

2. Literaturübersicht

2.1. Ursachen der perinatalen Mortalität

2.1.1. Generelle Betrachtung

Der Tod der Kälber tritt im Rahmen der perinatalen Mortalität zu unterschiedlichen Zeitpunkten der Geburt bzw. des ersten Lebensstages ein. Der Hauptteil der Kälber, etwa 70%, verendet vor oder während der Geburt. Bis zum Ende der ersten Lebensstunde sind 85% der Kälber verendet. Bei den restlichen 15 % der Fälle liegt der Todeszeitpunkt im postnatalen Zeitraum - also in den ersten ein bis zwei Lebensstagen (Chassagne et al. 1999; Mee 1990; Patterson et al. 1987; Streit u. Ernst 1992 a).

Infektiöse Erkrankungen sind in dieser Zeit von untergeordneter Bedeutung. Der Tod tritt vielmehr durch extremen Stress (Randall 1978) oder Verletzungen während der Geburt (Anderson u. Bellows 1967; Collery et al. 1996) sowie aufgrund einer ausbleibenden Adaption des Neugeborenen an die neue Umgebung ein (Randall 1978).

30 – 40 % der Totgeburten entstehen durch verschiedene Ursachen zusammengenommen (Mee 1991), die in Tabelle 1 auszugsweise aufgezeigt sind.

Die Hauptursache für das Verenden des Kalbes im perinatalen Zeitraum ist jedoch die Schweregeburt (Bellows et al. 1987). Sie alleine ist für 60-80 % der Totgeburten verantwortlich (Anderson u. Bellows 1967; Bellows et al. 1987; Mee 1991; Meyer et al. 2000; Patterson et al. 1987; Vestweber 1997). Zusätzlich sterben Kälber nach Schweregeburten vier- bis fünfmal häufiger als problemlos geborene Kälber (Azzam et al. 1993; Laster u. Gregory 1973; Waltner-Toews et al. 1986).

2.1.2. Schweregeburten

Eine Schweregeburt wird laut Rice (1994) wie folgt definiert: Eine Geburt, die zu einer verminderten Vitalität des Kalbes und/oder Verletzungen des Muttertieres führt bzw. in deren Ablauf helfend eingegriffen werden muss. Bei einer Schweregeburt verenden die Kälber aufgrund von Trauma, Asphyxie oder beidem (Collery et al. 1996; Vestweber 1997). Bisher wurde von einer Schweregeburt ausgegangen, wenn das Kalb nicht innerhalb einer bestimmten Zeitspanne geboren wurde (Kroker u. Cummins 1979; Maree 1986). Die Abkalbung begann in diesen Studien mit dem Sichtbarwerden der Fruchthüllen oder einer fetalen Extremität in Phase 2 der Abkalbung und war mit der Passage der Hüfte des Kalbes durch die Vulva beendet. Bei Erstkalbenden wurde empfohlen, erst nach einer vier Stunden dauernden Phase 2 in den Geburtsverlauf einzugreifen. Diese Dauer ist mittlerweile obsolet. Vielmehr sollte eine physiologische Färsenabkalbung etwa zwei Stunden nach dem Sichtbarwerden des Amnions oder fetaler Extremitäten abgeschlossen sein (Rice 1994; Young 1968, 1970).

Die Gründe, die zum Auftreten von Schweregeburten führen, sind vielfältig. So kann das Kalb missgebildet, absolut oder relativ zu groß sein oder Lage-, Stellungs- oder Haltungsanomalien aufweisen. Das Muttertier seinerseits kann zu schwach (Young 1968), zu

Tab. 1: Nicht-schweregeburtbedingte Ursachen der perinatalen Mortalität

Ursachenkomplex		
nutritiv *	Mangel:	Überschuß/Intoxikation:
	Mangan	Fluor
	Jod	Selen
	Kupfer	Blei
	Kobalt	Cadmium
	Phosphor	Arsen
	Selen / Vitamin E	Chlornaphtalin
	Vitamin A	Nitrat
	Vitamin D	Nadeln/ Rinde von:
	Protein	Pinus ponderosa, P. cubensis
	Energie	P. radiata, P. taeda,
	Vitamin K	Vicia Villosa
	Lithium (bei Ziegen)	Oxytropisarten
infektiös	Bakterien / Viren:	Mykotoxine / Pilze:
(Grunert u. Berchtold 1999; Panter u. Stegelmeier 2000)	Brucellose (B. abortus)	Claviceps spp.
	Salmonellose	Fusarium
	Leptospirose (L. hardjo)	Balansia spp.
	Mykoplasmen	Aspergillus
	Actinomyces pyogenes	Penicillium
	Chloamydia psittaci	Acremonium coenophialum
	Pasteurella haemolytica	Mucor spp.
	Listerien (4. – 8. Monat)	Hefen
	Haemophilus somnus	(Ergotamin)
	BHV – 1	
	BVD /MD	
Sonstiges	Missbildungen	
(Grunert u. Berchtold 1999)	Stress	
	Bauch-Operationen	
	Medikamentengabe (Xylazin u. PGF _{2α})	

* (Alderman 1963; Allcroft et al. 1954; Cawley 1987; Faulkner 1983; Hemken 1974; Herdt u. Stowe 1991; Hidiroglou 1980; James et al. 1992; James et al. 1994; Kolb 1959; Logan et al. 1990; Mee 1993; Norton u. Campbell 1990; NRC 2001; Panter u. Stegelmeier 2000; Sanders u. Sanders 1983)

fett oder hormonell nicht ausreichend auf die Geburt vorbereitet sein (Anthony et al. 1986; Erb et al. 1981; Kornmatitsuk et al. 2004; Maree 1986; O'Brien u. Stott 1977; Osinga 1978). In Folge dessen können vulvale Stenosen oder verminderte Wehentätigkeiten auftreten (Berglund et al. 2003; Dufty 1972; Rice u. Wiltbank 1972). Lage-, Stellungs- oder Haltungsanomalien verursachen nur etwa 1-12 % der Schweregeburten (Nix et al. 1998; Patterson et al. 1987; Rice u. Wiltbank 1972; Wiltbank u. Remmenga 1982).

Der Hauptgrund für das Auftreten von Schweregeburten ist die Dysproportion von maternalem Geburtsweg und Geburtsgewicht des Kalbes (Anderson 1990; Bellows u. Short 1978; Bellows et al. 1987; Bellows et al. 1971; Berglund et al. 2003; Cook et al. 1993; Laster u. Gregory 1973; Makarechian et al. 1982; Naazie et al. 1989; Rice u. Wiltbank 1972; Ritchie u. Anderson 1998; Wiltbank u. Remmenga 1982). Diese ist insbesondere bei Färsen zu finden, da sie bei ihrer ersten Abkalbung meist noch nicht voll ausgewachsen sind (Anderson 1990; Holter et al. 1986).

Jedoch wurde in zahlreichen Studien belegt, dass die Beckenmaße des Muttertieres allein, ob intern bzw. rektal oder extern gemessen, nicht für eine sichere Prognose für das Auftreten von Schweregeburten genutzt werden können (Basarab et al. 1993; Corah et al. 1975; Laster 1974; Naazie et al. 1989).

Vielmehr ist es das Geburtsgewicht des Kalbes, das insbesondere bei Färsenabkalbungen den größten Einfluss auf das Auftreten und die Schwere von Schweregeburten hat (Bellows et al. 1996; Johnson et al. 1988; Makarechian et al. 1982; McDermott et al. 1992a). Mit zunehmendem Geburtsgewicht steigt die Wahrscheinlichkeit für ein Auftreten von Schweregeburten (Bellows u. Lammoglia 2000; de Graaf et al. 1982; Laster et al. 1973; Rice u. Wiltbank 1972). Es wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Zu diesen Faktoren gehören die Anzahl der Laktationen, der Ernährungszustand und das Leistungsniveau des Muttertieres, der Genotyp des Vater- und Muttertieres, die Umgebungstemperatur sowie das Geschlecht des Kalbes (Ferrell 1991 b; Fitch et al. 1924; McClandlish 1922)

2.1.3. Managementfaktoren

Die Qualität des Herdenmanagements spielt eine wichtige Rolle für das Auftreten von Totgeburten (Jenny et al. 1981). Zunehmende Herdengrößen (>200 Tiere) können zu steigenden Kälberverlusten aufgrund einer Verschlechterung der Geburtsüberwachung und möglicherweise der Hygiene im Abkalbestall führen (Anonym 2001; Jenny et al. 1981; Oxender et al. 1973; Speicher u. Hepp 1973). Wird die Herde jedoch gut geführt (als Parameter kann ein hoher durchschnittlicher Milchfettgehalt der Herde dienen), wirkt sich die Größe der Herde nicht nachteilig auf die Kälbersterblichkeit aus (Jenny et al. 1981; Streit u. Ernst 1992 a, 1992 b). Eine ausreichende Geburtsüberwachung ist wichtig, um bei möglichen Schweregeburten frühzeitig eingreifen zu können und somit die Überlebensrate von Kalb und Muttertier zu verbessern (Jenny et al. 1981; McDermott et al. 1992a; Wythes et al. 1976).

Die Haltung der hochträchtigen Tiere in Boxenlaufställen ist empfehlenswert. Eine freie Bewegung der Tiere vor und bei der Abkalbung wirkt sich vor allem bei Färsenabkalbungen

positiv auf den Abkalbeverlauf aus. Zur Senkung der perinatalen Verluste sollten die Abkalbungen in einer separaten mit Stroh ausgelegten Abkalbebox erfolgen (Streit u. Ernst 1992 a).

2.2. Einflussfaktoren für Schweregeburten

2.2.1. Primipares Muttertier

Zu Beginn ihres Lebens zeigen Färsen ein deutliches Wachstum. Hierbei ist die Wachstumsintensität abhängig von Rasse und Aufzucht- bzw. Fütterungsregime (Lawrence u. Fowler 1997; Neville et al. 1978). Die Widerristhöhe nimmt bis zum 20. Lebensmonat deutlich zu, um danach nahezu ein Plateau zu erreichen. Folglich sind die Färsen bei einem Erstkalbealter von circa 24 bis 26 Monaten fast ausgewachsen (Neville et al. 1978; Schröder 2003) und am Ende der Trächtigkeit nicht mehr so leicht durch leichte Veränderungen in der Fütterung in ihrer körperlichen Entwicklung - zumindest des skelettalen Wachstums - zu beeinflussen (Goehring et al. 1989).

Zur Beurteilung der körperlichen Entwicklung der Färse eignen sich die Widerristhöhe und Rückenfettdicke. Die Feststellung des Gewichtes der Tiere reicht hierfür nicht aus, da es von dem vor der Messung aufgenommenen Futtervolumen beeinflusst wird. Mittels Messung der Widerristhöhe lassen sich die Ausmaße des Körperrahmens bzw. Skelettes der Färse ermitteln. Dabei wird die vertikale Distanz zwischen dem höchsten Punkt über den Scapulae und dem Boden mit einem Messstab gemessen. Jedoch muss auf die Haltung des Tieres und die Positionierung des Messstabes geachtet werden, um mögliche Quellen für Falschmessungen zu eliminieren (Lawrence u. Fowler 1997). Zur objektiven Beurteilung der Kondition der Färsen hat sich die nicht invasive Messung der Rückenfettdicke mittels Ultraschall durchgesetzt. Auch diese ist vom Füllungsgrad des Magen-Darm-Traktes unbeeinflusst. Sie sollte bei primiparen Kühen um die Abkalbung circa 20 mm messen (Schröder 2003).

2.2.2. Bulle

Einige Vatertiere vererben hohe Geburtsgewichte und beeinflussen so den Abkalbeverlauf und die Überlebensrate der Kälber negativ. Sie sollten bei der Besamung erstkalbender Färsen nicht eingesetzt werden, um die perinatalen Verluste durch Schweregeburten zu minimieren (Bellows et al. 1982; Cook et al. 1993; Hughton u. Corah 1989; Makarechian u. Berg 1983; Streit u. Ernst 1992 a)

2.2.3. Geburtsgewicht des Kalbes

2.2.3.1. Pränatales Wachstum

Wichtiger als die Rahmenmaße der Färsen zur Abkalbung ist jedoch das Geburtsgewicht des Kalbes. Um dieses beeinflussen zu können, ist es notwendig das fetale Wachstum und dessen Einflussfaktoren zu kennen.

Zu Beginn der Trächtigkeit machen zunächst die Fruchthüllen und das Fruchtwasser den Großteil des Uterusinhaltes aus. Die Plazenta wächst noch etwa bis zum Ende des zweiten Drittels (Hopkins et al. 2003) und reagiert auf Schwankungen in der Fütterung des Muttertieres mit einem adaptiven Wachstum (Da Silva et al. 2000; Godfredson et al. 1991; Godfrey u. Robinson 1998; Hopkins et al. 2003; Reynolds u. Redmer 1995; Symonds et al. 2001 a). Ihr Gewicht korreliert mit dem Geburtsgewicht des Kalbes (Alexander 1964; Mellor 1987). Um den am Ende der Trächtigkeit weiter steigenden Nährstoffbedarf des pränatalen Kalbes zu decken, kommt es zum einen zu einer Proliferation der plazentären Gefäße und zum anderen zu einer hormonell induzierten Weitstellung und Aufweichung der zum Uterus zuführenden Blutgefäße (Ferrell u. Ford 1980; Ford 1995; Vonnahme u. Ford 2002). Die Durchflussrate der uterinen und umbilikalen Blutgefäße nimmt in der zweiten Hälfte der Trächtigkeit deutlich zu (Reynolds u. Ferrell 1987; Reynolds u. Redmer 1995). Die Ausmaße der Blutzufuhr werden zum Großteil auch durch den Fetus bestimmt (Ferrell 1991 a). Bei der Untersuchung der Plazenta von Totgeburten mittels Ultraschall konnten Kornmatitsuk et al. (2003) keine Unterschiede in der Morphologie, Anzahl oder Dicke der Plazentome im Gegensatz zu denen gesund und normal geborener Kälber nachweisen.

Der Wachstumsverlauf des sich normal entwickelnden bovinen Fetus ist sigmoid. Das pränatale Kalb weist dabei die größten relativen Zunahmen (etwa 200-250g pro Tag) um den 232. Tag der Trächtigkeit auf (Bell et al. 1995; Prior u. Laster 1979). Die relativen Zunahmen am Ende der Trächtigkeit sind nur noch gering (Bell et al. 1995; Eley et al. 1978; Lammoglia et al. 1996; Mellor 1987). Da die absoluten Zunahmen am Ende der Trächtigkeit jedoch steigen (Panicke et al. 1987), nimmt das Kalb 50% seines späteren Geburtsgewichtes noch ab dem 230. Trächtigkeitstag zu (Van Saun 1991) bzw. verdreifacht sein Gewicht in den letzten zwei bis drei Trächtigkeitsmonaten (Kasari 1994). Trotzdem konnten Ferrell et al. (1976) zeigen, dass Herfordkälber am 264. Trächtigkeitstag, also etwa 20 Tage prae partum, nur noch drei Kilogramm leichter waren, als normale Herfordkälber durchschnittlich bei der Geburt wiegen. Die meisten Untersuchungen in diesem Zusammenhang sind mit Rindern von Fleischrassen durchgeführt worden. Bereits pränatal zeigen sich Unterschiede des Wachstumsverlaufs in Abhängigkeit vom Genotyp des Kalbes und des Muttertieres, das die notwendige Nährstoffzufuhr zur Frucht gewährleisten muss (Ferrell 1991 b; Gore et al. 1994). Die genauen Mechanismen für die maternale Beeinflussung des fetalen Wachstums sind derzeit noch nicht bekannt. Es wird angenommen, dass das Muttertier das Wachstum des Kalbes weniger durch ein eingeschränktes Fassungsvermögen des Uterus (Holland u. Odde 1992) als vielmehr durch eine limitierte Blutzufuhr zum Uterus begrenzt (Ferrell 1991 a, 1991 b; Ferrell u. Ford 1980; Ferrell u. Reynolds 1992; Ferrell et al. 1983; Ford 1995). Das

Muttertier benötigt 175% seines Erhaltungsbedarfs am Ende der Trächtigkeit, um sowohl sich als auch das Kalb mit Nährstoffen versorgen zu können (Moe u. Tyrell 1972).

Zu Beginn der Trächtigkeit erfolgt das pränatale Wachstum hauptsächlich hyperplastisch und zum Ende zunehmend hypertroph. Dabei durchlaufen die verschiedenen Organe und Gewebegruppen diesen Wechsel zu unterschiedlichen Zeitpunkten (Lawrence u. Fowler 1997). Die Skelettmuskulatur durchläuft diesen Wechsel zum Großteil am Ende der Trächtigkeit und sogar auch erst postnatal (Godfredson et al. 1991; Prior u. Laster 1979). Da das relative Wachstum des fetalen Kalbes sich am Ende der Trächtigkeit verlangsamt bzw. zum Großteil hypertroph ist, scheint der beste Zeitpunkt für eine nutritive Beeinflussung des Wachstums des Kalbes das Ende der Trächtigkeit zu sein. So wird einerseits das Risiko der maternalen Wachstumsbehinderung verringert und andererseits ist anzunehmen, dass durch die Beeinflussung des Wachstums in der großteilig hypertrophen Phase keine Langzeit-Organschäden bei den Kälbern zu befürchten sind (Prior u. Laster 1979).

Einerseits beeinflussen sich die Dauer der Trächtigkeit und das Geburtsgewicht des Kalbes gegenseitig (Vonnahme u. Ford 2002). So ermöglicht jeder zusätzliche Trächtigkeitstag ein weiteres fetales Wachstum mit folglich steigendem Geburtsgewicht. Andererseits leitet das Kalb die Geburt ein (Döcke 1994; Lammoglia et al. 1995; Nathanielsz 1993; Taverne et al. 2002), sobald es eine ausreichende Ausreifung - die nicht mit dem Geburtsgewicht gleich zu setzen ist - aufweist (Bourdon u. Brinks 1982; Holland u. Odde 1992; Osinga 1978). Die Dauer der Trächtigkeit wird zudem vom Geschlecht des Kalbes beeinflusst. Bullenkälber werden durchschnittlich 1,5 - 2,5 Tage länger ausgetragen als Färsenkälber (Bourdon u. Brinks 1982; Corah et al. 1975; Koonce u. Dillard 1967) und sind um etwa fünf bis sechs Prozent schwerer als Färsenkälber (Berglund et al. 2003; Bourdon u. Brinks 1982; Corah et al. 1975; Guedon et al. 1999; Sieber et al. 1989). Folglich erleben Bullenkälber häufiger Schweregeburten (Bellows et al. 1982; McDermott et al. 1992a; Young 1968) und weisen eine höhere perinatale Mortalität auf als Färsenkälber (McDermott et al. 1992a).

2.2.3.2. Saisonale Einflüsse

Die Totgeburtenrate sinkt in den Sommermonaten. In den Sommermonaten sinkt das Geburtsgewicht der Kälber (Fitch et al. 1924; McClandlish 1922; Stonehouse u. Hamilton) und damit auch das Auftreten von Schwer- und Totgeburten (Crosse u. Soede 1988; Jahnke 2002; McDermott et al. 1992a; Sieber et al. 1989; Speicher u. Hepp 1973). Dieses Phänomen hängt hauptsächlich mit den warmen Außentemperaturen zusammen (Collier et al. 1982). Untersuchungen in nordamerikanischen Rinderherden haben dies bestätigt (Hughton u. Corah 1989). Das Geburtsgewicht der Kälber der gleichen Rinderherde ist in Florida leichter als das Geburtsgewicht von den Kälbern, die im kühleren Michigan geboren wurden. Das Muttertier durchblutet die oberflächlich gelegenen Blutgefäße stärker, um sich zu kühlen, und so vermindert sich der Blutzufuss zum Uterus und zur Frucht. Folglich sinkt auch die Nährstoffzufuhr zum Kalb, und das Kalb wächst langsamer und ist bei seiner Geburt kleiner (Reynolds et al. 1985).

2.2.4. Hormonelle Lage - peripartaler Abschnitt

Am Ende der Trächtigkeit kommt es zu einer Veränderung des maternalen Hormonprofils. Auf diese Weise wird der Beginn der Abkalbung und deren normaler Ablauf vorbereitet und ermöglicht. Die Konzentration des in der Trächtigkeit dominierenden Progesteron nimmt in den letzten 30 Trächtigkeitstagen ab, während die Östrogenkonzentration zunimmt (Bell 1995; Lammoglia et al. 1995; Taverne et al. 2002). Der ansteigende Östrogenspiegel geht mit einer ansteigenden Prostaglandin- $F_{2\alpha}$ - ($PGF_{2\alpha}$) Synthese einher. Das $PGF_{2\alpha}$ induziert unter anderem die präpartale Luteolyse, die zu einer Senkung des maternalen Progesteronspiegels am Ende der Trächtigkeit führt (Kindahl et al. 2002; Lammoglia et al. 1995). Die Östrogene werden während der Trächtigkeit hauptsächlich in der Plazenta gebildet (Döcke 1994; Echterkamp u. Hruska 1984; Erb et al. 1981; Zduncyk u. Ahlers 1993). Veränderungen in der Plazenta können somit zu veränderten antepartalen Hormonprofilen und daraus resultierend veränderten Geburtsabläufen führen (Collier et al. 1982; Erb et al. 1981; Lammoglia et al. 1996; Rasby et al. 1990; Zdunczyk 1991). Ebenso können im Vorfeld von Totgeburten teilweise geringere Konzentrationen der plazentär gebildeten Östrogene gemessen werden. Diese niedrigen Konzentrationen deuten auf eine antepartale Störung der Funktion der Plazenta hin (Kornmatitsuk et al. 2004), die entweder von Veränderungen von Seiten des Kalbes ausgeht oder aber sich auf die Vitalität des Kalbes auswirken könnte. Insbesondere eine Störung der Östrogen- bzw. Östradiol- 17β -Synthese erscheint fatal, da durch die zum Ende der Trächtigkeit angestiegene Östradiol- 17β -Konzentration die geburtsvorbereitende hormonelle Kaskade eingeleitet wird, zu der auch die Synthese der Oxytocinrezeptoren gehört (Leung u. Wathes 1999, 2000). Abgesehen von der geburtsvorbereitenden Wirkung stimuliert Östrogen am Ende der Trächtigkeit auch eine Weitstellung der zum Uterus zuführenden Blutgefäße, um so eine erhöhte Nährstoffzufuhr zum Kalb gewährleisten zu können (Ford 1995).

Bullenkälber austragende Färsen weisen am Ende der Trächtigkeit höhere Östradiol- 17β -/Östrogen-Konzentrationen im Blut auf als solche mit Färsenkälbern (Boyd et al. 1987; Lammoglia et al. 1995). Diese Beobachtung wird auf die höheren Geburtsgewichte der Bullenkälber und den damit einhergehenden größeren Plazentae zurückgeführt (Zdunczyk 1991). Jedoch wiesen Lammoglia et al. (1996) in einer späteren Studie höhere Östradiol- 17β -Konzentrationen bei Färsen mit weiblichen Kälbern nach.

Neben der Östrogenkonzentration wird auch die maternale Progesteronkonzentration vom Geschlecht des Kalbes beeinflusst. So ist diese bei Färsen mit männlichen Kälbern zwischen dem 20. und 14. Tag a.p. höher als bei denen mit weiblichen Kälbern (de Graaf et al. 1982; Lammoglia et al. 1996; Lammoglia et al. 1995).

Neben dem Geschlecht des Kalbes kann auch die Fütterung das Hormonprofil des Muttertieres verändern. So wiesen Färsen, denen eine mit Fett supplementierte Fütterung zugeführt wurde, eine höhere Progesteronkonzentration als die Vergleichstiere auf (Hawkins et al. 1995; Lammoglia et al. 1996). Die Autoren gingen von einer negativen Beeinflussung der 17α -Hydroxylase-Aktivität durch das Fett in der Fütterung aus, so dass weniger Progesteron zu Östrogen in der Plazenta umgewandelt werden konnte (Lammoglia et al.

1996). Dem gegenüber fanden Rasby et al. (1990) bei den dünneren Kühen ihrer Studie erniedrigte Östradiol-Konzentrationen zwischen dem 240. und 256. Tag a.p..

Eine Beeinflussung der Progesteronkonzentration zeigt sich auch bei hungrigen Mutterschafen. So war bei diesen die Progesteronkonzentration am Ende der Trächtigkeit erhöht, was zu einer geringfügigen Verlängerung der Trächtigkeitsdauer führte (Dwyer 2003; Dwyer et al. 2003).

Abgesehen von der Beeinflussung der Östradiolkonzentration durch die Fütterung und das Geschlecht des Kalbes werden vor Schweregeburten geringere Östradiol-Konzentrationen im maternalen Blut gemessen (Lammoglia et al. 1996; O'Brien u. Stott 1977) und der Progesteronspiegel ist zeitweilig (23.-12. Tag a.p.) höher als bei den Vergleichstieren (de Graaf et al. 1982; O'Brien u. Stott 1977). Daher muss davon ausgegangen werden, dass diese Muttertiere hormonell nicht ausreichend auf die Abkalbung vorbereitet sind (Kindahl et al. 2002; O'Brien u. Stott 1977; Osinga 1978). Auch fanden Kindahl et al. (2002) bei Kühen mit Totgeburten zur Geburt höhere Progesteronkonzentrationen als bei Färsen mit lebend geborenen Kälbern.

2.2.5. Fütterung

Der Fetus ist in seinem Wachstum abhängig von den vom Muttertier zugeführten Nähr- bzw. Baustoffen (Mellor 1987). Das Muttertier seinerseits ist auf eine ausreichende Fütterung angewiesen. Vor allem Färsen reagieren empfindlich auf ein bedarfsunterschreitendes Nahrungsangebot, da sie sich durch ihr eigenes Wachstum in einer Nährstoffkonkurrenz mit ihrer Frucht befinden (Grummer 1999; Holter et al. 1986; Tudor 1972). Dennoch kann eine normale Nährstoffzufuhr zum Fetus durch das Muttertier noch bis zu einer Fütterung von 50% des maternalen Erhaltungsbedarfs über einen gewissen Zeitraum aufrecht erhalten werden (Joubert u. Bonsma 1957; Symonds et al. 2001 a; Tudor 1972). Hierbei spielt die Genetik des Muttertieres eine wichtige Rolle, da sich die Bedarfsgrenzen und das Adaptionspotenzial bei den verschiedenen Rinderrassen unterscheiden. Milchviehrassen reagieren besonders empfindlich (Ferrell u. Jenkins 1985; Joubert u. Bonsma 1957).

Für die Nährstoffzufuhr zum Fetus spielt die Plazenta eine wichtige Rolle. Diese kann in ihrer Wachstumsphase, die bis zum Ende des zweiten Drittels der Trächtigkeit geht, auf ein geringes Nährstoffangebot mit einem kompensatorischen Wachstum reagieren (Perry et al. 1999; Rasby et al. 1990; Symonds et al. 2001 a). Aber auch bei einer mehr als einen Monat dauernden Nährstoffrestriktion des Muttertieres in der Mitt- und Spätträchtigkeit werden ebenfalls schwerere Plazentae beobachtet (Symonds et al. 2001 a). Normalisiert sich danach das Nährstoffangebot, schrumpft die Plazenta daraufhin aber nicht und die Frucht wird über die vergleichsweise große Plazenta mit mehr Nährstoffen versorgt. Folglich steigt bei diesen Feten das Geburtsgewicht (Symonds et al. 2001 b). Andererseits berichteten Zhang et al. (2002) über ein vermindertes Geburtsgewicht der Kälber, wenn die Muttertiere am Ende der Laktation und in der frühen Trächtigkeit niedrige Glukosewerte im Blut aufwiesen.

Eine vergleichbare Beobachtung ist bei Schafen zu finden, die die ersten 60 Tage der Trächtigkeit restriktiv gefüttert wurden (Robinson 1990). Eine tatsächliche Auswirkung der Nahrungskarenz auf das Geburtsgewicht des Kalbes erfolgt erst, wenn das Muttertier nicht mehr in der Lage ist, über einen katabolen Stoffwechsel - Abbau von Körperfett oder sogar Skelettmuskulatur - dem Fetus ausreichend Nährstoffe zuzuführen (Lawrence u. Fowler 1997). Dieser Punkt ist umso früher erreicht, wenn zusätzlich niedrige Umgebungstemperaturen oder andere Stressoren den maternalen Erhaltungsbedarf erhöhen (Grant u. Albright 1995). Kommt es bei Schafen im letzten Drittel der Trächtigkeit zu einem abrupten und deutlichen Sinken der Futterzufuhr über mehr als vierzehn Tage, zum Beispiel aufgrund starker Schneefälle in den Bergen, dann kann das Geburtsgewicht der Lämmer um mehr als 40% sinken (Mellor 1987).

Wie in Tabelle 2 und 3 vielfach aufgezeigt, birgt diese Senkung des Geburtsgewichtes aber keine Vorteile für das Auftreten von Schwer- und Totgeburten. Denn zum einen kommt es vor allem bei Färsen durch die geringe Nährstoffzufuhr zu einer Verminderung des eigenen Wachstums und damit eingeschlossen auch des knöchernen Geburtsweges (Bellows u. Short 1978; Kroker u. Cummins 1979; Patterson et al. 1987). Zum anderen sind die Tiere geschwächt, teilweise hormonell nicht ausreichend auf die Geburt vorbereitet und können daher meist nur schwache Wehentätigkeiten aufweisen (Hughton u. Corah 1989; Wiltbank u. Remmenga 1982; Young 1968).

Gegenüber dem generellen Nährstoffmangel führt eine den Bedarf überschreitende Fütterung des Muttertieres weniger zu einer Förderung des fetalen Wachstums respektive Erhöhung des Geburtsgewichtes als vielmehr ausschließlich zu einer Verfettung des Muttertieres (Bellows et al. 1982; Hughton u. Corah 1989; Maree 1986; Vandehaar et al. 1999).

Die in der Literatur zu findenden Fütterungsversuche (Tab. 2-4) wurden über einen sehr langen Zeitraum – meist das gesamte letzte Drittel der Trächtigkeit - mit sehr drastischen Futterunterschieden durchgeführt. Keine der vorliegenden Untersuchungen beschäftigt sich mit der Auswirkung einer veränderten Dauer der Vorbereitungszeit (Bellows u. Short 1978; Boyd et al. 1987; Hughton u. Corah 1989; Kroker u. Cummins 1979; Laster 1974; Maree 1986; McGinty; Prior u. Laster 1979). Ein weiteres Problem stellt die teilweise ungenaue Beschreibung der Futterzusammenstellung dar. Allerdings zeigt sich, dass in den Fütterungsversuchen, in denen die Energiekonzentration des präpartalen Futters variiert wurde, teilweise das Geburtsgewicht der Kälber meist aber nicht das Auftreten von Schweregeburten beeinflusst werden konnte (Laster 1974; Laster u. Gregory 1973; Laster et al. 1973; Spitzer et al. 1995) (Tab. 2).

Tab. 2: Untersuchungen zum Einfluss einer variierten antepartalen maternalen Energieversorgung auf das Abkalbverhalten, die Totgeburtenrate sowie das Körpergewicht des Kalbes und des Muttertieres

Autor	Tiergruppe	Fütterung	Dauer/Zeitpunkt	Auswirkungen
(Tudor 1972)	Kühe	LE (unter Erhaltungsbedarf) HE (über Erhaltungsbedarf)	Letzte drei Monate der Trächtigkeit	BWC: LE < HE Trächtigkeitsdauer: LE < HE DYS u. Totgeburtenrate: unbeeinflusst
(McGinty 1973)	Färsen u. Kühe	NE (3,7 kg TDN/Kuh/Tag) LE (65% von NE)	Letzte 54 Tage der Trächtigkeit	BWC:NE > LE BWM:NE > LE
(Laster 1974)	Färsen	LE (4,9 TDN/Kuh/Tag) NE (6,2 TDN/Kuh/Tag) HE (7,7 TDN/Kuh/Tag)	Letzte drei Monate der Trächtigkeit	BWC u. DHS: unbeeinflusst
(Corah et al. 1975)	Färsen	HE (100% der NRC Empfehlung) LE (65 % der NRC Empfehlung)	Letzte 100 Tage der Trächtigkeit	BWC: LE < HE DYS: unbeeinflusst Kälbermortalität p.n.: LE > HE
	Färsen u. Kühe	LE (50% der NRC Empfehlung) HE (50 %: 100.- 30. Tag a.p. und 117 % der NRC Empfehlung 30. Tag a.p. bis Abkalbung)	Letzte 100 Tage der Trächtigkeit	BWM: LE < HE BWC: LE < HE DYS: unbeeinflusst
(Bellows u. Short 1978)	Färsen u. Kühe	LE (3,2-3,4 TDN/Kuh/Tag) HE (6,3-6,4 TDN/Kuh/Tag)	Letzte drei Monate der Trächtigkeit	BWC: LE < HE DYS: unbeeinflusst
(Wiltbank u. Remmenga 1982)	Färsen	HE (13,3 Mcal ME) LE (7,3 Mcal ME)	Letzte 116 Tage der Trächtigkeit	BWC: HE > LE DYS u. Totgeburtenrate: unbeeinflusst
(Doornbos et al. 1984)	Färsen u. Kühe	NE (110 % der NRC Empfehlung) HE (135 % der NRC Empfehlung)	Letzte 60 Tage der Trächtigkeit	DYS u. BWC: unbeeinflusst
(Maree 1986)	Kühe	HE (3 - 4. fache von LE) LE	ab der ersten Abkalbung bis Ende der 2. Trächtigkeit	DYS: HE >> LE BWM: HE >> LE BWC: HE > LE
(Boyd et al. 1987)	Kühe	HE NE	Letzte 50 Tage der Trächtigkeit	BWC: HE > NE BWM: HE > NE

Autor	Tiergruppe	Fütterung	Dauer/Zeitpunkt	Auswirkungen
(Perry et al. 1991)	Kühe	LE (70 % der NRC Empfehlung) HE (150 % der NRC Empfehlung)	Letzte 110 Tage der Trächtigkeit	BWC: LE < HE
(DeRouen et al. 1994)	Färsen	LE NE HE	Letzte 90 Tage der Trächtigkeit	BWC u. DYS: unbeeinflusst
(Spitzer et al. 1995)	Färsen	LE, NE, HE (bei Abkalbung: BCS 4, 5 oder 6)	Letzte 60 Tage der Trächtigkeit	BWC steigt mit BCS DYS: unbeeinflusst
(Vandehaar et al. 1999)	Färsen u. Kühe	1,3 Mcal NEL/kg u. 12,2 % CP; 1,49 Mcal NEL/kg u. 14,2 % CP; 1,61 Mcal NEL/kg u. 15,9 % CP; 1,48 Mcal NEL/kg u. 16,2 % CP	Letzte 25 Tage der Trächtigkeit	BWM mit zunehmender Energiezufuhr angestiegen, DYS: unbeeinflusst
(Prior u. Laster 1979)	Färsen	LE NE HE	35. - 42. Tag der Trächtigkeit bis Schlachtung (< 255. Trächtigkeitstag)	Gewicht der Cotyledonen: LE und NE > HE BWC und Cotyledonengewicht positiv korreliert
(Bellows et al. 1982)	Färsen u. Kühe	LE (3,6 TDN/Kuh/Tag) HE (6,8 TDN/Kuh/Tag)	Letzte 90 Tage der Trächtigkeit	BWC: unbeeinflusst

LE: niedrige Energieversorgung; NE: Bedarfsgerechte Energieversorgung; HE: Hohe Energieversorgung; BWC: Geburtsgewicht des Kalbes, BWM: Körpergewicht des Muttertieres, DYS: Auftreten von Schweregeburten; TDN: Total digestible nutrients; CP: Rohprotein

Die in Tabelle 3 und 4 aufgeführten Untersuchungen konnten keine Auswirkung einer ausreichenden oder sogar Überversorgung mit Protein auf das Kalb feststellen (Anthony et al. 1986; Rice 1994; Wiley et al. 1991). Anders sah es bei einer Proteinunterversorgung aus. Diese führte, vor allem in Kombination mit einer reduzierten Energieversorgung, zu einer Verminderung des Geburtsgewichtes, der Vitalität und einer erhöhten postnatalen Krankheitsanfälligkeit des Kalbes (Anthony et al. 1986; Bagley 1997; Bell 1995; Carstens et al. 1987; Quigley u. Drewry 1998; Rice 1994) (Tab. 4). Denn am Ende der Trächtigkeit machen Aminosäure nicht nur einen Großteil der fetalen „Baustoffe“ aus, sondern stellen auch eine der Hauptenergiequellen des Fetus dar. Während Glukose über Diffusion über die Plazenta in den fetalen Blutkreislauf gelangt, erfolgt der Transport der Aminosäuren aktiv. Trotzdem kann die Zufuhr der Aminosäuren zum Fetus nicht unbegrenzt aufrecht erhalten werden, wenn ihre Konzentration im maternalen Blutplasma sinkt. Folglich sinkt dann auch

die Proteinsynthese im fetalen Gewebe. Eine zusätzlich verminderte Glukosezufuhr zum Fetus führt sogar zu einer Verschiebung des fetalen Proteinstoffwechsels zum Proteinabbau, um die so gewonnenen Aminosäuren dem fetalen Energiestoffwechsel zuzuführen (Bell 1995; Godfrey u. Robinson 1998). Der Effekt verstärkt sich also (Robinson 1990).

Tab. 3: Untersuchungen zum Einfluss der antepartalen Fütterung mit variiertem Futtermenge/Fütterungsintensität auf das Abkalbeverhalten, die Totgeburtenrate sowie das Körpergewicht des Kalbes und des Muttertieres

Autor	Tiergruppe	Fütterung	Dauer/Zeitpunkt	Auswirkungen
(Joubert u. Bonsma 1957)	Färsen	LP (Weide) HP (Zusatzfütterung zur Weide)	Ab 8. Lebensmonat bis zur Abkalbung	BWM: LP < HP BWC: LP < HP
(Young 1970)	Färsen	LP HP	Letzte drei Monate der Trächtigkeit	BWM: LP < HP BWC: LP < HP DYS: unbeeinflusst
(Kroker u. Cummins 1979)	Färsen	HP (BWM ↑) MP (BWM ±0) LP (BWM ↓)	Letzte drei Monate der Trächtigkeit	DYS u. Totgeburtenrate: unbeeinflusst BWC und BWM: LP < MP u. HP
(Freetly 2000)	Kühe	HHH LHH LLH	Buchstabe 1: 2. Trimester; Buchstabe 2: letztes Trimester; Buchstabe 3: Fütterung p.p.	BWC: LHH = HHH > LLH
(Wiley et al. 1991)	Färsen	2,5 kg TDN u. 0,5 CP kg pro Tier u. Tag und 5 kg TDN u. 1 kg CP pro Tier u. Tag	Letzte 75 Tage der Trächtigkeit	DYS: unbeeinflusst, Kälbervitalität: unbeeinflusst

LP: Low Plane; MP: Medium Plane; HP: High Plane; BWC: Geburtsgewicht des Kalbes; BWM: Körpergewicht des Muttertieres, DYS: Auftreten von Schweregeburten; L= Gewichtsverlust; H= Gewichtszunahme; CP: Rohprotein

Tab. 4: Untersuchungen zum Einfluss einer antepartalen maternalen Fütterung mit unterschiedlichem Rohproteinanteil auf das Abkalbeverhalten, die Totgeburtenrate sowie das Körpergewicht des Kalbes und des Muttertieres

Autor	Tiergruppe	Fütterung	Dauer/Zeitpunkt	Auswirkungen
(Anthony et al. 1986)	Färsen	Isocalorisch mit Low Protein (81% NRC Empfehlung) o. High Protein (141 % NRC Empfehlung)	Letzte 75 Tage der Trächtigkeit	DYS u. BWC: unbeeinflusst
(Carstens et al. 1987)	Färsen	Isocalorisch mit Low Protein (55 % der NRC Empfehlung) High Protein (141 % der NRC Empfehlung)	Ab 190. Tag der Trächtigkeit	BWC u. DYS: unbeeinflusst

BWC: Geburtsgewicht des Kalbes; DYS: Auftreten von Schwergewürten