Universität für Bodenkultur Wien
Department für Nachhaltige Agrarsysteme
Institut für Nutztierwissenschaften
Arbeitsgruppe Tierzucht

Analyse der Zwillings- und Mehrlingsgeburten in der Österreichischen Milchviehpopulation

Diplomarbeit

vorgelegt von

Veronika Atteneder

Beurteiler:

Univ. Prof. DI Dr. Johann Sölkner

Betreuer:

DI Dr. Birgit Fürst-Waltl

DI Dr. Christian Fürst

DI Birgit Gredler

Wien, im April 2007

DANKSAGUNG

Herrn Univ.-Prof. Dr. Johann Sölkner danke ich für die Bereitstellung des Themas, die Gedankenanstöße sowie für die Beurteilung der Diplomarbeit.

Ein großes Dankeschön gilt Frau Dr. Birgit Fürst-Waltl, die durch ihre fachliche Kompetenz und durch ihren hohen persönlichen Einsatz maßgeblich zum Gelingen der Diplomarbeit beigetragen hat. Ich erinnere mich gerne an die angenehme und freundliche Zusammenarbeit!

Herrn Dr. Christian Fürst danke ich für die Bereitstellung der Daten, für das ständig offene Ohr sowie für die zahlreichen Anregungen.

Vielen Dank auch an Frau DI Birgit Gredler für die Hilfestellungen im Rahmen der statistischen Auswertungen und Parameterschätzung.

Frau PD Dr. Roswitha Baumung sei für das Interesse an der Diplomarbeit sowie für die zahlreichen Anregungen zu Fragen der Biostatistik herzlich gedankt.

ES IST WOHL DAS SCHÖNSTE, MENSCHEN AN SEINER SEITE ZU HABEN, DIE MIT EINEM FÜHLEN UND EMPFINDEN, ...

Meinen Eltern, Geschwistern samt deren Familien und meinem Lebenspartner danke ich für die große Unterstützung, das entgegengebrachte Vertrauen, sowie für das Gefühl, jederzeit bei ihnen willkommen zu sein.

Gerne erinnere ich mich an die vielen unvergesslichen schönen und geselligen Stunden, die ich mit meinen Freunden während der Studienzeit am ehemaligen Bundesseminar Ober St. Veit und an der BOKU verbringen konnte. Vielen Dank für die schöne Zeit und die Freundschaft!

INHALTSVERZEICHNIS

TABELLENVERZEICHNIS III

ABBILDUNGSVERZEICHNIS V

1 EINLEITUNG 1

2 LITERATURÜBERSICHT 2

2.1 Grundlagen der Reproduktion 2

2.2 Aspekte der Mehrlingsträchtigkeit 4

2.2.1 Vermehrungsrate bei landwirtschaftlichen Nutztieren 4

2.2.2 Genetische Aspekte der Mehrlingsträchtigkeit 6

2.2.3 Fruchtbarkeitsaspekte bei gemischtgeschlechtlichen Mehrlingsgeburten 9

2.2.4 Einsatz von monozygoten Tieren im Versuchswesen 11

2.2.5 Wirtschaftliche Aspekte von Zwillings- und Mehrlingsgeburten 13

2.3 Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten beim Rind 14

2.4 Einflussfaktoren auf die Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten 16

2.4.1 Jahreszeit und Klima 16

2.4.2 Belegungshäufigkeit und hormoneller Einfluss 17

2.4.3 Alter und Anzahl der Laktationen der Zwillingsmütter 18

2.5 Varianzkomponenten 19

2.6 Auswirkungen von Zwillings- und Mehrlingsgeburten auf Leistungs- und Reproduktionsmerkmale 19

2.6.1 Milchleistung 19

2.6.2 Trächtigkeitsdauer 21

2.6.3 Kalbeverlauf 22

2.6.4 Totgeburten und Kälbersterblichkeit 23

3 DATENMATERIAL UND AUSWERTUNGSMETHODIK 25

3.1 Datenmaterial 25

3.2 Statistische Auswertungen 29

3.3 Heritabilitätsschätzung 37

4 ERGEBNISSE UND DISKUSSION 38
4.1 Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten beim Rind 38
4.1.1 Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten in Abhängigkeit von Nutzungsrichtung und Rasse 38
4.1.2 Zygotiegrad und Geschlechterverhältnis 41
4.2 Einflussfaktoren auf die Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten 42
4.2.1 Jahreszeit und Klima 44
4.2.2 Belegungshäufigkeit und hormoneller Einfluss 47
4.2.3 Alter und Anzahl der Laktationen der Zwillingsmütter 50
4.2.4 Heritabilitäten 53
4.3 Auswirkungen von Zwillings- und Mehrlingsgeburten auf Leistungs- und Reproduktionsmerkmale 58
4.3.1 Milchleistung 58
4.3.2 Trächtigkeitsdauer 63
4.3.3 Kalbeverlauf 65
4.3.4 Totgeburten und Kälbersterblichkeit 71
5 SCHLUSSFOLGERUNGEN 76
6 ZUSAMMENFASSUNG 79
7 SUMMARY 80
8 LITERATURVERZEICHNIS 81

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Schätzung der durchschnittlichen Wurfgröße sowie des Anteils von Drillings- und Vierlingsgeburten bezogen auf die Häufigkeit von Mehrlingsgeburten beim Rind (nach BENNET et al., 1998) 5

Tabelle 2: Häufigkeit von Zwillingsgeburten bei verschiedenen Rinderpopulationen und Nutzungsrichtungen 15

Tabelle 3: Mindestanzahl an Nachkommen je Stier und die daraus resultierende Anzahl an Stieren und Geburten getrennt nach Rasse 28

Tabelle 4: Darstellung der Restriktionen und die sich daraus ergebende Anzahl von Betrieben, Belegstieren und Geburten für das Modell Geburtstyp nach Rasse und Laktation getrennt 31

Tabelle 5: Anzahl der Beobachtungswerte in den einzelnen Kalbesaisonen zur Schätzung der LS Means nach Rasse und Laktation getrennt 31

Tabelle 6: Anzahl der Beobachtungswerte in den einzelnen Belegungsklassen zur Schätzung der LS Means nach Rasse und Laktation getrennt 32

Tabelle 7: Anzahl der Beobachtungswerte in den einzelnen Laktationen zur Schätzung der LS Means nach Rasse getrennt 32

Tabelle 8: Darstellung der Restriktionen und die sich daraus ergebende Anzahl von Betrieben und Geburten für das Modell Milchleistung nach Rasse und Laktation getrennt 33

Tabelle 9: Anzahl der im Modell Milchleistung berücksichtigten Einlings-, Zwillings- und Mehrlingsgeburten 34

Tabelle 10: Darstellung der Restriktionen und die sich daraus ergebende Anzahl von Betrieben und Geburten für die Modelle Kalbeverlauf und Totgeburten nach Rasse und Laktation getrennt 36

Tabelle 11: Anzahl der im Modell Kalbeverlauf und Totgeburten berücksichtigten Einlings-, Zwillings- und Mehrlingsgeburten 37

Tabelle 12: Anzahl der Geburten und der Pedigreedatensätze zur Heritabilitätsschätzung für das Merkmal Geburtstyp nach Laktation getrennt 37

Tabelle 13: Häufigkeit von Einlings-, Zwillings- und Mehrlingsgeburten nach Nutzungsrichtung und Rasse (%) 38

Tabelle 14: Geschlechterverhältnis bei Zwillingsgeburten nach Rasse (%) 41

Tabelle 15: Anzahl Geburten, Bestimmtheitsmaß (R^2) und Signifikanzniveau für das Merkmal Geburtstyp bei den österreichischen Milchviehrassen getrennt nach 1. Laktation (Lakt.1) und ≥ 2. Laktation (Lakt. ≥ 2) 43

Tabelle 16: Häufigkeit von Einlings-, Zwillings- und Mehrlingsgeburten unter Berücksichtigung der Kalbesaison (%) 44
Tabelle 17: Least Squares Means für das Merkmal Geburtstyp unter Berücksichtigung der Kalbesaison 46
Tabelle 18: Häufigkeit von Einlings-, Zwillings- und Mehrlingsgeburten unter Berücksichtigung der Anzahl der Belegungen (%) 48
Tabelle 19: Least Squares Means für das Merkmal Geburtstyp unter Berücksichtigung der Anzahl der Belegungen 49
Tabelle 20: Anteil der Zwillingsgeburten (%) unter Berücksichtigung der Laktationszahl 51
Tabelle 21: Least Squares Means für das Merkmal Geburtstyp unter Berücksichtigung der Laktationszahl (1 bis ≥ 10) 51
Tabelle 22: Geschätzte Heritabilitäten (h^2) für das Merkmal Geburtstyp unter Berücksichtigung des direkten/paternalen genetischen und maternalen genetischen Effekts nach Laktation getrennt 54
Tabelle 23: Zwillingsrate (%) von Belegstieren der Rasse Fleckvieh mit mindestens 500 Abkalbungen 55
Tabelle 24: Zwillingsrate (%) von Belegstieren der Rasse Braunvieh mit mindestens 350 Abkalbungen 56
Tabelle 25: Zwillingsrate (%) von Belegstieren der Rasse Holstein mit mindestens 350 Abkalbungen 56
Tabelle 26: Zwillingsrate (%) von Belegstieren der Rasse Pinzgauer mit mindestens 200 Abkalbungen 57
Tabelle 27: Zwillingsrate (%) von Belegstieren der Rasse Grauvieh mit mindestens 150 Abkalbungen 57
Tabelle 28: Anzahl Geburten, Bestimmtheitsmaß (R^2) und Signifikanzniveau für das Merkmal Milchleistung (kg) nach Einlings-, Zwillings- und Mehrlingsträchtigkeiten getrennt nach 1. Laktation (Lakt.1) und ≥ 2. Laktation (Lakt ≥ 2) 60
Tabelle 29: Arithmetische Mittelwerte ($\bar{x}$) und Standardabweichungen (s) für die Merkmale Milchkilogramm, Fettprozent, Fettkilogramm, Eiweißprozent und Eiweißkilogramm nach Einlings-, Zwillings- und Mehrlingsgeburten 61
Tabelle 30: Least Squares Means für das Merkmal Milchleistung (kg) nach Einlings-, Zwillings-, und Mehrlingsgeburten getrennt nach Rasse und Laktation 62
Tabelle 31: Durchschnittliche Trächtigkeitsdauer ($\bar{x}$) und Standardabweichungen (s) für die österreichischen Milchviehrassen, sowie Abweichung der Trächtigkeitsdauer von Zwillings- und Mehrlingsgeburten von Einlingen (Tage) 63
Tabelle 32: Durchschnittliche Trächtigkeitsdauer in Tagen für Zwillingsgeburten unter Berücksichtigung der Geschlechterkombination 64

Tabelle 33: Anzahl Geburten, Bestimmtheitsmaß (R^2) und Signifikanzniveau für das Merkmal Kalbeverlauf bei den österreichischen Milchviehrassen getrennt nach 1. Laktation (Lakt.1) und ≥ 2. Laktation (Lakt. ≥ 2) 67
Tabelle 34: Prozentuelle Verteilung der Kalbeverlaufsklassen nach Rasse (%) 68
Tabelle 35: Prozentuelle Verteilung der Kalbeverlaufsklassen nach Rasse, Geschlecht und Geburtstyp (%) 69
Tabelle 36: Least Squares Means für das Merkmal Kalbeverlauf unter Berücksichtigung des Geburtstyps 70
Tabelle 37: Anzahl Geburten, Bestimmtheitsmaß (R^2) und Signifikanzniveau für das Merkmal Totgeburten bei den österreichischen Milchviehrassen getrennt nach 1. Laktation (Lakt.1) und ≥ 2. Laktation (Lakt. ≥ 2) 72
Tabelle 38: Totgeburtenrate (TOT) der österreichischen Milchviehrassen (%) 73
Tabelle 39: Totgeburtenrate (TOT) für Einlings-, Zwillings- und Mehrlingsgeburten nach Rasse, Geschlecht und Geburtstyp (%) 74
Tabelle 40: Least Squares Means für das Merkmal Totgeburten unter Berücksichtigung des Geburtstyps 75

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Ovulation, Befruchtung und Furchung beim Säuger (SCHNORR, 1996) 3
Abbildung 2: Entstehung trizygoter Zwillinge (N. N., 2006) 8
Abbildung 3: Entstehung monozygoter Drillinge (N. N., 2006) 8
Abbildung 4: Entstehung monozygoter Zwillinge und eines Individuums (N. N., 2006) 8
Abbildung 5: Zwillingsfruchtblasen vom Rind mit Gefäßanastomosen (SCHNORR, 1996) 9
Abbildung 6: Verteilung der Zwillingsgeburten nach Jahreszeiten 45
Abbildung 7: Zwillingsrate (%) bei Braunvieh, Grauvieh, Holstein und Pinzgauer in Abhängigkeit von der Laktationszahl 52
Abbildung 8: Zwillingsrate (%) bei Fleckvieh in Abhängigkeit von der Laktationszahl 52
Abbildung 9: Durchschnittliche Trächtigkeitsdauer von Zwillingsgeburten unter Berücksichtigung der Geschlechterkombination 65

1 EINLEITUNG

Eine rentable Milchvieh- und Mutterkuhhaltung setzt unter anderem voraus, dass jede Kuh jährlich ein vitales Kalb zur Welt bringt. Beim Rind, welches wie das Pferd zu uniparen Spezies gehört, kommt es jedoch in manchen Fällen vor, dass zwei oder mehrere Nachkommen je Trächtigkeit geboren werden. Für Zuchtbetriebe ist eine Zwillings- oder Mehrlingsgeburt in den meisten Fällen damit verbunden, dass bei gemischt geschlechtlichen Zwillingen das weibliche Tier unfruchtbar ist und somit nicht zur züchterischen Verwendung geeignet ist. Zwillingsgeburten in der Mutterkuhhaltung bewirken jedoch eine höhere nutzbare Aufzuchtrate der Zwillingsmütter gegenüber den Einlingsmüttern. Nach STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979) kann durch Zwillingsgeburten trotz höherer Verluste das Aufkommen an Kälbern für die Rindfleischproduktion um etwa 70 bis 80 % gesteigert werden.

Zahlreiche Projekte und Versuche beschäftigen sich seit einigen Jahren mit den Möglichkeiten der Selektion auf Zwillingsgeburten und deren finanziellen und produktionsbedingten Auswirkungen. Trotz des erhöhten Aufkommens an Kälbern zeigt sich bei Zwillingen und Mehrlingen jedoch ein vermehrter Kosten- und Managementaufwand. Dies äußert sich bei Zwillings- und Mehrlingsmüttern in produktions- und fruchtbarkeitsbedingten Leistungsminderungen aufgrund zB. erhöhter Beanspruchung des Stoffwechsels oder vermehrtem Auftreten von Nachgeburtsverhaltung. Bei den Zwillings- und Mehrlingskälbern selbst kann mit einer geringeren Geburtsmasse, erhöhter Kälbersterblichkeit und einem Mehraufwand an weiblichen Tieren zur Remontierung gerechnet werden. Es ist also ersichtlich, dass die Vor- und Nachteile von Zwillings- und Mehrlingsgeburten in der Rinderhaltung für jedes Produktionssystem spezifisch abzuwägen sind.

Im Rahmen dieser Arbeit erfolgt eine Analyse der Zwillings- und Mehrlingsgeburten für die Österreichische Milchviehpopulation hinsichtlich folgender Schwerpunkte:

- Häufigkeit der Zwillings- und Mehrlingsgeburten bei Milch- und Fleischnutzungsrassen sowie bei Gefährdeten Rinderrassen
- Einflussfaktoren auf die Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten
- Auswirkungen von Zwillings- und Mehrlingsgeburten auf die Milchleistung der Mütter
- Analysen bezüglich Trächtigkeitsdauer, Kalbeverlauf und Totgeburtenrate
- Schätzung von Heritabilitäten für das Merkmal Geburtstyp für die Niederösterreichische Fleckviehpopulation

2 LITERATURÜBERSICHT

2.1 Grundlagen der Reproduktion

Die Keimzellenbildung, also die Produktion von Ei- und Samenzellen, läuft geschlechterspezifisch getrennt ab. Während aufgrund der Spermatogenese die männlichen Tiere ein Leben lang Samen produzieren können, ist die Anzahl der Eizellen im Eierstock beschränkt und wird bereits vor der Geburt festgelegt (ALBERTS et al., 1994; zitiert nach REICHL, 2002). SCHNORR (1996) geht beim weiblichen Rind von einer Anzahl von etwa 100.000 Eizellen pro Eierstock aus, während FISCHERLEITNER (1993) eine Größenordnung von insgesamt ca. 150.000 Stück anführt. Diese Eizellen sind im Eierstock als Ureizellen eingebettet und ruhen bis zur Geschlechtsreife.

Mit Eintritt der Geschlechtsreife (Pubertät) ist das Rind fortpflanzungsfähig (FISCHER ET AL., 2003). Dieser Zeitpunkt bestimmt somit die erste Möglichkeit zur züchterischen Nutzung. Sie ist bei Ausbildung der ersten voll ausgereiften Geschlechtszellen (befruchtungsfähige Spermien in ausreichender Menge beim männlichen Rind, und erster Eisprung bzw. erste Brunst beim weiblichen Rind) gegeben (WILLAM, 2003). Der Beginn der Pubertät ist abhängig von Rasse, Klima, Ernährung und Haltung und tritt in der Regel zwischen dem 7. und 12. Lebensmonat ein, wobei Milchrassen gegenüber Fleischrassen früher in die Geschlechtsreife kommen (FISCHER et al., 2003; WILLAM, 2003).

Im Hinblick auf die Wiederkehr des Sexualzyklusses im Verlauf eines Jahres kann das weibliche Rind als ganzjährig polyestrisch mit mehrfach periodisch wiederkehrenden Zyklen eingestuft werden. Die Zyklusdauer beträgt im Durchschnitt 21 Tage (+/- 2 Tage) (SCHNORR, 1996; FISCHERLEITNER, 1993).

Bezüglich der Vermehrungsrate gehört das Rind zu den uniparen Tieren, wobei in der Regel nur ein Follikel zur Ovulation kommt (KRÄUßLICH, 1994). Die Befruchtung, also die Vereinigung väterlichen und mütterlichen Erbmaterials durch Verschmelzung der Vorkerne beider Geschlechtszellen, findet in der Eileiterampulle statt (SCHNORR, 1996). Da die Befruchtungsfähigkeit der Spermien im weiblichen Genitaltrakt auf 24 bis 30 Stunden, sowie die Lebensfähigkeit der ovulierten Eizelle auf etwa 10 bis 20 Stunden begrenzt ist, ist der Wahl des optimalen Besamungszeitpunktes unbedingt Rechnung zu tragen (FISCHER et al., 2003).

Die Spermien reifen während des Transports durch den weiblichen Genitaltrakt (Kapazitation), wobei es an den Kopfkappen der Spermien zu Veränderungen kommt, die erst eine

Verschmelzung mit der Eizelle ermöglichen. Der Vorgang der Kapazitation dauert beim Rind etwa 6 bis 8 Stunden (FISCHER et al., 2003).

Die Befruchtung erfolgt etwa 24 bis 36 Stunden nach Brunstbeginn. Die Eizelle wölbt dem Spermium den Empfängnishügel entgegen; um das Spermium entsteht ein Kanal, über den die Samenzelle in den sogenannten perivitellinen Raum gelangt. Sobald der Spermienkopf die Ovozytenoberfläche erreicht, erfolgt die Zytoplasmafusion (SCHNORR, 1996). Die haploide Erbmasse von Samen- und Eizelle bildet sich zum männlichen und weiblichen Vorkern aus. Die beiden Vorkerne verschmelzen und mit der Entstehung der diploiden Zygote geht der Befruchtungsvorgang zu Ende (FISCHERLEITNER, 1993).

Um das Eindringen weiterer Spermien zu verhindern, wird unmittelbar nach Inkorporation der beiden Zellen in eine gemeinsame Zellmembran eine Barriere gegen Polyspermie errichtet (SCHNORR, 1996; FISCHER et al., 2003).

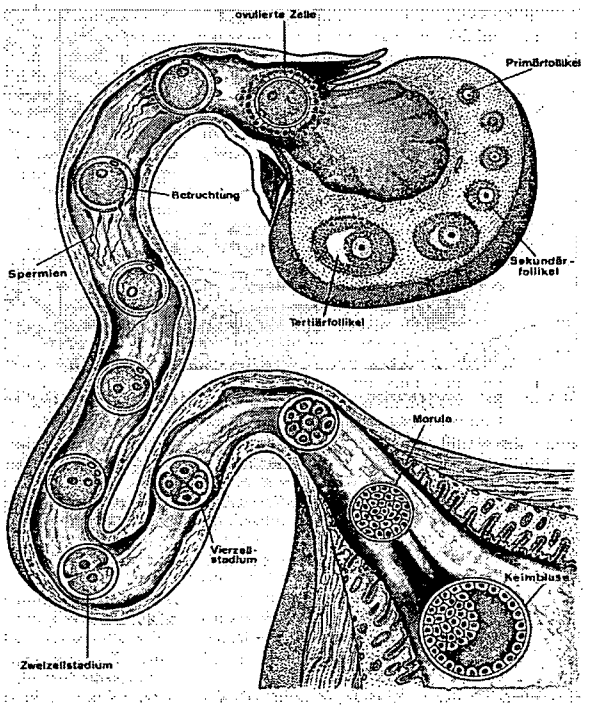


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Ovulation, Befruchtung und Furchung beim Säuger (SCHNORR, 1996)

Die ersten Teilungen der Zygote finden im Eileiter statt und verlaufen synchron. Die Teilungszellen werden Blastomeren genannt. Auf dem Weg durch den Eileiter wird die Corona radiata abgestreift und der Embryo erreicht etwa 3 bis 4 Tage nach der Befruchtung die Gebärmutterhornspitze. Die Einnistung erfolgt hierbei jedoch an jener Hornseite, an welcher der Eisprung stattgefunden hat (VIEHBÖCK, 2006).

SCHNORR und KRESSIN (2001) sowie BENNET et al. (1998) gehen in der Regel aufgrund der linksseitigen Lage des Pansens von etwa 40 % Links- und 60 % Rechtsträchtigkeiten aus. Ab dieser Zeit verlaufen die Zellteilungen unregelmäßig und es entsteht die Morula (Tag 5/6). Nach weiteren Teilungen kommt es am Tag 9/10 zur Ausbildung der Blastozyste, wobei hier zwischen dem Embryonalknoten und dem Trophoplast unterschieden werden kann. Aus dem Embryonalknoten entwickelt sich der Embryo und Teile der Eihäute; aus dem Trophoplast geht das Chorionepithel hervor, welches mit der Gebärmutterschleimhaut in Kontakt tritt und allmählich die Plazenta bildet (FISCHERLEITNER, 1993).

Die Implantation bezeichnet die Kontaktaufnahme und Verbindung der Eihäute des Embryos mit der Gebärmutterschleimhaut und findet in der Zeit vom 18. bis zum 30. Tag statt. Als bevorzugte Implantationsstelle wird sowohl bei Einlings- als auch bei Mehrlingsträchtigkeiten das mittlere Drittel des Uterushornes bevorzugt. Intrauterine Überwanderungen von einem zum anderen Horn können bei Zwillings- und Mehrlingsträchtigkeiten vor Implantationsbeginn zwar vorkommen, sind bei Einlingsgraviditäten jedoch selten (BUSCH UND SCHULZ, 1993). Ab dem 21. Tag erfolgt die Ernährung des Ungeborenen und der Austausch von Sauerstoff und Kohlendioxid allmählich über den Blutkreislauf und nicht mehr wie bisher über die Gebärmuttermilch. Nach Ausbildung einer funktionellen Plazenta und primitiver Organanlagen (etwa 4 Wochen nach der Befruchtung) wird die Frucht auch als Fetus bezeichnet (FISCHERLEITNER, 1993). Die endgültige Geburtslage (in der Regel Vorderendlage) stellt sich erst gegen Ende des 8. Trächtigkeitsmonats ein, wenn der Fetus die Fruchthüllen fast ausfüllt und sich nicht mehr drehen kann (FISCHER et al., 2003).

2.2 Aspekte der Mehrlingsträchtigkeit

2.2.1 Vermehrungsrate bei landwirtschaftlichen Nutztieren

Die Anzahl der je Geburt erzielten Nachkommen wird auch als Wurfgröße bezeichnet und ist das Resultat aus Ovulations-, Befruchtungs- und Entwicklungsrate. Somit ist die Wurfgröße von der Effizienz weiblicher Sexualfunktionen, sowie vom Paarungs- oder Besamungszeitpunkt und von der Befruchtungsfähigkeit des eingesetzten Spermas abhängig.

Hinsichtlich der Vermehrungsrate wird grundsätzlich zwischen uniparen und multiparen Tieren unterschieden. Liegt Uniparität vor, so kommt in der Regel nur eine Eizelle zur Ovulation und es wird normalerweise nur ein Nachkomme je Fortpflanzungsperiode geboren. Im Bereich der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung zählen das Rind und das Pferd zu den uniparen Tieren. Spricht man von Mulitparität, so können mehrere Eizellen gleichzeitig zur

Ovulation kommen, und der Wurf somit aus mehreren Tieren bestehen, wie beim Schwein, dem Schaf oder der Ziege (KRÄUßLICH, 1994; WILLAM, 2003).

Bezüglich der Vermehrungsrate beim Rind wurde untersucht, ob bestimmte Gene für das Auftreten von Mehrlingsgeburten verantwortlich sein könnten. Nach KOMISAREK und DORYNEK (2002) wird die Wurfgröße nicht von einem einzigen Gen, jedoch aber von mehreren verschiedenen Genen in Kombination mit unterschiedlichen Umweltfaktoren beeinflusst. Untersuchungen bei Norwegischen Rindern zeigten, dass jedoch Abschnitte von 4 bestimmten Chromosomen einen erheblichen Einfluss auf die Reproduktionsrate haben könnten. Beim Booroola Merino Schaf zeichnen sich zwei Gene aus, die die Wurfgröße maßgeblich beeinflussen: einerseits das „Booroola fecundity gene" (FecB) und andererseits das „Inverdale fecundity gene" (FecX) (KOMISAREK und DORYNEK, 2002; PFEIFENBERGER, 2004).

BENNET et al. (1998) entwickelten eine Modellrechnung zur Schätzung der durchschnittlichen Wurfgröße, sowie zur Ermittlung des Anteils von Zwillings-, Drillings- und Vierlingsgeburten beim Rind. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 1: Schätzung der durchschnittlichen Wurfgröße sowie des Anteils von Drillings- und Vierlingsgeburten bezogen auf die Häufigkeit von Mehrlingsgeburten beim Rind (nach BENNET et al., 1998)

Mehrlingsgeburten %	Durchschnittliche Wurfgröße	Drillingsgeburten %	Vierlingsgeburten %
5	1,050	0,0	0,0
10	1,101	0,1	0,0
20	1,203	0,3	0,0
30	1,309	0,9	0,0
40	1,421	2,1	0,0
50	1,546	4,6	0,0
60	1,696	9,4	0,1
70	1,894	18,3	0,5
75	2,020	24,6	1,2

Beträgt der Anteil der Mehrlingsgeburten beim Rind etwa 5 %, so kommen im Durchschnitt nur Zwillingsgeburten vor. Drillingsgeburten beim Rind weisen bei einer Häufigkeit an Mehrlingsgeburten von 10 % einen Anteil von etwa 1 ‰ auf. Ist hingegen nur jedes 4. von 10 geborenen Kälbern eine Einzelgeburt (60 % Mehrlingsgeburten), so geht man von einer geschätzten Häufigkeit an Vierlingsgeburten von ebenfalls 1 ‰ aus. Ab einem Anteil von 50 % an Mehrlingsgeburten ist ein starker Anstieg der Drillinge zu erwarten. Die geschätzte Wurfgröße beträgt bei einer Häufigkeit von 75 % an Mehrlingsgeburten durchschnittlich etwa 2 Kälber je Kuh (BENNET et al., 1998).

2.2.2 Genetische Aspekte der Mehrlingsträchtigkeit

Zwillings- oder Mehrlingsgeburten können auf verschiedene Arten entstehen, die in den nachstehenden Ausführungen näher erläutert werden. Konkret wird hierbei auf folgende Formen der Mehrlingsträchtigkeit eingegangen:

- Monozygote Zwillinge
- Dizygote Zwillinge
- Sesquizygote Zwillinge
- Drillinge
- Vierlinge

Monozygote Zwillinge

Monozygote oder eineiige Zwillinge entstehen aus einer einzigen ovulierten und befruchteten Eizelle durch spontane Teilung der Blastomeren während eines frühen Embryonalstadiums. In äußerst seltenen Fällen kann auch eine Trennung des Embryonalknotens eintreten (SINOWATZ et al., 1998). Sie besitzen das gleiche Geschlecht, eine gemeinsame Plazenta und zeichnen sich durch auffallende Ähnlichkeit aus. Nach KRÄUßLICH und BREM (1997) sind die somit bei der Trennung entstandenen Hälften und die daraus entwickelten Tiere genetisch identisch. Man spricht bei monozygoten Zwillingen aus diesem Grund auch von genetisch identischen Klonen. Nach STRACHAN und READ (1996) gibt es jedoch auch zwischen eineiigen Zwillingen folgende genetische Unterschiede:

- Repertoire an Antikörpern und T-Zell-Rezeptoren aufgrund epigenetischer Umordnungen und somatischen Zellmutationen
- Anzahl mitochondrieller DNA-Moleküle
- Somatische Mutationen im Allgemeinen
- Muster der X-Chromosom-Inaktivierung bei weiblichen Tieren

Dizygote Zwillinge

Dizygote oder zweieiige Zwillinge entstehen durch Ovulation von zwei Eiern während derselben Brunst und durch Befruchtung mit Spermien desselben männlichen Tieres (FAHRAWASCHY, 1973). Dies ist die häufigste Form von Zwillingsgeburten (FRICKE und SHAVER, 2000; KOMISAREK und DORYNEK, 2002). Zweieige Zwillinge können vom selben Geschlecht (männlich/männlich bzw. weiblich/weiblich) oder von unterschiedlichem Geschlecht (männlich/weiblich) sein.

Dizygote Zwillinge sind genetisch und phänotypisch verschieden, da sie in diesem Zusammenhang lediglich einem Vollgeschwisterpaar entsprechen, welches zwar zum selben Zeitpunkt geboren, jedoch aus zwei verschiedenen Eizellen hervorgegangen ist (FRICKE und SHAVER, 2000; FAHRAWASCHY, 1973; FISCHER et al., 2003).

Zu Zwillingen zählen nach FARAHWASCHY (1973) auch folgende Befruchtungsergebnisse:

- Wenn zwei oder mehrere Eier abgestoßen werden, und das Tier während der gleichen Brunst durch zwei oder mehrere männliche Tiere belegt wird (z. B. durch Nachbesamung < 48 h), können die Eier von Spermien verschiedener Vatertiere befruchtet werden. Dies wird als Superfekundation bezeichnet. Die gleichzeitig geborenen Kälber sind nur Halbgeschwister.
- In manchen Fällen kann eine Kuh, die gedeckt und bereits trächtig ist, erneut brünstig werden und ovulieren. Wird dieses Tier noch einmal gedeckt, so kann neben der ersten Trächtigkeit eine weitere entstehen. Man spricht in diesem Fall von einer Superfetation, die jedoch äußerst selten auftritt.

Sesquizygote Zwillinge

Nach GOLUBOVSKY (2002) existiert neben den mono- und dizygoten Zwillingen noch eine weitere Form, die eine Zwischenstufe darstellt. Diese wird vom zuvor genannten Autor als "one and halfzygotic" oder „sesquizygotic" bezeichnet. Dabei haben die Zwillinge gleiche mütterliche, jedoch unterschiedliche väterliche Gene. Nach Angaben von FISCHERLEITNER (2006) ist diese Sonderform nur beim Menschen, nicht jedoch beim Rind bekannt.

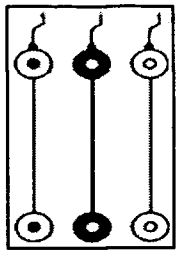
Zur Bestimmung des Zygotiestatus von Zwillingen finden nach STRACHAN und READ (1996) mehrere Methoden Anwendung. Beim Menschen erfolgte eine solche Identifizierung aufgrund phänotypischer Ähnlichkeiten oder anhand einer Membrananalyse bei der Geburt (Zwillinge, die innerhalb eines einzigen Chorions liegen, sind immer monozygot; umgekehrt gilt diese Schlussfolgerung jedoch nicht). Fehler bei der Bestimmung des Zygotiestatus erhöhen systematisch die Bedeutung der genetischen Faktoren bei nichtmendelnden Merkmalen, da hierbei sehr ähnliche dizygote Zwillingspaare als monozygot und sehr unterschiedliche monozygote Zwillinge als dizygot eingestuft werden.

In diesem Zusammenhang ist die Bestimmung der Zygotie mit Hilfe genetischer Marker weitaus verlässlicher. Bei Verwendung von Einzellocusmarkern lässt sich die Wahrscheinlichkeit berechnen, mit der ein Zwillingspaar mit übereinstimmenden Mustern eineiig ist. Hierbei wird die Wahrscheinlichkeit, dass dizygote Zwillinge übereinstimmen, für jeden Locus einzeln kalkuliert (STRACHAN und READ, 1996).

Drillinge und Vierlinge

Die Entstehung von Drillingen und Mehrlingen entspricht der Entstehung von Zwillingen. Bei Drillings- und Vierlingsgraviditäten gibt es nach FISCHERLEITNER (2006) und N. N. (2006) folgende Möglichkeiten der Entstehung:

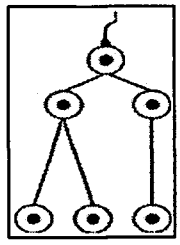
Trizygote Zwillinge:



Aus drei Eizellen, die von drei Spermien befruchtet werden, entwickeln sich zeitgleich drei unabhängige Geschwister, die zum selben Zeitpunkt geboren werden.

Abbildung 2: Entstehung trizygoter Zwillinge (N. N., 2006)

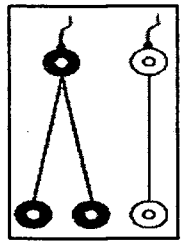
Monozygote Drillinge:



Aus einer befruchteten Eizelle, die sich in einem frühen Stadium trennt, können ein eineiiges Zwillingspaar und ein weiteres genetisch identisches Individuum entstehen.

Abbildung 3: Entstehung monozygoter Drillinge (N. N., 2006)

Monozygote Zwillinge und ein Individuum:



Es werden zwei Eizellen mit je einem Spermium befruchtet, wobei sich eine Zygote in einem frühen Stadium nochmals teilt.

Abbildung 4: Entstehung monozygoter Zwillinge und eines Individuums (N. N., 2006)

Bei **Vierlingen** gibt es nach FISCHERLEITNER (2006) theoretisch folgende Kombinationen:

- Vier Eizellen werden von 4 Spermien befruchtet
- Drei Eizellen werden von 3 Spermien befruchtet, wobei sich eine Zygote teilt
- Zwei Eizellen werden von 2 Spermien befruchtet, beide Zygoten trennen sich

2.2.3 Fruchtbarkeitsaspekte bei gemischtgeschlechtlichen Mehrlingsgeburten

Liegt beim Rind eine Zwillings- oder Mehrlingsgravidität vor, erfolgt in den meisten Fällen eine teilweise stattfindende Aneinanderlagerung und Verklebung der äußeren Fruchthüllen, die zur Vereinigung der Chorionüberzüge oder zur Verschmelzung der Fruchtsäcke führen kann. Beim Rind führt die Vereinigung der Chorionüberzüge in den meisten Fällen zur Ausbildung von Gefäßanastomosen und somit zur Vereinigung der Blutkreisläufe der beiden Feten. Bei verschiedengeschlechtlich angelegten Früchten wird durch das Übertreten von testikulären Hemmstoffen und Androgenen in die Choriongefäße des weiblichen Fetus die Entwicklung der weiblichen Geschlechtsorgane gehemmt (SCHNORR, 1996; BUSCH und SCHULZ, 1993). Nach SINOWATZ et al. (1998) sind die Missbildungen auf die Beeinflussung des weiblichen Zwillings durch den vom männlichen Fetus produzierten Müllerschen Inhibitor-Faktor oder auf die Wirkung von HY-Antigenen zurückzuführen. Dadurch kommt es bei den weiblichen Tieren zu einer unterschiedlich ausgeprägten Maskulinisierung, zu einem XX/XY Blut, sowie häufig auch zu Keimzellchimärismus (SCHNORR und KRESSIN, 2001).

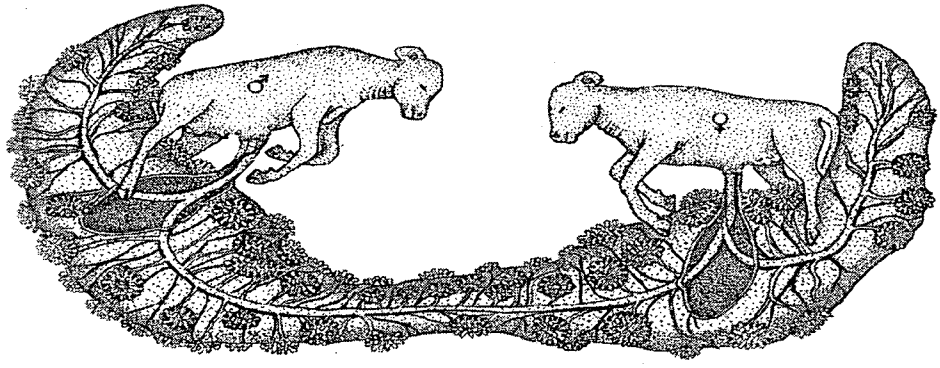


Abbildung 5: Zwillingsfruchtblasen vom Rind mit Gefäßanastomosen (SCHNORR, 1996).

Nach KÜNZI (1993) wird der Chimärismus bei Rindern relativ häufig beobachtet, da bei dizygoten Zwillingen durch eine Gefäßanastomose ein Zellaustausch während der Frühgravidität stattfindet (kurz nach der Implantation), und hierbei durch den Einbau der Zellen des Geschwisters im hämatopoetischen Knochenmarksystem zeitlebens beide Zelltypen erzeugt werden. Bei natürlich entstandenen Rinderchimären verschiedenen Geschlechts ist aber nur das Knochenmarksystem betroffen, alle anderen Gewebearten bestehen nur aus dem eigenen Zelltyp. Es liegt also kein gonadaler Chimärismus vor.

Die unterschiedlich ausgeprägte Maskulinisierung äußert sich vor allem in fehlenden Teilen des Uterus, der Zervix uteri oder der Vagina. Die Testosteronproduktion des männlichen Zwillings kann darüber hinaus eine Vergrößerung der Klitoris hervorrufen. Die Tiere sind infolge der Undurchgängigkeit der weiblichen Geschlechtsorgane in den meisten Fällen unfruchtbar (SINOWATZ et al., 1998; SCHNORR, 1996; GREGORY et al., 1996) und werden als „Zwicken", „Zwitter" oder „Freemartins" bezeichnet. Nach SCHNORR und KRESSIN (2001) leitet sich der Begriff „Freemartin" vom angelsächsischen „fear" (für leer, nichtig, ungültig) oder vom schottischen „ferow" (für unfruchtbar, nichttragend) ab.

Die Höhe des Anteils der weiblichen Tiere, die aus einer gemischtgeschlechtlichen Zwillingsgravidität hervorgehen und unfruchtbar sind, wird in der Literatur unterschiedlich angegeben. Nach KOMISAREK und DORYNEK (2002) beträgt der Anteil fruchtbarer weiblicher Tiere zwischen 8 % und 17,5 %, während nach BUSCH und SCHULZ (1993) in der Regel lediglich nur 1 % zur weiteren züchterischen Verwendung herangezogen werden können. KRÄUßLICH (1994) und GREGORY et al. (1996) gehen bei gemischtgeschlechtlichen Zwillingspaaren von einer rund 95%igen Wahrscheinlichkeit aus, dass das weibliche Kalb unfruchtbar ist, während nach KRÄUßLICH und BREM (1997) die Chance, ein fruchtbares Kalb zu erzielen, bei etwa 10 % liegt.

Ein Test zur Intersexdiagnose beim Rind kann zB. am Zentrum für Molukulare Diagnostik des Tierärztlichen Institutes an der Universität Göttingen durchgeführt werden. Hierbei handelt es sich um einen gendiagnostischen Nachweis, für welchen etwa 3 bis 5 ml nicht geronnenes Vollblut des entsprechenden Tieres benötigt werden. Die Kosten belaufen sich auf ca. 19 € (BRENIG, 2007).

Bezüglich der Fruchtbarkeit der männlichen Kälber bei gemischtgeschlechtlichen Zwillingen gehen FRICKE und SHAVER (2000) sowie KOMISAREK und DORYNEK (2002) von einer verringerten Spermaproduktion und vermehrter Häufigkeit von abnormalen Spermatozoen aus, während bei gleichgeschlechtlichen Zwillingen keine Beeinträchtigung der Fruchtbarkeit verzeichnet werden kann. FISCHERLEITNER (2006) konnte bei früheren Untersuchungen an oberösterreichischen Besamungsstieren, die aus einem gemischtgeschlechtlichen Zwillingspaar stammten, keine Abweichungen in den Fruchtbarkeitsmerkmalen gegenüber Stieren aus Einzelgeburten feststellen.

Nach Angaben von Mitarbeitern des Rinderzuchtverbandes und Erzeugergemeinschaft Oberösterreich (RZO) war und ist in diesem Zusammenhang auch der Auftrieb dieser männlichen Zuchttiere auf Absatzveranstaltungen mit keiner Einschränkung verbunden (LENGAUER und HOLZER, 2006).

Bei Schaf und Ziege finden bei Zwillings- und Drillingsgraviditäten ebenfalls oberflächliche Verwachsungen der Fruchtsäcke statt. Jedoch bildet sich im Gegensatz zum Rind in der Regel keine Anastomose der Plazentargefäße aus, sodass das Risiko der Intersexualität bei weiblichen Feten aus verschieden geschlechtlichen Zwillings- und Mehrlingsgraviditäten bei den kleinen Wiederkäuern erheblich geringer ist (BUSCH und SCHULZ, 1993; SCHNORR und KRESSIN, 2001). Nach KOMISAREK und DORYNEK (2002) liegt beim Schaf der Anteil weiblicher unfruchtbarer Tiere aus gemischtgeschlechtlichen Mehrlingsgeburten zwischen 4,8 und 25,14 %.

2.2.4 Einsatz von monozygoten Tieren im Versuchswesen

Die folgenden Ausführungen wurden zur Gänze von KRÄUßLICH UND BREM (1997) übernommen und sinngemäß wiedergegeben.

Der Einsatz von genetisch identischen Tieren führt in Experimenten, die nicht zeitlich wiederholt werden, zu einer konsequenten Verminderung der Fehlervarianz. Durch Verteilung von genetisch identischen Tieren auf verschiedene Behandlungsalternativen ist der Behandlungseffekt genauer schätzbar als bei Verwendung von normalen Versuchstieren. „Diese Überlegenheit der monozygoten Zwillinge kann als „Zwillingseffizienzwert" (ZEW) bezeichnet werden und gibt an, wie viele Versuchstiere in jeder von 2 Gruppen durch ein monozygotes Zwillingspaar ersetzt werden können, ohne dass die statistische Aussagefähigkeit des Tests verringert wird. Dabei ist die Effizienz von Versuchen mit Zwillingen oder Klongeschwistern umso höher, je höher die Heritabilität ist."

Auch zur Untersuchung von Genotyp-Umwelt-Interaktionen sind genetisch identische Tiere sehr gut geeignet, weil die erbgleichen Genotypen auf verschiedene Umwelten verteilt werden können. Gleichzeitig kann durch mehrere Beobachtungswerte über die „Innerhalb-Klon-Varianz" in jeder Gruppe eine Trennung der Varianzkomponenten erreicht werden. Als Beispiel kann hierbei die Verteilung von Klongeschwistern europäischer Rinderrassen auf subtropischen oder tropischen Standorten angeführt werden.

Hierbei wird untersucht, ob die Rangfolge der Leistungsfähigkeit gleich bleibt, oder ob für den Einsatz an extremen Standorten neue Kriterien für die Auswahl der am besten geeigneten Zuchttiere gefunden werden müssen.

Neben der Schätzung der genetischen Varianz, der Umwelteinflüsse und der Heritabilitäten spielen genetisch identische Tiere auch bei der Schätzung der Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung eine maßgebende Rolle. Steigerungen der Genauigkeit bewirken eine direkte Erhöhung des Selektionserfolges. Während in Besamungszuchtprogrammen auf der paternalen Seite die Zuchtwerte durch die Informationen aus der Nachkommenprüfung mit hoher Sicherheit geschätzt werden können, liegt die Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung bei Kühen deutlich niedriger. Durch das Vorliegen von zwei Eigenleistungen kann bei niedrigen Heritabilitätswerten (< 0,1; z.B. Fitnessmerkmale) die Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung durch die Verwendung von Zwillingsinformationen um bis zu 40 % und bei mittleren Heritabilitätswerten (0,2 bis 0,4) um bis zu 30 % gesteigert werden.

Interessante Aspekte ergeben sich auch in der Verwendung von genetisch identischen Tieren im Rahmen der Vorselektion von Teststieren, wobei monozygote Zwillingspaare in der Eigenleistungsprüfung auf Station eingesetzt werden, und am Ende der Prüfung durch Schlachtung eines bzw. mehrerer Tiere Informationen über die Schlachtkörperzusammensetzung und die Fleischqualität erfasst werden. Aufgrund dieser Daten werden die verbleibenden Tiere selektiert. Gerade für Merkmale mit höherer Heritabilität haben die Informationen aus einer Eigenleistung hohe Bedeutung.

In diesem Zusammenhang wurde am Institut für Tierzucht der Bayrischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) ein Modellversuch mit identischen Zwillingen wie folgt durchgeführt:

- Eigenleistungsprüfung von 4 Zwillingspaaren auf Mastleistung
- Besamungseinsatz von Zwillingsstieren
- Einstellung von 12 Söhnen je Stier an der Nachkommenprüfstation auf Mast- und Schlachtleistung
- Einstellung von 12 Töchtern je Stier zur Prüfung auf Mast- und Schlachtleistung
- Vollzerlegung der Stiere nach dem Prüfeinsatz

Die Analyse ergab, dass die Korrelation zwischen den monozygoten Zwillingen in der Mastleistung sehr hoch war (0,65 – 0,80). Demnach gibt der Test eines Zwillingspartners bereits gute Aussagen über die genetische Veranlagung des anderen Zwillingspartners bzw. eventuell auch über die der Klongeschwister.

Die Unterschiede zwischen den Nachkommengruppen (männlich und weiblich) der jeweiligen Zwillingspaare waren in der Mast- und Schlachtleistung äußerst gering. Der statistische Test ergab, dass die Unterschiede zwischen den Nachkommengruppen der jeweiligen Zwillingspaare nur zufallsbedingt sind und durch die Stichprobenvariation erklärt werden können. Dementsprechend sind die Beziehungen zwischen den Nachkommen der jeweiligen Zwillingspaare hoch.

Daher spielt es keine Rolle, welcher Zwilling für die Zucht verwendet wird, da die Zuchtwerte aus der Nachkommenprüfung für beide Zwillinge dieselben Resultate erbringen müssen. Die Korrelationen zwischen der Eigenleistungsprüfung der Zwillinge und den Ergebnissen der Nachkommenprüfung sind aus diesem Grund sehr hoch.

Aufgrund dieser Ergebnisse ist anzunehmen, dass der additiv-genetische Zuchtwert der Stiere aus der Eigenleistungsprüfung von Zwillingspartnern bzw. Klongeschwistern relativ gut vorausgesagt werden kann. Dadurch könnten vorhandene Prüfkapazitäten zur Stationsprüfung auf Mast- und Schlachtleistung durch den Einsatz des Embryotransfers wesentlich effizienter genutzt werden als durch konventionelle Verfahren.

2.2.5 Wirtschaftliche Aspekte von Zwillings- und Mehrlingsgeburten

Nach VIEHBÖCK (2003) sind hohe Fruchtbarkeit und regelmäßige Fortpflanzung die Voraussetzung für die Wirtschaftlichkeit jeder Tierhaltung, und diese Merkmale beeinflussen wesentlich die Rentabilität des Betriebes. Ziel der Rinderhaltung ist somit, dass jede Kuh im Durchschnitt jedes Jahr ein Kalb bringt.

Bei Mehrlingsgeburten bringt jedoch eine Kuh pro Geburt mindestens 2 Kälber zur Welt. Die Produktivität steigt nach DE ROSE und WILTON (1991) aber nicht direkt mit der Kälberanzahl, da Mehrlingsgeburten in den meisten Fällen höhere Kosten verursachen. Als häufigste zusätzliche Kostenkomponenten werden in der Literatur folgende angeführt (NIELEN et al., 1989; ECHTERNKAMP und GREGORY, 1999a; FRICKE und SHAVER, 2000):

- Nachgeburtsverhaltung
- Gebärmutterentzündung
- Längere Serviceperiode und höhere Zwischenkalbezeit
- Ketose
- Höhere Kälbersterblichkeit

- Reduziertes Geburtsgewicht
- Höheres Auftreten von Aborten
- Geringere Anzahl von fruchtbaren Kalbinnen zur Remontierung
- Geringere Milchleistung

Nach GUERRA-MARTINEZ et al. (1990; zitiert nach ECHTERNKAMP und GREGROY, 1999) beträgt die Steigerung der Kosten für eine Zwillingsgeburt je Kuh etwa 40 %. BEEREPOOT et al. (1992) zeigen in einer Studie bei Milchkühen, dass 59 % der Gesamtkosten auf die verringerte Milchleistung zurückzuführen sind. 23 % der Kosten entfallen auf den erhöhten Kälberverlust und 18 % der Kosten sind der Komponente „Fruchtbarkeit" zuzuordnen.

Betrachtet man die Produktivität von Mehrlingsgeburten, so muss zwischen Milchviehhaltung und Fleischrinderhaltung unterschieden werden. Studien über Fleischrinder zeigen, dass aufgrund eines zweiten Kalbes (höheres Kälbergewicht je Kuh und Jahr) die Effizienz durch Zwillingsgeburten in der Rindfleischproduktion um 24 % gesteigert werden kann (GUERRA-MARTINEZ et al., 1990; zitiert nach ECHTERNKAMP und GREGROY, 1999). DE ROSE und WILTON (1991) kalkulierten Anfang der 90iger Jahre einen wirtschaftlichen Gewinn von $ 64 je Kalb.

Nach BEEREPOOT et al. (1992) und KOMISAREK und DORYNEK (2002) ist die Steigerung der Zwillingsgeburtenfrequenz in der Milchviehhaltung jedoch aufgrund der geringeren Milchleistung und der verringerten Anzahl fruchtbarer Kalbinnen zur Remontierung nicht wirtschaftlich. Zahlreiche Studien geben bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit von Zwillingsgeburten finanzielle Verluste im Bereich von $ 100 bis $ 250 (KINSEL et al., 1998) bzw. £ 110 (KOSSAIBATI und ESSLEMONT, 1997) je Zwillingsgeburt an.

2.3 Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten beim Rind

Das Rind zählt neben dem Pferd zu den uniparen Tieren (KRÄUßLICH, 1994). Ziel der wirtschaftlichen Rinderhaltung ist somit, dass die Kuh pro Jahr ein gesundes Kalb zur Welt bringt (VIEHBÖCK, 2003). Nach FARAHWASCHY (1973) weicht jedoch der weibliche Organismus des Rindes nicht selten von der Norm der Uniparität ab, und es werden somit auch zwei oder mehrere Kälber pro Trächtigkeit geboren.

Ob es nun zu einer Einlings-, Zwillings- oder Mehrlingsträchtigkeit kommt, ist sowohl von der Ovulations- und Trächtigkeitsrate, sowie von der Überlebensrate des Embryos bzw. des Fetus abhängig (VAN VLECK und GREGORY, 1996).

Beim uniparen Rind geht in der Regel nur eine befruchtungsfähige Eizelle pro Zyklus hervor. Reifen während eines Zyklus jedoch zwei Follikel heran und kommt es auch zu deren Ovulation, so spricht man von einer Doppelovulation (FRICKE und SHAVER, 2000; WILTBANK et al., 2000).

Laut Literaturangaben besteht ein großer Zusammenhang zwischen der Ovulations- und der Zwillingsgeburtenrate. Die Werte für die genetische Korrelation zwischen diesen beiden Merkmalen liegen im Bereich von 0,75 bis 1,0 (KOMISAREK und DORYNEK, 2002; VAN VLECK und GREGORY, 1996a; GREGORY et al., 1997). Nach VAN VLECK et al. (1991a) gehen somit aus beinahe jeder Doppelovulation dizygote Zwillinge hervor.

Tabelle 2: Häufigkeit von Zwillingsgeburten bei verschiedenen Rinderpopulationen und Nutzungsrichtungen

	Häufigkeit in %	
Literaturnachweis	**Milchnutzung**	**Fleischnutzung**
FARAHWASCHY (1973)	1,88	0,44
FRICKE und SHAVER (2000)	5,8	1
FÜRST (2003)	3,9 – 5,6	
GREGORY et al. (1990)	2,57	
KIRKPATRICK (2002)		< 5
KOMISAREK UND DORYNEK (2002)	4 – 5	
NIELEN et al. (1989)	0 – 7,1	
RANDT (1994)	3	

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, unterliegt die Häufigkeit der Zwillingsgeburten einer großen Schwankungsbreite und ist somit von zahlreichen Faktoren abhängig (siehe Kapitel 2.4).

Bezüglich des Zusammenhanges zwischen Rasse und Zwillingshäufigkeit gehen STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979a) von folgenden Annahmen aus:

- Zwillinge treten beim Höhenvieh generell häufiger auf als beim Niederungsvieh.
- Innerhalb der Niederungsrassen sind vermehrt bei Holstein Friesian Kühen Zwillingsgeburten zu beobachten.
- Fleckvieh weist den höchsten Anteil an Zwillingsgeburten auf.
- Unter den Fleischrinderrassen können Charolaistiere eine höhere Zwillingsgeburtenfrequenz aufzeigen.
- Kreuzungstiere bringen weniger Zwillinge zur Welt als reinrassige Zuchttiere.

Nach GREGORY et al. (1990) ist die Zwillingsgeburtenfrequenz bei Kreuzungstieren gegenüber Tieren aus Reinzucht um etwa ein Drittel niedriger.

Bei Zwillings- und Mehrlingsgeburten kommt es häufig zum Auftreten von Aborten bzw. frühem Embryonaltod. Diese Tatsache lässt vermuten, dass die Häufigkeit von Zwillings- bzw. Mehrlingsgeburten im Embryonalstadium weitaus höher ist als die Rate bei den tatsächlich geborenen Kälbern. Beim Embryonaltod können nach BENNET et al. (1998) zwei Phasen unterschieden werden. Im Stadium vor der Implantation hat der Verlust eines oder mehrerer Embryonen keinen Einfluss auf die übrigen („unabhängiger Verlust"). Kommt es zum Absterben des Embryos nach der Implantation, so führt dies unweigerlich zum Verlust aller weiteren Embryonen („abhängiger Verlust"). Als Grund hierfür wird der Effekt der plazentalen Anastomose angeführt (siehe Kapitel 2.2.3). GRUNERT und BERCHTHOLD (1999) gehen davon aus, dass im gleichen Uterushorn angelegte Zwillingsgraviditäten seltener ausgetragen werden als solche in beiden Uterushörnern.

Unter Berücksichtigung des Zygotiegrades ist bei den Zwillingen die Gruppe der dizygoten (zweieiigen) Zwillinge die weitaus häufigste Erscheinungsform. Der Anteil der monozygoten (eineiigen) Zwillinge liegt beim Rind bei ca. 10 % (RÜSSE und SINOWATZ, 1994; FAHRAWASCHY, 1973). FRICKE und SHAVER (2000) gehen hierbei von einer Häufigkeit von 7,4 bis 13,6 % aller Zwillingsgeburten bzw. von weniger als 0,3 % bezogen auf alle Geburten aus.

2.4 Einflussfaktoren auf die Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten

Die Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten ist von zahlreichen genetischen sowie umweltbedingten Faktoren abhängig (FRICKE und SHAVER, 2000; VAN VLECK und GREGORY, 1996; STOLZENBURG und SCHÖNMUTH, 1979a).

2.4.1 Jahreszeit und Klima

Der Einfluss der Jahreszeit und des Klimas auf die Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten wird in der Literatur häufig erwähnt. Nach FAHRAWASCHY (1973), STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979a), GREGORY et al. (1996), FRICKE und SHAVER (2000), sowie nach KOMISAREK und DORYNEK (2002) finden im Sommer und Herbst generell mehr Zwillings- und Mehrlingsgeburten statt, als in den Wintermonaten.

GREGORY et al. (1990) und GREGORY et al. (1996) führen an, dass die Zwillingsgeburtenfrequenz in den Herbstmonaten um etwa 50 % höher ist, als jene im Frühjahr.

2.4.2 Belegungshäufigkeit und hormoneller Einfluss

Störungen der Reproduktionsorgane der Milchkuh führen zu einer verminderten Fruchtbarkeit, verursachen höhere Kosten und senken somit die Rentabilität der Milchproduktion. Das Vorkommen von Stillbrünstigkeit, Endometritis, Aborten, Nachgeburtsverhaltung und Eierstockzysten sind häufig der Grund für Nachbesamungen und somit für längere Zwischenkalbezeiten. Nicht selten sind aus diesem Grund hormonelle Behandlungen für eine erfolgreiche Trächtigkeit notwendig (FRICKE und SHAVER, 2000; VIEHBÖCK, 2003).

Der hormonale Einfluss auf die Häufigkeit von Mehrfachovulationen und folglich auf das Auftreten von Mehrlingsgeburten wird in zahlreichen Publikationen angeführt. FRICKE und WILTBANK (1999) führten Versuche zur Brunstsynchronisation bei Holstein Friesian Kühen durch. Dazu wurden eine zweimalige intramuskuläre Injektion des Hormons Gonadotropin-Releasinghormon (GnRH), sowie eine Gabe Prostaglandin (PGF2α) eingesetzt. Diese Kombination wird als „OV-Synch-Verfahren" bezeichnet und findet auch bei der Behandlung von Eierstockzysten Anwendung (GALLER, 2005). 14,1 % der synchronisierten Kühe wiesen bei dem zuvor genannten Versuch eine Doppelovulation auf; die Zwillingsrate betrug 5,2 % (FRICKE und WILTBANK, 1999).

Die Beeinflussung der Ovulationsrate durch hormonelle Behandlung bestätigt auch RANDT (1994): „Mehrfachovulationen sind sowohl während des unbeeinflussten Zyklus als auch bei Tieren nach Zyklussynchronisation ausgelöst worden. Die Reaktion der Ovarien auf die verschiedenen Hormonbehandlungen ist sehr unterschiedlich; folglich kann man in einigen Studien finden, dass nach der Behandlung mit exogenem Gonadotropin außer Einlings- und Zwillingsgeburten auch Drillings- und Vierlingsträchtigkeiten und –geburten zu beobachten waren."

BENDIXEN et al. (1989) und KINSEL et al. (1998) geben an, dass eine Beziehung zwischen dem Auftreten von Eierstockzysten und der Häufigkeit von Mehrlingsgeburten besteht. Grund dafür ist der Einsatz der Reproduktionshormone GnRH und PGF2α, mit deren Einsatz die Zysten entweder entfernt bzw. trotz Zysten eine Ovulation hervorgerufen werden kann (GALLER, 2005).

Nach einer Studie von KINSEL et al. (1998) ist die Wahrscheinlichkeit, dass bei unbehandelten Eierstockzysten Zwillinge auftreten, 2,51 Mal (P = 0,05) höher als bei einer hormonellen Behandlung der Zysten. Beim Vorhandensein von Zysten, welche mit einer GnRH- bzw. PGF2α – Infektion behandelt wurden, war die Zwillingshäufigkeit dagegen lediglich 0,25 bzw. 0,36 Mal so hoch (P= 0,05). Bei Kühen, bei denen keine Zysten registriert werden konnten und eine PGF2α-Gabe vor der Besamung durchgeführt wurde, war die Zwillingshäufigkeit 1,19 Mal höher (P = 0,05). Dagegen führte eine GnRH-Injektion vor der Befruchtung bei Tieren ohne Zysten zu einem um 1,56 Mal höheren Auftreten von Zwillingen (P = 0,05).

2.4.3 Alter und Anzahl der Laktationen der Zwillingsmütter

Das zunehmende Alter und die damit steigende Laktationszahl der Kuh haben einen wesentlichen Einfluss auf die Zwillingshäufigkeit (FÜRST, 2003; GREGORY et al., 1990). Demnach kommen laut Angaben in der Literatur bei Kühen, die bereits mehrere Laktationen genutzt wurden, häufiger Zwillings- und Mehrlingsgeburten vor, als bei Jungkühen.

Nach STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979a) liegen die Ursachen darin, dass ältere Tiere aufgrund ihrer körperlichen Reife die höchste physiologische Leistungsfähigkeit erreichen, und sich damit die Neigung zur Polyovulation erhöht.

FRICKE und WILTBANK (1999) geben an, dass mit zunehmender Kalbezahl die Häufigkeit von Doppelovulationen beinahe linear zunimmt. Als weiteren Grund geben GRUNERT und BERCHTHOLD (1999) eine für jüngere Tiere noch ungenügende funktionelle Kapazität des Uterus an, welche vor allem bei Zwillingsgraviditäten zu einer erhöhten embryonalen Mortalität führt. Die Gesamtfläche der für den Austausch von Nährstoffen zur Verfügung stehenden Plazentome ist für die Versorgung mehrerer Embryonen nicht ausreichend. Daher treten Zwillingsgraviditäten bei Kalbinnen und Erstlingskühen wesentlich seltener auf als bei älteren Tieren. FÜRST (2003) sieht als Grund für die geringere Zwillingsrate bei Jungkühen die um etwa 15 bis 20 % geringere Milchleistung bei Jungkühen. Da jedoch bei Zwillingsgeburten zwei Kälber versorgt werden müssen, stellen sich Zwillinge und Mehrlinge aus ernährungsphysiologischen Gründen erst in höheren Laktationen ein.

2.5 Varianzkomponenten

Es besteht ein mehr oder weniger starker genetischer Einfluss des weiblichen sowie des männlichen Geschlechts auf die Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten. Angaben zu Heritabilitäten (h^2; Erblichkeitsgrad) für das Merkmal Geburtstyp liegen im Bereich von 2 bis 10 %, also durchaus vergleichbar mit den Heritabilitäten für Fitnessmerkmale (VAN VLECK et al., 1991; GREGORY et al., 1990; VAN VLECK und GREGORY, 1996a). Nach FÜRST (2003) kann beim Auftreten des jeweiligen Geburtstyps tatsächlich ein genetischer Hintergrund festgestellt werden, wenn man die Zwillingshäufigkeit von Nachkommen von Tieren vergleicht, die selbst aus einer Einzel-, Zwillings- oder Mehrlingsgeburt hervorgehen. Kühe, die selbst als Zwilling geboren wurden, können demnach um ca. 1,3 % mehr Zwillingsgeburten aufweisen. Auch FARAHWASCHY (1973) und STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979a) verweisen auf das gehäufte Auftreten von Zwillingsgeburten in bestimmten Kuhfamilien. Bei Zwillingsvätern steigt dagegen die Häufigkeit nur um ca. 0,5 %. Schätzungen für paternale Heritabilitäten von 0,02 ± 0,07 führen in diesem Zusammenhang GREGORY et al. (1990) an.

2.6 Auswirkungen von Zwillings- und Mehrlingsgeburten auf Leistungs- und Reproduktionsmerkmale

2.6.1 Milchleistung

Zahlreiche Literaturangaben verweisen auf die zentrale Stellung der Milchleistung rund um die Thematik der Zwillings- und Mehrlingsgeburten. Einerseits hat die Milchmenge einen wesentlichen Einfluss auf die Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten, andererseits bestehen laut Literatur wesentliche Unterschiede in der Milchleistung der Mutter während und nach Zwillings- oder Mehrlingsträchtigkeiten im Vergleich zur Milchleistung von Einlingsmüttern.

Generell kann festgestellt werden, dass Milchkühe im Vergleich zu Fleischrindern eine höhere Zwillingsgeburtenfrequenz aufweisen. Über den Zusammenhang zwischen der Milchleistung und dem Auftreten von Zwillingsgraviditäten geben die Schlussfolgerungen einer Studie von FRICKE und WILTBANK (1999) Aufschluss. Demnach konnten Hochleistungskühe eine dreimal so hohe Häufigkeit an Doppelovulationen aufweisen, als Kühe mit mittlerer bis niedriger Laktationsleistung. Der Grund für das gehäufte Auftreten von Doppelovulationen bei Kühen mit hohen Milchleistungen wird im Fütterungsmanagement gesehen.

In diesem Zusammenhang gehen FRICKE und SHAVER (2000), KOMISAREK und DORYNEK (2002) sowie FRICKE und WILTBANK (1999) davon aus, dass die höhere Energiekonzentration der Ration im ersten Laktationsdrittel und somit zum Zeitpunkt der erneuten Belegung das Heranreifen von zwei oder mehreren Follikeln begünstigt. Dies entspricht dem Prinzip der „Flushing-Fütterung", welche in der Praxis bei Zuchtsauen und auch bei Schafen angewendet wird (KIRCHGEßNER, 2004; SPIEKERS und POTTHAST, 2004).

Nach KOMISAREK und DORYNEK (2002) und WILTBANK et al. (2000) liegt der Grund für die höhere Häufigkeit von Doppelovulationen bei Hochleistungskühen bei einer verstärkten Blutzirkulation durch den Körper der Kuh, insbesondere durch die Leber. Dadurch wird der Stoffwechsel der Steroide (Bestandteil der weiblichen Sexualhormone) maßgeblich beeinflusst und hat eine erhöhte FSH-Konzentration, sowie das Heranreifen zweier dominanter Follikel zur Folge. Auch das Füttern von Bypass-Protein hat einen wesentlichen Einfluss auf die Ovulations- und somit auf die Zwillingsrate (SANGSRITAVONG et al., 2002; FRICKE und WILTBANK, 1999; WILTBANK et al., 2000).

NIELEN et al. (1989) publizierten die Ergebnisse von Versuchen mit Holländischen Friesian Kühen und Kreuzungen zwischen Holländischen Fiesian und Holstein Friesian, wobei die Milchleistung von Zwillingsmüttern während und nach einer Zwillingsträchtigkeit untersucht wurde. Mütter, die Zwillinge erwarteten, konnten unter der Korrektur von Betrieb, Kalbejahr und Laktation im ersten Laktationsdrittel durchschnittlich um 103 kg Milch (± 31,5 kg) mehr erzielen als Kühe, die zu Einlingen trächtig waren. Im zweiten und dritten Laktationsdrittel war die Milchleistung weitaus geringer als bei Müttern, die nur ein Kalb erwarteten. Als Gründe hierfür werden einerseits die schlechtere Persistenz der Kühe erwähnt, die Zwillinge tragen, andererseits sind die Zwillingsmütter zur Geburt hin in einer schlechteren Körperkondition als jene Kühe, die einen Einling erwarten. Zwillingsmütter nach einer Zwillingsgeburt wiesen in dieser Studie im ersten Laktationsdrittel eine um - 144 kg (± 33,6 kg), im zweiten Drittel eine um - 207 kg (± 90,4 kg) und im letzten Laktationsdrittel eine um -291 kg (± 137,0 kg) geringere Milchleistung auf.

Auch FARAHWASCHY (1973) führte Versuche zur Milchleistung bei Kühen durch, die zu Zwillingen trächtig waren bzw. Zwillinge geboren hatten. Demnach konnte zwischen den Laktationsleistungen vor einer Zwillingsgeburt und den Laktationsleistungen von Einlingskühen für die fettkorrigierte Milchleistung und die Fettmenge keinen signifikanten Unterschiede verzeichnet werden. Dagegen war die höhere Milchleistung vor Zwillingsgeburten gegenüber jener von Einlingsmüttern signifikant ($P < 0,05$).

Weitere Untersuchungen zeigten, dass Zwillingsmütter nach einer Zwillingsgeburt gegenüber Einlingsmüttern eine signifikant höhere Milchmengenleistung, FCM-Leistung und Fettmengenleistung aufweisen konnten ($P < 0,05$). FARAHWASCHY (1973) sieht die Überlegenheit der Zwillingsmütter gegenüber Einlingsmüttern darin, dass die Kühe nach einer Zwillingsgeburt in ihrem Stoffwechsel aktiver sind und so auch darauf vorbereitet sind, zwei Kälber zu versorgen.

2.6.2 Trächtigkeitsdauer

Die Trächtigkeitsdauer ist rassen- und geschlechtsspezifisch und beträgt beim Rind im Durchschnitt 275 bis 295 Tage, wobei die Rasse Holstein mit etwa 278 Tagen die kürzeste Trächtigkeitsdauer aufweist, während Fleckvieh- und Braunviehkälber durchschnittlich 288 Tage im Mutterleib heranwachsen (FISCHER et al., 2003). FISCHERLEITNER (1993) geht von einer Trächtigkeitsdauer bei Holstein von ca. 279 Tagen und bei Fleckvieh und Braunvieh von 289 Tagen aus. Männliche Kälber werden im Durchschnitt um 1 bis 2 Tage länger ausgetragen als weibliche.

Zahlreiche Autoren geben eine verkürzte Trächtigkeitsdauer und somit ein häufiges Auftreten von Frühgeburten bei Zwillingen und Mehrlingen an. Somit werden nach RANDT (1994) Zwillinge in Abhängigkeit der Rasse des Muttertieres um ca. 2,1 bis 11 Tage kürzer ausgetragen als Einlingskälber. Ergebnisse von ECHTERNKAMP und GREGORY (1999) zeigen eine für Zwillinge um 5,7 Tage ($P < 0,01$) kürzere Trächtigkeitsdauer als für Einzelgeburten. Das Geschlecht der Zwillinge hatte in dieser Studie keinen Einfluss ($P > 0,1$) auf die Trächtigkeitsdauer.

STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979) sowie ECHTERNKAMP und GREGORY (1999) geben an, dass eine verkürzte Trächtigkeitsdauer der Hauptgrund für das gehäufte Auftreten von Nachgeburtsverhaltung bei Zwillings- und Mehrlingsgeburten gegenüber Einlingsgeburten (27,9 % vs. 1,9 %; $P < 0,1$) ist. Nach HUBER (2006) spricht man von Nachgeburtsverhaltung, wenn der Abgang der Plazenta nicht binnen 12 Stunden nach der Geburt stattgefunden hat. Bei männlichen gleich geschlechtlichen Zwillingspaaren treten nach STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979) Nachgeburtsverhaltungen zu einem höheren Prozentsatz auf, da das Überwiegen der männlichen Geschlechtshormone das Lösen der Eihäute über das endokrine System beeinflusst.

Zur Verlängerung der Trächtigkeitsdauer und somit zur Verringerung der Häufigkeit von Nachgeburtsverhaltung empfehlen FRICKE und SHAVER (2000) sowie STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979) bei Kühen, die Zwillinge oder Mehrlinge erwarten, eine gezielte Fütterung im letzten Trächtigkeitsdrittel bzw. eine Vorbereitungsfütterung. Aufgrund der verkürzten Trächtigkeitsdauer findet in den meisten Fällen eine unzureichende Vorbereitungsfütterung statt. Die Autoren bestätigen demnach, dass bei einer Zwillingsträchtigkeit durch einen früheren Trockenstellzeitpunkt und durch eine Steigerung der Nährstoffkonzentration 2 bis 3 Wochen vor dem Geburtstermin die Trächtigkeitsdauer verlängert werden kann. Untersuchungen von STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979) zeigen, dass durch eine gezielte Vorbereitungsfütterung zwillingsträchtiger Tiere eine Verlängerung der Trächtigkeisdauer von 263,3 auf 280,6 Tage erzielt, und somit das Auftreten von Nachgeburtverhaltung von 42,4 auf 28,2 % gesenkt werden kann.

2.6.3 Kalbeverlauf

Bei Zwillings- und Mehrlingsgeburten treten häufiger Probleme bei und nach der Geburt auf als bei Einlingsgraviditäten. BUSCH und SCHULZ (1993) sowie ECHTERNKAMP und GREGORY (1999) sehen die Ursachen dafür nicht, wie bei Einlingsgeburten am häufigsten, im zu hohen Geburtsgewicht der Kälber oder im zu engen Becken der Mutter, sondern vor allem in Lage-, Stellungs- und Haltungsabnormalien. Da etwa 60 % der Zwillingsgraviditäten im selben Uterushorn ausgetragen werden, sind nach RANDT (1994) aufgrund des Platzmangels für die Früchte das gleichzeitige Vorhandensein von Gliedmaßen im Geburtsweg, fehlerhafte Vorderglied- und Hintergliedmaßenhaltung, sowie die fehlerhafte Kopfhaltung die häufigsten Ursachen für Schwergeburten bei Zwillings- und Mehrlingsgeburten.

ECHTERNKAMP und GREGORY (1999) stellten fest, das das Auftreten von Fehllagen (va. Hinterendlage) bei weiblichen Zwillingspaaren seltener ist als bei männlichen. Als Hauptgrund hierfür wird das geringere Geburtsgewicht der weiblichen Kälber gegenüber den männlichen gesehen. Der Platzmangel im Uterus ist somit für weibliche Zwillinge geringer.

Auf das generell geringere Geburtsgewicht von Zwillings- und Drillingskälbern gegenüber Einlingen wird in zahlreichen Literaturangaben hingewiesen. Untersuchungen von RANDT (1994) bei Schwarzbunten Rindern zeigen, dass die Geburtsmasse von Zwillingskälbern etwa um 8,4 kg geringer war als das Geburtsgewicht eines einzelnen Kalbes (42,1 kg vs. 33,7 kg). Als Hauptursachen für diesen Gewichtsunterschied geben RANDT (1994), ECHTERNKAMP und GREGORY (1999) sowie STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979) die verkürzte Trächtigkeitsdauer bei Zwillings- und Mehrlingsgraviditäten an.

Analysen von ECHTERNKAMP und GREGORY (1999) zeigen, dass das Geburtsgewicht mit jedem weiteren Trächtigkeitstag bei Einlingsgeburten um 0,59 kg bzw. bei Zwillingen um 0,45 kg steigt. Eine Verlängerung der Trächtigkeit durch gezielte Maßnahmen (rechtzeitige Vorbereitungsfütterung, ausreichende Nährstoffversorgung der Mutter im letzten Graviditätdrittel) ist somit von großer Bedeutung.

Auch das Geschlecht hat einen maßgeblichen Einfluss auf das Geburtsgewicht. RANDT (1994) ermittelte bei den Schwarzbuntrindern für die Stierkälber aus einem männlichen Zwillingspaar ein Geburtsgewicht von 33,4 kg je Zwillingskalb, während weibliche Kälber aus einem gleich geschlechtlichen Paar nur durchschnittlich 30,8 kg erzielten. Kälber aus gemischt geschlechtlichen Paaren wogen im Durchschnitt 36,8 kg bei der Geburt, wobei wiederum die männlichen Kälber schwerer waren als die weiblichen.

Das niedrigere Geburtsgewicht von Zwillingen und Mehrlingen ermöglicht trotz zahlreicher Fehlhaltungen und –stellungen ein leichteres Entwickeln der Früchte. Bei Normallage der Zwillinge ist aufgrund der geringen Geburtsmasse nur eine geringe bis keine Zughilfe erforderlich.

2.6.4 Totgeburten und Kälbersterblichkeit

Bei Zwillings- und Mehrlingsgeburten kann generell eine höhere Totgeburtenrate und Kälbersterblichkeit verzeichnet werden. Nach STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979) liegt die Totgeburtenrate bei Zwillingskälbern bei etwa 1,3 bis 19,5 %. RANDT (1994) gibt eine Verlustrate von 12,5 % bei Zwillingsgraviditäten und 1,6 % bei Einlingen an.

GREGORY et al. (1996) sowie STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979) stellen fest, dass ein geschlechtsbezogener Unterschied in der Häufigkeit an Totgeburten bzw. der Häufigkeit innerhalb weniger Tage verendeter Kälber besteht. Demnach wird auf die höhere Sterblichkeitsrate von männlichen Zwillingskälbern hingewiesen. Studien bei Fleischrindern zeigen, dass die Überlebensrate von Zwillingen geringer ist, wenn beide Kälber männlich sind. Weiblich Zwillingspaare haben somit eine höhere Überlebenschance. Kälber aus gemischtgeschlechtlichen Paaren weisen eher die Überlebensrate der männlichen gleich geschlechtlichen Paare auf als jene der weiblichen Zwillingskälber. Die Reihenfolge, wie die Zwillingspartner geboren werden, hat jedoch keinen Einfluss auf die Kälbersterblichkeit.

Nach STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979) sowie nach GREGORY et al. (1996) besteht ein direkter Zusammenhang zwischen dem Geburtsverlauf und der Häufigkeit an tot geborenen oder später verendeten Kälber. Verschleppte Geburten sowie Schwergeburten erhöhen demnach die Wahrscheinlichkeit für das Verenden des Kalbes.

Als Hauptursache für den höheren Anteil an Totgeburten und für die höheren postnatalen Verluste bei Zwillingen und Mehrlingen gegenüber Einlingen sehen RANDT (1994) sowie STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979) die geringere Vitalität und Lebenskraft der Zwillings- und Mehrlingskälber bei und nach der Geburt. Grund hierfür ist demnach das aufgrund der verkürzten Trächtigkeitsdauer geringere Geburtsgewicht der Kälber. Durch eine ausreichende Nährstoffversorgung der Mutter in der hochtragenden Phase, ein frühzeitiger Trockenstelltermin bei Feststellung einer Zwillings- oder Mehrlingsgeburt, sowie durch eine gezielte Vorbereitungsfütterung wird eine gute Basis für vitale Kälber geschaffen.

3 DATENMATERIAL UND AUSWERTUNGSMETHODIK

3.1 Datenmaterial

Die den Untersuchungen zugrunde liegenden Daten wurden von Dr. Christian Fürst (Zucht-Data EDV-Dienstleistungen GmbH) zur Verfügung gestellt.

Der Pedigreedatensatz, der sich auf das niederösterreichische Fleckvieh bezog, umfasste 5 Generationen.

Der Leistungsdatensatz beinhaltete alle Tiere, die vom 1. Jänner 1995 bis zum 6. April 2006 geboren wurden, mit Ausnahme des Datensatzes für die Milchleistung, der alle bis zum 13. Dezember 2006 geborenen Tiere umfasste.

Folgende Informationen wurden hierbei zur Verfügung gestellt:

- Landeskontrollverband
- Betriebsnummer
- Lebensnummer von Kalb, Mutter und Vater
- Rasse von Kalb und Vater
- Fremdgenanteil des Kalbes
- Geschlecht
- Laktation
- Geburtsdatum der Mutter
- Belegdatum
- Häufigkeit der Belegung und Belegungsart (Künstliche Besamung oder Natursprung)
- Trächtigkeitsdauer
- Kalbedatum
- Geburtstyp (Einling, Zwilling, Drilling, Vierling, Fünfling, Sechsling)
- Geburtsverlauf
- Zwischenkalbezeit
- Verwendung (inkl. tot geborener und verendeter Kälber)
- Milchleistung (Milch-, Fett- und Eiweißkilogramm, Fett- und Eiweißprozent)

Insgesamt standen mehr als 4 Millionen Datensätze zur Auswertung zur Verfügung. Diese wurden je nach Fragestellung eingeschränkt. Die Aufbereitung erfolgte ausnahmslos mit dem Softwarepaket SAS (Statistical Analysis System), Version 9.1 (SAS, 2003).

Im ersten Schritt wurde der ursprüngliche Datensatz, der auf Basis "Kälber" beruhte, auf die Basis "Geburten" reduziert, indem alle Kälber, die dieselbe Mutter und dasselbe Kalbedatum aufwiesen, auf ein Kalb reduziert wurden. Somit repräsentiert also bei einer Einzelgeburt jedes Kalb eine Geburt. Bei einer Zwillingsgeburt entspricht dies einem zufällig der beiden Kälber gewählten. Um den Begriff der Reinrassigkeit zu gewähren, wurden Kälber mit einem Fremdgenateil von mehr als 25 % aus dem Datensatz ausgeschlossen.

Die in die Untersuchung einbezogenen Rassen wurden zu folgenden Nutzungsrichtungen zusammengefasst:

Milchnutzung:	**Fleischnutzung:**	**Gefährdete Rinderrassen:**
Braunvieh	Angus	Kärntner Blondvieh
Fleckvieh	Charolais	Murbodner
Grauvieh	Galloway	Tux-Zillertaler
Holstein	Limousin	Waldviertler Blondvieh
Pinzgauer	Schottisches Hochlandrind	

Auch bei den zuvor erwähnten Rassen wurden Zusammenfassungen vorgenommen:

- Braunvieh: inkl. Original Braunvieh
- Fleckvieh: inkl. Fleckvieh-Fleisch und Montbeliarde
- Holstein: inkl. Original Schwarzbunte und Red Holstein
- Pinzgauer: inkl. Jochberger Hummeln
- Angus: Deutsch Angus und Aberdeen Angus

Weiters wurden nur jene Rassen in die Analyse aufgenommen, die von Jänner 1995 bis Anfang April 2006 mehr als 1000 registrierte Geburten aufweisen konnten. Somit sind bei der Fleischnutzung und bei den Gefährdeten Rassen vor allem kleinere Populationen nicht in die Analyse eingeflossen.

Der Geburtstyp "Sechsling" war der höchste registrierte Geburtstyp bei dieser Analyse. Da jedoch bei den meisten Rassen Drillinge, Vierlinge, Fünflinge und Sechslinge nur äußerst selten vorkamen, wurden diese Geburtstypen für sämtliche Analysen unter dem Begriff "Mehrling" zusammengefasst.

Da bei Fleischnutzungsrassen und Gefährdeten Rinderrassen nur maximal Drillinge aufgetreten sind, entspricht hierbei der Begriff "Mehrling" der Bezeichnung "Drilling".

Die Rassen der Fleischnutzung und die Gefährdeten Rinderrassen wurden lediglich zur Berechnung der Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten herangezogen, um hierbei einen Vergleich zur Häufigkeit bei Milchnutzungsrassen ziehen zu können. Alle übrigen Analysen in dieser Arbeit wurden für die Milchnutzungsrassen durchgeführt.

Die Berechnung des **Geschlechterverhältnisses** erfolgte auf der Basis "Kälber", da für diese Berechnung das Geschlecht der Zwillingskälber miteinbezogen werden muss. Daher wurde der Datensatz auf Zwillingsgeburten mit bekanntem Geschlecht eingeschränkt, wobei die Zwitter zur Gruppe "männlich/weiblich" hinzugefügt wurden. Die Zahl an gemeldeten Zwittern umfasste für die Rasse Braunvieh 4 Kälber, für die Rasse Fleckvieh 12 Tiere und für die Rasse Pinzgauer 1 Kalb.

Als Einflussfaktoren auf die Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten wurden die Kalbesaison, die Häufigkeit der Belegung, die Laktationsnummer und der Einfluss des Belegstieres berücksichtigt.

Für die Definition der **Kalbesaison** wurden die Kalbemonate zu Saisonen wie folgt zusammengefasst:

Kalbemonat:	**Kalbesaison:**
März, April, Mai	Frühling
Juni, Juli, August	Sommer
September, Oktober, November	Herbst
Dezember, Jänner, Februar	Winter

Die **Belegungshäufigkeit** wurde anhand der Anzahl an gemeldeten Belegungen in 5 Kategorien eingeteilt: Unbekannt, ein, zwei, drei und vier und mehr Belegungen.

Die Belegungsart umfasste bei dieser Untersuchung die Künstliche Besamung und den Natursprung, welcher vor allem bei den Rassen Grauvieh und Pinzgauer auch weiterhin eine zentrale Rolle in den jeweiligen nationalen Zuchtprogrammen spielt.

Hinsichtlich des Einflusses der **Laktationsnummer** bzw. des **Alters der Kuh** auf die Anzahl der Kälber je Geburt wurden nur die Zwillingsgeburten herangezogen. Zur Analyse der Zwillingshäufigkeit in den einzelnen Laktationen wurden bei den Rassen Braunvieh, Grauvieh, Holstein und Pinzgauer 10 Laktationsgruppen aufgenommen, während alle ab der 11. Laktation zur Gruppe "Laktation ≥ 10 " zusammengefasst worden sind.

Da bei der Rasse Fleckvieh eine große Anzahl von Kühen vorhanden war, die mehr als 10 Laktationen aufweisen konnte, wurde die Auswertung bis zur 15. Laktation durchgeführt, und jene Kühe mit mehr als 15 Laktationen zur Gruppe "Laktation ≥ 15" zusammengefasst.

Die Untersuchung des Einflusses des **Belegstieres** wurde ebenfalls nur für die Zwillingsgeburten durchgeführt. Um unter den Zwillingsvererbern auch wirklich jene Stiere zu erhalten, die in den meisten Fällen bekannt sind, wurde eine Mindestanzahl an Abkalbungen je Stier festgelegt. Diese beträgt bei den Rassen Braunvieh und Holstein 350, bei Fleckvieh 500, bei Pinzgauer 200 und bei Grauvieh 150 Mindestabkalbungen je Stier. Somit finden sich nur Stiere, die in der Künstlichen Besamung, und nicht im Natursprung am Betrieb oder als Ringstier eingesetzt werden, in der Auswertung.

Tabelle 3: Mindestanzahl an Nachkommen je Stier und die daraus resultierende Anzahl an Stieren und Geburten getrennt nach Rasse

Rasse	N Abkalbungen je Stier	N Stiere	N Geburten
Braunvieh	≥ 350	332	396.389
Fleckvieh	≥ 500	667	1.832.981
Grauvieh	≥ 150	71	22.750
Holstein	≥ 350	171	152.436
Pinzgauer	≥ 200	87	48.254

Für Auswertungen zur **Milchleistung** im Rahmen der deskriptiven Statistik wurden die arithmetischen Mittelwerte und Standardabweichungen für die Leistungen Milch-, Fett- und Eiweißkilogramm sowie für Fett- und Eiweißprozent für die Geburtstypen Einling, Zwilling und Mehrling in der Folgelaktation berechnet. Bei den Rassen Holstein, Grauvieh und Pinzgauer wurden die Gruppen "Zwilling" und "Mehrling" zusammengefasst, da in der Gruppe der Mehrlinge nur wenige Geburten registriert werden konnten.

Für die Untersuchungen im Rahmen der **Trächtigkeitsdauer** wurde der arithmetische Mittelwert für die Trächtigkeitsdauer in Tagen für jede Rasse und das jeweilige Geschlecht, sowie die Abweichung der Trächtigkeitsdauer bei Zwillings- und Mehrlingskälbern von den Einlingskälbern in Tagen berechnet. Zur Analyse des Geschlechterverhältnisses flossen Kälber mit unbekanntem Geschlecht (Zwitter) in der Gruppe der Geschlechterkombination "männlich/weiblich" ein.

Zur Auswertung des **Kalbeverlaufs** wurde die 5-stufige Skala, die von den Landeskontrollverbänden und der ZuchtData angewendet wird, übernommen (FÜRST, 2005; ZUCHTDATA, 2006).

Kalbeverlaufsklasse 1: Leichtgeburt (keine Geburtshilfe erforderlich)
Kalbeverlaufsklasse 2: Normalgeburt (Geburtshilfe von einer Person erforderlich)
Kalbeverlaufsklasse 3: Schwergeburt (Geburtshilfe von mehr als einer Person oder mechanischer Geburtshelfer erforderlich)
Kalbeverlaufsklasse 4: Kaiserschnitt
Kalbeverlaufsklasse 5: Embryotomie (Zerstückeln des Kalbes)

Die Zuordnung zu einer Klasse erfolgt aufgrund der jeweiligen Notwendigkeit der geburtshilflichen Maßnahmen, nicht jedoch aufgrund der jeweils tatsächlich durchgeführten Geburtshilfe. Die Kalbeverlaufsklassen 4 und 5 wurden wie in der Zuchtwertschätzung zusammengefasst.

Das Merkmal "**Totgeburtenrate**" ist ein routinemäßig erfasstes "Ja/Nein-Merkmal" und umfasst alle tot geborenen und innerhalb von 48 Stunden nach der Geburt verendeten Kälber (ZUCHTDATA, 2006). Für die Analyse der Kälbersterblichkeit wurden diese beiden Gruppen zusammengefasst und nach Rasse, Geschlecht und Geburtstyp getrennt ausgewertet.

3.2 Statistische Auswertungen

Die Hypothesentestung wurde bei allen Modellen mit der Prozedur GLM von SAS, Version 9.1 (SAS, 2003) durchgeführt. Bei den Merkmalen Geburtstyp, Kalbeverlauf und Totgeburt handelt es sich um kategorische Merkmale. Da parametrische Verfahren relativ robust sind (zB. RASCH und GUIARD, 2004), wurden sie dennoch angewandt, wobei die P-Werte als approximativ zu verstehen sind. In diesem Zusammenhang wurde die Schätzung der Least Squares Means (LS Means) und ein paarweiser Mittelwertsvergleich mit Hilfe des Tukey Tests durchgeführt. Aus rechentechnischen Gründen war die Aufnahme von zufälligen Effekten in die Modelle nicht möglich - es wurden somit nur fixe Effekte und Covariablen aufgenommen.

Jedes Modell wurde gesondert für die 1. Abkalbung und für weitere Abkalbungen angewendet. Als Covariable wurde das Abkalbealter der Mütter in Tagen innerhalb Laktation aufgenommen. Die Berechnung erfolgte durch die Bildung der Differenz zwischen dem Geburtsdatum der Mutter und dem Geburtsdatum des/der Nachkommen.

Somit handelt es sich bei der 1. Abkalbung um das sogenannte Erstkalbealter. Bei Müttern mit bereits mehr Abkalbungen wurde das Alter unter Berücksichtigung der Laktation erfasst.

Weiters waren aufgrund der unterschiedlichen Datenstruktur zahlreiche Restriktionen notwendig, die aus den jeweiligen Tabellen ersichtlich sind. Für die Rassen Braunvieh, Grauvieh, Holstein und Pinzgauer erstreckte sich die Hypothesentestung über alle 8 Landeskontrollverbände, während bei der Rasse Fleckvieh aufgrund der großen Datenmenge und begrenzter Rechenkapazitäten nur die Landeskontrollverbände Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark herangezogen wurden.

Modell 1: Geburtstyp

$$Y_{ijklmnopq} = \mu + \alpha\beta_{ij}(\gamma_k)^{*} + \gamma_k^{*} + \delta_l + \zeta_m + \eta_n + \theta_o + \iota_p^{**} + \theta_o(\iota_p)^{**} + \varepsilon_{ijklmnopq}$$

$Y_{ijklmnopq}$	Beobachtungswert der abhängigen Variable (Geburtstyp)
μ	gemeinsame Konstante für alle Beobachtungswerte
$\alpha\beta_{ij}(\gamma_k)^{*}$	Wechselwirkung zwischen Betrieb i und Jahr j unter Berücksichtigung der Region k
γ_k^{*}	fixer Effekt der Region k
δ_l	fixer Effekt des Kalbesaison l
ζ_m	fixer Effekt des Belegungsanzahl m
η_n	fixer Effekt des Belegstieres n
θ_o	Covariable Alter o
ι_p^{**}	fixer Effekt der Laktation p
$\theta_o(\iota_p)^{**}$	Covariable Alter o unter Berücksichtigung der Laktation p
$\varepsilon_{ijklmnopq}$	Restkomponente, das heißt jener Teil von $Y_{ijklmnopq}$, der nicht durch die Parameter im Modell erklärt werden kann.

* bei der Rasse Pinzgauer: nur Region Salzburg

** nur im Modell für weitere Abkalbungen

Die Einteilung der Kalbemonate in Saisonen ist mit jener in Kapitel 3.1 ident. Bei den Belegstieren wurden nur jene Tiere in die Berechnungen miteinbezogen, die mindestens 2 Jahre und mindestens auf 3 Betrieben im Einsatz waren.

Bei der Belegungsanzahl erfolgte, wie bei den Berechungen zur deskriptiven Statistik, die Zusammenfassung von mehr als 4 Belegungen zur Belegungsklasse 4. Auch jene Gruppe, bei der die Belegungsanzahl nicht erfasst war, wurde in die Hypothesentestung aufgenommen.

Tabelle 4: Darstellung der Restriktionen und die sich daraus ergebende Anzahl von Betrieben, Belegstieren und Geburten für das Modell Geburtstyp nach Rasse und Laktation getrennt

Rasse/Laktation	Jahr	N Abkalbungen je Betrieb[3]	N Betriebe	N Belegstiere	N Geburten
Braunvieh (1)[1]	ab 2003	≥ 50	811	334	15.458
Braunvieh (≥ 2)[2]	ab 2003	≥ 50	811	456	39.610
Fleckvieh (1)	ab 2003	≥ 80	1.291	325	36.910
Fleckvieh (≥ 2)	ab 2003	≥ 80	1.291	825	88.776
Grauvieh (1)	ab 2000	≥ 20	283	108	2.230
Grauvieh (≥ 2)	ab 2000	≥ 20	283	125	6.768
Holstein (1)	ab 2002	≥ 40	944	379	22.528
Holstein (≥ 2)	ab 2002	≥ 40	947	480	50.091
Pinzgauer (1)	ab 2000	≥ 20	513	153	6.814
Pinzgauer (≥ 2)	ab 2000	≥ 20	513	179	15.210

[1]1. Laktation; [2]ab 2. Laktation; [3]Mindestanzahl an Abkalbungen je Betrieb seit dem jeweiligen Jahr

Tabelle 5: Anzahl der Beobachtungswerte in den einzelnen Kalbesaisonen zur Schätzung der LS Means nach Rasse und Laktation getrennt

		Kalbesaison			
Rasse/Laktation	Gesamt	Frühling[3]	Sommer[4]	Herbst[5]	Winter[6]
Braunvieh (1)[1]	15.458	5.419	1.696	2.354	5.986
Braunvieh (≥ 2)[2]	39.610	12.348	8.716	7.732	10.814
Fleckvieh (1)	36.910	10.847	7.941	8.451	9.671
Fleckvieh (≥ 2)	88.776	25.840	19.401	21.229	22.306
Grauvieh (1)	2.230	493	163	242	1.332
Grauvieh (≥ 2)	6.768	1.876	1.059	778	3.055
Holstein (1)	22.528	7.392	3.571	4.774	6.791
Holstein (≥ 2)	50.091	14.535	10.479	11.854	13.223
Pinzgauer (1)	6.814	1.963	409	454	3.988
Pinzgauer (≥ 2)	15.210	4.667	3.463	1.742	5.338

[1]1. Laktation; [2]ab 2. Laktation; [3]Frühling = März, April, Mai; [4]Sommer = Juni, Juli, August; [5]Herbst = September, Oktober, November; [6]Winter = Dezember, Jänner, Februar

Tabelle 6: Anzahl der Beobachtungswerte in den einzelnen Belegungsklassen zur Schätzung der LS Means nach Rasse und Laktation getrennt

		Anzahl Belegungen				
Rasse/Laktation	**Gesamt**	**Unbek.**	**1.**	**2.**	**3.**	**≥ 4.**
Braunvieh (1)[1]	15.458	501	10.732	2.955	876	394
Braunvieh (≥ 2)[2]	39.610	1.346	23.181	9.328	3.493	2.262
Fleckvieh (1)	36.910	1.218	26.184	6.764	1.968	776
Fleckvieh (≥ 2)	88.776	2.875	53.439	21.044	7.472	3.946
Grauvieh (1)	2.230	51	1.656	376	100	47
Grauvieh (≥ 2)	6.768	218	4.488	1.445	412	205
Holstein (1)	22.528	1.213	15.592	3.963	1.188	572
Holstein (≥ 2)	50.091	2.447	27.031	12.342	5.055	3.216
Pinzgauer (1)	6.814	949	4.785	862	161	57
Pinzgauer (≥ 2)	15.210	1.990	9.615	2.686	673	246

[1]1. Laktation; [2]ab 2. Laktation; Unbek. = Unbekannt

Tabelle 7: Anzahl der Beobachtungswerte in den einzelnen Laktationen zur Schätzung der LS Means nach Rasse getrennt

		Laktation								
Rasse	**Gesamt**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**≥ 10**
Braunvieh	39.610	12.143	9.166	6.748	4.705	3.110	1.836	1.073	557	272
Fleckvieh	88.776	24.995	21.184	15.691	11.117	7.219	4.373	2.390	1.233	574
Grauvieh	6.768	1.812	1.424	1.095	815	629	443	277	163	110
Holstein	50.091	17.338	12.946	8.619	5.395	3.031	1.533	741	338	150
Pinzgauer	15.210	5.054	3.591	2.474	1.684	1.134	658	363	177	75

Modell 2: Milchleistung nach Einlings-, Zwillings- oder Mehrlingsgeburten

Die Berechnungen im Rahmen dieses Modells beziehen sich auf die Milchleistung *nach* einer Einlings-, Zwillings- oder Mehrlingsgeburt. Die Erstellung des Modells erfolgte in Anlehnung an NIELEN et al. (1989). Die Zwischenkalbezeit zur nächsten Abkalbung sowie die Trächtigkeitsdauer wurden als fixe Effekte in das Modell aufgenommen. Bei der Zwischenkalbezeit wurde folgende Einteilung vorgenommen: 1 = < 350 Tage; 2 = ≥ 350 Tage und < 380 Tage; 3= ≥ 380 Tage und < 420 Tage; 4 = ≥ 420 Tage; 5 = Zwischenkalbezeit unbekannt. Bei der Trächtigkeitsdauer erfolgte die Einteilung folgendermaßen: 1 = < 270 Tage; 2 = ≥ 270 Tage und < 285 Tage; 3 = ≥ 285 Tage und < 300 Tage; 4 = ≥ 300 Tage; 5 = Trächtigkeitsdauer unbekannt. Weiters wurden die Geburtstypen Zwillinge und Mehrlinge zusammengefasst.

$$Y_{ijklmnopqr} = \mu + \alpha\beta_{ij}(\gamma_k) + \gamma_k + \delta_l + \zeta_m + \eta_n + \theta_o + I_p + \kappa_q^* + I_p(\kappa_q)^* + \varepsilon_{ijklmnopqr}$$

$Y_{ijklmnopqr}$ Beobachtungswert der abhängigen Variable (Milchleistung)

μ gemeinsame Konstante für alle Beobachtungswerte

$\alpha\beta_{ij}(\gamma_k)$ Wechselwirkung zwischen Betrieb i und Jahr j unter Berücksichtigung der Region k

γ_k fixer Effekt der Region k

δ_l fixer Effekt des Geburtstyps l

ζ_m fixer Effekt der Kalbesaison m

η_n fixer Effekt der Trächtigkeitsdauer n

θ_o fixer Effekt der Zwischenkalbezeit o

I_p Covariable Alter p

κ_q^* fixer Effekt der Laktation q

$I_p(\kappa_q)^*$ Covariable Alter p unter Berücksichtigung der Laktation q

$\varepsilon_{ijklmnopqr}$ Restkomponente, das heißt jener Teil von $Y_{ijklmnopqr}$, der nicht durch die Parameter im Modell erklärt werden kann.

* nur im Modell für weitere Abkalbungen

Tabelle 8: Darstellung der Restriktionen und die sich daraus ergebende Anzahl von Betrieben und Geburten für das Modell Milchleistung nach Rasse und Laktation getrennt

Rasse/Laktation	Jahr	N Abkalbungen je Betrieb[3]	N Betriebe	N Geburten
Braunvieh (1)[1]	ab 2003	≥ 50	1.706	26.607
Braunvieh (≥ 2)[2]	ab 2003	≥ 50	1.707	64.213
Fleckvieh (1)	ab 2003	≥ 100	1.577	36.241
Fleckvieh (≥ 2)	ab 2003	≥ 100	1.577	88.417
Grauvieh (1)	ab 2000	≥ 20	528	3.167
Grauvieh (≥ 2)	ab 2000	≥ 20	531	9.475
Holstein (1)	ab 2002	≥ 40	1.408	30.936
Holstein (≥ 2)	ab 2002	≥ 40	1.408	62.184
Pinzgauer (1)	ab 2000	≥ 20	891	10.060
Pinzgauer (≥ 2)	ab 2000	≥ 20	901	23.544

[1]1. Laktation; [2]ab 2. Laktation; [3]Mindestanzahl an Abkalbungen je Betrieb seit dem jeweiligen Jahr

Tabelle 9: Anzahl der im Modell Milchleistung berücksichtigten Einlings-, Zwillings- und Mehrlingsgeburten

		Geburtstyp	
Rasse/Laktation	**Gesamt**	**Einling**	**Zwilling + Mehrling**
Braunvieh (1. Laktation)	26.607	26.211	396
Braunvieh (≥ 2. Laktation)	64.213	61.478	2.735
Fleckvieh (1. Laktation)	36.241	35.172	1.069
Fleckvieh (≥ 2. Laktation)	88.417	82.009	6.408
Grauvieh (1. Laktation)	3.167	3.135	32
Grauvieh (≥ 2. Laktation)	9.475	9.021	454
Holstein (1. Laktation)	30.936	30.457	479
Holstein (≥ 2. Laktation)	62.184	59.602	2.582
Pinzgauer (1. Laktation)	10.060	9.742	318
Pinzgauer (≥ 2. Laktation)	23.544	22.038	1.506

Modell 3 und 4: Kalbeverlauf und Totgeburten

Die Zuchtwertschätzung für Kalbeverlauf und Totgeburtenrate erfolgt multivariat, das heißt unter Berücksichtigung der genetischen Beziehungen zwischen den beiden Merkmalen (FÜRST, 2005). Die Erstellung der Modelle erfolgte daher in Anlehnung an jene, die auch für die gemeinsame Zuchtwertschätzung mit Deutschland herangezogen werden.

Die Modelle sind vom Aufbau daher grundsätzlich ident, nur wurde das Modell für die Totgeburten um den fixen Effekt des Kalbeverlaufs erweitert. Aufgrund der geringen Anzahl an Mehrlingsgeburten wurde bei den Rassen Braunvieh, Holstein und Pinzgauer (jeweils 1. Laktation) und bei der gesamten Rasse Grauvieh die Geburtstypen "Zwillinge" und "Mehrlinge" zu einer Gruppe zusammengefasst. Die Einteilung der Kalbeverlaufsklassen erfolgte wie in Kapitel 3.1. Auch hier wurden die Kalbeverlaufsklassen 4 (Kaiserschnitt) und 5 (Embryotomie) zusammengefasst. War die Wechselwirkung zwischen Geschlecht und Geburtstyp nicht signifikant, wurde sie aus den Modellen entfernt.

Modell 3: Kalbeverlauf

$$Y_{ijklmnop} = \mu + \alpha\beta_{ij}(\gamma_k) + \gamma_k + \delta_l + \zeta_m + \delta\zeta_{lm} + \eta_n + \theta_o^* + \eta_n(\theta_o)^* + \varepsilon_{ijklmnop}$$

$Y_{ijklmnop}$	Beobachtungswert der abhängigen Variable (Kalbeverlauf)
μ	gemeinsame Konstante für alle Beobachtungswerte
$\alpha\beta_{ij}(\gamma_k)$	Wechselwirkung zwischen Betrieb i und Jahr j unter Berücksichtigung der Region k
γ_k	fixer Effekt der Region k
δ_l	fixer Effekt des Geschlechts l
ζ_m	fixer Effekt des Geburtstyps m
$\delta\zeta_{lm}$	Wechselwirkung zwischen Geschlecht l und Geburtstyp m
η_n	Covariable Alter n
θ_o^*	fixer Effekt der Laktation o
$\eta_n(\theta_o)^*$	Covariable Alter n unter Berücksichtigung der Laktation o
$\varepsilon_{ijklmnop}$	Restkomponente, das heißt jener Teil von $Y_{ijklmnop}$, der nicht durch die Parameter im Modell erklärt werden kann.

* nur im Modell für weitere Abkalbungen

Modell 4: Totgeburten

$$Y_{ijklmnopq} = \mu + \alpha\beta_{ij}(\gamma_k) + \gamma_k + \delta_l + \zeta_m + \delta\zeta_{lm} + \eta_n + \theta_o + I_p^* + \theta_o(I_p)^* + \varepsilon_{ijklmnopq}$$

$Y_{ijklmnopq}$	Beobachtungswert der abhängigen Variable (Totgeburt)
μ	gemeinsame Konstante für alle Beobachtungswerte
$\alpha\beta_{ij}(\gamma_k)$	Wechselwirkung zwischen Betrieb i und Jahr j unter Berücksichtigung der Region k
γ_k	fixer Effekt der Region k
δ_l	fixer Effekt des Geschlechts l
ζ_m	fixer Effekt des Geburtstyps m
$\delta\zeta_{lm}$	Wechselwirkung zwischen Geschlecht l und Geburtstyp m
η_n	fixer Effekt des Kalbeverlaufs n
θ_o	Covariable Alter o
I_p^*	fixer Effekt der Laktation p
$\theta_o(I_p)^*$	Covariable Kalbealter o unter Berücksichtigung der Laktation p
$\varepsilon_{ijklmnopq}$	Restkomponente, das heißt jener Teil von $Y_{ijklmnopq}$, der nicht durch die Parameter im Modell erklärt werden kann.

* nur im Modell für weitere Abkalbungen

Tabelle 10: Darstellung der Restriktionen und die sich daraus ergebende Anzahl von Betrieben und Geburten für die Modelle Kalbeverlauf und Totgeburten nach Rasse und Laktation getrennt

Rasse/Laktation	Jahr	N Abkalbungen je Betrieb[3]	N Betriebe	N Tiere
Braunvieh (1)[1]	ab 2003	≥ 50	1.208	25.881
Braunvieh (≥ 2)[2]	ab 2003	≥ 50	1.208	65.968
Fleckvieh (1)	ab 2003	≥ 80	1.785	52.121
Fleckvieh (≥ 2)	ab 2003	≥ 80	1.785	133.587
Grauvieh (1)	ab 2000	≥ 20	419	3.577
Grauvieh (≥ 2)	ab 2000	≥ 20	423	11.366
Holstein (1)	ab 2002	≥ 40	1.151	33.264
Holstein (≥ 2)	ab 2002	≥ 40	1.151	70.859
Pinzgauer (1)	ab 2000	≥ 20	804	14.129
Pinzgauer (≥ 2)	ab 2000	≥ 20	816	33.559

[1]1. Laktation; [2]ab 2. Laktation; [3]Mindestanzahl an Abkalbungen je Betrieb seit dem jeweiligen Jahr

Tabelle 11: Anzahl der im Modell Kalbeverlauf und Totgeburten berücksichtigten Einlings-, Zwillings- und Mehrlingsgeburten

		Geburtstyp		
Rasse/Laktation	**Gesamt**	**Einling**	**Zwilling**	**Mehrling[1]**
Braunvieh (1. Laktation)	25.881	25.122	759	-
Braunvieh (≥ 2. Laktation)	65.968	59.950	5.943	75
Fleckvieh (1. Laktation)	52.121	48.869	3.223	29
Fleckvieh (≥ 2. Laktation)	133.587	113.508	19.668	411
Grauvieh (1. Laktation)	3.577	3.487	90	-
Grauvieh (≥ 2. Laktation)	11.366	10.272	1.094	-
Holstein (1. Laktation)	33.264	31.332	932	-
Holstein (≥ 2. Laktation)	70.859	64.866	5.922	71
Pinzgauer (1. Laktation)	14.129	13.277	852	-
Pinzgauer (≥ 2. Laktation)	33.559	29.316	4.213	30

[1]bei Braunvieh (1.Lakt.), Holstein (1. Lakt.), Pinzgauer (1. Lakt.) und Grauvieh (1. und höhere Lakt.) wurden die Geburtstypen Zwilling und Mehrling zum Geburtstyp Zwilling zusammengefasst

3.3 Heritabilitätsschätzung

Die Schätzung der Heritabilitäten für das Merkmal Geburtstyp erfolgte aus rechentechnischen Gründen lediglich für die niederösterreichische Fleckviehpopulation. Die weiteren Restriktionen entsprechen jenen, die für das Modell "Geburtstyp" vorgenommen wurden. Hierzu wurden die Programme DMU, (MADSEN und JENSEN, 2006), PEST (GROENEVELD, 1990) und VCE (GROENEVELD, 1998) verwendet. Die Heritabilitätsschätzungen wurden wiederum für die 1. Laktation und für höhere Laktationen getrennt durchgeführt. Das hierfür verwendete Modell wurde in Anlehnung an das Modell "Geburtstyp" erstellt, wobei neben den zufälligen genetischen und permanenten Umwelteffekten die Wechselwirkung zwischen Betrieb und Jahr, die Anzahl der Belegungen und die Laktation als fixe Effekte aufgenommen wurden. Die Schätzung mit dem Programm DMU erfolgte mit einem "Sire-Dam-Modell", während mit dem Programm VCE der direkte (paternale) genetische Effekt sowie der maternale genetische Effekt miteinbezogen wurde.

Tabelle 12: Anzahl der Geburten und der Pedigreedatensätze zur Heritabilitätsschätzung für das Merkmal Geburtstyp nach Laktation getrennt

Laktation	**N Geburten**	**N Pedigreedatensätze**
1. Laktation	15.391	60.143
ab 2. Laktation	35.322	62.088

4 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

4.1 Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten beim Rind

4.1.1 Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten in Abhängigkeit von Nutzungsrichtung und Rasse

Die Ergebnisse der Auswertungen zur Häufigkeit des Auftretens der Geburtstypen "Einling", "Zwilling" und "Mehrling" in der Österreichischen Rinderpopulation, getrennt nach Rasse und Nutzungsrichtung, sind in Tabelle 13 dargestellt. Drillings-, Vierlings-, Fünflings- und Sechslingsgeburten sind hierbei unter dem Begriff "Mehrling" zusammengefasst.

Tabelle 13: Häufigkeit von Einlings-, Zwillings- und Mehrlingsgeburten nach Nutzungsrichtung und Rasse (%)

		Geburtstyp		
Nutzungsrichtung/Rasse	**N**	**Einling**	**Zwilling**	**Mehrling**
Milchnutzung				
Braunvieh	702.236	96,33	3,65	0,02
Fleckvieh	2.943.059	94,58	5,37	0,05
Grauvieh	44.268	96,06	3,92	0,02
Holstein	313.454	96,74	3,24	0,02
Pinzgauer	114.637	94,39	5,57	0,04
Fleischnutzung				
Angus	4.466	98,32	1,66	0,02
Charolais	5.519	96,90	3,06	0,04
Galloway	4.548	99,56	0,44	-
Limousin	5.018	99,05	0,94	0,01
Schottisches Hochlandrind	9.942	99,10	0,90	-
Gefährdete Rinderrassen				
Kärntner Blondvieh	1.644	99,09	0,91	0,12
Murbodner	3.596	96,00	4,00	-
Tux-Zillertaler	2.450	97,27	2,73	-
Waldviertler Blondvieh	1.516	97,96	2,04	-

Die Ergebnisse in Tabelle 13 zeigen, dass beim Auftreten von Muliparität der Geburtstyp "Zwilling" am häufigsten vorkommt. Dies wird auch durch eine Studie von FÜRST (2003) bestätigt.

Betrachtet man die Häufigkeiten beim Geburtstyp "Zwilling", so verzeichnet die Österreichische Rinderpopulation generell eine Zwillingsgeburtenrate von 0,44 bis 5,57 %. Die Schwankungsbreite lässt jedoch darauf schließen, dass durchaus erhebliche Unterschiede zwischen den Nutzungsrichtungen Milch und Fleisch, als auch innerhalb dieser, also zwischen den Rassen, bestehen. Vergleicht man den prozentuellen Anteil der Zwillingsgeburten zwischen Fleisch- und Milchrindern, so kommen Zwillinge überwiegend bei Milchrindern vor. Hierbei ist das Pinzgauerrind mit einer Häufigkeit von 5,57 % jene Rasse, die den höchsten Anteil an Zwillingsgeburten in Österreich aufweisen kann. Bei der Zweinutzungsrasse Fleckvieh liegt die Zwillingsgeburtenrate bei 5,37 %. Die Rassen Braunvieh, Grauvieh und Holstein weisen eine Häufigkeit zwischen 3 und 4 % auf.

Hinsichtlich der Zwillingshäufigkeit bei den Fleischrindern zeigen die Ergebnisse eine Bandbreite von 0,44 % bei der Rasse Galloway bis hin zu 3,06 % bei Charolaistieren. Schottisches Hochlandrind, Limousin und Angus weisen einen prozentuellen Anteil des Geburtstyps "Zwilling" von 0,90; 0,94 bzw. 1,66 % auf. Es ist also ersichtlich, dass Fleischrinder eine geringere Zwillingsgeburtenrate aufweisen als Milchnutzungsrassen. Mit Ausnahme der Rasse Charolais ist der Einfluss der Nutzungsrichtung beim Auftreten von Zwillingen für die Österreichische Rinderpopulation deutlich gegeben.

Auch das der Gruppe "Gefährdete Rinderrassen" zugehörige Murbodnerrind kann mit einer genau 4 %igen Zwillingshäufigkeit einen im Bereich der Milchrinder liegenden Anteil aufweisen. Die Rassen Tux-Zillertaler, Kärntner Blondvieh und Waldviertler Blondvieh zeigen Werte von 0,91 bis 2,73 % auf. Die Zwillingshäufigkeit bei den zuletzt genannten drei Rassen ist somit deutlich unter jener der Milchnutzungsrassen. In diesem Zusammenhang ist sowohl bei Fleischrindern als auch bei den gefährdeten Rinderrassen der deutlich geringere Datenumfang zu beachten.

Die Gruppe "Mehrling" setzt sich bei den Milchnutzungsrassen wie folgt zusammen:

Braunvieh:	137 Drillings-, 14 Vierlings- und 2 Fünflingsgeburten
Fleckvieh:	1.464 Drillings-, 39 Vierlings-, 13 Fünflings- und 1 Sechslingsgeburt
Grauvieh:	8 Drillingsgeburten
Holstein:	55 Drillings-, 8 Vierlings-, 2 Fünflings- und 1 Sechslingsgeburt
Pinzgauer:	45 Drillings- und 3 Vierlingsgeburten

Bei den Rassen zur Milchnutzung weist somit das Fleckvieh mit einer Häufigkeit an Mehrlingen von 0,05 % den höchsten Wert auf, gefolgt vom Pinzgauer mit 0,04 %.

Bei den Fleischrindern kann wiederum für die Rasse Charolais die höchste Häufigkeit (0,04 %) verzeichnet werden. Die gefährdete Rinderrasse "Kärntner Blondvieh" weist mit 0,12 % die höchste Mehrlingsrate unter den angeführten Rassen auf. Es ist hierbei aber zu beachten, dass die Aussagekraft dieses Werts aufgrund des niedrigen Populationsumfanges dieser Rasse (ca. 1650 Geburten) geringer ist, als jene für Milchnutzungsrassen. Generell kann beobachtet werden, dass bei Rassen mit hoher Zwillingsgeburtenrate auch vermehrt Mehrlinge zu verzeichnen sind. Dies wird durch die Theorie von BENNET et al. (1998) in Tabelle 1 bestätigt.

Der zuvor erwähnte Unterschied in der Häufigkeit der Zwillings- und Mehrlingsgeburten zwischen Fleischnutzungs- und Milchnutzungsrassen steht im Einklang mit den Ergebnissen früherer Arbeiten. Demnach gehen FRICKE und SHAVER (2000) davon aus, dass bei Fleischrassen nur jede 100. Geburt eine Zwillingsgeburt darstellt, während bei Milchkühen die Zwillingshäufigkeit mit 2,5 bis 5,8 % deutlich höher liegt. Nach KOMISAREK und DORYNEK (2002) kann man bei Rindern zur Fleischnutzung ebenfalls von einer Häufigkeit von etwa 1 % ausgehen, während bei Milchkühen der Anteil an Zwillingsgeburten bei etwa 4 bis 5 % liegt. Auch STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979a) sowie GREGORY et al. (1990) berichten von niedrigeren Zwillingsgeburtenfrequenzen bei Fleischrindern gegenüber Kühen, die zur Milchproduktion eingesetzt werden. Den Hauptgrund für die Unterschiede in der Häufigkeit sehen FRICKE und WILTBANK (1999), FÜRST (2003) und FARAHWASCHY (1973) in der höheren Laktationsleistung der Milchnutzungsrassen, gegenüber Rassen, die in der Mutterkuhhaltung eingesetzt werden. Nach FRICKE und WILTBANK (1999) treten bei Tieren mit einer höheren Laktationsleistung vermehrt Doppelovulationen auf. Auch FARAHWASCHY (1973) sieht physiologische Gründe für den Unterschied in der Zwillingsgeburtenfrequenz zwischen Fleisch- und Milchnutzungsrassen. Demnach wird für die Versorgung von Zwillingen mehr Milch benötigt. Die Milchrassen bzw. milchbetonten Rassen weisen daher in punkto Versorgung der Kälber eine bessere Grundlage für Zwillinge auf (siehe Kapitel 4.3.1).

Im Gegensatz zum Rind kommt es bei Schaf und Ziege zu einem weit höheren Auftreten von Zwillings- und Mehrlingsgeburten. Nach einer Untersuchung von FÜRST-WALTL et al. (2006) weist das Ostfriesische Milchschaf mit mehr als 70 % den höchsten Anteil an Zwillingen und Mehrlingen auf. Zu ähnlichen Fruchtbarkeitsergebnissen bei dieser Rasse kommt eine Studie von WESSELS (2003). Auch die Ziege weist ein hohes Maß an Multiparität auf. So stammen bei der Bunten Deutschen Edelziege etwa 59 von 100 Kitzen aus Zwillingsgeburten, während 15 Kitze als Drillinge geboren werden. Etwa 1 % entfallen auf Vierlinge (BÖMKES et al., 2004). Beim Menschen liegt die Zwillingshäufigkeit bei 1,1 %; Drillinge treten bei 0,02 % aller Geburten auf (FÜRST, 2003).

4.1.2 Zygotiegrad und Geschlechterverhältnis

Bezüglich dem Geschlechterverhältnis müsste man nach der Mendel'schen Spaltungsregel bei zweieiigen Zwillingen theoretisch erwarten können, dass die Hälfte aller Zwillingsgeburten gemischt geschlechtlich (männlich/weiblich) und jeweils ein Viertel der Zwillingsgeburten männlich/männlich bzw. weiblich/weiblich, also gleich geschlechtlich ist.

Das Geschlechterverhältnis für Zwillingsgeburten der in Österreich am häufigsten eingesetzten Rassen in der Milchnutzung wird in Tabelle 14 dargestellt.

Tabelle 14: Geschlechterverhältnis bei Zwillingsgeburten nach Rasse (%)

		Geschlechterkombination					
Rasse	**N Paare gesamt**	**männlich / männlich**	**N Paare**	**männlich / weiblich[1]**	**N Paare**	**weiblich / weiblich**	**N Paare**
Braunvieh	25.212	28,89	7.284	44,13	11.127	26,98	6.801
Fleckvieh	156.496	28,03	43.866	46,76	73.181	25,21	39.449
Grauvieh	1.655	30,15	499	44,17	731	25,68	425
Holstein	9.929	28,49	2.829	45,42	4.510	26,09	2.590
Pinzgauer	6.358	26,94	1.713	46,68	2.968	26,38	1.677

[1]inkl. Kälber mit unbekanntem Geschlecht (Zwitter)

Die Ergebnisse in Tabelle 14 verdeutlichen, dass der Anteil der gemischt geschlechtlichen Zwillingsgeburten nicht genau der Hälfte aller Zwillingsträchtigkeiten entspricht. Grund hierfür ist das Vorkommen von monozygoten Zwillingen, die immer dasselbe Geschlecht aufweisen, und sich somit der Anteil der gleich geschlechtlichen Zwillinge auf mehr als 25 % verschiebt. Dies ermöglicht die Abschätzung des Anteils von monozygoten Zwillingen, der mit 11,74 % bei der Rasse Braunvieh am höchsten liegt, gefolgt von der Rasse Grauvieh mit 11,66 % eineiigen Zwillingen. Holsteinkälber weisen einen Monozygotiegrad von 9,16 % auf, während Pinzgauer 6,64 % eineiige Zwillinge haben. Bei der Rasse Fleckvieh liegt der Anteil der monozygoten Zwillinge bei 6,48 %. Diese Ergebnisse liegen im Bereich früherer Arbeiten (zB. FRICKE und SHAVER, 2000).

Betrachtet man somit die Häufigkeit von gemischt geschlechtlichen Zwillingen, so verhält es sich genau gegenteilig: Die Rasse mit dem geringsten Anteil an monozygoten Zwillingen stellt die meisten gemischt geschlechtlichen Zwillingsgeburten. Die Rassen Fleckvieh und Pinzgauer weisen den höchsten Anteil an gemischt geschlechtlichen Zwillingsgeburten und die Rassen Braunvieh und Grauvieh den niedrigsten Anteil auf.

Da jedoch bei einem Zwillingspaar in den meisten Fällen das weibliche Tier unfruchtbar ist, findet man somit im Durchschnitt bei den Rassen Fleckvieh und Pinzgauer den höchsten Prozentsatz an unfruchtbaren und damit in der Zucht nicht verwendbaren weiblichen Tieren.

Hinsichtlich der Geschlechterverteilung bei gleich geschlechtlichen Zwillingsgeburten ist bei allen Rassen zu erkennen, dass die Geschlechterkombination "männlich/männlich" bei Zwillingen höher liegt als die Kombination "weiblich/weiblich". Dies folgt der Tatsache, dass in der Praxis auch bei Einlingsgeburten mehr Stierkälber als weibliche Kälber geboren werden. Während aus gleich geschlechtlichen Zwillingsträchtigkeiten bei der Rasse Grauvieh die meisten Stierkälber hervorgehen, bringt eine durchschnittliche Fleckviehkuh den geringsten Anteil an weiblichen Kälbern. Lediglich bei der Rasse Pinzgauer ist der Anteil der männlichen Tiere aus gleich geschlechtlichen Zwillingsträchtigkeiten nur knapp höher.

Auch Berechnungen von FÜRST (2003) über die Verteilung des Geschlechterverhältnis beim Österreichischen Fleckvieh für die Jahre 2001 bis 2003 brachten ein ähnliches Ergebnis: 45,3 % gemischt geschlechtlich; 28,7 % männlich/männlich und 26,0 % weiblich/weiblich. Im Gegensatz dazu beobachtete NIELEN et al. (1989) bei holländischen Holstein Friesian ein Geschlechterverhältnis von 46,3 % gemischt geschlechtlich; 26,3 % männlich/männlich und 27,9 % weiblich/weiblich.

4.2 Einflussfaktoren auf die Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten

In den folgenden Ausführungen wird auf die Einflussfaktoren anhand der Ergebnisse in Tabelle 15 näher eingegangen.

Wie in Tabelle 15 ersichtlich, hat die Wechselwirkung zwischen dem Betrieb und dem Kalbejahr unter Berücksichtigung der Region nur für die Rassen Braunvieh (ab der 2. Laktation; $P = 0,0013$), Fleckvieh (ab der 2. Laktation; $P < 0,001$), sowie für Grauvieh (1. Laktation, $P = 0,0101$) einen signifikanten Einfluss auf den Geburtstyp. Die Region als fixer Effekt ist nur für die Rasse Fleckvieh (ab der 2. Laktation; $P < 0,001$) signifikant.

Tabelle 15: Anzahl Geburten, Bestimmtheitsmaß (R^2) und Signifikanzniveau für das Merkmal Geburtstyp bei den österreichischen Milchviehrassen getrennt nach 1. Laktation (Lakt.1) und ≥ 2. Laktation (Lakt. ≥ 2)

Rasse/Laktation	N	R^2	Betrieb*Jahr (Region)[1]	Region[1]	Kalbe-saison	Anzahl Belegung	Belegstier	Laktation	Alter[2]	Alter[2] (Laktation)
Braunvieh (Lakt. 1)	15.458	0,20	ns	ns	ns	**	ns	-	ns	-
Braunvieh (Lakt. ≥ 2)	39.610	0,10	**	ns	ns	***	ns	ns	-	*
Fleckvieh (Lakt. 1)	36.910	0,14	ns	ns	*	***	ns	-	**	-
Fleckvieh (Lakt. ≥ 2)	88.776	0,08	***	***	***	***	ns	ns	-	ns
Grauvieh (Lakt. 1)	2.230	0,65	*	ns	ns	ns	ns	-	ns	-
Grauvieh (Lakt. ≥ 2)	6.768	0,29	ns	ns	ns	ns	*	ns	-	ns
Holstein (Lakt. 1)	22.528	0,20	ns	ns	**	**	ns	-	ns	-
Holstein (Lakt. ≥ 2)	50.091	0,10	ns	ns	*	**	ns	ns	-	ns
Pinzgauer (Lakt. 1)	6.814	0,41	ns	-	*	ns	ns	-	ns	-
Pinzgauer (Lakt. ≥ 2)	15.210	0,22	ns	-	ns	ns	ns	ns	-	ns

[1]Pinzgauer: nur Region Salzburg; [2]Erstkalbealter für die 1. Laktation bzw. Kalbealter innerhalb Laktation in der 2. und in höheren Laktationen

*** P < 0,001
** P < 0,01
* P < 0,05
ns P ≥ 0,05 (nicht signifikant)

4.2.1 Jahreszeit und Klima

Wie aus Tabelle 15 ersichtlich, ist der Einfluss des fixen Effekts der Kalbesaison bei den Rassen Fleckvieh (1. und höhere Laktationen), Holstein (1. und höhere Laktationen), sowie bei der Rasse Pinzgauer (ab 2. Laktation) signifikant. Bei den Rassen Braunvieh, Grauvieh und Pinzgauer (1. Laktation) konnte kein signifikanter Einfluss der Kalbesaison auf den Geburtstyp festgestellt werden.

Tabelle 16: Häufigkeit von Einlings-, Zwillings- und Mehrlingsgeburten unter Berücksichtigung der Kalbesaison (%)

		Geburtstyp		
Rasse/Kalbesaison	**N**	**Einling**	**Zwilling**	**Mehrling**
Braunvieh	**702.236**			
Frühling[1]	148.387	96,21	3,77	0,02
Sommer[2]	118.110	95,57	**4,40**	0,03
Herbst[3]	226.844	96,59	3,39	0,02
Winter[4]	208.895	96,55	3,43	0,02
Fleckvieh	**2.943.059**			
Frühling	675.744	94,76	5,19	0,05
Sommer	642.679	93,92	**6,01**	0,07
Herbst	816.841	94,63	5,32	0,05
Winter	807.795	94,90	5,06	0,04
Grauvieh	**44.268**			
Frühling	6.938	96,63	3,33	0,04
Sommer	4.188	95,49	**4,49**	0,02
Herbst	20.346	96,11	3,88	0,01
Winter	12.796	95,85	4,13	0,02
Holstein	**313.454**			
Frühling	64.355	96,61	3,37	0,02
Sommer	73.342	96,26	**3,72**	0,02
Herbst	86.440	97,03	2,95	0,02
Winter	89.317	96,95	3,02	0,02
Pinzgauer	**114.637**			
Frühling	23.444	94,20	5,76	0,04
Sommer	12.683	92,78	**7,16**	0,06
Herbst	44.018	94,53	5,42	0,05
Winter	34.492	94,94	5,03	0,03

[1]Frühling: März, April, Mai; [2]Sommer: Juni, Juli, August; [3]Herbst: September, Oktober, November; [4]Winter: Dezember, Jänner, Februar

Aus Tabelle 16 und Abbildung 6 ist ersichtlich, dass die Zwillingshäufigkeit bei allen Rassen in den Sommermonaten, also von Juni bis August, am höchsten ist. Bei den Rassen Braunvieh, Holstein und Pinzgauer stellt das Frühjahr jene Jahreszeit dar, in welcher Zwillingsgeburten am zweithäufigsten auftreten. Lediglich bei der Rasse Grauvieh kommen Zwillinge im Winter (Dezember bis Februar) und im Herbst (September bis November) häufiger vor als im Frühling.

Bei Mehrlingsgeburten lässt sich kein allgemeiner Trend für die Österreichische Milchviehpopulation feststellen, nachdem in bestimmten Jahreszeiten gehäuft Mehrlinge auftreten.

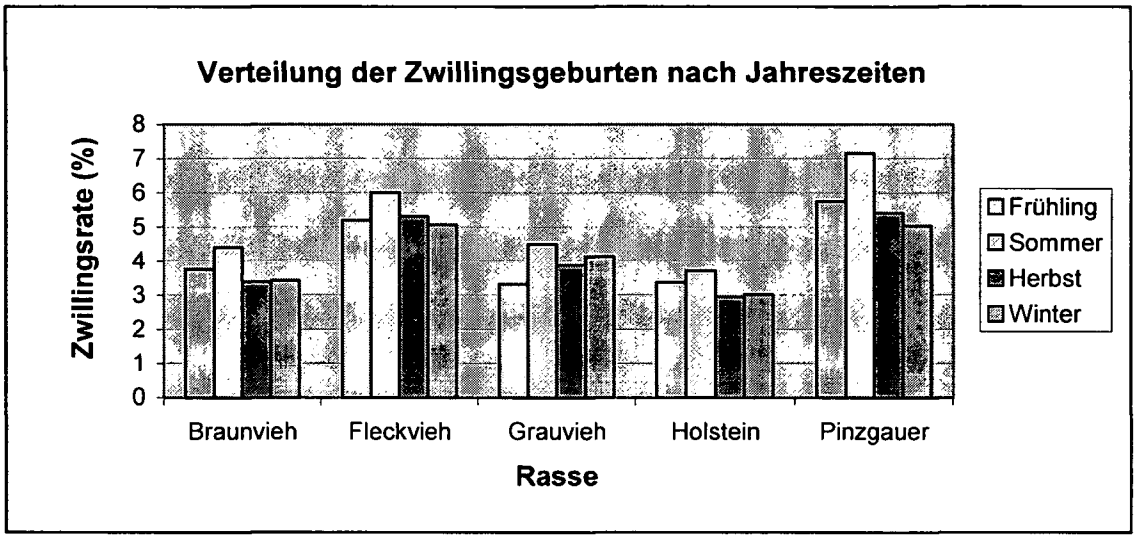


Abbildung 6: Verteilung der Zwillingsgeburten nach Jahreszeiten

In Tabelle 17 werden die Least Squares Means für das Merkmal Geburtstyp unter Berücksichtigung der Kalbesaison dargestellt.

Tabelle 17: Least Squares Means für das Merkmal Geburtstyp unter Berücksichtigung der Kalbesaison

		Kalbesaison				
Rasse/Laktation	**N**	**Frühling[3]**	**Sommer[4]**	**Herbst[5]**	**Winter[6]**	**Se[7]**
Braunvieh (1)[1]	15.458	1,014 [a]	1,019 [a]	1,021 [a]	1,017 [a]	0,117
Braunvieh (≥ 2)[2]	39.610	1,026 [a]	1,026 [a]	1,030 [a]	1,032 [a]	0,211
Fleckvieh (1)	36.910	1,024 [a]	1,031 [a]	1,029 [a]	1,023 [a]	0,170
Fleckvieh (≥ 2)	88.776	1,072 [bc]	1,068 [c]	1,080 [a]	1,079 [ab]	0,267
Grauvieh (1)	2.230	1,009 [a]	1,015 [a]	0,998 [a]	1,005 [a]	0,101
Grauvieh (≥ 2)	6.768	1,053 [a]	1,032 [a]	1,041 [a]	1,046 [a]	0,215
Holstein (1)	22.528	1,013 [ab]	1,017 [ab]	1,019 [a]	1,011 [b]	0,116
Holstein (≥ 2)	50.091	1,041 [ab]	1,043 [ab]	1,047 [a]	1,040 [b]	0,203
Pinzgauer (1)	6.814	1,018 [b]	1,013 [b]	1,059 [a]	1,029 [ab]	0,178
Pinzgauer (≥ 2)	15.210	1,086 [a]	1,090 [a]	1,101 [a]	1,096 [a]	0,256

[1]1. Laktation; [2]ab 2. Laktation; [3]Frühling = März, April, Mai; [4]Sommer = Juni, Juli, August; [5]Herbst = September, Oktober, November; [6]Winter = Dezember, Jänner, Februar; [7]Residualstandardabweichung

Gleiche Buchstaben: Kalbesaisonen unterscheiden sich nicht signifikant von einander ($P \geq 0,05$)

Unterschiedliche Buchstaben: Kalbesaisonen unterscheiden sich signifikant von einander ($P < 0,05$)

Wie aus den Ergebnissen in der Tabelle 17 erkennbar, zeigt sich für die Rassen Braunvieh (1. Laktation), Fleckvieh (ab 2. Laktation) und für die Rassen Holstein und Pinzgauer (jeweils gesamte Population) der Trend, dass die meisten Zwillinge und Mehrlinge in den Herbstmonaten (September bis November) geboren werden.

Bei den Rassen Braunvieh und Grauvieh (alle Laktationen), sowie bei Fleckvieh (1. Laktation) und der Rasse Pinzgauer (ab 2. Laktation) kann kein signifikanter Unterschied zwischen den Kalbesaisonen festgestellt werden. Bei der Rasse Fleckvieh (ab 2. Laktation) unterscheiden sich die Saisonen Frühling und Sommer signifikant von der Herbstsaison. Auch zwischen den Sommermonaten und den Wintermonaten besteht ein signifikanter Unterschied im Auftreten des Geburtstyps. Betrachtet man die Rasse Holstein, so unterscheiden sich die Saisonen Herbst und Winter voneinander signifikant. Beim Pinzgauer können bei den Frühlings- und Sommermonaten signifikante Unterschiede zu den Herbstmonaten verzeichnet werden.

Unter der Korrektur auf die weiteren Effekte ist somit der eindeutige Trend aus Tabelle 16, dass bei allen Rassen die meisten Zwillinge in den Sommermonaten geboren werden, nicht mehr so deutlich erkennbar.

Nachdem die meisten Zwillingskälber in Österreich im Sommer geboren werden, so muss die erfolgreiche Belegung der Zwillingsmütter in den Spätsommer- bzw. Herbstmonaten des Vorjahres erfolgt sein. Da in etwa 90 % der Zwillingsgeburten zweieiige Zwillinge entstehen, kann davon ausgegangen werden, dass in den meisten Fällen zum Belegungszeitpunkt eine Doppel- bzw. Mehrfachovulation stattgefunden haben muss. Nach den Ergebnissen in Tabelle 16 kann man darauf schließen, dass es in den Spätsommer- und Herbstmonaten zu erhöhten Ovulationsraten kommt. Diese Annahme wird durch GREGORY et al. (1990) bestätigt, indem darauf hingewiesen wird, dass speziell in den Herbstmonaten verstärkt Polyovulationen zu verzeichnen sind.

Gründe für das vermehrte Auftreten von Polyovulation im Herbst und somit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten während des darauf folgenden Sommerhalbjahres sind nach STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979a), FAHRAWASCHY (1973) sowie nach FRICKE und SHAVER (2000) folgende:

- Jahreszeitlich bedingter Temperaturwechsel und abnehmende Sonnenlichtintensität im Herbst
- Stärke Schwankungen zwischen Tag- und Nachttemperatur im Spätsommer
- Höhere Futterqualität und –quantität während der Sommer- und Herbstmonate

Die Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten ist neben dem saisonalen und klimatischen Effekt auch von geografischen Gegebenheiten abhängig. STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979a) verweisen demnach auf Beobachtungen, dass beim Menschen in nördlichen Ländern eine höhere Zwillingsgeburtenfrequenz verzeichnet wird, als südlich des Äquators. Bei britischen Fleischrassen, die unter subtropischen Bedingungen gehalten werden, konnte ein stark verringertes Auftreten von Mehrlingsgeburten verzeichnet werden. Extrem niedrige Zwillingsgeburtenraten werden für Rinder in Afrika, Ägypten, Indonesien und Indien registriert.

4.2.2 Belegungshäufigkeit und hormoneller Einfluss

In den folgenden Ausführungen wird darauf eingegangen, ob und wie sich die Anzahl der Besamungen, die häufig mit dem Einsatz hormoneller Behandlungsmethoden verbunden sein können, auf das Auftreten von Zwillings- und Mehrlingsgeburten auswirkt.

Die Ergebnisse der Hypothesentestung (Tabelle 15) zeigen für die Rassen Braunvieh, Fleckvieh und Holstein für beiden Laktationsgruppen einen signifikanten Einfluss der Belegungsanzahl auf das Auftreten des jeweiligen Geburtstyps.

Tabelle 18: Häufigkeit von Einlings-, Zwillings- und Mehrlingsgeburten unter Berücksichtigung der Anzahl der Belegungen (%)

		Geburtstyp		
Rasse/Belegung	**N**	**Einling**	**Zwilling**	**Mehrling**
Braunvieh	**702.222**			
Unbekannt	299.465	96,23	3,75	0,02
Belegung 1	264.099	96,32	3,66	0,02
Belegung 2	90.527	96,50	3,48	0,02
Belegung 3	30.725	96,71	3,27	0,02
Belegung ≥ 4	17.406	96,69	3,30	0,01
Fleckvieh	**2.943.048**			
Unbekannt	1.207.329	94,67	5,26	0,07
Belegung 1	1.190.344	94,46	5,50	0,04
Belegung 2	373.875	94,67	5,30	0,03
Belegung 3	118.113	94,62	5,34	0,04
Belegung ≥ 4	53.387	94,50	5,48	0,02
Grauvieh	**44.268**			
Unbekannt	19.757	95,82	4,15	0,03
Belegung 1	17.325	96,11	3,87	0,02
Belegung 2	5.119	96,39	3,61	0,00
Belegung 3	1.436	97,14	2,86	0,00
Belegung ≥ 4	631	96,83	3,17	0,00
Holstein	**313.453**			
Unbekannt	123.415	96,66	3,31	0,03
Belegung 1	122.510	96,82	3,17	0,01
Belegung 2	42.346	96,73	3,25	0,02
Belegung 3	15.744	96,81	3,16	0,03
Belegung ≥ 4	9.438	96,82	3,17	0,01
Pinzgauer	**114.637**			
Unbekannt	61.629	94,69	5,27	0,04
Belegung 1	39.993	93,98	5,98	0,04
Belegung 2	9.738	94,27	5,70	0,03
Belegung 3	2.475	94,34	5,66	0,00
Belegung ≥ 4	902	94,68	5,32	0,00

In Tabelle 18 ist ersichtlich, dass bei den Rassen Braunvieh, Fleckvieh, Grauvieh und Pinzgauer die höchsten Zwillingsraten bei der 1. Belegung und bei Holsteintieren bei der 2. Belegung verzeichnet werden können. Die Klasse "Unbekannt" wurde hierbei nicht berücksichtigt.

Tabelle 19: Least Squares Means für das Merkmal Geburtstyp unter Berücksichtigung der Anzahl der Belegungen

		Anzahl Belegungen					
Rasse/Laktation	**N**	**Unbek.[3]**	**1.**	**2.**	**3.**	**≥ 4.**	**Se[4]**
Braunvieh (1)[1]	15.458	1,036 [a]	1,013 [b]	1,013 [b]	1,014 [b]	1,014 [ab]	0,117
Braunvieh (≥ 2)[2]	39.610	1,042 [a]	1,033 [a]	1,023 [b]	1,021 [b]	1,023 [ab]	0,211
Fleckvieh (1)	36.910	1,044 [a]	1,021 [b]	1,022 [b]	1,028 [ab]	1,018 [b]	0,170
Fleckvieh (≥ 2)	88.776	1,152 [a]	1,060 [b]	1,057 [bc]	1,050 [c]	1,054 [bc]	0,267
Grauvieh (1)	2.230	1,010 [a]	1,009 [a]	1,004 [a]	0,987 [a]	1,025 [a]	0,101
Grauvieh (≥ 2)	6.768	1,049 [a]	1,040 [a]	1,039 [a]	1,042 [a]	1,046 [a]	0,215
Holstein (1)	22.528	1,020 [a]	1,008 [b]	1,009 [ab]	1,019 [a]	1,018 [ab]	0,116
Holstein (≥ 2)	50.091	1,051 [a]	1,047 [a]	1,042 [ab]	1,034 [b]	1,040 [ab]	0,203
Pinzgauer (1)	6.814	1,009 [a]	1,038 [a]	1,037 [a]	1,048 [a]	1,017 [a]	0,178
Pinzgauer (≥ 2)	15.210	1,093 [a]	1,103 [a]	1,097 [a]	1,097 [a]	1,076 [a]	0,256

[1] 1. Laktation; [2] ab 2. Laktation; [3] Unbekannt; [4] Residualstandardabweichung

Gleiche Buchstaben: Belegungsklassen unterscheiden sich nicht signifikant von einander ($P \geq 0,05$)

Unterschiedliche Buchstaben: Belegungsklassen unterscheiden sich signifikant von einander ($P < 0,05$)

Betrachtet man die Ergebnisse in Tabelle 19 und lässt man die Klasse "Unbekannt" außer Acht, so sind für die Rassen Braunvieh und Fleckvieh (1. Laktation) und für die Rassen Grauvieh und Pinzgauer (1. und höhere Laktationen) keine signifikanten Unterschiede zwischen den Belegungsklassen 1 bis ≥ 4 festzustellen. Bei Braunvieh (ab 2. Laktation) unterscheidet sich die Klasse 1 von den Klassen 2 und 3. Bei Fleckvieh (ab 2. Laktation) und Holstein (1. und höhere Laktationen) werden signifikante Unterschiede zwischen der 1. und der 3. Belegung festgestellt.

Die Resultate in Tabelle 18 und Tabelle 19 zeigen somit keinen eindeutigen Trend für die österreichische Milchviehpopulation, dass mit zunehmender Belegung mehr Zwillinge oder Mehrlinge geboren werden.

Während in einigen Studien (zB. BENDIXEN et al., 1989 und KINSEL et al., 1998) ein Zusammenhang zwischen Eierstockzysten und Mehrlingsgeburten auf Grund von Hormonbehandlungen nachgewiesen wurde, standen in dieser Untersuchung nur die Anzahl an Belegungen als mögliches Indiz für Hormonbehandlungen zur Verfügung. Mit Hilfe der im Rahmen des derzeit laufenden Forschungsprojektes "Gesundheitsmonitoring Rind" könnte der Einfluss der Hormonbehandlungen in nachfolgenden Arbeiten genauer untersucht werden.

4.2.3 Alter und Anzahl der Laktationen der Zwillingsmütter

Die Ergebnisse der Hypothesentestung für das Merkmal Geburtstyp in Tabelle 15 zeigen, dass die Laktation bei allen 5 Rassen keinen signifikanten Einfluss auf das Auftreten von Einlings-, Zwillings- oder Mehrlingsgeburten hat. Im Vergleich zu anderen Arbeiten (zB. FRICKE und WILTBANK, 1999) wurden in dieser Untersuchung allerdings erste und höhere Laktationen getrennt analysiert.

Das Erstkalbealter weist lediglich für die Rasse Fleckvieh (P = 0,0018) einen signifikanten Einfluss auf den Geburtstyp auf. Generell kann jedoch für alle Erstlingskühe, mit Ausnahme der Rasse Grauvieh, festgestellt werden, dass die Häufigkeit für Zwillings- und Mehrlingsgeburten mit zunehmenden Erstkalbealter steigt. Den Einfluss des Erstkalbealters auf die Zwillings- und Mehrlingsrate bestätigen auch STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979a). Demnach steigt die Zwillingsgeburtenfrequenz in der 1. und 2. Abkalbung mit zunehmenden Erstkalbealter.

Das Alter innerhalb der Laktation für Kühe ab der 2. Laktation hat nur für die Rasse Braunvieh einen signifikanten Einfluss auf den Geburtstyp. Für die Rassen Braunvieh, Fleckvieh und Holstein kann ebenfalls wie bei den Erstlingskühen ein vermehrtes Auftreten von Zwillingen und Mehrlingen bei steigendem Alter der Kuh festgestellt werden.

Die Resultate in Tabelle 20, Abbildung 7 und Abbildung 8 bestätigen deutlich die in Kapitel 2.4.3 angeführten Erkenntnisse zahlreicher Autoren. Auch in der österreichischen Milchviehpopulation ist die Zwillingshäufigkeit bei Erstlingskühen und bei Kühen mit zwei Laktationen wesentlich geringer, als bei jenen in höheren Laktationen. Betrachtet man die Zwillingsrate in der 1. Laktation, so weisen die Rasse Pinzgauer (3,02 %) und die Rasse Fleckvieh (2,94 %) die höchsten Werte auf. Für Braunvieh-, Grauvieh- und Holsteinrinder liegt die Häufigkeit für eine Zwillingsgeburt zwischen 1,34 bis 1,45 %. Betrachtet man den Anstieg der Zwillingsrate im Vergleich zur vorhergehenden Laktation, so ist bei allen Rassen die höchste Steigerung zwischen der 1. und 2. Laktation zu verzeichnen, wobei der Anstieg bei den Fleckviehkühen mit 3,52 % absolut und mehr als 100 % relativ gesehen am höchsten ausfällt. Diese Feststellung wird durch Untersuchungen von KOMISAREK und DORYNEK (2002) sowie WILTBANK et al. (2000) bestätigt.

Tabelle 20: Anteil der Zwillingsgeburten (%) unter Berücksichtigung der Laktationszahl

		Anteil der Zwillingsgeburten (%)														
Rasse/ Laktation	**N**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**≥ 10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**≥ 15**
Braunvieh[1]	702.236	1,45	3,64	4,35	4,81	4,98	5,28	5,25	5,35	5,51	4,93	-	-	-	-	-
Fleckvieh[2]	2.943.059	2,94	6,46	6,76	6,65	6,39	6,29	5,92	5,78	5,41	5,12	4,80	4,74	4,05	3,82	3,61
Grauvieh[1]	44.268	1,34	3,97	5,46	5,02	4,99	4,85	5,18	4,28	4,38	3,65	-	-	-	-	-
Holstein[1]	313.454	1,35	3,56	4,19	4,42	4,44	4,71	4,89	4,98	3,83	4,07	-	-	-	-	-
Pinzgauer[1]	114.637	3,02	6,17	6,85	7,18	6,80	6,89	6,58	6,86	6,40	5,95	-	-	-	-	-

[1]Laktation 1 bis ≥ 10
[2]Laktation 1 bis ≥ 15

Tabelle 21: Least Squares Means für das Merkmal Geburtstyp unter Berücksichtigung der Laktationszahl (1 bis ≥ 10)

		Geburtstyp									
Rasse/Laktation	**N**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**≥ 10**	**Se[1]**
Braunvieh	39.610	1,062^{a}	1,059^{a}	1,050^{a}	1,043^{a}	1,025^{a}	1,076^{a}	0,964^{a}	0,993^{a}	0,983^{a}	0,211
Fleckvieh	88.776	1,099^{ab}	1,101^{a}	1,086^{ab}	1,064^{b}	1,082^{ab}	1,073^{ab}	1,013^{ab}	1,118^{ab}	1,036^{ab}	0,267
Grauvieh	6.768	1,061^{a}	1,050^{a}	1,073^{a}	1,069^{a}	1,015^{a}	1,134^{a}	1,018^{a}	1,073^{a}	0,896^{a}	0,215
Holstein	50.091	1,038^{a}	1,039^{a}	1,039^{a}	1,028^{a}	1,021^{a}	1,050^{a}	1,106^{a}	1,026^{a}	1,036^{a}	0,203
Pinzgauer	15.210	1,031^{a}	1,057^{a}	1,070^{a}	1,070^{a}	1,088^{a}	1,081^{a}	1,117^{a}	1,205^{a}	1,119^{a}	0,256

[1]Residualstandardabweichung

Gleiche Buchstaben: Laktationen unterscheiden sich nicht signifikant von einander (P ≥ 0,05)

Unterschiedliche Buchstaben: Laktationen unterscheiden sich signifikant von einander (P < 0,05)

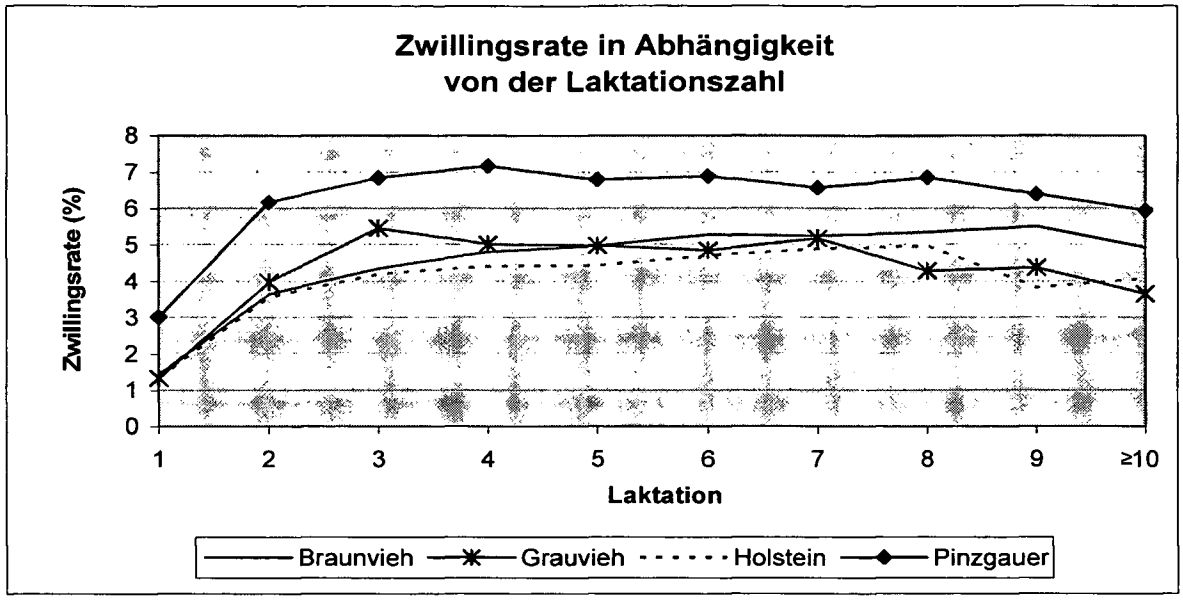


Abbildung 7: Zwillingsrate (%) bei Braunvieh, Grauvieh, Holstein und Pinzgauer in Abhängigkeit von der Laktationszahl

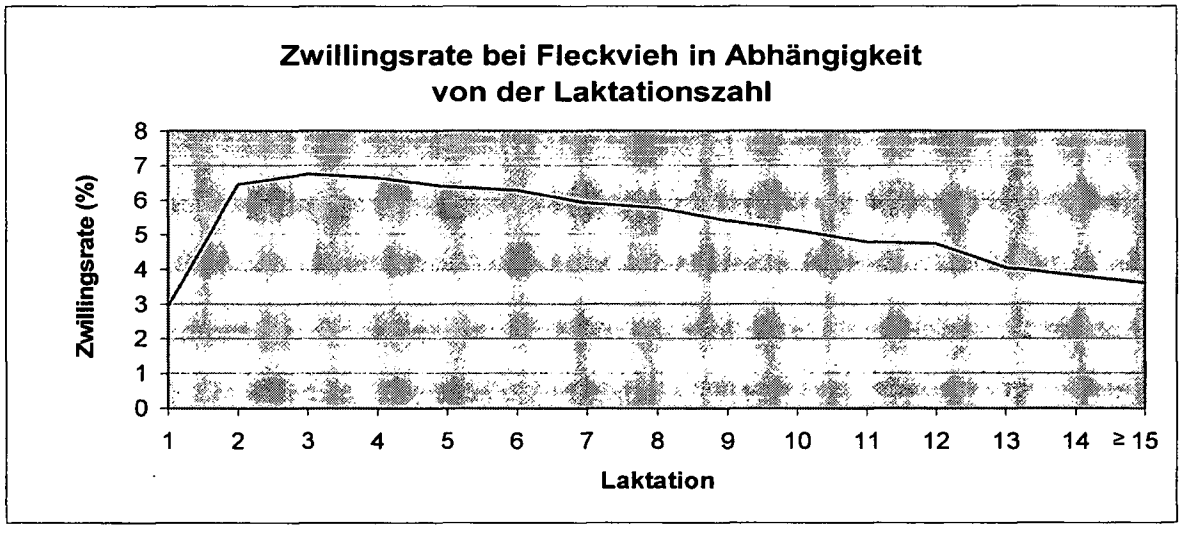


Abbildung 8: Zwillingsrate (%) bei Fleckvieh in Abhängigkeit von der Laktationszahl

Ab der 2. Laktation kann generell ein Ansteigen in der Zwillingsrate festgestellt werden, wobei die Rasse Fleckvieh in der 3. und 4. Laktation die meisten Zwillinge aufweist, und in den späteren Perioden ein leichter kontinuierlicher Rückgang in der Zwillingshäufigkeit verzeichnet werden kann. Im Gegensatz dazu kommen bei Braunviehrindern Zwillinge generell in späteren Laktationen gehäuft vor. Tiere dieser Rasse im Alter von ca. 7 bis 11 Jahre weisen hier die höchste Zwillingsrate auf.

Ein ähnlicher Trend kann für die Rasse Holstein beobachtet werden, da die meisten Zwillinge in den Laktationen 6 – 8 (Zwillingsrate: 4,71 – 4,98 %) geboren werden. Bei Grauvieh- und Pinzgauerkühen treten zwei Kälber pro Geburt am häufigsten zwischen der 3. und 7. bzw. zwischen der 3. und 8. Laktation auf.

Unter Korrektur der weiteren Effekte (Tabelle 21) ist erkennbar, dass nur bei der Rasse Pinzgauer ein kontinuierliches Ansteigen der Zwillingsrate mit zunehmender Laktationszahl zu verzeichnen ist. Weiters besteht zwischen den Laktationen lediglich bei der Rasse Fleckvieh ein signifikanter Unterschied in der Zwillingshäufigkeit, und zwar zwischen der 3. und der 5. Laktation.

Auch STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979a) weisen auf das geringe Auftreten von Zwillingsgeburten bei Erstlingskühen hin. Die höchsten Prozentsätze werden im Zeitraum von der 3./4. bis zur 7./8. Abkalbung erzielt, wobei das Maximum der Zwillingsgeburtenfrequenz bei etwa 4 bis 5 Laktationen liegt.

Nach KOMISAREK und DORYNEK (2002) sowie FRICKE und WILTBANK (1999) beträgt die Zwillingsgeburtenrate bei Erstlingskühen 1 % und bei älteren Kühen bis zu 10 %. NIELEN et al. (1989) führen für Jungkühe eine Häufigkeit von Zwillingsträchtigkeiten von 0,8 % und für Kühe, die bereits mehrere Laktationen genutzt wurden, einen Wert von 4 % an.

4.2.4 Heritabilitäten

Ergebnisse der Untersuchungen über den Einfluss des Belegstieres auf die Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten werden in Tabelle 15 dargestellt. Demnach kann festgestellt werden, dass mit Ausnahme der Rasse Grauvieh (ab der 2. Laktation; $P < 0,0293$) kein signifikanter Einfluss des Belegstieres auf den Geburtstyp festgestellt werden kann. Bei der Rasse Grauvieh ist jedoch die geringe Anzahl von Zwillings- und Mehrlingsgeburten, die in die Analyse eingegangen sind, zu beachten.

Dass jedoch manche Stiere bzw. Linien vermehrt Zwillinge bzw. Mehrlinge zu ihren Nachkommen zählen können, zeigt eine Untersuchung über die Zwillingshäufigkeit bei bestimmten Belegstieren, die im Rahmen der Künstlichen Besamung in den jeweiligen nationalen Zuchtprogramm eingesetzt werden/wurden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass bei einer geringen Anzahl an Nachkommen der Prozentsatz an Zwillingsgeburten zufallsbedingt sehr hoch sein kann. Daher wurden nur Stiere berücksichtigt, die eine bestimmte Mindestzahl an Abkalbungen (siehe Tabelle 3) aufweisen konnten.

Wie in den Tabellen 23 bis 27 ersichtlich, kommen bei den Rassen Fleckvieh und Pinzgauer durchaus Stiere vor, die eine Zwillingshäufigkeit von über 10 % aufweisen. Das heißt, dass beim Einsatz dieser Vererber durchschnittlich jede 10. Geburt eine Zwillingsgeburt darstellt. Betrachtet man die Ergebnisse bei der Rasse Fleckvieh (Tabelle 23), so ist ersichtlich, dass mehr als 50 % aller Stiere, die unter den 15 Vererbern mit der höchsten Zwillingsrate sind, väterlicher- und großväterlicherseits auf den Belegstier Horwein (Horror / Haxl) zurückgehen.

Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Heritabilitätsschätzungen für die niederösterreichische Fleckviehpopulation führten zu folgendem Ergebnis:

Tabelle 22: Geschätzte Heritabilitäten (h^2) für das Merkmal Geburtstyp unter Berücksichtigung des direkten/paternalen genetischen und maternalen genetischen Effekts nach Laktation getrennt

		Programmpaket	
Laktation/genetischer Effekt	**N**	**DMU[1]**	**VCE[1]**
1. Laktation	15.391		
direkt / paternal		< 0,001	0,001
maternal		0,019	0,017
ab 2. Laktation	35.322		
direkt / paternal		< 0,001	0,005
maternal		0,063	0,058

[1] keine Ausweisung des Standardfehlers

Wie aus Tabelle 22 ersichtlich, sind die Heritabilitäten auf der maternalen Seite durchwegs höher als jene auf der paternalen Seite. Weiters kann beobachtet werden, dass die Heritabilität in der Gruppe "ab 2. Laktation" höher ist als jene in der Gruppe der 1. Laktation. Die auf der maternalen Seite geschätzten Heritabilitäten von 1,7 bis 1,9 % für die 1. Laktation sowie von 5,8 bis 6,3 % für höhere Laktationen lassen somit durchaus auf einen Einfluss des genetischen Effekts im Auftreten von Zwillingen und Mehrlingen schließen und liegen im Bereich von früheren Arbeiten (zB. VAN VLECK et al., 1991). Im Gegensatz dazu liegen die Werte für die paternale Heritabilität unter früher veröffentlichten (zB. GREGORY et al., 1990). Während also die Auswertung des Einflusses des Belegstieres eine deutliche paternal genetische Komponente vermuten lässt, liegen die geschätzten Heritabilitäten in einem sehr niedrigen Bereich.

Tabelle 23: Zwillingsrate (%) von Belegstieren der Rasse Fleckvieh mit mindestens 500 Abkalbungen

Lebensnummer	Name	Vater / Muttervater	Geburts-jahr	Anzahl Abkalbungen	Anzahl Zwillingsgeburten	Zwillingsrate (%)
040000671844642	**HERICH**	Heron / Strich	1999	662	71	**10,73**
040000809838334	**WEINBAR**	Horwein / Romen	1999	1.543	131	**8,49**
040000391768833	**RALF**	Renold / Half	1996	520	43	**8,27**
276000911110260	**REPULS**	Raport / Horwein	1996	1.618	133	**8,22**
040000809002134	**WASTL**	Weinox / Romen	1999	621	51	**8,21**
276000932204616	**ROBERTO**	Report / Ralbo	1998	612	50	**8,17**
040000740001234	**WENKO**	Weinox / Haxala	1999	589	47	**7,98**
276000931394581	**MARIN**	Malf / Horwein	1998	2.986	233	**7,80**
276000933663105	**WEINOLD**	Weinox / Renold	1999	10.535	815	**7,74**
040000388887842	**HERBERT**	Heron / Caveman Red	2000	570	44	**7,72**
040000597839233	**REX**	Raudi / Dirteck	1995	649	50	**7,70**
040000575133411	**HORTL**	Horb / Streitl	1998	1.831	140	**7,65**
040000540810911	**RALWAX**	Ralbo / Wax	1998	4.089	307	**7,51**
040000150067934	**SIEGI**	Samurai / Morello	1998	4.846	363	**7,49**
040000503770141	**MAX**	Malf / Streitl	1996	643	48	**7,47**

Tabelle 24: Zwillingsrate (%) von Belegstieren der Rasse Braunvieh mit mindestens 350 Abkalbungen

Lebensnummer	Name	Vater / Muttervater	Geburts-jahr	Anzahl Abkalbungen	Anzahl Zwillingsgeburten	Zwillingsrate (%)
040000270216467	VIGUS	Vigate / Patent	1989	683	45	6,59
840000000191610	POWER ET	Jetway ET / Emory	1996	369	22	5,96
040000347770167	JESSE	Jetway ET / Motivation	1996	360	21	5,83
040000758088634	EMKOR	Emerald / Vigate	2000	639	36	5,63
380022000128670	LEOKUS	Leon / Elkus	1989	402	22	5,47
840000000182144	JASON	Distinction / Str. Improver	1985	757	41	5,42
040000291164667	JANOS	Jade / Telstar	1991	517	28	5,42
040000163309926	STURM	Strevikt / Telstar	1992	417	22	5,28
040000437520741	BILL	Blend / Royal	1992	495	26	5,25
276000912484731	HUCOS	Huvic / Acost	1997	1.567	81	5,17

Tabelle 25: Zwillingsrate (%) von Belegstieren der Rasse Holstein mit mindestens 350 Abkalbungen

Lebensnummer	Name	Vater / Muttervater	Geburts-jahr	Anzahl Abkalbungen	Anzahl Zwillingsgeburten	Zwillingsrate (%)
124000006193092	LEDUC	Jed / Blackstar ET	1994	390	22	5,64
276001015240086	STADEL RED	Stollberg /Cleitus	1994	513	28	5,46
124000005296742	DELCO	Jubilant RC / R. Lynmark	1990	356	18	5,06
840000017378279	JORDAN RED	Phideaux RC / Momentum Red	1997	360	18	5,00
040000270223645	LEON	Lee / Poncho	2000	773	38	4,92
840000002260994	RAINBOW RED	Momentum Red / Leadman	1994	367	18	4,90
840000002234121	PROGRESS	Prelude / Chief Mark	1993	887	42	4,74
276000726254914	BALANCE	Blackstar ET / SWD Valiant	1990	353	16	4,53
124000006820564	SEPTEMBER RC	Storm ET / Astre	1997	623	28	4,49
124000007104244	LIGHTNING	Storm ET / Starbuck	1997	743	33	4,44

Tabelle 26: Zwillingsrate (%) von Belegstieren der Rasse Pinzgauer mit mindestens 200 Abkalbungen

Lebensnummer	Name	Vater / Muttervater	Geburts-jahr	Anzahl Abkalbungen	Anzahl Zwillingsgeburten	Zwillingsrate (%)
040000061309645	ROLL	Ronus / Lorenzo	2001	220	24	10,91
040000720335257	MARSCHALL	Massa / Gregor	1996	268	22	8,21
040000477188134	TITAN	Tenno / Grill	1999	433	33	7,62
040000721091242	MAESTRO	Monte / Römer	1999	436	33	7,57
040000983333934	MARKANT	Mandarin / Gordon	1999	226	17	7,52
040000307253934	NEPTUN	Nusil / Tenno	1999	249	18	7,23
040000425680557	MILKO	Mars / Areit	1983	405	29	7,16
040000716326357	MUSKAT	Mut / Robinson	1996	233	16	6,87
040000601729657	RINGER	Robinson / Kapitän	1979	379	26	6,86
040000734092857	GERBERUS	Gert / Wodan	1997	353	24	6,80

Tabelle 27: Zwillingsrate (%) von Belegstieren der Rasse Grauvieh mit mindestens 150 Abkalbungen

Lebensnummer	Name	Vater / Muttervater	Geburts-jahr	Anzahl Abkalbungen	Anzahl Zwillingsgeburten	Zwillingsrate (%)
040000396300434	DIO	Dirio / Arter	1999	159	11	6,92
040000088381176	DANKO	Dalfin / Denko	1994	181	12	6,63
040000202345876	STERO	Emil / Echo	1991	326	21	6,44
040000091701376	ECIMUS	Eckhart / Detus	1987	641	41	6,40
040000203274576	STARUS	Emil / Admiral	1991	687	43	6,26
040000150985234	SEGANI	Stelo / Dogan	1999	193	12	6,22
040000082537576	DALLAS	Diamant / Dender	1984	167	10	5,99
040000047306134	DENIS	Deneus / Elefant	1998	157	9	5,73
040000196162847	ARTHO I	Arter / Deneus	2001	178	10	5,62
040000083366176	DALFIN	Diamant / Adam	1982	166	9	5,42

4.3 Auswirkungen von Zwillings- und Mehrlingsgeburten auf Leistungs- und Reproduktionsmerkmale

4.3.1 Milchleistung

In den folgenden Ausführungen wird näher auf die Aspekte der Milchleistung nach Zwillings- und Mehrlingsträchtigkeiten eingegangen.

Wie die Ergebnisse der Hypothesentestung in Tabelle 28 zeigen, ist die Wechselwirkung zwischen Betrieb und Kalbejahr unter Berücksichtigung der Region, der fixe Effekt der Region und der Effekt der Kalbesaison für alle Rassen und Laktationsstufen signifikant.

Der fixe Effekt der Trächtigkeitsdauer hat mit Ausnahme der Erstlingskühe bei den Rassen Grauvieh und Pinzgauer ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf die Milchleistung. Vor allem bei Zwillings- und Mehrlingsträchtigkeiten kommt es gehäuft zu Frühgeburten (zB. RANDT, 1994). Durch einen frühzeitigeren Beginn der Trockenstehphase und eine gezielte Vorbereitungsfütterung kann die Trächtigkeitsdauer der Zwillinge und Mehrlinge deutlich verlängert werden, und die Mutter kann somit besser auf die Phase nach der Geburt, die bei Zwillingen und Mehrlingen noch höhere stoffwechselphysiologische Ansprüche mit sich bringt, vorbereitet werden (FRICKE und SHAVER, 2000; ANDERSEN et al., 2005). Somit kann die Milchleistung und die Reproduktionsleistung der Zwillings- und Mehrlingsmütter in der Folgelaktation gesteigert werden.

Die Zwischenkalbezeit als fixer Effekt zeigt für alle Rassen einen hoch signifikanten Einfluss auf die Milchleistung. Nach Zwillings- und Mehrlingsträchtigkeiten kommt es häufig zu Nachgeburtsverhaltung, Gebärmutterentzündung etc., wodurch die Serviceperiode und somit die Zwischenkalbezeit verlängert wird. Wie Zusammenfassungen von FÜRST und GREDLER (2006) über Studien der Auswirkungen einer verlängerten Zwischenkalbezeit auf die Milchleistung zeigen, kann sich eine verlängerte Serviceperiode und somit ein längerer Zeitraum zwischen zwei Abkalbungen durchaus fördernd auf die Höhe der Milchleistung auswirken.

Die Laktationsnummer sowie das Erstkalbealter bzw. das Alter der höher laktierenden Kühe innerhalb Laktation zeigen für alle Rassen ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf die Milchleistung. Nach Untersuchungen von SUTTER (2006) werden bei deutschen Erstlingskühen der Rasse Fleckvieh bei einem Erstkalbealter zwischen 26 bis 29 Monaten im Vergleich zu jüngeren bzw. älteren Tieren die höchsten Laktationsleistungen erzielt.

Der Einfluss des Geburtstyps auf die Milchleistung zeigt sich bei den Rassen Braunvieh (ab 2. Laktation; P = 0,0350), Fleckvieh (1. Laktation; P = 0,0054; ab 2. Laktation; P < 0,001) Holstein (ab 2. Laktation; P < 0,001) und bei der Rasse Pinzgauer (ab 2. Laktation; P = 0,0046) als signifikant.

In Tabelle 29 sind die durchschnittliche Milchmenge (kg), Fettprozent, Fettkilogramm, Eiweißprozent und Eiweißkilogramm für die Laktation nach Einlings-, Zwillings- und Mehrlingsgeburten dargestellt, wobei bei den Rassen Grauvieh, Holstein und Pinzgauer aufgrund der geringen Klassenbesetzung Zwillinge und Mehrlinge zu einer Gruppe zusammengefasst wurden. Hierbei wird ersichtlich, dass die durchschnittliche Milchleistung der Mütter nach Zwillingen (und Mehrlingen) um etwa 140 bis 200 kg höher ist als nach einer Einzelgeburt. Bei Mehrlingsgeburten der Rassen Braunvieh und Fleckvieh kann eine geringere Milchleistung gegenüber Zwillingsgeburten und Einzelgeburten feststellt werden.

Der durchschnittliche Fettgehalt ist nach Zwillingsgeburten (und Mehrlingsgeburten) generell niedriger als bei Müttern, die nur ein Kalb zur Welt bringen.

Hinsichtlich des Eiweißgehaltes kann festgestellt werden, dass mit Ausnahme der Rassen Grauvieh und Pinzgauer, mit steigender Kälberzahl je Trächtigkeit der Eiweißgehalt in der Milch steigt. Am stärksten ausgeprägt ist dieser Trend bei der Rasse Fleckvieh, wo nach Mehrlingsgeburten der Eiweißgehalt um durchschnittlich 0,11 % höher ist, als gegenüber einer Einlingsgravidität (3,48 % vs. 3,37 %).

Die durchschnittlichen Fett- und Eiweißmengen (kg) sind bei allen Rassen nach Zwillingsgeburten höher als nach Einlingen, bedingt durch die höhere Milchleistung der Zwillingsmütter.

Ähnliche Trends zur Entwicklung der Milchmenge, sowie des Fett- und Eiweißgehaltes der Zwillingsmütter veröffentlichte FÜRST (2003) in seiner Studie über Zwillings- und Mehrlingsgeburten beim Österreichischen Fleckvieh.

Tabelle 28: Anzahl Geburten, Bestimmtheitsmaß (R^2) und Signifikanzniveau für das Merkmal Milchleistung (kg) nach Einlings-, Zwillings- und Mehrlingsträchtigkeiten getrennt nach 1. Laktation (Lakt.1) und ≥ 2. Laktation (Lakt ≥ 2)

Rasse/Laktation	N	R^2	Betrieb*Jahr (Region)	Region	Geburts-typ	Kalbe-saison	Trächtig-keitsdauer	Zwischen-kalbezeit	Laktation	Alter[1]	Alter[1] (Laktation)
Braunvieh (Lakt. 1)	26.607	0,62	***	***	ns	***	***	***	-	***	-
Braunvieh (Lakt. ≥ 2)	64.213	0,62	***	***	*	***	***	***	***	-	***
Fleckvieh (Lakt. 1)	36.241	0,53	***	***	**	***	***	***	-	***	-
Fleckvieh (Lakt. ≥ 2)	88.417	0,55	***	***	***	***	***	***	***	-	***
Grauvieh (Lakt. 1)	3.167	0,77	***	***	ns	*	ns	***	-	***	-
Grauvieh (Lakt. ≥ 2)	9.475	0,65	***	***	ns	***	*	***	*	-	***
Holstein (Lakt. 1)	30.936	0,62	***	***	ns	***	***	***	-	***	-
Holstein (Lakt. ≥ 2)	62.184	0,63	***	***	***	***	***	***	***	-	***
Pinzgauer (Lakt. 1)	10.060	0,68	***	***	ns	***	ns	***	-	***	-
Pinzgauer (Lakt. ≥ 2)	23.544	0,63	***	***	**	***	***	***	***	-	***

[1] Erstkalbealter für die 1. Laktation bzw. Kalbealter innerhalb Laktation in der 2. und in höheren Laktationen
*** P < 0,001
** P < 0,01
* P < 0,05
ns P ≥ 0,05 (nicht signifikant)

Tabelle 29: Arithmetische Mittelwerte ($\bar{x}$) und Standardabweichungen (s) für die Merkmale Milchkilogramm, Fettprozent, Fettkilogramm, Eiweißprozent und Eiweißkilogramm nach Einlings-, Zwillings- und Mehrlingsgeburten

		Milchkilogramm (kg)		Fettprozent (%)		Fettkilogramm (kg)		Eiweißprozent (%)		Eiweißkilogramm (kg)	
Rasse/Geburtstyp	**N**	$\bar{x}$	**s**	$\bar{x}$	**s**	$\bar{x}$	**s**	$\bar{x}$	**s**	$\bar{x}$	**s**
Braunvieh	**573.358**	**6.244**	**1.450**	**4,13**	**0,40**	**258,3**	**65,4**	**3,37**	**0,24**	**210,7**	**53,3**
Einling	553.786	6.239	1.448	4,14	0,40	258,2	65,4	3,37	0,24	210,5	53,3
Zwilling	19.452	6.402	1.494	4,07	0,40	261,6	66,4	3,38	0,25	216,7	54,8
Mehrling	120	6.301	1.574	4,11	0,44	259,9	72,6	3,48	0,30	220,3	61,9
Fleckvieh	**2.219.257**	**5.803**	**1.391**	**4,18**	**0,44**	**242,5**	**63,0**	**3,43**	**0,24**	**199,0**	**50,5**
Einling	2.104.699	5.793	1.388	4,18	0,44	242,2	62,9	3,43	0,24	198,6	50,3
Zwilling	113.516	5.991	1.445	4,14	0,45	248,0	64,6	3,44	0,25	206,3	52,1
Mehrling	1.042	5.915	1.468	4,17	0,46	245,4	62,9	3,51	0,26	207,0	51,3
Grauvieh	**32.041**	**4.490**	**895**	**3,91**	**0,42**	**176,0**	**41,4**	**3,25**	**0,24**	**145,7**	**30,6**
Einling	30.782	4.485	894	3,91	0,42	175,9	41,4	3,25	0,23	145,6	30,6
Zwilling + Mehrling	1.259	4.620	906	3,84	0,41	177,8	40,6	3,23	0,23	149,2	30,6
Holstein	**268.311**	**7.527**	**1.889**	**4,18**	**0,51**	**313,1**	**83,0**	**3,25**	**0,24**	**244,9**	**64,0**
Einling	260.037	7.521	1.886	4,18	0,51	313,0	82,9	3,25	0,24	244,6	63,9
Zwilling + Mehrling	8.274	7.716	1.962	4,14	0,51	317,8	83,9	3,28	0,26	252,6	65,9
Pinzgauer	**76.383**	**4.709**	**1.094**	**3,87**	**0,40**	**182,1**	**46,1**	**3,29**	**0,22**	**154,7**	**36,3**
Einling	72.190	4.702	1.093	3,87	0,40	182,0	46,1	3,29	0,22	154,5	36,3
Zwilling + Mehrling	4.193	4.845	1.103	3,81	0,41	184,3	45,7	3,26	0,21	157,8	36,5

Tabelle 30: Least Squares Means für das Merkmal Milchleistung (kg) nach Einlings-, Zwillings-, und Mehrlingsgeburten getrennt nach Rasse und Laktation

		Milchleistung (kg)		
Rasse/Laktation	**N**	**Einling**	**Zwilling + Mehrling**	**Se[1]**
Braunvieh (1. Lakt.)	26.607	6.048 [a]	6.070 [a]	827
Braunvieh (≥ 2. Lakt.)	64.213	7.091 [a]	7.047 [b]	990
Fleckvieh (1. Lakt.)	36.241	6.170 [a]	6.083 [b]	927
Fleckvieh (≥ 2. Lakt.)	88.417	7.065 [a]	7.004 [b]	1.077
Grauvieh (1. Lakt.)	3.167	3.725 [a]	3.936 [a]	562
Grauvieh (≥ 2. Lakt.)	9.475	4.680 [a]	4.669 [a]	648
Holstein (1. Lakt.)	30.936	7.231 [a]	7.192 [a]	1.061
Holstein (≥ 2. Lakt.)	62.184	8.153 [a]	8.036 [b]	1.241
Pinzgauer (1. Lakt.)	10.060	4.149 [a]	4.140 [a]	607
Pinzgauer (≥ 2. Lakt.)	23.544	5.095 [a]	5.030 [b]	746

[1]Residualstandardabweichung, Lakt. = Laktation

Gleiche Buchstaben: Geburtstypen unterscheiden sich nicht signifikant von einander (P ≥ 0,05)

Unterschiedliche Buchstaben: Geburtstypen unterscheiden sich signifikant von einander (P < 0,05)

Wie in Tabelle 30 ersichtlich, zeigen jedoch unter der Korrektur der anderen Faktoren mit Ausnahme der Braunvieh- und Grauvieh-Erstlingskühe die Zwillings- und Mehrlingsmütter eine niedrigere Milchleistung als Mütter nach Einlingsgeburten. Weiters kann festgestellt werden, dass sich die Mütter der Rassen Braunvieh (ab 2. Laktation), Fleckvieh (1. und höhere Laktationen), Holstein (ab 2. Laktation) und Pinzgauer (ab 2. Laktation) nach Zwillings- und Mehrlingsgeburten in der Milchleistung signifikant von Müttern unterscheiden, die nur ein Kalb zur Welt gebracht haben.

Die Ergebnisse in Tabelle 30 stimmen mit den Erkenntnissen von NIELEN et al. (1989) überein, der ebenfalls eine geringere Milchleistung nach Zwillings- und Mehrlingsgeburten beobachten konnte. Im Gegensatz dazu stellte FARAHWASCHY (1973) eine Überlegenheit der Zwillingsmütter in der Milchmenge im Vergleich zu Einlingsmüttern fest (P < 0,05).

STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979) kommen in diesem Zusammenhang zu jenen Schlussfolgerungen:

- Zwillings- und Mehrlingsgeburten müssen keine Leistungsminderung bewirken, wenn die Tiere in guter Konstitution sind.
- Bei mangelhafter Kondition wirken sich Zwillings- und Mehrlingsgeburten sehr wohl leistungsmindernd aus.

4.3.2 Trächtigkeitsdauer

Ergebnisse der Auswertung zur Trächtigkeitsdauer für die österreichische Milchviehpopulation unter der Berücksichtigung des Geburtstyps sind in Tabelle 31 dargestellt.

Tabelle 31: Durchschnittliche Trächtigkeitsdauer ($\bar{x}$) und Standardabweichungen (s) für die österreichischen Milchviehrassen, sowie Abweichung der Trächtigkeitsdauer von Zwillings- und Mehrlingsgeburten von Einlingen (Tage)

	Trächtigkeitsdauer (d)							
Rasse/	**Gesamt**		**Einling**		**Zwilling**		**Mehrling**	
Geschlecht	**$\bar{x}$ ± s**	**N**	**$\bar{x}$**	**N**	**$\bar{x}$**	**N**	**$\bar{x}$**	**N**
Braunvieh	**290,3 ± 5,5**	**420.596**	**290,7**	**391.592**	**- 4,8**	**28.801**	**- 7,3**	**203**
männlich	291,1 ± 5,5	211.183	291,5	196.340	- 5,3	14.710	- 7,7	133
weiblich	289,5 ± 5,3	209.413	289,8	195.252	- 4,3	14.091	- 7,5	70
Fleckvieh	**288,9 ± 5,6**	**1.849.210**	**289,5**	**1.657.539**	**- 5,1**	**189.727**	**- 7,6**	**1.944**
männlich	289,7 ± 5,6	961.954	290,2	863.147	- 5,5	97.846	- 8,1	961
weiblich	288,2 ± 5,4	887.256	288,7	794.392	- 4,6	91.881	- 7,0	983
Grauvieh	**288,2 ± 5,5**	**25.621**	**288,6**	**23.794**	**- 4,8**	**1.819**	**- 9,6**	**8**
männlich	288,9 ± 5,5	13.138	289,2	12.205	- 5,2	930	- 9,6	3
weiblich	287,6 ± 5,3	12.483	287,9	11.589	- 4,4	889	- 9,3	5
Holstein	**282,5 ± 5,4**	**197.658**	**282,7**	**185.494**	**- 4,2**	**12.093**	**- 6,9**	**71**
männlich	283,0 ± 5,4	100.621	283,3	94.466	- 4,5	6.121	- 7,9	34
weiblich	281,9 ± 5,4	97.037	282,2	91.028	- 3,9	5.972	- 6,0	37
Pinzgauer	**287,4 ± 5,5**	**56.615**	**287,9**	**50.329**	**- 4,7**	**6.233**	**- 7,5**	**53**
männlich	288,1 ± 5,6	29.910	288,6	26.665	- 5,1	3.215	- 8,7	30
weiblich	286,7 ± 5,3	26.705	287,2	23.664	- 4,2	3.018	- 6,0	23

Die Ergebnisse in Tabelle 31 zeigen, dass die durchschnittliche Trächtigkeitsdauer für die 5 Rassen zur Milchnutzung (unabhängig vom Geburtstyp) zwischen 282,5 und 290,3 Tagen liegt, wobei die Rasse Braunvieh die höchste, und die Rasse Holstein die niedrigste Trächtigkeitsdauer aufweist. Unter der Berücksichtigung des Geschlechts ist zu erkennen, dass männliche Kälber im Durchschnitt 1 bis 2 Tage länger ausgetragen werden als weibliche, wobei der Unterschied bei Braunviehtieren mit 1,6 Tagen am größten, und bei Holsteintieren mit 1,1 Tagen am geringsten ist.

Vergleicht man die Länge der Trächtigkeit zwischen Einlingen und Zwillingen, so ist deutlich zu erkennen, dass Zwillinge um etwa 4 – 5 Tage kürzer ausgetragen werden als Einzelgeburten. Dieser Unterschied ist bei der Rasse Fleckvieh mit 284,4 Tagen bei Zwillingen und einem Unterschied zu Einlingen von – 5,1 Tagen am größten und bei den Holsteintieren am niedrigsten. Letztere weisen bei Zwillingsgeburten mit 278,5 Tagen eine um - 4,2 Tagen kürzere Trächtigkeit auf als Kälber derselben Rasse, die als Einling geboren wurden.

Auch bei Zwillingen kann ein Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Tieren in der Trächtigkeitsdauer beobachtet werden. Auch bei diesem Geburtstyp verbleiben die männlichen Tiere länger im Uterus als die weiblichen, der Unterschied ist jedoch geringer als bei Einlingsgeburten. Männliche Braunvieh-Zwillingskälber weisen mit 286,2 Trächtigkeitstagen die längste, und männliche Holstein-Zwillinge mit 278,8 die kürzeste Trächtigkeitsdauer auf.

Mehrlinge werden noch kürzer ausgetragen als Zwillinge. Der Unterschied beträgt zu den Einzelgeburten etwa 7 bis 10 Tage, wobei die Rasse Grauvieh mit -9,6 Tagen den größten Unterschied und die Rasse Braunvieh mit -7,3 Tagen den geringsten Unterschied zu Einlingsgeburten ihrer Rasse aufweist. Betrachtet man die Länge der Trächtigkeitsdauer insgesamt, so werden wiederum Braunviehmehrlinge mit 283,3 Tagen am längsten und Holsteinmehrlinge mit 275,8 Tagen am kürzesten ausgetragen. Bei Mehrlingsgeburten folgen nur die Rassen Braunvieh, Fleckvieh und Grauvieh dem Trend, dass männliche Tiere länger ausgetragen werden als weibliche. Bei den Rassen Holstein und Pinzgauer weisen die weiblichen Kälber eine längere Trächtigkeitsdauer auf. Hierbei ist jedoch das geringe Vorkommen an Mehrlingskälbern zu beachten.

In Tabelle 32 und Abbildung 9 wird die durchschnittliche Trächtigkeitsdauer für Zwillingsgeburten unter Berücksichtigung der Geschlechterkombination dargestellt.

Tabelle 32: Durchschnittliche Trächtigkeitsdauer in Tagen für Zwillingsgeburten unter Berücksichtigung der Geschlechterkombination

	Trächtigkeitsdauer (d)					
	männlich/männlich		männlich/weiblich[1]		weiblich/weiblich	
Rasse	$\bar{x} \pm s$	N	$\bar{x} \pm s$	N	$\bar{x} \pm s$	N
Braunvieh	286,7 ± 5,3	4.076	285,5 ± 5,0	6.495	285,4 ± 5,3	3.759
Fleckvieh	285,1 ± 5,3	26.457	284,2 ± 5,1	44.505	283,9 ± 5,0	23.419
Grauvieh	284,1 ± 5,3	249	283,8 ± 4,9	413	283,3 ± 5,4	233
Holstein	279,0 ± 5,6	1.643	278,4 ± 5,4	2.795	278,2 ± 5,5	1.560
Pinzgauer	284,0 ± 5,2	852	282,9 ± 5,0	1.492	282,9 ± 4,9	759

[1]inkl. Kälber mit unbekanntem Geschlecht

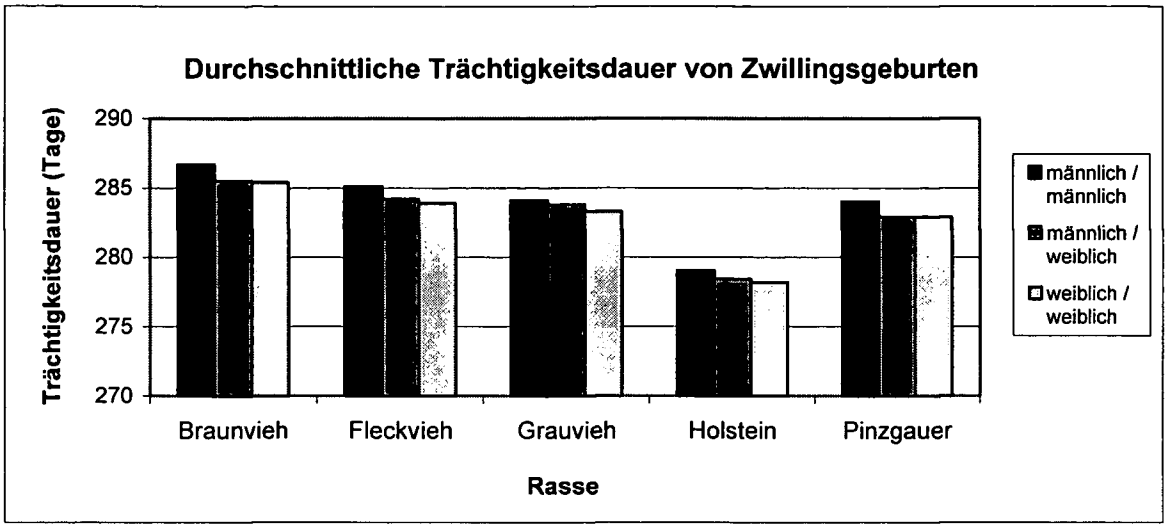


Abbildung 9: Durchschnittliche Trächtigkeitsdauer von Zwillingsgeburten unter Berücksichtigung der Geschlechterkombination

Auch die Ergebnisse in Tabelle 32 geben den zuvor erwähnten Trend wieder, dass männliche Tiere eine höhere Trächtigkeitsdauer als weibliche aufweisen. Somit zeigt sich, dass gleich geschlechtliche männliche Zwillinge längere Zeit getragen werden, als weibliche gleich geschlechtliche Zwillinge. Gemischt geschlechtliche Zwillinge weisen nur eine geringfügig höhere Trächtigkeitsdauer auf als weibliche gleich geschlechtliche. Es kann also festgestellt werden, dass gemischt geschlechtliche Zwillinge in punkto Trächtigkeitsdauer den gleich geschlechtlichen weiblichen Zwillingen ähnlicher sind, als den gleich geschlechtlichen männlichen.

4.3.3 Kalbeverlauf

Die Ergebnisse in Tabelle 33 zeigen, dass die Interaktion zwischen Betrieb und Kalbejahr unter Berücksichtigung der Region, sowie der fixe Effekt der Region einen für alle Rassen und Laktationsgruppen signifikanten Einfluss auf den Kalbeverlauf ausüben. Die Laktationsnummer hat nur bei der Rasse Holstein (ab 2. Laktation) einen signifikanten Einfluss (P = 0,0393). Das Erstkalbealter ist für die Rassen Braunvieh, Fleckvieh und Holstein signifikant. Die meisten Erstlingskühe beenden erst während der 1. Laktation ihr Wachstum. Ein zu frühes Erstkalbealter ist oft der Grund für Geburtskomplikationen aufgrund noch zu geringer Körpergröße oder zu engem Becken (SUTTER, 2006). Das Alter für Kühe ab der 2. Laktation zum Zeitpunkt der Geburt ihrer Nachkommen ist für die Rassen Braunvieh, Fleckvieh und Holstein hoch signifikant.

Das Geschlecht hat mit Ausnahme von Braunvieh (ab 2. Laktation), Grauvieh (1. und höhere Laktationen) und Holstein (ab 2. Laktation) einen signifikanten Einfluss auf den Geburtstyp. Bei allen Rassen zeigt sich, dass bei der Geburt männlicher Kälber mehr Geburtshilfe notwendig ist als bei weiblichen. Hauptgrund dafür ist das höhere Geburtsgewicht von Stierkälbern. Dieser geschlechtsspezifische Unterschied ist für alle Rassen, mit Ausnahme von Grauvieh (gesamte Population) und Holstein (ab 2. Laktation), signifikant.

Der Geburtstyp hat für die Rassen Braunvieh und Fleckvieh (jeweils 1. und höhere Laktationen) sowie für Grauvieh und Holstein (jeweils ab der 2. Laktation) einen hoch signifikanten Einfluss ($P < 0,001$) auf den Geburts- bzw. Kalbeverlauf. Für die Rassen Pinzgauer (gesamte Population), Grauvieh und Holstein (jeweils 1. Laktation) hat der Geburtstyp jedoch keinen signifikanten Einfluss auf den Kalbeverlauf.

Die Wechselwirkung zwischen Geschlecht und Geburtstyp ist für die Rassen Fleckvieh, Grauvieh, Pinzgauer (jeweils 1. und höhere Laktationen) sowie für Braunvieh und Holstein (jeweils ab 2. Laktation) signifikant.

Tabelle 33: Anzahl Geburten, Bestimmtheitsmaß (R^2) und Signifikanzniveau für das Merkmal Kalbeverlauf bei den österreichischen Milchviehrassen getrennt nach 1. Laktation (Lakt.1) und ≥ 2. Laktation (Lakt. ≥ 2)

Rasse/Laktation	N	R^2	Betrieb*Jahr (Region)	Region	Geburts-typ	Geschlecht	Geschlecht* Geburtstyp	Laktation	Alter[1]	Alter[1] (Laktation)
Braunvieh (Lakt. 1)	25.881	0,45	***	***	***	***	-	-	*	-
Braunvieh (Lakt. ≥ 2)	65.968	0,40	***	***	***	ns	*	ns	-	***
Fleckvieh (Lakt. 1)	52.121	0,31	***	***	***	*	***	-	***	-
Fleckvieh (Lakt. ≥ 2)	133.587	0,29	***	***	***	*	***	ns	-	***
Grauvieh (Lakt. 1)	3.577	0,68	***	**	ns	ns	**	-	ns	-
Grauvieh (Lakt. ≥ 2)	11.366	0,54	***	***	***	ns	**	ns	-	ns
Holstein (Lakt. 1)	33.264	0,42	***	***	ns	***	-	-	***	-
Holstein (Lakt. ≥ 2)	70.859	0,40	***	***	***	ns	*	*	-	***
Pinzgauer (Lakt. 1)	14.129	0,50	***	***	ns	**	**	-	ns	-
Pinzgauer (Lakt. ≥ 2)	33.559	0,43	***	***	ns	**	***	ns	-	ns

[1] Erstkalbealter für die 1. Laktation bzw. Kalbealter innerhalb Laktation in der 2. und in höheren Laktationen
*** P < 0,001
** P < 0,01
* P < 0,05
ns P ≥ 0,05 (nicht signifikant)

In Tabelle 34 und Tabelle 35 werden die Ergebnisse der Auswertungen über den Kalbeverlauf für die Österreichischen Milchviehrassen, getrennt nach Rasse, Geschlecht und Geburttyp, dargestellt.

Tabelle 34: Prozentuelle Verteilung der Kalbeverlaufsklassen nach Rasse (%)

		Kalbeverlaufsklasse			
Rasse	**N**	**1**[1]	**2**[2]	**3**[3]	**4**[4] **+ 5**[5]
Braunvieh	700.674	42,56	54,76	2,57	0,11
Fleckvieh	2.925.472	33,84	62,00	4,03	0,13
Grauvieh	42.304	33,41	62,89	3,59	0,11
Holstein	310.383	43,88	53,25	2,79	0,08
Pinzgauer	111.647	17,38	79,68	2,74	0,20

[1]Leichtgeburt (keine Geburtshilfe); [2]Normalgeburt (Geburtshilfe von einer Person); [3]Schwergeburt (Geburtshilfe von mehr als einer Person oder mechanischer Geburtshelfer); [4]Kaiserschnitt; [5]Embryotomie (Zerstückeln des Kalbes)

Wie in Tabelle 34 ersichtlich, ist bei den österreichischen Milchviehrassen bei ca. jeder zweiten bzw. bei 2 von 3 Geburten eine Zughilfe notwendig. Der überdurchschnittlich hohe Prozentsatz der Rasse Pinzgauer in der Verlaufsklasse 2 ist möglicherweise datenerfassungsmethodisch bedingt (FÜRST, 2007). Weiters ist ersichtlich, dass die Rassen Fleckvieh und Grauvieh den höchsten Anteil an Schwergeburten (Klasse 3) aufweisen. Kaiserschnitt und Embryotomie sind bei den Rassen Pinzgauer und Fleckvieh am häufigsten aufgetreten. Diese beiden Rassen weisen auch den höchsten Anteil an Zwillingsgeburten auf. Es lässt sich somit eventuell ein Zusammenhang zwischen dem Geburtstyp und dem Auftreten von Geburtskomplikationen erahnen.

Betrachtet man die Ergebnisse aus Tabelle 35, so zeigt sich unter der Berücksichtigung des Geschlechts sehr deutlich, dass bei männlichen Kälbern häufiger Zughilfe, Kaiserschnitt oder Embryotomie notwendig sind, als bei weiblichen. Dies äußert sich auch im höheren Anteil an Leichtgeburten bei den weiblichen Tieren. Als Hauptgrund wird das geringere Geburtsgewicht der Kuhkälber gesehen.

Weiters kann festgestellt werden, dass mit zunehmender Wurfgröße der Anteil an Schwergeburten, Kaiserschnitt und Embryotomie zunimmt. Häufigeres Auftreten von Lage- und Stellungsfehlern bei Zwillingen und Mehrlingen, die die Geburtshilfe mehrerer Personen, einen Kaiserschnitt oder gar das Zerstückeln eines Kalbes notwendig machen, werden als Ursachen dafür gesehen. Bei den Rassen Fleckvieh und Pinzgauer ist weiters zu beobachten, dass mit zunehmender Wurfgröße der Anteil an Leichtgeburten zunimmt, das heißt, dass bei Zwillingen oder Drillingen mit normaler Geburtsstellung und Lage die Notwendigkeit einer Zughilfe abnimmt.

Tabelle 35: Prozentuelle Verteilung der Kalbeverlaufsklassen nach Rasse, Geschlecht und Geburtstyp (%)

		Kalbeverlaufsklasse			
Rasse/Geschlecht/Geburtstyp	**N**	**1[1]**	**2[2]**	**3[3]**	**4[4] + 5[5]**
Braunvieh männlich	**348.580**	**39,19**	**57,35**	**3,32**	**0,14**
Einling	323.418	39,32	57,4	3,11	0,13
Zwilling	24.884	37,42	56,40	5,94	0,24
Mehrling	278	32,37	54,68	12,95	-
Braunvieh weiblich	**352.094**	**45,90**	**52,19**	**1,82**	**0,08**
Einling	327.808	46,25	52,06	1,62	0,08
Zwilling	24.125	41,28	53,99	4,57	0,16
Mehrling	161	31,67	52,80	15,53	-
Fleckvieh männlich	**1.511.422**	**30,53**	**63,65**	**5,63**	**0,19**
Einling	1.356.735	29,62	64,27	5,91	0,20
Zwilling	152.552	38,40	58,34	3,16	0,10
Mehrling	2.135	41,17	53,58	5,11	0,14
Fleckvieh weiblich	**1.414.050**	**37,39**	**60,24**	**2,31**	**0,06**
Einling	1.267.420	36,99	60,66	2,30	0,05
Zwilling	144.559	40,85	56,67	2,40	0,08
Mehrling	2.071	44,09	50,99	4,78	0,14
Grauvieh männlich	**21.806**	**31,38**	**63,79**	**4,68**	**0,15**
Einling	20.142	31,69	63,70	4,45	0,16
Zwilling	1.657	27,52	65,12	7,30	0,06
Mehrling	7	57,14	14,29	28,57	-
Grauvieh weiblich	**20.498**	**35,57**	**61,93**	**2,44**	**0,06**
Einling	18.992	36,07	61,64	2,23	0,06
Zwilling	1.497	29,12	65,73	5,08	0,07
Mehrling	9	44,44	44,44	11,12	-
Holstein männlich	**158.508**	**41,58**	**54,75**	**3,57**	**0,10**
Einling	148.618	41,49	54,90	3,51	0,10
Zwilling	9.790	42,98	52,42	4,42	0,18
Mehrling	100	38,00	57,00	5,00	-
Holstein weiblich	**151.875**	**46,28**	**51,68**	**1,98**	**0,06**
Einling	142.396	46,31	51,74	1,90	0,05
Zwilling	9.404	45,81	50,78	3,29	0,12
Mehrling	75	41,33	50,67	4,00	4,00
Pinzgauer männlich	**57.407**	**15,91**	**80,09**	**3,71**	**0,029**
Einling	51.381	15,56	80,47	3,65	0,32
Zwilling	5.951	18,80	76,98	4,15	0,07
Mehrling	75	20,00	68,00	12,00	-
Pinzgauer weiblich	**54.240**	**18,93**	**79,26**	**1,71**	**0,10**
Einling	48.259	18,92	79,46	1,53	0,09
Zwilling	5.927	19,03	77,66	3,12	0,19
Mehrling	54	22,22	72,22	5,56	-

[1]Leichtgeburt (keine Geburtshilfe); [2]Normalgeburt (Geburtshilfe von einer Person); [3]Schwergeburt (Geburtshilfe von mehr als einer Person oder mechanischer Geburtshelfer); [4]Kaiserschnitt; [5]Embryotomie (Zerstückeln des Kalbes)

Tabelle 36: Least Squares Means für das Merkmal Kalbeverlauf unter Berücksichtigung des Geburtstyps

		Kalbeverlauf			
Rasse/Laktation	**N**	**Einling**	**Zwilling**	**Mehrling[1]**	**Se[2]**
Braunvieh (1. Lakt.)	25.881	1,61 [a]	1,68 [b]	-	0,47
Braunvieh (≥ 2. Lakt.)	65.968	1,45 [a]	1,57 [b]	1,57 [ab]	0,44
Fleckvieh (1. Lakt.)	52.121	1,70 [a]	1,55 [b]	1,33 [bc]	0,53
Fleckvieh (≥ 2. Lakt.)	133.587	1,41 [a]	1,33 [b]	1,19 [c]	0,48
Grauvieh (1. Lakt.)	3.577	1,74 [a]	1,67 [a]	-	0,46
Grauvieh (≥ 2. Lakt.)	11.366	1,66 [a]	1,73 [b]	-	0,41
Holstein (1. Lakt.)	33.264	1,68 [a]	1,71 [a]	-	0,48
Holstein (≥ 2. Lakt.)	70.859	1,54 [a]	1,61 [b]	1,87 [c]	0,43
Pinzgauer (1. Lakt.)	14.129	1,99 [a]	1,97 [a]	-	0,39
Pinzgauer (≥ 2. Lakt.)	33.559	1,66 [a]	1,66 [a]	1,76 [a]	0,38

[1]bei Braunvieh (1.Lakt.), Holstein (1. Lakt.), Pinzgauer (1. Lakt.) Grauvieh (1. und höhere Lakt.) wurden die Geburtstypen Zwilling und Mehrling zum Geburtstyp Zwilling zusammengefasst; [2]Residualstandardabweichung; Lakt. = Laktation

Gleiche Buchstaben: Geburtstypen unterscheiden sich nicht signifikant von einander ($P \geq 0,05$)

Unterschiedliche Buchstaben: Geburtstypen unterscheiden sich signifikant von einander ($P < 0,05$)

Die Ergebnisse in Tabelle 36 zeigen, dass bei den Rassen Braunvieh und Holstein (jeweils 1. und höhere Laktationen), sowie bei Grauvieh und Pinzgauer (jeweils ab der 2. Laktation) bei Zwillingen und Mehrlingen mehr Geburtshilfe notwendig ist. Umgekehrt verhält es sich bei den Rassen Fleckvieh (1. und höhere Laktation) sowie bei Grauvieh und Pinzgauer (jeweils Erstlingskühe). Hierbei zeigt sich, dass mit zunehmender Wurfgröße weniger Geburtskomplikationen auftreten. Als Begründung hierfür kann das geringere Geburtsgewicht der Zwillings- und Mehrlingskälber gesehen werden. Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geburtstypen im Kalbeverlauf können nur bei den Rassen Grauvieh und Holstein (jeweils 1. Laktation) und bei der Rasse Pinzgauer (1. und höhere Laktation) festgestellt werden.

Auch BUSCH und SCHULZ (1993) zeigen Versuche zur Auswertung des Anteils an Schwergeburten bei Zwillingsgraviditäten deutscher Milchrinder auf. Demnach konnten bei 114 Zwillingsgeburten 15 Schwergeburten (13,1 %) verzeichnet werden. Der Anteil an Schwergeburten war bei der Gruppe der Primiparae deutlich höher als bei älteren Kühen.

Nach RANDT (1994), BUSCH und SCHULZ (1993), STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979) sowie nach FRICKE und SHAVER (2000) ist die Geburt von Zwillingen und Drillingen häufig mit Verletzungen des Geburtsweges, Gebärmutterentzündungen, Nachgeburtsverhaltung aufgrund der verkürzten Trächtigkeitsdauer, eintretende Stoffwechselerkrankungen (va. Festliegen) und erhöhter Kälbersterblichkeit verbunden. Den Zwillings- und Mehrlingsmüttern sowie den Kälbern ist somit bei und nach der Geburt verstärkte Aufmerksamkeit zu widmen.

4.3.4 Totgeburten und Kälbersterblichkeit

Die Ergebnisse in Tabelle 37 zeigen einen signifikanten Einfluss für die Wechselwirkung zwischen Betrieb und Kalbejahr unter Berücksichtigung der Region für alle Rassen mit Ausnahme der Gruppe Grauvieh (1. Laktation). Die Region als fixer Effekt ist für die Rassen Braunvieh und Holstein (jeweils 1. und höhere Laktationen), für die Rassen Fleckvieh und Grauvieh (jeweils ab 2. Laktation), sowie für die Rasse Pinzgauer (1. Laktation) signifikant.

Es zeigt sich weiters, dass der Geburtsverlauf bei allen Rassen und Laktationsstadien einen hochsignifikanten Einfluss auf die Kälbersterblichkeit ausübt ($P < 0,001$). Mit Ausnahme der Rasse Pinzgauer unterscheiden sich bei allen Gruppen auch die Kalbeverlaufsklassen untereinander signifikant. Aufgrund der Ergebnisse der LS Means kann weiters festgestellt werden, dass die Kälbersterblichkeit ab der Kalbeverlaufsklasse 3 (Schwergeburt) rasch ansteigt. Der Einfluss der Laktation ist bei keiner Rasse signifikant, das Erstkalbealter zeigt jedoch bei den Rassen Braunvieh, Fleckvieh, Holstein und Pinzgauer einen signifikanten Einfluss auf die Totgeburtenrate. Demnach ist bei einem höheren Erstkalbealter aufgrund der körperlichen Reife der Kuh die Kälbersterblichkeit geringer (SUTTER, 2006; BUSCH UND SCHULZ, 1993). Das Alter der Kuh zum Zeitpunkt der Geburt weiterer Nachkommen übt keinen signifikanten Einfluss auf die Totgeburtenrate aus.

Der Einfluss des Geschlechts auf die Überlebensrate ist für die Rassen Braunvieh, Fleckvieh, Holstein und Pinzgauer (jeweils 1. und höhere Laktation) hochsignifikant ($P < 0,001$). Bei der Rasse Grauvieh übt das Geschlecht nur bei der Gruppe der 1. Laktation einen signifikanten Einfluss ($P < 0,5$) aus, für die Gruppe der Tiere ab der 2. Laktation ist das Geschlecht nicht signifikant. Auch in dieser Analyse zeigt sich, dass die Kälbersterblichkeit bei den männlichen Tieren höher ausfällt, als bei den weiblichen. Die Unterschiede in der Totgeburtenrate zwischen den beiden Geschlechtern sind bis auf die Rasse Grauvieh hochsignifikant ($P < 0,001$).

Tabelle 37: Anzahl Geburten, Bestimmtheitsmaß (R^2) und Signifikanzniveau für das Merkmal Totgeburten bei den österreichischen Milchviehrassen getrennt nach 1. Laktation (Lakt.1) und ≥ 2. Laktation (Lakt. ≥ 2)

Rasse/Laktation	N	R^2	Betrieb*Jahr (Region)	Region	Geburts-typ	Geschlecht	Geschlecht* Geburtstyp	Kalbe-verlauf	Laktation	Alter[1]	Alter[1] (Laktation)
Braunvieh (Lak. 1)	25.881	0,25	***	***	***	***	-	***	-	***	-
Braunvieh (Lakt. ≥ 2)	65.968	0,15	***	***	***	***	-	***	ns	-	ns
Fleckvieh (Lak. 1)	52.121	0,20	***	ns	***	***	-	***	-	**	-
Fleckvieh (Lakt. ≥ 2)	133.587	0,13	***	*	***	***	-	***	ns	-	ns
Grauvieh (Lak. 1)	3.577	0,53	ns	ns	ns	*	-	***	-	ns	-
Grauvieh (Lakt. ≥ 2)	11.366	0,28	***	***	***	ns	-	***	ns	-	ns
Holstein (Lak. 1)	33.264	0,23	***	***	***	***	-	***	-	**	-
Holstein (Lakt. ≥ 2)	70.859	0,15	***	***	***	***	***	***	ns	-	ns
Pinzgauer (Lak. 1)	14.129	0,38	***	**	***	***	-	***	-	***	-
Pinzgauer (Lakt. ≥ 2)	33.559	0,21	***	ns	***	***	-	***	ns	-	ns

[1]Erstkalbealter für die 1. Laktation bzw. Kalbealter innerhalb Laktation in der 2. und in höheren Laktationen
*** P < 0,001
** P < 0,01
* P < 0,05
ns P ≥ 0,05 (nicht signifikant)

Der Einfluss des Geburtstyps zeigt sich ebenfalls bei allen Rassen, mit Ausnahme der Grauviehtiere (1. Laktation) hochsignifikant ($P < 0,001$). Die Wechselwirkung zwischen Geschlecht und Geburtstyp hat nur für die Rasse Holstein (ab. 2. Laktation) einen signifikanten Einfluss ($P < 0,001$).

Tabelle 38: Totgeburtenrate (TOT) der österreichischen Milchviehrassen (%)

Rasse	N	TOT[1] (%)
Braunvieh	700.662	3,73
Fleckvieh	2.925.363	3,86
Grauvieh	42.304	1,14
Holstein	310.377	5,90
Pinzgauer	111.647	4,01

[1]Summe aus tot geborenen und innerhalb von 48 h verendeten Kälbern

Die Ergebnisse in Tabelle 38 zeigen, dass die Häufigkeit an Totgeburten bzw. die Häufigkeit an Kälbern, die binnen 48 Stunden nach der Geburt verendet sind, zwischen 1,14 und 5,90 % liegt, wobei die Rasse Grauvieh die niedrigste und die Rasse Holstein die höchste Totgeburtenrate aufweist. Die im Vergleich zu den anderen Rassen auffällig niedrige Totgeburtenrate der Grauviehkälber kann möglicherweise datenerfassungsmethodisch bedingt sein (FÜRST, 2007). Der Grund für den hohen Anteil tot geborener oder verendeter Kälber bei der Rasse Holstein lässt auf eine geringere Vitalität und Lebenskraft der Neugeborenen dieser Rasse schließen. Hierbei mag das von Natur aus geringere Geburtsgewicht der Holsteinkälber eventuell eine Rolle spielen.

Wie in Tabelle 39 ersichtlich, weisen, unabhängig vom Geburtstyp, männlich Kälber eine höhere Kälbersterblichkeit auf als weibliche. Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern liegen etwa bei 1 – 2 %; bei der Rasse Holstein, wo die männlichen Kälber eine Totgeburtenrate von knapp über 7 % aufweisen, sogar darüber. Weiters ist festzustellen, dass Zwillinge und Mehrlinge gegenüber Einlingsgeburten eine höhere Kälbersterblichkeit aufweisen. Vor allem bei Mehrlingen ist die Chance, das ein Kalb lebendig geboren bzw. nach 48 noch am Leben ist, relativ gering. So weisen Mehrlingskälber bei den Rassen Braunvieh und Fleckvieh eine Totgeburtenrate zwischen 30 und 40 % auf, während bei der Rasse Holstein nur etwa 56 % der weiblichen und lediglich 45 % der männlichen Mehrlingskälber lebend geboren werden bzw. die ersten zwei Tage überleben.

Tabelle 39: Totgeburtenrate (TOT) für Einlings-, Zwillings- und Mehrlingsgeburten nach Rasse, Geschlecht und Geburtstyp (%)

Rasse/Geschlecht/Geburtstyp	N	TOT[1] (%)
Braunvieh männlich	**348.578**	**4,63**
Einling	323.418	4,11
Zwilling	24.882	11,91
Mehrling	278	39,21
Braunvieh weiblich	**352.084**	**2,83**
Einling	327.799	2,40
Zwilling	24.124	8,94
Mehrling	161	36,65
Fleckvieh männlich	**1.511.388**	**4,65**
Einling	1.356.707	3,86
Zwilling	152.546	12,52
Mehrling	2.135	38,92
Fleckvieh weiblich	**1.413.975**	**3,02**
Einling	1.267.352	2,22
Zwilling	144.552	10,35
Mehrling	2.071	32,45
Grauvieh männlich	**21.806**	**1,32**
Einling	20.142	1,03
Zwilling	1.657	2,60
Mehrling	7	14,29
Grauvieh weiblich	**20.498**	**0,95**
Einling	18.992	0,81
Zwilling	1.497	1,94
Mehrling	9	22,22
Holstein männlich	**158.505**	**7,02**
Einling	148.615	6,39
Zwilling	9.790	17,63
Mehrling	100	55,00
Holstein weiblich	**151.872**	**4,73**
Einling	142.394	4,13
Zwilling	9.403	14,05
Mehrling	75	44,00
Pinzgauer männlich	**57.407**	**4,78**
Einling	51.381	4,15
Zwilling	5.951	10,99
Mehrling	75	20,00
Pinzgauer weiblich	**54.240**	**3,19**
Einling	48.259	2,37
Zwilling	5.927	9,65
Mehrling	54	20,37

[1]Summe aus tot geborenen und innerhalb von 48 h verendeten Kälbern

Tabelle 40: Least Squares Means für das Merkmal Totgeburten unter Berücksichtigung des Geburtstyps

		Totgeburten			
Rasse/Laktation	**N**	**Einling**	**Zwilling**	**Mehrling[1]**	**Se[2]**
Braunvieh (1. Lakt.)	25.881	0,23[a]	0,36[b]	-	0,24
Braunvieh (≥ 2. Lakt.)	65.968	0,23[a]	0,31[b]	0,61[c]	0,21
Fleckvieh (1. Lakt.)	52.121	0,17[a]	0,27[b]	0,55[c]	0,24
Fleckvieh (≥ 2. Lakt.)	133.587	0,14[a]	0,25[b]	0,50[c]	0,21
Grauvieh (1. Lakt.)	3.577	0,07[a]	0,11[a]	-	0,18
Grauvieh (≥ 2. Lakt.)	11.366	0,03[a]	0,06[b]	-	0,11
Holstein (1. Lakt.)	33.264	0,18[a]	0,36[b]	-	0,30
Holstein (≥ 2. Lakt.)	70.859	0,25[a]	0,35[b]	0,68[c]	0,21
Pinzgauer (1. Lakt.)	14.129	0,10[a]	0,16[b]	-	0,21
Pinzgauer (≥ 2. Lakt.)	33.559	0,15[a]	0,21[b]	0,30[c]	0,17

[1]bei Braunvieh (1.Lakt.), Holstein (1. Lakt.), Pinzgauer (1. Lakt.) und Grauvieh (1. und höhere Lakt.) wurden die Geburtstypen Zwilling und Mehrling zum Geburtstyp Zwilling zusammengefasst; [2]Residualstandardabweichung
Gleiche Buchstaben: Geburtstypen unterscheiden sich nicht signifikant von einander ($P \geq 0,05$)
Unterschiedliche Buchstaben: Geburtstypen unterscheiden sich signifikant von einander ($P < 0,05$)

Auch unter Korrektur der weiteren Effekte (Tabelle 40) zeigt sich, dass mit zunehmender Wurfgröße die Häufigkeit an Totgeburten stark ansteigt. Die Unterschiede in der Kälbersterblichkeit zwischen Einlingen, Zwillingen und Mehrlingen sind bei allen Rassen, außer bei Grauvieh (1. Laktation) signifikant.

Nach RANDT (1994) und STOLZENBURG und SCHÖNMUTH (1979) liegen die Ursachen für die erhöhte Kälbersterblichkeit bei Zwillingen und Mehrlingen in der geringeren Vitalität und Lebenskraft, die durch das niedrigere Geburtsgewicht aufgrund der verkürzten Trächtigkeitsdauer bedingt ist.

5 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Hierbei werden die wichtigsten Erkenntnisse nochmals wiedergegeben:

Für die Österreichische Milchviehpopulation kann eine Zwillingsgeburtenfrequenz im Bereich von 3,24 bis 5,57 % verzeichnet werden, wobei die Rassen Pinzgauer und Fleckvieh den höchsten Anteil an Zwillingsgeburten aufweisen, gefolgt von den Rassen Grauvieh, Braunvieh und Holstein. Die Mehrlingsrate liegt im Bereich von 0,02 bis 0,05 %. Die Fleischnutzungsrassen sind im Vergleich zu den Milchviehrassen in der Zwillings- und Mehrlingshäufigkeit unterlegen. Demnach beträgt der Anteil der Zwillingsgeburten je nach Rasse 0,44 bis 3,06 %. Die Rasse Charolais verzeichnet im Gegensatz zu den anderen Rassen dieser Gruppe eine auffallend hohe Zwillings- und Mehrlingsrate. Als Hauptgrund für den Unterschied in der Zwillings- und Mehrlingshäufigkeit zwischen Milchnutzungs- und Fleischnutzungsrassen wird in der Höhe der Milchleistung gesehen.

Hinsichtlich der Einflussfaktoren auf die Zwillings- und Mehrlingshäufigkeit wurden die Kalbesaison, die Belegungshäufigkeit, die Laktationszahl und der Einfluss des Belegstieres näher untersucht. Es zeigt sich, dass die Kalbesaison bei den Rassen Fleckvieh und Holstein (jeweils 1. und höhere Laktation) sowie bei der Rasse Pinzgauer (1. Laktation) einen signifikanten Einfluss auf den Geburtstyp ausübt. Die Ergebnisse der LS Means zeigen für die Rassen Braunvieh (1. Laktation), Fleckvieh (ab 2. Laktation) und für die Rassen Holstein und Pinzgauer (jeweils gesamte Population), dass die meisten Zwillinge und Mehrlinge in der Herbstsaison (September bis November) geboren werden.

Die Belegungshäufigkeit weist bei den Rassen Braunvieh, Fleckvieh und Holstein (jeweils gesamte Population) einen signifikanten Einfluss auf den Geburtstyp auf. Es kann jedoch kein für alle Rassen gültiger Trend festgestellt werden, dass mit steigender Belegungshäufigkeit mehr Zwillinge und Mehrlinge geboren werden.

Die Laktationszahl zeigt bei keiner Rasse einen signifikanten Einfluss auf das Auftreten des jeweiligen Geburtstyps. Das Erstkalbealter ist nur für die Rasse Fleckvieh signifikant, während das Alter unter Berücksichtigung der Laktation bei der Rasse Braunvieh einen signifikanten Einfluss auf den Geburtstyp ausübt. Hinsichtlich des Einflusses der Laktationszahl der Mütter bei der Geburt ihrer Nachkommen zeigt sich deutlich, dass die Zwillingshäufigkeit bei Erstlingskühen gegenüber älteren Kühen am niedrigsten ist.

Die Ergebnisse der LS Means zeigen nur für die Rasse Pinzgauer einen eindeutigen Trend, dass ältere Kühe mehr Zwillinge zur Welt bringen.

Der Einfluss des Belegstieres ist nur für die Rasse Grauvieh (ab. 2 Laktation) signifikant. Die geschätzten Heritabilitäten auf Basis der niederösterreichischen Fleckviehpopulation für das Merkmal Geburtstyp belaufen sich auf der paternalen Seite je nach Programm und Laktationsgruppe bis zu 0,5 %. Es kann jedoch bei allen Rassen festgestellt werden, dass bestimmte Belegstiere aus gewissen Linien vermehrt Zwillinge vererben. Auf der maternalen Seite bewegt sich der Erblichkeitsgrad für die Gruppe der 1. Laktationen im Bereich von 1,7 bis 1,9 %; und für die Gruppe ab der 2. Laktation von 5,8 bis 6,3 %.

Betrachtet man die Milchleistung der Mütter nach einer Zwillings- und Mehrlingsgeburt, so übt der Geburtstyp bei den Rassen Fleckvieh (gesamte Population), Braunvieh, Holstein und Pingauer (jeweils ab 2. Laktation) einen signifikanten Einfluss aus. Unter Korrektur aller weiteren Faktoren stellt sich, mit Ausnahme von Braunvieh- und Grauvieherstlingskühen, eine für Zwillings- und Mehrlingsmüttern niedrigere Milchleistung gegenüber von Einlingsmüttern heraus. Erfolgt jedoch keine Korrektur auf die weiteren Faktoren so zeigt sich für alle Rassen eine um etwa 140 bis 200 kg höhere durchschnittliche Milchleistung der Zwillings- und Mehrlingsmütter im Vergleich zu jenen Kühen die nur ein Kalb zur Welt brachten. Weiters kann festgestellt werden, dass der Fettgehalt nach Zwillingen bzw. Mehrlingen niedriger, und der Eiweißgehalt, mit Ausnahme bei den Rassen Grauvieh und Pinzgauer, höher ist als nach Einzelgeburten. Aufgrund der höheren Milchmenge ergeben sich auch höhere Fett- und Eiweißmengen nach Zwillingen und Mehrlingen.

Hinsichtlich der Trächtigkeitsdauer kann bei Zwillingen eine um etwa 4 bis 5 Tage und bei Mehrlingen eine um 7 bis 10 Tage kürzere Tragezeit ermittelt werden. Dies resultiert in einer geringeren Geburtsmasse der Kälber sowie in einem gehäuften Auftreten von Nachgeburtsverhaltung bei den Zwillings- und Mehrlingsmüttern.

Für das Merkmal Kalbeverlauf kann für die Rassen Braunvieh und Fleckvieh (jeweils gesamte Population) und für die Rassen Grauvieh und Holstein (jeweils ab 2. Laktation) ein signifikanter Einfluss des Geburtstyps gezeigt werden. Generell kann festgestellt werden, dass bei Zwillingen und Mehrlingen aufgrund von Lage- und Stellungsfehlern vermehrt Schwergeburten, Kaiserschnitt oder Embryotomie auftreten. Bei männlichen Kälbern kommt es darüber hinaus häufiger zu Komplikationen als bei weiblichen.

Hinsichtlich der tot geborenen und innerhalb von 48 Stunden nach der Geburt verendeten Kälber hat der Geburtstyp bei allen Rassen, mit Ausnahme der Grauviehtiere (1. Laktation) einen hoch signifikanten Einfluss. Generell kann festgestellt werden, dass mit zunehmender Wurfgröße die Häufigkeit an tot geborenen und verendeten Kälbern stark ansteigt. Wie beim Merkmal Kalbverlauf kann auch in diesem Zusammenhang festgestellt werden, dass männliche Kälber im Vergleich zu den weiblichen eine geringere Überlebenschance aufweisen.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Das Rind gehört wie das Pferd zu uniparen Spezies unter den landwirtschaftlichen Nutztieren. Trotzdem kommen beim Rind in manchen Fällen Zwillings- und Mehrlingsgeburten vor. Da die weiblichen Kälber aus einer gemischt geschlechtlichen Zwillingsgeburt in den meisten Fällen als unfruchtbar gelten, bewirken Zwillinge in der Milchviehhaltung einen höheren Remontierungsaufwand. Im Gegensatz dazu stellen Zwillinge und Mehrlinge in der Mutterkuhhaltung ein höheres Aufkommen an nutzbaren Kälbern dar. Generell kann jedoch bei Zwillings- und Mehrlingsgeburten mit einem finanziellen und managementbedingten Mehraufwand gerechnet werden.

Ausgehend von diesen Erkenntnissen wurden für den Zeitraum von Jänner 1995 bis April 2006 statistische Auswertungen für die Rassen Braunvieh, Fleckvieh, Grauvieh, Holstein und Pinzgauer durchgeführt. Der dieser Untersuchung zugrunde liegende Datensatz wurden von der ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH zur Verfügung gestellt und umfasste ca. 4 Millionen Kälber. Neben der Häufigkeit von Zwillings- und Mehrlingsgeburten und deren Einflussfaktoren wurden auch Heritabilitätsschätzungen für das Merkmal Geburtstyp sowie Untersuchungen in Bezug auf Leistungs- und Reproduktionsmerkmale durchgeführt.

Für die Österreichische Milchviehpopulation ergibt sich eine Zwillingshäufigkeit von 3,24 bis 5,57 %, wobei die meisten Zwillinge bei den Rassen Pinzgauer und Fleckvieh auftreten. Die Häufigkeit an Mehrlingen beträgt 0,02 bis 0,05 %. Im Gegensatz zu den Milchviehrassen kann bei den Fleischnutzungsrassen mit einer niedrigeren Zwillings- und Mehrlingshäufigkeit gerechnet werden. Während die Ergebnisse der Heritabilitätsschätzung auf Basis der Niederösterreichischen Fleckviehpopulation auf der paternalen Seite nur auf einen sehr geringen genetischen Einfluss auf die Zwillings- und Mehrlingshäufigkeit schließen lassen, können die Heritabilitäten auf der maternalen Seite im Bereich von 1,9 bis 6,3 % durchaus mit jenen Werten, die für die Fitnessmerkmale gelten, verglichen werden.

Hinsichtlich der Milchleistung zeichnet sich für Mütter nach einer Zwillings- oder Mehrlingsgeburt im Vergleich zur Milchleistung einer Einlingsmutter eine niedrigere Laktationsleistung ab. Weiters kann mit einer verkürzten Trächtigkeitsdauer bei Zwillings- und Mehrlingsgeburten gerechnet werden. Betrachtet man den Geburtsverlauf, so kommt es bei Zwillingen oder Mehrlingen wahrscheinlich aufgrund von Lage- und Stellungsfehlern zu einem häufigeren Vorkommen an Geburtskomplikationen. Auch das Auftreten von tot geborenen bzw. kurz nach der Geburt verendeten Kälbern ist bei Zwillings- und Mehrlingsgeburten, und hierbei insbesondere bei männlichen Kälbern, erhöht.

7 SUMMARY

Cattle are uniparous meaning that, in most cases, females only produce one offspring per pregnancy. The incidence of double or multiple births have both positive and negative effects, mainly depending on the purpose for which the calves are raised. In beef herds, twinning can considerably increase the efficiency of production. Because of freemartinism as well as management problems connected with a greater risk of dystocia, stillbirth, retained placenta and less milk yield, twinning is usually undesirable in dairy herds.

Data were provided by ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Vienna. From January 1995 to April 2006 about 4 millions Brown Swiss, Holstein, Pinzgauer, Simmental and Tyrolean Grey calves were recorded. The purpose of this study was 1) to analyse the incidence of twin and multiple births and its influencing factors, 2) to estimate heritabilities of litter size and 3) to study the effects of twin and mulitple births on milk yield, gestation length, calving ease and stillbirth.

The frequency of twin births ranges from 3.24 bis 5.57 %, with Holstein cattle having the lowest and Pinzgau cattle having the highest twinning rate, respectively. Paternal and maternal heritabilities for litter size were estimated in Fleckvieh cows from Lower Austria with a sire-dam model. Paternal heritabilities were < 0,001 while maternal heritabilities were 1.9 and 6.3 % for first and higher lactations, respectively.

After a twin or multiple birth milk production is lower than after a single birth. The gestation length of cows carrying twins or multiples is nearly 4 to 10 days shorter. Because of higher incidence of abnormal presentation calving assistance for cows expecting twins is frequently necessary. Dystocia, stillbirth and postnatal calf mortality also are higher among twins and multiples compared to singleton calves.

8 LITERATURVERZEICHNIS

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K. und WATSON, J. D. (1994): Molecular biology of the cell (3rd edition). Garland Publishing Inc., New York, London.

ANDERSEN, J. B.; MADSEN T. G.; LARSEN, T.; INGVARTSEN, K. L. und NIELSEN, M. O. (2005): The Effects of Dry Period versus Continuous Lactation on Metabolic Status and Performance in Periparturient Cows. Journal of Dairy Science, 88(10), 3530 - 3541.

BEEREPOOT, G. M. M.; DYKHUIZEN, A. A.; NIELEN, M. und SCHUKKEN, Y. H. (1992): The economics of naturally occurring twinning in dairy cattle. Journal of Dairy Science, 75, 1044 – 1051.

BENDIXEN, P. H.; OLTENACU, P. A. und ANDERSSON, L. (1989): Case-referent study of cystic ovaries as a risk indicator for twin calvings in dairy cows. Theriogenology, Vol. 31, No. 5, 1059 – 1066.

BENNETT, G. L; ECHTERNKAMP, S. E. und GREGORY, K. E. (1998): A Model of Litter Size Distribution in Cattle. Journal of Animal Science, 76, 1789 – 1793.

BÖMKES, D.; HAMANN, H. und DISTL, O. (2004): Einfluss systematischer Umwelteffekte auf die Milchleistungsmerkmale der Bunten Deutschen Edelziege. http://arch-anim-breed.fbn-dummerstorf.de/pdf/2004/heft3-2004/11distl043.pdf (4. Oktober 2006)

BRENIG, B. (2007): Persönliche Mitteilung.

BUSCH, W. und SCHULZ, J. (1993): Geburtshilfe bei Haustieren. Gustav Fischer Verlag, Jena.

DE ROSE, E. P. und WILTON, J. W. (1991): Productivity and profitability of twin births in beef cattle. Journal of Animal Science, 69, 3085 – 3093.

ECHTERNKAMP, S. E. und GREGORY, K. E. (1999): Effects of Twinning on Gestation Length, Retained Placenta and Dystocia. Journal of Animal Science, 77, 39 – 47.

FARAHWASCHY, I. (1973): Untersuchungen zur Zwillingsträchtigkeit beim Rind im Zusammenhang mit dem Lebens- und Leistungsablauf der Zwillingsmütter. Dissertation an der Universität Hohenheim.

FISCHER, A.; FÜHRER, F.; HAHN, R.; HASENPUSCH, E.; JANOWITZ, U.; KOHLER, S.; KOLITSCH, G. und LEIDING, C. (2003): Rinderbesamung mit Erfolg. Handbuch für Eigenbestandsbesamer. Top-Agrar Fachbuch. Landwirtschaftsverlag, Münster.

FISCHERLEITNER (1993): Anatomie und Physiologie der weiblichen Geschlechtsorgane. In: FISCHERLEITNER, F.; HAHN, R. und KUPFERSCHMID, H. U. (1993): Künstliche Besamung beim Rind. Enke Verlag, Stuttgart.

FISCHERLEITNER, F. (2006): Persönliche Mitteilung.

FRICKE, P. M. und WILTBANK, M. C. (1999): Effect of Milk Production on the Incidence of Double Ovulation in Dairy Cows. Theriogenology, 52, 1133-1143.

FRICKE, P. M. und SHAVER, R. D. (2000): Managing Reproductive Disorders in Dairy Cows. www.wisc.edu/dysci/uwex/rep_phys/pubs/MngReproDisorders.pdf (8. Juni 2006).

FÜRST, C. (2003): Hoppla, Zwillinge – Einige Auswertungen zur Häufigkeit von Mehrlingsgeburten. In: Fleckviehzucht in Österreich. AGÖF-Mitteilungen 4/2003.

FÜRST, C. (2005): Zuchtwertschätzung Kalbeverlauf und Totgeburtenrate. In: Zuchtwert schätzung beim Rind. Beschreibung der Grundlagen, Methoden und Modelle. Stand Juni, 2005. ZuchtData EDV Dienstleistungen GmbH, Wien. ww.zar.at/download/ZWS/ZWS.pdf (19. Februar 2007).

FÜRST, C. (2007): Persönliche Mitteilung.

FÜRST, C. und GREDLER, B. (2006): Züchterische Aspekte der Fruchtbarkeit: In: Fruchtbarkeit und Reproduktion beim Rind. Seminar des Ausschusses für Genetik der ZAR, Zentrale Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter (Hrsg.).

FÜRST-WALTL, B.; WILLAM, A und BAUMUNG, R. (2006): Entwicklung nationaler Zuchtprogramme für Schafrassen in Österreich. Abschlussbericht des Projektes 1330 im Auftrag des BM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und des Österreichischen Bundesverbandes für Schafe und Ziegen.

GALLER, J. (2005): Entgleisung des Hormonhaushaltes. In: Blick ins Land. Ausgabe 11/2005.SPV-Printmedien GmbH, Wien.

GOLUBOVSKY, M. (2002): Paternal familial twinning: hypothesis and genetic/medical implications. Twin Research, Volume 5, Number 2, pp. 75 – 86.

GREGORY, K. E.; ECHTERNKAMP, S. E.; DICKERSON, G. E.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R. M. und VAN VLECK, L.D. (1990): Twinning in Cattle: I. Foundation Animals and Genetic and Environmental Effects on Twinning Rate. Journal of Animal Science, 68, 1867-1876.

GREGORY, K. E.; ECHTERNKAMP, S. E. UND CUNDIFF, L. V. (1996): Effects of twinning on dystocia, calf survival, calf growth, carcass traits and cow productivity. Journal of Animal Science, 74, 1223 – 1233.

GREGORY, K. E.; BENNETT, G. L.; VAN VLECK, L. D.; ECHTERNKAMP, S. E. und CUNDIFF, L. V. (1997): Genetic and Environmental Parameters for Ovulation Rate, Twinning Rate and Weight Traits in a Cattle Population Selected for Twinning. Journal of Animal Science, 75, 1213 – 1222.

GROENEVELD, E. (1990): PEST User's Manual. Institute of Animal Husbandry and Animal Behaviour, Federal Agricultural Research Centre, Mariensee, Germany.

GROENEVELD, E. (1998): VCE4, User's Guide and Reference Manual Version 1.3.

GRUNERT, E. und BERCHTHOLD, M. (1999): Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind. 3. Auflage. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin und Wien.

GUERRA-MARTINEZ, P.; DICKERSON, G. E.; ANDERSON, G. B. und GREEN, R. D. (1990): Embryo-Transfer twinning and performance efficiency in beef production. Journal of Animal Science, 68, 4039 – 4050.

HUBER, J. (2006): Tierhygiene Wiederkäuer. Vorlesungsunterlagen zur Lehrveranstaltung Tierhygiene Wiederkäuer. Institut für Nutztierwissenschaften an der Universität für Bodenkultur Wien.

KINSEL, M. L.; MARSH, W. E.; RUEGG, P. L. und ETHERINGTON, W. G. (1998): Risk Factors for Twinning in Dairy Cows. Journal of Dairy Science, 81, 969 – 993.

KIRCHGEßNER, M. (2004): Tierernährung. 11. Auflage. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/Main.

KIRKPATRICK, B. W. (2002): Management of Twinning Cow Herds. Journal of Animal Science, 80, E14 – E18.

KRÄUßLICH, H. (1994): Tierzüchtungslehre. 4. Auflage. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

KRÄUßLICH, H. und BREM, G. (1997): Tierzucht und allgemeine Landwirtschaftslehre für Tiermediziner. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.

KOMISAREK, J. und DORYNEK, Z. (2002): Genetic aspects of twinning in cattle. Journal of Applied Genetics, 43, 55 – 68.

KOSSAIBATI, M. A. und ESSLEMONT, R. J. (1997): The costs of production diseases in dairy herds in England. The Veterinary Journal, 154, 41 – 51.

KÜNZI, N. (1993): Allgemeine Tierzucht. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.

LENGAUER, F. und HOLZER, G. (2006): Persönliche Mitteilung.

MADSEN, P. und JENSEN, J. (2006): A User's Guide to DMU. A Package for Analysing Multivariate Mixed Models, Version 6, release 6. Danish Institute of Agricultural Sciences.

NIELEN, M.; SCHUKKEN, Y. H.; SCHOLL, D. T.; WILBRINK, H. J. und BRAND, A. (1989): Twinning in Dairy Cattle: A Study of Risk Factors and Effects. Theriogenology, 32, 845 – 862.

N. N. (2006): Entstehung von Mehrlingen. www.erbseundwurzel.de/wissen/mehrlinge.php (16. Oktober 2006)

PFEIFENBERGER, M. (2004): The introgression of the Booroola gene into the Austrian Mountain Sheep. Unveröffentlichter Bericht zum Projekt ANSC 340.

RANDT, A. (1994): Zwillinge beim Rind aus geburtshilflicher Sicht. Dissertation an der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig.

RASCH, D. und GUIARD, V. (2004): The robustness of parametric statistical methods. Psychology Science, 46, 175 – 208.

REICHL, A. (2002): Einfluss des maternalen Alters bei Geburt auf Leistungs- und Fitnessmerkmale der Milchkuh. Diplomarbeit am Institut für Nutztierwissenschaften der Universität für Bodenkultur, Wien.

RÜSSE, I. und SINOWATZ, F. (1994): Lehrbuch der Embryologie der Haustiere. 2. Auflage. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin und Wien.

SANGSRITAVONG, S.; COMBS, D.K.; SARTORI, R.; ARMENTANO, L.E. und WILTBANK, M.C. (2002): High feed intake increases liver blood flow and matabolism of progesterone and estradiol-17ß in dairy cattle. Journal of Dairy Science, 85, 2831 – 2842.

SAS (2003): SAS™. Version 9.1, SAS Institute Inc., Cary NC, USA.

SCHNORR, B. (1996): Embryologie der Haustiere. 3. Auflage. Enke Verlag, Stuttgart.

SCHNORR, B. und KRESSIN, M. (2001): Embryologie der Haustiere. 4. Auflage. Enke Verlag, Stuttgart.

SINOWATZ, F.; RÜSSE, I. und DRIESCH, A. (1998): Lehrbuch der Embryologie der Haustiere. 2. Auflage. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin und Wien.

SPIEKERS, H. und POTTHAST, V. (2004): Erfolgreiche Milchviehfütterung. 4. Auflage. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/Main.

STOLZENBURG, U. und SCHÖNMUTH, G. (1979): Leistungsvermögen von Zwillingsmüttern und Zwillingen beim Rind. Fortschrittsberichte für die Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft. Band 17, Heft 5. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik – Institut für Landwirtschaftliche Information und Dokumentation, Berlin.

STOLZENBURG, U. und SCHÖNMUTH, G. (1979a): Genetische Aspekte der Zwillingsträchtigkeit beim Rind. Fortschrittsberichte für die Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft. Band 17, Heft 7. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der Deutschen Demokratischen Republik – Institut für Landwirtschaftliche Information und Dokumentation, Berlin.

STRACHAN, T. und READ, A. P. (1996): Molekulare Humangenetik. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg, Berlin, Oxford.

SUTTER, F. (2006): Optimales Erstkalbealter von Aufzuchtrindern aus ökonomischer und physiologischer Sicht. Tagungsbericht zur 32. Viehwirtschaftlichen Fachtagung der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. 26. – 27. April 2006.

VAN VLECK, L. D.; GREGORY, K. E. und ECHTERNKAMP, S. E. (1991): Prediction of breeding values for twinning rate and ovulation rate with a multiple trait, repeated records animal model. Journal of Animal Science, 69, 3959 - 3966.

VAN VLECK, L. D.; GREGORY, K. E. und ECHTERNKAMP, S. E. (1991a): Ovulation Rate and Twinning Rate in Cattle: Heritabilities and Genetic Correlation. Journal of Animal Science, 69, 3213 – 3219.

VAN VLECK, L. D. und GREGORY, K. E. (1996): Variances of Additive and Dominance Genetic Effects for Ovulation and Twinning Rates in a Population Selected for Twinning. Journal of Animal Science, 74, 1234 – 1239.

VAN VLECK, L. D. und GREGORY, K. E. (1996a): Genetic Trend and Environmental Effects in a Population of cattle selected for Twinning. Journal of Animal Science, 74, 522 – 528.

VIEHBÖCK, F. (2003): Lehrbuch für den Eigenbestandsbesamer in der Rinderbesamung. Unterlagen zur Ausbildung zum Eigenbestandbesamer an der Oberösterreichischen Besamungsstation GmbH. 2. Auflage. Polykopie, Hohenzell.

VIEHBÖCK, F. (2006): Persönliche Mitteilung.

WESSELS, G. G. (2003): Populationsgenetische Untersuchungen von Fruchtbarkeits-, Milchleistungs- und Körpermerkmalen beim Ostfriesischen Milchschaf. Dissertation am Institut für Tierzucht und Vererbungsforschung der Tierärztlichen Hochschule Hannover.

WILLAM, A. (2003): Tierzucht I. Unterlagen zur Vorlesung Tierzucht I. 2. Auflage. Institut für Nutztierwissenschaften der Universität für Bodenkultur, Wien.

WILTBANK, M. C.; FRICKE, P. M.; SANGSRITAVONG, S.; SARTORI, R. und GINTHER, O. J. (2000): Mechanisms that prevent and produce double ovulations in Dairy Cattle. Journal of Dairy Science, 83, 2998-3007.

ZUCHTDATA (2006): Leistungsprüfung und Zuchtprogramm - Jahresbericht 2005. Polykopie, ZuchtData EDV Dienstleistungen GmbH, Wien.