

Morphologische Untersuchungen an Gewebe und Körperhülle restriktiv gefütterter Jungbullen der Rassen Highland Cattle und Schwarzbuntes Milchrind sowie deren Schlachtkörperzusammensetzung

Von HEIDE-DÖRTE MATTHES^{*)}, J. WEGNER^{**)}, W. JENTSCH^{*)}, M. DERNO^{*)} und G. BITTNER^{*)}

1 Einleitung

Der Züchtung verschiedener Rassen liegen jeweils unterschiedliche Konzeptionen zu Grunde, die sich sowohl auf Leistungsrichtung und -höhe als auch auf die Anpassung an vorliegende Umweltbedingungen beziehen. Die Rassen sind je nach den Erfordernissen unterschiedlich an die Umwelt adaptiert. Die Adaptation betrifft, bereits visuell erkennbar, die Körperhülle aber auch weitere, nicht sofort erfassbare Merkmale wie Unterhautfettgewebe und Hautdicke. Bezüglich der Leistungsrichtung gehört die Schlachtleistung bei Mastbullen zu den wesentlichen Merkmalen. Für die verschiedenen Produktionssysteme, intensiv oder extensiv, werden in der Regel unterschiedliche Rassen verwendet. Vielfach ist unklar, in welchen Merkmalen und Körperfunktionen sie sich unterscheiden und wenig ist über die biologischen Ursachen bekannt, die diese Unterschiede bewirken. Für die Beurteilung der Rassen spielt die Fütterung eine wichtige Rolle, wobei die interessante Frage steht, ob sehr unterschiedliche Rassen bereits bei restriktiver Fütterung eine Leistungsdifferenzierung zeigen oder ob diese erst bei ad libitum Fütterung, also durch unterschiedliches Futteraufnahmevermögen, auftritt.

Diesen Fragen wurde unter Verwendung der leistungsdifferenzierten Rassen, Highland Cattle (Hi) und Schwarzbuntes Milchrind (SMR), systematisch nachgegangen. Bei überwiegend restriktiver Fütterung und unterschiedlichen Umgebungstemperaturen (Simulation wechselnder Umweltbedingungen) wurden verschiedene morphologische Merkmale am lebenden Tier und der Schlachtkörper umfassend charakterisiert.

2 Material und Methoden

In die Untersuchungen wurden jeweils 8 Jungbullen der Rassen Highland Cattle und Schwarzbuntes Milchrind einbezogen (Tabelle 1).

Tab. 1. Angaben zu den Versuchstieren (*Experimental animals*)

| Tierzahl | Highland Cattle | | Schwarzbuntes Milchrind | |
|--------------------------------------|-----------------|----|-------------------------|----|
| | \bar{x} | s | \bar{x} | s |
| Alter bei Versuchsbeginn (Tage) | 352 | 27 | 424 | 14 |
| Lebendmasse bei Versuchsbeginn (kg) | 206 | 32 | 223 | 20 |
| Alter bei Versuchsende (Tage) | 657 | 67 | 715 | 44 |
| Lebendmasse bei Versuchsende (kg) | 344 | 50 | 379 | 40 |
| Tageszunahme im Versuchszeitraum (g) | 452 | 18 | 534 | 56 |

^{*)} Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN), FB Ernährungsphysiologie „Oskar Kellner“, Justus-von-Liebig-Weg 2, 18057 Rostock (E-Mail: matthes@fbn-dummerstorf.de)

^{**)} Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN), FB Muskelbiologie u. Wachstum, Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf (E-Mail: wegner@fbn-dummerstorf.de)

Bis zum Alter von 22 bzw. 24 Monaten wurden mehrere Stoffwechselperioden von jeweils 4 Wochen Dauer mit verschiedenen Futtermitteln auf Ernährungsniveaus von 1,1 bis 1,8 (Tabelle 2) und bei unterschiedlicher Umgebungstemperatur von 4 bis 30° C durchgeführt. In den Zwischenperioden erhielten die Tiere Ration 4 (Tabelle 2) auf dem Ernährungsniveau 1.5. Ernährungsniveau 1 entspricht einer Fütterung von 450 kJ umsetzbare Energie je kg LM^{0,75}·d (umsetzbare Energie = uE = ME).

Tab. 2. Futtermittelanteile der Rationen, Rohfasergehalt und Ernährungsniveau (*Ration composition, crude fibre content and nutrition level*)

| Ration | Futtermittelanteile | Rohfasergehalt g/kg TS | Ernährungsniveaustufe | |
|--------|--|---------------------------|-----------------------|-----|
| | | | 1 | 2 |
| 1 | 40 % Weidelgrasheu 40 % Gras-Trockengrünfütter 20 % Gerste | 220 | 1,1 | 1,8 |
| 2 | 50 % Weidelgrasheu 50 % Heu vom Landschaftsschutzgebiet | 323 | 1,3 | - |
| 3 | 50 % Weidelgrasheu 50 % Roggenstroh | 379 | 1,1 | - |
| 4 | 80 % Gras-Trockengrünfütter 20 % Gerste | 238 | 1,5 | - |

Ernährungsniveau 1,0= 450 kJ uE/ kg^{0,75}LM · d (uE = umsetzbare Energie = ME)

Im Mittel der gesamten 10-monatigen Versuchszeit betrug die tägliche Lebendmassezunahme infolge der hauptsächlich restriktiven Fütterung erwartungsgemäß nur 450 bzw. 530g/Tag. Während dieser Zeit wurden 3 mal die Körpermaße ermittelt, die zusammen mit den an diesen Tagen ermittelten Lebendmassen zur Charakterisierung der Versuchstiere angegeben werden (Tabelle 3)

Tab. 3. Körpermaße der Versuchsbullen auf 3 Entwicklungsstufen (*Body measures of the experimental bulls at 3 stages of development*)

| | Highland Cattle | | | Schwarzbuntes Milchrind | | |
|------------------------|-----------------|---------|---------|-------------------------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Alter (d) | 344 ±28 | 458 ±28 | 569 ±28 | 417 ±13 | 531 ±13 | 642 ±13 |
| Lebendmasse (kg) | 207 ±28 | 260 ±38 | 315 ±43 | 220 ±23 | 288 ±23 | 345 ±26 |
| Widerristhöhe (cm) | 102 ± 2 | 108 ± 2 | 112 ± 2 | 114 ± 3 | 120 ± 3 | 126 ± 4 |
| Kreuzbeinhöhe (cm) | 108 ± 3 | 114 ± 2 | 118 ± 2 | 118 ± 3 | 124 ± 4 | 129 ± 5 |
| Rumpflänge (cm) | 110 ± 5 | 115 ± 6 | 119 ± 9 | 116 ± 6 | 123 ± 7 | 130 ± 7 |
| Brusttiefe (cm) | 50 ± 2 | 56 ± 2 | 58 ± 3 | 53 ± 3 | 60 ± 2 | 64 ± 3 |
| Vorderbrustbreite (cm) | 32 ± 3 | 36 ± 2 | 40 ± 4 | 31 ± 2 | 35 ± 2 | 39 ± 3 |
| Hüftbreite (cm) | 31 ± 2 | 36 ± 2 | 38 ± 2 | 30 ± 2 | 37 ± 1 | 40 ± 1 |
| Beckenbodenbreite (cm) | 34 ± 2 | 39 ± 3 | 40 ± 3 | 34 ± 3 | 39 ± 1 | 43 ± 3 |
| Beckenlänge (cm) | 33 ± 1 | 40 ± 3 | 42 ± 2 | 34 ± 2 | 42 ± 2 | 46 ± 1 |
| Brustumfang (cm) | 141 ± 5 | 151 ± 6 | 161 ± 6 | 143 ± 5 | 158 ± 4 | 171 ± 7 |

Im Verlauf der Versuchsserie wurden im Alter von 350 bis 750 Tagen 4 Biopsieproben mit dem Schussgerät DUMEG (WEGNER et al., 1986) aus dem *M. semitendinosus* entnommen. Die Biopsieproben wurden präpariert und der Durchmesser und die Häufigkeit der Muskelfasertypen sowie der Durchmesser der Fettzellen nach der Methode von WEGNER et al. (1993) bestimmt. Am Ende der Versuchsserie wurden die Versuchstiere im Alter von 22 bzw. 24 Monaten mit Lebendmassen von 344 kg (Hi) bzw. 379 kg (SMR) geschlachtet und weitere morphologische Merkmale ermittelt. Die Tierkörper wurden zerlegt und die Schlachtdaten, Gewichte von Organen und Schlachtkörperteilen erfasst sowie deren chemische Zusammensetzung analysiert.

Die Berechnung der rassebedingten Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der Schlachtkörperteile erfolgte mit einer Varianzanalyse unter Berücksichtigung des Schlachtkörperwarmgewichtes und des Alters als Cofaktoren (SAS, Prozedur MIXED).

Das Modell hierfür ist
$$\underline{Y}_{ijkm} = \mu + A_i + b_j (SM_{ijkm} - \overline{SM}) + c_m (\text{Alter}_{ijkm} - \overline{\text{Alter}}) + \underline{\epsilon}_{ijkm}$$

\underline{Y}_{ijkm} = zufälliger Beobachtungswert

μ = Populationsmittel

A_i = Effekt der Rasse (i=1,2)

b_j = Kovariable Schlachtkörperwarmmasse

c_m = Kovariable Alter

$\underline{\epsilon}_{ijkm}$ = zufälliger Restfehler

SM = Schlachtkörperwarmmasse

\overline{SM} = mittlere Schlachtkörperwarmmasse

Alter = Alter

$\overline{\text{Alter}}$ = mittleres Alter

3 Ergebnisse und Diskussion

In den im Verlauf der Entwicklung entnommenen 4 Biopsieproben wurde bei beiden Rassen trotz der restriktiven Fütterung eine deutliche Zunahme des Muskelfaserdurchmessers festgestellt, der bei den Hi deutlicher ausgeprägt war, als bei den SMR (Tabelle 4). Vergleicht man die Durchmesser der Muskelfasern der Hi der 4. Biopsie (698 Tage alt) mit den etwa gleichaltrigen SMR der 3. Biopsie (683 Tage alt) ist der Durchmesser aller drei Muskelfasertypen bei den Hi um etwa 5 μm größer als bei den SMR. Die Hi scheinen auf die Futterrestriktion weniger zu reagieren.

Die überwiegend restriktive Fütterung bewirkte jedoch ein langsames Wachstum der Muskelfasern im Vergleich zu normal gefütterten Bullen (WEGNER et al., 2000)

Die beiden Rassen haben ein unterschiedliches Muskelfasertypenprofil. Die Hi zeigen etwa 5 % weniger weiße Muskelfasern als die SMR. Der Anteil an intermediären Muskelfasern ist entsprechend höher. Der Anteil roter Muskelfasern ist gleich. Während des Wachstums gibt es keine signifikanten Veränderungen.

Die Durchmesser der subkutanen und intramuskulären Fettzellen vergrößern sich bei beiden Rassen mit zunehmendem Alter (Tabelle 5). Die vergleichbaren Werte bei übereinstimmendem Alter weisen größere Durchmesser bei den Hi gegenüber den SMR von etwa 5 μm aus. Auch dies ist ein Hinweis auf die bessere Anpassung der Hi an die Futterrestriktion.

Tab. 4. Durchmesser und Anzahl der Muskelfasertypen des *M. semitendinosus* von Highland- und Schwarzbunt-Jungbullen aus Biopsieproben vom 350. bis 750. Lebenstag (*Diameter and number of muscle fibres from Highland and Black Pied bulls between 350 and 750 days of age*)

| Alter, Tage | Highland Cattle | | | | Schwarzbuntes Milchrind | | | |
|--|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------------|----------------|-----------------|----------------|
| | 344 | 438 | 625 | 698 | 435 | 533 | 683 | 739 |
| Durchmesser der Muskelfasern (μm) | | | | | | | | |
| Alle Fasern | 48,9 \pm 1,8 | 54,3 \pm 7,9 | 71,5 \pm 7,2 | 75,8 \pm 5,9 | 53,7 \pm 2,9 | 57,9 \pm 4,9 | 70,8 \pm 9,1 | 67,7 \pm 1,6 |
| Weiße Fasern | 51,6 \pm 2,6 | 58,0 \pm 10,0 | 76,5 \pm 7,8 | 80,8 \pm 7,5 | 57,1 \pm 3,0 | 61,2 \pm 5,8 | 75,0 \pm 10,4 | 70,9 \pm 1,7 |
| Interm. Fasern | 44,3 \pm 1,9 | 49,9 \pm 7,9 | 61,9 \pm 9,0 | 68,6 \pm 5,5 | 47,1 \pm 2,3 | 51,1 \pm 3,4 | 59,1 \pm 5,3 | 59,1 \pm 3,3 |
| Rote Fasern | 43,2 \pm 1,5 | 45,9 \pm 6,3 | 61,5 \pm 6,0 | 61,4 \pm 1,9 | 43,8 \pm 4,3 | 48,8 \pm 3,4 | 57,9 \pm 6,4 | 58,6 \pm 5,5 |
| Häufigkeit der Fasertypen (%) | | | | | | | | |
| Weiße Fasern | 64,7 \pm 2,8 | 65,1 \pm 4,9 | 67,2 \pm 5,0 | 67,1 \pm 4,1 | 70,6 \pm 3,1 | 71,6 \pm 5,0 | 73,7 \pm 2,3 | 74,3 \pm 2,8 |
| Interm. Fasern | 25,6 \pm 3,4 | 22,9 \pm 1,7 | 21,5 \pm 4,7 | 21,7 \pm 2,6 | 17,9 \pm 4,3 | 12,7 \pm 5,8 | 16,9 \pm 2,7 | 14,8 \pm 2,1 |
| Rote Fasern | 9,6 \pm 2,4 | 12,0 \pm 5,1 | 11,3 \pm 4,3 | 11,2 \pm 4,7 | 11,6 \pm 3,4 | 15,7 \pm 3,2 | 9,4 \pm 1,0 | 10,9 \pm 3,4 |

Tab. 5. Durchmesser subkutaner und intramuskulärer Fettzellen von Highland- und Schwarzbunt-Jungbullen aus Biopsieproben vom 350. bis 750. Lebenstag (*Subcutaneous and intramuscular adipocyte diameters between 350 and 750 days of age*)

| Biopsie | Highland Cattle | | | | Schwarzbuntes Milchrind | | | |
|--|-----------------|------------|-----------|------------|-------------------------|------------|-----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Alter, Tage | 344 | 438 | 625 | 698 | 435 | 533 | 683 | 739 |
| Durchmesser der Fettzellen (μm) | | | | | | | | |
| Subkutane Fettzellen | 54,8 | 65,4 | 86,2 | 79,7 | 57,4 | 63,6 | 72,7 | 74,2 |
| | \pm 4,9 | \pm 11,4 | \pm 5,6 | \pm 15,1 | \pm 9,9 | \pm 9,5 | \pm 7,5 | \pm 6,8 |
| Intramuskuläre Fettzellen | 27,6 | 47,3 | 52,8 | 55,0 | 40,9 | 45,8 | 50,3 | 51,3 |
| | | \pm 6,3 | \pm 3,5 | \pm 3,3 | | \pm 12,5 | | |

Tab. 6. Morphologische Merkmale von Haut und Haaren von Jungbullen der Rassen Highland Cattle und Schwarzbuntes Milchrind (*Growing bull skin and hair morphological characteristics of Highland Cattle and Black Pied Dairy Cattle*)

| Merkmal | Highland Cattle | Schwarzbuntes Milchrind |
|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Fellgewicht (%) ¹⁾ | 10,5 \pm 1,0 ^a | 7,5 \pm 0,5 ^b |
| Hautdicke (mm) | 9,1 \pm 1,6 ^a | 6,7 \pm 1,2 ^b |
| Subkutane Fettauflage (mm) | 0,73 \pm 0,07 ^a | 0,57 \pm 0,05 ^b |
| Haarlänge (cm) | 11,6 \pm 2,9 ^{a1)} | 2,0 \pm 0,7 ^b |
| Haardichte (n/cm ²) | 1090 \pm 180 ^a | 1974 \pm 343 ^b |
| Haardurchmesser (μm) | 49,3 \pm 7,1 | 47,9 \pm 3,3 |

¹⁾ relativ zur Schlachtmasse

Grosse Unterschiede wurden zwischen beiden Rassen in den Merkmalen der äußeren Körperhülle gefunden (Tabelle 6). Die Fellgewichte von Hi und SMR unterschieden sich signifikant; sie betragen 10,5 % (Hi) bzw. 7,5 % (SMR) der Schlachtmasse. Hautdicke, subkutane Fettschicht und Haarlänge sind bei den Hi ebenfalls signifikant größer. Die Mittelwerte der Haardurchmesser unterscheiden sich zwischen den beiden Rassen nicht, jedoch ist die Haardichte bei den SMR höher als bei den Hi. Abbildung 1 zeigt mikroskopische Schnitte parallel zur Hautoberfläche durch je eine Rinderhaut von Hi und SMR in 60facher Vergrößerung. Es wurden 2 Tiere ausgewählt, die bezüglich Haardichte und Haardurchmesser ihr jeweiliges Klassenmittel repräsentieren. Die Bilder zeigen die geringere Haardichte der Hi, die annähernd gleichen Durchmesser des Unterhaares beider Rassen und das starke Deckhaar der Hi.

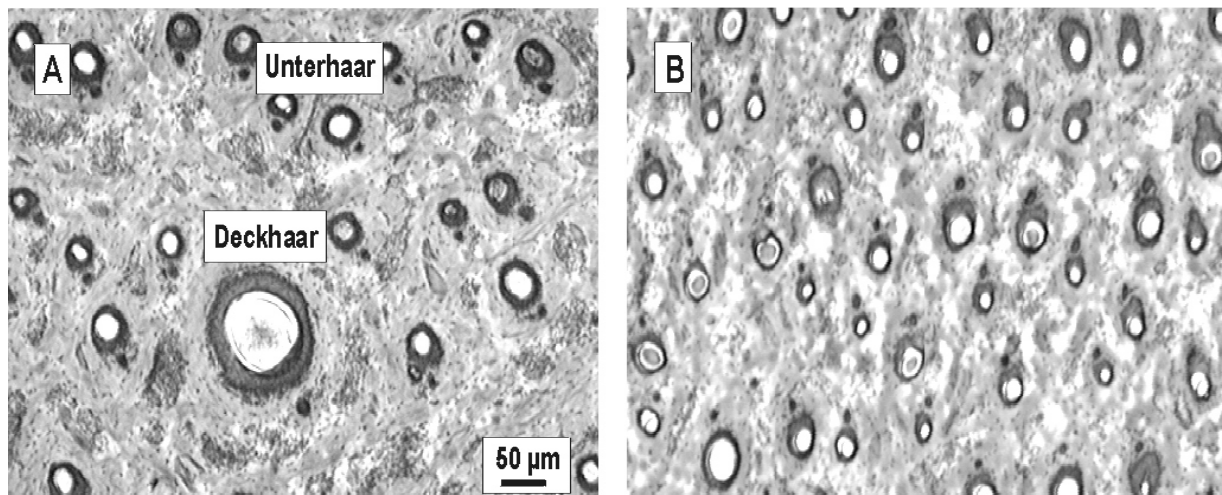


Abb. 1. Querschnitt durch die Rinderhaut (Cross section through the cattle skin)

A Highlandbulle 4, Haardichte 1064 Haare/cm², Haardurchmesser 44,5µm

B Schwarzbuntbulle 13, Haardichte 1968 Haare/cm², Haardurchmesser 45,5µm

Aus den Ergebnissen besonders zur Haarlänge und subkutanen Fettschicht ist eine bessere Kälteisolation der Hi gegenüber den SMR abzuleiten. In den Gesamtstoffwechselversuchen (JENTSCH et al., 1995) wurde bei den Hi kein Anstieg in der Wärmeproduktion bei Absinken der Temperatur gemessen, während die SMR bei 4°C gegenüber 18° C mit einer Erhöhung der Wärmeproduktion um 20 % reagierten. Bei 30° C Umgebungstemperatur hatten die Hi wegen der starken Isolation große Schwierigkeiten mit der Wärmeabfuhr und reagierten mit einer starken Einschränkung der Futteraufnahme.

Mit dem Scheren der Tiere (JENTSCH et al., 1994a) blieben die Reaktionen in der Futteraufnahme der Hi bei hoher Umgebungstemperatur aus, und bei Absenkung der Umgebungstemperatur reagierten die Hi mit einem Anstieg in der Wärmeproduktion. Daraus ist zu schlussfolgern, dass die Morphologie der Körperschale eine wesentliche Bedeutung bei thermoregulatorischen Reaktionen der Tiere hat. Allerdings zeigen die Scherversuche auch, dass nicht alle Unterschiede in der Thermoregulation zwischen den Rassen auf die unterschiedliche Körperisolation zurückzuführen sind. So reagierten die SMR nach dem Scheren bei Absenkung der Temperatur mit einem stärkeren Anstieg in der Wärmeproduktion als die Hi, trotz der höheren, normalen Kälteempfindlichkeit im ungeschorenen Zustand. In weiterführenden Untersuchungen (LÖHRKE et al., 1999) wurde nachgewiesen, dass sich die Rassen auch in neuroendokrinen Regulationsmechanismen betreffs Thermoregulation unterscheiden.

Die Zusammenstellung der Schlachtdaten (Tabelle 7) zeigt eine niedrige Schlachttierqualität, wie sie bei restriktiver Fütterung zu erwarten war. Auch im Vergleich zu niedrigem Fütterungsniveau (GROSSE et al., 1991) wurden bei den SMR im vorliegenden Versuch sehr niedrige Werte gefunden. Vergleicht man die beiden Rassen unter den gleichen restriktiven Bedingungen ergeben sich interessante Schlussfolgerungen. Die Fläche des *M. longissimus* ist bei den Highland als normal anzusehen, während sich bei dem signifikant niedriger liegendem Wert der SMR die restriktive Fütterung stärker bemerkbar macht (MATTHES et al., 1996; PERRY et al., 1991). Obwohl die beiden Rassen unterschiedliche Wuchstypen sind, unterscheiden sich von den in Tabelle 7 angegebenen Merkmalen neben der Muskelfläche nur die Keulenzlänge und die intramuskuläre Fetteinlagerung bzw. Marmorierung signifikant. Der höhere Fettgehalt im Muskel bei den Hi-Bullen bestätigt die Ergebnisse der Fettzellmessungen am lebenden Tier (Tabelle 5) und deutet auf eine bessere Fleischqualität gegenüber den SMR hin. Die Gewichte von Organen und Körperteilen (Daten nicht gezeigt) weisen nur beim Gewicht der Lunge (Hi =3,6 und SMR = 4,9 kg) signifikante Differenzen aus. Das höhere Gewicht der Lunge bei den SMR, auch in Relation zur Schlachtmasse, gibt einen Hinweis auf die alte Bezeichnung „*Typus resp.*“ für die SMR. Insgesamt gesehen sind die Unterschiede in den Schlachtdaten zwischen den Rassen nicht bedeutend.

Tab. 7. Schlachtkörper- und Fleischqualitätsmerkmale restriktiv gefütterter Jungbullen der Rassen Highland Cattle und Schwarzbuntes Milchrind (SMR) (*Slaughter data of growing Highland and Black Pied Dairy Cattle (BP) fed restrictively*)

| | Highland Cattle n=8 | Schwarzbuntes Milchrind n=8 | Differenz | Signifi- kanz P< |
|--|------------------------|-----------------------------------|-----------|------------------------|
| Lebendengewicht (kg) | 344 ±50,4 | 379 ±40,2 | 35 | - |
| Leerkörper (kg) | 305 ±40,8 | 332 ±39,0 | 27 | - |
| Warmgewicht (kg) | 188,1 ±31,9 | 203,3 ±31,1 | 15,2 | - |
| Schlachtausbeute (%) | 54,5 ±2,0 | 53,4 ±3,4 | -1,1 | - |
| Warmgewicht (kg) ¹⁾ | 202,2 ±34,2 | 189,2 ±28,9 | -13 | - |
| Schlachtkörperlänge (cm) ¹⁾ | 121,3 ±6,5 | 124,3 ±4,7 | 3 | - |
| Keulenzlänge (cm) ¹⁾ | 65,8 ±3,4 | 69,1 ±2,2 | 3,3 | 0,05 |
| Keulenumfang 1 (cm) ¹⁾ | 66,0 ±4,1 | 65,8 ±5,0 | -0,2 | - |
| Keulenumfang 2 (cm) ¹⁾ | 99,8 ±5,7 | 99,8 ±6,1 | 0 | - |
| Fläche m.l.d. (cm ²) ¹⁾ | 69,8 ±12,8 | 51,4 ±8,9 | -18,4 | 0,05 |
| Marmorierungsnote ¹⁾ | 1,6 ±0,5 | 1,1 ±0,5 | -0,5 | 0,1 |
| Intramuskulärer Fettgehalt (%) ¹⁾ | 1,4 ±0,5 | 0,7 ± 0,4 | -0,7 | 0,05 |

¹⁾ mit Alterskorrektur;

Wegen der physiologischen Bedeutung des Verdauungsraumes, erfolgten Gewichts- und Längenermittlungen von Abschnitten des Verdauungstraktes (Tabelle 8). Die Hi haben gegenüber den SMR in allen untersuchten Merkmalen niedrigere Werte, die beim Pansen und Dünndarm signifikant sind. Im Vergleich zwischen Galloway und SMR (JENTSCH et al., 1994b) wurde bei der Rasse Galloway ebenfalls ein leichteres Vordermagensystem ermittelt, was durch ein niedrigeres Pansenvolumen der Galloway untermauert wurde. Auf die Verdaulichkeit von Energie und Nährstoffen der Rationen wirkten sich die Größenunterschiede in Teilen des Verdauungstraktes nicht aus (JENTSCH et al., 1995)

Tab. 8. Angaben zum Verdauungstrakt (*Information about the digestive tract*)

| | Highland Cattle | | Schwarzbuntes Milchrind | | Signifikanz P< |
|-------------------------|-----------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|
| | absolut | relativ ¹⁾ | absolut | relativ ¹⁾ | |
| Pansen, leer, (kg) | 5,5 ±0,6 | 1,6 | 6,7 ±0,5 | 1,8 | 0,05 |
| Blättermagen, leer (kg) | 4,2 ±0,8 | 1,2 | 4,8 ±0,7 | 1,3 | - |
| Labmagen, leer (kg) | 1,2 ±0,1 | 0,4 | 1,5 ±0,4 | 0,4 | - |
| Dünndarm, leer (kg) | 2,7 ±0,4 | 0,8 | 3,5 ±0,4 | 0,9 | - |
| Dickdarm, leer (kg) | 2,1 ±0,4 | 0,6 | 2,6 ±0,8 | 0,7 | - |
| Dünndarmlänge (m) | 26,7 ±1,6 | | 31,3 ±3,7 | | 0,05 |
| Dickdarmlänge (m) | 7,4 ±0,5 | | 7,9 ±0,8 | | - |

¹⁾ in % der Schlachtmasse;

In ausgewählten Schlachtkörperteilen wurde der Trockensubstanz-, Protein-, Fett- und Aschegehalt analysiert (Tabelle 9). Die wertvollen Fleischteilstücken Keule, Roastbeef, Filet und Bug sowie das Innenfett haben bei den Hi signifikant höhere Trockensubstanz- und Fettgehalte. In den Knochen der Hi ist ebenfalls signifikant mehr Fett enthalten. Wie aus den Ergebnissen der Fettzellmessungen am lebenden Tier (Tabelle 5) zu erwarten, wurden auch im Muskel (Tabelle 7) höhere Fettgehalte gefunden.

Tab. 9. Chemische Zusammensetzung von Schlachtkörperteilen nach Schlachtkörpermasse und Alter korrigiert
(*Chemical composition of carcass cuts, corrected to carcass weight and age*)

| Körperteil | Analysewert % | Highland Cattle | SMR | Signifikanz P< |
|------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | | $\bar{x} \pm s$ | $\bar{x} \pm s$ | |
| Keule | Trockensubstanz | 30,0 ±1,6 | 28,4 ±1,2 | 0,05 |
| | Protein | 20,1 ±0,6 | 20,5 ±0,4 | - |
| | Fett | 8,9 ±1,8 | 7,0 ±1,4 | 0,05 |
| | Asche | 1,0 ±0,1 | 0,9 ±0,04 | - |
| Roastbeef und Filet | Trockensubstanz | 33,6 ±1,6 | 31,5 ±1,7 | 0,05 |
| | Protein | 19,5 ±0,6 | 19,4 ±0,6 | - |
| | Fett | 13,1 ±1,6 | 11,3 ±2,1 | 0,05 |
| Bug | Asche | 0,9 ±0,04 | 0,9 ±0,04 | - |
| | Trockensubstanz | 28,7 ±2,2 | 27,6 ±1,6 | - |
| | Protein | 19,6 ±0,5 | 20,1 ±0,4 | - |
| | Fett | 8,2 ±1,2 | 6,6 ±1,6 | 0,05 |
| Innereien | Asche | 0,9 ±0,02 | 0,9 ±0,03 | - |
| | Trockensubstanz | 29,6 ±2,6 | 29,4 ±2,3 | - |
| | Protein | 18,8 ±1,5 | 18,0 ±0,8 | - |
| | Fett | 9,6 ±3,4 | 10,3 ±2,8 | - |
| Innenfett | Asche | 1,2 ±0,3 | 1,0 ±0,1 | - |
| | Trockensubstanz | 83,1 ±3,6 | 79,8 ±2,2 | 0,05 |
| | Protein | 4,3 ±0,7 | 4,3 ±0,9 | - |
| | Fett | 78,4 ±4,3 | 75,5 ±3,1 | 0,05 |
| Fell | Asche | 0,4 ±0,3 | 0,1 ±0,1 | 0,05 |
| | Trockensubstanz | 34,6 ±2,0 | 33,9 ±1,5 | - |
| | Protein | 30,7 ±2,0 | 30,1 ±0,7 | - |
| | Fett | 2,8 ±1,1 | 2,5 ±0,6 | - |
| Knochen | Asche | 1,2 ±0,5 | 1,3 ±1,1 | - |
| | Trockensubstanz | 69,1 ±1,8 | 64,0 ±6,7 | - |
| | Protein | 24,4 ±1,6 | 22,4 ±1,5 | - |
| | Fett | 14,3 ±1,9 | 11,6 ±2,6 | 0,05 |
| | Asche | 30,2 ±2,8 | 30,0 ±5,0 | - |

Zusammenfassung

Für die Versuche standen je 8 Jungbullen der Rassen Highland Cattle (Hi) und Schwarzbuntes Milchrind (SMR) zur Verfügung, die über einen Versuchszeitraum von 10 Monaten im Alter von 13-23 Monaten vorwiegend restriktiv ernährt wurden. Vier Biopsieproben in verschiedenen Altersstufen dienten der mikroskopischen Untersuchung des Muskelfaser- und Fettzellwachstums. Nach der Schlachtung wurden ausgewählte morphologische Merkmale von Haut und Haaren sowie Schlachtkörper- und Fleischqualitätsmerkmale ermittelt. Die Durchmesser der Muskelfasern des *M. semitendinosus* und der subkutanen und intramuskulären Fettzellen waren bei den Hi größer als bei den SMR. Fellgewicht, Hautdicke, Haarlänge, und subkutane Fettauflage waren

bei den Hi ebenfalls größer. Der Haardurchmesser war bei Hi und SMR gleich und die Haardichte war bei SMR höher.

Die Schlachtausbeute ergab entsprechend der restriktiven Fütterung niedrige Werte von 54,5 % (Hi) und 53,4 % (SMR). Die Fläche des *M. longissimus dorsi* als ein Wert für den Magerfleischansatz war bei den Hi mit 69,8 cm² normal entwickelt, während sie bei den SMR mit 51,4 cm² signifikant kleiner war auch im Vergleich zu SMR mit niedriger Fütterungsintensität. Bei den SMR wurden ein signifikant schwererer Pansen und eine schwerere Lunge gefunden. In den übrigen Gewichten der Organe und Körperteile bestanden keine signifikanten Unterschiede. In der chemischen Zusammensetzung der wertvollen Fleischteilstücke bestanden hinsichtlich des Trockensubstanz- und Fettgehaltes signifikante Unterschiede. Die Hi haben ein stärkeres Muskelwachstum und in den Fleischteilstücken sowie im Muskel wesentlich mehr Fett als die SMR. Die Schlachtergebnisse haben die mikroskopischen Untersuchungen am lebenden Tier bestätigt. Die unterschiedlichen Rassen zeigten bei restriktiver Fütterung Unterschiede in wesentlichen morphologischen Merkmalen, die unterschiedliche Adaptation der beiden Rassen an die Umwelt erklären.

Schlüsselwörter: Jungbulle, Highland Cattle, Schwarzbuntes Milchrind, Muskelfaser, Fettzellen, Körperhülle, Schlachtkörperzusammensetzung

Morphological studies in tissue and body coat and carcass characteristics in restrictively fed Highland and Black Pied bulls

Experiments were carried out with 8 bulls each of the breeds Highland (Hi) and Black Pied Dairy Cattle (BP). During the 10 month experimental period, from the age of 13 to 23 months, animals were restrictively fed. During this time 4 biopsy samples were taken from the *semitendinosus* muscle. Experimental animals were slaughtered and morphological characteristics of skin and hair were analysed. The muscle fibre diameter of the *semitendinosus* muscle and the diameter of subcutaneous and intramuscular adipocytes were larger in Hi than in BP. Skin weight, skin thickness, hair length, hair density and subcutaneous fat thickness were higher in Hi. Hair diameter of Hi and BP was similar. The carcass yield resulted in low values of 54.5% (Hi) and 53.4% (BP) as expected by feeding. The *longissimus dorsi* muscle area from Hi was in a normal scope but that of BP was significantly lower. In the other slaughter data no significant differences existed between the two breeds. The higher marbling score in Hi was reflected by a higher fat content of the *longissimus dorsi* muscle. The Hi- skin was heavier than the BP- skin. BP had a heavier rumen and heavier lungs. The weights of the other organs and body parts were similar. No significant differences existed in the chemical composition of all parts of the slaughter carcass.

Key words: bull, Highland Cattle, Black Pied Dairy Cattle, muscle fibre, body coat, carcass composition

Literatur

GROSSE, F., H.-J. PAPSTEIN und M. GABEL (1991): Wachstumsuntersuchungen an Bullen des Schwarzbunten Milchrindes bei niedrigem Fütterungsniveau, 2. Mitteilung Schlachttierqualität. Arch. Anim. Nutr. **41**, 437-443

JENTSCH, W.; M. DERNO, B. LÖHRKE, H. SCHOLZE und H.-D. MATTHES, (1994 a): Studies on thermoregulatory heat production in cattle with differing adaptive states. In Aguilera, J.F.: Energy Metabolism of Farm Animals. Proc. 13th Symposium, EAAP Publ.No. 76 (1994), 359-362

- JENTSCH, W., H.-D. MATTHES, M. DERNO, J. WEGNER, J. VOIGT, B. LÖHRKE, K. NÜRNBERG und M. BEYER (1994 b): Untersuchungen zum Stoffwechsel, zur Wärmeproduktion, zum Verhalten und zur Morphologie von Jungbulln der Rassen Galloway und Schwarzbuntes Milchrind. Arch. Tierz. **37**, 363-375
- JENTSCH, W., M. DERNO, H.-D. MATTHES, B. LÖHRKE, S. KUHLA, und H. SCHOLZE (1995): Ergebnisse aus Stickstoff- und Energieumsatzmessungen an adaptiv differenten Rindern. Arch. Anim. Nutr. **48**, 159-171
- LÖHRKE, B., M. DERNO, H.-D. MATTHES und W. JENTSCH (1999): Metabolic response of different breeds of cattle to varying nutritional and environmental conditions. In: Jung, H.-J.G.; Fahey Jr., G.C.: Nutritional Ecology of Herbivores. Proc. Vth Internat. Symp., American Soc. Animal Sci. Savoy, Ill. USA (1999), 505-549
- MATTHES, H.-D., K. NÜRNBERG; J. WEGNER, G. BITTNER, W. JENTSCH und M. DERNO (1996): Schlachtkörperzusammensetzung restriktiv gefütterter Jungbulln unterschiedlich adaptierter Rinderrassen. Arch. Tierz., Dummerstorf **39** (1996) 1, 17-24
- PERRY, T.L., D.G. FOX und D.H. BEERMANN (1991): Effect of an implant of Trenbolone Acetate and Estradiol on growth, feed efficiency and carcass comparison of Holstein and beef news. J. Anim. Sci., Albany, N.Y. **69** (1991), 4696-4702
- WEGNER, J. und L. SCHÖBERLEIN (1986): Auswirkungen der Muskel-Schussbiopsie beim Kalb. Mh. Vet.-Med., Jena **41** (1986), 590-592
- WEGNER, J., E. ALBRECHT, I. FIEDLER, F. TEUSCHER, H.-J. PAPSTEIN und K. ENDER (2000): Growth- and Breed- Related Changes of Muscle Fiber Characteristics in Cattle. J. Anim. Sci. **78** (2000) 1485-1496
- WEGNER, J., K. ENDER und M. LANGHAMMER (1993): Charakterisierung des Wachstums von Muskelfasern und Fettzellen unter dem Einfluss des Wirkstoffs Zeranol beim Rind. Arch. Tierz., Dummerstorf **36** (1993), 39-48