

## **I Einleitung**

Ökonomische Zwänge verbunden mit Fortschritten in Zucht, Haltung und Fütterung führten in der Milchviehhaltung zu stetig steigenden Milchleistungen, wobei heutzutage Einzeltierleistungen von über 50 kg Milch je Tag bzw. Herdenleistungen von 10000 kg und mehr je Tier bzw. Laktation keine Seltenheit mehr sind (VOIGT et al., 2005). Besonders die in der Früh-laktation häufig auftretende negative Energiebilanz der Hochleistungskühe führt dabei zu vermehrtem Auftreten von sogenannten Produktionskrankheiten (Ketose, Labmagenverlagerung, Ovarialzysten, Mastitis etc.; REHAGE und KASKE, 2004), welche zum Teil erhebliche negative Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion haben können. Ursache der meisten Erkrankungen ist eine zur Deckung des Energiebedarfs post partum unzureichende Futteraufnahme der Milchkühe. Die Erzielung einer hohen Futteraufnahmekapazität der Kühe über angepaßte Fütterungsintensitäten bereits während der Aufzucht von Kälbern und Jungrindern ist daher ein wesentliches Ziel in der Aufzucht.

Um die unproduktive und kostenträchtige Aufzuchtperiode so kurz wie möglich zu gestalten, wird ein niedriges Erstkalbealter von etwa 24 Monaten bei einer Lebendmasse von 630 kg angestrebt (DLG, 1999). Dies wird durch hohe tägliche Lebendmassezunahmen während der Aufzucht, die teilweise über 800 g/Tag liegen, erreicht. In den von der GfE (2001) veröffentlichten Empfehlungen zur Nährstoff- und Energieversorgung von Aufzuchtrindern sind keine Werte für tägliche Lebendmassezunahmen von mehr als 800 g angegeben. Zudem beruhen diese Empfehlungen aus Mangel an aktuellen Untersuchungen mit weiblichen Aufzuchtrindern größtenteils auf älteren Studien mit überwiegend männlichen Tieren sowie Tieren verschiedener Rassen.

Weiterhin haben hohe tägliche Lebendmassezunahmen in der Aufzucht sowohl Auswirkungen auf die Körpergröße der Tiere zum Zeitpunkt der Abkalbung als auch auf die spätere Milchleistung. Dabei sind die in der Literatur beschriebenen Ergebnisse in der Summe sowohl hinsichtlich der Körpergröße als auch der Milchleistung uneinheitlich (BAR-PELED et al., 1997; LAMMERS et al., 1999; MÜLLER et al., 2005; RADCLIFF et al., 2000; SHAMAY et al., 2005; VAN AMBURGH et al., 1998). Aufgrund dieser unterschiedlichen Ergebnisse war es Ziel dieser Untersuchung, die Auswirkungen unterschiedlicher Fütterungsintensitäten während der Aufzucht auf das Körperwachstum und die Futteraufnahme der Tiere von Beginn der Tränkeperiode

durchgängig bis zum Zeitpunkt des ersten Belegens zu untersuchen. Darüber hinaus sollte in der vorliegenden Untersuchung durch Ganzkörperanalysen zu verschiedenen Zeitpunkten der Aufzucht ein Beitrag zur Schaffung einer aktuellen Datengrundlage zur Körperzusammensetzung und zum Ansatz von weiblichen Aufzuchtrindern der Rasse Deutsche Holstein geleistet werden, anhand derer eine Überprüfung und Erweiterung der Versorgungsempfehlungen für Aufzuchtrinder möglich wird.

## **II Literaturübersicht**

### ***II.1 Situation in der Milchviehhaltung***

Die Entwicklungen in der landwirtschaftlichen Produktion führten in Deutschland neben steigenden Herdengrößen (VIT, 2006) auch weiterhin zu steigenden Milchleistungen der Kühe. So betrug die mittlere Milchleistung aller Herdbuchkühe der Rasse Deutsche Holstein (schwarzbunt) im Jahre 2004 bereits 8221 kg mit 4,19 % Fett und 3,42 % Eiweiß (DHV, 2005). Dabei sind Einzeltierleistungen von über 50 kg/Kuh und Tag bzw. 15000 kg/Kuh und Jahr und mittlere Herdenleistungen von über 10000 kg/Kuh und Jahr nicht selten (VOIGT et al., 2005). Ein Vergleich mit der mittleren Herdenleistung in Israel (landesweite mittlere jährliche Milchleistung oberhalb von 10000 kg; VOIGT et al., 2005), läßt auch unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Fettgehalte in der Milch auch für Deutschland weitere Leistungssteigerungen erwarten.

Das mittlere Erstkalbealter der Deutschen Holstein liegt aktuell bei 28,6 Monaten, wobei die Tiere bereits mit einem durchschnittlichen Alter von 63,6 Monaten den Betrieb wieder verlassen (DHV, 2005). Damit ist selbst bei einer Laktationsleistung von 10000 kg die Lebensleistung (bei einer angenommenen Zwischenkalbezeit von 400 Tagen) in lediglich 2,6 Laktationen mit 26000 kg sehr gering. Diese stetigen Leistungssteigerungen beruhen auf dem erreichten Zuchtfortschritt und sind auch durch ökonomische Zwänge, in denen sich die Milcherzeuger befinden, begründet (VOIGT et al., 2005).

Die Wirtschaftlichkeit der Milcherzeugung wird in entscheidendem Maße vom Einfluß der Aufzucht von Kälbern und Jungrindern auf Gesundheit, Leistungshöhe und Langlebigkeit der Milchkühe beeinflusst. In der Verkürzung der Aufzuchtperiode der Rinder besteht für den Milchviehhalter Einsparpotential hinsichtlich Futterkosten, Stallplätzen und Arbeitszeit. Daher kann die Aufzucht von Milchrindern heute mit den Zielvorstellungen umschrieben werden, daß gesunde, gut entwickelte Tiere mit einem Erstkalbealter (EKA) von etwa 24 Monaten, hohem Leistungsvermögen sowie einer hohen Nutzungsdauer bzw. Lebensleistung zu fordern sind.

### ***II.2 Energiebedarf der Kühe***

Nach FLACHOWSKY et al. (2004b) werden bei Milchleistungen von 50 kg/Tag täglich ca. 2 kg Milchfett, 1,7 kg Protein und 2,4 kg Laktose über die Milchdrüse sezerniert. Damit die Tiere diese hohen Leistungen ohne gesundheitliche

Beeinträchtigungen realisieren können, bestehen sehr hohe Anforderungen an die Rationsgestaltung, die eine bedarfsdeckende Versorgung der Tiere mit allen benötigten Nährstoffen gewährleisten soll. Dabei kommt einer ausreichenden Energieversorgung der Milchkuh zur Deckung ihres jeweiligen Bedarfes eine große Bedeutung zu (FLACHOWSKY et al., 2004b; REHAGE und KASKE, 2004). Der Energiebedarf der Milchkuh teilt sich auf die Faktoren Erhaltung und Leistung (Milchleistung sowie Wachstum der Konzeptionsprodukte) auf. Bei noch nicht ausgewachsenen Kühen ist zusätzlich der Bedarf für weiteres eigenes Körperwachstum zu berücksichtigen.

Entsprechend des Verlaufs der Milchleistung ist der Energiebedarf im Laufe der Laktation nicht gleichbleibend, sondern weist besonders in den ersten Wochen post partum (p.p.) aufgrund der steigenden Milchleistung einen deutlichen Anstieg auf. Im weiteren Verlauf der Laktation nimmt dieser dann kontinuierlich ab. Die maximale tägliche Milchleistung wird in der Regel etwa 5 Wochen p.p. erreicht (REHAGE und KASKE, 2004). Somit kommt der Energieversorgung in dieser Zeit besondere Bedeutung zu. Zur Abdeckung des Energiebedarfes ist eine hohe Futteraufnahme die entscheidende Voraussetzung (FLACHOWSKY et al., 2002 und 2004a).

Die Höhe des Energiebedarfes der Kuh in Abhängigkeit von der Milchleistung sowie die sich daraus ergebenden T-Aufnahmen bzw. Energiekonzentrationen sind in Tabelle 1 beispielhaft zusammengestellt.

**Tabelle 1: Auswirkung der Energiekonzentration (EK; MJ NEL/kg T) der Ration auf die erforderliche T-Aufnahme (kg/Tag) von Milchkühen bei unterschiedlichen Milchleistungen (kg/Tier und Tag; nach FLACHOWSKY et al., 2004b)**

Milchleistung <sup>1)</sup> (kg/Tag)	Erhaltungs- bedarf <sup>2)</sup> (MJ NEL/Tag)	Gesamt- Energiebedarf (MJ NEL/Tag)	Erforderliche T-Aufnahme (kg/Tag) bei EK von		
			6,8	7,2	7,6 <sup>3)</sup>
20	37,7	104	15,3	14,4	13,7
30	37,7	137	20,1	19,0	18,0
40	37,7	170	25,0	23,6	22,4
50	37,7	203	29,8	28,2	26,7
60	37,7	236	34,7	32,8	31,1

<sup>1)</sup> Milch mit 4 % Fett und 3,4 % Protein, Bedarf: 3,3 MJ NEL/kg Milch

<sup>2)</sup> Erhaltungsbedarf für eine Kuh mit 650 kg LM (GfE, 2001)

<sup>3)</sup> in praxisnahen Rationen sind derartige NEL-Konzentrationen kaum realisierbar

Mit höherer Milchleistung nimmt der relative Anteil des Erhaltungsbedarfes am Gesamtenergiebedarf ab. Zur bedarfsdeckenden Energieversorgung bei einer Milchleistung von 40 kg/Tag und einer Energiekonzentration von 6,8 MJ NEL/kg T ist

eine T-Aufnahme von ca. 25 kg/Tag erforderlich. Diese liegt aber bereits an der oberen Grenze der freiwilligen Futterraufnahme (25 bis 26 kg T je Tier und Tag; BREVES und RODEHUTSCORD, 1999). Bei einer Erhöhung der Energiekonzentration in der Ration von 6,8 auf 7,2 MJ NEL je kg T reicht bei einer Kuh mit einer Milchleistung von 40 kg pro Tag bereits eine T-Aufnahme von 23,6 kg/Tag zur bedarfsdeckenden Energieversorgung. Eine weitere Steigerung der Energiekonzentration hätte nochmals eine Reduzierung der erforderlichen T-Aufnahme um 1,2 kg zur Folge. Folglich sind Kühe mit einer höheren täglichen Milchleistung nur mit höheren Energiekonzentrationen in den Rationen bzw. weiter steigenden Futterraufnahmen bedarfsdeckend zu füttern. Grundsätzlich wird eine Erhöhung der Energiekonzentration in der Ration durch eine Steigerung des Anteils von Konzentratfuttermitteln an der Gesamtration auf Kosten des Anteils von Grundfutter erreicht. Höhere Anteile leicht verdaulicher Futtermittel stehen aber einer wiederkäuergerechten Ernährung entgegen und können zu Störungen der Vormagenfunktion und damit zu ausgeprägten Stoffwechselerkrankungen führen (FLACHOWSKY et al., 2002).

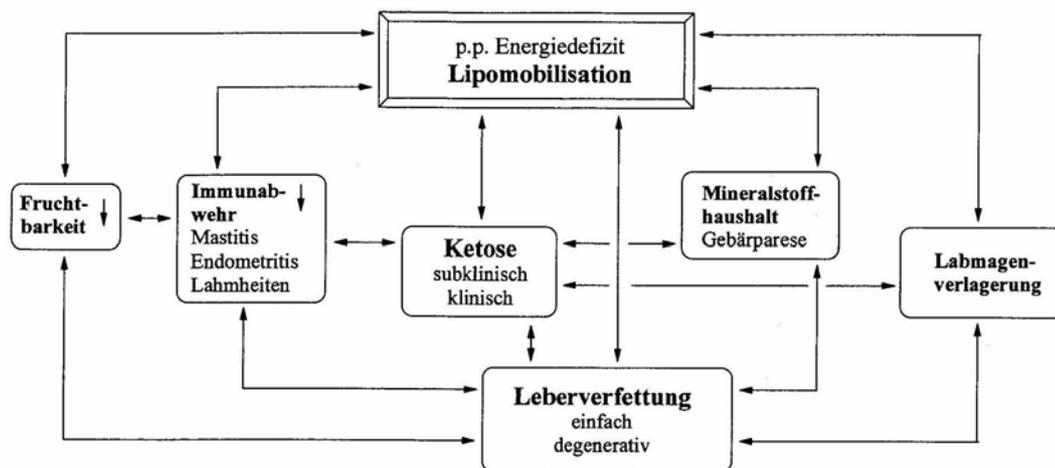
Vor diesem Hintergrund wurden in den letzten Jahren zahlreiche Untersuchungen zur Energieversorgung bzw. Futterraufnahme von Milchkühen durchgeführt, auf die an dieser Stelle nicht umfassend eingegangen werden kann. Exemplarisch sei an dieser Stelle z.B. auf die Arbeiten von GRUBER et al. (2004 bzw. 2005) und HALACHMI et al. (2004) zur Schätzung der Futterraufnahme, von HORSTMANN (2004) zur Futterraufnahme sowie Energiebilanz von Milchkühen und REHAGE (2002) sowie REHAGE und KASKE (2004) zu den Zusammenhängen von Milchleistung und Tiergesundheit verwiesen. Weiterhin wurde z.B. geprüft, wie bzw. in welchem Maße die Energieversorgung der Kühe auch bei sehr hohen Milchleistungen über eine angepaßte Rationsgestaltung zu gewährleisten ist (DRACKLEY, 2004; FLACHOWSKY et al., 2002 und 2004a). In der praktischen Rationsgestaltung und Fütterung von Hochleistungskühen ist in den Rationen eine ausreichende Menge an Strukturfutter für die Aufrechterhaltung pansenphysiologisch stabiler Verhältnisse erforderlich (FLACHOWSKY et al., 2004b). Dies steht der Forderung nach höheren Energiekonzentrationen in der Ration bei begrenzter Futterraufnahmekapazität sowie steigendem Energiebedarf der Kühe aufgrund von hohen Milchleistungen entgegen. In den Untersuchungen von HORSTMANN (2004), welche die tierindividuelle Fähigkeit erforschte, auf Kraftfutterentzug kompensatorisch mit gesteigerter

Grundfutteraufnahme zu reagieren, wurden trotz ähnlicher Lebendmassen der Tiere starke Unterschiede ermittelt. Die Ursachen dieser unterschiedlichen Fähigkeit, hohe Trockensubstanzmengen aufzunehmen, konnten nicht geklärt werden und bedürfen weiterer Forschungsarbeiten. Unter den gegenwärtigen Bedingungen ist abzuleiten, daß eine Erhöhung der Energiekonzentration in der Ration für Hochleistungskühe auf Werte um 7,6 MJ NEL/kg T unter Berücksichtigung einer wiederkäuergerechten Ernährung unter praktischen Bedingungen kaum zu verwirklichen ist (FLACHOWSKY et al., 2004a).

Obwohl die Kuh in der Lage ist, einen Teil ihres Energiebedarfes über den Abbau von Körpersubstanz (hauptsächlich Körperfett) zu decken, kommt der Energieversorgung über eine maximale Futteraufnahme zur Vermeidung von Stoffwechselerkrankungen eine wesentliche Bedeutung zu (REHAGE und KASKE, 2004). So verringert die Fähigkeit, bereits in der Frühlaktation hohe Mengen Trockensubstanz aufzunehmen, die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von peripartalen Erkrankungen und scheint somit ein geeignetes Selektionsmerkmal zu sein (HORSTMANN, 2004). Die Milchleistung der Kühe in den ersten Wochen p.p. korreliert eng mit der Häufigkeit des Auftretens peripartaler Erkrankungen (DRACKLEY, 1999; FLEISCHER et al., 2001). Während die tägliche Milchleistung nach der Abkalbung rasch ansteigt und ihr Maximum bereits etwa in der 5. Woche p.p. erreicht, steigt im Gegensatz dazu die Trockenmasseaufnahme der Tiere nur allmählich an und erreicht erst in der 8. bis 12. Woche ihr Maximum (REHAGE und KASKE, 2004). Aus diesem Ungleichgewicht zwischen rasch steigendem Bedarf und ungenügender Futteraufnahme mit begrenzter Energiekonzentration ergibt sich für die Hochleistungskühe in den ersten Wochen nach der Abkalbung eine negative Energiebilanz. In dieser kritischen Stoffwechselsituation werden vermehrt Körperreserven (Fettgewebe und Muskulatur) zur Energiegewinnung mobilisiert, um die negative Energiebilanz weitgehend auszugleichen. Das Ausmaß der Energiemobilisation aus Körperreserven hängt dabei vom Grad der energetischen Unterversorgung ab (FLACHOWSKY et al., 2004b).

Der Energieversorgung über die Energiemobilisation aus Körperreserven (Fetteinschmelzung) sind jedoch Grenzen gesetzt. Eine übermäßige Energiemobilisation aus Körperfett führt häufig zu einer Belastung der Leber, die im sogenannten Fettlebersyndrom mündet (BOBE et al., 2004). Diese zunehmende Leberverfettung kann weitere Störungen der Leberfunktionen bewirken, welche das

Energiedefizit noch verstärken und damit eine weitere Einschmelzung von Körpersubstanz zur Folge hat. Im Zusammenhang dieser mangelhaften Adaptationsfähigkeit an die veränderte Stoffwechselbeanspruchung p.p. infolge der gestörten Leberfunktion treten bei betroffenen Hochleistungskühen vermehrt sogenannte Produktionskrankheiten auf (REHAGE und KASKE, 2004). Allerdings sind keine eindeutigen Ursache-Wirkungsreaktionen herzustellen, da Produktionskrankheiten und Leberfunktion sich wechselseitig beeinflussen. Zu diesen Krankheiten zählen Ketose, Labmagenverlagerung, Nachgeburtsverhaltung, Milchfieber, Mastitis, Endometritis, Ovarialzysten, embryonaler Frühtod sowie Klauenerkrankungen. All diesen Krankheiten, die verschiedene Organsysteme betreffen, ist gemeinsam, daß sie bevorzugt in einem Zeitraum um die Abkalbung und in der so genannten Frühaktation bis etwa 10 Wochen p.p. auftreten. Abbildung 1 gibt einen vereinfachten Überblick über die Zusammenhänge der einzelnen Erkrankungen als Folge der Lipomobilisation und deren Wechselwirkungen untereinander (REHAGE, 2002).



**Abbildung 1: Interaktionen zwischen Lipomobilisation, Ketose und Leberverfettung sowie Erkrankungen extrahepatischer Organe bei Milchkühen (nach REHAGE, 2002)**

In dieser Phase kommt der uneingeschränkten Funktionsfähigkeit der Leber eine bedeutende Rolle zu (REHAGE und KASKE, 2004). So erfolgt die Bereitstellung der für die Milchsynthese in erheblichen Mengen benötigten Glucose überwiegend über die hepatische Gluconeogenese (DRACKLEY, 1999). Zudem sind zahlreiche Funktionen des Immunsystems an die Leberfunktion gebunden und weiterhin hat die Leber z. B. auch eine zentrale Rolle bei der Nutzung von Ammoniak über den Harnstoffzyklus (REHAGE und KASKE, 2004).

Daher wird an die Fütterung der Milchkühe die Forderung gestellt, den Komplex der Futteraufnahme und des Futteraufnahmevermögens der Tiere vermehrt in den Mittelpunkt der Untersuchungen zu stellen. Ein wichtiger Bereich besteht dabei in der Erforschung von Möglichkeiten sowie Grenzen der Beeinflussung bzw. Erhöhung der Futteraufnahmekapazität der Tiere (FLACHOWSKY et al., 2004b; REHAGE und KASKE, 2004).

## ***II.3 Futteraufnahme***

### ***II.3.1 Einflußfaktoren auf die Futteraufnahme***

Die Futteraufnahme wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Grundsätzlich können die Faktoren, von denen die Futteraufnahme abhängt, in tier- bzw. futterbedingte Faktoren eingeteilt werden (PIATKOWSKI et al., 1990). Zusätzlich kommt der Fütterungstechnik eine entscheidende Rolle zu. Futterbedingte Faktoren sind z.B. die Futterart und die Konservierung, der Rohnährstoffgehalt sowie die Futterstruktur, die Schmackhaftigkeit, die Verdaulichkeit, der Gehalt an antinutritiven Inhaltsstoffen und der Turnover der Nährstoffe im Pansen (PIATKOWSKI et al., 1990). Über eine angepaßte Rationsgestaltung (hinsichtlich der eingesetzten Komponenten und der Nährstoffgehalte) in Verbindung mit einer optimalen Fütterungstechnik (Vorlage als Totale Mischration (TMR) oder einzelne Komponenten; Häufigkeit der frischen Vorlage etc.) wird die Futteraufnahme zusätzlich beeinflusst. Weiterhin beeinflussen sowohl die Umgebungstemperatur (PIATKOWSKI et al., 1990) als auch die Hygiene (Futtertisch-Management) die Futteraufnahme in großem Maße (INGVARTSEN, 1994). In der Literatur sind außerdem einige Arbeiten zu finden, die sich mit futterbedingten Wirkungen auf die Futteraufnahme auch bei Aufzuchttrindern auseinandersetzen. In den Studien, in denen die Futteraufnahme der Aufzuchttrinder erfaßt wurde, wurden vorrangig die Wirkungen unterschiedlicher Proteingehalte (steigende UDP-Gehalte; BETHARD et al., 1997; TOMLINSON et al., 1997), unterschiedlicher Verhältnisse von Protein zu Energie in den Rationen (PIRLO et al., 1997) oder einer Zulage von Sojaöl (THIBAUT et al., 2003) auf die Höhe der Futteraufnahme untersucht.

Zu den tierbedingten Einflußfaktoren zählen die Leistung (Wachstum und Milch) sowie die Lebendmasse, das Alter und der Rahmen der Tiere, welche die Futteraufnahme über den Energiebedarf und den zur Verfügung stehenden Verdauungsraum bzw. das Pansenvolumen beeinflussen. Nach PIATKOWSKI et al.

(1990) wird das Pansenvolumen durch die Größe der Bauchhöhle begrenzt. Im Laufe der Gravidität und im Zyklus der Laktation ändert sich die Größe des Verdauungstraktes und damit auch die Futteraufnahme. So vermindern eingelagertes Fettgewebe oder der wachsende Fötus den zur Verfügung stehenden Raum. Dabei gibt es erhebliche Unterschiede z.B. zwischen Kühen der Rasse Jersey bzw. Schwarzbuntes Rind im Pansenvolumen. Während die schwereren Schwarzbunten Kühe (568 kg) ein Pansenvolumen von 132 l aufwiesen, hatten die leichteren Jersey Kühe (343 kg) lediglich ein Pansenvolumen von 111 l (PIATKOWSKI et al., 1990). Allerdings war das relative Pansenvolumen mit 32,4 l/100 kg Lebendmasse (bzw. 1,43 l/kg  $LM^{0,75}$ ) bei den Jersey Kühen größer, als bei den Schwarzbunten Kühen mit 23,0 l/100 kg (bzw. 1,15 l/kg  $LM^{0,75}$ ) Lebendmasse. Ursache dieser höheren relativen Futteraufnahmekapazität ist der relativ zur Körpermasse größere Verdauungsraum der Jerseykühe (PIATKOWSKI et al., 1990), der auf unterschiedliche Körperproportionen (bedingt durch Widerristhöhe, Brustumfang, Beckenbodenbreite, Lebendmasse etc.) beruht. QUIGLEY et al. (1986a) untersuchten die Futteraufnahme von Aufzuchtrindern in Abhängigkeit von vier unterschiedlichen Energiekonzentrationen in der Futtermischung. Sie stellten fest, daß die Aufzuchtrinder aufgrund der physikalisch begrenzten Futteraufnahmekapazität bei Rationen mit hohen ADF- bzw. NDF-Gehalten (über 21 bzw. 44 %) nicht genügend Futter zur Deckung ihres Energiebedarfes aufnehmen konnten (QUIGLEY et al., 1986a). Somit begrenzte die Futteraufnahmekapazität der Tiere bei hohen ADF- bzw. NDF-Gehalten in der Ration die mögliche Wachstumsleistung. Allerdings sind der Arbeit von QUIGLEY et al. (1986a) keine Angaben über die Körpergröße oder Körperproportionen der Tiere zu entnehmen.

Im Zusammenhang mit der starken Selektion auf hohe Milchleistung untersuchten sowohl KORVER et al. (1991) als auch LEE et al. (1992) in ihren Studien die Futteraufnahmekapazität bzw. die Futteraufnahme hinsichtlich genetischer Einflüsse und Erbllichkeit. LEE et al. (1992) stellten fest, daß größere Tiere unter allen Fütterungsbedingungen mehr Futter aufnahmen. KORVER et al. (1991) ermittelten für die Raufutteraufnahme eine Heritabilität von 0,56 die jedoch nach einer Korrektur auf einheitliche metabolische Lebendmassen auf 0,19 zurückging. Nach LEE (1997) nehmen besser entwickelte Färsen mehr Futter auf als schlechter entwickelte Färsen.