 ± 19,275	(23)	165,17 ± 20,431	(9)	p = 0,713	n.s.
91 bis 120	204,57 ± 17,194	(21)	193,27 ± 22,014	(11)	p = 0,119	n.s.
121 bis 150	235,78 ± 18,187	(18)	230,41 ± 23,280	(11)	p = 0,494	n.s.
151 bis 180	265,75 ± 18,675	(18)	257,75 ± 22,320	(12)	p = 0,297	n.s.
151 bis 210	289,32 ± 16,554	(22)	283,79 ± 27,599	(12)	p = 0,469	n.s.
211 bis 240	307,37 ± 20,391	(19)	309,90 ± 27,998	(10)	p = 0,782	n.s.
241 bis 270	321,46 ± 18,340	(24)	327,33 ± 27,694	(12)	p = 0,451	n.s.
271 bis 300	336,73 ± 20,464	(15)	342,00 ± 23,342	(10)	p = 0,557	n.s.
301 bis 346	343,73 ± 21,280	(11)	363,39 ± 23,627	(9)	p = 0,066	n.s.

**4.2.1.5.4 Gewichtsentwicklung der Stuten und Hengste einer Gruppe jeweils im Vergleich**

Beim Vergleich der Gewichtsentwicklung der Stut- und Hengstfohlen der einzelnen Gruppen war festzustellen, dass in der Gruppe „Plus 14“ die Stuten während nahezu der gesamten Aufzuchtperiode im Mittel schwerer waren als die Hengste derselben Gruppe, im Alter von 91 bis 120 und von 151 bis 210 Tagen war der Unterschied signifikant ( $p < 0,05$ ). Ab einem Alter von etwa 270 Tagen glich sich das durchschnittliche Gewicht der Hengst- und Stutfohlen der Gruppe an. Im Gegensatz dazu wurde bei den Hengstfohlen der „Basis“-gefütterten Gruppe über den gesamten überwachten Zeitraum ein höheres mittleres Gewicht ermittelt als bei den Stuten, im Zeitraum von 241 bis 270 und von 301 bis 330 Tagen war die Differenz signifikant ( $p < 0,05$ ), wie Tabelle 31 zu entnehmen ist.

**Tabelle 31: Gewichtsentwicklung (in kg) der Stuten und Hengste der einzelnen Gruppen jeweils im Vergleich**

Lebenstag	MW "Basis" ♂	n	MW "Basis" ♀	n	p	Sign.
0 bis 30	80,58± 28,956	(6)	74,16± 22,878	(19)	p = 0,578	n.s.
31 bis 60	126,50± 24,352	(5)	126,17± 21,737	(12)	p = 0,978	n.s.
61 bis 90	175,38± 18,445	(4)	162,19± 19,555	(13)	p = 0,252	n.s.
91 bis 120	211,17± 23,624	(3)	201,50± 16,937	(12)	p = 0,424	n.s.
121 bis 150	244,30± 23,758	(5)	236,36± 18,736	(11)	p = 0,480	n.s.
151 bis 180	277,75± 24,185	(4)	262,25± 14,878	(8)	p = 0,194	n.s.
151 bis 210	308,50± 34,152	(4)	286,00± 14,851	(12)	p = 0,079	n.s.
211 bis 240	320,40± 33,186	(5)	306,22± 20,017	(9)	p = 0,333	n.s.
241 bis 270	350,75± 27,035	(4)	322,43± 20,657	(14)	p = 0,037	sign.*
271 bis 300	365,67± 19,009	(3)	340,38± 22,045	(8)	p = 0,115	n.s.
301 bis 346	375,38± 14,522	(4)	333,00± 26,683	(5)	p = 0,025	sign.*
Lebenstag	MW "+ 14" ♂	n	MW "+ 14" ♀	n	p	Sign.
0 bis 30	68,50± 18,751	(12)	79,82± 23,950	(18)	p = 0,179	
31 bis 60	115,63± 22,513	(8)	133,71± 21,931	(7)	p = 0,140	n.s.
61 bis 90	157,00± 19,802	(5)	162,45± 19,958	(10)	p = 0,626	n.s.
91 bis 120	186,56± 18,552	(8)	208,67± 17,653	(9)	p = 0,024	sign.*
121 bis 150	218,83± 16,690	(6)	234,86± 18,721	(7)	p = 0,134	n.s.
151 bis 180	247,75± 13,761	(8)	268,55± 21,611	(10)	p = 0,031	sign.*
151 bis 210	271,44± 13,184	(8)	293,30± 18,373	(10)	p = 0,012	sign.*
211 bis 240	299,40± 19,667	(5)	308,40± 21,747	(10)	p = 0,451	n.s.
241 bis 270	315,63± 20,542	(8)	320,10± 15,481	(10)	p = 0,605	n.s.
271 bis 300	331,86± 17,228	(7)	332,57± 19,295	(7)	p = 0,943	n.s.
301 bis 346	353,80± 26,452	(5)	352,67± 11,183	(6)	p = 0,926	n.s.

### 4.2.1.6 Tageszunahmen der Fohlen

Die absoluten Tageszunahmen in kg pro Tag zeigt Tabelle 32. Sie basieren auf den zu den jeweiligen Messterminen erhobenen Gewichten. Diese wurden anhand der Gewichts differenzen von Messtermin zu Messtermin auf die dazwischen liegenden Lebenstage extrapoliert. Dabei zeigte sich von der Geburt bis zum Alter von etwa 30 Tagen, also noch vor dem Beginn der koordinierten Zufütterung, eine signifikant ( $p < 0,001$ ) höhere durchschnittliche Tageszunahme der Gruppe „Basis“ zugeteilten Fohlen. Im Abschnitt von 30 bis 60 Lebenstagen war eine signifikant ( $p < 0,05$ ) höhere Tageszunahme der Gruppe „Plus 14“ zu verzeichnen. Im daran anschließenden Abschnitt glich sich die durchschnittliche tägliche Zunahme der beiden Gruppen an. Nur im Alter von 150 bis 180 Tagen konnte bei der „Basis“-gefütterten Gruppe nochmals eine signifikant ( $p < 0,001$ ) höhere Tageszunahme im Vergleich zur Gruppe „Plus 14“ verzeichnet werden. Nach Beendigung der unterschiedlichen Futterzuteilung glichen sich die durchschnittlichen täglichen Zunahmen zunächst an, im Alter von 300 bis 346 Tagen war dann nochmals eine signifikant ( $p < 0,001$ ) höhere tägliche Zunahme der Gruppe „Plus 14“ festzustellen.

Tabelle 32: Absolute tägliche Zunahmen (in kg/d) während der Aufzucht

Lebenstag	MW "+14"	n	MW "Basis"	n	p	Sign.
0 bis 30	1,37 ± 0,404	(474)	1,52 ± 0,401	(472)	p = <0,001	sign.***
31 bis 60	1,25 ± 0,262	(480)	1,22 ± 0,174	(450)	p = 0,019	sign.*
61 bis 90	1,25 ± 0,168	(480)	1,24 ± 0,183	(450)	p = 0,145	n.s.
91 bis 120	1,24 ± 0,148	(480)	1,23 ± 0,153	(450)	p = 0,685	n.s.
121 bis 150	1,13 ± 0,139	(480)	1,15 ± 0,186	(450)	p = 0,124	n.s.
151 bis 180	0,90 ± 0,274	(480)	1,00 ± 0,194	(450)	p = <0,001	sign.***
181 bis 210	0,73 ± 0,369	(480)	0,76 ± 0,267	(443)	p = 0,142	n.s.
211 bis 240	0,59 ± 0,339	(474)	0,58 ± 0,206	(420)	p = 0,432	n.s.
241 bis 270	0,43 ± 0,250	(411)	0,45 ± 0,252	(373)	p = 0,104	n.s.
271 bis 300	0,37 ± 0,175	(323)	0,37 ± 0,163	(309)	p = 0,997	n.s.
301 bis 346	0,48 ± 0,148	(207)	0,34 ± 0,133	(146)	p = <0,001	sign.***

## 4.2.2 Widerristhöhe

### 4.2.2.1 Stockmaß

#### 4.2.2.1.1 Stockmaß absolut

Die Entwicklung des Stockmaßes verlief bei beiden Gruppen absolut parallel, wie in Abbildung 9 dargestellt ist. Die ermittelten Werte waren nahezu identisch mit den Erwartungswerten der

von Hois (2004) errechneten modifizierten Janoschekfunktion. Auch bei der statistischen Auswertung der Daten gab es zu keiner Zeit signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen (siehe Tabelle 34). Die Wachstumskurve verlief bis zu einem Alter von ungefähr 160 Tagen steiler, danach schwächte sich das Wachstum ab.

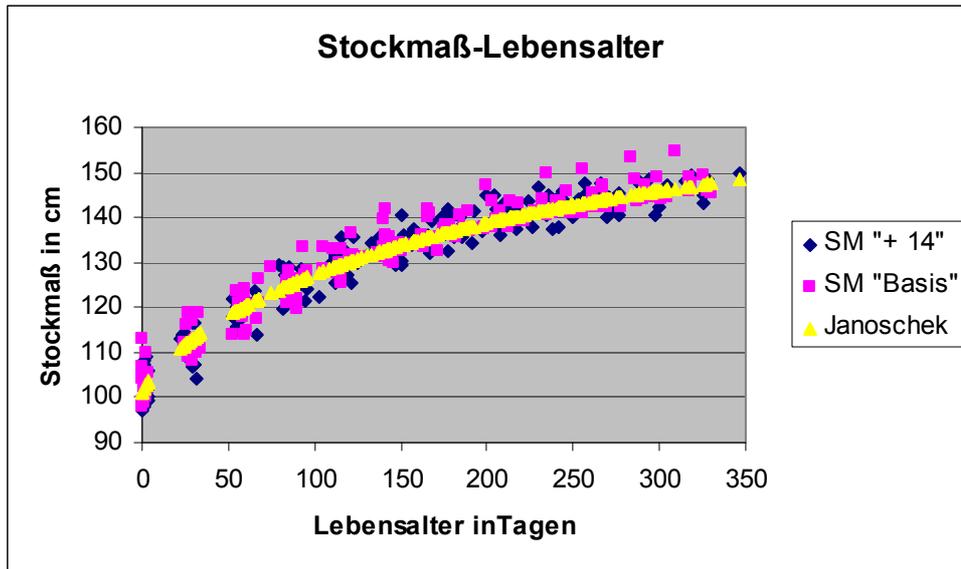


Abbildung 9: Entwicklung des Stockmaßes (in cm) während der Aufzucht

**4.2.2.1.2 Stockmaß relativ zum Maß der Mutterstute**

Das Stockmaß der Mutterstuten wurde im Rahmen der ersten Messung erhoben und ist in Tabelle 33 dargestellt. Zu diesem Wert wurden die Maße der Fohlen in ein prozentuales Verhältnis gesetzt. Die Datensätze der beiden Gruppen waren zu keinem Zeitpunkt der Aufzuchtperiode signifikant unterschiedlich, wie sich aus Tabelle 34 entnehmen lässt. Das Stockmaß erreichte um den Zeitpunkt der Geburt ungefähr 63% des Endwertes, bis zum Alter von 346 Tagen betrug das Stockmaß etwa 89% des erwarteten Endwertes.

Tabelle 33: Stockmaß (in cm) der Mutterstuten

MW "+14"	n	MW "Basis"	n
163,06 ± 2,573	(17)	165,00 ± 3,347	(16)

Tabelle 34: Entwicklung des Stockmaßes absolut (SM, in cm) und in Relation zum Muttertier (rel.z.M., in %)

Lebenstag	MW "+14" SM	MW "Basis" SM	MW "+14" rel.z.M.	MW "Basis" rel.z.M.	n "+14"	n "Basis"
0 bis 4	102,85 ± 3,900	103,47 ± 4,161	63,09 ± 2,568	62,72 ± 2,579	(17)	(16)
5 bis 34	111,19 ± 3,683	112,84 ± 3,290	68,18 ± 2,676	68,40 ± 1,880	(16)	(16)
35 bis 60	118,88 ± 2,773	119,45 ± 3,452	72,96 ± 1,834	72,51 ± 2,564	(12)	(10)
61 bis 80	121,80 ± 5,619	121,58 ± 5,305	74,63 ± 4,173	73,38 ± 2,457	(5)	(6)
81 bis 100	124,71 ± 2,900	125,18 ± 3,539	76,53 ± 2,022	76,01 ± 2,210	(14)	(14)
101 bis 120	129,58 ± 3,396	129,54 ± 2,717	79,19 ± 2,584	78,79 ± 1,825	(13)	(12)
121 bis 140	132,50 ± 3,127	133,57 ± 3,259	80,63 ± 1,836	80,54 ± 1,804	(10)	(7)
141 bis 160	134,38 ± 3,530	134,18 ± 3,250	82,35 ± 2,324	81,64 ± 2,137	(12)	(11)
161 bis 180	137,17 ± 3,428	137,50 ± 3,127	84,34 ± 2,556	83,46 ± 2,204	(9)	(10)
180 bis 210	139,11 ± 3,265	139,28 ± 2,921	85,14 ± 2,527	84,53 ± 2,039	(18)	(16)
211 bis 240	141,70 ± 2,821	141,59 ± 2,876	87,05 ± 1,875	85,72 ± 2,347	(15)	(16)
241 bis 270	143,39 ± 2,615	144,13 ± 2,572	88,18 ± 1,953	87,19 ± 1,876	(18)	(16)
271 bis 300	144,61 ± 2,618	146,00 ± 3,248	88,85 ± 2,119	88,16 ± 2,212	(14)	(11)
301 bis 346	147,18 ± 2,089	147,39 ± 3,257	89,92 ± 2,016	88,73 ± 1,841	(11)	(9)

## 4.2.2.2 Bandmaß

### 4.2.2.2.1 Bandmaß absolut

Die Entwicklung des Bandmaßes verlief analog zu der des Stockmaßes bei beiden Gruppen absolut parallel, es gab auch bei den statistischen Auswertungen keinerlei signifikante Differenzen zwischen den Gruppen, wie in Tabelle 35 dargestellt. Die Wachstumskurve verlief bis zum 150. Tag relativ steil und schwächte sich danach zunehmend ab.

Tabelle 35: Entwicklung des Bandmaßes (in cm) während der Aufzucht

Lebenstag	MW "+14"	n	MW "Basis"	n
0 bis 4	106,82 ± 4,503	(17)	108,63 ± 3,977	(16)
5 bis 34	117,81 ± 3,932	(16)	119,03 ± 4,125	(16)
35 bis 60	126,13 ± 2,829	(12)	126,82 ± 2,892	(11)
61 bis 80	128,90 ± 3,847	(5)	129,70 ± 5,094	(5)
81 bis 100	132,61 ± 2,419	(14)	132,96 ± 3,377	(14)
101 bis 120	136,82 ± 3,959	(14)	137,75 ± 2,607	(12)
121 bis 140	141,33 ± 1,785	(10)	141,57 ± 2,950	(7)
141 bis 160	142,54 ± 3,577	(12)	142,86 ± 3,155	(11)
161 bis 180	146,28 ± 3,938	(9)	146,10 ± 4,033	(10)
181 bis 210	148,36 ± 3,276	(18)	147,91 ± 3,174	(16)
211 bis 240	151,07 ± 2,927	(15)	151,13 ± 3,085	(16)
241 bis 270	153,08 ± 2,378	(18)	153,75 ± 2,646	(16)
271 bis 300	154,57 ± 2,731	(14)	155,68 ± 3,690	(11)
301 bis 346	157,00 ± 2,269	(11)	156,56 ± 3,770	(9)

#### 4.2.2.2 Differenz zwischen Bandmaß und Stockmaß

Die Differenz von Bandmaß und Stockmaß ist in Tabelle 36 dargestellt. Die Differenz wurde mit zunehmendem Lebensalter größer, es gab jedoch zwischen den beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede. Kurz nach der Geburt lag die Differenz bei ungefähr 4 cm, um im Laufe der Entwicklung auf etwa 9,5 cm anzusteigen.

**Tabelle 36: Differenzen von Bandmaß und Stockmaß (in cm) während der Aufzucht**

Lebenstag	MW Diff. "+14"	n	MW Diff. "Basis"	n
0 bis 4	3,97 ± 1,833	(17)	5,16 ± 1,557	(16)
5 bis 34	6,63 ± 1,533	(16)	6,19 ± 1,424	(16)
35 bis 60	7,25 ± 1,725	(12)	7,25 ± 1,230	(10)
61 bis 80	7,10 ± 2,247	(5)	7,83 ± 0,931	(6)
81 bis 100	7,89 ± 1,347	(14)	7,79 ± 1,451	(14)
101 bis 120	7,46 ± 1,587	(13)	8,21 ± 1,373	(12)
121 bis 140	8,10 ± 0,843	(10)	8,00 ± 1,258	(7)
141 bis 160	8,17 ± 1,354	(12)	8,68 ± 1,662	(11)
161 bis 180	9,11 ± 1,244	(9)	8,60 ± 2,011	(10)
181 bis 210	9,25 ± 1,298	(18)	8,63 ± 1,335	(16)
211 bis 240	9,23 ± 1,400	(15)	9,53 ± 1,072	(16)
241 bis 270	9,81 ± 1,226	(18)	9,63 ± 1,072	(16)
271 bis 300	9,89 ± 1,289	(14)	9,68 ± 1,347	(11)
301 bis 346	9,91 ± 1,300	(11)	9,17 ± 1,199	(9)

Abbildung 10 zeigt die Entwicklung der Widerristhöhe (Stockmaß und Bandmaß) beider Gruppen während der Aufzucht im direkten Vergleich. Dabei fällt der absolut parallele Verlauf der Kurven beider Gruppen auf. Eine Beeinflussung durch die Beendigung der unterschiedlichen Futterzuteilung ab etwa dem 240. bis 270. Lebenstag ist nicht zu erkennen.

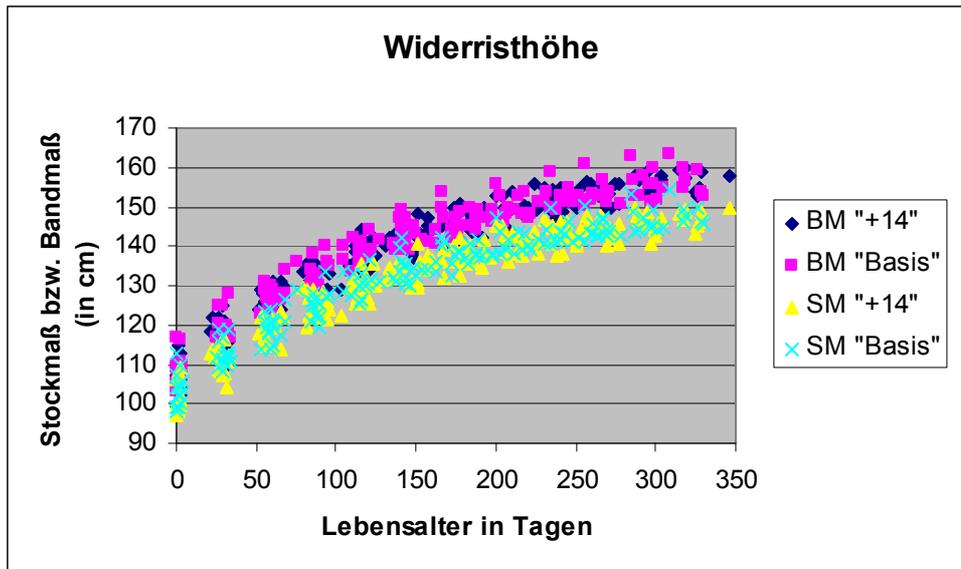


Abbildung 10: Widerristhöhe (in cm) als Stockmaß und Bandmaß während der Aufzucht

**4.2.2.2.3 Bandmaßentwicklung der Mutterstuten**

Die Bandmaßentwicklung der Mutterstuten wurde über den gesamten Zeitraum der Säugeperiode dokumentiert und ist in Abbildung 11 dargestellt. Es fanden sich zu keiner Zeit signifikante Differenzen zwischen den beiden Gruppen

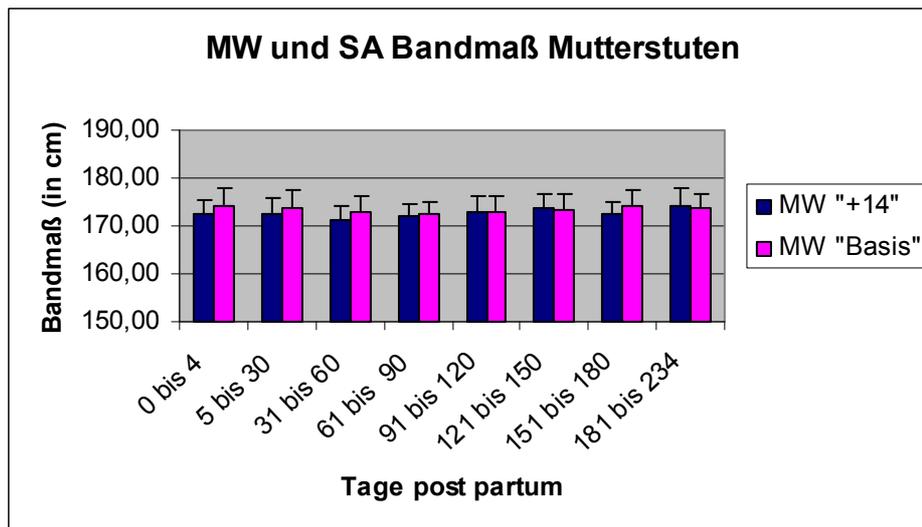


Abbildung 11: Entwicklung des Bandmaßes (in cm) der Mutterstuten während der Aufzucht

**4.2.2.2.4 Bandmaß relativ zum Maß der Mutterstute**

Das Bandmaß wurde während der Säugeperiode zum Messwert des Muttertieres am selben Messtermin ins Verhältnis gesetzt, nach dem Absetzen wurde als Referenzwert des Muttertieres der letzte erhobene Wert vor dem Absetzen herangezogen. Die erhobenen Daten finden sich in Tabelle 37. Es konnten zu keinem Zeitpunkt während der Aufzuchtperiode signifikante Differenzen zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden. Um den Geburtszeitpunkt betrug das Bandmaß ungefähr 62% des erwarteten Endwertes, bis zu einem Alter von 346 Tagen waren etwa 90% der Endgröße erreicht.

**Tabelle 37: Entwicklung des Bandmaßes in Relation zum Muttertier (in %)**

Lebenstag	MW "+14"	n	MW "Basis"	n
0 bis 4	61,94 ± 2,592	(17)	62,31 ± 2,469	(16)
5 bis 34	68,49 ± 2,764	(16)	68,77 ± 2,031	(16)
35 bis 60	73,45 ± 1,908	(12)	73,25 ± 1,895	(11)
61 bis 80	74,59 ± 3,223	(5)	75,00 ± 2,229	(5)
81 bis 100	77,07 ± 1,638	(14)	77,09 ± 2,059	(14)
101 bis 120	79,22 ± 2,499	(14)	79,70 ± 1,850	(12)
121 bis 140	81,14 ± 1,616	(9)	81,10 ± 1,133	(7)
141 bis 160	82,53 ± 2,387	(12)	82,56 ± 2,165	(11)
161 bis 180	84,48 ± 2,312	(9)	84,03 ± 2,539	(10)
181 bis 210	85,42 ± 2,320	(18)	84,86 ± 2,252	(16)
211 bis 240	87,41 ± 2,215	(15)	86,63 ± 2,288	(16)
241 bis 270	88,43 ± 1,702	(18)	88,16 ± 2,032	(16)
271 bis 300	89,33 ± 2,069	(14)	88,92 ± 2,698	(11)
301 bis 346	90,50 ± 2,232	(11)	89,85 ± 2,341	(9)

**4.2.3 Brustumfang**

**4.2.3.1 Brustumfang absolut**

Die Entwicklung des Brustumfangs verlief bis zu einem Alter von etwa 150 Tagen relativ steil und flacht sich dann zunehmend ab. Nach Beendigung der unterschiedlichen Futterzuteilung und Reduktion der Kraftfuttermenge zeigte sich ein nahezu horizontaler Verlauf der Wachstumskurve. Von der Geburt bis zum Alter von etwa 346 Tagen trat nahezu eine Verdoppelung des Brustumfanges ein, wie sich aus Tabelle 38 entnehmen lässt. Es waren zu keinem Zeitpunkt der Aufzucht signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen zu verzeichnen.

Tabelle 38: Entwicklung des Brustumfangs (in cm) während der Aufzucht

Lebenstag	MW "+14"	n	MW "Basis"	n
0 bis 4	85,82 ± 4,572	(17)	86,19 ± 3,582	(16)
5 bis 34	101,44 ± 3,966	(16)	103,81 ± 4,135	(16)
35 bis 60	111,83 ± 3,738	(12)	114,64 ± 3,557	(11)
61 bis 80	115,80 ± 3,701	(5)	116,80 ± 4,550	(5)
81 bis 100	123,14 ± 3,739	(14)	123,50 ± 3,503	(14)
101 bis 120	129,96 ± 3,399	(14)	131,42 ± 3,288	(12)
121 bis 140	138,11 ± 3,296	(9)	134,79 ± 4,636	(7)
141 bis 160	141,21 ± 4,629	(12)	139,73 ± 2,970	(11)
161 bis 180	145,33 ± 4,243	(9)	145,10 ± 3,843	(10)
181 bis 210	149,56 ± 4,232	(18)	150,50 ± 4,179	(16)
211 bis 240	153,70 ± 5,351	(15)	154,75 ± 4,824	(16)
241 bis 270	155,72 ± 3,025	(18)	158,63 ± 5,451	(16)
271 bis 300	159,07 ± 3,710	(14)	160,91 ± 4,657	(11)
301 bis 346	161,55 ± 3,078	(11)	160,44 ± 4,876	(9)

### 4.2.3.2 Entwicklung des Brustumfangs der Mutterstuten

Der Brustumfang der Mutterstuten wurde anlässlich jeden Messtermins während der Säugeperiode erhoben. Die in Abbildung 12 dargestellten Mittelwerte zeigten zu keinem Zeitpunkt signifikante Differenzen. Der letzte Messwert vor dem Absetzen stellte den Referenzwert für die nachfolgend dargestellte Entwicklung des Brustumfangs in Relation zum Muttertier dar.

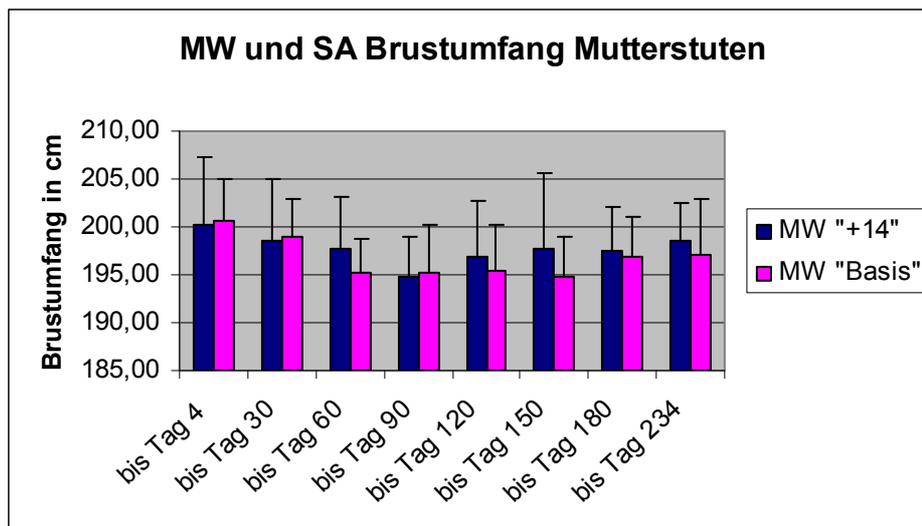


Abbildung 12: Entwicklung des Brustumfangs der Mutterstuten (in cm) während der Aufzucht

### 4.2.3.3 Brustumfang relativ zum Maß der Mutterstute

Der Brustumfang relativ zum Maß der Mutterstute zeigte in seiner Entwicklung während der gesamten Aufzuchtperiode in beiden Gruppen einen absolut parallelen Verlauf. Zum Zeitpunkt der Geburt betrug der durchschnittliche Brustumfang 42,9% des erwarteten Endwertes, mit einem Alter von etwa 346 Tagen war er auf ungefähr 81,7% angewachsen. Es waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festzustellen. Die Entwicklung des Brustumfangs in Relation zur Mutterstute ist in Tabelle 39 dargestellt.

**Tabelle 39: Entwicklung des Brustumfangs in Relation zum Muttertier (in %)**

Lebenstag	MW "+14"	n	MW "Basis"	n
0 bis 4	42,88 ± 2,133	(17)	42,97 ± 1,863	(16)
5 bis 34	51,28 ± 2,837	(16)	52,75 ± 2,240	(16)
35 bis 60	56,48 ± 2,552	(12)	58,48 ± 2,111	(11)
61 bis 80	59,60 ± 2,460	(5)	60,15 ± 1,891	(5)
81 bis 100	62,69 ± 2,309	(14)	63,22 ± 1,939	(14)
101 bis 120	66,31 ± 2,087	(14)	67,16 ± 1,963	(12)
121 bis 140	69,30 ± 3,640	(9)	69,02 ± 1,758	(7)
141 bis 160	71,29 ± 3,458	(12)	71,94 ± 1,598	(11)
161 bis 180	74,41 ± 1,984	(9)	73,51 ± 2,663	(10)
181 bis 210	74,79 ± 3,743	(18)	76,41 ± 3,136	(16)
211 bis 240	78,04 ± 4,532	(15)	78,35 ± 3,545	(16)
241 bis 270	78,97 ± 2,108	(18)	80,68 ± 3,545	(16)
271 bis 300	80,52 ± 1,770	(14)	81,22 ± 3,400	(11)
301 bis 346	81,60 ± 1,832	(11)	81,78 ± 2,062	(9)

## 4.2.4 Rührbeinumfang

### 4.2.4.1 Rührbeinumfang absolut

Der Rührbeinumfang zeigte ebenfalls bei beiden Gruppen einen sehr einheitlichen Verlauf. In den ersten drei Monaten war ein Zuwachs um durchschnittlich 3 cm zu verzeichnen, bis zum Ende des sechsten Lebensmonats wuchs dieses Maß nochmals um durchschnittlich 2 cm an. Bis zum Ende der Aufzucht kamen noch weitere 1,5 cm hinzu. Signifikante Differenzen ( $p < 0,05$ ) gab es zwischen beiden Gruppen nur im ersten und im neunten Lebensmonat. Die Mittelwerte dieses Parameters sind in Tabelle 40 dargestellt.

**Tabelle 40: Entwicklung des Röhreibeumfangs (in cm) während der Aufzucht**

Lebenstag	MW "+14"	n	MW "Basis"	n	p	Sign.
0 bis 4	12,61 ± 0,536	(17)	12,93 ± 0,715	(16)	p = 0,163	n.s.
5 bis 34	13,35 ± 0,476	(16)	13,81 ± 0,577	(16)	p = 0,019	sign.*
35 bis 60	14,57 ± 0,643	(12)	14,73 ± 0,667	(10)	p = 0,566	n.s.
61 bis 80	15,00 ± 0,762	(5)	15,27 ± 1,017	(6)	p = 0,641	n.s.
81 bis 100	15,61 ± 0,557	(14)	15,80 ± 0,632	(14)	p = 0,417	n.s.
101 bis 120	16,26 ± 0,670	(13)	16,50 ± 0,336	(12)	p = 0,279	n.s.
121 bis 140	16,92 ± 0,688	(10)	16,97 ± 0,535	(7)	p = 0,871	n.s.
141 bis 160	17,18 ± 0,569	(12)	17,51 ± 0,602	(11)	p = 0,196	n.s.
161 bis 180	17,60 ± 0,693	(9)	17,88 ± 0,598	(10)	p = 0,357	n.s.
181 bis 210	18,06 ± 0,632	(18)	18,11 ± 0,708	(16)	p = 0,806	n.s.
211 bis 240	18,24 ± 0,541	(15)	18,39 ± 0,617	(16)	p = 0,486	n.s.
241 bis 270	18,38 ± 0,499	(18)	18,78 ± 0,560	(16)	p = 0,036	sign.*
271 bis 300	18,74 ± 0,686	(14)	19,16 ± 0,408	(11)	p = 0,086	n.s.
301 bis 346	19,27 ± 0,985	(11)	19,24 ± 0,662	(9)	p = 0,942	n.s.

#### 4.2.4.2 Röhreibeumfang relativ zum Maß der Mutterstute

Das Maß des Röhreibeumfangs, dargestellt in Tabelle 41, wurde bei den Mutterstuten im Rahmen der ersten Messung erfasst und diente als Bezugswert für die Berechnung der Entwicklung des Röhreibeumfangs der Fohlen in Relation zum erwarteten Endwert.

**Tabelle 41: Röhreibeumfang der Mutterstuten (in cm)**

MW "+14"	n	MW "Basis"	n
20,55 ± 0,853	(17)	20,80 ± 0,787	(16)

Die Entwicklung des Röhreibeumfangs relativ zum Maß der Mutterstute verlief in beiden Gruppen völlig gleichläufig, wie Tabelle 42 zeigt; es waren keine signifikanten Differenzen feststellbar. Bis zu einem Alter von etwa 160 Tagen war ein etwas steilerer Verlauf der Kurve zu erkennen, dann flachte sich die Steigung allmählich ab. Um den Geburtszeitpunkt betrug der Röhreibeumfang etwa 61,8% des erwarteten Endwertes, am Ende der Messungen im Alter von bis zu 346 Tagen wurden dann etwa 92% erreicht.

Tabelle 42: Entwicklung des Röhrbeinumfanges in Relation zum Muttertier (in %)

Lebenstag	MW "+14"	n	MW "Basis"	n
0 bis 4	61,45 ± 3,484	(17)	62,19 ± 3,658	(16)
5 bis 34	65,24 ± 3,821	(16)	66,52 ± 4,138	(16)
35 bis 60	71,09 ± 4,060	(12)	70,99 ± 4,757	(11)
61 bis 80	74,58 ± 5,463	(5)	74,23 ± 6,357	(5)
81 bis 100	76,08 ± 3,180	(14)	75,97 ± 4,332	(14)
101 bis 120	79,29 ± 3,469	(14)	79,72 ± 3,846	(12)
121 bis 140	82,03 ± 3,570	(9)	81,88 ± 3,518	(7)
141 bis 160	83,39 ± 3,936	(12)	84,38 ± 4,472	(11)
161 bis 180	87,06 ± 4,923	(9)	85,96 ± 3,815	(10)
181 bis 210	87,78 ± 3,620	(18)	87,38 ± 4,074	(16)
211 bis 240	89,44 ± 3,139	(15)	88,28 ± 3,875	(16)
241 bis 270	90,11 ± 2,766	(18)	89,97 ± 3,246	(16)
271 bis 300	91,16 ± 3,041	(14)	90,62 ± 3,012	(11)
301 bis 346	92,47 ± 2,847	(11)	91,39 ± 2,876	(9)

## 4.2.5 Körperumfang

### 4.2.5.1 Körperumfang absolut

Die Wachstumskurve des Körperumfangs zeigte bis etwa zum 160.Tag einen stärkeren Anstieg, dann flachte sich das Wachstum ab. Nach der Beendigung der unterschiedlichen Futterzuteilung war bei der vorher „Basis“-gef ttertten Gruppe ein leichter Rückgang des Körperumfangs zu beobachten, wie in Tabelle 43 gezeigt. Mit Ausnahme des 10. Lebensmonats (p<0,05) war kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zu erkennen.

Tabelle 43: Entwicklung des Körperumfangs (in cm) während der Aufzucht

Lebenstag	MW "+14"	n	MW "Basis"	n	p	Sign
0 bis 4	179,29 ± 7,695	(17)	181,44 ± 10,282	(16)	p = 0,501	n.s.
5 bis 34	217,31 ± 13,255	(16)	222,69 ± 9,236	(16)	p = 0,193	n.s.
35 bis 60	246,58 ± 10,077	(12)	250,70 ± 8,564	(10)	p = 0,320	n.s.
61 bis 80	257,40 ± 12,641	(5)	255,17 ± 5,345	(6)	p = 0,702	n.s.
81 bis 100	269,21 ± 9,431	(14)	269,21 ± 7,506	(14)	p = 1,000	n.s.
101 bis 120	284,00 ± 10,992	(13)	287,00 ± 9,135	(12)	p = 0,468	n.s.
121 bis 140	295,60 ± 9,582	(10)	293,43 ± 4,650	(7)	p = 0,589	n.s.
141 bis 160	305,17 ± 10,469	(12)	302,86 ± 8,741	(11)	p = 0,575	n.s.
161 bis 180	310,33 ± 10,404	(9)	312,90 ± 8,647	(10)	p = 0,565	n.s.
181 bis 210	318,67 ± 7,956	(18)	321,69 ± 8,284	(16)	p = 0,287	n.s.
211 bis 240	328,20 ± 8,554	(15)	329,50 ± 9,274	(16)	p = 0,689	n.s.
241 bis 270	333,28 ± 8,995	(18)	336,06 ± 8,457	(16)	p = 0,361	n.s.
271 bis 300	337,50 ± 7,813	(14)	345,45 ± 7,879	(11)	p = 0,019	sign.*
301 bis 346	346,45 ± 9,004	(11)	344,33 ± 10,794	(9)	p = 0,637	n.s.

### 4.2.5.2 Körperumfang der Mutterstuten

Der Körperumfang der Mutterstuten wurde vom Zeitpunkt des Abfohlens bis zum Ende der Säugeperiode erfasst. Die Mittelwerte der Messergebnisse sind in Abbildung 13 dargestellt. Es konnten keine signifikanten Differenzen festgestellt werden.

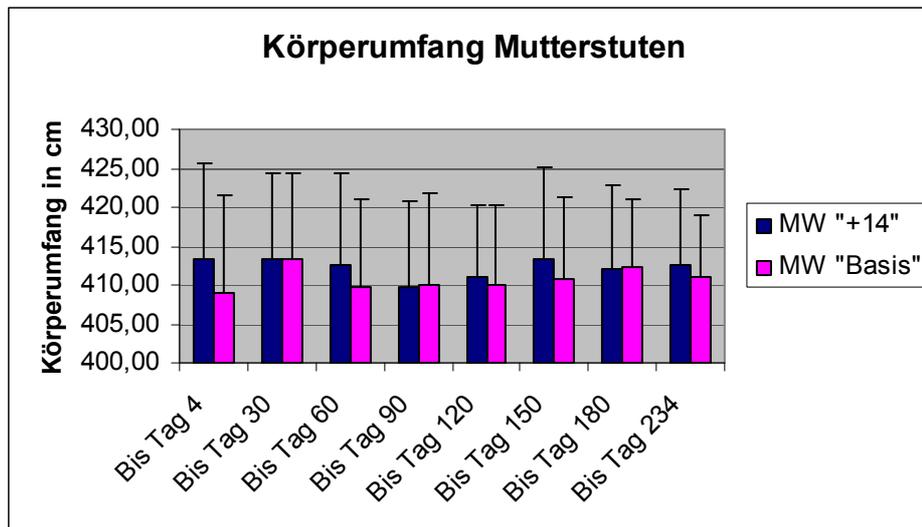


Abbildung 13: Körperumfang der Mutterstuten (in cm)

Der Körperumfang der Mutterstuten der „Basis“-gefütterten Gruppe nahm im ersten Monat nach der Geburt im Vergleich zum Wert direkt nach der Geburt zu, während dieser Parameter bei den Stuten der Gruppe „Plus 14“ in den ersten beiden Monaten post partum im Mittel auf dem Niveau des Wertes unmittelbar nach der Geburt verblieb. Bei der Gruppe „Plus 14“ war im dritten Laktationsmonat eine Abnahme des Körperumfangs zu verzeichnen, diese konnte bei der „Basis“-gefütterten Gruppe erst im vierten Laktationsmonat festgestellt werden. Im Anschluss daran begann der Wert allmählich wieder anzusteigen.

### 4.2.5.3 Körperumfang relativ zum Maß der Mutterstute

Der Körperumfang wurde während der Säugeperiode zum jeweiligen Messwert des Muttertieres am selben Messtermin in Relation gesetzt, nach dem Absetzen wurde der letzte von der Mutterstute erhobene Messwert zum Vergleich herangezogen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 44 dargestellt. Es ergaben sich keinerlei signifikante Differenzen zwischen den beiden Gruppen. Kurz nach der Geburt betrug der durchschnittliche Körperumfang ungefähr 43,9% vom jeweils

erwarteten Endwert, bis zum Ende der Messungen im Alter von etwa 346 Tagen war das Maß auf 83,6% angewachsen.

**Tabelle 44: Entwicklung des Körperumfangs in Relation zum Muttertier (in %)**

Lebenstag	MW "+14"	n	MW "Basis"	n
0 bis 4	43,40 ± 1,739	(17)	44,38 ± 2,312	(16)
5 bis 34	52,66 ± 2,930	(16)	54,44 ± 2,316	(16)
35 bis 60	59,66 ± 1,932	(12)	60,70 ± 2,743	(10)
61 bis 80	63,19 ± 3,557	(5)	62,00 ± 0,981	(6)
81 bis 100	65,29 ± 1,912	(14)	65,85 ± 2,366	(14)
101 bis 120	69,49 ± 2,421	(13)	69,91 ± 2,702	(12)
121 bis 140	71,30 ± 2,907	(10)	70,98 ± 2,377	(7)
141 bis 160	73,64 ± 2,799	(12)	74,07 ± 2,370	(11)
161 bis 180	75,90 ± 2,073	(9)	75,77 ± 3,294	(10)
181 bis 210	76,77 ± 2,349	(18)	78,00 ± 2,686	(16)
211 bis 240	79,64 ± 2,051	(15)	79,62 ± 3,147	(16)
241 bis 270	81,11 ± 2,146	(18)	81,25 ± 2,578	(16)
271 bis 300	82,14 ± 1,697	(14)	83,44 ± 2,016	(11)
301 bis 346	83,72 ± 1,720	(11)	83,35 ± 2,089	(9)

## 4.2.6 Halsumfang

### 4.2.6.1 Halsumfang absolut

Die Wachstumskurve des Halsumfangs zeigte bis zu einem Alter von 160 Tagen einen relativ starken Anstieg, der sich dann zunehmend abflachte, um nach der Reduktion der Kraftfutterzuteilung einen nahezu horizontalen Verlauf einzuschlagen. Wie in Tabelle 45 dargestellt, war im zweiten Monat eine signifikante Differenz ( $p < 0,05$ ) zwischen beiden Gruppen festzustellen, im achten Monat war der Unterschied auf dem 1%-Niveau signifikant.

Tabelle 45: Entwicklung des Halsumfangs (in cm) während der Aufzucht

Lebenstag	MW "+14"	n	MW "Basis"	n	p	Sign.
0 bis 4	56,12 ± 2,643	(17)	57,13 ± 2,729	(16)	p = 0,290	n.s.
5 bis 34	67,00 ± 3,864	(16)	68,69 ± 3,478	(16)	p = 0,204	n.s.
35 bis 60	74,25 ± 3,049	(12)	77,64 ± 4,249	(11)	p = 0,038	sign.*
61 bis 80	78,60 ± 6,269	(5)	78,20 ± 2,864	(5)	p = 0,900	n.s.
81 bis 100	82,29 ± 2,234	(14)	84,36 ± 4,343	(14)	p = 0,125	n.s.
101 bis 120	90,18 ± 2,880	(14)	89,83 ± 5,024	(12)	p = 0,829	n.s.
121 bis 140	94,11 ± 5,533	(9)	90,57 ± 2,070	(7)	p = 0,132	n.s.
141 bis 160	95,25 ± 4,595	(12)	97,68 ± 5,001	(11)	p = 0,238	n.s.
161 bis 180	101,00 ± 6,062	(9)	100,90 ± 4,254	(10)	p = 0,967	n.s.
181 bis 210	100,67 ± 3,614	(18)	100,75 ± 4,946	(16)	p = 0,955	n.s.
211 bis 240	100,60 ± 4,154	(15)	104,69 ± 2,774	(16)	p = 0,003	sign.**
241 bis 270	105,50 ± 2,936	(18)	105,56 ± 4,993	(16)	p = 0,964	n.s.
271 bis 300	108,07 ± 3,626	(14)	110,82 ± 4,513	(11)	p = 0,105	n.s.
301 bis 346	109,55 ± 3,698	(11)	110,56 ± 4,720	(9)	p = 0,598	n.s.

#### 4.2.6.2 Halsumfang der Mutterstuten

Der Halsumfang der Mutterstuten wurde ab dem Geburtszeitpunkt bis zum Absetzen erhoben. Es gab zu keiner Zeit signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Die Ergebnisse zeigt Abbildung 14.

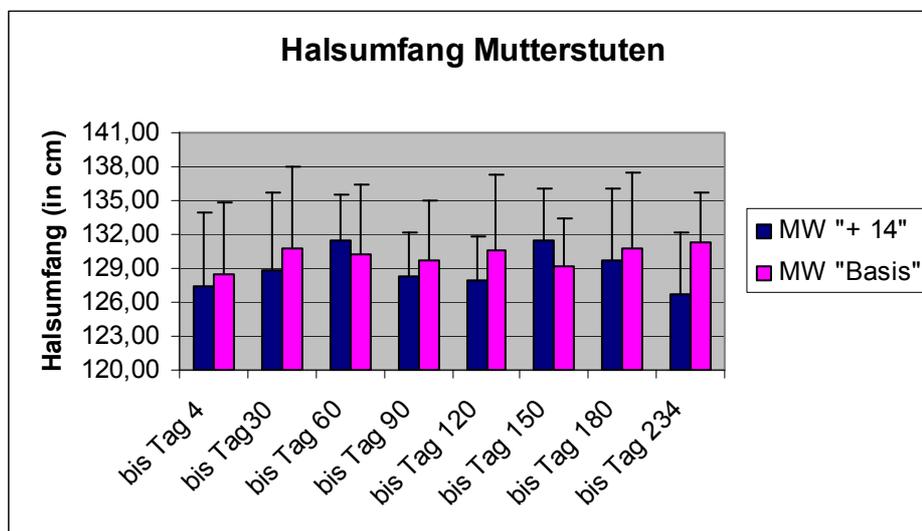


Abbildung 14: Entwicklung des Halsumfangs (in cm) der Mutterstuten

### 4.2.6.3 Halsumfang relativ zum Maß der Mutterstute

Der Halsumfang in Relation zum Maß des Muttertieres ist in Tabelle 46 dargestellt. Als Referenzwert diente hier ebenfalls während der Säugeperiode der zum jeweiligen Messtermin erhobene Wert der Mutterstute, nach dem Absetzen der zuletzt gemessene Wert des Muttertieres. Auch hier gab es keinerlei signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen während der Aufzucht. Im Zeitraum kurz nach der Geburt betrug der durchschnittliche Halsumfang 44,3% des zu erwartenden Endwertes, in einem Alter von 346 Tagen war er bis auf 85,1% angestiegen.

Tabelle 46: Entwicklung des Halsumfangs in Relation zum Muttertier (in %)

Lebenstag	MW "+14"	n	MW "Basis"	n
0 bis 4	44,13 ± 2,595	(17)	44,59 ± 3,099	(16)
5 bis 34	51,91 ± 3,170	(16)	53,03 ± 3,507	(16)
35 bis 60	56,59 ± 2,979	(12)	59,29 ± 3,915	(11)
61 bis 80	62,44 ± 5,670	(5)	59,91 ± 2,815	(5)
81 bis 100	63,62 ± 2,485	(14)	65,03 ± 4,151	(14)
101 bis 120	70,72 ± 3,406	(14)	69,14 ± 5,000	(12)
121 bis 140	71,03 ± 5,073	(9)	70,05 ± 3,211	(7)
141 bis 160	73,63 ± 5,320	(12)	76,07 ± 3,792	(11)
161 bis 180	77,48 ± 5,827	(9)	77,25 ± 5,379	(10)
181 bis 210	77,28 ± 5,199	(18)	77,00 ± 3,797	(16)
211 bis 240	78,08 ± 5,344	(15)	79,50 ± 3,007	(16)
241 bis 270	81,60 ± 3,255	(18)	80,40 ± 3,656	(16)
271 bis 300	84,45 ± 3,587	(14)	83,56 ± 2,740	(11)
301 bis 346	85,81 ± 4,313	(11)	84,24 ± 2,246	(9)

## 4.2.7 Fessel-Ellbogenmaß

### 4.2.7.1 Fessel-Ellbogenmaß absolut

Das Fessel-Ellbogenmaß zeigte einen gleichmäßigen Verlauf der Wachstumskurve mit einer mäßig steilen Steigung, wie Tabelle 47 zu entnehmen ist. Ab einem Alter von etwa 200 Tagen begann die Steigung sich noch weiter abzuflachen. Die Differenzen zwischen beiden Gruppen während der Aufzucht waren nicht signifikant.

**Tabelle 47: Entwicklung des Fessel-Ellbogenmaßes (in cm) während der Aufzucht**

Lebenstag	MW "+14"	n	MW "Basis"	n
0 bis 4	58,38 ± 1,673	(17)	58,75 ± 2,817	(16)
5 bis 34	62,66 ± 1,955	(16)	62,19 ± 2,287	(16)
35 bis 60	65,63 ± 1,760	(12)	65,86 ± 1,925	(11)
61 bis 80	66,90 ± 3,209	(5)	67,10 ± 2,460	(5)
81 bis 100	67,86 ± 1,823	(14)	67,50 ± 2,370	(14)
101 bis 120	69,25 ± 2,155	(14)	69,92 ± 1,917	(12)
121 bis 140	71,50 ± 1,323	(9)	72,14 ± 2,795	(7)
141 bis 160	72,21 ± 2,105	(12)	71,86 ± 1,951	(11)
161 bis 180	74,28 ± 2,774	(9)	73,90 ± 2,378	(10)
181 bis 210	74,64 ± 2,418	(18)	75,06 ± 2,768	(16)
211 bis 240	76,43 ± 2,112	(15)	76,47 ± 2,349	(16)
241 bis 270	76,97 ± 2,416	(18)	77,56 ± 2,294	(16)
271 bis 300	77,79 ± 1,968	(14)	78,64 ± 2,388	(11)
301 bis 346	79,23 ± 1,723	(11)	79,11 ± 3,008	(9)

#### 4.2.7.2 Fessel-Ellbogenmaß relativ zum Maß der Mutterstute

Das Fessel-Ellbogenmaß der Mutterstuten wurde im Rahmen der ersten Messung erhoben und diente im Folgenden als Referenzwert für die Berechnung des Fessel-Ellbogenmaßes in Relation zum Muttertier. Die Mittelwerte der Mutterstuten finden sich in Tabelle 48.

**Tabelle 48: Fessel-Ellbogenmaß (in cm) der Mutterstuten**

MW "+14"	n	MW "Basis"	n
80,53 ± 1,841	(17)	81,06 ± 3,435	(16)

Das Fessel-Ellbogenmaß relativ zum Maß der Mutterstute betrug kurz nach der Geburt im Durchschnitt 72,5% des erwarteten Endwertes, bis zu einem Alter von 346 Tagen hatte es bereits 98,2% des Endwertes erreicht, wie in Tabelle 49 gezeigt. Zwischen den Mittelwerten beider Gruppen konnten keine signifikanten Differenzen ermittelt werden.

**Tabelle 49: Entwicklung des Fessel-Ellbogenmaßes in Relation zum Muttertier (in %)**

Lebenstag	MW "+14"	n	MW "Basis"	n
0 bis 4	72,53 ± 2,592	(17)	72,54 ± 3,643	(16)
5 bis 34	77,82 ± 3,117	(16)	76,80 ± 3,296	(16)
35 bis 60	81,55 ± 2,536	(12)	81,17 ± 3,711	(11)
61 bis 80	82,43 ± 4,398	(5)	81,95 ± 3,617	(5)
81 bis 100	84,69 ± 2,234	(14)	84,13 ± 3,300	(14)
101 bis 120	85,92 ± 3,195	(14)	86,73 ± 4,019	(12)
121 bis 140	88,66 ± 1,995	(9)	88,26 ± 4,439	(7)
141 bis 160	89,56 ± 3,129	(12)	89,78 ± 2,925	(11)
161 bis 180	92,10 ± 3,224	(9)	90,79 ± 4,143	(10)
181 bis 210	92,43 ± 3,161	(18)	93,11 ± 5,059	(16)
211 bis 240	95,24 ± 2,632	(15)	94,64 ± 4,782	(16)
241 bis 270	95,98 ± 3,308	(18)	95,66 ± 4,254	(16)
271 bis 300	97,03 ± 3,535	(14)	97,48 ± 3,844	(11)
301 bis 346	98,50 ± 2,621	(11)	97,83 ± 4,097	(9)

#### 4.2.8 Hornwachstum

Das durchschnittliche tägliche Hornwachstum beider Gruppen während der Aufzucht unterschied sich nicht signifikant. Die Mittelwerte sind in Tabelle 50 dargestellt.

**Tabelle 50: Durchschnittliches tägliches Hornwachstum (in mm/d) während der Aufzucht**

MW "+14"	n	MW "Basis"	n
0,33 ± 0,038	(16)	0,34 ± 0,026	(15)

Abbildung 15 und 16 zeigen das durchschnittliche tägliche Hornwachstum der einzelnen Fohlen beider Gruppen. Es waren eher geringfügige interindividuelle Differenzen zu erkennen als Unterschiede zwischen den Gruppen.

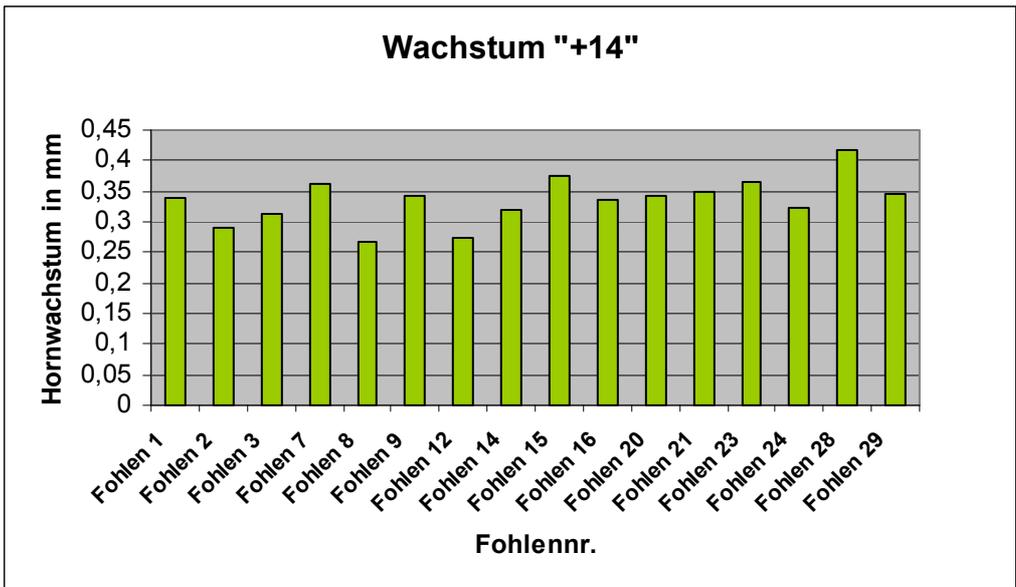


Abbildung 15: Durchschnittliches tägliches Hornwachstum (in mm/d) der Gruppe "+14"

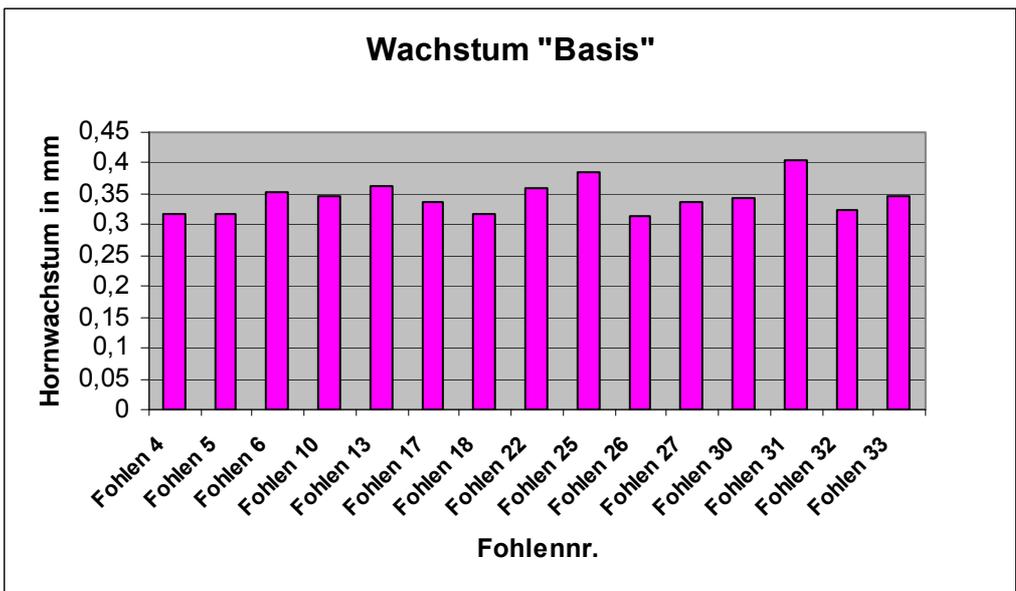


Abbildung 16: Durchschnittliches tägliches Hornwachstum (in mm/d) der Gruppe "Basis"

## 4.2.9 Body Condition Score (BCS)

### 4.2.9.1 BCS-Entwicklung der Fohlen

#### 4.2.9.1.1 Gesamt-BCS der Fohlen

Der Gesamt-BCS der Fohlen ist in Tabelle 51 dargestellt. Der durchschnittliche Gesamt-BCS kurz nach der Geburt betrug ungefähr 3,0 und stieg bis zu einem Alter von 210 Tagen auf knapp 5,4 an. Nach Beendigung der unterschiedlichen Futterzuteilung sank er wieder auf durchschnittlich 5,0 ab, wobei allerdings die Gruppe "Plus 14" ab einem Alter von 300 Tagen im Mittel signifikant ( $p < 0,05$ ) höhere Werte aufwies.

Tabelle 51: Gesamt-BCS der Fohlen während der Aufzucht

Lebenstag	MW "+14"	n	MW "Basis"	n	p	Sign.
0 bis 4	3,08 ± 0,603	(17)	3,05 ± 0,669	(16)	p = 0,888	n.s.
5 bis 34	3,73 ± 0,395	(16)	3,92 ± 0,499	(16)	p = 0,260	n.s.
35 bis 60	4,18 ± 0,384	(12)	4,36 ± 0,299	(10)	p = 0,247	n.s.
61 bis 80	4,18 ± 0,273	(5)	4,29 ± 0,328	(6)	p = 0,571	n.s.
81 bis 100	4,46 ± 0,301	(14)	4,61 ± 0,497	(14)	p = 0,328	n.s.
101 bis 120	4,79 ± 0,493	(13)	4,89 ± 0,326	(12)	p = 0,583	n.s.
121 bis 140	5,17 ± 0,560	(10)	5,07 ± 0,298	(7)	p = 0,689	n.s.
141 bis 160	5,27 ± 0,701	(12)	5,24 ± 0,489	(11)	p = 0,912	n.s.
161 bis 180	5,13 ± 0,429	(9)	5,34 ± 0,341	(10)	p = 0,247	n.s.
181 bis 210	5,35 ± 0,613	(18)	5,44 ± 0,275	(16)	p = 0,592	n.s.
211 bis 240	5,39 ± 0,598	(15)	5,27 ± 0,409	(16)	p = 0,524	n.s.
241 bis 270	5,27 ± 0,591	(18)	5,31 ± 0,440	(16)	p = 0,851	n.s.
271 bis 300	5,26 ± 0,340	(14)	5,10 ± 0,396	(11)	p = 0,296	n.s.
301 bis 346	5,24 ± 0,317	(11)	4,83 ± 0,370	(9)	p = 0,016	sign.*

#### 4.2.9.1.2 BCS-Werte der einzelnen Körperregionen der Fohlen

Bei Betrachtung der einzelnen Bewertungen der verschiedenen in den Gesamt-BCS einfließenden Körperregionen waren zwischen den Gruppen nur geringfügige Unterschiede über den Zeitraum der Aufzucht hinweg zu ermitteln. So zeigte die „Basis“-gefütterte Gruppe in einem Alter von 161 bis 180 Tagen in der Halsregion, im Alter von 101 bis 120 Tagen im Rückenbereich und im Alter von 35 bis 80 Tagen auch am Schweifansatz signifikant ( $p < 0,05$ ) höhere Werte. Dagegen konnten bei der Gruppe "Plus 14" im Alter von 211 bis 240 Tagen im Rückenbereich ( $p < 0,05$ ) und von 301 bis 346 Tagen sowohl im Rücken- und Hüftbereich als auch im Bereich der Brustwand ( $p < 0,01$ ) signifikant höhere Werte ermittelt werden als bei der

Vergleichsgruppe, wie die Tabellen 52 und 53 zeigen. Die Halsregion wurde nach der Geburt durchschnittlich mit einem BCS von ungefähr 2,9 bewertet, der BCS stieg im Laufe der Aufzucht auf Werte von bis zu 4,4. Der Schulterbereich erhielt zum Geburtszeitpunkt eine durchschnittliche Bewertung von 2,1, stieg dann aber bis zu einem Alter von 160 Tagen auf knapp 5,0 und steigerte sich im Alter von 210 Tagen bis auf 5,5. Dieser Durchschnitt wurde bis zur Beendigung der unterschiedlichen Futterzuteilung beibehalten, um dann leicht abzusinken auf 4,9.

Tabelle 52: BCS-Werte der einzelnen Körperregionen der Fohlen

Lebenstag	MW "+14" 1	MW "Basis" 1	p	Sign.	MW "+14" 2	MW "Basis" 2	p	Sign.	n "+14"	n "Basis"
0 bis 4	2,76 ± 0,640	3,09 ± 0,688	p = 0,165	n.s.	2,24 ± 0,710	2,00 ± 0,683	p = 0,340	n.s.	(17)	(16)
5 bis 34	3,53 ± 0,562	3,50 ± 0,632	p = 0,884	n.s.	2,50 ± 0,447	2,69 ± 0,574	p = 0,311	n.s.	(16)	(16)
35 bis 60	3,71 ± 0,450	3,80 ± 0,422	p = 0,630	n.s.	2,79 ± 0,396	3,05 ± 0,725	p = 0,301	n.s.	(12)	(10)
61 bis 80	3,40 ± 0,418	3,58 ± 0,376	p = 0,464	n.s.	2,70 ± 0,274	2,67 ± 0,516	p = 0,900	n.s.	(5)	(6)
81 bis 100	3,89 ± 0,656	4,18 ± 0,504	p = 0,208	n.s.	2,93 ± 0,805	3,25 ± 1,122	p = 0,392	n.s.	(14)	(14)
101 bis 120	4,04 ± 0,380	4,17 ± 0,326	p = 0,376	n.s.	3,69 ± 1,521	3,83 ± 1,073	p = 0,793	n.s.	(13)	(12)
121 bis 140	4,05 ± 0,643	3,93 ± 0,535	p = 0,688	n.s.	4,70 ± 1,438	4,64 ± 0,690	p = 0,924	n.s.	(10)	(7)
141 bis 160	4,38 ± 0,801	4,41 ± 0,491	p = 0,904	n.s.	4,96 ± 1,233	4,86 ± 1,247	p = 0,857	n.s.	(12)	(11)
161 bis 180	3,83 ± 0,354	4,45 ± 0,550	p = 0,011	sign.*	4,72 ± 1,325	5,40 ± 0,937	p = 0,212	n.s.	(9)	(10)
181 bis 210	4,47 ± 0,813	4,28 ± 0,364	p = 0,394	n.s.	5,33 ± 1,098	5,72 ± 0,547	p = 0,213	n.s.	(18)	(16)
211 bis 240	4,30 ± 0,797	4,25 ± 0,632	p = 0,847	n.s.	5,63 ± 1,077	5,34 ± 0,700	p = 0,379	n.s.	(15)	(16)
241 bis 270	4,25 ± 0,647	4,31 ± 0,544	p = 0,764	n.s.	5,44 ± 0,984	5,59 ± 0,841	p = 0,640	n.s.	(18)	(16)
271 bis 300	4,14 ± 0,413	4,18 ± 0,513	p = 0,835	n.s.	5,39 ± 0,836	4,95 ± 0,850	p = 0,209	n.s.	(14)	(11)
301 bis 346	4,32 ± 0,513	4,11 ± 0,601	p = 0,417	n.s.	5,09 ± 0,769	4,72 ± 0,905	p = 0,337	n.s.	(11)	(9)
Lebenstag	MW "+14" 3	MW "Basis" 3	p	Sign.	MW "+14" 4	MW "Basis" 4	p	Sign.	n "+14"	n "Basis"
0 bis 4	4,03 ± 0,760	3,69 ± 0,873	p = 0,238	n.s.	2,65 ± 0,606	2,63 ± 0,719	p = 0,925	n.s.	(17)	(16)
5 bis 34	4,38 ± 0,785	4,81 ± 0,479	p = 0,067	n.s.	4,13 ± 0,847	4,28 ± 0,983	p = 0,633	n.s.	(16)	(16)
35 bis 60	4,83 ± 0,444	5,10 ± 0,316	p = 0,127	n.s.	5,00 ± 0,739	5,35 ± 0,944	p = 0,341	n.s.	(12)	(10)
61 bis 80	5,10 ± 0,418	4,92 ± 0,204	p = 0,365	n.s.	5,40 ± 0,418	5,42 ± 0,736	p = 0,965	n.s.	(5)	(6)
81 bis 100	5,00 ± 0,340	5,07 ± 0,584	p = 0,696	n.s.	5,61 ± 0,446	5,68 ± 0,421	p = 0,667	n.s.	(14)	(14)
101 bis 120	5,08 ± 0,277	5,42 ± 0,417	p = 0,024	sign.*	5,85 ± 0,474	5,79 ± 0,450	p = 0,771	n.s.	(13)	(12)
121 bis 140	5,65 ± 0,412	5,43 ± 0,345	p = 0,263	n.s.	5,95 ± 0,369	5,93 ± 0,535	p = 0,923	n.s.	(10)	(7)
141 bis 160	5,63 ± 0,569	5,68 ± 0,603	p = 0,818	n.s.	5,79 ± 0,753	5,82 ± 0,405	p = 0,918	n.s.	(12)	(11)
161 bis 180	5,39 ± 0,546	5,70 ± 0,422	p = 0,180	n.s.	6,00 ± 0,500	5,80 ± 0,350	p = 0,322	n.s.	(9)	(10)
181 bis 210	5,67 ± 0,767	5,75 ± 0,408	p = 0,701	n.s.	5,81 ± 0,425	5,94 ± 0,359	p = 0,339	n.s.	(18)	(16)
211 bis 240	5,87 ± 0,611	5,44 ± 0,443	p = 0,032	sign.*	5,77 ± 0,623	5,72 ± 0,515	p = 0,817	n.s.	(15)	(16)
241 bis 270	5,78 ± 0,647	5,75 ± 0,483	p = 0,889	n.s.	5,53 ± 0,696	5,69 ± 0,574	p = 0,474	n.s.	(18)	(16)
271 bis 300	5,68 ± 0,421	5,73 ± 0,410	p = 0,774	n.s.	5,68 ± 0,372	5,36 ± 0,452	p = 0,069	n.s.	(14)	(11)
301 bis 346	5,86 ± 0,393	5,22 ± 0,507	p = 0,005	sign.**	5,59 ± 0,491	5,00 ± 0,354	p = 0,007	sign.**	(11)	(9)

Tabelle 53: BCS- Werte der einzelnen Körperregionen der Fohlen

Lebenstag	MW "+14" 5	MW "Basis" 5	p	Sign.	MW "+14" 6	MW "Basis" 6	p	Sign.	n "+14"	n "Basis"
0 bis 4	2,65 ± 0,606	2,63 ± 0,719	p = 0,925	n.s.	4,26 ± 0,850	4,41 ± 0,880	p = 0,642	n.s.	(17)	(16)
5 bis 34	4,13 ± 0,847	4,28 ± 0,983	p = 0,633	n.s.	4,78 ± 0,576	4,75 ± 0,658	p = 0,887	n.s.	(16)	(16)
35 bis 60	5,00 ± 0,739	5,35 ± 0,944	p = 0,341	n.s.	4,79 ± 0,396	5,05 ± 0,284	p = 0,100	n.s.	(12)	(10)
61 bis 80	5,40 ± 0,418	5,42 ± 0,736	p = 0,965	n.s.	4,60 ± 0,418	5,17 ± 0,408	p = 0,050	sign.*	(5)	(6)
81 bis 100	5,61 ± 0,446	5,68 ± 0,421	p = 0,667	n.s.	5,07 ± 0,331	5,07 ± 0,432	p = 1,000	n.s.	(14)	(14)
101 bis 120	5,85 ± 0,474	5,79 ± 0,450	p = 0,771	n.s.	5,19 ± 0,384	5,21 ± 0,334	p = 0,913	n.s.	(13)	(12)
121 bis 140	5,95 ± 0,369	5,93 ± 0,535	p = 0,923	n.s.	5,30 ± 0,422	5,14 ± 0,476	p = 0,484	n.s.	(10)	(7)
141 bis 160	5,79 ± 0,753	5,82 ± 0,405	p = 0,918	n.s.	5,42 ± 0,597	5,27 ± 0,467	p = 0,529	n.s.	(12)	(11)
161 bis 180	6,00 ± 0,500	5,80 ± 0,350	p = 0,322	n.s.	5,28 ± 0,441	5,40 ± 0,568	p = 0,610	n.s.	(9)	(10)
181 bis 210	5,81 ± 0,425	5,94 ± 0,359	p = 0,339	n.s.	5,47 ± 0,401	5,47 ± 0,499	p = 0,982	n.s.	(18)	(16)
211 bis 240	5,77 ± 0,623	5,72 ± 0,515	p = 0,817	n.s.	5,37 ± 0,352	5,41 ± 0,491	p = 0,799	n.s.	(15)	(16)
241 bis 270	5,53 ± 0,696	5,69 ± 0,574	p = 0,474	n.s.	5,33 ± 0,297	5,16 ± 0,352	p = 0,122	n.s.	(18)	(16)
271 bis 300	5,68 ± 0,372	5,36 ± 0,452	p = 0,069	n.s.	5,11 ± 0,213	5,09 ± 0,375	p = 0,892	n.s.	(14)	(11)
301 bis 346	5,59 ± 0,491	5,00 ± 0,354	p = 0,007	sign.**	5,05 ± 0,151	5,00 ± 0,000	p = 0,380	n.s.	(11)	(9)

1 BCS Halsregion 2 BCS Schulter 3 BCS Rücken 4 BCS Brustwand 5 BCS Hüftregion 6 BCS Schweifregion

Die Rückenregion war um die Geburt mit durchschnittlich 3,9 zu bewerten, im Laufe der Messungen stieg der BCS dieser Region bis auf knapp 5,8 im Alter von 270 Tagen, danach sank er wieder leicht ab auf 5,6. Für die Brustwand wurde nach der Geburt ein Durchschnittswert von etwa 2,5 ermittelt, dieser steigt dann rasch an auf 4,9 im Alter von 120 Tagen, im Alter von 161 bis 300 Tagen wurde dann der BCS dieser Region mit durchschnittlich 5,4 bewertet. Der BCS der Hüftregion betrug zum Zeitpunkt der Geburt im Mittel 2,6, stieg dann aber schon bis zum 34. Tag auf 4,2 an. Mit 140 Tagen wurde ein durchschnittlicher BCS von etwa 5,9 erreicht, dieser sank dann langsam ab auf 5,3 im Alter von über 300 Tagen. Die Schweifregion wies schon kurz nach der Geburt durchschnittliche BCS-Werte von 4,3 auf, Höchstwerte wurden im Alter von 181 bis 210 Tagen mit einem mittleren BCS von etwa 5,5 erreicht, dann reduzierte sich der Wert wieder bis auf 5,0 am Ende der Aufzuchtperiode. Bei der Gruppe „Plus 14“ fällt ein kurzzeitiges Absinken des BCS des Schweifansatzes im Alter von 61 bis 80 Tagen auf. Im Alter von 100 Tagen erreicht die Gruppe im Durchschnitt jedoch wieder den gleichen Wert wie die Vergleichsgruppe „Basis“.

**4.2.9.1.3 BCS-Werte der Fohlen im Vergleich zu zugekauften Fohlen**

Ab dem Absetzeralter konnten die ermittelten BCS-Werte der beiden Gruppen mit den Werten von aus der Landespferdezucht zugekauften Fohlen verglichen werden. Wie in den Tabellen 54, 55 und 56 dargestellt, wiesen beide Gruppen über die gesamte Zeit nach dem Absetzen bis zum Ende der Aufzuchtperiode signifikant höhere BCS-Werte sowohl des Gesamt-BCS als auch der Bewertungen der Teilregionen auf als die zugekauften Fohlen.

**Tabelle 54: Vergleich des Gesamt-BCS der Gruppen „Plus 14“, „Basis“ und „Zukauf“**

Lebenstag	MW "Zukauf"	n	MW "+14"	n	p	Sign.
181 bis 210	4,33 ± 0,417	(3)	5,35 ± 0,613	(18)	p = 0,013	sign.*
211 bis 240	3,99 ± 0,460	(7)	5,39 ± 0,598	(15)	p = <0,001	sign.***
241 bis 270	4,23 ± 0,507	(9)	5,27 ± 0,591	(18)	p = <0,001	sign.***
271 bis 300	4,28 ± 0,370	(12)	5,26 ± 0,340	(14)	p = <0,001	sign.***
301 bis 353	4,32 ± 0,473	(5)	5,24 ± 0,317	(11)	p = <0,001	sign.***

Lebenstag	MW "Zukauf"	n	MW "Basis"	n	p	Sign.
181 bis 210	4,33 ± 0,417	(3)	5,44 ± 0,275	(16)	p = <0,001	sign.***
211 bis 240	3,99 ± 0,460	(7)	5,27 ± 0,409	(16)	p = <0,001	sign.***
241 bis 270	4,23 ± 0,507	(9)	5,31 ± 0,440	(16)	p = <0,001	sign.***
271 bis 300	4,28 ± 0,370	(12)	5,10 ± 0,396	(11)	p = <0,001	sign.***
301 bis 353	4,32 ± 0,473	(5)	4,83 ± 0,370	(9)	p = 0,042	sign.*

Tabelle 55: Vergleich der BCS-Werte der verschiedenen Körperregionen der Gruppen „Plus 14“, „Basis“ und „Zukauf“

Lebenstag	MW "Zukauf" 1	MW "+14" 1	p	Sign.	MW "Zukauf" 2	MW "+14" 2	p	Sign.	n "Zukauf"	n "+14"
181 bis 210	3,50 ± 0,500	4,47 ± 0,813	p = 0,062	n.s.	4,33 ± 0,577	5,33 ± 1,098	p = 0,145	n.s.	(3)	(18)
211 bis 240	3,21 ± 0,567	4,30 ± 0,797	p = 0,004	sign.**	3,43 ± 0,673	5,63 ± 1,077	p = <0,001	sign.***	(7)	(15)
241 bis 270	3,50 ± 0,612	4,25 ± 0,647	p = 0,008	sign.**	3,61 ± 0,782	5,44 ± 0,984	p = <0,001	sign.***	(9)	(18)
271 bis 300	3,58 ± 0,669	4,14 ± 0,413	p = 0,015	sign.*	3,71 ± 0,582	5,39 ± 0,836	p = <0,001	sign.***	(12)	(14)
301 bis 353	3,30 ± 0,758	4,32 ± 0,513	p = 0,007	sign.**	3,70 ± 0,570	5,09 ± 0,769	p = 0,003	sign.**	(5)	(11)
	MW "Zukauf" 1	MW "Basis" 1	p	Sign.	MW "Zukauf" 2	MW "Basis" 2	p	Sign.	n "Zukauf"	n "Basis"
181 bis 210	3,50 ± 0,500	4,28 ± 0,364	p = 0,005	sign.**	4,33 ± 0,577	5,72 ± 0,547	p = <0,001	sign.***	(3)	(16)
211 bis 240	3,21 ± 0,567	4,25 ± 0,632	p = 0,001	sign.***	3,43 ± 0,673	5,34 ± 0,700	p = <0,001	sign.***	(7)	(16)
241 bis 270	3,50 ± 0,612	4,31 ± 0,544	p = 0,002	sign.**	3,61 ± 0,782	5,59 ± 0,841	p = <0,001	sign.***	(9)	(16)
271 bis 300	3,58 ± 0,669	4,18 ± 0,513	p = 0,026	n.s.	3,71 ± 0,582	4,95 ± 0,850	p = <0,001	sign.***	(12)	(11)
301 bis 353	3,30 ± 0,758	4,11 ± 0,601	p = 0,047	n.s.	3,70 ± 0,570	4,72 ± 0,905	p = 0,043	sign.*	(5)	(9)
	MW "Zukauf" 3	MW "+14" 3	p	Sign.	MW "Zukauf" 4	MW "+14" 4	p	Sign.	n "Zukauf"	n "Basis"
181 bis 210	4,67 ± 0,577	5,67 ± 0,767	p = 0,046	sign.*	3,83 ± 0,764	5,33 ± 0,748	p = 0,005	sign.**	(3)	(16)
211 bis 240	4,29 ± 0,636	5,87 ± 0,611	p = <0,001	sign.***	3,57 ± 0,450	5,40 ± 0,910	p = <0,001	sign.***	(7)	(16)
241 bis 270	4,50 ± 0,791	5,78 ± 0,647	p = <0,001	sign.***	4,11 ± 0,821	5,31 ± 0,942	p = 0,003	sign.**	(9)	(16)
271 bis 300	4,67 ± 0,537	5,68 ± 0,421	p = <0,001	sign.***	3,96 ± 0,689	5,54 ± 0,603	p = <0,001	sign.***	(12)	(11)
301 bis 353	4,90 ± 0,742	5,86 ± 0,393	p = 0,004	sign.**	4,20 ± 0,758	5,55 ± 0,350	p = <0,001	sign.***	(5)	(9)
	MW "Zukauf" 3	MW "Basis" 3	p	Sign.	MW "Zukauf" 4	MW "Basis" 4	p	Sign.	n "Zukauf"	n "Basis"
181 bis 210	4,67 ± 0,577	5,75 ± 0,408	p = <0,001	sign.***	3,83 ± 0,764	5,47 ± 0,386	p = <0,001	sign.***	(3)	(16)
211 bis 240	4,29 ± 0,636	5,44 ± 0,443	p = <0,001	sign.***	3,57 ± 0,450	5,47 ± 0,531	p = <0,001	sign.***	(7)	(16)
241 bis 270	4,50 ± 0,791	5,75 ± 0,483	p = <0,001	sign.***	4,11 ± 0,821	5,34 ± 0,507	p = <0,001	sign.***	(9)	(16)
271 bis 300	4,67 ± 0,537	5,73 ± 0,410	p = <0,001	sign.***	3,96 ± 0,689	5,27 ± 0,518	p = <0,001	sign.***	(12)	(11)
301 bis 353	4,90 ± 0,742	5,22 ± 0,507	p = 0,351	n.s.	4,20 ± 0,758	4,94 ± 0,464	p = 0,040	sign.*	(5)	(9)

1 BCS Halsregion 2 BCS Schulter 3 BCS Rücken 4 BCS Brustwand

Tabelle 56: Vergleich der BCS-Werte von Hüft- und Schweifregion der Gruppen „Plus 14“, „Basis“ und „Zukauf“

Lebenstag	MW "Zukauf" 5	n	MW "+14" 5	n	p	Sign.
181 bis 210	5,00 ± 0,000	(3)	5,81 ± 0,425	(18)	p = 0,005	sign.**
211 bis 240	5,00 ± 0,577	(7)	5,77 ± 0,623	(15)	p = 0,012	sign.*
241 bis 270	4,78 ± 0,441	(9)	5,53 ± 0,696	(18)	p = 0,007	sign.**
271 bis 300	4,92 ± 0,515	(12)	5,68 ± 0,372	(14)	p = <0,001	sign.***
301 bis 353	5,10 ± 0,224	(5)	5,59 ± 0,491	(11)	p = 0,054	n.s.
	MW "Zukauf" 5	n	MW "Basis" 5	n	p	Sign.
181 bis 210	5,00 ± 0,000	(3)	5,94 ± 0,359	(16)	p = <0,001	sign.***
211 bis 240	5,00 ± 0,577	(7)	5,72 ± 0,515	(16)	p = 0,007	sign.**
241 bis 270	4,78 ± 0,441	(9)	5,69 ± 0,574	(16)	p = <0,001	sign.***
271 bis 300	4,92 ± 0,515	(12)	5,36 ± 0,452	(11)	p = 0,039	sign.*
301 bis 353	5,10 ± 0,224	(5)	5,00 ± 0,354	(9)	p = 0,581	n.s.
	MW "Zukauf" 6	n	MW "+14" 6	n	p	Sign.
181 bis 210	4,67 ± 0,289	(3)	5,47 ± 0,401	(18)	p = 0,004	sign.**
211 bis 240	4,43 ± 0,607	(7)	5,37 ± 0,352	(15)	p = <0,001	sign.***
241 bis 270	4,89 ± 0,220	(9)	5,33 ± 0,297	(18)	p = <0,001	sign.***
271 bis 300	4,88 ± 0,433	(12)	5,11 ± 0,213	(14)	p = 0,089	n.s.
301 bis 353	4,70 ± 0,447	(5)	5,05 ± 0,151	(11)	p = 0,033	sign.*
	MW "Zukauf" 6	n	MW "Basis" 6	n	p	Sign.
181 bis 210	4,67 ± 0,289	(3)	5,47 ± 0,499	(16)	p = 0,016	sign.*
211 bis 240	4,43 ± 0,607	(7)	5,41 ± 0,491	(16)	p = <0,001	sign.***
241 bis 270	4,89 ± 0,220	(9)	5,16 ± 0,352	(16)	p = 0,052	n.s.
271 bis 300	4,88 ± 0,433	(12)	5,09 ± 0,375	(11)	p = 0,217	n.s.
301 bis 353	4,70 ± 0,447	(5)	5,00 ± 0,000	(9)	p = 0,059	n.s.

5 BCS Hüftregion 6 BCS Schweifregion

## 4.2.9.2 BCS-Entwicklung der Mutterstuten

### 4.2.9.2.1 Gesamt-BCS der Mutterstuten

Der BCS der Mutterstuten wurde ab vier Wochen vor dem Geburtstermin und während der gesamten Säugeperiode dokumentiert. Der durchschnittliche Gesamt-BCS der Stuten der Gruppe "Plus 14" lag zwischen Tag 30 und 60 post partum signifikant ( $p < 0,01$ ) über dem der Gruppe "Basis", auch im Zeitraum von 121 bis 150 Tagen post partum konnte bei der Gruppe "Plus 14" ein signifikant ( $p < 0,05$ ) höherer durchschnittlicher Gesamt-BCS festgestellt werden, wie Tabelle 57 zeigt

Tabelle 57: Gesamt-BCS der Mutterstuten prä und post partum während der Säugeperiode

Tage p.p.	MW "+14"	n	MW "Basis"	n	p	Sign.
-63 bis -17	5,48 ± 0,548	(17)	5,40 ± 0,507	(15)	p = 0,660	n.s.
0 bis 4	5,33 ± 0,616	(17)	5,12 ± 0,491	(16)	p = 0,292	n.s.
5 bis 30	5,33 ± 0,497	(14)	5,22 ± 0,436	(10)	p = 0,578	n.s.
31 bis 60	5,49 ± 0,415	(14)	5,01 ± 0,511	(17)	p = 0,009	sign.**
61 bis 90	5,32 ± 0,445	(15)	4,92 ± 0,740	(16)	p = 0,077	n.s.
91 bis 120	5,25 ± 0,452	(18)	4,99 ± 0,648	(15)	p = 0,190	n.s.
121 bis 150	5,32 ± 0,358	(13)	4,93 ± 0,545	(16)	p = 0,034	sign.*
151 bis 180	5,26 ± 0,452	(14)	5,03 ± 0,411	(10)	p = 0,218	n.s.
181 bis 234	5,06 ± 0,142	(4)	5,15 ± 0,580	(11)	p = 0,771	n.s.

#### 4.2.9.2.2 BCS-Werte der verschiedenen Körperregionen der Mutterstuten

Bei der durchschnittlichen Bewertung des BCS in den verschiedenen in die Gesamtwertung einfließenden Teilregionen bei den Stuten der beiden Gruppen konnten in einigen Regionen signifikante Differenzen festgestellt werden, wie in Tabelle 58 dargestellt. So lag der BCS der Brustwand, aber auch der von Hüftregion, Schweifbereich, Rücken und Schulterbereich bei den Stuten der Gruppe "Plus 14" im Mittel teilweise signifikant über dem der Stuten der Gruppe "Basis". Nur in der Halsregion konnten über die gesamte Dauer der Dokumentation des BCS keine signifikanten Differenzen verzeichnet werden.

Tabelle 58: BCS-Werte der verschiedenen Körperregionen der Mutterstuten

Tage p.p.	MW "+14" 1	MW "Basis" 1	p	Sign.	MW "+14" 2	MW "Basis" 2	p	Sign.	n "+14"	n "Basis"
-63 bis -17	5,24 ± 0,986	5,33 ± 0,957	p = 0,778	n.s.	5,38 ± 0,719	5,07 ± 0,729	p = 0,228	n.s.	(17)	(15)
0 bis 4	5,24 ± 0,954	5,16 ± 0,769	p = 0,796	n.s.	5,62 ± 0,911	5,25 ± 0,658	p = 0,196	n.s.	(17)	(16)
5 bis 30	5,25 ± 0,672	5,10 ± 0,699	p = 0,601	n.s.	5,57 ± 0,958	5,25 ± 0,755	p = 0,387	n.s.	(14)	(10)
31 bis 60	5,57 ± 0,675	5,26 ± 0,793	p = 0,262	n.s.	5,64 ± 0,795	5,12 ± 0,911	p = 0,102	n.s.	(14)	(17)
61 bis 90	5,07 ± 0,594	4,97 ± 0,957	p = 0,737	n.s.	5,77 ± 0,821	5,03 ± 0,921	p = 0,026	sign.*	(15)	(16)
91 bis 120	4,97 ± 0,629	4,93 ± 0,729	p = 0,870	n.s.	5,50 ± 1,111	5,33 ± 1,160	p = 0,677	n.s.	(18)	(15)
121 bis 150	5,12 ± 0,506	4,91 ± 0,712	p = 0,381	n.s.	5,88 ± 0,939	5,22 ± 0,836	p = 0,054	n.s.	(13)	(16)
151 bis 180	5,07 ± 0,616	4,75 ± 0,677	p = 0,239	n.s.	5,54 ± 1,046	5,20 ± 0,422	p = 0,350	n.s.	(14)	(10)
181 bis 234	4,63 ± 0,616	5,14 ± 0,778	p = 0,228	n.s.	5,13 ± 0,250	5,50 ± 0,592	p = 0,249	n.s.	(4)	(11)
Tage p.p.	MW "+14" 3	MW "Basis" 3	p	Sign.	MW "+14" 4	MW "Basis" 4	p	Sign.	n "+14"	n "Basis"
-63 bis -17	5,38 ± 0,574	5,38 ± 0,525	p = 0,996	n.s.	5,76 ± 0,687	5,60 ± 0,573	p = 0,471	n.s.	(17)	(15)
0 bis 4	5,18 ± 0,749	5,09 ± 0,491	p = 0,712	n.s.	5,59 ± 0,476	5,34 ± 0,651	p = 0,225	n.s.	(17)	(16)
5 bis 30	5,14 ± 0,719	5,25 ± 0,425	p = 0,678	n.s.	5,50 ± 0,588	5,35 ± 0,412	p = 0,496	n.s.	(14)	(10)
31 bis 60	5,29 ± 0,611	4,94 ± 0,464	p = 0,085	n.s.	5,61 ± 0,626	5,06 ± 0,827	p = 0,050	n.s.	(14)	(17)
61 bis 90	5,07 ± 0,651	4,81 ± 0,655	p = 0,288	n.s.	5,57 ± 0,594	5,00 ± 0,753	p = 0,028	sign.*	(15)	(16)
91 bis 120	5,19 ± 0,489	4,80 ± 0,493	p = 0,028	sign.*	5,56 ± 0,523	5,07 ± 1,100	p = 0,100	n.s.	(18)	(15)
121 bis 150	5,19 ± 0,522	4,91 ± 0,417	p = 0,112	n.s.	5,50 ± 0,408	4,84 ± 0,724	p = 0,007	sign.**	(13)	(16)
151 bis 180	5,14 ± 0,413	5,00 ± 0,471	p = 0,439	n.s.	5,64 ± 0,569	5,20 ± 0,258	p = 0,032	sign.*	(14)	(10)
181 bis 234	5,00 ± 0,408	5,18 ± 0,681	p = 0,629	n.s.	5,25 ± 0,289	5,27 ± 0,817	p = 0,958	n.s.	(4)	(11)
Tage p.p.	MW "+14" 5	MW "Basis" 5	p	Sign.	MW "+14" 6	MW "Basis" 6	p	Sign.	n "+14"	n "Basis"
-63 bis -17	5,56 ± 0,634	5,43 ± 0,678	p = 0,593	n.s.	5,56 ± 0,864	5,57 ± 0,594	p = 0,977	n.s.	(17)	(15)
0 bis 4	5,12 ± 0,650	4,84 ± 0,598	p = 0,218	n.s.	5,24 ± 0,793	5,03 ± 0,785	p = 0,463	n.s.	(17)	(16)
5 bis 30	5,07 ± 0,475	5,05 ± 0,550	p = 0,920	n.s.	5,43 ± 0,675	5,30 ± 0,422	p = 0,601	n.s.	(14)	(10)
31 bis 60	5,29 ± 0,323	4,68 ± 0,683	p = 0,005	sign.**	5,54 ± 0,499	5,03 ± 0,544	p = 0,012	sign.*	(14)	(17)
61 bis 90	5,13 ± 0,550	4,72 ± 0,930	p = 0,145	n.s.	5,33 ± 0,523	4,97 ± 0,884	p = 0,177	n.s.	(15)	(16)
91 bis 120	5,06 ± 0,416	4,90 ± 0,806	p = 0,481	n.s.	5,19 ± 0,425	4,90 ± 0,604	p = 0,111	n.s.	(18)	(15)
121 bis 150	5,15 ± 0,555	4,81 ± 0,727	p = 0,175	n.s.	5,08 ± 0,400	4,88 ± 0,719	p = 0,374	n.s.	(13)	(16)
151 bis 180	5,21 ± 0,545	5,05 ± 0,725	p = 0,532	n.s.	4,96 ± 0,308	5,00 ± 0,624	p = 0,854	n.s.	(14)	(10)
181 bis 234	5,25 ± 0,500	5,05 ± 0,820	p = 0,652	n.s.	5,13 ± 0,250	4,77 ± 0,564	p = 0,257	n.s.	(4)	(11)

1 BCS Halsregion 2 BCS Schulter 3 BCS Rücken 4 BCS Brustwand 5 BCS Hüftregion 6 BCS Schweifregion

### 4.2.10 Bewegungsaktivität

Bei der Beobachtung der Bewegungsaktivität war zu keiner Zeit ein signifikanter Unterschied der Aktivitätsniveaus zwischen den Gruppen „Plus 14“, „Basis“ und „Zukauf“ zu verzeichnen. Wie aus Abbildung 17 hervorgeht, war der Anteil von Verhaltensweisen mit einer hohen Bewegungsaktivität an der Gesamtbeobachtungszeit sehr gering.

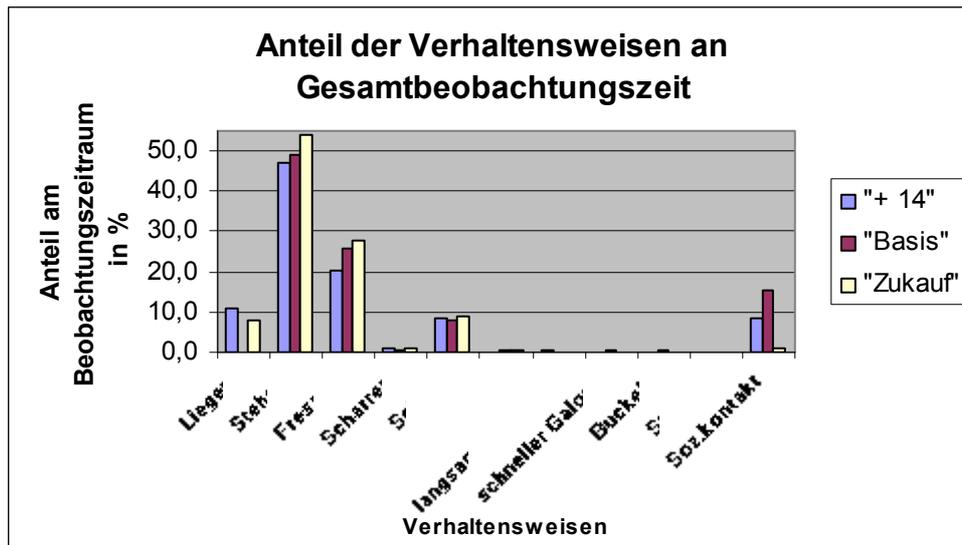


Abbildung 17: Anteil der beobachteten Verhaltensweisen an der Gesamtbeobachtungszeit (in %)

## **5 Diskussion**

### **5.1 Kritik der Methoden**

#### **5.1.1 Auswahl des Tiermaterials**

Im Rahmen dieser Studie sollte überprüft werden, welche Auswirkungen eine im Kraftfutterangebot unterschiedliche Fütterung auf das Wachstum und die Entwicklung des heranwachsenden Warmblutfohlens hat, um daraus Konsequenzen für praktische Fütterungsempfehlungen an Züchter von Warmblütern ziehen zu können. Für diese Fragestellung wurde das Modell einer Längsschnittuntersuchung gewählt, für das alle Warmblutfohlen des Jahrganges 2005 eines Betriebes über einen Zeitraum von der Geburt bis zum Alter von etwa einem Jahr überwacht wurden. Damit war es möglich, aufgrund identischer Aufzuchtbedingungen den Einfluss anderweitiger Faktoren auf Wachstum und Entwicklung zu minimieren und die Auswirkung eines unterschiedlichen Kraftfutterangebotes möglichst isoliert und längerfristig betrachten zu können.

Aufgrund der Zufallsverteilung auf die beiden Vergleichsgruppen konnten auch individuelle Unterschiede in der Futterverwertung und andere genetische Faktoren, die einen Einfluss auf Wachstum und Entwicklung nach sich ziehen, soweit wie möglich reduziert werden.

#### **5.1.2 Bestimmung der Aufnahme von Kraftfutter- und Gesamtration**

##### **5.1.2.1 Kraftfuttermessung**

Die Fütterung der Kraftfuttermessung erfolgte ab dem Zeitpunkt der Aufstallung von Mutterstuten und Fohlen in den Laufabteilungen zweimal täglich. Da sowohl Mutterstuten als auch Fohlen für eine Zeitdauer von einer Stunde pro Fütterung so angebunden waren, dass weder Stuten noch Fohlen untereinander die Futtermessung der Nachbarpferde erreichen konnten, war eine genaue Überwachung der aufgenommenen Futtermenge der Stuten und Fohlen möglich. Die Futterkomponenten der Kraftfuttermessung wurden gewogen und volumetrisch abgemessen, um einen Rückschluss vom Volumen auf die tatsächlich vorgelegte bzw. gefressene Menge zu ermöglichen. Das Futter für die Fohlen wurde volumetrisch abgemessen und etwaige Reste nach dem Ende der Futterzeit wiederum volumetrisch gemessen und die gefressene Menge dokumentiert. Für die Stuten erfolgte eine einheitliche

Rationsgestaltung, die ebenfalls dokumentiert wurde. Damit ist eine genaue Aussage über die täglich aufgenommene Kraftfuttermenge während der überwachten Aufzuchtperiode möglich.

### **5.1.2.2 Raufutter**

Das Raufutter wurde während des ersten Lebensmonats in Form von Heu in der Box und ab dem zweiten Lebensmonat als Heulage in den Laufabteilungen sowohl während der Säugeperiode als auch später nach dem Absetzen lose am Boden vorgelegt. Aufgrund der baulichen Bedingungen war keine Möglichkeit vorhanden, für eine gewisse Zeitdauer am Tag eine individuelle Raufutterzuteilung je Pferd vorzunehmen. Ein zusätzliches Anbinden der Tiere im Anschluss an die oder vor der Kraftfutteraufnahme zum Zweck der Raufutteraufnahme erschien weder unter arbeitstechnischen Aspekten noch im Hinblick auf eine artgerechte Tierhaltung, die auch ausreichende Bewegungs- und Ruhemöglichkeiten insbesondere für das heranwachsende Pferd umfasst, praktikabel oder wünschenswert. Daher kann über die individuell aufgenommene Raufuttermenge keine genaue Aussage getroffen werden. Die insgesamt in jedem Laufabteil aufgenommene Raufuttermenge konnte über den Gesamtverbrauch an Heu- oder Heulageballen kontrolliert werden. Allerdings muss bei der Abschätzung der tatsächlich aufgenommenen Raufuttermenge berücksichtigt werden, dass es durch die lose Vorlage in der Laufabteilung sowohl durch das Hineintragen mit der Heugabel und das Ausbreiten in der Laufabteilung als auch im Zuge des Fressverhaltens der Tiere durch Zertrampeln und Verschmutzen zu gewissen Verlusten kommt, die die tatsächlich gefressene Menge in Relation zur insgesamt vorgelegten Menge reduzieren. Da aber von Seiten des Gestütspersonals darauf geachtet wird, dass sich die Futtermittelverluste durch Transport, Verschmutzung usw. in Grenzen halten, ist von moderaten Verlusten auszugehen.

Die Laufabteilungen wurden während der gesamten Aufzuchtdauer je nach Bedarf etwa ein- bis zweimal wöchentlich eingestreut. Nachdem auf diese Weise nicht täglich ganz frisches Stroh zur Verfügung stand, ist nicht anzunehmen, dass größere Mengen an Stroh durch die Fohlen aufgenommen wurden

Da von einer schnelleren Fressgeschwindigkeit der erwachsenen Stuten ausgegangen werden muss, gestaltet sich eine Abschätzung der von den Fohlen während der Säugeperiode aufgenommenen Raufuttermenge zusätzlich als schwierig, da zumindest in Erwägung gezogen werden muss, dass die Mutterstuten einen Teil der den Fohlen zugedachten

Raufuttermenge zusätzlich zur eigenen Ration aufgenommen haben könnten.

Nach dem Absetzen ist davon auszugehen, dass, abgesehen von den oben genannten Verlusten, die gesamte zugeteilte Raufuttermenge von den Fohlen auch aufgenommen worden ist. Da sich die Rationsberechnung an der zugeteilten Menge orientierte und diese anhand des Verbrauchs von Heulageballen kontrolliert werden konnte, ist insgesamt anzunehmen, dass die Raufutteraufnahme der Gesamtgruppe eher über- als unterschätzt wurde. Aufgrund der gemischten Zusammenstellung der Laufabteilungen mit Fohlen aus der Gruppe „Basis“ und der Gruppe „Plus 14“ ist jedoch keine Aussage darüber möglich, ob die Fohlen bei höherem Kraftfutterangebot weniger Raufutter aufnehmen.

### 5.1.2.3 Grünfutter

Während der Weideperiode hatten die Mutterstuten und Fohlen, außer bei sehr schlechten Witterungsbedingungen, täglich für einen Zeitraum von sechs bis acht Stunden, an heißen Sommertagen auch über Nacht für einen Zeitraum von etwa fünfzehn Stunden Zugang zur Weide. Da es nicht möglich war, die in dieser Zeit aufgenommene Grünfuttermenge exakt zu quantifizieren, muss für die Anrechnung dieses Bestandteils der täglichen Ration auf Schätzungen zurückgegriffen werden. Nach Meyer und Coenen (2002) beträgt die tägliche Trockensubstanzaufnahme von Stuten und Fohlen auf der Weide bis zu 3% der Körpermasse. Dies gilt jedoch nur für ganztägige Weidehaltung und ausreichenden Bewuchs. Für die Grünfutteraufnahme der Stuten und Fohlen im Rahmen der eigenen Studie muss von deutlich geringeren Werten ausgegangen werden, da zum einen der Weidegang nur bei gutem Wetter und nur für einige Stunden, maximal über Nacht erfolgte. Zum anderen war aufgrund der Notwendigkeit der Aufstallung der Pferde im Gestüt die Zahl und Größe der von dort aus erreichbaren Weiden beschränkt und damit auch das Grünfutterangebot limitiert. Dementsprechend muss von relativ starken Schwankungen der aufgenommenen Grünfuttermenge ausgegangen werden, da zum Zeitpunkt des Austriebs auf einen neuen Weideteil eine deutlich höhere Grünfutteraufnahme zu erwarten ist, die sich dann über die Zeit kontinuierlich verringert bis zum Zeitpunkt des Umtriebes auf ein neues Weidestück. Daher wurde für die Rationen von einem Mittelwert ausgegangen, sodass zu Beginn der Beweidung einer Fläche die Grünfutteraufnahme darüber, ab der Mitte der Beweidungsphase darunter gelegen haben dürfte. Insgesamt ist die Menge vermutlich nicht unter-, sondern eventuell eher überschätzt worden, da während der Weideperiode die angebotenen

Kraftfuttermitteln nicht vollständig aufgenommen wurden und daher nicht von einer sehr großen Grasaufnahme auszugehen ist, zumal der Weideaustrieb zeitlich nach der Kraftfutterfütterung erfolgte.

#### **5.1.2.4 Milchaufnahme**

Für die Anrechnung der Milchaufnahme in der Rationsgestaltung der Fohlen wurde von der in der Literatur (Meyer und Coenen 2002) angegebenen Milchleistung einer Stute von knapp 600 kg Körpermasse ausgegangen. Diese wurde dann für alle Fohlen in gleicher Höhe angesetzt. Da die individuelle Milchleistung einer Stute in der Praxis nur schwerlich quantifiziert werden kann, kann keine Aussage über die individuell tatsächlich aufgenommene Milchmenge eines Fohlens gemacht werden. Nachdem jedoch alle Stuten die gleiche Ration erhielten und damit eine in etwa gleich hohe Energieaufnahme hatten und keine der Stuten einen deutlichen Verlust an Gewicht oder im BCS zeigte, ist von einer ähnlichen Milchleistung der Stuten und von einer vergleichbaren Absäugung der Stuten durch die Fohlen auszugehen.

#### **5.1.2.5 Energiebewertung der eingesetzten Futtermittel**

Der Gehalt an verdaulicher Energie (DE) der in dieser Studie zur Verwendung gekommenen Futtermittel Heulage, Hafer und Marstall „Typ Fohlen“ wurde anhand des Roh Nährstoffgehaltes geschätzt. Es wurde dabei die Schätzformel nach GfE (2003) bzw. Zeyner und Kienzle (2002) verwendet. Das Ergebnis für Hafer (11,1 MJ DE) entspricht Tabellenwerten (Meyer und Coenen 2002). Eine erhebliche Abweichung der Schätzung von der tatsächlich enthaltenen DE ist daher unwahrscheinlich. Der geschätzte Wert für das Mischfutter ist ebenfalls sehr plausibel (12 MJ DE) und entspricht auch dem Energiegehalt der verwendeten Einzelfuttermittel nach Tabellenwerten. Eine drastische Fehleinschätzung ist also auch hier sehr unwahrscheinlich. Anders verhält es sich bei der Heulage und beim Weidegras, das ohne regelmäßige Analysen mit einem Energiegehalt von 2,1 MJ/kg Frischsubstanz veranschlagt wurde. Letzteres wurde nur während der Säugeperiode angeboten. Zu diesem Zeitpunkt ist die Grasaufnahme der Fohlen mengenmäßig ohnehin nicht sehr hoch. Wenn überhaupt, so kann die Menge eher überschätzt worden sein, sodass sich eine eventuelle Unterschätzung des Energiegehaltes kompensieren würde. Bei einer Überschätzung des Energiegehaltes im Gras würde die Energieaufnahme der Fohlen geringfügig überschätzt. An dem Ergebnis, dass der Bedarf nach GfE (1994) in diesem Alter

erheblich überschätzt ist, würde sich dadurch nichts ändern, im Gegenteil, die Diskrepanz wäre noch größer. Bei der Heulage würde sich eine Fehleinschätzung des Energiegehaltes deutlich stärker auswirken. Es handelte sich um einen sehr späten ersten Schnitt mit einem Rohfasergehalt von 32% in der Trockensubstanz. Der Energiegehalt der Heulage wurde auf 6,89 MJ DE/kg uS geschätzt, der Trockensubstanzgehalt betrug knapp 80%. Bezogen auf die lufttrockene Substanz ergibt sich ein geschätzter Energiegehalt von 7,5 MJ DE. Dies entspricht ziemlich genau den in Tabellen (Meyer und Coenen 2002) für einen späten ersten Schnitt mit etwa 30% Rohfaser angegebenen Energiegehalten von Heu. Daher ist es wenig wahrscheinlich, dass es sich um eine erhebliche Fehleinschätzung handelt. Zur Kontrolle wurde die ältere Schätzgleichung von Fehrle (1999) auf die Heulage angewandt. Es ergab sich ein Wert von 7,79 MJ/kg Frischsubstanz. Die Aussage der eigenen Untersuchung, dass die Bedarfsangaben für das zweite Lebenshalbjahr weitgehend überschätzt sind, würde sich nur dann ändern, wenn der Energiegehalt in der Heulage über 11 MJ DE/kg TS betrüge, was bei einem späten Schnitt und einer mäßigen Heulagequalität ausgesprochen unwahrscheinlich ist.

### 5.1.3 Genauigkeit der Messungen

Die Wiederholbarkeit der Messungen der erfassten Körpermaße wurde von Schramme (2003) überprüft. In der vorliegenden Arbeit wurden die Maße verwendet, für die nach Schramme (2003) eine gute Wiederholbarkeit bei Doppelmessungen besteht. Daher wurde anstelle der sonst häufig als Maß zur Verwendung kommenden Körperlänge ( $r = 0,877$ ) der Körperumfang verwendet, der mit  $r = 0,997$  eine deutlich bessere Korrelation der Messungen aufweist. Ebenso wurde im Sinne einer besseren Wiederholbarkeit auf das Maß des Halsumfangs ( $r = 0,994$ ) anstatt der Halslänge ( $r = 0,782$ ) zurückgegriffen.

Die Beurteilung des Body Condition Scores erfolgt nach einem vorgegebenen Schema, das die Kriterien für die Punktevergabe beschreibt. Trotzdem ist die letztendliche Beurteilung immer durch den subjektiven Eindruck des Untersuchers gefärbt. Da jedoch alle Beurteilungen von derselben Person erstellt wurden, ist nicht von einer systematischen Abweichung zwischen den Gruppen auszugehen. Daher ist anzunehmen, dass Tiere in einem ähnlichen Ernährungszustand auch den gleichen Score zugewiesen bekommen und somit die Vergleichbarkeit innerhalb der Gruppe für diese Untersuchung gewährleistet ist.

## **5.2 Beantwortung der Fragestellung**

Diese Untersuchung sollte die Fragestellung beleuchten, welche Auswirkung ein unterschiedliches Energieangebot während der Aufzucht auf Wachstum und Gewichtsentwicklung von Warmblutfohlen hat und daraus Fütterungsempfehlungen für das erste Lebensjahr ableiten.

### **5.2.1 Energieaufnahme der Fohlen**

#### **5.2.1.1 Raufutteraufnahme**

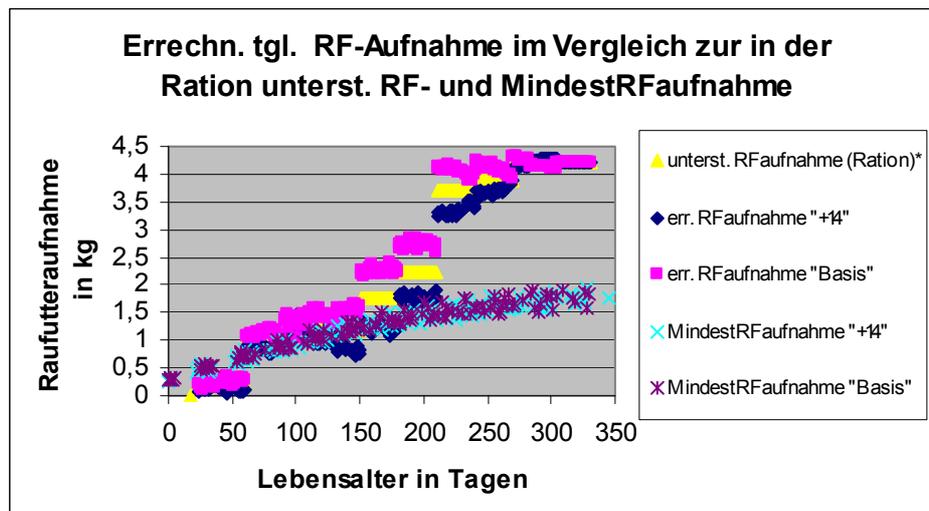
Da die Fohlen während der Säugeperiode in gemischten Gruppen in den Laufabteilungen aufgestellt waren und nach dem Absetzen nach Geschlecht getrennt wurden, waren über die gesamte Dauer der überwachten Aufzuchtperiode in jeder Laufabteilung sowohl Tiere der Gruppe „Plus 14“ als auch der Gruppe „Basis“ eingestellt. Somit lassen sich nur rechnerisch Rückschlüsse darauf ziehen, wieviel Raufutter die einzelnen Fohlen aufgenommen haben müssen, um eine insgesamt parallel verlaufende Gewichtsentwicklung durchzumachen.

Dafür wurde die insgesamt von der Gesamtgruppe aller Fohlen gefressene Raufuttermenge auf das einzelne Fohlen anteilig umgelegt. Für die Differenz der Energieaufnahme aus der Kraftfütterration wurde das Äquivalent in Raufutter errechnet und diese Raufuttermenge zu dem aus der Gesamtraufuttermenge berechneten Anteil des einzelnen Fohlens hinzuaddiert (Gruppe „Basis“) bzw. von diesem abgezogen (Gruppe „Plus 14“). Die sich daraus ergebenden Raufuttermengen wurden als tatsächlich gefressene Raufuttermenge für die Fohlen der jeweiligen Gruppe unterstellt. Die im Raufutter enthaltene verdauliche Energie ist zwar von der Verwertbarkeit nicht gleichzusetzen mit der Energie aus Kraftfutter, hier stößt jedoch eine genaue Berechnung an die Grenzen des derzeit verfügbaren Wissens über die Energiebewertung und die Umsetzbarkeit von verdaulicher Energie beim Pferd. Daher sind die rechnerischen Ergebnisse als Anhaltspunkte anzusehen, die nicht im vollen Umfang der tatsächlich gefressenen Energiemenge gleichgesetzt werden können.

Um abschätzen zu können, ob sich die anhand dieser Berechnung unterstellte Raufutteraufnahme in realistischen Größenordnungen bewegt, wurde aus den erhobenen Körpergewichten der Fohlen die Mindestmenge an Raufutter pro Tag nach der Formel „0,5-0,8 kg Raufutter pro 100 kg Lebendmasse und Tag“ errechnet. Nach Meyer und Coenen (2002) muss mindestens diese Raufuttermenge täglich jedem Pferd zugeteilt werden, um dem

Kaubedürfnis der Tiere Rechnung zu tragen und die Fütterung artgerecht für den Magen-Darm-Trakt zu gestalten. Diese Faustformel trifft allerdings erst ab etwa dem dritten Lebensmonat zu, da nach Meyer und Coenen (2002) in den ersten beiden Lebensmonaten täglich nur spielerisch wenige hundert Gramm Raufutter aufgenommen werden.

Abbildung 18 zeigt die errechnete tägliche Raufutteraufnahme beider Gruppen im Vergleich zur in der Rationsberechnung unterstellten Raufutteraufnahmemenge und zu der für die Fohlen individuell berechneten Mindestraufutteraufnahmemenge.



\* Basierend auf der Gesamtraufutteraufnahme

**Abbildung 18: Errechnete tägliche Raufutteraufnahme (in kg) im Vergleich zur in den Rationen unterstellten Raufutteraufnahme und zur Mindestraufutteraufnahme**

Dabei zeigt sich, dass zumindest rechnerisch für den Zeitraum der deutlich unterschiedlichen Kraftfutteraufnahme etwa ab Tag 150 bis etwa Tag 250 durchaus realistische Raufutteraufnahmen unterstellt wurden. Daher ist davon auszugehen, dass die unterschiedliche Energieaufnahme aus dem Kraftfutter über eine unterschiedliche Raufutteraufnahme kompensiert worden ist. Dies führt, zumindest für ein Raufutter, das in Qualität, Zusammensetzung und Schmackhaftigkeit dem in dieser Studie zur Anwendung gekommenen entspricht, zu dem Schluss, dass eine erhöhte Gabe von Kraftfutter in der Aufzucht zu einer Reduktion der aufgenommenen Raufuttermenge führt. Insofern ist die Gefahr der Überfütterung bei Verwendung eines dem Raufutter dieser Studie vergleichbaren Raufutters weniger groß als bisher angenommen wurde.

### 5.2.1.2 Energieaufnahme der Gesamtgruppe aller Fohlen

Wie Tabelle 59 zeigt, lag die aus der Energieaufnahme aus dem Kraftfutter und der unterstellten Energieaufnahme aus Raufutter, Grünfutter und Muttermilch errechnete Energieaufnahme der Fohlen im Mittel aller Tiere beider Gruppen ab dem dritten Monat deutlich unter den Empfehlungen von Meyer und Coenen (2002) für eine moderate Aufzuchtintensität, obwohl die Fohlen entsprechend den Vorgaben für die restriktive Aufzucht an Gewicht zunahmen. Eine Unterschätzung der Futteraufnahme der Fohlen insgesamt ist unwahrscheinlich, da die Kraftfutterzuteilung individuell erfolgte und die Raufutteraufnahme der Gesamtgruppe aller Fohlen entsprechend der Zuteilung berechnet wurde. Es kann, wie bereits erwähnt, allenfalls zu einer Überschätzung der Aufnahme gekommen sein. Eine entsprechend hohe Strohaufnahme ist äußerst unwahrscheinlich, zumal nicht täglich eingestreut wurde, aber ausreichend Heu oder Heulage zur Verfügung standen. Dies legt den Schluss nahe, dass die Empfehlungen zur Energieversorgung der GfE (1994) für diese Altersgruppe überschätzt sind. Da die Rationen, die anhand der Empfehlungen berechnet und verfüttert wurden, sich an den Vorgaben für Pferde mit einem Endgewicht von 600 kg orientieren, ist zusätzlich von einer weiteren Überschätzung des relativen tatsächlichen Bedarfes auszugehen, da die meisten Warmblüter der heutigen Zucht im Mittel ein Endgewicht von über 600 kg erreichen, was nach den eigentlichen Bedarfsnormen eher noch höhere Rationen erforderlich machen würde.

Erst mit knapp 150 Tagen nahmen die Fohlen so viel Energie auf, wie sie laut Empfehlungen (GfE 1994) fressen sollten. Kurze Zeit darauf begann die Entwicklung des BCS von den Empfehlungen allmählich nach oben abzuweichen. Da die Kraftfutterfütterung zweimal täglich erfolgte, indem alle Tiere für jeweils eine Stunde angebunden wurden, war die Aufnahmezeit der Kraftfutterration begrenzt. Möglicherweise wäre bereits zu einem früheren Zeitpunkt als im fünften Lebensmonat eine vollständige Aufnahme der den Fohlen zgedachten Ration erfolgt, wenn die Tiere zeitlich unbegrenzt Zugang zu ihrer individuellen Kraftfutterration hätten haben können. Allerdings wäre dann vermutlich noch früher eine Abweichung des BCS nach oben zu verzeichnen gewesen und der BCS im Verlaufe der Aufzuchtperiode auf noch höhere Werte angestiegen als es unter dem Fütterungsmanagement dieser Studie der Fall war.

Anhand von Energieaufnahme und Gewichtsentwicklung, insbesondere auch nach der Futterreduktion, lässt sich der Bedarf wie folgt eingrenzen: Vom 90. Lebenstag an eine

allmähliche Steigerung des Energieangebots bis auf 68 MJ DE bis zum 150. Tag, danach bis etwa 2 Monate nach dem Absetzen weiterhin 68 MJ DE pro Tag, im Anschluss daran etwa 65 MJ DE pro Tag, um eine moderate Aufzuchtintensität zu erreichen.

**Tabelle 59: Unterstellte durchschnittliche tägliche Energieaufnahme (MJ DE/Tag) der Gesamtgruppe aller Fohlen im Vergleich zu den Empfehlungen der GfE (1994)**

Lebenstag	MW Gesamtration gesamt	n	Bedarf GfE (1994)
0 bis 30	42	(218)	
31 bis 60	50	(930)	
61 bis 90	64	(930)	73
91 bis 120	69	(930)	73
121 bis 150	73	(930)	73
151 bis 180	70	(930)	73
181 bis 210	69	(926)	74
211 bis 240*	67	(897)	74
241 bis 270	62	(795)	74
271 bis 300	58	(636)	74
301 bis 346	57	(362)	74

\* In ungefähr diesem Alter begann die Futterreduktion auf ca. 80% des Bedarfs nach GfE (1994)

### 5.2.1.3 Energieaufnahme der Gesamtgruppe in Prozent des Bedarfs nach GfE (1994)

Die unterstellte Energieaufnahme in Prozent des von der GfE (1994) angegebenen Bedarfs für die jeweilige Aufzuchtperiode der Gesamtgruppe erreichte, wie in Abbildung 19 dargestellt, erst in einem Alter von etwa 150 Tagen die Höhe der Vorgaben. Aufgrund der Futterreduktion auf knapp 80% der Vorgaben sank die Energieaufnahme in Prozent des Bedarfes nach GfE (1994) dann deutlich ab.

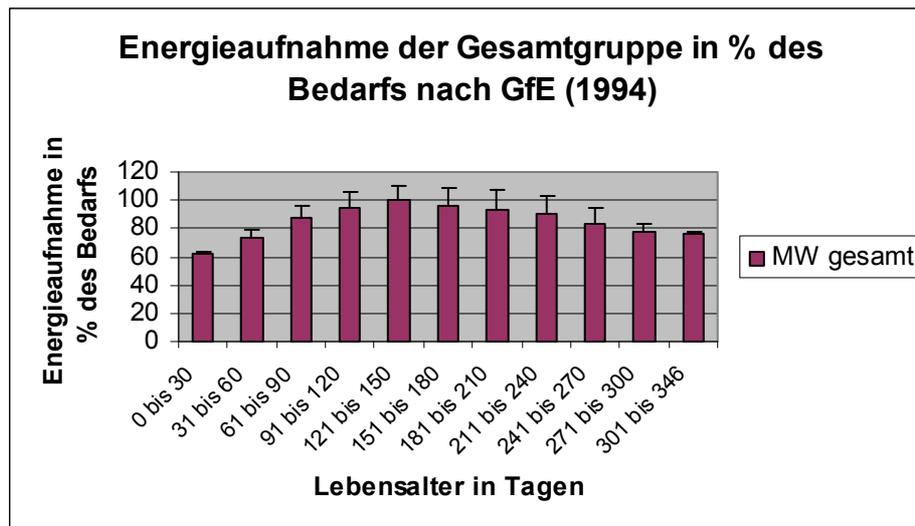


Abbildung 19: Energieaufnahme der Gesamtgruppe in % des Bedarfs nach GfE (1994)

#### 5.2.1.4 Energieaufnahme pro kg Zuwachs

Um einen Rückschluss auf die Verwertung der Energie für den Zuwachs an Körpermasse ziehen zu können, wurde von einem Erhaltungsbedarf von 0,6 MJ DE pro kg metabolischer Körpermasse und Tag ausgegangen (Kamphues et al. 2004). Der verbleibende Anteil an Energie aus der Gesamtration wurde für den täglichen Zuwachs an Körpermasse veranschlagt. Die durchschnittliche mittlere Energieaufnahme pro kg Zuwachs der Gesamtgruppe der Fohlen während der Zeitdauer der Studie betrug bis zu einem Alter von 150 Tagen im Mittel 29,50 MJ DE pro kg, der Median lag bei 29,37 MJ DE pro kg Zuwachs. Vom 151. Lebenstag bis zum Beginn der Futterreduktion betrug der Mittelwert 39,90 MJ DE pro kg Zuwachs, der Median 35,31 MJ DE pro kg. Dies lässt sich dahingehend deuten, dass bis zum Alter von etwa 150 Tagen mehr Protein angesetzt wurde und später mehr Fett. Dies deckt sich auch mit der Beobachtung aus der eigenen Studie, dass ab einem Alter von etwa 150 Tagen der BCS als Maß für die äußerlich zugänglichen Fettreserven vermehrt anzusteigen begann.

#### 5.2.1.5 Unterschiede zu einigen früheren Wachstumsstudien

Thompson et al. (1988c) beobachteten in ihrer Studie an Absetzern (Vollblut-Quarter Horse-Kreuzung) bei den über dem gültigen Bedarf nach NRC (1978) gefütterten Tieren nicht nur höhere Gewichtszunahmen, sondern auch ein erhöhtes Wachstum von Körpergröße und Länge des Röhrebeins der Hinterhand im Vergleich zu der nach Bedarf des NRC (1978) gefütterten Kontrollgruppe. Diese zu den eigenen Beobachtungen im

Widerspruch stehende Beobachtung beruht vermutlich auf dem bei Thompson et al. (1988c) zur Verwendung gekommenen Raufutter in Form von Leguminosen-Gras-Heu. In der Studie finden sich zwar keine Angaben zu Analysewerten des Raufutters, jedoch ist aufgrund von Tabellenangaben (Meyer und Coenen, 2002; Kamphues et al., 2004) von einer etwas höheren Energiedichte und einem höheren Proteingehalt auszugehen, des Weiteren ist auch von einer in aller Regel größeren Schmackhaftigkeit und daher besseren Akzeptanz von leguminosenhaltigem Raufutter auszugehen als bei dem in der eigenen Studie verabreichten Raufutter. Dies dürfte zu einer früheren und vollständigen Aufnahme der entsprechenden Raufuttermenge geführt haben. Aufgrunddessen, dass es sich bei den zur Untersuchung gekommenen Tieren um Kreuzungen aus Vollblut und Quarter Horse gehandelt hat, könnten die Absetzer auch insgesamt leichtfuttriger als die in der eigenen Studie untersuchten Tiere gewesen sein, was bei einer Fütterung über den tatsächlichen Bedarf hinaus mehr Gewebeansatz nach sich gezogen haben könnte als bei schwerfuttrigen Individuen.

Auch in einer anderen Studie von Thompson et al. (1988b) an Fohlen der Rassen Vollblut, Quarter Horse und Kreuzungen aus diesen beiden Rassen wird von erhöhten Körpergewichts- und Körpergrößenzunahmen und Zunahmen der Röhrbeinlänge der Hinterhand der supplementierten im Vergleich zur Kontrollgruppe berichtet. Es fehlen Angaben zu Art und Zusammensetzung des Raufutters. Nach Angaben von Lawrence et al. (2000) besteht in Kentucky das übliche Raufutter aus Luzerne, Timothy- oder Orchardgrass oder aus Luzerne-Gras-Mischungen, in Zentral-Kentucky ist das populärste Raufutter Luzerne. Es ist daher davon auszugehen, dass bei Thompson et al. (1988b) das in Kentucky übliche Raufutter, nämlich Luzerne oder ein Luzerne-Gras-Gemisch als Heu zum Einsatz kam, zumal in der oben genannten Studie von Thompson et al. (1988c) ebenfalls ein Leguminosen-Gras-Gemisch verwendet wurde. Nach Crozier et al. (1997) und Gibbs und Davison (2003) besitzt Luzerne neben einer auch von Lawrence (2000) bestätigten höheren Verdaulichkeit zusätzlich eine größere Schmackhaftigkeit als die zum Vergleich untersuchten Grasheuarten. Auch dies würde die unterschiedlichen Ergebnisse der oben genannten Studien im Vergleich zu den eigenen Daten über eine unterschiedliche Verdaulichkeit und Schmackhaftigkeit des Raufutterangebotes erklären.

Auch Ott und Asquith (1986) stellten in ihrer Studie Unterschiede im Skelettwachstum und der Knochenentwicklung der ad libitum gefütterten Jährlinge im Vergleich zu den nach Bedarf des NRC (1978) ernährten Tieren fest, Gewicht und Brustumfang nahmen stärker zu und auch die Zuwachsraten von Widerristhöhe, Körperlänge und Hüfthöhe lagen signifikant über den Werten der Kontrollgruppe. In dieser Studie kam als Raufutter „Coastal

Bermudagrass hay“ zum Einsatz. Dies zeigt, dass bei einer ad libitum-Fütterung durchaus eine erhöhte Zunahmerate verschiedener Wachstumsparameter zu erreichen ist. In der eigenen Studie war dies vermutlich deshalb nicht der Fall, weil die Futteraufnahmedauer auf zweimal tägliche eine Stunde begrenzt war. Bei einer unbegrenzten Futteraufnahmezeit wäre vermutlich eine deutlich frühere Aufnahme der gesamten vorgelegten Kraftfuttermenge erfolgt und damit auch eine Beeinflussung der Wachstumsparameter zu erwarten gewesen.

### 5.2.1.6 Kraftfutter-Raufutterverhältnis in den Rationen

Nach Angaben von Pagan (1998) variiert das Kraftfutter/Raufutterverhältnis in Rationen für Vollblüter zwischen 70/30 und 35/65 für 6 Monate alte Fohlen und zwischen 66/33 und 20/80 für Jährlinge. In einer britischen Studie von Harris (1999) wiesen typische Rationen für Vollblüter ein Kraftfutter/Raufutterverhältnis von 60/40 für 6 Monate alte Fohlen und von 50/50 für Jährlinge auf. Austbø (2005) gibt für Warmblüterrationen an, dass diese üblicherweise ein niedrigeres Kraftfutter/Raufutterverhältnis besitzen als Rationen für Vollblüter.

Im Verlaufe der Aufzucht im Rahmen der eigenen Studie fanden sich folgende, in Tabelle 60 dargestellte, Kraftfutter/Raufutterrelationen in den angebotenen Rationen:

**Tabelle 60: Kraftfutter/Raufutterverhältnis der angebotenen Rationen, bezogen auf den TS-Gehalt der verwendeten Futtermittel (Zahlen gerundet)**

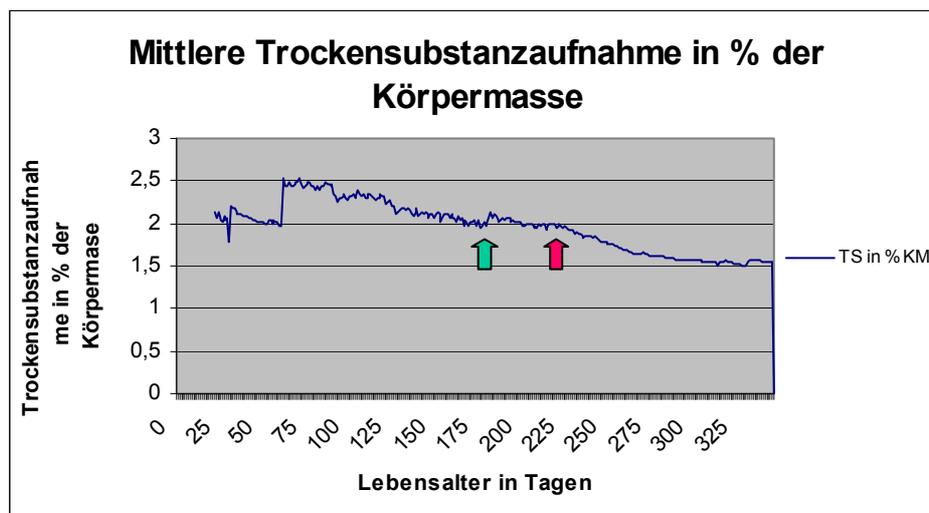
Lebensmonat	"+ 14"	"+ 14" nach Abs.	"Basis"	"Basis" nach Abs.	nach Futt.red.
2.	95 : 5		90 : 10		
3.	80 : 30		70 : 30		
4.	75 : 25		66 : 33		
5.	75 : 25	66 : 33	66 : 33		
6.	66 : 33	60 : 40	60 : 40	55 : 45	50 : 50
7.	60 : 40	60 : 40	50 : 50	50 : 50	45 : 55
8.	60 : 40	55 : 45	50 : 50	50 : 50	45 : 55
9.	60 : 40	55 : 45	50 : 50	50 : 50	40 : 60
10.	60 : 40	55 : 45	50 : 50	50 : 50	40 : 60

Im Vergleich mit den Angaben von Pagan (1998) und Harris (1999) ergibt sich ein relativ ähnliches Kraftfutter/Raufutterverhältnis der eigenen Rationen, die Equine Section der University of Kentucky (1998) gibt sogar noch etwas höhere Kraftfutter/Raufutterverhältnisse

für Absetzer an. Demzufolge wurden die Fohlen der eigenen Studie nicht mit einem höheren Kraftfutteranteil als nach Literaturangaben üblich versorgt.

## 5.2.2 Trockensubstanzaufnahme in Prozent der Körpermasse

Die mittlere Trockensubstanzaufnahme aus der Gesamtration für die Gesamtgruppe aller Fohlen wurde aus dem gesamten täglichen Kraft- und Raufutterverbrauch zuzüglich der geschätzten täglichen Milch- und Weidegrasaufnahme errechnet. Im Vergleich mit der Körpermasse ergibt sich die in Abbildung 20 dargestellte mittlere tägliche Trockensubstanzaufnahme aus der Gesamtration in Prozent der Körpermasse für die Gesamtgruppe aller Fohlen. Dabei zeigt sich, dass diese sich innerhalb der von Meyer und Coenen (2002) angegebenen Grenzen für die Trockensubstanzaufnahme von 2,5-3,5% des Körpergewichtes für Saugfohlen bewegt. Die maximale Trockensubstanzaufnahme Kapazität der Fohlen wurde also nicht völlig ausgeschöpft.



Grüner Pfeil: ungefährender Zeitpunkt des Absetzens    Roter Pfeil: ungefährender Zeitpunkt der Futterreduktion

Abbildung 20: Mittlere tägliche Trockensubstanzaufnahme aus der Gesamtration in % der Körpermasse

## 5.2.3 Gewichtsentwicklung

### 5.2.3.1 Gewichtsentwicklung der Fohlen

Um eine objektive Beurteilung der Gewichtsentwicklung vornehmen zu können, müssen verschiedene Vergleichsparameter herangezogen werden.

### 5.2.3.1.1 Gewichtsentwicklung im Literaturvergleich

Die Gewichtsentwicklung der in der eigenen Arbeit zur Untersuchung gekommenen Tiere deckt sich mit der der bei Foß (1938) gewogenen Württemberger Warmblüter. Diese stellen allerdings einen etwas schwereren Typ des Warmblüters dar. Die von Stegen (1929a) vermessenen Hannoveraner liegen deutlich unter diesen Werten und die bei Drögemüller (1936) untersuchten Brandenburger zeigen nur bis zum Alter von etwa 100 Tagen eine sich mit den Messdaten dieser Studie deckende Entwicklung, um dann ebenfalls eine deutlich flacheren Kurvenverlauf einzuschlagen, wie sich aus Abbildung 21 entnehmen lässt.

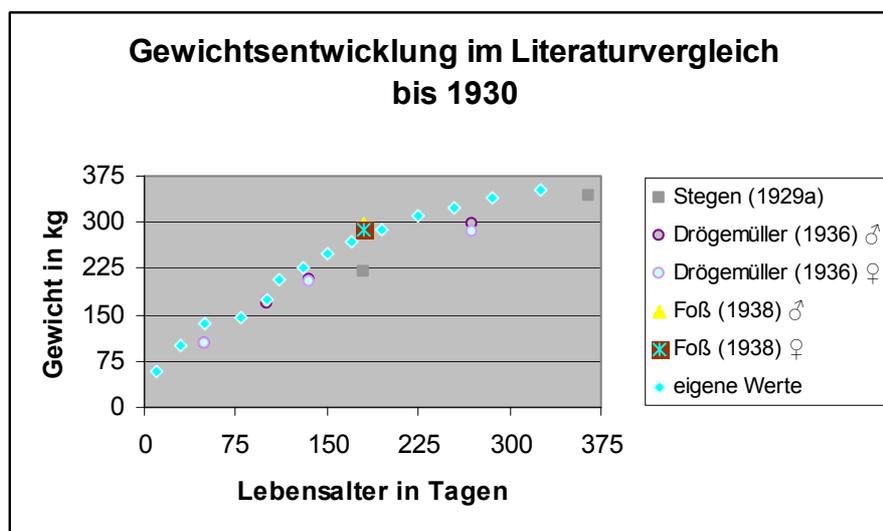


Abbildung 21: Gewichtsentwicklung im Vergleich zu Werten in der Literatur bis 1930

Abbildung 22 zeigt die Gewichtsentwicklung der Fohlen der eigenen Studie im Vergleich mit Studien seit 1930. Dabei fällt auf, dass die von Kröning (1942) untersuchten Brandenburger im Vergleichszeitraum höhere Gewichte erreichen als die Pferde der eigenen Untersuchung. Dies liegt vermutlich daran, dass die Brandenburger zur damaligen Zeit als verhältnismäßig schwerer Schlag gezüchtet wurden und daher ein insgesamt höheres Endgewicht erreicht haben dürften als die in der eigenen Arbeit gemessenen Bayerischen Warmblutfohlen. Bei den übrigen Studien zeigt sich eine überwiegend parallel verlaufende Gewichtsentwicklung, die eigenen Messdaten liegen geringfügig über den Werten der übrigen Autoren.

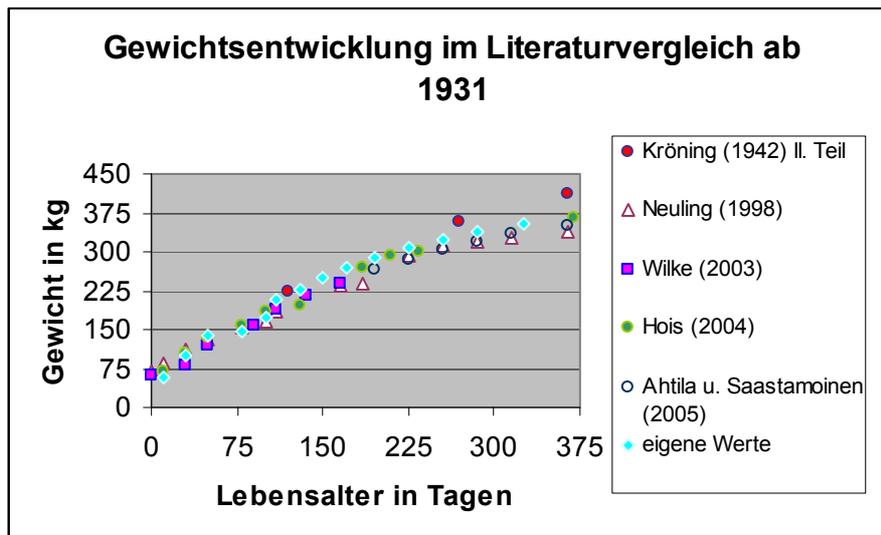
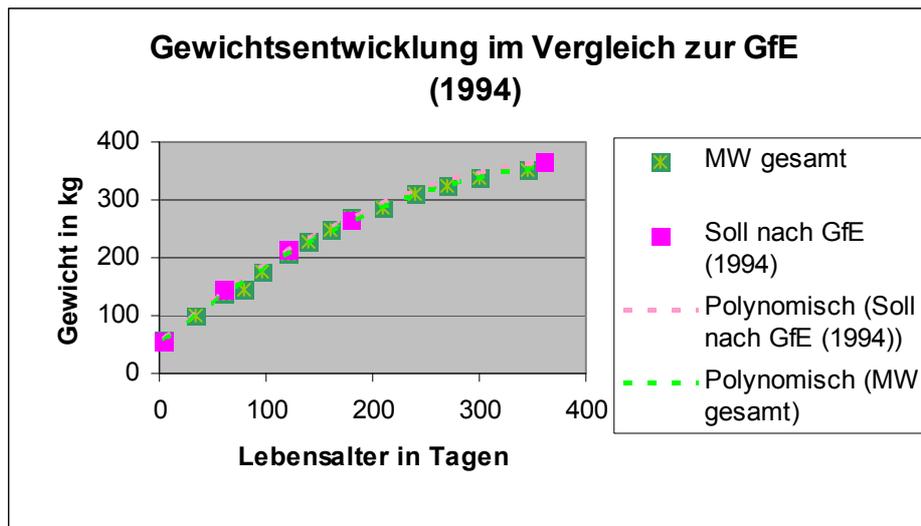


Abbildung 22: Gewichtsentwicklung im Vergleich zu Werten in der Literatur ab 1931

#### 5.2.3.1.2 Gewichtsentwicklung im Vergleich zu den Vorgaben der GfE (1994)

Die Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE 1994) hat neben den Bedarfsnormen für die Aufzucht auch durchschnittliche Angaben der Lebendmasseentwicklung für das wachsende Pferd herausgegeben. In Abbildung 23 ist der Verlauf der Gewichtsentwicklung der Gesamtgruppe aus allen Fohlen im Vergleich zu den GfE-Vorgaben (1994) für ein Endgewicht von 600 kg dargestellt. Dabei fällt auf, dass die Gewichtsentwicklung der Fohlen exakt parallel zu den Angaben der GfE (1994) verläuft. Dies trifft sowohl für den Zeitraum zu, zu dem die Fohlen die Bedarfsvorgaben der GfE (1994) noch gar nicht erreicht hatten, als auch für die Zeitspanne, in der die Fohlen entsprechend den Vorgaben für eine restriktive Aufzucht gefressen haben als auch für den Zeitraum nach der Futterreduktion.



**Abbildung 23: Gewichtsentwicklung (in kg) der Gesamtgruppe aller Fohlen im Vergleich zu den GfE-Vorgaben (1994) für ein Endgewicht von 600 kg**

Dies lässt den Schluss zu, dass, wie oben angeführt, die Bedarfsnormen höher sind als der tatsächliche Bedarf, da nur über einen verhältnismäßig kurzen Zeitraum der betrachteten Aufzuchtperiode der von der GfE (1994) empfohlene Energiebedarf auch tatsächlich gefressen wurde und dennoch die Gewichtsentwicklung gemäß den von der GfE (1994) genannten Vorgaben verlief. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die Gewichtsentwicklung schneller größere Werte erreicht hätte als nach GfE-Angaben (1994) angestrebt, wenn es möglich gewesen wäre, die Fohlen entsprechend frühzeitig zur Aufnahme der ihnen zugedachten Energiemengen für eine moderate Aufzuchtintensität zu bewegen.

### ***5.2.3.1.3 Gewichtsentwicklung im Vergleich zu zugekauften Fohlen aus der Landespferdezucht***

Wie Abbildung 24 zeigt, weisen die Fohlen aus der Landespferdezucht, die im Alter von etwa sechs Monaten zugekauft wurden, deutlich geringere Gewichte auf als die Fohlen, die entsprechend den Bedarfsnormen der GfE (1994) für eine moderate Aufzuchtintensität gefüttert wurden. Auch im Vergleich zur Gesamtgruppe in Abbildung 25 bleibt die Gewichtsentwicklung der Zukauffohlen deutlich zurück. Dies bestätigt erneut die Arbeit von Hois (2004), wonach in der Landespferdezucht eine forcierte Fohlenaufzucht ausgesprochen selten ist.

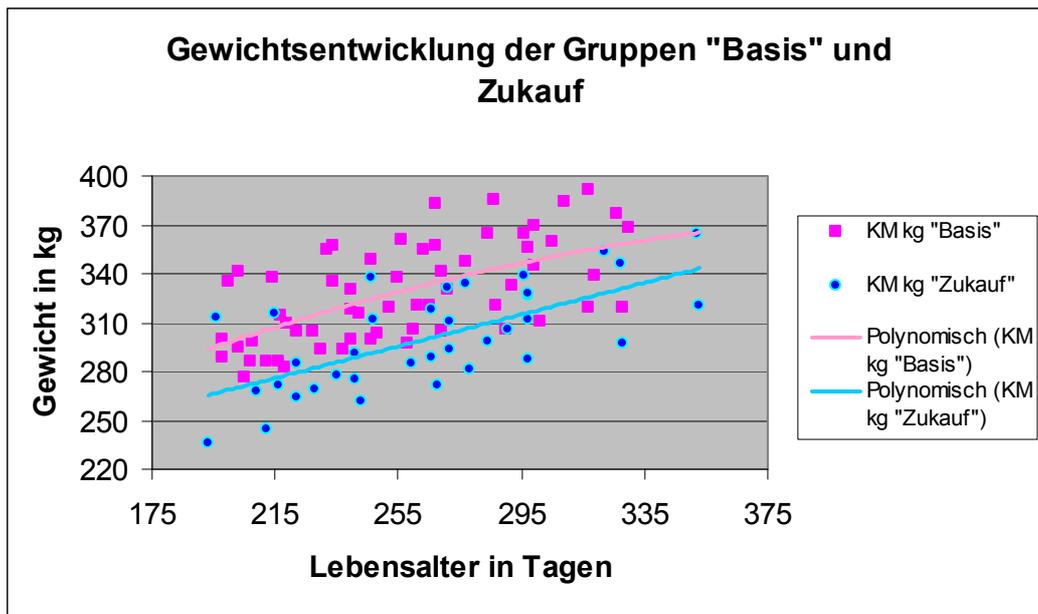


Abbildung 24: Vergleich der Gewichtsentwicklung (in kg) der Gruppe „Basis“ und der Gruppe „Zukauf“

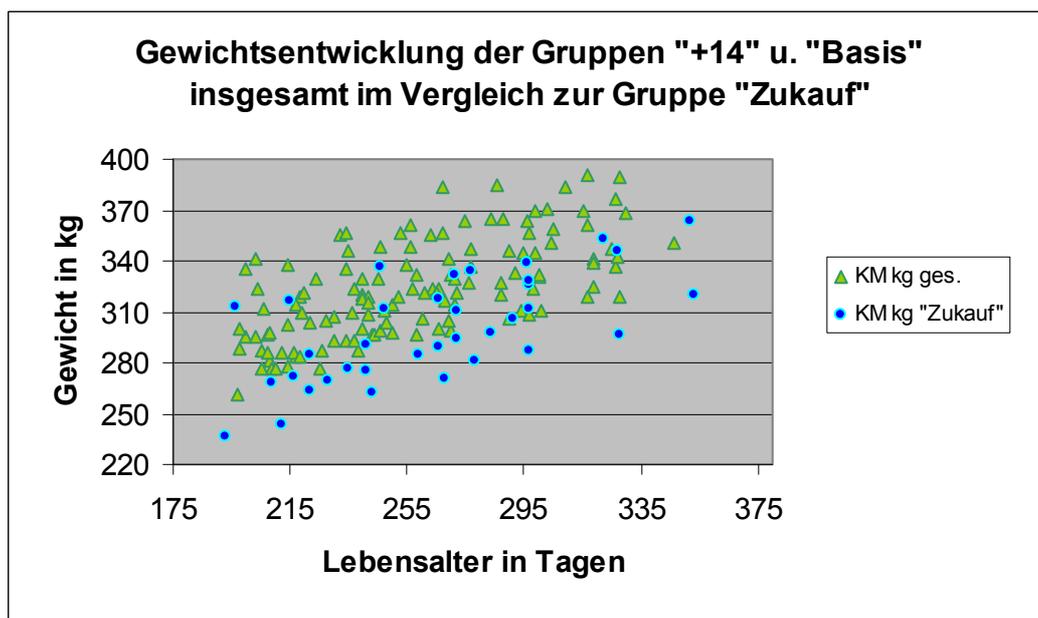


Abbildung 25: Gewichtsentwicklung (in kg) der Gruppe „Zukauf“ im Vergleich zur Gesamtgruppe der Fohlen aus „Plus 14“ und „Basis“

In einer Arbeit von Ellis und Lawrence (1978a) war nach einer extrem reduzierten Fütterung in der darauffolgenden Periode mit „ad libitum“-Fütterung eine kompensatorische Gewichtsentwicklung zu beobachten, die innerhalb von 180 Tagen den Gewichtsunterschied zwischen den Gruppen von 61,4% auf 8,9% reduzierte. Auch de Rezende et al. (2000) ermittelten ein kompensatorisches Wachstum bei Gewicht und Widerristhöhe bei einer erst ab

dem Absetzen mit Kraftfutter zugefütterten Gruppe von Mangalarga Marchadores im Verhältnis zu einer bereits ab dem zweiten Lebensmonat supplementierten Vergleichsgruppe. Dieser Effekt der Kompensation war in der eigenen Studie nicht in diesem Ausmaß zu beobachten. Dies ist vermutlich zum einen auf den deutlich kürzeren beobachteten Zeitraum zurückzuführen, zum anderen wurden die zugekauften Fohlen nicht ad libitum gefüttert und waren durch Absetzen, Stall- und Futterwechsel einem deutlichen Stress ausgesetzt, der vermutlich ebenfalls zu einer Verzögerung der Kompensation in der Gewichtsentwicklung führte.

### **5.2.3.2 Gewichtsentwicklung der Mutterstuten**

Die Gewichtsentwicklung der Stuten zeigt einen deutlichen Einschnitt mit dem Zeitpunkt der Geburt. So nahm das Gewicht, das präpartal vier Wochen vor dem errechneten Geburtstermin erhoben wurde, was letztendlich aufgrund unterschiedlich langer Tragzeiten einem Zeitraum von 63 bis 17 Tagen vor der Geburt entsprach, mit dem Zeitpunkt der Geburt um durchschnittlich mehr als 70 kg ab.

Nach der Geburt ist ein leichter Anstieg des Gewichtes in den ersten vier Wochen post partum zu beobachten, dann aber nimmt das durchschnittliche Gewicht wieder leicht ab, was vermutlich den Belastungen durch die Laktation zuzuschreiben ist. Ab dem vierten Laktationsmonat steigt das durchschnittliche Körpergewicht der Stuten dann allmählich wieder an, was wohl der ab diesem Monat wieder langsam abnehmenden Milchleistung geschuldet ist.

Insgesamt zeigt das Gewicht der Stuten eine an den Verlauf der Laktationskurve angepasste Entwicklung, die von einem durch die vorangegangene Hochträchtigkeit, die kurz vor der Geburt durch die Raumforderung des wachsenden Fetus eventuell die Raufutteraufnahme einschränkt, und durch die Belastungen der Geburt postpartal mehr oder weniger niedrigen Ausgangsgewicht ausgeht.

In Abbildung 26 ist das Gewicht der Mutterstuten während der Trächtigkeit und Laktation relativ zu dem Gewicht, das die jeweilige Mutterstute beim Absetztermin aufwies, dargestellt. Dieses Gewicht wurde als Bezugsgewicht gewählt, da es vermutlich dem durchschnittlichen Gewicht der jeweiligen Stute am nächsten kommt, weil zu diesem Zeitpunkt die

Beanspruchung durch die Milchleistung nur noch relativ gering, die Trächtigkeit jedoch in aller Regel noch nicht so weit fortgeschritten ist, dass sie einen nennenswerten Einfluss auf das Körpergewicht der Stute ausüben würde. Anhand der Daten lässt sich ersehen, dass die Stuten in den letzten Wochen der Trächtigkeit etwa 105 bis 115% ihres durchschnittlichen Gewichtes außerhalb der Trächtigkeit erreichten, allerdings mit einer gewissen interindividuellen Varianz. Dies deckt sich mit Angaben von Meyer und Stadermann (1991), die postulierten, dass eine Stute vor der Geburt etwa 13 bis 14% schwerer sein müsse als im nichttragenden Zustand. Direkt nach der Geburt waren Werte zwischen 89 und 107% des durchschnittlichen Körpergewichtes zu verzeichnen, im Laufe der Laktation näherten sich die Werte dann allmählich dem für die jeweilige Stute als Durchschnittsgewicht angesehenen Absetzgewicht an. Die Stuten wiesen über den gesamten Beobachtungszeitraum, beginnend etwa vier Wochen vor der Geburt bis zum Absetzen, BCS-Werte zwischen etwa 5,0 und 5,5 auf, was dem für die Stuten angestrebten Ernährungszustand entspricht. Aufgründdessen ist anzunehmen, dass eine Gewichtszunahme der Stuten im Laufe der Trächtigkeit auf etwa 115% des Durchschnittsgewichtes als physiologisch anzusehen ist, ebenso wie eine relativ breite Streuung der Werte nach der Geburt und während der Laktation innerhalb eines Bereiches von etwa 90 und 105% des jeweiligen „Normalgewichtes“ der Stute.

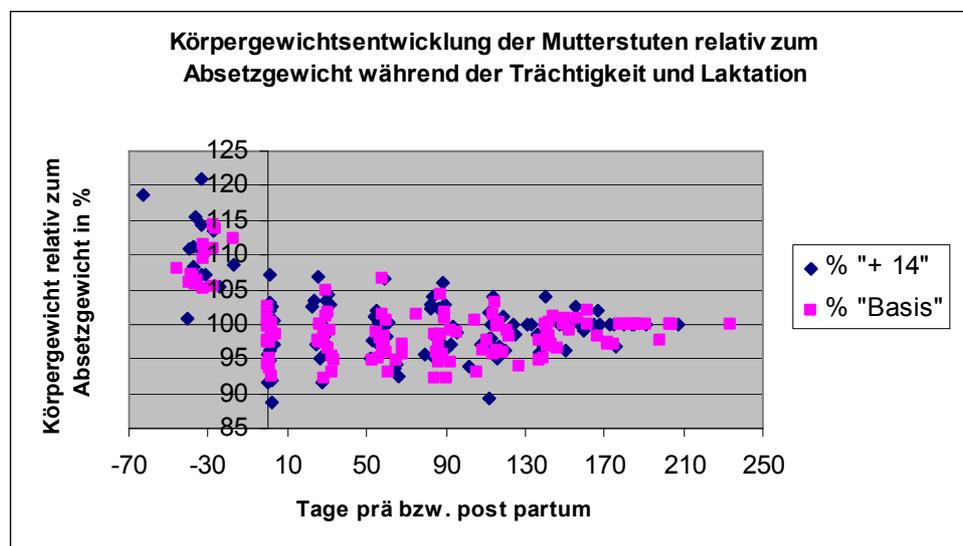


Abbildung 26: Entwicklung des Körpergewichts der Mutterstuten während der Trächtigkeit und Laktation relativ zum Körpergewicht beim Absetzen (in %)

### 5.2.3.3 Abschätzung der Körpermasse der Fohlen

Aus den erhobenen Messwerten der verschiedenen Parameter wurde das Gewicht der Fohlen nach den von Hois (2004) erstellten Schätzgleichungen ermittelt und mit den tatsächlichen Gewichten verglichen. Dabei zeigte sich, dass die Gleichungen für einen Körperumfang von 226 bis 310 cm und von 311 bis 365 cm sehr genau mit dem gemessenen Gewicht übereinstimmen. Bei der Gleichung für den Körperumfang bis 225 cm ergaben sich deutlichere Abweichungen zwischen dem geschätzten und tatsächlichen Gewicht, vor allem im Bereich zwischen 45 und 75 kg, wobei es sowohl zu Über- als auch zu Unterschätzungen des Gewichtes kam. Die Korrelationen zwischen geschätztem und gemessenem Gewicht sind in den Abbildungen 27, 28 und 29 dargestellt.

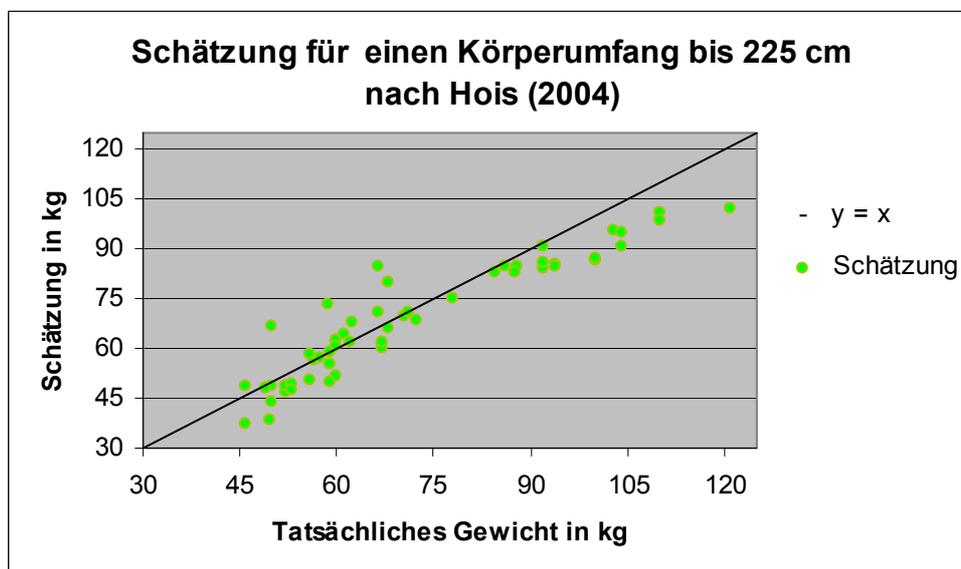
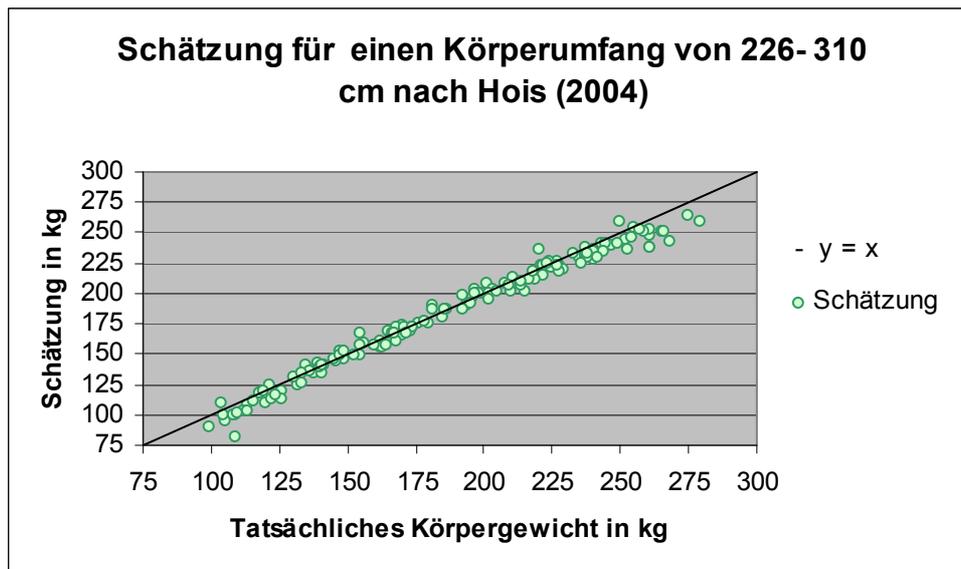
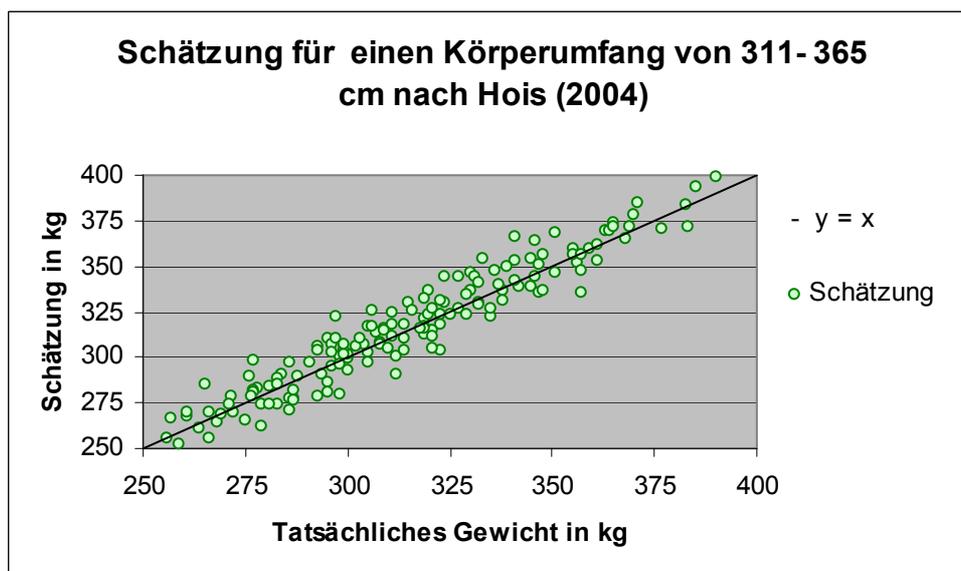


Abbildung 27: Korrelation zwischen geschätztem und tatsächlichem Gewicht für einen Körperumfang bis 225 cm,  $r = 0,9317$



**Abbildung 28: Korrelation zwischen geschätztem und tatsächlichem Gewicht für einen Körperumfang von 226 bis 310 cm,  $r = 0,9903$**



**Abbildung 29: Korrelation zwischen geschätztem und tatsächlichem Gewicht für einen Körperumfang von 311 bis 365 cm,  $r = 0,9582$**

Um eine bessere Korrelation zwischen dem tatsächlichen und dem geschätzten Gewicht bei einem Körperumfang bis 225 cm zu erreichen, wurde eine neue Schätzgleichung für einen Körperumfang bis 225 cm erstellt, die zumindest für die eigenen Daten eine bessere Korrelation zwischen geschätztem und tatsächlichem Gewicht ergibt.

Unter Einbeziehung der Parameter Halsumfang (HU), Brustumfang (BU), Körperumfang (KU) und Röhrenumfang (RB) wurde folgende Gleichung erstellt:

$$KG = -160,511 + 0,334 * KU + 1,191 * BU + 0,652 * HU + 1,516 * RB$$

Mit dieser Formel konnte ein adjustiertes Bestimmtheitsmaß  $r^2$  von 0,9644 erreicht werden. In Abbildung 30 ist die Korrelation des nach der obigen Formel geschätzten und des gemessenen Gewichtes dargestellt.

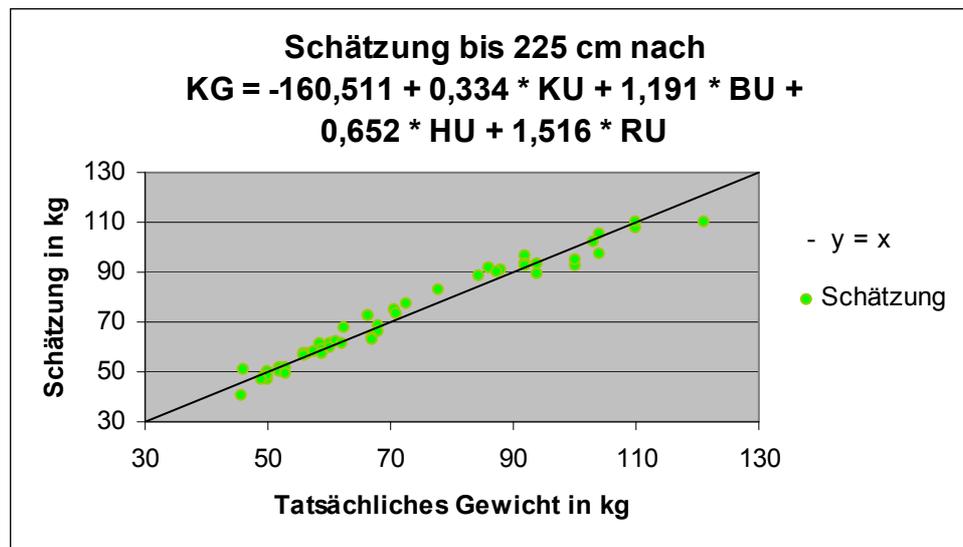
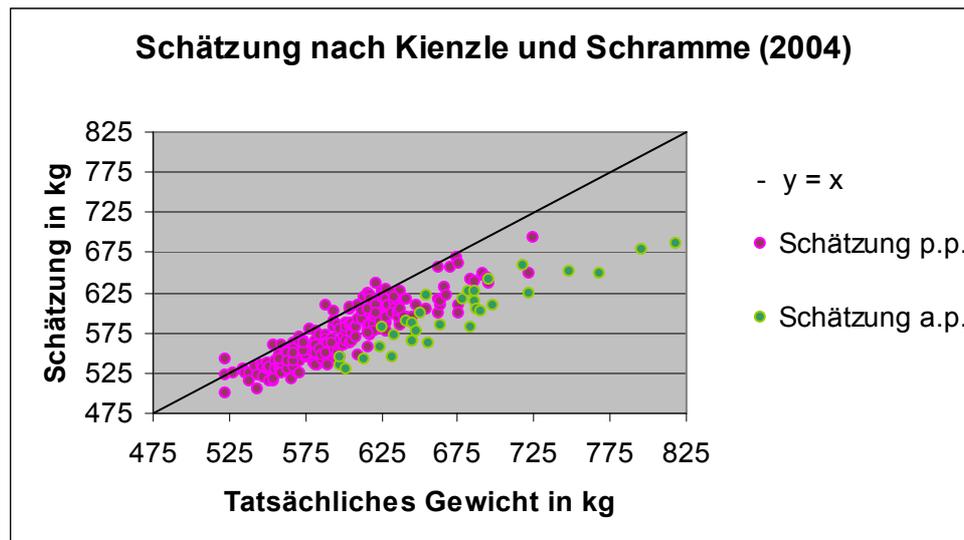


Abbildung 30: Korrelation zwischen geschätztem und tatsächlichem Gewicht für einen Körperumfang bis 225 cm nach der Formel  $KG = -160,511 + 0,334 * KU + 1,191 * BU + 0,652 * HU + 1,516 * RB$ ,  $r = 0,9834$

#### 5.2.3.4 Abschätzung der Körpermasse der Mutterstuten

Das Körpergewicht der Mutterstuten wurde mithilfe der Formel nach Kienzle und Schramme (2004) geschätzt und mit dem tatsächlich gemessenen Körpergewicht verglichen, wie in Abbildung 31 ersichtlich. Dabei fiel auf, dass das Gewicht post partum insgesamt eher leicht unterschätzt wurde. Zu einer etwas deutlicheren Unterschätzung des Gewichtes kam es, wenn die Stuten ante partum in der Hochträchtigkeit mithilfe der Formel geschätzt wurden. Dies lässt sich dadurch erklären, dass sich der Fetus im caudalen Bereich des Rumpfes der Stute befindet, ein Bereich, der selbst bei der Messung des Körperumfanges, dem einzigen Parameter, bei dem diese Region mitbestimmend wirkt, nur einen geringen anteiligen Einfluss auf die endgültige Größe dieses Maßes ausübt.



**Abbildung 31: Korrelation zwischen geschätztem und tatsächlichem Gewicht der Mutterstuten (in kg) nach der Formel von Kienzle und Schramme (2004),  $r$  (p.p.) = 0,8960,  $r$  (a.p.) = 0,9161**

Ante partum wurde bei den Stuten zusätzlich der Leibesumfang an der Stelle der größten Ausdehnung gemessen. Unter Einbeziehung dieses Parameters wurde eine Formel erstellt, die eine bessere Korrelation von geschätztem und tatsächlichem Gewicht ante partum erreicht.

Unter Einbeziehung der Parameter Körperrumfang (KU), Halsumfang (HU), Röhrbeinumfang (RB), Stockmaß (SM), Bandmaß (BM), Kammfett an der Stelle der stärksten Ausprägung (K) und Leibesumfang an der Stelle der größten Ausdehnung (LU) wurde folgende Gleichung erstellt:

$$\mathbf{KG = -1057,706 + 1,763 * KU + 1,687 * HU + 9,868 * RB - 4,579 * SM + 4,552 * BM + 3,131 * K + 2,144 * LU}$$

Mit dieser Formel konnte ein adjustiertes Bestimmtheitsmaß  $r^2$  von 0,9403 erreicht werden. In Abbildung 32 sind im Vergleich die Schätzwerte der Gewichte der tragenden Stuten in Relation zum tatsächlichen Gewicht, berechnet sowohl nach der eigenen Formel als auch nach der Gleichung von Kienzle und Schramme (2004), dargestellt. Dabei zeigt sich eine etwas bessere Annäherung der Schätzwerte an die tatsächlichen Werte nach Berechnung mit der eigenen Formel.

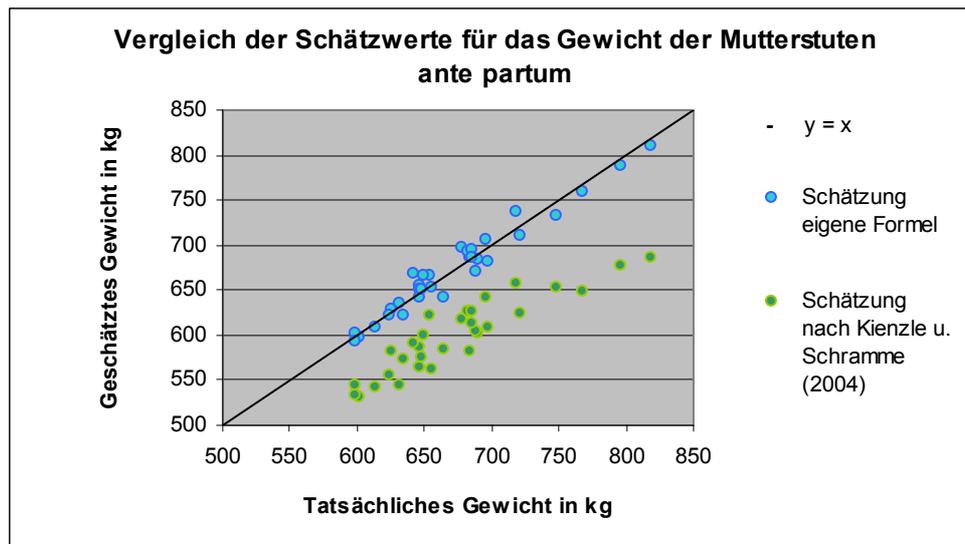


Abbildung 32: Vergleich der Schätzwerte für das Gewicht der Mutterstuten ante partum berechnet nach der Gleichung von Kienzle und Schramme (2004) und nach der eigenen Formel ( $r = 0,9766$ )

## 5.2.4 Wachstum der Fohlen

### 5.2.4.1 Entwicklung der Absolutwerte der Wachstumsparameter

#### 5.2.4.1.1 Körpermaße

Die Entwicklung sämtlicher Absolutwerte der erhobenen Wachstumsparameter verlief bei beiden Gruppen vollkommen parallel. Bei den Parametern Stockmaß, Bandmaß, Röhrbeinumfang und Fessel-Ellbogenmaß war keinerlei Abweichung zum mithilfe der von Hois (2004) zu den jeweiligen Parametern erstellten modifizierten Janoschekfunktion errechneten Erwartungswert festzustellen. Daher ist davon auszugehen, dass mittels der in dieser Studie zur Anwendung gekommenen Futtermittel und Fütterungstechnik keine Energieaufnahme in einem derartigen Ausmaß zu erreichen ist, dass sich ein Einfluss auf die Entwicklung dieser Wachstumsparameter erzielen ließe. Diese Beobachtung, dass die Energieaufnahme keinen sehr großen Einfluss auf das Größenwachstum ausübt, deckt sich mit den Angaben von Thompson et al. (1988c), die zu dem Schluss kommen, dass eine zusätzliche Supplementierung mit Energie sich stärker auf die Gewichtszunahme als auf das Größenwachstum auswirkt.

Für die Parameter Brustumfang, Körperumfang und Halsumfang konnte ab einem Alter von etwa 150 Tagen, dem Zeitpunkt, zu dem die Fohlen die Rationen entsprechend den

Bedarfsnormen der GfE (1994) aufzunehmen begannen, ein Ansteigen der Werte über die errechneten Erwartungswerte aus der modifizierten Janoschekfunktion nach Hois (2004) hinaus ermittelt werden, wie aus den Abbildungen 33, 34 und 35 zu ersehen ist. Erst mit der Reduktion der angebotenen Energiemenge auf ca. 80% der empfohlenen Menge (GfE 1994) glichen sich diese drei Parameter wieder den Erwartungswerten an.

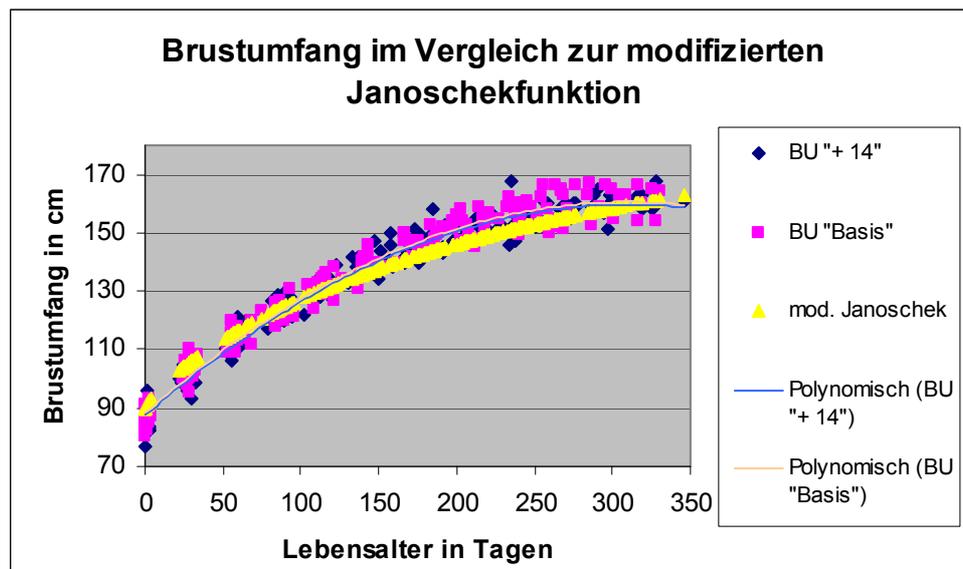


Abbildung 33: Entwicklung des Brustumfangs (in cm) im Vergleich zur modifizierten Janoschekfunktion nach Hois (2004)

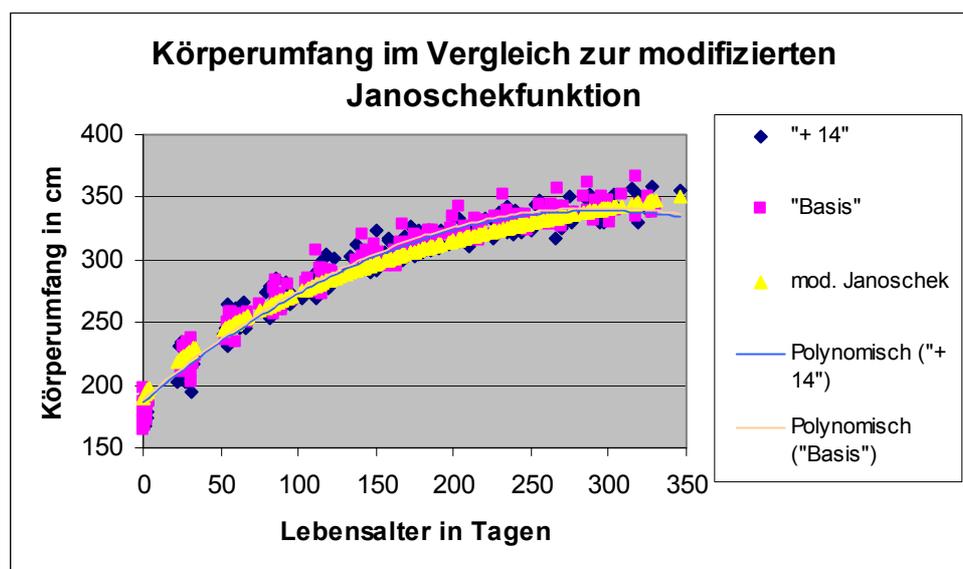
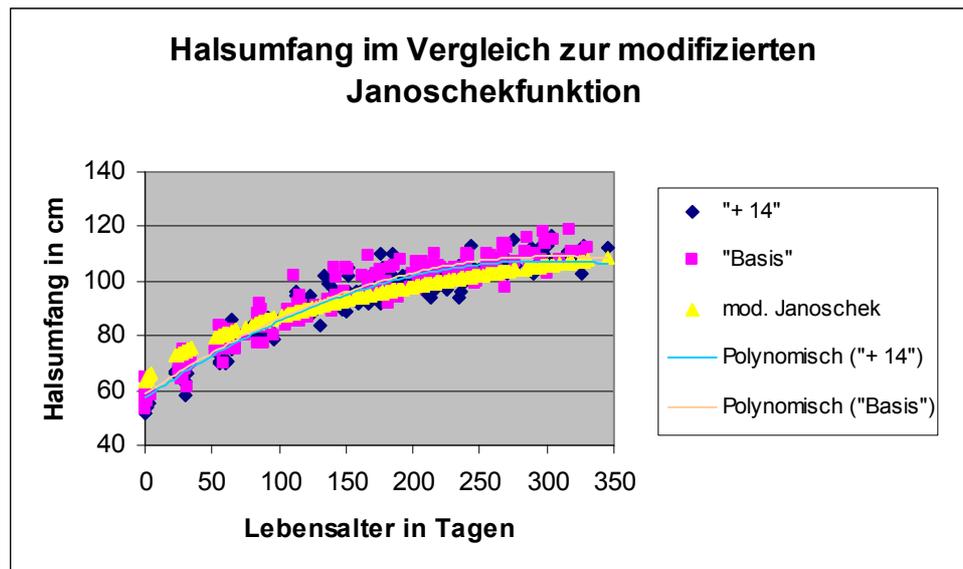


Abbildung 34: Entwicklung des Körperumfangs (in cm) im Vergleich zur modifizierten Janoschekfunktion nach Hois (2004)



**Abbildung 35: Entwicklung des Halsumfangs (in cm) im Vergleich zur modifizierten Janoschekfunktion nach Hois (2004)**

Dies führt zu dem Schluss, dass eine Fütterung mit Rationen in der Größenordnung des empfohlenen Bedarfs nach GfE (2004) dazu führt, dass Brustumfang, Körperumfang und Halsumfang stärker zunehmen, als dies in Relation zu den aus einer repräsentativen Stichprobe der bayerischen Landespferdezucht gewonnenen Erwartungswerten der Fall sein dürfte.

Insbesondere der Körperumfang ist nach Schramme (2003) besonders gut mit dem Körpergewicht korreliert ( $r = 0,86$ ), aber auch der Halsumfang ging in der Erstellung der Schätzgleichung für Warmblüter nach Schramme (2003) als Variable bereits an zweiter Stelle in die vereinfachten Gleichungen ein und besitzt demzufolge einen großen Einfluss bei der Abschätzung des Körpergewichtes. Besonders der Halsumfang ist auch sehr eng an den Ernährungszustand und die körpereigenen Einlagerungen von Fett gekoppelt, was sich ebenfalls in der BCS-Entwicklung widerspiegelt. Entsprechend ist bei der Wachstumskurve des Körperumfangs, aber auch bei Brust- und Halsumfang ein gleichläufiger Trend wie bei der Entwicklung des Körpergewichtes zu erkennen, wobei allerdings der Anstieg des Gewichtes über die errechneten Werte nach der modifizierten Janoschekfunktion noch etwas deutlicher ausfällt als dies bei den anderen Parametern der Fall ist

Dieser Anstieg über die erwarteten Werte hinaus legt ebenfalls den Schluss nahe, dass bei den Empfehlungen der GfE (1994) der Bedarf an Energie für Warmblutpferde dieser Altersklasse überschätzt ist.

#### 5.2.4.1.2 Differenz zwischen Bandmaß und Stockmaß

Die Differenz zwischen Band- und Stockmaß stieg mit zunehmendem Alter an. Im Vergleich zu den Daten von Hois (2004) war bei den Differenzen beider Gruppen ein deutlich stärkerer Anstieg der Differenzen zu verzeichnen, wie Tabelle 61 zu entnehmen ist. Daraus lässt sich schließen, dass, da die Entwicklung des Bandmaßes auch vom Ernährungszustand abhängig ist, der Ernährungszustand der beiden Gruppen schneller auf ein höheres Niveau stieg als bei den von Hois (2004) untersuchten Tieren. Dies bedeutet, dass die beiden Gruppen „Plus 14“ und „Basis“ einem intensiveren Fütterungsregime unterlagen als die Fohlen aus der Studie von Hois (2004) über einen vergleichbaren Zeitraum.

**Tabelle 61: Differenzen zwischen Band- und Stockmaß (in cm) der Gruppen „Plus 14“, „Basis“ und der Fohlen der Studie von Hois (2004) im Vergleich**

Lebenstag	MW Diff. ges.	MW Diff. "+ 14"	MW Diff. "Basis"	MW Diff. Hois (2004)
0 bis 20	4,55	3,97	5,16	5,3
21 bis 100	7,17	7,21	7,12	6,6
101 bis 183	8,29	8,17	8,42	7,4
184 bis 365	9,47	9,59	9,33	8,2

#### 5.2.4.1.3 Hornwachstum

Das Hornwachstum der beiden Gruppen unterschied sich zu keiner Zeit signifikant. Es waren gewisse interindividuelle Differenzen festzustellen. Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass eine im Energieangebot der Kraftfütteration unterschiedliche Fütterung keinen Einfluss auf die Wachstumsgeschwindigkeit des Hufhornes hat.

Es konnte auch während der gesamten Dauer der Aufzuchtperiode bei den Fohlen mit einer individuell höheren Wachstumsgeschwindigkeit des Hufhornes kein Hinweis gefunden werden, der den Schluss nahe legen würde, dass diese Fohlen eine größere Neigung zu Hufproblemen wie z.B. Hornspalten zeigen würden, die einen Rückschluss auf eine eventuell schlechtere Hornqualität zuließe.

#### ***5.2.4.1.4 Entwicklung des Body Condition Score***

##### **5.2.4.1.4.1 BCS-Entwicklung der Fohlen**

Um die Richtigkeit der Gewichtsentwicklung besser überprüfen zu können, wurde der Parameter „Body Condition Score“ dokumentiert, da mit diesem die äußerlich zugänglichen Körperfettreserven überprüft und somit bessere Rückschlüsse auf den tatsächlichen Ernährungszustand gezogen werden können als über die Gewichtsdocumentation alleine.

###### *5.2.4.1.4.1.1 Gesamt-BCS der Fohlen*

Nach Hois (2004) beträgt der Gesamt-BCS beim Fohlen, wenn dieser nach dem System von Kienzle und Schramme (2004) erhoben wird, aufgrund der zu diesem Zeitpunkt nur geringen Fettreserven direkt nach der Geburt etwa 3,7. Im Verlauf der Säugeperiode steigt er dann auf etwa 4,7. Erst nach dem Absetzen sei ein Gesamt-BCS von 5 als ideal anzusehen.

Die Entwicklung des Gesamt-BCS der beiden Gruppen begann bei einem durchschnittlichen Geburtswert von 3,1. Bis zu einem Alter von etwa 150 Tagen, in dem die beiden Gruppen im Mittel das Energieangebot, das von den GfE-Normen (1994) vorgeschlagen wird, erstmals vollständig aufnahmen, war bereits ein mittlerer Gesamt-BCS von etwa 5,2 zu verzeichnen, womit sich der durchschnittliche BCS eher an der Obergrenze des Erwünschten befindet.

Daraus lässt sich folgern, dass die von der GfE (1994) angegebenen Bedarfsmengen zu hoch sind, um den Ernährungszustand der Fohlen während der Säugeperiode unter dem erst für Absetzer angestrebten Wert von 5,0 zu halten. Würden die Fohlen die ihnen angebotenen Rationen, die dem von der GfE (1994) angegebenen Bedarf entsprechen, bereits vorher vollständig aufnehmen, so wäre damit zu rechnen, dass der BCS noch früher die gewünschten Werte relativ deutlich überschreiten würde.

Mit dem Erreichen der GfE-Bedarfsnormen im Mittel der Energieaufnahme beider Gruppen stieg der BCS weiter an. Erst im Zuge der Futterreduktion ab einem Alter von etwa 240 bis 270 Tagen begann der mittlere Gesamt-BCS wieder langsam abzusinken und sich dem für Absatzfohlen angestrebten Wert von 5 anzunähern, wie in Abbildung 36 dargestellt. Aus Tabelle 51 (Ergebnisse) lässt sich ersehen, dass der Rückgang des BCS in der Gruppe „Basis“ etwas deutlicher ausfällt als in der Gruppe „Plus 14“. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Fohlen der Gruppe „Plus 14“ aufgrund des für sie im Vergleich zur Ausgangsration

erheblich stärker reduzierten Kraftfutterangebotes nun kompensatorisch wiederum deutlich mehr Raufutter aufnehmen, was nunmehr zu Lasten der Rationen der Gruppe „Basis“ gegangen sein könnte.

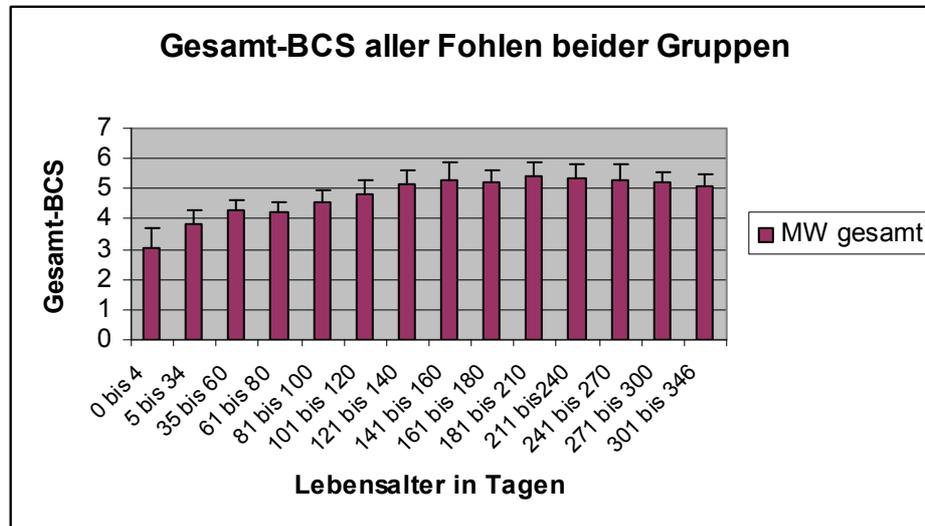


Abbildung 36: Gesamt-BCS beider Gruppen insgesamt während der Aufzucht

Die Entwicklungskurve des Gesamt-BCS beider Gruppen legt den Schluss nahe, dass die Bedarfsnormen, die von der GfE (1994) für heranwachsende Warmblutfohlen angegeben werden, über dem tatsächlichen Bedarf liegen, da ein Gesamt-BCS von über 5 nicht erwünscht ist.

#### 5.2.4.1.4.1.2 Gesamt-BCS der Fohlen im Vergleich zu zugekauften Fohlen aus der Landespferdezucht

Der Gesamt-BCS der zugekauften Fohlen aus der Landespferdezucht lag, wie Abbildung 37 veranschaulicht, deutlich unter den Gesamt-BCS-Werten der Fohlen der beiden anderen Gruppen. Die mittleren Gesamt-BCS-Werte der Gruppe der zugekauften Fohlen lagen im Alter von sechs Monaten bei etwa 4,3, sanken dann, vermutlich durch den Stress von Absetzen, Eingewöhnung in den fremden Stall und an die fremde Herde und die damit verbundene Futterumstellung auf knapp 4 ab. Dann stiegen sie wieder auf etwa 4,3 und blieben dort konstant, obwohl die Fütterung den Bedarfsnormen der GfE (1994) entsprach.

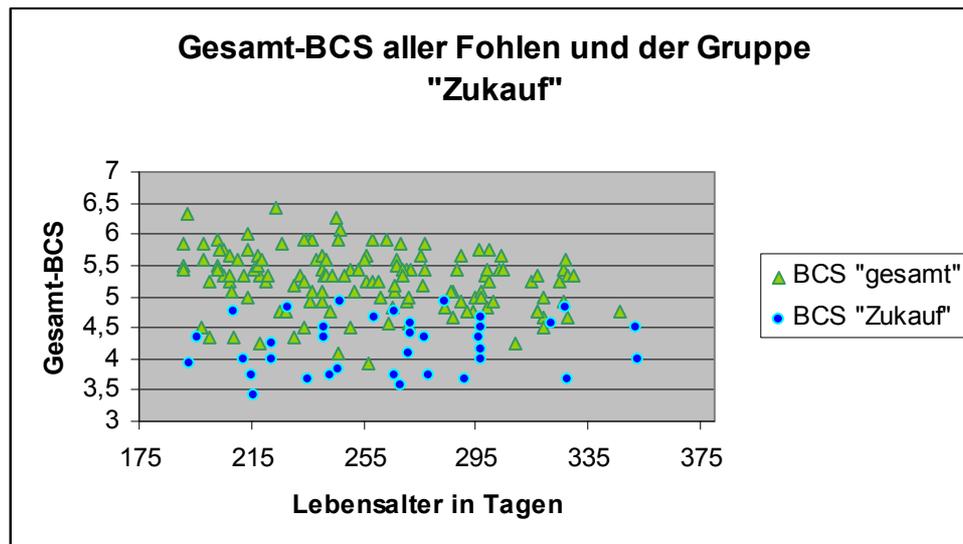


Abbildung 37: Gesamt-BCS aller Fohlen und der Gruppe „Zukauf“

Dies lässt den Schluss zu, dass, entgegen der Annahme vieler Züchter, in der Landespfederzucht eher sehr knapp gefüttert wird und die Bedarfsnormen der GfE (1994) vermutlich deutlich unterschritten werden. Ein mittlerer Gesamt-BCS von 4,3, den die Fohlen zum Absetzzeitpunkt mitbrachten, ist als eher niedrig anzusehen. Daher ist für die durchschnittliche Fütterung in der Landespfederzucht ein etwas höheres Niveau des Energieangebotes anzustreben, auch um die Verluste an Gewicht während der Absetzphase im Rahmen zu halten.

Nach Ellis und Lawrence (1978a; 1978b; 1978c) ist eine Kompensation von aufgrund von Energieunterversorgung auftretenden Wachstumsretardierungen möglich, sobald die Energieversorgung verbessert wird. Dass dieser Effekt in diesem Fall nicht zum Tragen kam, liegt vermutlich zum einen an dem relativ kurzen Zeitraum, über den hinweg die zugekauften Fohlen unter Beobachtung standen und eine deutlich verbesserte Energiezufuhr erhielten, zum anderen an dem Stress, dem diese Tiere während dieses Zeitraumes ausgesetzt waren, wie Stall- und Futterwechsel, Eingewöhnung in eine fremde Herde und Stress durch die Trennung von der Mutterstute. Daher war vermutlich die Dauer des Beobachtungszeitraumes zu kurz, um deutliche kompensatorische Wachstumsvorgänge in Form von Gewichts- bzw. BCS-Steigerungen feststellen zu können.

Desweiteren lässt sich konstatieren, dass der deutlich bessere Ernährungszustand, den die Fohlen der Gruppen „Plus 14“ und „Basis“ im Vergleich zu dem, was in der Landespfederzucht als „übliche“ Aufzuchtintensität angesehen wird, aufwiesen, ebenfalls den

Schluss nahe legt, dass das Energieangebot der beiden angebotenen Rationen den tatsächlichen Bedarf eines Fohlens während des ersten Lebensjahres übersteigt, da die Fohlen diesen besseren Ernährungszustand erreichten, ohne über den gesamten dokumentierten Zeitraum die angebotenen Rationen vollständig aufgenommen zu haben.

#### *5.2.4.1.4.1.3 BCS-Werte der einzelnen Körperregionen der Fohlen*

Die Entwicklung der BCS-Werte der einzelnen Körperregionen der Fohlen zeigte insgesamt einen ähnlichen Verlauf wie die des Gesamt-BCS, wie Abbildung 38 zu entnehmen ist. Im Alter von drei Monaten fiel aber insbesondere in den Regionen Hals, Schulter und Schweif ein Absinken der durchschnittlichen BCS-Werte, insbesondere bei der Gruppe „Plus 14“, auf. Diesem folgte jedoch in den darauffolgenden Monaten ein starker Anstieg.

Während in der Halsregion der BCS während der gesamten Aufzuchtperiode, auch in der Zeit der vollständigen Aufnahme der angebotenen Futterrationen, der BCS permanent unter Werten von etwa 4,5 blieb, stiegen insbesondere in den Bereichen Rücken, Hüfte und Schweifansatz die erhobenen Werte rasch und deutlich über 5 an. Auch die Schulterregion erreichte Werte deutlich über 5, der Anstieg war jedoch etwas langsamer als in den anderen Regionen. Nach der Reduktion der angebotenen Futtermenge war vor allem in den Regionen Schulter und Hüfte ein sehr deutlicher Rückgang der ermittelten BCS-Werte zu erkennen, ein Hinweis darauf, dass in diesen Regionen jenes Fett eingelagert wird, welches in diesem Alter am schnellsten auf Veränderungen in der Ernährungssituation reagiert. Der Rückenbereich scheint im Vergleich zu den anderen Regionen das gespeicherte Fett am längsten zu halten. Die übrigen Regionen zeigten ebenfalls ein leichtes Absinken des BCS nach Reduktion der Kraftfuttermenge, wenn auch weniger als bei Hüftregion und Schulter.

Insgesamt ist bei der ehemaligen Gruppe „Basis“ ein etwas deutlicherer Rückgang der erhobenen Werte festzustellen als in der Gruppe „Plus 14“, was damit zusammenhängen könnte, dass die Gruppe „Plus 14“ aufgrund der für sie sehr starken Reduktion der angebotenen Kraftfuttermenge kompensatorisch erheblich mehr Raufutter aufgenommen haben könnte auf Kosten der Raufuttermenge der Gruppe „Basis“.

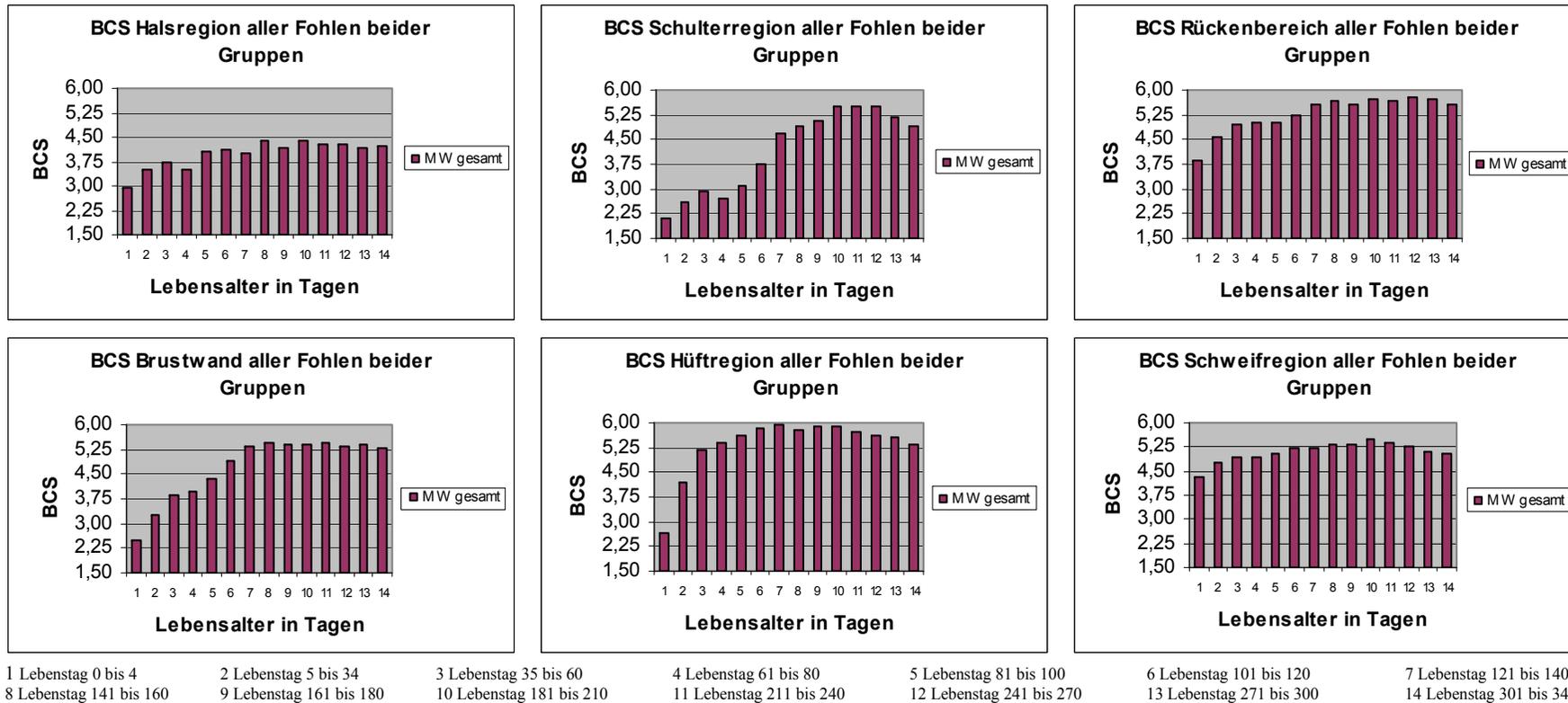


Abbildung 38: BCS-Entwicklung der einzelnen Körperregionen aller Fohlen beider Gruppen gesamt

## 5.2.4.2 Entwicklung der absoluten Wachstumsparameter im Literaturvergleich

### 5.2.4.2.1 Stockmaß

Wie Abbildung 39 zu entnehmen ist, sind die in den Studien von Schöttler (1910), Schilke (1922), Iwersen (1926), Noltenius (1928) und Stegen (1929a; 1929b) erhobenen Daten zur Entwicklung des Stockmaßes in ihrer Verlaufskurve sehr ähnlich. Die eigenen Daten stimmen nur bis zu einem Alter von etwa 100 Tagen mit den Ergebnissen dieser Arbeiten überein, um dann deutlich höhere Werte anzunehmen. Dies liegt vermutlich daran, dass die heute in Bayern gezüchteten Pferde großrahmiger sind und größer werden als die damals untersuchten Trakehner und Hannoveraner Halbblüter.

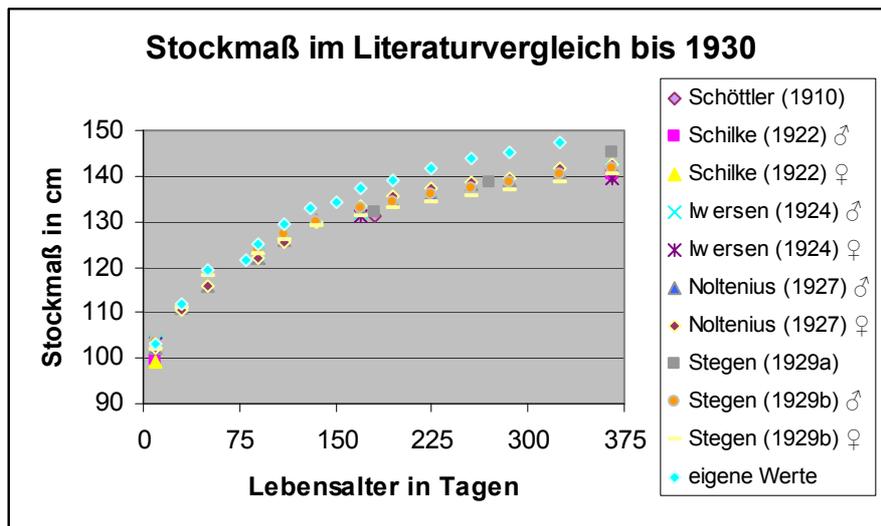


Abbildung 39: Entwicklung des Stockmaßes im Vergleich zu Werten in der Literatur bis 1930

Beim Vergleich mit Studien neueren Datums ist mit den Ergebnissen von Neuling (1998) beim Deutschen Reitpferd, Wilke (2003) beim Hannoveraner und Hois (2004) beim bayerischen Warmblut eine gute Übereinstimmung mit den eigenen Daten festzustellen, wie in Abbildung 40 dargestellt. Verglichen mit den älteren Studien ist in diesen ein deutlich geringeres Maß zu verzeichnen. Die von Drögemüller (1936) an Hannoveraner und Brandenburger Warmblutfohlen im Alter von etwa 50 Tagen vorgenommenen Messungen zeigen kleinere Stockmaßwerte, was sich im Laufe der Entwicklung so fortsetzt und auch in den Studien von Thieme (1931), Foß (1938) und Dušek (1972) so wiederholt.

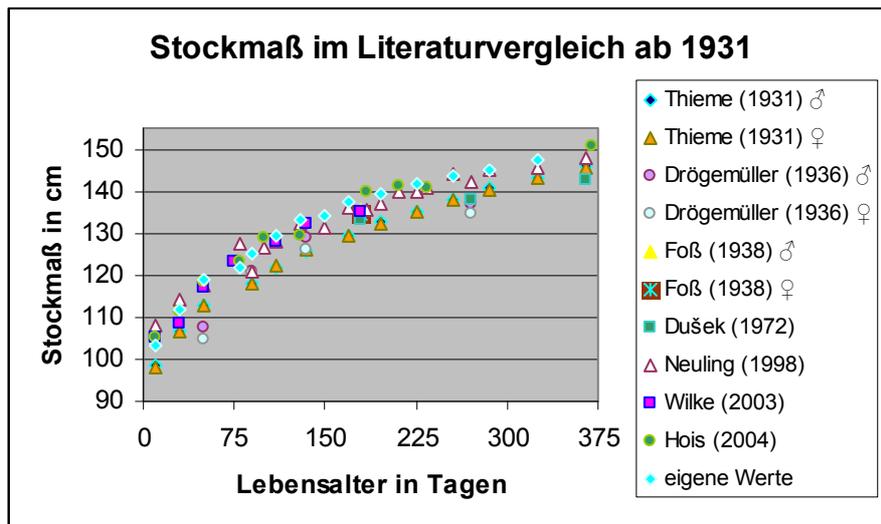


Abbildung 40: Entwicklung des Stockmaßes im Vergleich zu Werten in der Literatur ab 1931

#### 5.2.4.2.2 Bandmaß

Die in der eigenen Arbeit ermittelten Daten zeigen, wie Abbildung 41 zu entnehmen ist, einen parallelen Verlauf zu den Bandmaßen, die von Hois (2004), überwiegend an Bayerischen Warmblütern, erhoben wurden. Im Gegensatz dazu sind die von Schöttler (1910) ermittelten Werte deutlich niedriger, was vermutlich damit zusammenhängt, dass in der Studie von Schöttler (1910) Hannoversche Halbblüter zur Untersuchung herangezogen wurden, die aufgrund des Vollblutanteils einen kleineren Körperbau aufgewiesen haben dürften. Dies zeigt sich auch an den von Schöttler (1910) angegebenen deutlich geringeren Werten für das Stockmaß, wie aus Abbildung 39 ersichtlich ist.

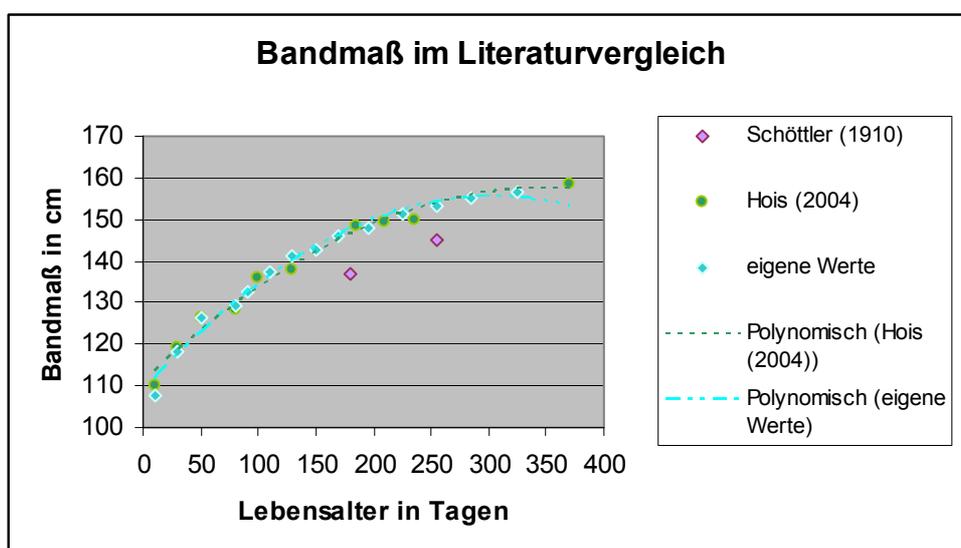
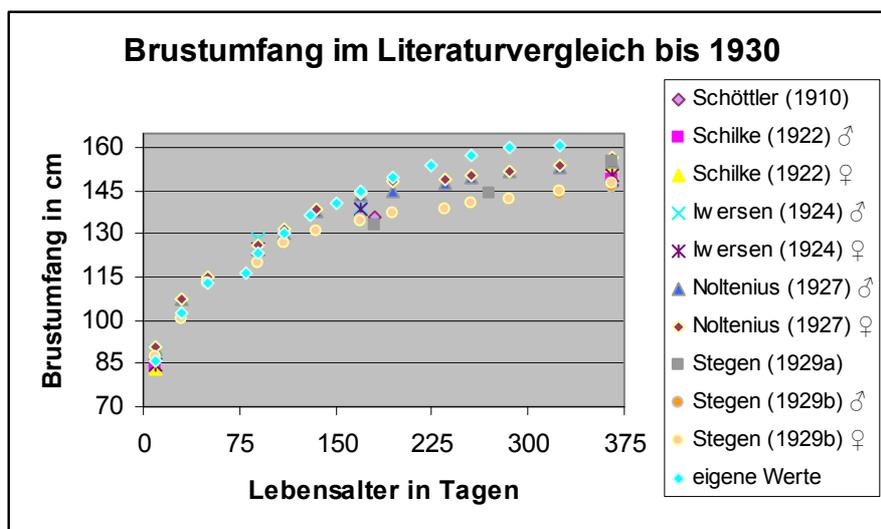


Abbildung 41: Entwicklung des Bandmaßes im Vergleich zu Werten in der Literatur

### 5.2.4.2.3 Brustumfang

Der Vergleich der eigenen Werte zur Entwicklung des Brustumfangs während des Wachstums mit Studien vor 1930, dargestellt in Abbildung 42, zeigt, dass bis zu einem Alter von etwa 120 Tagen die Übereinstimmung der Messwerte aller Studien relativ hoch ist. Erst ab diesem Zeitpunkt verzeichnen insbesondere die von Schöttler (1910) vermessenen Halbblüter, aber auch die Trakehner aus Schilkes Arbeit (Schilke 1922), die Hannoveraner von Stegen (1929a; 1929b) und sogar die von Iwersen (1926) untersuchten Holsteiner geringere Werte. Einzig die Oldenburger von Noltenius (1927) zeigen bis zu einem Alter von etwa 220 Tagen ähnlich hohe Messergebnisse wie die eigenen untersuchten Bayerischen Warmblüter. Ab diesem Zeitpunkt sind dann die eigenen Daten deutlich höher als die der anderen Studien. Dies könnte eventuell mit einer knapperen Fütterung der Pferde aus den anderen Studien ab dieser Altersphase, die in den Winter hineinreicht, zusammenhängen, bei den Studien an den Hannoveranern und Trakehnern aber vermutlich auch mit dem zierlicheren Körperbau der untersuchten Tiere.



**Abbildung 42: Entwicklung des Brustumfangs im Vergleich zu Werten in der Literatur bis 1930**

Die Messergebnisse der Studien neueren Datums von Wilke (2003) und Hois (2004) zeigen einen sehr ähnlichen Verlauf wie die eigenen erhobenen Werte, während die von Thieme (1931) vermessenen Trakehner und die Hannoveraner Fohlen aus der Arbeit von Dušek (1972) geringere Werte aufweisen, was vermutlich auf die in diesen Arbeiten zur Untersuchung gekommenen etwas leichteren Pferdetypen zurückzuführen ist. Auch Neuling (1998) verzeichnete Messergebnisse in der Größenordnung der von Thieme (1931) erhobenen. Auch dies liegt vermutlich zum einen an einem bei Neuling (1998) zur

Verwendung gekommenen verhältnismäßig zierlichen Typus des Warmblüters, da die in dieser Studie von Neuling (1998) erhobenen Parameter durchweg relativ niedrig liegen, zum anderen war die in seiner Studie zur Untersuchung gekommene Tierzahl sehr klein und die Fohlen zum Teil auch noch miteinander verwandt, sodass auch dieser Umstand einen Einfluss auf die Größe der Messwerte genommen haben könnte. Die Messdaten zu diesen Studien finden sich in Abbildung 43.

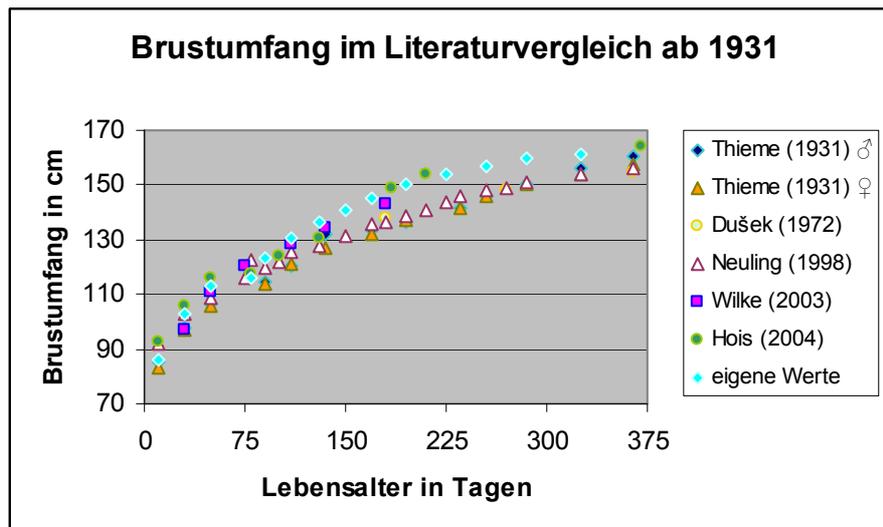
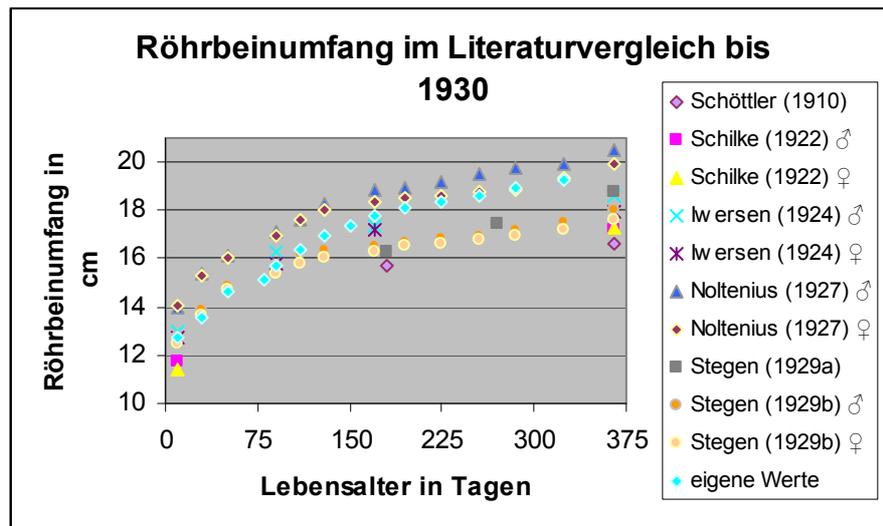


Abbildung 43: Entwicklung des Brustumfangs im Vergleich zu Werten in der Literatur ab 1931

#### 5.2.4.2.4 Röhreinumfang

Die Entwicklung des Röhreinumfangs im Lauf der eigenen Studie verläuft parallel zu den neueren Daten der Literatur, die von Wilke (2003) an Hannoveraner Warmblutpferden und von Hois (2004) überwiegend an Bayerischen Warmblütern erhoben wurden. Im Vergleich zu Untersuchungen älteren Datums, dargestellt in Abbildung 44, sind insbesondere bei Stegen (1929a), der Hannoveraner Hengstfohlen vermessen hat und bei Schöttlers (1910) Messungen an Hannoverschen Halbblutpferden deutlich geringere Werte ab einem Alter von drei Monaten zu verzeichnen. Dies liegt vermutlich an dem höheren Vollblutanteil, den die vermessenen Halbblüter im Vergleich zu den in den Studien jüngerer Zeit untersuchten Warmblütern besitzen. Aber auch Iwersen (1926) ermittelte an den untersuchten Holsteinern etwas geringere Werte, während die von Noltenius (1928) untersuchten Oldenburger, vermutlich aufgrund der Tatsache, dass es sich bei dieser Rasse zum damaligen Zeitpunkt eher noch um den Typ „Schweres Warmblut“ handelte, höhere Werte aufweisen. Insgesamt ist jedoch ein sehr ähnlicher Kurvenverlauf bei allen Studien zu beobachten.



**Abbildung 44: Entwicklung des Röhrbeinumfangs im Vergleich zu Werten in der Literatur bis 1930**

Die Entwicklung des Röhrbeinumfangs im Lauf der eigenen Studie verläuft parallel zu den neueren Daten der Literatur, die von Wilke (2003) an Hannoveraner Warmblutpferden und von Hois (2004) überwiegend an Bayerischen Warmblütern erhoben wurden.

Im Gegensatz dazu ermittelte Foß (1938) an Württemberger Warmblutpferden insbesondere für die Hengste einen höheren Wert im Vergleich zu den in der eigenen Arbeit zur Untersuchung gekommenen Warmblütern. Dies liegt vermutlich daran, dass zum Zeitpunkt der Studie von Foß (1938) der Württemberger Warmblüter noch in einem relativ schweren Schlag gezüchtet wurde und dementsprechend einen höheren Umfang der Röhrbeinknochen aufwies. Thieme (1931) hingegen, der Untersuchungen am im Körperbau relativ leichten Trakehner Halbblutpferd vornahm, verzeichnete geringere Werte als die in den Studien von Wilke (2003), Hois (2004) und in der eigenen Arbeit ermittelten. Die Ergebnisse von Neuling (1998) liegen etwas höher als die von Thieme (1931), aber niedriger als die Daten aus der eigenen Arbeit. Die verschiedenen Studienergebnisse sind in Abbildung 45 dargestellt.

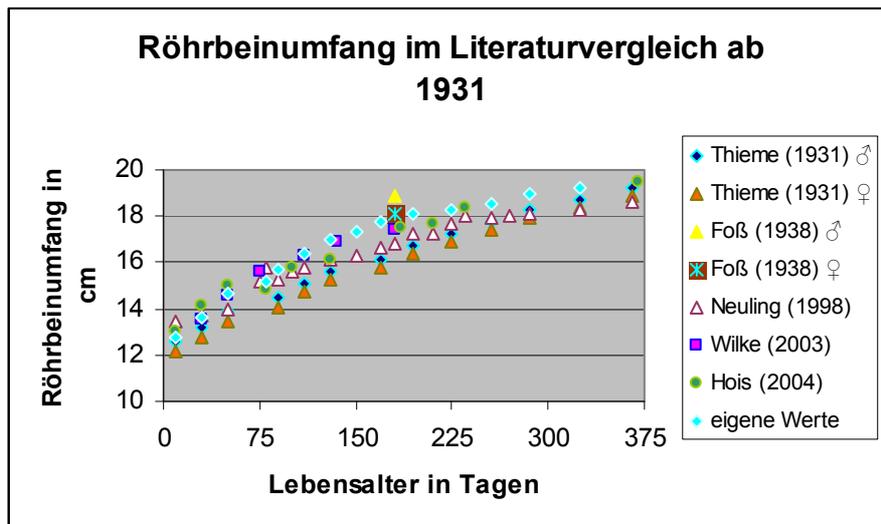


Abbildung 45: Entwicklung des Röhrebeinumfangs im Vergleich zu Werten in der Literatur ab 1931

#### 5.2.4.2.5 Körpermitzung

Der Körpermitzung entwickelte sich über die gesamte beobachtete Aufzuchtperiode hinweg parallel zu den von Hois (2004) ermittelten Daten, wie Abbildung 46 zu entnehmen ist.

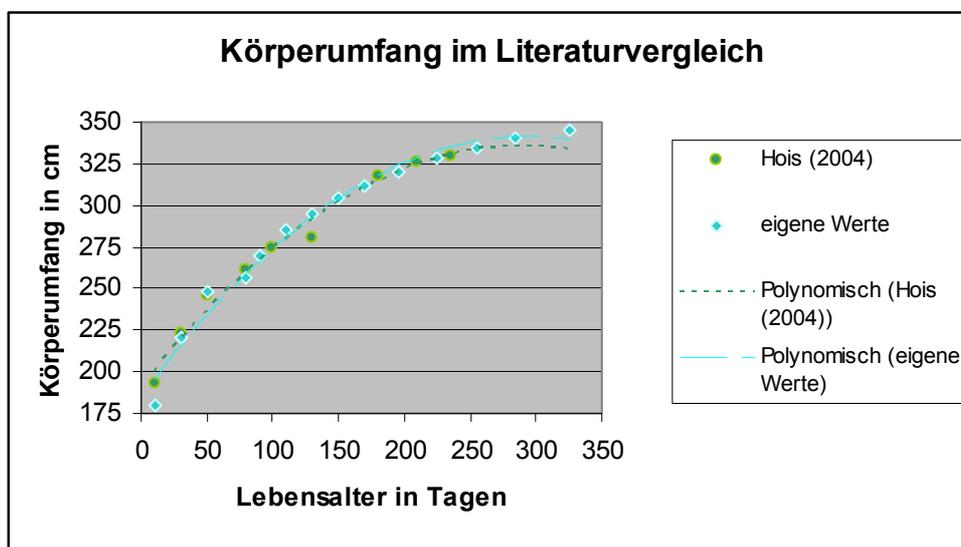


Abbildung 46: Entwicklung des Körpermitzung im Vergleich zu Werten in der Literatur

#### 5.2.4.2.6 Halsumfang

Im Vergleich zu den von Hois (2004) ermittelten Daten zum Halsumfang zeigt sich an den eigenen Werten, dass der Halsumfang von der Geburt bis zum Zeitpunkt der Aufnahme der Futtermenge, die den Bedarfsnormen der GfE (1994) entspricht, geringfügig hinter den

Messergebnissen von Hois (2004) zurückbleibt. Danach steigt der Halsumfang auf höhere Werte als die von Hois (2004) erhobenen an, um mit Reduktion der Futtermenge auf ca. 80% des von der GfE (1994) empfohlenen Bedarfes sich den Werten von Hois (2004) wieder anzunähern, wie Abbildung 47 zeigt.

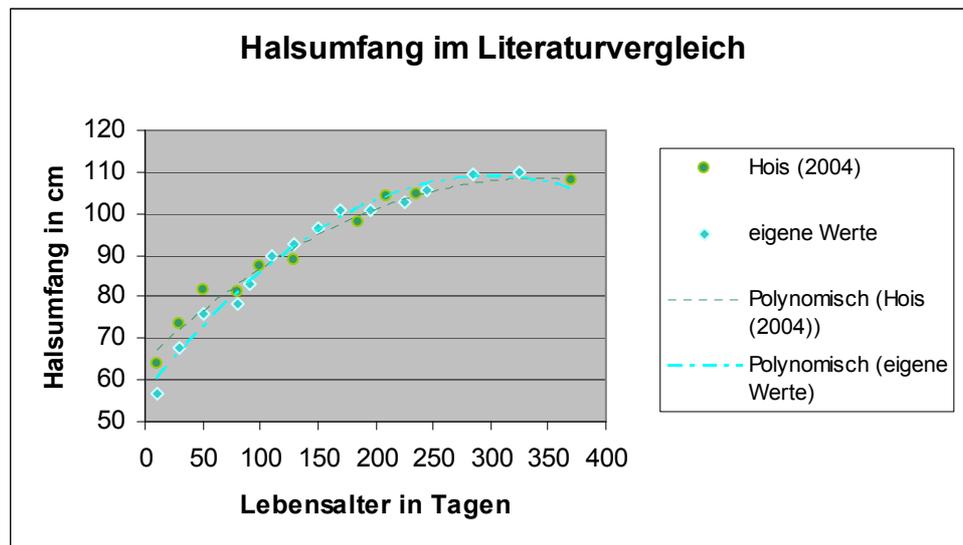


Abbildung 47: Entwicklung des Halsumfangs im Vergleich zu Werten in der Literatur

#### 5.2.4.2.7 Fessel-Ellbogenmaß

Die Entwicklung des Fessel-Ellbogenmaßes im Rahmen der eigenen Studie verläuft sehr ähnlich zu den in der Untersuchung von Hois (2004) ermittelten Werten. Die Ergebnisse sind in Abbildung 48 dargestellt. Bis zum Alter von etwa 50 Tagen ist ein sehr intensives Wachstum sowohl bei den Fohlen von Hois (2004) als auch anhand der Ergebnisse der eigenen Studie zu erkennen. Dieses flacht sich im Anschluss deutlich ab.

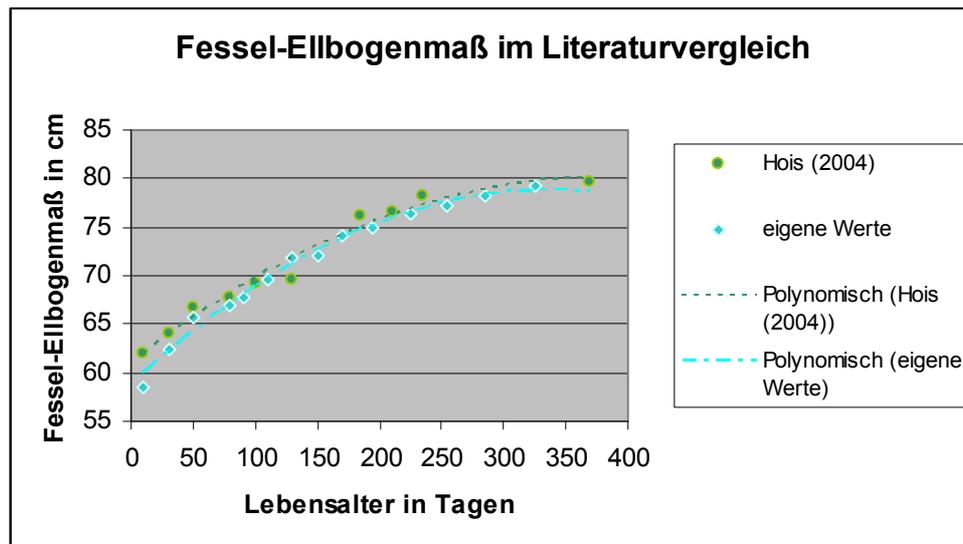


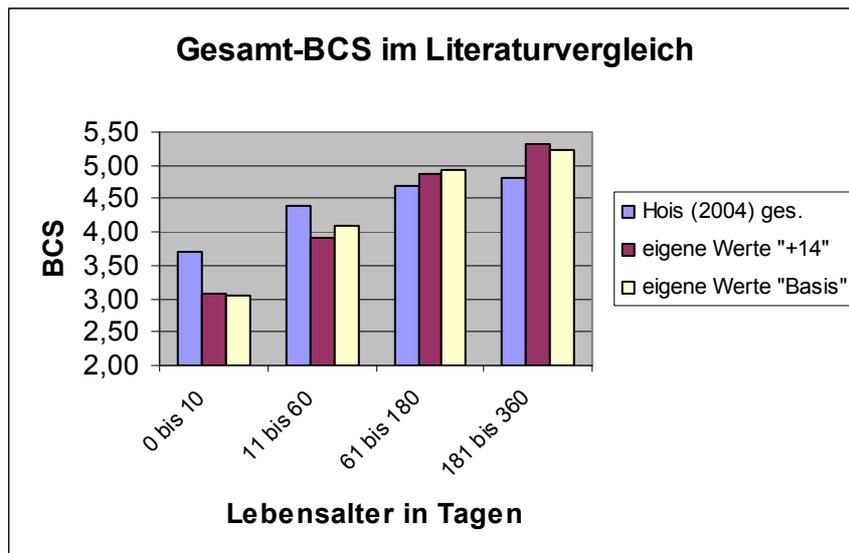
Abbildung 48: Entwicklung des Fessel-Ellbogenmaßes im Vergleich zu Werten aus der Literatur

#### 5.2.4.2.8 Body Condition Score

##### 5.2.4.2.8.1 Gesamt-BCS der Fohlen im Literaturvergleich

Abbildung 49 zeigt den Gesamt-BCS der Fohlen der Gruppen „Basis“ und „Plus 14“ im Vergleich zu den von Hois (2004) ermittelten Werten.

Dabei fällt auf, dass der von Hois (2004) ermittelte durchschnittliche Gesamt-BCS für die jeweiligen Alterstufen bis zu einem Alter von zwei Monaten deutlich höher liegt als der an den Fohlen in der eigenen Studie ermittelte Gesamt-BCS in beiden Gruppen. Im Alter von etwa sechs Monaten bis zu einem Jahr liegt dann der Gesamt-BCS der beiden Gruppen „Basis“ und „Plus 14“ über den von Hois (2004) ermittelten Werten.



**Abbildung 49: Gesamt-BCS der Fohlen der Gruppen „Plus 14“ und „Basis“ im Vergleich zu Werten in der Literatur**

Die Daten von Hois (2004) ergeben bis zum Absetzen einen Gesamt-BCS von deutlich unter 5. Dieser ist im Rahmen der eigenen Untersuchungen bereits erheblich früher überschritten. Dies lässt darauf schließen, dass mit der Fütterung nach den von der GfE (1994) vorgegebenen Bedarfsnormen ein BCS erreicht wird, der über dem liegt, was für Fohlen dieses Alters in der Landespferdezucht üblich ist. Wenn man davon ausgeht, dass die von Hois (2004) und die in der eigenen Arbeit untersuchten Fohlen zum Geburtszeitpunkt einen ungefähr gleich hohen Gesamt-BCS aufgewiesen haben und insofern die eigenen BCS-Einstufungen für den vergleichbaren Ernährungszustand geringfügig unter denen von Hois (2004) angesiedelt sind, dann würden die Gesamt-BCS-Werte für die späteren Altersstufen noch wesentlich deutlicher über dem maximal angestrebten Wert von 5 nach dem Absetzen liegen und diese Grenze auch noch früher überschreiten, nämlich wahrscheinlich sogar noch bevor die Futterraufnahme der Fohlen die von der GfE (1994) empfohlenen Mengen überhaupt erreicht. Allerdings ist im Vergleich der Fohlen dieser Studie mit Fohlen aus der Landespferdezucht zu ersehen, dass die Fohlen aus der Landespferdezucht insgesamt einen Ernährungszustand aufweisen, der adspektorisch an der unteren Grenze dessen liegt, was für einen Absetzer wünschenswert ist. Insofern ist davon auszugehen, dass die von Hois (2004) ermittelten Werte die Untergrenze dessen darstellen, was für Fohlen der vergleichbaren Altersklassen anzustreben wäre, da sich aufgrund der eigenen Untersuchungsergebnisse der Schluss ergibt, dass in der Landespferdezucht insgesamt eher knapp gefüttert wird und somit die an diesen Fohlen ermittelten Daten nicht als Vorgabe für allgemeingültige Empfehlungen zu werten sind.

**5.2.4.2.8.2 BCS-Werte der einzelnen Körperregionen der Fohlen im Literaturvergleich**

In Abbildung 50 sind die BCS-Werte der einzelnen Körperregionen der Fohlen aus den Gruppen „Basis“ und „Plus 14“ im Vergleich zu den von Hois (2004) überwiegend an bayerischen Warmblutfohlen ermittelten Daten dargestellt.

Der Verlauf der Werte im Vergleich ähnelt dem des Gesamt-BCS.

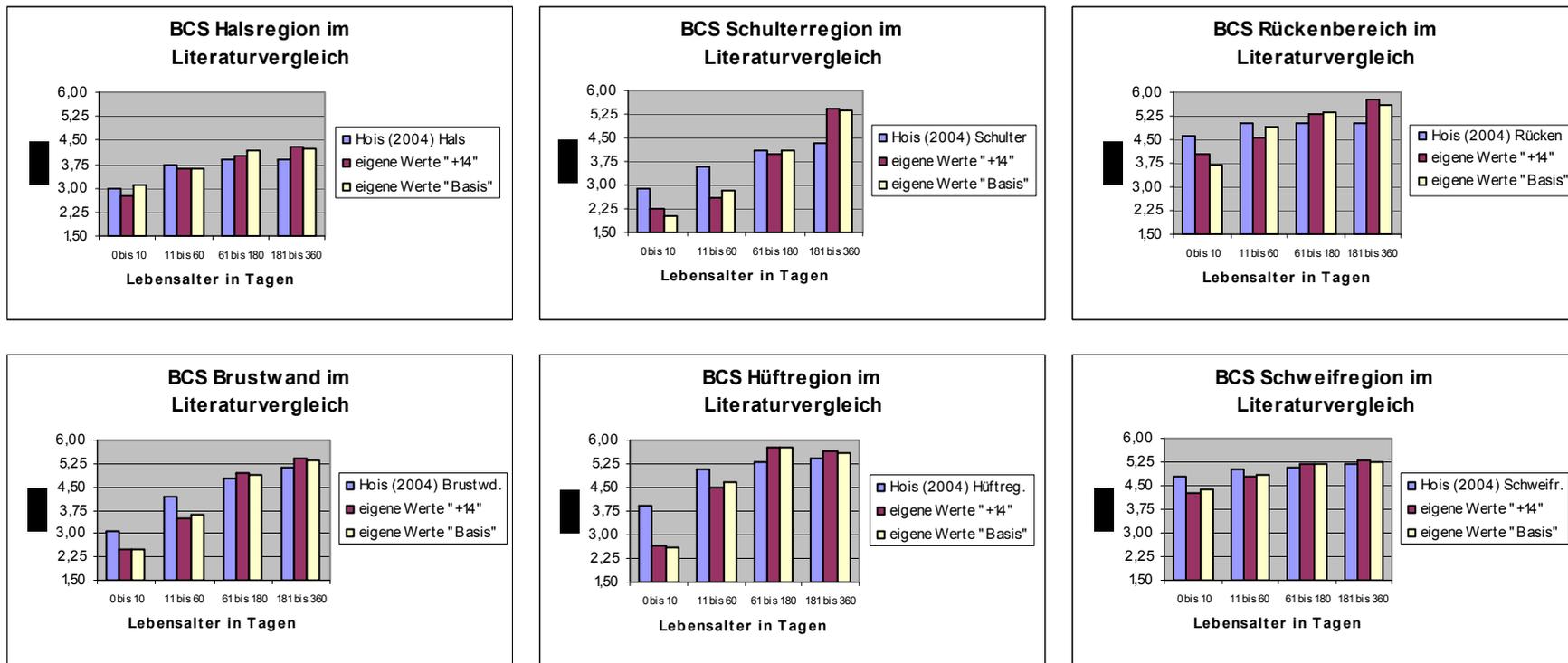


Abbildung 50: BCS-Entwicklung der einzelnen Körperregionen der Fohlen im Vergleich zu Werten in der Literatur

### **5.2.4.3 Wachstumsparameter relativ zum Maß der Mutterstute**

Die Entwicklung der verschiedenen erhobenen Wachstumsparameter relativ zum Maß der Mutterstute und damit in Relation zum erwarteten Endwert zeigte für sämtliche Maße über den gesamten Verlauf der Aufzuchtperiode keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen.

Dies führt zu dem Schluss, dass ein in einem Ausmaß wie im Rahmen dieser Studie unterschiedliches Energieangebot in der Kraftfütterration keine Auswirkungen auf den Entwicklungsverlauf der verschiedenen Wachstumsparameter in Bezug auf den erwarteten Endwert hat, zumal davon auszugehen ist, dass die unterschiedliche Energieaufnahme aus dem Kraftfutter über die Raufutteraufnahme kompensiert worden ist. Für extreme Mangelsituationen jedoch ist bei Ellis und Lawrence (1978a; 1978b) beschrieben, dass es zu einer Verzögerung nicht nur der Gewichtsentwicklung, sondern auch des Wachstums kommt. Diese verminderte Entwicklung wurde nach Beendigung der unzureichenden Energieversorgung und nachfolgende ad libitum-Fütterung durch stark erhöhte Wachstumsgeschwindigkeiten wieder kompensiert.

### **5.2.4.4 Entwicklung der verschiedenen Wachstumsparameter bei den Mutterstuten während der Laktation**

#### ***5.2.4.4.1 Körpermaße***

Die Entwicklung des Brustumfangs der Mutterstuten nach der Geburt zeigte einen deutlichen Abfall post partum bis zum Ende des dritten Laktationsmonats. Im Anschluss daran stieg der Brustumfang im Durchschnitt in beiden Gruppen wieder an. Damit zeigte dieser Parameter eine deutlich mit dem Verlauf der Milchleistungskurve negativ korrelierte Entwicklung, da diese ab der Geburt ansteigend im dritten Laktationsmonat ihren Höhepunkt erreicht, um danach allmählich wieder abzusinken. Bei den Parametern Bandmaß und Körperumfang war ebenfalls eine umgekehrt proportionale Entwicklung im Vergleich mit der Milchleistungskurve festzustellen, allerdings in deutlich geringerem Ausmaß.

Der Halsumfang der Mutterstuten zeigte deutliche Schwankungen im Verlauf der Laktation. So stieg der durchschnittliche Halsumfang in beiden Gruppen während der ersten zwei Laktationsmonate an, um dann im dritten Monat deutlich abzufallen. Danach war abermals

ein leicht wellenförmiger Verlauf der Entwicklung des Halsumfangs über den betrachteten Zeitraum festzustellen, der insgesamt in der Gruppe „Plus 14“ ausgeprägter verlief als in der Gruppe „Basis“. Dementsprechend übt die Beanspruchung durch die Laktation wohl ebenfalls einen modifizierenden Einfluss auf die Entwicklung des Halsumfangs aus, der sich in erster Linie in der Abnahme des Halsumfangs während der Phase der größten Milchleistung im dritten Laktationsmonat widerspiegelt.

#### 5.2.4.4.2 BCS der Mutterstuten

##### 5.2.4.4.2.1 Gesamt-BCS der Mutterstuten

Der Gesamt-BCS der Mutterstuten unterlag während der Laktationsperiode wellenförmigen Schwankungen, die bei den Müttern der Gruppe „Plus 14“ geringfügig deutlicher ausgeprägt waren als bei denjenigen der „Basis“-gefütterten Gruppe. Die Gruppe „Plus 14“ verzeichnete über die gesamte Zeitdauer der Säugerperiode mit Ausnahme der letzten Tage von 181 bis 234 Tage post partum einen höheren BCS als die Mutterstuten der „Basis“-gefütterten Gruppe, wie in Abbildung 51 dargestellt. Außer im dritten ( $p < 0,01$ ) und sechsten ( $p < 0,05$ ) Laktationsmonat war die Differenz jedoch nicht signifikant, sodass sich kein eindeutiger Schluss dahingehend ziehen ließe, dass eine kraftfutterreichere Fütterung der Fohlen eine geringere Belastung der Stuten hinsichtlich der Milchleistung nach sich zieht.

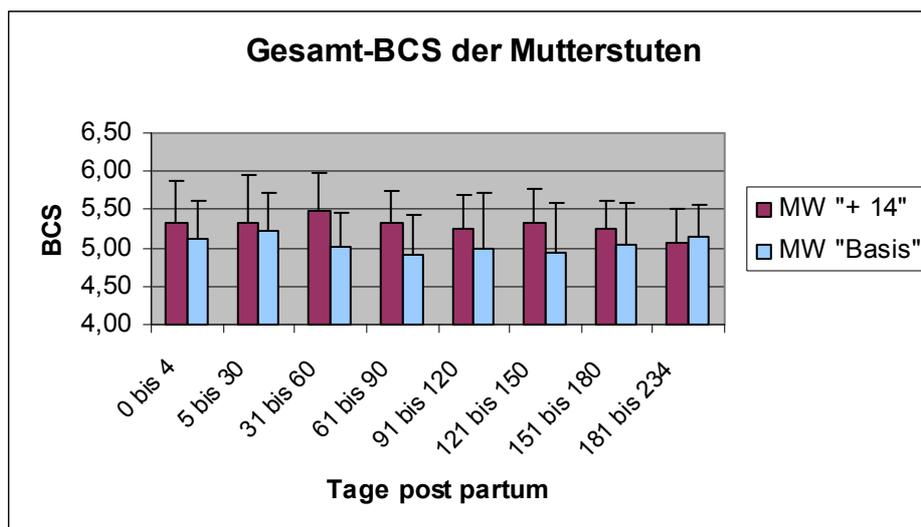


Abbildung 51: Gesamt-BCS der Stuten während der Säugeperiode

#### 5.2.4.4.2 BCS-Werte der einzelnen Körperregionen der Mutterstuten

Bei der Betrachtung der Entwicklung der BCS-Werte der einzelnen Körperregionen der Mutterstuten, dargestellt in Abbildung 52, war ein ähnlicher Verlauf zu beobachten wie bei den Parametern, die in den einzelnen Regionen erfasst wurden. So zeigte die Entwicklung des BCS in der Halsregion einen ähnlichen Kurvenverlauf wie der Halsumfang.

Die Schulterregion war hinsichtlich der Modellierung mit äußerlich zugänglichen Körperfettreserven während der gesamten Laktationsperiode in beiden Gruppen nur sehr geringen Schwankungen unterworfen. Dies lässt darauf schließen, dass das Körperfett in dieser Region nur wenig zur Energiebereitstellung und Fettmobilisierung während der Milchleistungsphase beiträgt.

Die BCS-Entwicklung der Rückenregion folgte mit geringer Streuung der erhobenen Werte negativ korreliert der Milchleistungskurve.

Der BCS des Brustwandbereichs zeigte zumindest in der Gruppe „Basis“ eine vergleichbare Entwicklung wie der Parameter Brustumfang und verlief damit umgekehrt proportional zur Milchleistungskurve. In der Gruppe „Plus 14“ war dieser Kurvenverlauf weniger deutlich ausgeprägt.

Auch die Hüftregion war im Laufe der Laktationsperiode durch die Leistung der Milchbildung Schwankungen der Fettreserven unterworfen. Bis zum dritten Laktationsmonat war, insbesondere bei den Stuten der Gruppe „Basis“, eine Abnahme des BCS zu verzeichnen, im Laufe der Säugeperiode stieg der BCS dieser Region allmählich wieder an.

Der BCS der Schweifregion blieb über die gesamte Säugeperiode relativ konstant, nur in der Gruppe „Plus 14“ war im Mittel in den ersten zwei Monaten post partum ein leichter Anstieg dieses Wertes zu verzeichnen. Dementsprechend ist von einem geringen Einfluss der Belastung durch die Milchbildung auf diese Körperregion auszugehen.

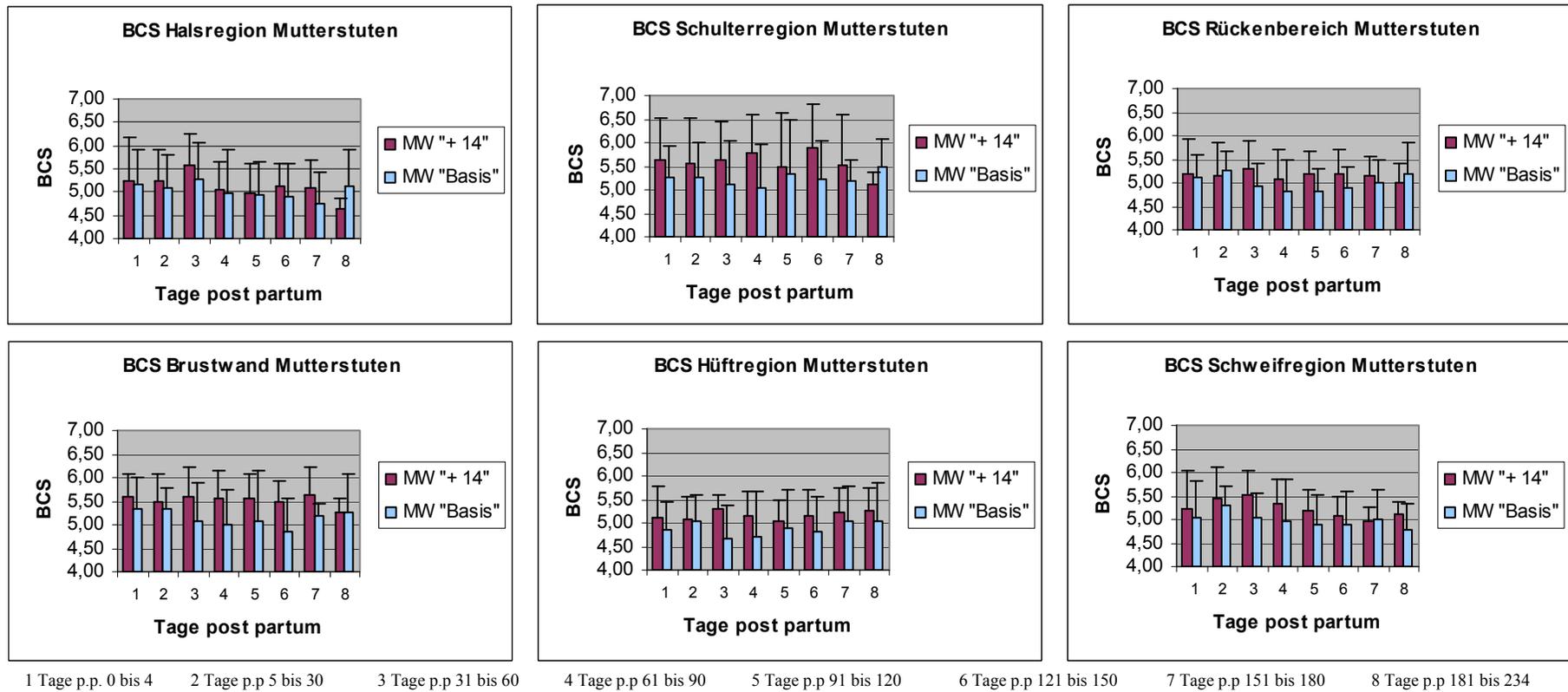


Abbildung 52: Entwicklung der BCS-Werte der einzelnen Körperregionen der Mutterstuten

### **5.2.5 Bewegungsaktivität**

Im Rahmen der Beobachtung der Bewegungsaktivität waren keinerlei signifikante Differenzen zwischen den Aktivitätsniveaus der Gruppen festzustellen. Insgesamt war der Anteil der beobachteten Verhaltensweisen mit einer ausgeprägten Bewegungsaktivität an der Gesamtbeobachtungszeit sehr gering. Es war aber kein Hinweis für eine insgesamt höhere durchschnittliche Bewegungsaktivität der Gruppe „Plus 14“ festzustellen. Somit ist die Ursache für die gleichläufige Gewichtsentwicklung der Gruppen „Basis“ und „Plus 14“ nicht in einem höheren Energieverbrauch der Gruppe „Plus 14“ aufgrund größerer Bewegungsaktivität begründet.

## 6 Zusammenfassung

### **Julia Mack: Einfluss des Kraftfutterangebots auf Parameter des Wachstums bei Warmblutfohlen**

In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss eines unterschiedlichen Kraftfutterangebotes auf Parameter des Wachstums bei Warmblutfohlen untersucht. Dafür wurden 31 Warmblutfohlen eines Jahrgangs in zwei Gruppen aufgeteilt; die eine Gruppe („Basis“), bestehend aus 15 Fohlen, erhielt eine Basisration, zusammengesetzt aus Fohlensaufzuchtfutter, Hafer und Heulage, während der Säugeperiode noch ergänzt durch Muttermilch und zeitweilig Weidegras. Die andere Gruppe („Plus 14“), die 16 Fohlen umfasste, wurde darüber hinaus noch durch ein erhöhtes Haferangebot mit 14 MJ DE pro Tier und Tag zusätzlich versorgt. Die Fohlen waren in Laufabteilungen aufgestellt, wobei in jeder Laufabteilung Fohlen aus beiden Gruppen untergebracht waren. Über einen Zeitraum von etwa elf Monaten wurden in vierwöchigen Abständen mehrere Parameter des Wachstums (Stockmaß (SM), Bandmaß (BM), Brustumfang (BU), Halsumfang (HU), Körperumfang (KU), Röhrbeinumfang (RB), Fessel-Ellbogenmaß (FE)), das Gewicht und der Body Condition Score (BCS) erfasst. Vier Wochen vor dem errechneten Geburtstermin und während der Säugeperiode wurden zudem die Mutterstuten in die Messungen miteinbezogen.

Bis zu einem Alter von etwa 150 Tagen blieb die Kraftfutteraufnahme deutlich hinter dem Angebot zurück und unterschied sich nicht zwischen den Gruppen. Erst danach wurde das angebotene Kraftfutter nahezu vollständig aufgenommen. Die Gewichtsentwicklung verlief entsprechend den in Tabelle I angegebenen Werten. Es gab weder beim BCS noch beim Gewicht einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen. Dies ist nur dadurch zu erklären, dass die Differenz der Energieaufnahme aus dem Kraftfutter durch eine unterschiedliche Grundfutteraufnahme ausgeglichen wurde. Ab dem 150. Tag begannen die Fohlen in beiden Gruppen mit dem BCS über den erwünschten Wert von 5 (Skala von 1 Kachexie bis 9 Fettsucht) nach oben abzuweichen. Daher wurde eine Futterreduktion vorgenommen, wie aus Tabelle I ersichtlich. Die Energieaufnahme lag insgesamt deutlich unter den Empfehlungen der GfE (1994), obwohl die Gewichtsentwicklung den Empfehlungen entsprach.

**Tabelle I: Kraftfutterzuteilung und -aufnahme, Energieaufnahme, Bedarf nach GfE (1994) und Körpergewichtsentwicklung während der Aufzuchtperiode**

Lebenstag	KF* (kg/d) „Basis“	KF* (kg/d) „+ 14“	mittl. Energieaufn. Ges.gruppe**	Bedarf GfE (1994)**	KG° („Basis“)	KG° („+ 14“)	KG (GfE°°)
<b>Bis 60</b>							144
<b>61 – 90</b>	1,9/1,1	3,2/1,3	64	73	165	161	
<b>91 – 120</b>	2,5/2,0	3,8/2,3	69	73	203	198	215
<b>121 – 150</b>	2,7/2,5	4,0/3,0	73	73	239	227	
<b>151 – 180</b>	2,8/2,8	4,1/3,7	70	73	267	259	264
<b>181 – 210<sup>+</sup></b>	3,4/2,8	4,7/3,7	69	74	292	284	
<b>211 – 240</b>	3,4/3,0	4,7/3,6	67	74	313	305	
<b>241 – 270<sup>++</sup></b>	2,6 <sup>#</sup> /2,8 <sup>##</sup>	2,6 <sup>#</sup> /3,1 <sup>##</sup>	62	74	329	318	
<b>271 – 300</b>	2,3 <sup>#</sup> /2,4 <sup>##</sup>	2,3 <sup>#</sup> /2,4 <sup>##</sup>	58	74	347	332	
<b>301 – 346</b>	2,3/2,3	2,3/2,3	57	74	352	353	
<b>Bis 365</b>							366

\* KF = Kraftfutterzuteilung/ -aufnahme in kg pro Tier und Tag

\*\* Angaben in MJ DE pro Tier und Tag

<sup>+</sup> Ungefährer Absetzzeitpunkt

<sup>++</sup> Etwa ab diesem Zeitraum Futterreduktion

<sup>°</sup> KG = Körpergewicht in kg, Mittelwert

<sup>°°</sup> Empfehlung der GfE (1994) für Endgewicht 600kg

<sup>#</sup> Angebot nach Futterreduktion

<sup>##</sup> Wert höher als Angebot nach Futterreduktion wegen unterschiedlicher Zeitpunkte von Absetzen und Futterreduktion (aufgrund unterschiedlicher Geburtstermine) und daraus folgend unterschiedlichem Futterangebot

Die erhobenen Gewichte der Fohlen wurden für eine Überprüfung der Gleichungen für die Gewichtsschätzung von Warmblutfohlen nach Hois (2004) eingesetzt. Dabei zeigte sich eine ausgezeichnete Übereinstimmung des tatsächlichen Gewichtes mit den Schätzwerten für die älteren Fohlen (Körperumfang über 225cm). Für die kleineren Fohlen war die Übereinstimmung etwas weniger exakt. Daher wurde für Fohlen mit einem Körperumfang bis 225 cm die in Tabelle II angegebene neue Schätzgleichung entwickelt.

Tabelle II: Schätzgleichungen für das Körpergewicht

Autor	Körperumfang	Gleichung	r	System. Abweichung
Eigene Untersuchung	bis 225 cm	$KG = -160,511 + 0,334 * KU + 1,191 * BU + 0,652 * HU + 1,516 * RB$	0,98	keine
Hois (2004)	226-310 cm	$KG = -328,665 + 1,665 * BU + 0,809 * KU + 2,364 * RB + 0,500 * HU$	0,99	keine
Hois (2004)	311-365 cm	$KG = -626,435 + 1,413 * KU + 1,763 * BU + 5,998 * RB + 0,745 * HU - 1,081 * FE + 0,628 * BM$	0,96	keine
Kienzle und Schramme (2004)	über 365 cm	$KG = -1160 + 2,594 * BM + 1,336 * BU + 1,538 * KU + 6,226 * RB + 1,487 * HU + 13,63 * BCS$	0,90	Unterschätzung
Eigene Untersuchung	Stuten hochtragend	$KG = -1057,706 + 1,763 * KU + 1,687 * HU + 9,868 * RB - 4,579 * SM + 4,552 * BM + 3,131 * K + 2,144 * LU$	0,98	keine

KG Körpergewicht (in kg) KU Körperumfang (in cm) BU Brustumfang (in cm) HU Halsumfang (in cm) RB Röhrebeinumfang (in cm)

FE Fessel-Ellbogenmaß (in cm) SM Stockmaß (in cm) BM Bandmaß (in cm) BCS Body Condition Score

K Kammfett an der höchsten Stelle LU Leibesumfang an der Stelle der größten Ausdehnung

Ebenso wurde anhand der Gewichte der Mutterstuten die Gleichung für die Abschätzung des Gewichts von Warmblutpferden nach Kienzle und Schramme (2004) überprüft. Es ergab sich eine leichte Unterschätzung des Gewichtes für die Zeitdauer der Säugeperiode, die Gewichte während der Hochträchtigkeit wurden mit dieser Formel jedoch deutlich unterschätzt. Daher wurde unter Einbeziehung der Parameter „Leibesumfang an der Stelle der größten Ausdehnung“ (LU) und Kammfett (K) die in Tabelle II angeführte Gleichung entwickelt.

## 7 Summary

### **Julia Mack: Influence of the amount of concentrate feeding on growth parameters in the Warmblut foal**

In this study the influence of a different amount of concentrate feeding on several growth parameters in the Warmblut foal was investigated.

For this, 31 Warmblut foals were divided into two groups. One group (“Basis”), consisting of 15 foals, was fed with a basic diet composed of foal starter feed, oats and haylage, additionally supplemented with mare’s milk and temporarily pasture during the suckling period. The other group (“Plus 14”), comprising 16 foals, was provided with an increased supply of oats containing 14 MJ DE per animal and day in addition to the basic ration. The foals were housed in pens. In every pen there were foals of both groups. For a period of approximately eleven months several growth parameters (height at withers (determined with a measuring stick (SM) and a measuring tape (BM) as well), heart girth (BU), neck circumference (HU), body circumference (KU), cannon bone circumference (RB) and pastern-elbow-measurement (FE)), the body mass and the body condition score (BCS) were recorded every four weeks. Four weeks prior to the calculated day of parturition and during the suckling period the dams were included in the measurements.

Up to about 150 days of age the intake of concentrates was noticeably smaller than the provided amount and did not differ between both groups. Later on the supplied amount of concentrates was almost completely taken in. The development of body weight proceeded corresponding to the values shown in table III. Regarding the BCS and the body weight there was no significant difference between the groups. This can only be explained by a compensation of the difference in energy intake from concentrate feeding by a different roughage intake. From the age of 150 days on the BCS of the foals of both groups began to exceed the score of 5 (Scale ranging from 1 cachexia to 9 adiposity), desirable for foals of this age. Therefore a reduction of the supply with concentrates was carried out as evident from the table III mentioned below. The energy intake altogether stayed clearly behind the recommendations for energy requirements based on GfE (1994), although the development of body weight corresponded to the recommendations.

**Table III: Supply with/ intake of concentrates, energy intake, recommendations by GfE (1994) and development of body weight during the rearing period investigated**

Day of life	Co* (kg/d) "Basis"	Co* (kg/d) "+ 14"	Mean energy intake of the whole group**	Requirements GfE (1994)**	BW° ("Basis")	BW° ("+ 14")	BW (GfE°°)
<b>Until 60</b>							144
<b>61 - 90</b>	1,9/1,1	3,2/1,3	64	73	165	161	
<b>91 -120</b>	2,5/2,0	3,8/2,3	69	73	203	198	215
<b>121 - 150</b>	2,7/2,5	4,0/3,0	73	73	239	227	
<b>151 - 180</b>	2,8/2,8	4,1/3,7	70	73	267	259	264
<b>181 - 210<sup>+</sup></b>	3,4/2,8	4,7/3,7	69	74	292	284	
<b>211 - 240</b>	3,4/3,0	4,7/3,6	67	74	313	305	
<b>241 - 270<sup>++</sup></b>	2,6 <sup>#</sup> /2,8 <sup>##</sup>	2,6 <sup>#</sup> /3,1 <sup>##</sup>	62	74	329	318	
<b>271 - 300</b>	2,3 <sup>#</sup> /2,4 <sup>##</sup>	2,3 <sup>#</sup> /2,4 <sup>##</sup>	58	74	347	332	
<b>301 - 346</b>	2,3/2,3	2,3/2,3	57	74	352	353	
<b>Until 365</b>							366

\* Co = Supply with/ intake of concentrates (kg per animal and day)

<sup>+</sup> Weaning (approximately)

° BW = Body weight (kg), mean value

<sup>#</sup> Amount after reduction of feed supply

<sup>##</sup> Intake higher than supply after feed reduction on account of different dates of weaning and reduction of feed supply (because of different dates of birth) and following different amounts of concentrate supply

\*\* In MJ DE per animal and day

<sup>++</sup> Approximate begin of reduction of feed supply

°° Recommendations by GfE (1994) for adult weight of 600kg

The body masses of the foals were used for the verification of the formulae for body weight estimation in Warmblut foals by Hois (2004). In this, an excellent correspondence of the real body weight to the estimated values was found for the older foals (with a body circumference more than 225 cm). For the smaller foals the correspondence was not as exact. Consequently, a new formula for Warmblut foals with a body circumference up to 225 cm was developed, as shown in table IV.

Table IV: Formulae for estimation of body weight

Author	Body circumference	Formula	r	systematic deviation
This study	Up to 225 cm	$KG = -160,511 + 0,334 * KU + 1,191 * BU + 0,652 * HU + 1,516 * RB$	0,98	none
Hois (2004)	226-310 cm	$KG = -328,665 + 1,665 * BU + 0,809 * KU + 2,364 * RB + 0,500 * HU$	0,99	none
Hois (2004)	311-365 cm	$KG = -626,435 + 1,413 * KU + 1,763 * BU + 5,998 * RB + 0,745 * HU - 1,081 * FE + 0,628 * BM$	0,96	none
Kienzle and Schramme (2004)	Over 365 cm	$KG = -1160 + 2,594 * BM + 1,336 * BU + 1,538 * KU + 6,226 * RB + 1,487 * HU + 13,63 * BCS$	0,90	underestimation
This study	Mares in advanced stage of pregnancy	$KG = -1057,706 + 1,763 * KU + 1,687 * HU + 9,868 * RB - 4,579 * SM + 4,552 * BM + 3,131 * K + 2,144 * LU$	0,98	none

KG Body weight (kg) KU Body circumference (cm) BU Heart girth (cm) HU Neck circumference (cm) RB Cannon bone circumf. (cm)

FE Fetlock-elbow-measurement (cm) SM height at withers, measuring stick (cm) BM height at withers, measuring tape (cm)

BCS Body Condition Score K Fat dorsal of the nuchal ligament LU Waist line in the area of largest extent

Accordingly, the formula for body weight estimation for Warmblut horses by Kienzle and Schramme (2004) was checked with the recorded body masses of the dams. A minor underestimation of the body weight was found for the suckling period, whereas the body weight during the advanced stages of pregnancy was highly underrated when using this formula. Consequently, the formula for body weight estimation of mares in an advanced stage of pregnancy shown in table IV was developed utilizing the additional parameters “Waist line in the area of largest extent” (LU) and “Fat dorsal of the nuchal ligament” (K).

## 8 Abkürzungsverzeichnis

Abs.	Absetzen
a.p.	ante partum
BCS	Body Condition Score
BM	Bandmaß
BU	Brustumfang
°C	Grad Celsius
Ca	Calcium
cm	Zentimeter
Cu	Kupfer
d	Tag(e)
DE	Verdauliche Energie
Diff.	Differenz
e	natürlicher Logarithmus
err.	errechnet
FE	Fessel-Ellbogenmaß
Fe	Eisen
Fohlennr.	Fohlennummer
Futt.r.	Futterreduktion
g	Gramm
GE	Bruttoenergie
ges.	gesamt
Ges.r.	Gesamtration
GfE	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
h <sup>2</sup>	Heritabilitätskoeffizient
HU	Halsumfang
i.e.	das heißt
in	Zoll (Längenmaß)
INRA	Institut national de la recherche agronomique
K	Kalium
KF	Kraftfutter
KG	Körpergewicht
kg	Kilogramm

---

KM	Körpermasse
KU	Körperumfang
lb	Pfund (Gewichtseinheit)
m	Meter
Mg	Magnesium
mg	Milligramm
MJ	Megajoule (Energieeinheit)
mm	Millimeter
Mo	Monat
mod.	modifiziert
MW	Mittelwert
n	Anzahl
Na	Natrium
NE	Nettoenergie
NRC	National research council
P	Phosphor
p	Signifikanzniveau
p.p.	post partum
r	Korrelationskoeffizient
$r^2$	Bestimmtheitsmaß
Ra	Rohasche
RB	Röhrbeinumfang
rel.z.M.	relativ zur Mutter
RF	Raufutter
Rfa	Rohfaser
Rfe	Rohfett
Rp	Rohprotein
RU	Röhrbeinumfang
$s_x$	Standardabweichung
SA	Standardabweichung
s.d.	siehe dort
Sign.	Signifikanz
sign.	signifikant
SM	Stockmaß

---

tgl.	täglich
TS	Trockensubstanz
u.a.	unter anderem
unterst.	unterstellt
uS	ursprüngliche oder Frischsubstanz
VEP	Voeder Eenheid Paard (Futtereinheit Pferd), 1000 VEP $\approx$ 9,41 MJ NE
voS	verdauliche organische Substanz
Wh	Widerristhöhe
Zn	Zink
♀	weiblich
♂	männlich
*	signifikant auf dem 5%-Niveau
**	signifikant auf dem 1%-Niveau
***	signifikant auf dem 0,1%-Niveau

## 9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung der verschiedenen erhobenen Körpermaße am Fohlen .....	61
Abbildung 2: Anbringen der Markierung mittig dorsal auf der Zehenwand des linken Vorderhufes .....	64
Abbildung 3: Messen des Abstands der Markierung vom Horn-Hautübergang zur Ermittlung des Hornwachstums.....	65
Abbildung 4: Gewichtsentwicklung (in kg) der beiden Gruppen im Vergleich zum Erwartungswert der modifizierten Janoschekfunktion.....	70
Abbildung 5: Gewichtsentwicklung (in kg) der Mutterstuten während der Aufzucht.....	70
Abbildung 6: Gewichtsentwicklung der Fohlen relativ zur Mutterstute (in %).....	71
Abbildung 7: Gewichtsentwicklung (in kg) der Stutfohlen während der Aufzucht .....	73
Abbildung 8: Gewichtsentwicklung (in kg) der Hengstfohlen während der Aufzucht.....	74
Abbildung 9: Entwicklung des Stockmaßes (in cm) während der Aufzucht .....	78
Abbildung 10: Widerristhöhe (in cm) als Stockmaß und Bandmaß während der Aufzucht....	81
Abbildung 11: Entwicklung des Bandmaßes (in cm) der Mutterstuten während der Aufzucht .....	81
Abbildung 12: Entwicklung des Brustumfangs der Mutterstuten (in cm) während der Aufzucht .....	83
Abbildung 13: Körperumfang der Mutterstuten (in cm) .....	87
Abbildung 14: Entwicklung des Halsumfangs (in cm) der Mutterstuten.....	89
Abbildung 15: Durchschnittliches tägliches Hornwachstum (in mm/d) der Gruppe “+14“ ....	93
Abbildung 16: Durchschnittliches tägliches Hornwachstum (in mm/d) der Gruppe “Basis“..	93
Abbildung 17: Anteil der beobachteten Verhaltensweisen an der Gesamtbeobachtungszeit (in %) .....	103
Abbildung 18: Errechnete tägliche Raufutteraufnahme (in kg) im Vergleich zur in den Rationen unterstellten Raufutteraufnahme und zur Mindestraufutteraufnahme .....	110
Abbildung 19: Energieaufnahme der Gesamtgruppe in % des Bedarfs nach GfE (1994).....	113
Abbildung 20: Mittlere tägliche Trockensubstanzaufnahme aus der Gesamtration in % der Körpermasse.....	116
Abbildung 21: Gewichtsentwicklung im Vergleich zu Werten in der Literatur bis 1930 .....	117
Abbildung 22: Gewichtsentwicklung im Vergleich zu Werten in der Literatur ab 1931 .....	118
Abbildung 23: Gewichtsentwicklung (in kg) der Gesamtgruppe aller Fohlen im Vergleich zu den GfE-Vorgaben (1994) für ein Endgewicht von 600 kg .....	119

Abbildung 24: Vergleich der Gewichtsentwicklung (in kg) der Gruppe „Basis“ und der Gruppe „Zukauf“ .....	120
Abbildung 25: Gewichtsentwicklung (in kg) der Gruppe „Zukauf“ im Vergleich zur Gesamtgruppe der Fohlen aus „Plus 14“ und „Basis“ .....	120
Abbildung 26: Entwicklung des Körpergewichts der Mutterstuten während der Trächtigkeit und Laktation relativ zum Körpergewicht beim Absetzen (in %) .....	122
Abbildung 27: Korrelation zwischen geschätztem und tatsächlichem Gewicht für einen Körperumfang bis 225 cm, $r = 0,9317$ .....	123
Abbildung 28: Korrelation zwischen geschätztem und tatsächlichem Gewicht für einen Körperumfang von 226 bis 310 cm, $r = 0,9903$ .....	124
Abbildung 29: Korrelation zwischen geschätztem und tatsächlichem Gewicht für einen Körperumfang von 311 bis 365 cm, $r = 0,9582$ .....	124
Abbildung 30: Korrelation zwischen geschätztem und tatsächlichem Gewicht für einen Körperumfang bis 225 cm nach der Formel $KG = -160,511 + 0,334 * KU + 1,191 * BU + 0,652 * HU + 1,516 * RB$ , $r = 0,9834$ .....	125
Abbildung 31: Korrelation zwischen geschätztem und tatsächlichem Gewicht der Mutterstuten (in kg) nach der Formel von Kienzle und Schramme (2004), $r (p.p.) = 0,8960$ , $r (a.p.) = 0,9161$ .....	126
Abbildung 32: Vergleich der Schätzwerte für das Gewicht der Mutterstuten ante partum berechnet nach der Gleichung von Kienzle und Schramme (2004) und nach der eigenen Formel ( $r = 0,9766$ ) .....	127
Abbildung 33: Entwicklung des Brustumfangs (in cm) im Vergleich zur modifizierten Janoschekfunktion nach Hois (2004) .....	128
Abbildung 34: Entwicklung des Körperumfangs (in cm) im Vergleich zur modifizierten Janoschekfunktion nach Hois (2004) .....	128
Abbildung 35: Entwicklung des Halsumfangs (in cm) im Vergleich zur modifizierten Janoschekfunktion nach Hois (2004) .....	129
Abbildung 36: Gesamt-BCS beider Gruppen insgesamt während der Aufzucht.....	132
Abbildung 37: Gesamt-BCS aller Fohlen und der Gruppe „Zukauf“ .....	133
Abbildung 38: BCS-Entwicklung der einzelnen Körperregionen aller Fohlen beider Gruppen gesamt.....	135
Abbildung 39: Entwicklung des Stockmaßes im Vergleich zu Werten in der Literatur bis 1930 .....	136

Abbildung 40: Entwicklung des Stockmaßes im Vergleich zu Werten in der Literatur ab 1931 ..... 137

Abbildung 41: Entwicklung des Bandmaßes im Vergleich zu Werten in der Literatur ..... 137

Abbildung 42: Entwicklung des Brustumfangs im Vergleich zu Werten in der Literatur bis 1930 ..... 138

Abbildung 43: Entwicklung des Brustumfangs im Vergleich zu Werten in der Literatur ab 1931 ..... 139

Abbildung 44: Entwicklung des Röhrrbeinumfanges im Vergleich zu Werten in der Literatur bis 1930 ..... 140

Abbildung 45: Entwicklung des Röhrrbeinumfanges im Vergleich zu Werten in der Literatur ab 1931 ..... 141

Abbildung 46: Entwicklung des Körperumfangs im Vergleich zu Werten in der Literatur .. 141

Abbildung 47: Entwicklung des Halsumfangs im Vergleich zu Werten in der Literatur ..... 142

Abbildung 48: Entwicklung des Fessel-Ellbogenmaßes im Vergleich zu Werten aus der Literatur ..... 143

Abbildung 49: Gesamt-BCS der Fohlen der Gruppen „Plus 14“ und „Basis“ im Vergleich zu Werten in der Literatur ..... 144

Abbildung 50: BCS-Entwicklung der einzelnen Körperregionen der Fohlen im Vergleich zu Werten in der Literatur ..... 146

Abbildung 51: Gesamt-BCS der Stuten während der Säugeperiode ..... 148

Abbildung 52: Entwicklung der BCS-Werte der einzelnen Körperregionen der Mutterstuten ..... 150

## 10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Geschätzte Heritabilitäten in der Literatur für Körpermessungen an ausgewachsenen Pferden verschiedener Rassen .....	4
Tabelle 2: Geschätzte Heritabilitäten für verschiedene Wachstumsparameter nach Saastamoinen (1990b).....	4
Tabelle 3: Stockmaß zum Geburtszeitpunkt bei verschiedenen Autoren .....	17
Tabelle 4: Mittlere Widerristhöhe und Zunahmen von Vollblutfohlen in Kanada (Hintz et al. 1979) und Irland (Jelan et al. 1996) .....	21
Tabelle 5: Entwicklung des Röhreinumfanges von Vollblutfohlen nach Hintz et al. (1979) bis zum achten Lebensmonat und die jeweiligen Zuwächse von Monat zu Monat.....	22
Tabelle 6: Körpermasse der Fohlen bei der Geburt und am Ende des jeweiligen Lebensmonats (kg) bei moderater Aufzucht (GfE, 1994).....	27
Tabelle 7: Lebendmasse von Fohlen verschiedener Rassen in Relation zum erwarteten Endwert im Vergleich zu den Angaben der GfE (1994) (in %).....	28
Tabelle 8: Einteilung der Body Condition nach dem prozentualen Körperfettgehalt von Murray (1919).....	36
Tabelle 9: Body Condition Scoring-System nach Hennecke et al. (1983).....	37
Tabelle 10: Body Condition Scoring-System nach Carroll und Huntington (1988).....	38
Tabelle 11: Body Condition Scoring-System nach Martin-Rosset (1990) .....	39
Tabelle 12: Body Condition Scoring-System nach Wright (1998).....	39
Tabelle 13: Body Condition Scoring-System nach Kienzle und Schramme (2004).....	41
Tabelle 14: Durchschnittliche Trockensubstanzaufnahme in % der Körpermasse nach Meyer und Coenen (2002).....	44
Tabelle 15: Empfehlungen für die tägliche Versorgung von Fohlen mit verdaulicher Energie (MJ DE/d) bei einer zu erwartenden Körpermasse des ausgewachsenen Pferdes von 600 kg (moderate Aufzuchtintensität).....	47
Tabelle 16: Erhaltungsbedarf nach Altersgruppen in MJ DE/d nach GfE (1994) .....	49
Tabelle 17: Vergleich des Protein-Energie-Verhältnisses (g RP/MJ DE) in Rationen für wachsende Pferde in verschiedenen europäischen Ländern mit den Angaben des NRC (1989) .....	53
Tabelle 18: Rationen der Gruppen „Basis“ und „Plus 14“, Angaben in kg.....	55
Tabelle 19: Rationen der Mutterstuten während der Laktation (Angaben in kg/Tag).....	55

Tabelle 20: Analyseergebnisse der zur Verwendung gekommenen Futtermittel Heulage, Hafer und Marstall Typ Fohlen (alle Angaben bezogen auf TS) .....	57
Tabelle 21: Energiebewertung der zur Anwendung gekommenen Futtermittel nach Zeyner und Kienzle (2002).....	57
Tabelle 22: Rationen der Fohlen der Gruppe Zukauf (Angaben in kg/Tag).....	60
Tabelle 23: Beschreibung der Verhaltensweisen, die während der Beobachtungsintervalle dokumentiert wurden.....	66
Tabelle 24: Energieangebot und -aufnahme aus dem Kraftfutter (MJ DE/d) während der Aufzucht .....	67
Tabelle 25: TS-Aufnahme (kg/d) aus der Kraftfuttermischung während der Aufzucht .....	68
Tabelle 26: Gewichtsentwicklung (in kg) der beiden Gruppen während der Aufzucht.....	69
Tabelle 27: Gewichtsentwicklung (in %) der Fohlen relativ zum Gewicht der Mutterstute ...	72
Tabelle 28: Gewicht (in kg) im Vergleich zu zugekauften Fohlen nach dem Absetzen.....	72
Tabelle 29: Gewichtsentwicklung (in kg) der Hengstfohlen während der Aufzucht.....	74
Tabelle 30: Vergleich der Gewichtsentwicklung (in kg) der Stut- und Hengstfohlen während der Aufzucht .....	75
Tabelle 31: Gewichtsentwicklung (in kg) der Stuten und Hengste der einzelnen Gruppen jeweils im Vergleich.....	76
Tabelle 32: Absolute tägliche Zunahmen (in kg/d) während der Aufzucht.....	77
Tabelle 33: Stockmaß (in cm) der Mutterstuten.....	78
Tabelle 34: Entwicklung des Stockmaßes absolut (SM, in cm) und in Relation zum Muttertier (rel.z.M., in %) .....	79
Tabelle 35: Entwicklung des Bandmaßes (in cm) während der Aufzucht.....	79
Tabelle 36: Differenzen von Bandmaß und Stockmaß (in cm) während der Aufzucht.....	80
Tabelle 37: Entwicklung des Bandmaßes in Relation zum Muttertier (in %) .....	82
Tabelle 38: Entwicklung des Brustumfangs (in cm) während der Aufzucht .....	83
Tabelle 39: Entwicklung des Brustumfangs in Relation zum Muttertier (in %).....	84
Tabelle 40: Entwicklung des Röhrebeinumfangs (in cm) während der Aufzucht.....	85
Tabelle 41: Röhrebeinumfang der Mutterstuten (in cm) .....	85
Tabelle 42: Entwicklung des Röhrebeinumfangs in Relation zum Muttertier (in %).....	86
Tabelle 43: Entwicklung des Körperumfangs (in cm) während der Aufzucht .....	86
Tabelle 44: Entwicklung des Körperumfangs in Relation zum Muttertier (in %).....	88
Tabelle 45: Entwicklung des Halsumfangs (in cm) während der Aufzucht .....	89
Tabelle 46: Entwicklung des Halsumfangs in Relation zum Muttertier (in %).....	90

Tabelle 47: Entwicklung des Fessel-Ellbogenmaßes (in cm) während der Aufzucht.....	91
Tabelle 48: Fessel-Ellbogenmaß (in cm) der Mutterstuten.....	91
Tabelle 49: Entwicklung des Fessel-Ellbogenmaßes in Relation zum Muttertier (in %) .....	92
Tabelle 50: Durchschnittliches tägliches Hornwachstum (in mm/d) während der Aufzucht ..	92
Tabelle 51: Gesamt-BCS der Fohlen während der Aufzucht.....	94
Tabelle 52: BCS-Werte der einzelnen Körperregionen der Fohlen .....	96
Tabelle 53: BCS- Werte der einzelnen Körperregionen der Fohlen .....	97
Tabelle 54: Vergleich des Gesamt-BCS der Gruppen „Plus 14“, „Basis“ und „Zukauf“ .....	98
Tabelle 55: Vergleich der BCS-Werte der verschiedenen Körperregionen der Gruppen „Plus 14“, „Basis“ und „Zukauf“ .....	99
Tabelle 56: Vergleich der BCS-Werte von Hüft- und Schweifregion der Gruppen „Plus 14“, „Basis“ und „Zukauf“ .....	100
Tabelle 57: Gesamt-BCS der Mutterstuten prä und post partum während der Säugeperiode	101
Tabelle 58: BCS-Werte der verschiedenen Körperregionen der Mutterstuten .....	102
Tabelle 59: Unterstellte durchschnittliche tägliche Energieaufnahme (MJ DE/Tag) der Gesamtgruppe aller Fohlen im Vergleich zu den Empfehlungen der GfE (1994).....	112
Tabelle 60: Kraftfutter/Raufutterverhältnis der angebotenen Rationen, bezogen auf den TS-Gehalt der verwendeten Futtermittel (Zahlen gerundet) .....	115
Tabelle 61: Differenzen zwischen Band- und Stockmaß (in cm) der Gruppen „Plus 14“, „Basis“ und der Fohlen der Studie von Hois (2004) im Vergleich .....	130
Tabelle I: Kraftfutterzuteilung und -aufnahme, Energieaufnahme, Bedarf nach GfE (1994) und Körpergewichtsentwicklung während der Aufzuchtperiode.....	153
Tabelle II: Schätzgleichungen für das Körpergewicht .....	154
Table III: Supply with/ intake of concentrates, energy intake, recommendations by GfE (1994) and development of body weight during the rearing period investigated .....	156
Table IV: Formulae for estimation of body weight.....	157

## 11 Literaturverzeichnis

1. Arbeitsgruppe Tierschutz und Pferdesport des BMELF (1993) Leitlinien Tierschutz im Pferdesport. Pferdeheilkunde 9, 63-68
2. Arnason, T. (1984) Genetic studies on conformation and performance of Icelandic toelter horses. I. Estimation of non-genetic effects and genetic parameters. Acta Agric. Scand. 34, 409-427
3. Austbø, D. (1996) Energy and protein evaluation systems and nutrient recommendations for horses in the Nordic countries. Paper presented at Proceedings of the 47<sup>th</sup> European Association of Animal Production Meeting, S. 293
4. Austbø, D. (2004) The Scandinavian adaptation of the French UFC system. In *The nutrition of the performance horse*, edited by EAAP publication No. 111 (Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands). S. 69-78
5. Austbø, D. (2005) Rations for intensive growth in young horses. 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. 137-145
6. Axelsson, J. (1949) Standard for nutritional requirements of domestic animals in the Scandinavian countries. In *V<sup>ème</sup> Congrès International Zootechnie*, Vol.2, Rapports particuliers, 123-144
7. Banach, M., und J. Evans. (1981) Effect of inadequate energy during gestation and lactation on the oestrous cycle and conception rates of mares. Paper presented at Proc. 7<sup>th</sup> Equine Nutr. Physiol. Symp. S. 97-104
8. Barauskas, V. (1974) Investigation of the inheritance of some characters in Zemaitukai ponies. Anim. Breed. Abstr. 43, 36
9. Bigot, G., C. Trillaud-Geyl, M. Jussiaux, und W. Martin-Rosset (1987) Elevage du cheval de selle du sevrage au débouillage: alimentation hivernale, croissance et développement. Bull. Tech.CRZV Theix INRA 69, 45-53
10. Blum, J.W. (2002) Wachstumsregulation bei Haustieren: Grundlagen, Regulation, Manipulation. Abteilung für Ernährung und Physiologie der Haustiere, Veterinärmedizinische Fakultät Bern
11. BMELF (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten), Referat Tierschutz (1995) *Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten*
12. Borchers, A. (2002) Die Körpergewichts- und Körpergrößenentwicklung des Warmblutfohlens während des ersten Lebenshalbjahres in Bezug zur Energie- und Proteinzufuhr sowie zum Auftreten der Osteochondrose. Diss., Tierärztliche Hochschule Hannover.

13. Boren, S.R., D.R. Topliff, D.W. Freeman, R.J. Bahr, D.G. Wagner und C.V. Maxwell (1987) Growth of weanling Quarter horses fed varying energy and protein levels. *Anim. Sci. Res. Rep.* 119, 131-137
14. Bornemann, A. (1977) Untersuchungen über den Einfluss von Erbanlage und Umwelt auf Körpermaße des "ostpreußischen Warmblutpferdes Trakehner Abstammung" in Ostpreußen und in Westdeutschland. Diss., Universität Kiel
15. Boulot, S. (1987) L'ingestion chez la jument. Etude de quelques facteurs de variation au cours du cycle gestation-lactation; implications nutritionnelles et métaboliques. Diss., L'Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Rennes.
16. Bouwman, H., und W. van der Schee (1978) Composition and production of milk from Dutch warmblooded saddle horse mares. *Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelkd.* 40, 39-53
17. Bowling, A.T. (2000) *The Genetics of the Horse*. Edited by Ruvinsky, A., CAB International, Wallingford
18. Brody, S. (1945) *Bioenergetics and growth*. Reinhold Publ. Co., New York
19. Brzeski, E., und S. Kurowski (1964) Investigation in the growth of horse. II - The Posnan horse. *Zootechnica Z 6. Krakowic Nr. 22* (in Polnisch)
20. Butaye, R. (1966) Poids et croissance de poulains et de chevaux plus âgés chez la race de trait belge. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 35[4], 157-175 (in Dänisch)
21. Butler, von I. (1986) Genetic parameters for body measurements in Bavarian warmblood mares. Paper presented at 37<sup>th</sup> Ann. Meet. of Eur. Assoc. for Anim. Prod.
22. Butler, von I. (1987) Genetische Parameter für Exterieurmerkmale bei süddeutschen Kaltblutstuten. Paper presented at 38<sup>th</sup> Ann. Meet. of Eur. Assoc. for Anim. Prod.
23. Butler, von I., und I. Krollikowsky (1986) Genetische Parameter für Größenmaße einer Stutbuchpopulation des Deutschen Reitpferdes. *Züchtungskunde* 58, 233-238
24. Carroll, C.L., und P.J. Huntington (1988) Body condition scoring and weight estimation of horses. *Equine Vet. J.* 20, 41-45
25. Coenen, M. (1992) CI-Haushalt und CI-Bedarf des Pferdes. Habil.-schrift, Tierärztliche Hochschule Hannover
26. Comerford, P., und B. Egan (1998) Use of Body Condition Scoring in Broodmare Management. *Dairy and Animal Science, PennState* 98-3
27. Cottril, C.L., J. Jeffers-Lo, J.C. Ousey, A.J. McGladdery, S.W. Ricketts, M. Silver und P.D. Rosedale (1991) The placenta as a determinant of fetal well-being in normal and abnormal equine pregnancies. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 44, 591-601

28. Crampton, E. (1923) Rate of growth of draft horses. *J. Agric. and Hort.* 26, 172  
zitiert in Cunningham and Fowler (1961), *Bull.* 546. Louisiana State University
29. Crozier, J.A., V.G. Allen, N.E. Jack, J.P. Fontenot und M.A. Cochran Digestibility (1997) Apparent Mineral Absorption, and Voluntary Intake by Horses Fed Alfalfa, Tall Fescue, and Caucasian Bluestem. *J. Anim. Sci.* 75, 1651-1658
30. Cuddeford, D., D. Austbø, D. Bergero, G. Blanchard, M. Coenen, A. Ellis, P. Harris und C. Trillaud-Geyl (2005) Energy and protein requirements for growth: A European perspective. 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. 159-169
31. Cunningham, K., und S. Fowler (1961) A study of growth and development in the Quarter Horse. Louisiana State University Agr. Exp. Sta. *Bull.* 546
32. CVB (Centraal veevoederbureau) (1996) Het definitieve VEP en VRE system. In *Documentatierapport Nr. 15*
33. Cymbaluk, N.F. (1990) Cold housing effects on growth and nutrient demand of young horses. *J. Anim. Sci.* 68, 3152-3162
34. Cymbaluk, N.F., G.I. Christison und D.H. Leach (1989) Energy uptake and utilization by limited- and ad libitum-fed growing horses. *J. Anim. Sci.* 67, 403-413
35. Cymbaluk, N.F., G.I. Christison und D.H. Leach (1990) Longitudinal growth analysis of horses following limited and ad libitum feeding. *Equine Vet. J.* 22, 198-204
36. Cymbaluk, N.F., und B. Laarveld (1996) The ontogeny of serum insulin-like growth factor-1 concentration in foals: effect of dam parity and age at weaning. *Dom. Anim. Endocrinology* 13, 197-209
37. Dämmerich, K. (1985) Wachstumsstörungen des Skeletts bei jungen Pferden. *Pferdeheilkunde* 1, 5-13
38. Davison, K.E., P.G. Potter, J.W. Evans, L.W. Greene, P.S. Hargis, C.D. Corn und S. P. Webb (1991) Growth, nutrient utilization, radiographic bone characteristics and postprandial thyroid hormone concentrations in weanling horses fed added dietary fat. *Equine Vet. Sci.* 11, 119-125
39. Delobel, A., B. Vandervorst, J.-P. Lejeune, V. de Behr, D. Serteyn, I. Dufrasne und L. Istasse (2004) First results from a morphological approach to draught foal and filly growth in the Ardennes: II. Calculating growth curbs. Paper presented at 2<sup>nd</sup> European workshop on equine nutrition, Dijon, S. 3-48
40. Dobberthien, U. (2002) *Waagemut. Cavallo* 1-2002, 36-41

41. Doreau, M., S. Boulet, J.P. Barlet und P. Patureau-Mirand (1990) Yield and composition of milk from lactating mares: effect of lactation stage and individual differences. *J. Dairy Res.* 57, 449-454
42. Doreau, M., und S. Boulot (1989) Recent knowledge on mare milk production: a review. *Livest. Prod. Sci.* 22, 213-235
43. Doreau, M., W. Martin-Rosset und S Boulot (1988) Energy requirements and the feeding of mares during lactation: a review. *Livest. Prod. Sci.* 20, 53-68
44. Drögemüller, F. (1936) Ein Beitrag zur Kenntnis der Formveränderungen des Pferdes während seines Wachstums (Nach Wachstumsmessungen an Gebrauchspferden). Diss., Universität Berlin
45. Duerst, J.U. (1922) *Die Beurteilung des Pferdes*. Enke Verlag, Stuttgart
46. Dunbar, R.I.M. (1976) Some aspects of research design and thier implications in the observational study of behaviour. *Behaviour* 58, 78-98
47. Dušek, J. (1965) The heritability of some characters in the horse. *Anim. Breed. Abstr.* 33, 532
48. Dušek, J. (1972) Standards zur Beurteilung des Wachstums der Fohlen des Hannoveraner Warmbluts. *Züchtungskunde* 44, 270-278
49. Dušek, J. (1976) Bewertung der Gewichtszunahme bei Fohlen. *Bayer. Ldw. Jb.* 53, 68-70
50. Ellis, R.N.W., und T.L.J. Lawrence (1978a) Energy under-nutrition in the weanling filly foal  
I. Effects on subsequent live-weight gains and onset of oestrus. *Br. Vet. J.* 134, 205-211
51. Ellis, R.N.W., und T.L.J. Lawrence (1978b) Energy under-nutrition in the weanling filly foal  
II. Effects on body conformation and epiphyseal plate closure in the fore-limb. *Br.Vet.J.* 134, 322-332
52. Ellis, R.N.W., und T.L.J. Lawrence (1978c) Energy under-nutrition in the weanling filly foal  
III. Effects on heart rate and subsequent voluntary food intake. *Br.Vet.J.* 134, 333-341
53. Equine Section (University of Kentucky) (1998) "Formulating Rations for Horses." Available from <http://www.uky.edu/Ag/AnimalSciences/pubs/asc115.pdf>
54. Eriksson, K. (1948) Heritability of body development in the horse. *Meddelanden fran veterinärhögskolan i Stockholm* 22, 73-82
55. Fehrle, S. (1999) Untersuchungen zur Verdaulichkeit von Mischfutter beim Pferd in Abhängigkeit von der Rauhfutteraufnahme. Diss., Ludwig-Maximilians-Universität, München
56. Ferguson, J.D., D.T. Galligan und N. Thomsen (1994) Principal descriptors of body condition in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 77, 2695-2703

57. Finkler-Schade, C., H. Enbergs und L. Ahlswede (1996) Untersuchungen zum Wachstumsverlauf und zum Vorkommen von Stellungs- und Gliedmaßenveränderungen bei Saugfohlen während der Weideperiode. *Pferdeheilkunde* 12[3], 275-278
58. Flade, J.E. (1957) Wachstum und Entwicklung beim Pferd - eine Betrachtung über die Fohlenaufzucht. *Tierzucht* 11[163 (B)], 163-170
59. Flade, J.E. (1962) *Das Araberpferd*. Ziemsen Verlag, Wittenberg
60. Flade, J.E. (1983) Entwicklung der Körpermaße beim Shetlandpony. Paper presented at Leipziger Tierzucht-Symposien, IV: Internationales wissenschaftliches Symposium: Züchtung, Ernährung und Wachstum von Pferden. Band II 622-635
61. FN (Deutsche Reiterliche Vereinigung) (1992) *Orientierungshilfen Reitanlagen- und Stallbau*. FN-Verlag, Warendorf
62. Foß, F. (1938) Periodische Messungen an Fohlen des Württ. Landgestüts Marbach a. d. L. *Züchtungskunde* 13, 376-390
63. Frape, D.L. (2004) *Equine Nutrition and Feeding*. 3<sup>rd</sup> Edition Blackwell Publishing Ltd.
64. Garlinghouse, S.E., R.E. Bray, E.A. Cogger und S.J. Wickler (1999) "The influence of body measurements and condition score on performance results during the 1998 Tevis Cup". Available from <http://shady-acres.com/susan/tevis98.shtml> [Stand 18.01.02]
65. Garlinghouse, S.E., und M.J. Burrill (1998) "Relationship of body condition score to completion rate during 160-km endurance races". Available from <http://shady-acres.com/susan/tevis95-96.shtml> [Stand 18.01.02]
66. GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (1994) *Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung des Pferdes*. 2. Auflage DLG-Verlag, Frankfurt/Main
67. GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (2003) Prediction of Digestible Energy (DE) in Horse Feed. Paper presented at Proc.Soc.Nutr.Physiol. 12, 123-126
68. Gibbs, P. (2003) "Stallion Nutrition". Animal Science Department, Texas A&M University  
Available from [http://animalscience.tamu.edu/main/academics/nutrition/asweb015-stallion\\_nutrition.pdf](http://animalscience.tamu.edu/main/academics/nutrition/asweb015-stallion_nutrition.pdf)
69. Gibbs, P., und K.E. Davison (2003) "Nutritional Management of Pregnant and Lactating Mares". Department of Animal Science, Texas A&M University  
Available from <http://animalscience.tamu.edu/main/academics/nutrition/hrg013-nutrmgmt.pdf>

70. Gibbs, P.G., und K.E. Davison (2003) "Selection and Use of Roughage in Horse Feeding." Department of Animal Science Texas A&M University  
Available from <http://www.anslab.iastate.edu/Class/AnS415/Selectionroughage.pdf>
71. Gibbs, P.G., G.D. Potter, R.W. Blake und W.C. McMullan (1982) Milk production of quarter horse mares during 150 days of lactation. *J. Anim. Sci.* 54, 496-499
72. Gibbs, P.G., S.H. Sigler und T.B. Goehring (1989) Influence of diet on growth and development of yearling horses. *J. Equine Vet. Sci.* 9, 215-218
73. Gille, U. (1989) Vergleichende Betrachtungen zum postnatalen Wachstum der Körpermasse und ausgewählter Extremitätenmaße verschiedener Haus- und Labortierspezies. Diss., Universität Leipzig
74. Gille, U. (1992) Growth Curve Analysis. *Vet. Anat. Inst. Leipzig*
75. Glade, M.J. (1992) A review of hormonal regulation of cartilage growth in foals. Paper presented at Proc. Equine Osteochondrosis in the '90s S. 19-20
76. Glade, M.J., und T.H. Belling (1986) A dietary etiology for osteochondrotic cartilage. *J. Equine Vet. Sci.* 6, 151-155
77. Glade, M.J., S. Gupta und T.J. Reimers (1984) Hormonal responses to high and low planes of nutrition in weanling Thoroughbreds. *J. Anim. Sci.* 59, 658-665
78. Goater, L.E., T.N. Meacham, A.N. Huff, D.R. Notter und R.A. Magnusson (1984) The influence of month of birth on growth and development of Thoroughbred foals and yearlings. *Animal Science Research Report No 3. Virginia Agricultural Experiment Station* S. 206-209
79. Grabowski, J., S. Detkens und R. Tyszkowski (1971) Growth and development of pure bred Arabian foals and youngsters in the Podlasie Lowlands environment. *Zesz. Nauk. Wyzsz. Szk. Rol. Szczecinie* 36, 21-40 (in Polnisch)
80. Green, D.A. (1969) A study of growth rates in thoroughbred foals. *Br. Vet. J.* 125, 539-546
81. Greene, E.A., J.R. Knapp und S.P. Davis (2005) Predicting growth rates and mature sizes in Morgan horses. 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. 73-74
82. Gütte, J.O. (1972) Energiebedarf laktierender Stuten. In *Handbuch der Tierernährung*, Band II, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
83. Hansson, N. (1938) *Husdjurslära* Vol.2 C.E. Fritzes Förlag, Stockholm

84. Harris, P.A. (1999) Review of equine feeding and stable management practices in the UK concentrating on the last decade of the 20<sup>th</sup> century. *Equine Vet. J. Suppl.* 28, 46-54
85. Heird, J.C. (1973) Growth parameters in the Quarter Horse. Paper presented at Proc. 3<sup>rd</sup> Eq. Nutr. and Phys. Symp., Florida University, Gainesville S. 81-92
86. Henneke, D.R., G.D. Potter und J.L. Kreider (1981) Rebreeding efficiency in mares fed different levels of energy during late gestation. Paper presented at Proc. 7<sup>th</sup> Equine Nutr. Physiol. Symp. S. 101-104
87. Henneke, D.R., Potter G.D. und J.L. Kreider (1984) Body condition during pregnancy and lactation and reproductive efficiency of mares. *Theriogenology* 21[6], 897-909
88. Henneke, D.R., G.D. Potter, J.L. Kreider und B.F. Yeates (1983) Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. *Equine Vet. J.* 15, 371-372
89. Hesse, H. (1957) Entwicklung und Wachstumsverlauf bei Kleinpferden. *Tierzüchtg. u. Züchtungsbiol.* 70, 175-181
90. Hickman, J., und C. Colles (1984) Measurement of horses. *Vet. Rec.* 114, 491-493
91. Hintz, H.F. (1980) Growth in the horse. In *Stud Manager's Handbook*, Vol. 16, 59-66 Agriservices Foundation, Clovis, California
92. Hintz, H.F. (1986) Diet and milk production of mares. *Equine Pract.* 8, 5-6
93. Hintz, H.F. (1992) Effect of energy and protein deprivation on body weight and height gains of young horses. *Equine Pract.* 14, 7-8
94. Hintz, H.F., R.L. Hintz und L.D. van Vleck (1979) Growth rate of thoroughbreds, effect of age of dam, year and month of birth, and sex of foal. *J. Anim. Sci.* 48, 480-487
95. Hois, C. (2004) Feldstudie zur Gewichtsentwicklung und Gewichtsschätzung beim wachsenden Pferd. Diss., Ludwig-Maximilians-Universität München.
96. Holland, J.L., D.S. Kronfeld, R.M. Hoffman, K.M. Greiwe-Crandell, T.L. Boyd, W.L. Cooper und P.A. Harris (1996) Weaning stress is affected by nutrition and weaning methods. *Pferdeheilkunde* 12[3], 257-260
97. Householder, P.D., G.D. Potter und R.E. Lichenwalnes (1977) Digestible energy and protein requirements of yearling horses. Paper presented at Proc. 5<sup>th</sup> Eq. Nutr. Physiol. Soc. Symp., St. Louis, Mo. S. 126
98. I.N.R.A. (Institut National de la Recherche Agronomique) (1984) *Le cheval: reproduction, sélection, alimentation, exploitation*. Edited by Jarrige, R. und W. Martin-Rosset, Paris

99. I.N.R.A. (Institut National de la Recherche Agronomique) (1990) *L'alimentation des cheveaux*. Edited by Martin-Rosset, W. Vol. 232 INRA Editions, Versailles
100. Iwersen, E. (1926) Die Körperentwicklung des holsteinischen Marschpferdes von der Geburt bis zum Abschluss des Wachstums. *Züchtungskunde* 1, 134-143
101. Jackson, S.G., und J.D. Pagan (1993a) Developmental orthopedic disease: Multiple causes - no sure cures. *J. Equine Vet. Sci.* 13, 9-10
102. Jackson, S.G., und J.D. Pagan (1993b) Growth management of young horses: A key to future success. *J. Equine Vet. Sci.* 13, 10-11
103. Janoschek, A. (1957) Das reaktionskinetische Grundgesetz und seine Beziehung zum Wachstums- und Ertragsgesetz. *Statistische Vierteljahresschrift* 10, 25-37
104. Jeffcott, L.B. (1991) Osteochondrosis in the horse - searching for the key to pathogenesis. *Equine Vet. J.* 23, 331-338
105. Jeffcott, L.B., und C.J. Savage (1996) Nutrition and the development of osteochondrosis. *Pferdeheilkunde* 12[3], 338-342
106. Jelani, Z.A., L.B. Jeffcott, N. Lundeheim und M. Osborne (1996) Growth rates in Thoroughbred foals. *Pferdeheilkunde* 12[3], 291-295
107. Jespersen, J. (1949) Normes pour les besoins des animaux: chevaux, porcs et poules. In *V<sup>ème</sup> Congrès International Zootechnie*, Paris, Vol.2, Rapports particuliers, 33-43
108. Jones, L., und T. Hollands (2005) Estimation of growth rates in UK thoroughbreds. Paper presented at Proceedings Equine Nutrition Conference, Hannover, Germany  
*Pferdeheilkunde* 21, 121-123
109. Jordan, R.M. (1977) Growth pattern of ponies. Paper presented at Proc. Equine Nutr. and Physiol. Soc. Symp. S. 63-71
110. Jordan, R.M. (1979) A note on the energy requirements for lactation of pony mares. Paper presented at Proc. 6<sup>th</sup> Equine Nutr. Physiol. Symp., Texas S. 27-32
111. Jordan, R.M. (1985) Effect of energy and crude protein intake on lactating pony mares. Paper presented at Proc. 9<sup>th</sup> Equine Nutr. Physiol Symp., East Lansing S. 90-94
112. Jordan, R.M., und Y. Myers (1972) Effect of protein levels on the growth of weanling and yearling ponies. *J. Anim. Sci.* 34, 578-581
113. Kamphues, J., M. Coenen und E. Kienzle (2004) *Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung*. 10. Auflage, Schaper, Hannover

114. Keenan, D.M., I.J. Bruce und C.J. Allardyce (1987) The effect of breed, date of birth and anabolic steroids on the body weight of foals. *Austr. Vet. J.* 64, 32
115. Kellner, O., und G. Fingerling (1924) *Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere*. 10. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin
116. Khotov, V. (1971) Progeny testing of purebred Anglo- Karachaev saddle stallions. *Anim. Breed. Abstr.* 41, 297
117. Kienzle, E., und C.S. Schramme (2004) Body Condition Scoring and Prediction of Body Weight in Adult Warmblooded Horses. *Pferdeheilkunde* 20[6], 517-524
118. Klemetsdal, G., und L.E. Wallin (1986) Genetic parameters estimated on subjectively scored conformation traits in Norwegian trotter. Paper presented at 37<sup>th</sup> Ann. Meet. of Eur. Assoc. for Anim. Prod.
119. Kronacher, C. (1929) *Züchtungslehre*. Verlag Paul Parey, Berlin
120. Kronfeld, D.S., T.N. Meacham und S. Donoghue (1990) Dietary aspects of developmental orthopedic disease in young horses. *Vet. Clin. N. Amer. Equine Pract.* 6[2], 451-466
121. Kröning, F. (1942) Die Entwicklung des Brandenburger Warmblutpferdes von der Geburt bis zum Abschluss des Wachstums unter besonderer Berücksichtigung der Futtermittelverwertung bis zum Beginn des 4. Lebensjahres. Teil I und II. *Zeitschrift für Tierzucht und Züchtungsbiologie* S. 45ff und S. 168-194
122. Künzi N., und G. Stranzinger (1992) *Allgemeine Tierzucht*. 1. Auflage, Verlag Ulmer, Stuttgart
123. Langlois, B. (1973) Caractères quantitatifs chez le cheval. Aspects génétiques. *Bull. Tech. Départ. Génét. Anim. INRA* 16, 135
124. Lawrence, L.A. (2000) "Nutrient Requirements and Balancing Rations for Horses" Virginia Cooperative Extension Animal and Poultry Sciences  
Available from <http://www.ext.vt.edu/pubs/horse/406-473/406-473.pdf>
125. Lawrence, L.M. (2000) Advances and gaps in energy nutrition. Paper presented at Proc. of the KER Equine Nutrition Conference for Feed Manufacturers, Lexington, KY, S. 11-22
126. Lawrence, L.M., R.J. Coleman und J.C. Henning (2000) "Choosing Hay for Horses" Cooperation Extension Service, College of Agriculture, University of Kentucky  
Available from <http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/id/id146/id146.pdf>
127. Leger, D.W. (1977) An empirical evaluation of instantaneous and one-zero sampling of chimpanzee behaviour. *Primates* 18, 387-393

128. Lewis, L.D. (1995) *Equine clinical nutrition, feeding and care*. 2<sup>nd</sup> ed., Williams & Wilkins, Baltimore, Philadelphia
129. Lundberg, U. (1995) Mjölakens sammansättning och fölens viktökning under digivningsperioden hos varmblodig travhäst. Examensarbete, rapport 21, vid Inst. för djurfysiologi och Inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala
130. Marq, J., J. Lahaye und E. Cordiez (1956) Considérations générales sur la croissance. In *Le Cheval*, tome II, 667-679 Lib. Agric. La Maison Rustique, Paris
131. Martin, P., und P. Bateson (1993) *Measuring Behaviour*. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK
132. Martin, R.G. (1993) Effects of nitrogen and energy supplementation on grazing brood mares and aspects of nitrogen metabolism in horses. PhD Thesis, University of Queensland
133. Martin, R.G., N.P. McMeniman und K.F. Dowsett (1992) Milk and water intakes of foals sucking grazing mares. *Equine Vet. J.* 24[4], 295-299
134. Martin-Rosset, W. (1983) Husbandry and feeding of heavy breed and saddle young horse. Paper presented at Paper 33<sup>rd</sup> Ann. Meet. of EEAP
135. 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, N., D. Gagliardi, M. Polidori und D. Bergero Vol. 11, 59-65 Obiettivi & Documenti Veterinari
136. Martin-Rosset, W. (2000) Feeding standards for energy and protein for horses in France. Paper presented at Proc. Equine Nutr. Conf. for Feed Manufacturers, Versailles, KY, Kentucky Equine Research Center S. 31-94
137. Martin-Rosset, W. (2004) Growth and development in the equine. Paper presented at 2<sup>nd</sup> European workshop on equine nutrition, Dijon S. 3-48
138. 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
139. Martin-Rosset, W., und M. Doreau (1980) Effect of variations in the level of feeding of heavy mares during late pregnancy. Paper presented at 31. Jahrestagung der EVT, München
140. Martuzzi, F., A. Summer, P. Formaggioni und P. Mariani (2004) Milk of Italian Saddle and Haflinger nursing mares: Physico-chemical characteristics, nitrogen composition and mineral elements at the end of lactation. *Italian J. Anim. Sci.* 3[3], 293-299

141. McKeever, K., G. Heusner und D. Sperling (1981) Quarter horse foal growth - effect of month of birth, age of dam, and sex of foal. Paper presented at 6<sup>th</sup> Equine Nutrition and Physiology Proceedings S. 149-155
142. Menke, K.H., und W. Huss (1980) *Tierernährung und Futtermittelkunde*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
143. Meyer, H. (1979) Ernährung des Pferdes. In *Pferdezucht und Pferdefütterung*, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart S. 262-397
144. Meyer, H. (1986) Probleme der Fohlenfütterung. *Züchtungskunde* 58[6], 442-448
145. Meyer, H. (1996) Das neugeborene Fohlen - alles startklar? *Pferdeheilkunde* 12[3], 171-178
146. Meyer, H., und L. Ahlswede (1976) Über das intrauterine Wachstum und die Körperzusammensetzung von Fohlen sowie den Nährstoffbedarf tragender Stuten. Übers. *Tierernährg.* 4, 263-292
147. Meyer, H., und M. Coenen (2002) *Pferdefütterung*. 4. Auflage Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Wien
148. Meyer, H., und B. Stadermann (1991) Energie- und Nährstoffbedarf hochtragender Stuten. *Pferdeheilkunde* 7[1], 11-20
149. Mieckley (1894) Messungen und Wägungen an neugeborenen Fohlen. *Archiv für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde* 20, 320-326
150. Milligan, J.D., R.J. Coleman und L.D. Burwash (1985) Relationship of energy intake to weight gain in yearling horses. Paper presented at Proc. 9<sup>th</sup> Equine Nutr. Physiol. Symp., East Lansing, Mich. S. 8-13
151. Milner, J., und D. Hewitt (1969) Weight of horses: Improved estimates based on girth and length. *Can. Vet. J.* 10, 314-316
152. Miraglia, N., D. Gagliardi, M. Polidori und D. Bergero (1998) Condizione corporea nel cavallo atleta: Relazione tra il Body Condition Score e la tecnica ultrasonografica. *Obiettivi & Documenti Veterinari* 11, 59-65
153. Morrison, F. B. (1950) *Feeds and Feeding*. 20<sup>th</sup> ed. The Morrison Pub. Co., Ithaca, New York
154. Murray, J.A. (1919) Meat production. *J. Agric. Sci.* 9, 174-178
155. Nathusius, von S. (1912) Messungen an 1460 Zuchtpferden und 590 Soldatenpferden. *Arbeiten der DLG* Heft 205
156. Nesen, R., G. Flade, G. Heidler und H. Steger (1958) Milchleistung und Milchezusammensetzung von Stuten im Verlauf der Laktation. *Arch. Tierz.* 1, 91-129

157. Neuhaus, U. (1960) Untersuchungen und Beobachtungen über Gewinnung, Eigenschaften und Zusammensetzung der Stutenmilch für die Ernährung menschlicher Säuglinge. *Züchtungskunde* 32, 513-519
158. Neuling, R. (1998) Untersuchungen zum postnatalen Wachstum des Skeletts und der Körpermasse beim Pferd. Diss., Universität Leipzig
159. Nogueira, G.P., R.C. Barnabe und I.T.N. Verreschi (1997) Puberty and growth rate in thoroughbred fillies. *Theriogenology* 48, 581-585
160. Noltenius, O.B. (1928) Ein Beitrag zur Kenntnis der Jugendentwicklung des Oldenburger Pferdes. Diss., Universität Göttingen
161. NRC (National Research Council) (1978) *Nutrient requirements of horses*. 4th rev. ed., National Academy Press, Washington, D.C.
162. NRC (National Research Council) (1989) *Nutrient Requirements of Horses*. 5th ed., National Academy Press, Washington, D.C.
163. Oftedal, O.T., H.F. Hintz und H.F. Schryver (1983) Lactation in the horse: milk composition and intake by foals. *J. Nutr.* 113, 2196-2206
164. Olofsson, N.E., und S. Thomke (1963) Uppfödningsförsök med unghästar vid Ultuna 1952-1958 (Raising experiments with young horses at Ultuna 1952-1958). *Lantbrukshögskolans meddelan Ser. A.*[Nr. 1]
165. Orton, R.K., I.D. Hume und R.A. Leng (1985) Effects of level of dietary protein and exercise on growth rates of horses. *Equine Vet. J.* 17, 381-385
166. Ott, E.A. (1970) Energy and protein for reproduction in the horse. Paper presented at Proc. 2<sup>nd</sup> Equine Nutr. Physiol. Symp., S. 6-10
167. Ott, E.A. (2005) Energy and protein metabolism of normal growth. 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. 91-101
168. Ott, E.A., und R.L. Asquith (1985) Influence of level of feeding and nutrient content of the concentrate on growth and development of yearling horses. Paper presented at Proc. 9<sup>th</sup> Equine Nutr. Physiol. Symp., S. 1-7
169. Ott, E.A., und R.L. Asquith (1986) Influence of level of feeding and nutrient content of the concentrate on growth and development of yearling horses. *J. Anim. Sci.* 62, 290-299
170. Ott, E.A., und J. Kivipelto (1997) Influence of dietary fat and time of hay feeding on growth and development of yearling horses. *J. Equine Vet. Sci.* 18, 254-259

171. Pagan, J.D. (1990) Energy needs of lactating mares, suckling foals explored. *Feedstuffs* 62, 16-17
172. Pagan, J.D. (1998) Computing Horse Nutrition: How to properly conduct an equine nutrition evaluation. In *Advances in Equine Nutrition*, edited by Pagan, J.D. Kentucky Equine Research Inc., Versailles, Kentucky, USA, S. 111-123
173. Pagan, J.D., und H.F. Hintz (1981) Digestible energy requirements of lactating pony mares. Paper presented at Proc. 7<sup>th</sup> Equine Nutr. Physiol. Symp., Warrenton
174. Pagan, J.D., und H.F. Hintz (1986) Composition of milk from pony mares fed various levels of digestible energy. *Cornell Vet.* 76, 139-148
175. Pagan, J.D., H.F. Hintz und T.R. Rounsaville (1984) The digestible energy requirements of lactating pony mares. *J. Anim. Sci.* 58, 1382-1387
176. Pagan, J.D., und S.G. Jackson (1996) The incidence of developmental orthopedic disease on a Kentucky Thoroughbred farm. *Pferdeheilkunde* 12, 351-354
177. Pagan, J.D., S.G. Jackson und S. Caddel (1996) A summary of growth rates of thoroughbreds in Kentucky. *Pferdeheilkunde* 12[3], 285-289
178. Palsson (1955) In *Allgemeine Tierzucht*, zitiert nach Künzi, N., und Stranzinger G. (1992) 1. Auflage Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
179. Paragon, B.M., G. Blanchard, J.P. Valette, A. Medjaoui und R. Wolter (2000) Suivi zootechnique de 439 poulains en région Basse-Normandie: Croissance pondérale, staturale et estimation du poids. Paper presented at 26<sup>e</sup> journée de la recherche équine, at Paris-Cedex, S. 3-11
180. Persson, S.G.B., und L.-E. Ullberg (1981) Blood volume and rate of growth in Standardbred foals. *Equine Vet. J.* 13, 254-258
181. Piotrowski, J. (1993) Licht, Luft und viel Bewegung. *Der Hannoveraner* 4, 60-63
182. Pirkelmann, H. (1993) Tierschutzgerechte Haltungssysteme für Pferde. *Tierärztl. Umschau* 48, 306-311
183. Platt, H. (1984) Growth of the equine foetus. *Equine Vet. J.* 16, 247-252
184. Pool-Anderson, K., R.H. Raub und J.A. Warren (1994) Maternal influences on growth and development of full-sibling foals. *J. Anim. Sci.* 72, 1661-1666
185. Pool, R.R. (1993) Difficulties in definition of equine osteochondrosis; differentiation of developmental and acquired lesions. *Equine Vet. J. Suppl.* 16, 5-12
186. Popov, I.S. (1946) Kormelenie sel'skhozjaisstvennyhziwoznyh. Seljhozgiz, Moscow (in Russisch) zitiert nach Martin-Rosset, W., und Ellis, A.D. (2005), EAAP publication No. 114

187. Potter, J.T., J.L. Kreider, G.D. Potter, D.W. Forrest und W.L. Jenkins (1985) Embryo survival during early gestation in energy deprived mares. Paper presented at Proc. 9<sup>th</sup> Equine Nutr. Physiol. Symp., East Lansing, S. 392-397
188. Pöysä, H. (1991) Measuring time budgets with instantaneous sampling: a cautionary note. *Animal Behaviour* 42, 317-318
189. Rasch, D. (1965) Biometrische Methoden zur Beschreibung des Wachstums. *Arch. Tierz.* 8[4-6], 397-404
190. Reed, K., und N. Dunn (1977) Growth and development of the Arabian horse. Paper presented at Proc. 5<sup>th</sup> Eq. Nutr. Phys. Symp., S. 76-98
191. Rezende, de A.S.C., I.B.M. Sampaio, G.L. Legorreta und D.C. de Araujo Moreira (2000) Efeito de Dois Diferentes Programas Nutricionais sobre o Desenvolvimento Corporal de Potros Mangalarga Marchador. *Rev.bras.zootec.* 29[2], 495-501
192. Rhine, R.J., und M. Flanigan (1978) An empirical comparison of one-zero, focal animal, and instantaneous methods of sampling spontaneous primate social behavior. *Primates* 19, 353-361
193. Saastamoinen, M.T. (1990a) Factors affecting growth and development of foals and young horses. *Acta Agric. Scand.* 40, 387-396
194. Saastamoinen, M.T. (1990b) Heritabilities for Body Size and Growth Rate and Phenotypic Correlations among Measurements in Young Horses. *Acta Agric. Scand.* 40, 377-386
195. Saastamoinen, M.T., S. Hyypä und K. Huovinen (1994) Effect of dietary fat supplementation and energy-to-protein-ratio on growth and blood metabolites of weanling foals. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 71, 179-188
196. Sager, G. (1978) Zuwachsfunktionen vom Typ  $dW/dt = kt^p(E - W)^n$  und ihre Integrale. *Anat. Anz.* 144, 366-374
197. Sandgren, B. (1993) Osteochondrosis in the tarsocrural joint and osteochondral fragments in the metacarpo-/metatarsophalangeal joints in young standardbred trotters. Diss., Faculty of Veterinary Medicine, University of Agricultural Sciences Uppsala, Sweden
198. Sandgren, B., G. Dalin, J. Carlsten und N. Lundeheim (1993) Development of osteochondrosis in the tarsocrural joint and osteochondral fragments in the fetlock joints of Standardbred trotters. II. Body measurements and clinical findings. *Equine Vet. J. Suppl.* 16, 48-53
199. Santos, M.E., F. Queiroz de Almeida, A.A. Vieira, L.F. Batista Pinto, A. Corassa, R.R. Moreira Pimentel, V. Pimentel Silva und S. Galzerano (2005) Lactação em Éguas da Raça Mangalarga Marchador: Produção e Composição do Leite e Ganho de Peso dos Potros Lactentes. *R. Bras. Zootec.* 34[2], 627-634

200. Savage, C.J., R.N. McCarthy und L.B. Jeffcott (1993) Effects of dietary energy and protein on induction of dyschondroplasia in foals. *Equine Vet. J., Suppl.* 16, 74-79
201. Schilke, F. (1922) Biometrische Untersuchungen über das Wachstum der Trakehner Pferde. Diss., Königsberg
202. Schnitzer, U. (1993) Richtlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten. *Pferdeheilkunde* 9, 69-73
203. Schnorr, B. (1996) *Embryologie der Haustiere*. 3. überarbeitete Auflage Enke Verlag, Stuttgart
204. Schorm, G. (1983) Körpermaßentwicklung und Wachstumsnormative beim edlen Warmblutpferd. Paper presented at Leipziger Tierzucht-Symposien, IV. Internationales wissenschaftliches Symposium: Züchtung, Ernährung und Wachstum von Pferden., Band II, 565-574
205. Schramme, C.S. (2003) Body Condition Scores und biometrische Daten zur Abschätzung des Körpergewichtes bei Warmblutpferden. Diss., Ludwig-Maximilians-Universität München.
206. Schryver, H.F., D.W. Meakim, J.E. Lowe, J. Williams, L.V. Soderholm und H.F. Hintz (1987) Growth and calcium metabolism in horses fed varying levels of protein. *Eq. Vet. J.* 19, 280
207. Schwark, J. (1968) Steigerung der Wachstumsintensität bei der Aufzucht von Fohlen der Rasse Englisches Vollblut durch vollwertige Ernährung. *Arch. Tierz.* 11, 319-332
208. Schwede, H. (1986) Knochenreifungsstörung als möglicher leistungsmindernder Faktor bei jungen Pferden. *Monatshefte der Veterinärmedizin* 42, 263-266
209. Schön, D., und E. Schön (1980) Die Widerristhöhe von Junghengsten deutscher Sportpferderassen zum Zeitpunkt der Körung und ihre Beziehung zu väterlicher Abstammung bzw. Geburtsmonat. Paper presented at 31<sup>st</sup> Ann. Meet. of Eur. Assoc. for Anim. Prod.
210. Schöttler, F. (1910) Wachstumsmessungen an Pferden. Ein Beitrag zur Entwicklung des hannoverschen Halbblutpferdes. *Jahrb. Wissenschaftl. Prakt. Tierz.* 5, 1-41
211. Scott, B.D., G.D. Potter, J.W. Evans, J.C. Reagor, W. Webb und S.P. Webb (1987) Growth and feed utilization by yearling horses fed added dietary fat. Paper presented at Proc. 10<sup>th</sup> Eq. Nutr. Physiol. Soc. Symp., Fort Collins, Colorado, S. 101-106
212. Simpson, M.J.A., und A.E. Simpson (1977) One-zero and scan methods for sampling behaviour. *Animal behaviour* 25, 726-731
213. Sonntag, A.C., H. Enbergs, L. Ahlswede und K. Elze (1996) Inhaltsstoffe in der Stutenmilch in Abhängigkeit vom Laktationsstadium und verschiedenen Umweltfaktoren. *Pferdeheilkunde* 12[3], 220-222

214. Spieß, R.P. (1983) Wachstumsverlauf von Hengstfohlen des edlen Warmbluts von der Geburt bis zum 3. Lebensjahr. Paper presented at Leipziger Tierzuchtsymposien, IV. Internationales wissenschaftliches Symposium: Züchtung, Ernährung und Wachstum von Pferden, Band II, 575-583
215. Stamer, M., und D. Sumpf (1988) Wachstumsverlauf von Junghengsten des Warmblutes als Grundlage für die Ableitung von Energie- und Proteinbedarfsnormen. Arch. Anim. Nutr. 38[7/8], 639-649
216. Staniar, W.B., D.S. Kronfeld, J.A. Wilson, L.A. Lawrence, W.L. Cooper und P.A. Harris (2001) Growth of Thoroughbreds fed a low-protein supplement fortified with lysine and threonine. J. Anim. Sci. 79, 2143-2151
217. Staun, H. (1973) Zuwachsfähigkeit und Schlachtqualität bei Fohlen verschiedener Rassen. Paper presented at 24<sup>e</sup> Annual Meeting E.A.A.P., Wien
218. Staun, H., F. Linnemann, L. Eriksen, K. Nielsen, H.V. Sonnichsen, J. Falk-Ronne, P. Schambye, P. Henkel und E. Fraehr (1987) Influence of feeding intensity on the development of the young growing horse until 18 months of age. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsorg 630, 79
219. Stegen, H. (1929a) Die Entwicklung der Hannoverschen Hengstfohlen in dem Hengstauzuchtgestüt Hunnesrück. Züchtungskunde 4, 273-288
220. Stegen, H. (1929b) Die Entwicklung des hannoverschen Halbblutpferdes von der Geburt bis zum Abschluss des Wachstums. Diss., Göttingen 1928. Journal für die Landwirtschaft 77[2], 139-190
221. Stromberg, B. (1979) A review of salient features of osteochondrosis in the horse. Equine Vet. J. 11, 211-214
222. Sutton, E.I., J.P. Bowland und W.D. Ratcliff (1977) Influence of level of energy and nutrient intake by mares on reproductive performances and blood serum composition of the mares and foals. Can. J. Anim. Sci. 57, 551-558
223. Thiele, H. (1975) Zur Glättung von Beobachtungsreihen mit Spline-Funktionen. Biom. Z. 17, 415-430
224. Thieme, H. (1931) Die Entwicklung des Trakehner Halbblutpferdes von der Geburt bis zum Abschluss des Wachstums. Diss., Universität Göttingen
225. Thompson, K.N. (1995) Skeletal growth rates of weanling and yearling Thoroughbred horses. J. Anim. Sci. 73[9], 2513-2517
226. Thompson, K.N., J.P. Baker und S.G. Jackson (1988a) The influence of high dietary intakes of energy and protein on third metacarpal characteristics of weanling ponies. J. Equine Vet. Sci. 8[5], 391-394
227. Thompson, K.N., J.P. Baker und S.G. Jackson (1988b) The influence of supplemental feed on growth and bone development of nursing foals. J. Anim. Sci. 66[7], 1692-1696

228. Thompson, K.N., S.G. Jackson und J.P. Baker (1988c) The influence of high planes of nutrition on skeletal growth and development of weanling horses. *J. Anim. Sci.* 66[10], 2459-2467
229. Thompson, K.N., S.G. Jackson und J.R. Rooney (1988d) The effect of above average weight gains on the incidence of radiographic bone aberrations and epiphysitis in growing horses. *J. Equine Vet. Sci.* 8[5], 383-385
230. Thompson, K.N., und B.P. Smith (1994) Skeletal growth patterns of Thoroughbred horses. *J. Equine Vet. Sci.* 14, 148-151
231. Topliff, D.R., S.R. Boren, D.W. Freeman, R.J. Bahr und D.G. Wagner (1988) Growth of weanling quarter horses fed varying energy and protein levels. *J. Equine Vet. Sci.* 8, 371-375
232. Trillaud-Geyl, C., G. Bigot, V. Jurquet, M. Bayle, G. Arnaud, H. Dubroeuq, M. Jussiaux und W. Martin-Rosset (1992) Influence du niveau de croissance pondérale sur le développement squelettique du cheval de selle. Paper presented at Proceeding 18<sup>e</sup> Journée Recherche Equine, Paris, S. 162-168
233. Tyler, S. (1979) Time-sampling: a matter of convention. *Animal Behaviour* 27, 801-810
234. van Weeren, P.R., M.M. Sloet van Oldruidenborgh-Osterbaan und A. Barneveld (1999) The influence of birth weight, rate of weight gain and final achieved height and sex on the development of osteochondrotic lesions in a population of genetically predisposed Warmblood foals. *Equine Vet. J. Suppl.* 31, 26-30
235. Varo, M. (1965) Some coefficients of heritability in horses. *Ann. Agr. Fenn.* 4, 223-237
236. Vervuert, I., A. Borchers, M. Granel, S. Winkelsett, L. Christmann, O. Distl, E. Bruns, B. Hertsch und M. Coenen (2005) Estimation of growth rates in Warmblood foals and the incidence of osteochondrosis. Paper presented at Proc. Equine Nutr. Conference 1st-2nd Oct. 2005, Hannover *Pferdeheilkunde* 21, 129-130
237. Völtz, W. (1913) Über die Veränderungen des Exterieurs während des Wachstums beim ostpreußischen Halbblutpferde. *Z. für die wissenschaftl. Landwirtschaft, Berlin* Heft 3
238. Wadowski, S., E. Czarnecka-Masztaler und I. Wadowska (1976) Growth of foals. *Anim. Breed. Abstr.* 46, 3169
239. Wang, H.S., J. Lim, J. Englih, L. Irvine und T. Chard (1991) The concentration of insulin-like growth factor-1 and insulin-like growth factor binding protein-1 in human umbilical cord serum at delivery: relation to fetal weight. *J. Endocrin.* 129, 459-464
240. Weniger, H. (1980) Wachstum und Fleischbildung. In *Tierzüchtungslehre*, 3. Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart

241. Wilke, A. (2003) Der Einfluss von Aufzucht und Haltung auf das Auftreten von Osteochondrose (OC) beim Reitpferd. Diss., Tierärztliche Hochschule Hannover.
242. Willard, J.G., J.L. Williams, J.C. Willard, J.R. Greene und E. A. Knapp (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
243. Wilsher, S., und W.R. Allen (2003) The effects of maternal age and parity on placental and fetal development in the mare. *Equine Vet. J.* 35, 476-483
244. Witt, M., und B. Lhose (1965) Beeinflussung der Körperentwicklung von Fjordpferden bis zum dritten Lebensjahr durch unterschiedliche Winterfütterung. *Tierzücht. Züchtbiol.* 81, 167-199
245. Wittmann, J. (2000) In *Physiologie der Haustiere*, edited by von Engelhardt, W. und G. Breves, Enke Verlag, Stuttgart
246. Wright, B. (1998) "Body Condition Scoring." Available from <http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/livestock/horses/facts/bodycon.htm> [Stand 14.01.02]
247. Wussow, W. (1961) *Beurteilung der Pferde*. Verlag Naumann, Radebeul, Berlin
248. Zeeb, K. (1995) Artgemäße Pferdehaltung und verhaltensgerechter Umgang mit Pferden. In *Handbuch Pferd: Zucht, Haltung, Ausbildung, Sport, Medizin, Recht*, 5. Auflage, BLV-Verlag, München
249. Zeyner, A., und E. Kienzle (2002) A Method to Estimate Digestible Energy in Horse Feed. *J.Nutr.* 132, 1771-1773
250. Zimmermann, R.A. (1985) Effect of ration on composition of mare's milk. Paper presented at Proc. 9<sup>th</sup> Eq. Nutr. Physiol. Symp., S. 96-102

## Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich bei Frau Professor Dr. Kienzle für die Überlassung des Themas, die intensive wissenschaftliche Betreuung und die jederzeitige freundliche Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit bedanken.

Herzlich danken möchte ich Herrn Dr. Eberhard Senckenberg und Herrn Dr. Hans-Peter Remler vom Bayerischen Haupt- und Landgestüt Schwaiganger für die große Hilfsbereitschaft und Unterstützung. Ganz besonderer Dank gilt auch dem gesamten Personal des Gestüts, insbesondere Herrn David Krause und Herrn Reiner Sterr, die den Hauptanteil der durch diese Studie verursachten Mehrarbeit zu tragen hatten.

Für die unermüdliche Hilfe beim Wiegen und Messen möchte ich mich bei Herrn Elmar Stauber von der LfL Bayern bedanken, desweiteren bei Herrn Walter Peschke, der diese Zusammenarbeit ermöglicht hat.

Ich danke auch besonders der Firma Marstall für die großzügige Futterspende, ohne die die Durchführung der Arbeit kaum möglich gewesen wäre.

Großer Dank gilt auch Herrn Manfred Müller von der Firma „Mobile Pferdewaage“, der für den gesamten Zeitraum der Studie eine Pferdewaage zur Verfügung gestellt hat.

Für die finanzielle Unterstützung während der Doktorarbeit möchte ich mich sehr herzlich bei der Hans-Wilhelm-Schaumann-Stiftung bedanken.

## Lebenslauf

Name: Julia Katharina Mack

Geburtsdatum: 28.07.1977

Geburtsort: München

Schulbildung: 1983-1987 Volksschule Lochham, Gräfelfing-Lochham  
1987-1996 Kurt-Huber-Gymnasium, Gräfelfing  
Abschluss: Abitur

Studium: 1996-1997 Studium der Tiermedizin,  
Ludwig-Maximilians-Universität München  
1997-1998 Studium der Humanmedizin,  
Ludwig-Maximilians-Universität München  
1998-2003 Wiederaufnahme des Studiums der Tiermedizin,  
Ludwig-Maximilians-Universität München

Staatsexamen: 12.08.2003

Approbation: 12.01.2004

Dissertation: 2005-2007 Dissertationsarbeit am Institut für Tierernährung  
und Diätetik unter Leitung von Frau Prof. Dr. E.  
Kienzle