Diss. ETH 6429

# Ergebnisse von Populationsanalysen bei Simmentaler Fleckvieh und dessen Kreuzungen mit Roten Holstein-Friesians

ABHANDLUNG

zur Erlangung
des Titels eines Doktors der technischen Wissenschaften

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH

vorgelegt von

JOSEF FRANZ SCHMIDLIN
Dipl. Ing.-Agr. ETH
geboren am 7. August 1947
von Emmen (Kt. Luzern)

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. N. Künzi, Referent
Prof. Dr. G. Stranzinger, Korreferent

Leer - Vide - Empty

Herr Prof. Dr. F. Weber, ehemaliger Leiter der Gruppe Tierzucht des Institutes für Tierproduktion, gab mir die Möglichkeit, im Rahmen des Forschungsprojektes am Institut zu arbeiten.

Herrn Prof. Dr. N. Künzi danke ich für die Ueberlassung des Disserationsthemas, die Uebernahme des Referates und die mir stets gewährte Unterstützung während der Ausführung der vorliegenden Arbeit.

Herrn Prof. Dr. G. Stranzinger drücke ich meinen Dank aus für die Uebernahme des Korreferates, für das der Arbeit entgegengebrachte Interesse und die Durchsicht der Dissertation.

Allen Assistenten der Gruppe Tierzucht, insbesondere Herrn J. Chavaz, bin ich zu Dank verpflichtet für die vielen anregenden Diskussionen.

Frau R. Jenny danke ich für die sorgfältige Abschrift der Dissertation.

Folgenden Stellen spreche ich ebenfalls meinen Dank aus:

- Dem Bundesamt für Landwirtschaft des EVD für die Finanzierung des Forschungsprojektes.
- Dem Schweiz. Fleckviehzuchtverband und dem Schweiz. Verband für künstliche Besamung für die Ueberlassung des Datenmaterials.
- Allen Landwirten, die ihre Tiere für die verschiedenen Erhebungen zur Verfügung stellten.
- Den Verantwortlichen des Laur Fonds der ETH für die Bewilligung eines Beitrages an die Druckkosten.

Leer - Vide - Empty

Abstract

Results from population analyses in Swiss Simmental cattle and crosses with Red-Holstein Friesians.

by J. Schmidlin

Since 1967, semen of Red-Holstein Friesian sires has been used in Swiss Simmental cattle. Aims of crossing were a higher milk yield, a better ease of milking, an earlier maturity and at the same time maintaining good meat characteristics, growth rate and udder health. 169'656 first inseminations with purebred Red-Holstein sires and 432'390 first inseminations with crossbred sires were made until 1978.

- With an increase of Holstein blood, gestation length and birth weight decrease. Purebred Red-Holstein sires cause 3% less calving difficulties than purebred Simmentals.
- The shape of growth curves shows a more intensive early growth in female crossbred animals than in Simmentals.
- The earlier maturing of crossbred cows is very evident. Population difference and heterosis are estimated to be -5.2 months and -3.3 months respectively.
- The crossbreeding parameters for milk yield (305 days) in the first lactation are 1387 kg for population difference, 282 kg for heterosis and-383 kg for recombination. The corresponding values for fat yield are 43.1 kg, 13.8 kg and -7.8 kg.
- The ease of milking for crossbred cows is much better than for purebred Simmentals, but they have more udder problems.
- In fattening bulls and steers, $F_1$ animals are superior in carcass gain compared with pure Simmentals, but a high blood percentage leads to a decrease in net gain.
- The economical evaluations of purebred and crossbred animals show a higher profit for crossbreds.

Leer - Vide - Empty

Inhaltsverzeichnis


1. Einleitung 9

1.1. Das Simmentaler Fleckvieh in der Schweiz 9

1.1.1. Die Situation der Rasse vor der Einkreuzung 9

1.1.2. Die Bedeutung des Simmentaler Fleckviehs 10

1.2. Die Red-Holstein Rasse 11

1.3. Die Farbvererbung 12

1.4. Missbildungen 13

1.5. Verwandtschaftsstruktur der in der Schweiz eingesetzten Red-Holstein Stiere 14

1.6. Gründe für die Einkreuzung und Planung 22

1.6.1. Kennzeichnung der Kreuzungstiere 24

2. Grundlagen für die Auswertung 26

2.1. Definition der Kreuzungsparameter 26

2.2. Schätzung von Kreuzungsparametern 30

2.3. Schätzung weiterer Populationsparameter 34

3. Untersuchungen 37

3.1. Auswertung der Kälbermeldekarten 37

3.1.1. Material und Methoden 37

3.1.2. Ergebnisse über den Geburtsablauf 39

3.1.3. Schätzung der Korrelationen und Heritabilitäten 45

3.1.4. Schätzung der Kreuzungsparameter 46

3.2. Wachstum 48

3.2.1. Entwicklung der Körpermasse weiblicher Tiere 48

3.2.2. Körpermasse ausgewachsener weiblicher Tiere 59

3.3. Erstkalbealter 62

3.3.1. Schätzung der Kreuzungsparameter 65

3.4. Milchleistung und Milchgehalt 67

3.4.1. Material und Methode 67

3.4.2. Ergebnisse und Diskussion 70

3.4.3. Berechnung der Kreuzungsparameter 74

3.5. Melkbarkeit 79

3.6. Eutergesundheit 80

3.7. Fruchtbarkeit 82

3.7.1. 60-90 Tage Non-Return Rate von Prüfstieren 82

3.7.2. Serviceperiode 84

3.8. Mastleistung 91

3.8.1. Kälbermast 91

3.8.2. Grossviehmast 92

4. Oekonomische Bewertung 96

5. Zusammenfassung 101

6. Literaturverzeichnis 110

# 1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, objektive Leistungsdaten verschiedener Kreuzungsstufen beim Fleckvieh zu vermitteln. Kreuzungsparameter sollen zudem Anhaltspunkte für die Leistungsbereitschaft zukünftiger Generationen geben. Bei geeignetem Material schien es vernünftig, weitere Populationsparameter zu bestimmen. Anhand von Modellrechnungen wurde versucht, die Wirtschaftlichkeit verschiedener Kreuzungsgenerationen zu schätzen.

Die Arbeit gilt zudem als abschliessender Bericht des von der Abteilung für Landwirtschaft des Eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartements finanzierten Projektes. Um ein möglichst vollständiges Bild zu geben, wurden weitere Versuche im Zusammenhang mit der Einkreuzung kurz beschrieben. Verschiedene einleitende Bemerkungen dürften mehr für die Züchterschaft von Interesse sein.

## 1.1. Das Simmentaler Fleckvieh in der Schweiz

### 1.1.1. Die Situation der Rasse vor der Einkreuzung

Tierausstellungen, Durchführung zentraler Zuchtstiermärkte und der Beginn der organisierten Herdebuchzucht seit der Jahrhundertwende führten beim Simmentaler Fleckvieh im Verlaufe des 20. Jahrhunderts zu einer Vereinheitlichung der Rasse. Das Fleckvieh wurde seit jeher als Zweinutzungsrasse gezüchtet, wobei dem Exterieur lange Zeit ein sehr grosses Gewicht beigemessen wurde. Aus diesem Grunde eignen sich die Simmentaler auch vorzüglich für die Fleischproduktion.

Die durchschnittliche Milchleistung pro Kuh betrug in der Berichtsperiode 1966/67 3901 kg mit 3.96 % Fett in 302 Tagen. Tiere in der 4. ff. Alterskategorie leisteten pro Standardlaktation 4530 kg Milch mit 3.94 % Fett (Schweizerischer Fleckviehzuchtverband, 1968). Aus Rentabilitätsgründen (Betriebsstruktur, Preisverhältnisse) wurde der Verbesserung der Milchleistung in den letzten Jahren erste Priorität eingeräumt. Es wurden ebenfalls Anstrengungen unternommen, das Erstkalbealter, das zu diesem Zeit-

punkt noch 34 Monate betrug, zu senken. Mit der Einführung von Melkbarkeitsprüfungen im Jahre 1963 war auch die Grundlage zur Verbesserung der Melkbarkeit geschaffen.

Das Zuchtziel wurde wie folgt umschrieben (Schweiz. Fleckviehzuchtverband, 1967):

Tadellose Gesundheit und Fruchtbarkeit

Kombinierte Leistungen: Milchleistung: 5000 kg und mehr (4. Laktation, Flachlandbedingungen) mit 4 - 4.5 % Fett und hohem Eiweissgehalt.
Fleischleistung: 700 kg und mehr Lebendgewicht (Zuchtstiere 1000 kg und mehr), gute Bemuskelung, hochwertige Fleischqualität.

Zweckmässige Körperform: Speziell gute Typ- und Eutereigenschaften mit guter Melkbarkeit und Eignung zum Maschinenmelken.

### 1.1.2. Die Bedeutung des Simmentaler Fleckviehs

Aus den letzten drei eidgenössischen Viehzählungen geht die zahlenmässige Bedeutung des Fleckviehs hervor (Tabelle 1).

Tabelle 1: Umfang der Rassen und Kreuzungen und prozentualer Anteil am Gesamtbestand der Schweiz.

| | 1966 | | 1973 | | 1978 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Anzahl | % | Anzahl | % | Anzahl | % |
| Braunvieh | 851'766 | 47.5 | 894'271 | 46.8 | 883'858 | 43.7 |
| Simmentaler Fleckvieh | 884'641 | 49.2 | 894'444* | 46.8 | 897'220* | 44.3 |
| Schwarzfleckvieh | 30'152 | 1.7 | 85'913 | 4.5 | 190'369 | 9.4 |
| Eringer | 20'114 | 1.1 | 14'555 | 0.8 | 15'072 | 0.7 |
| Kreuzungen und ausländische Mastrassen | 9'716 | 0.5 | 21'644 | 1.1 | 37'160 | 1.9 |
| Total | 1'796'389 | 100 | 1'910'827 | 100 | 2'023'679 | 100 |

* inkl. Kreuzungen mit Red-Holstein und Montbéliard

## 1.2. Die Red-Holstein Rasse

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurden in Norddeutschland und Holland schwarzbunte und rotbunte Tiere gehalten. Eine Trennung nach Farbe erfolgte um die Jahrhundertmitte. In der Folge wurden die beiden Gruppen in etwas verschiedenen Richtungen gezüchtet; die Schwarzbunten eher in Richtung Milch, die Rotbunten eher in Richtung Fleisch. Gegen Ende des Jahrhunderts erfolgten die ersten Exporte von schwarzbunten Tieren nach den USA und Kanada, mit anschliessender einseitiger Selektion nach Milch. Unter diesen Tieren befanden sich heterozygote Träger des Rotfaktors, deshalb wurden gelegentlich rote Kälber geboren. Aufgrund von Farbvorurteilen entledigte man sich häufig sowohl des Kalbes als auch dessen Eltern. Später, mit der Einführung der künstlichen Besamung, versuchte man den Rotfaktor durch Elimination der Trägerstiere zu unterdrücken. Hervorragende Stiere erwiesen sich aber als Rotfaktorträger (z.B. ABC Reflection Sovereign und einige seiner Söhne). Aus wirtschaftlichen Gründen wurden diese Stiere trotzdem auf breiter Basis eingesetzt, was zur Folge hatte, dass vermehrt rote Kälber auftraten. Weiterhin wurden rote Tiere nicht zur Herdebuchzucht zugelassen, bis die Nachfrage aus Europa zur Einkreuzung in das Fleckvieh einsetzte. 1974 erfolgte eine teilweise Trennung nach Farbe in den USA. Es entstand ein separates Herdebuch für Red-Holstein. Der Kanadische Holstein-Friesian Verband hat seit 1972 die Red-Holstein Tiere offiziell anerkannt und deren Eintrag in das Herdebuch zugelassen. Eine eigentliche Red-Holstein Zucht, wie sie etwa auf dem Betrieb von Larry Moore (Figur 3) betrieben wird, besteht aber in Nordamerika kaum; deshalb werden die roten Stiere praktisch nicht nachzuchtgeprüft. Der grösste Teil der bis jetzt in der Schweiz eingesetzten Red-Holstein Stiere stammt direkt von schwarzen Holstein-Friesian Stieren ab. Die Red-Holstein stimmen also genetisch mit den schwarzen Holstein-Friesian überein mit Ausnahme des Rotfaktors. In den USA und in Kanada sind ca. 10'000 Red-Holstein Tiere bis heute im Herdebuch eingetragen.

Die Holstein Kühe zeichnen sich durch sehr hohe Milchleistungen, gute Melkbarkeit und Frühreife aus, Die durchschnittliche Milchleistung in den USA betrug aufgrund der offiziellen Milchleistungsprüfungen 1966/67 5795 kg Milch mit 3.68% Fett. Die Angaben stammen von 1'005'358 Tieren aus 21'482 Kontrollbetrieben (Dairy Herd Improvement Letters, 1967).

## 1.3. Die Farbvererbung

Lange Zeit wurde angenommen, dass die Farbe bei den Holstein-Friesian durch ein einziges Genpaar kontrolliert wird. Als man begann, mit roten Tieren weiterzuzüchten, beobachtete man Farbveränderungen, die durch das einfache monofaktorielle Modell nicht mehr erklärt werden konnten. Majeskie (1976) führt die Farbvererbung aufgrund von Versuchen in Kansas auf mindestens 3 Loci zurück:

a) Extension locus, E-6: An diesem Locus befinden sich die Gene für schwarz ($E^{+}$), rot ($E^{r}$) und getigert ($E^{br}$).

b) Blackish locus, Bs, bs-6: Die Gene an diesem Locus bewirken die dunkle Färbung von Kopf- und Halspartie, wie man sie häufig auch bei Ayrshire- und Jersey-Kühen beobachtet. Bs ist dominant.

c) Blackish-Pattern locus, Bpm, Bp-6: Dieser Locus ist verantwortlich für die Aenderung der Farbe in den ersten Lebensmonaten. Bpm ist dominant.

Tabelle 2: Genkombinationen und ihre Auswirkungen auf den Phänotyp

| E-locus | Bs-Locus | | Bp-Locus | | phänotypische Auswirkung ♀ | phänotypische Auswirkung ♂ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $E^{r}E^{r}$ od. $E^{r}E^{br}$ | bs | bs | - | - | Bleibt rot auch beim Vorhandensein von Bpm | |
| " | Bs | Bs | Bpm | Bpm | totaler Farbwechsel, einige rote Abzeichen am Rücken (Aalstrich), Ohren und um das Flotzmaul | |
| " | Bs | bs | Bpm | Bpm | Unvollständiger Farbwechsel, mehr rote Haare am Körper, ausgeprägte Rückenlinie | |
| " | Bs od. Bs | Bs bs | Bpm | Bp | kein Farbwechsel, Bs bewirkt gegen das Schwarze gehende Kopf- und Halsregion | Farbwechsel |

Tiere, die am Extension Locus das Allel $E^+$ besitzen, sind schwarz; die Wirkung von Bs und Bpm kann nicht beobachtet werden. Da $E^+$ auch dominant ist über $E^{br}$, sind schwarzbunte Tiere nicht getigert.

$E^rE^r$ oder $E^rE^{br}$: Alle diese Tiere sind genetisch rot und bringen bei einer Anpaarung an einen $E^rE^r$ Stier ein rotes Kalb. Was mit der Fellfärbung nach sechs Monaten passiert, ist abhängig vom Vorhandensein der Bs und Bpm Gene.

Aufgrund der Tabelle 2 sollte der Farbwechsel bei den Stierkälbern häufiger vorkommen; dies scheint in der Red-Holstein Population auch der Fall zu sein. Da die meisten rot geborenen Kälber auch rot bleiben, ist anzunehmen, dass das Bs Gen eine sehr geringe Frequenz hat und somit die Farbvererbung grösstenteils durch den Extension Locus bestimmt wird (deshalb die alte Hypothese von der monofaktoriellen Vererbung).

Durch den Einsatz von Stieren mit Telstar Blut (Figur 5) in der Schweiz, konnte auch hier das Wechseln der Farbe von rot auf schwarz beobachtet werden, und zwar auch bei Anpaarung an reine Simmentaler Kühe. Demzufolge müssen auch in der Simmentaler Population mehrere Genstellen für die Farbausprägung verantwortlich sein. Das $E^{br}$ Allel am Extension Locus, das die Tigerung bewirkt, ist in der Simmentaler Zucht altbekannt. Lange Zeit wurde sogar dagegen Selektion betrieben.

## 1.4. Missbildungen

Es gibt kaum eine Rinderrasse, in der keine Letalfaktoren vorkommen. Bei der Einkreuzung mit einer fremden Rinderrasse ist man verständlicherweise bestrebt, keine Letalgene in die eigene Population zu bringen. Beim Simmentaler Fleckvieh kennt man folgende, auf Letalfaktoren zurückzuführende Missbildungen (König et al. (1972), Lauvergne und Winzenried (1972), Schweiz. Verband für künstliche Besamung (1974, 1975, 1976)) :

- verkürzter Unterkiefer
- Nebenhodenaplasie des Stieres
- Hasenscharte
- Afterverschluss
- Schwanzlosigkeit, Stummelschwanz
- Zwergwuchs

In der Holstein-Friesian Population sind vor allem die mumifizierten Kälber unter den Missbildungen bekannt. Van Vleck und Norman (1972) schätzen die Häufigkeit im Staate New York auf 0.3 %. Verschiedene Autoren versuchten den Erbgang dieses Letalgens zu bestimmen. Deaten et al. (1959) kommen auf Grund ihrer Untersuchungen zur Auffassung, dass es sich wahrscheinlich um ein geschlechtsgebundenes rezessives Gen handeln muss. Stevens und King (1968) verfolgten die Pedigrees von Kühen aus einer Herde mit gehäuftem Auftreten von mumifizierten Kälbern. Ihre Befunde erhärteten die Hypothese, dass ein autosomal rezessives Gen die Ursache der Mumien ist. Ein Stier namens Osborndale Ivanhoe konnte in diesem Zusammenhang als Träger des Letalgens ermittelt werden. Ein Grosssohn dieses Stieres, der auch in der Schweiz eingesetzt wurde, erwies sich ebenfalls als Träger. In der Schweiz sind bis jetzt einige mumifizierte Kälber registriert worden, zum Teil auch weiblichen Geschlechts, was die Hypothese von der rezessiven geschlechtsgebundenen Vererbung widerlegt. Auf Grund einer einzigen Missbildung kann ein Stier nicht ohne weiteres als Letalfaktorträger taxiert werden. Es könnte sich um eine Umwelteinwirkung oder um eine Entwicklungsstörung handeln.

Im allgemeinen werden bei Einkreuzungen relativ wenige Stiere stark eingesetzt. Es ist deshalb nicht unwesentlich, Letalfaktorträger auch als solche zu erkennen. In der Schweiz sind heute bereits mehrere Stiere bekannt, die mumifizierte Foeten gebracht haben.

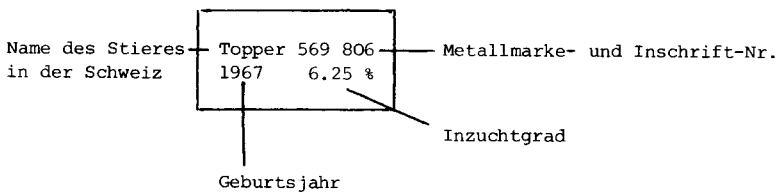
## 1.5. Verwandtschaftsstruktur der in der Schweiz eingesetzten Red-Holstein Stiere

Die Red-Holstein Stiere entstammen zum grössten Teil den berühmtesten Holstein-Friesian-Linien. Es wurde folgende Gruppierung vorgenommen:

a) Die ABC Reflection Sovreign Linie
b) Die Larry Moore Stiere
c) Die Osborndale Ivanhoe Linie
d) Die Roybrook Telstar Linie
e) Die Romandale Shalimar Linie
f) Die Elmer Brook Aristokrat Stiere

Figuren 2 bis 7 enthalten alle Red-Holstein Stiere, die bis 1977 in der Schweiz eingesetzt wurden. Eine Ausnahme bilden die vier Stiere Rox 30 806, Strickler 84 806, Succes 831 806 und Candy 2421 806, die nicht in die gewählte Klassierung gepasst haben. Sie führen aber alle von der weiblichen Seite her ABC Reflection Sovreign Blut. Die Kennzeichnung der in der Schweiz eingesetzten Stiere geht aus Figur 1 hervor. Sie führen alle die Inschrift Nummer 806.

Figur 1:




Wie aus Figur 2 ersichtlich ist, stammt der weitaus grösste Teil der Stiere aus der ABC Reflection Sovreign Linie. In der Figur sind nur Stiere eingetragen, die über die männliche Seite auf ABC oder auf seinen Vater zurückgehen. Gesamthaft sind es 53 Stiere oder 72 % aller bis 1977 in der Schweiz eingesetzten RH-Stiere. Bereits sind über 20 Stiere auf Milchleistung nachzuchtgeprüft. Als besonders wertvolle Vererber haben sich die Stiere Topper, Majority, Catsup, Faith, Supreme, Firestar und Weavers erwiesen. Auf Grund der starken Ausbreitung dieser Linie sind viele Stiere ingezüchtet.

Die Larry Moore Stiere weisen zum Teil hohe Inzuchtgrade auf (Figur 3). King 238 806 geht aus einer Vollgeschwisterpaarung hervor und weist auch noch ingezüchtete gemeinsame Ahnen auf. Larry Moore betreibt auf seiner Farm seit 1962 eine systematische Zucht auf rote Holsteiner. Grundlage der Zucht bilden zwei männliche Linien, die aber eng miteinander verbunden sind. Alle Stiere führen über die weibliche Seite mehr oder weniger Blut aus der ABC Linie. Die Mutter des besten Stieres, James 157 806, ist eine Telstar Tochter.

Die Osborndale Ivanhoe Linie (Figur 4) ist in der Red-Holstein Zucht weniger berühmt als in der Holstein Friesian Zucht. Von den 10 Stieren sind 5 nachzuchtgeprüft, doch sind bis jetzt keine Spitzenstiere hervorgegangen. Die in

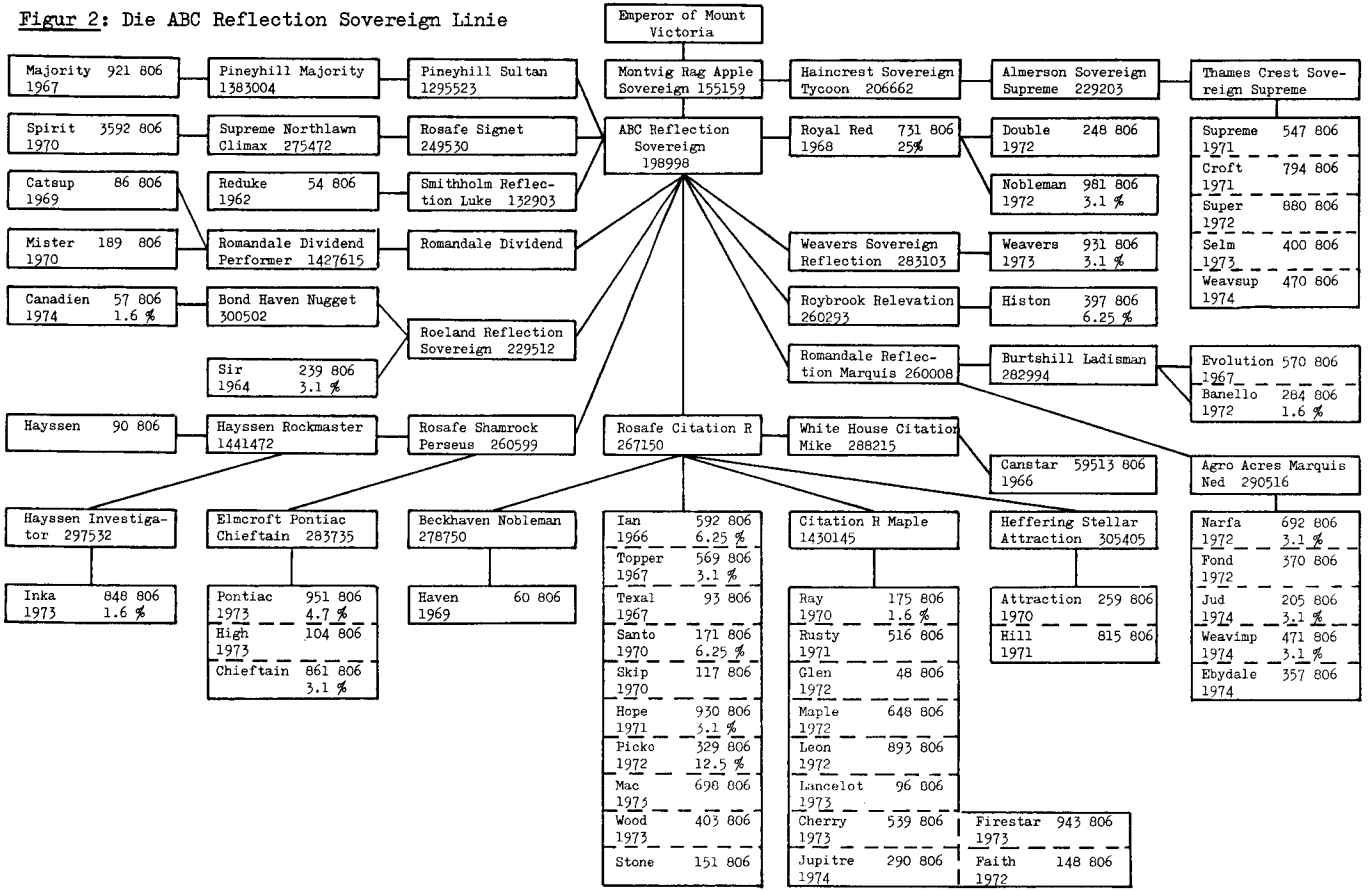
Kap 1.4. beschriebene Missbildung (Mumien) wird hauptsächlich von Stieren dieser Linie vererbt.

Der Stammvater der Telstar Linie (Figur 5) gehört zu den berühmtesten Stieren der Holstein Friesian Zucht. Neben den guten züchterischen Eigenschaften ist die Linie ebenfalls bekannt durch das mögliche Wechseln der Farbe von rot zu schwarz, wie in Kap. 1.3. beschrieben.

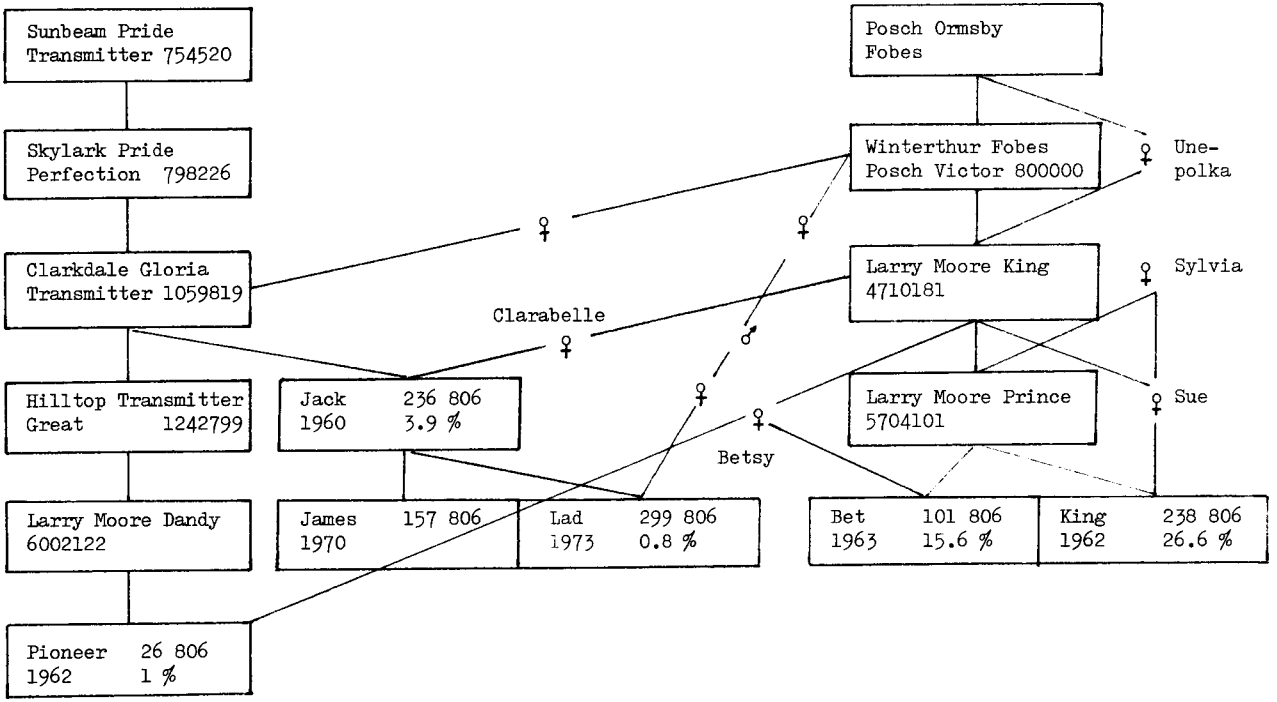
Aus den beiden weiteren Linien (Figur 6 und 7) sticht der Stier Jasper 72 806 mit einem sehr hohen Zuchtwert Milch von +3400 kg hervor (Tabelle 3). Leider ist er ein sehr schlechter Gehaltsvererber, so dass vorläufig kein Sperma mehr eingesetzt wird. Ein gutes definitives Resultat wird von Duce 223 806 erwartet.

Tabelle 3 zeigt eine Zusammenstellung der in der Schweiz bis 1978 nachzuchtgeprüften Red-Holstein Stiere. Die Zuchtwerte sind mit Hilfe der Contemporary Comparison Methode (CC) berechnet worden.

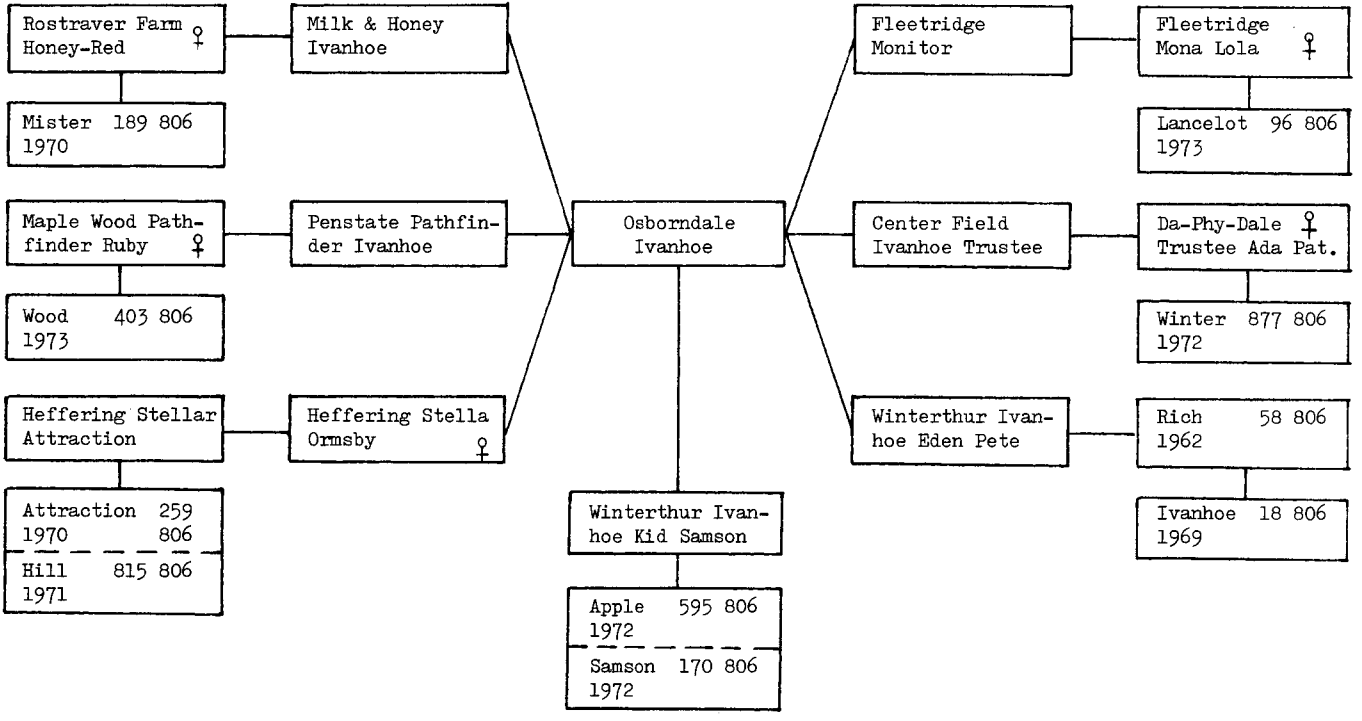
**Figur 2**: Die ABC Reflection Sovereign Linie



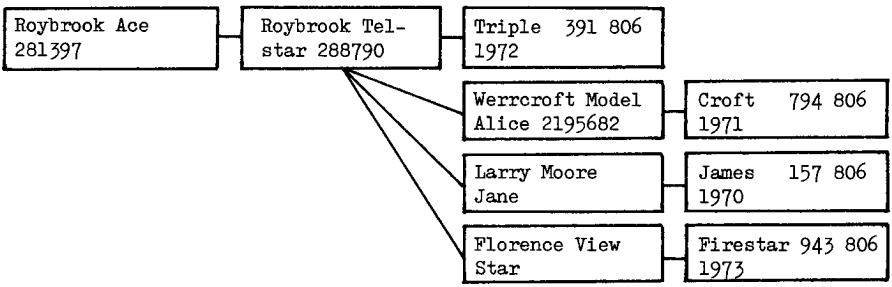
Figur 3: Die Larry Moore Stiere



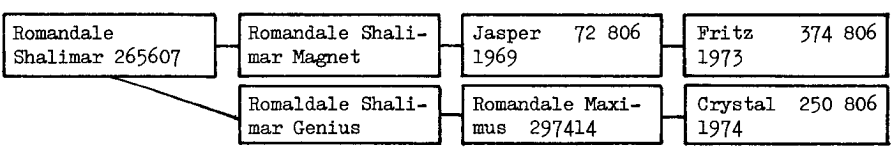
Figur 4: Stiere mit Osborndale Ivanhoe Blut



Figur 5: Stiere mit Telstar Blut




Figur 6: Romandale Shalimar Stiere




Figur 7: Elmer Brook Aristocrat Stiere

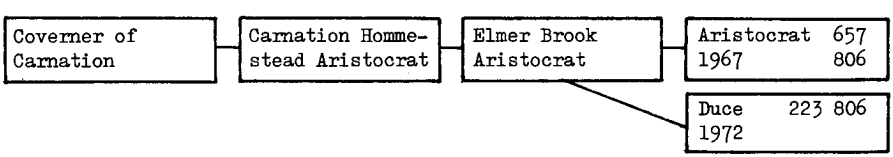


Tabelle 3: Nachzuchtgeprüfte Red-Holsteinstiere bis Sommer 1978
(Schweiz. Fleckviehzuchtverband, 1976,1977,1978)

| Name | Metallmarke | Jahr | Anzahl Töchter total | Anzahl Töchter Eiweiss | Zuchtwerte Milch kg | Zuchtwerte Fett % | Zuchtwerte Eiweiss % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ivanhoe | 18 806 | 1977 | 209 | 110 | +1207 | -0.23 | -0.21 |
| Pioneer | 26 806 | 1976 | 120 | 80 | +1862 | -0.27 | -0.28 |
| Reduke | 54 806 | 1976 | 126 | 73 | +1727 | -0.19 | -0.15 |
| Rich | 58 806 | 1976 | 123 | 73 | +1995 | -0.48 | -0.15 |
| Haven | 60 806 | 1978 | 188 | 43 | +1937 | -0.40 | -0.32 |
| Jasper | 72 806 | 1977 | 448 | 65 | +3400 | -0.96 | -0.53 |
| Catsup | 86 806 | 1976 | 174 | 65 | +2541 | -0.46 | -0.31 |
| Hayssen | 90 806 | 1977 | 253 | 73 | + 521 | +0.29 | +0.17 |
| Texal | 93 806 | 1976 | 229 | 104 | +1893 | -0.53 | -0.26 |
| Bet | 101 806 | 1976 | 181 | 57 | +1315 | +0.06 | -0.04 |
| Skip | 117 806 | 1976 | 373 | 79 | +1690 | -0.29 | -0.24 |
| Stone | 151 806 | 1977 | 147 | 71 | +1098 | -0.61 | -0.20 |
| James | 157 806 | 1976 | 441 | 118 | +2835 | -0.02 | -0.19 |
| Samson | 170 806 | 1978 | 152 | 68 | +1969 | -0.42 | -0.24 |
| Santo | 171 806 | 1977 | 235 | 82 | +1271 | -0.16 | -0.28 |
| Jack | 236 806 | 1974 | 359 | 127 | +1785 | -0.41 | -0.31 |
| King | 238 806 | 1976 | 144 | 95 | +1683 | +0.19 | -0.13 |
| Sir | 239 806 | 1976 | 183 | 62 | +2268 | -0.29 | -0.42 |
| Double | 248 806 | 1978 | 80 | 46 | +1751 | -0.44 | -0.30 |
| Attraction | 259 806 | 1976 | 285 | 62 | +1539 | -0.08 | -0.13 |
| Lad | 299 806 | 1976 | 68 | 53 | + 912 | -0.26 | -0.20 |
| Fond | 307 806 | 1978 | 46 | 37 | + 219 | -0.05 | -0.03 |
| Triple | 391 806 | 1978 | 71 | 56 | +3061 | -0.07 | -0.09 |
| Hyston | 397 806 | 1978 | 40 | 34 | + 563 | -0.19 | -0.07 |
| Rusty | 516 806 | 1977 | 142 | 60 | +1782 | -0.44 | -0.09 |
| Supreme | 547 806 | 1978 | 294 | 59 | +2091 | -0.02 | -0.15 |
| Topper | 569 806 | 1976 | 386 | 75 | +2510 | +0.06 | -0.06 |
| Evolution | 570 806 | 1977 | 158 | 47 | + 893 | -0.25 | -0.05 |
| Jan | 592 806 | 1976 | 457 | 175 | +1570 | -0.18 | -0.06 |
| Maple | 648 806 | 1978 | 117 | 82 | +1888 | -0.04 | -0.04 |
| Aristocrat | 657 806 | 1976 | 111 | 56 | +1550 | -0.47 | -0.42 |
| Royal | 731 806 | 1976 | 236 | 74 | +2328 | -0.37 | -0.22 |

Fortsetzung Tabelle 3

| Name | Metallmarke | Jahr | Anzahl Töchter total | Eiweiss | Zuchtwerte Milch kg | Fett % | Eiweiss % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Croft | 794 806 | 1978 | 93 | 49 | +1563 | -0.20 | -0.21 |
| Hill | 815 806 | 1977 | 196 | 115 | +1609 | -0.45 | -0.23 |
| Success | 831 806 | 1976 | 367 | 86 | +2731 | -0.69 | -0.41 |
| Chieftain | 861 806 | 1978 | 61 | 56 | + 730 | -0.56 | -0.09 |
| Majority | 921 806 | 1976 | 233 | 124 | +2335 | +0.23 | -0.21 |
| Hope | 930 806 | 1977 | 247 | 139 | +1708 | -0.08 | -0.08 |
| Nobleman | 981 806 | 1978 | 134 | 60 | +2107 | -0.32 | -0.22 |
| Spirit | 3592 806 | 1978 | 152 | 53 | +1153 | +0.22 | +0.10 |

## 1.6. Gründe für die Einkreuzung und Planung

Der Grund für die Einkreuzung ist nicht eine Aenderung des Zuchtzieles, sondern die schnellere Erreichung desselben. Im Vordergrund stehen vor allem die Merkmale Milchleistung, Melkbarkeit und Frühreife. Die Holstein Rasse weist diese Merkmale in ausgeprägter Form auf, so dass man annehmen konnte, mit dieser Kreuzung Erfolg zu haben. Zudem hatte man beim Freiburger Schwarzfleckvieh gute Erfahrungen mit den Holstein Friesian gemacht. Aus diesem Grund kam auch der Ruf nach Einkreuzung beim Fleckvieh zuerst aus dem Kanton Freiburg, was anfänglich die geographische Verbreitung des Versuches erklärt.

In den letzten Jahren erfolgte die Einkreuzung in zwei Phasen:

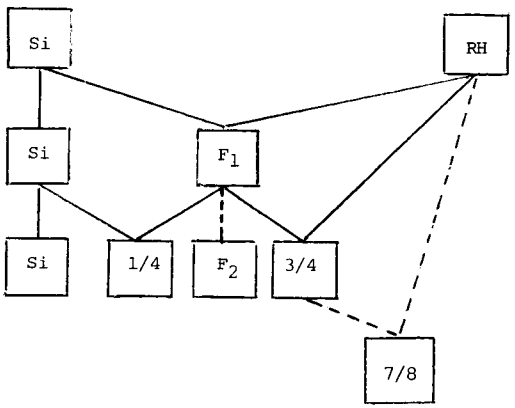
Phase 1: Versuch von 1967/68 bis 1971/72, betreut durch die ETH Zürich.
Phase 2: Ausweitung der Einkreuzungen durch den Fleckviehzuchtverband.

Phase 1: Sie spielte sich aus den erwähnten Gründen hauptsächlich im Kanton Freiburg ab. Am Ende der Phase 1 standen in 533 Bauernbetrieben ca. 4500 Tiere im Versuch mit folgender Verteilung auf die verschiedenen Kreuzungsgruppen:

| | |
|---|---|
| reine Simmentaler (als Vergleichstiere) | 2000 |
| 1/2 Red-Holstein ($F_1$) | 1800 |
| 1/4 Red-Holstein (Rückkr. nach Si) | 300 |
| 3/4 Red-Holstein (Rückkr. nach RH) | 400 |

Zur Bereitstellung der Versuchstiere wurde nach folgendem Schema (Figur 8) gekreuzt:

Figur 8: Kreuzungsschema




An diesen Tieren wurden die verschiedensten Erhebungen durchgeführt. Die Resultate wurden von Crettenand und Meyer (1972) veröffentlicht.

Phase 2: Auf Grund der Ergebnisse aus dem Kreuzungsversuch war der weitere Einsatz von Red-Holstein Sperma verantwortbar. Jeder Herdebuchzüchter konnte nun gestützt auf einen speziellen Kreuzungsvertrag Red-Holstein Stiere in seiner Herde einsetzen. In der Folge wurde davon rege Gebrauch gemacht, wie aus Tabelle 4 über die Entwicklung der Erstbesamungen zu entnehmen ist.

Zu Beginn des Jahres 1977 waren insgesamt 26'234 Kreuzungstiere im Herdebuch eingetragen. Von den Standardabschlüssen des Kontrolljahres 1976/77 stammten bereits 13'049 oder 7.6 % von Kreuzungstieren (Rüegsegger, 1978). Seit Januar 1977 ist die Erstellung von Kreuzungstieren mit mehr als 75% Red-Holstein Blut untersagt.

Tabelle 4: Anzahl Erstbesamungen beim Fleckvieh nach Rassezugehörigkeit des Stieres

| Besamungsperiode | Anzahl Erstbesamungen mit | | |
|---|---|---|---|
| | Simmentaler * | Red-Holstein | Kreuzungen |
| 1967/68 | 156'935 | 1099 | |
| 1968/69 | 166'112 | 1770 | |
| 1969/70 | 187'607 | 747 | |
| 1970/71 | 204'697 | 876 | |
| 1971/72 | 226'606 | 17'981 | |
| 1972/73 | 243'962 | 26'048 | |
| 1973/74 | 223'411 | 22'030 | 38'637 |
| 1974/75 | 212'389 | 23'574 | 63'147 |
| 1975/76 | 211'754 | 27'756 | 78'145 |
| 1976/77 | 194'908 | 25'808 | 106'498 |
| 1977/78 | 168'876 | 21'967 | 145'963 |

* ab 1969/70 inklusive Montbéliard und M-Stiere

Die Zahlen aus Tabelle 4 sind den Geschäftsberichten des Verbandes für künstliche Besamung entnommen.

### 1.6.1. Kennzeichnung der Kreuzungstiere

In der Schweiz hat sich der Begriff Blutanteil eingebürgert. Er wird deshalb in der vorliegenden Arbeit ebenfalls an Stelle von Genanteil verwendet.

Zur Kennzeichnung von Kreuzungstieren wurde vom Fleckviehzuchtverband der Rassecode eingeführt. Grundsätzlich entsprechen die in Tabelle 5 aufgeführten Rassecodes den angegebenen Blutanteilen.

Tabelle 5: Rassecode

| Rassecode | Blutanteil |
|---|---|
| 70 | reine Simmentaler (SI) |
| 71 | 1/8 Red-Holstein |
| 72 | 1/4 Red-Holstein |
| 73 | 1/2 Red-Holstein |
| 74 | 3/4 Red-Holstein |
| 75 | reine Red-Holstein (RH) |

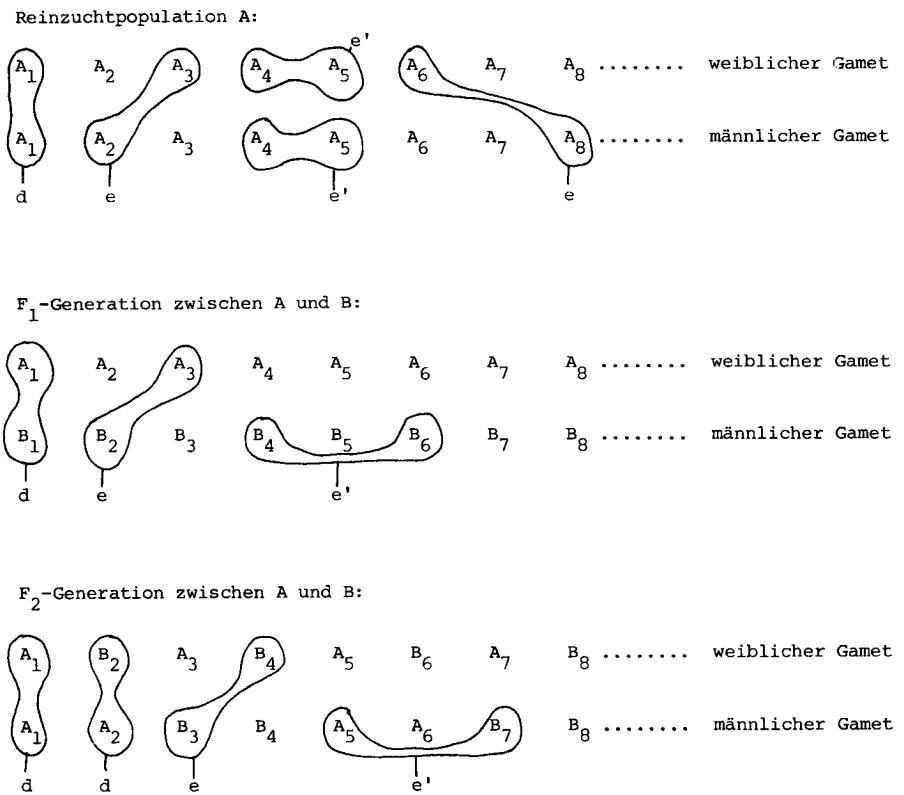
Durch die starke Verwendung von Kreuzungsstieren in den letzten Jahren sind heute bei den Kühen unter Rassecode 72 auch 3/8 Red-Holstein Tiere und unter Rassecode 73 neben $F_1$ und $F_2$ auch 5/8 Kreuzungstiere anzutreffen. Für die Berechnung der Kreuzungsparameter muss die genaue Kreuzungsstufe der Tiere bekannt sein. In den vorliegenden Untersuchungen ist dies auf Grund der Vatertiere noch möglich.

## 2. Grundlagen für die Auswertung

### 2.1. Definition der Kreuzungsparameter

Aus genetischer Sicht unterscheiden sich Populationen durch Unterschiede in der Genzusammensetzung und in der strukturellen Anordnung der Gene zueinander (Fewson, 1976). Diese Definition bezieht sich auf die Modellvorstellung über die Anordnung der Gene auf den Chromosomen (Figur 9) und nicht auf die biochemische Beschaffenheit der Erbsubstanz.

Figur 9: Geninteraktionen zwischen jeweils zwei Genstellen bei Reinzucht- und Kreuzungsgruppen (nach Fewson, 1976).



A = Gene aus der Population A

B = Gene aus der Population B

d = Allele Geninteraktionen

e = nichtallele Geninteraktionen zwischen Gameten (digene Epistasie)

d' = nichtallele Geninteraktionen innerhalb Gameten (digene Epistasie)

Die Mittelwerte quantitativer Merkmale sind also beeinflusst durch Additiv-, Dominanz- und Epistasewirkungen.

In Kreuzungsversuchen wird von Generation zu Generation die Genstruktur stärker verändert als dies im allgemeinen bei Selektion in der Reinzuchtpopulation geschieht. Das Leistungsniveau ist deshalb in verschiedenen Kreuzungsstufen recht unterschiedlich und es ist somit schwer, dieses im voraus einzuschätzen. Dickerson (1969, 1973, 1974) hat ein Modell entwickelt, mit dessen Hilfe es möglich wird, das mittlere Leistungsniveau verschiedener Kreuzungsstufen zu interpretieren. Da die Kreuzungsparameter Leistungsdifferenzen beschreiben, muss ein Bezugspunkt festgelegt werden. Dickerson verwendet als Basis den Durchschnitt der beiden Ausgangspopulationen. Da in der vorliegenden Arbeit keine Leistungen von reinen Holsteintieren zur Verfügung standen, wird als Bezugsbasis das Niveau der einheimischen Reinzuchttiere angenommen.

Die Populationsdifferenz ($\Delta P$) beschreibt somit die Differenz zwischen den Leistungsniveaus der Ausgangsrassen. In Kreuzungsgenerationen ist die Populationsdifferenz analog des prozentualen Fremdgenanteils wirksam. Sie erklärt weitgehend die Leistungsdifferenz, die auf Durchschnittseffekten von Genen beruht, umfasst aber auch alle Geninteraktionen, die in den Reinzuchtpopulationen bereits vorliegen.

Als Heterosis ($\Delta H$) bezeichnet man die Differenz zwischen dem Leistungsniveau der $F_1$ - Generation und dem Mittel beider Ausgangsrassen. Sie ist bedingt durch den erhöhten Heterozygotiegrad bei Kreuzungstieren und durch die nichtallelen Wechselwirkungen zwischen den Gameten der Elternpopulationen (Dickerson, 1969). Das relative Ausmass des Heterosiszuwachses wird durch den Anteil an Kreuzungsgenkombinationen innerhalb Loci angegeben (Fewson, 1973). Unter Kreuzungsgenkombination wird der Zustand eines Genortes verstanden, an dem Gene verschiedener Ausgangspopulationen kombiniert sind.

Rekombinationseffekte ($\Delta R$) treten auf, wenn ein Elter oder beide Elternteile bereits Kreuzungstiere sind. Sie sind zurückzuführen auf Kreuzungsgenkombinationen innerhalb der elterlichen Gameten. In der Literatur wird meistens von Rekombinationsverlusten gesprochen, doch ist es durchaus möglich, dass sich diese auch positiv auswirken. Verluste treten vor allem dann auf, wenn in den Reinzuchtpopulationen günstige epistatische Genkombinationen vorgelegen haben, die dann durch das Auftreten von Kreuzungsgenkombinationen zerstört werden.

Neben dem Genotyp des Individuums kann auch der Genotyp der Mutter und des Vaters für bestimmte Leistungen von Bedeutung sein. Bei Merkmalen der Aufzuchtleistung und der Reproduktionsleistung muss mit maternalen und eventuell auch mit paternalen Effekten gerechnet werden. Analog wie für die Individualleistung können auch für maternale und paternale Effekte Kreuzungsparameter definiert werden. In Tabelle 6 sind die Koeffizienten der Kreuzungsparameter für verschiedene Kreuzungsstufen aufgeführt. Diese Koeffizienten lassen sich am einfachsten mit Hilfe eines Kombinationsquadrates ableiten. In Figur 10 und 11 sind die Koeffizienten für Heterosiszuwachs und Rekombination anhand einer Kreuzungsgeneration mit einem durchschnittlichen Genanteil von 37.5 % der Ausgangspopulation A und 62.5 % der Ausgangspopulation B dargestellt. Die Kreuzungsgeneration ist entstanden aus der Paarung von $F_1$ - Stieren mit auf B zurückgekreuzten Kühen ($F_1 \times R_B$).

Figur 10: Kombinationsquadrat für die Ableitung des Koeffizienten $k_{\Delta H}$ für das relative Ausmass der Heterosis

| ♂ \ ♀ | A | B | B | B |
|---|---|---|---|---|
| A | AA | <u>AB</u> | <u>AB</u> | <u>AB</u> |
| B | <u>AB</u> | BB | BB | BB |

$$k_{\Delta H} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}$$

Die Genanteile der Ausgangsrassen in den männlichen und weiblichen Gameten werden entsprechend ihrer Häufigkeit aufgetragen. Innerhalb des Kombinationsquadrates können die Kreuzungsgenkombinationen ausgezählt und in Beziehung zur Gesamtzahl an Genkombinationen gebracht werden.

Tabelle 6: Koeffizienten der Kreuzungsparameter

| Kreuzung Vater | | Mutter | Individualleistung $\Delta P$ | $\Delta H$ | $\Delta R$ | Maternale Leistung $\Delta P_M$ | $\Delta H_M$ | $\Delta R_M$ | Paternale Leistung $\Delta P_P$ | $\Delta H_P$ | $\Delta R_P$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Si | x | Si | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Si | x | $R_{Si}$ | 1/8 | 1/4 | 3/16 | 1/4 | 1/2 | 1/4 | 0 | 0 | 0 |
| Si | x | $F_1$ | 1/4 | 1/2 | 1/4 | 1/2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Si | x | $R_{Ho}$ | 3/8 | 3/4 | 3/16 | 3/4 | 1/2 | 1/4 | 0 | 0 | 0 |
| $F_1$ | x | Si | 1/4 | 1/2 | 1/4 | 0 | 0 | 0 | 1/2 | 1 | 0 |
| $F_1$ | x | $R_{Si}$ | 3/8 | 1/2 | 7/16 | 1/4 | 1/2 | 1/4 | 1/2 | 1 | 0 |
| $F_1$ | x | $F_1$ | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1/2 | 1 | 0 | 1/2 | 1 | 0 |
| $F_1$ | x | $R_{Ho}$ | 5/8 | 1/2 | 7/16 | 3/4 | 1/2 | 1/4 | 1/2 | 1 | 0 |
| $R_{Ho}$ | x | Si | 3/8 | 3/4 | 3/16 | 0 | 0 | 0 | 3/4 | 1/2 | 1/4 |
| $R_{Ho}$ | x | $R_{Si}$ | 1/2 | 5/8 | 3/8 | 1/4 | 1/2 | 1/4 | 3/4 | 1/2 | 1/4 |
| $R_{Ho}$ | x | $F_1$ | 5/8 | 1/2 | 7/16 | 1/2 | 1 | 0 | 3/4 | 1/2 | 1/4 |
| $R_{Ho}$ | x | $R_{Ho}$ | 3/4 | 3/8 | 3/8 | 3/4 | 1/2 | 1/4 | 3/4 | 1/2 | 1/4 |
| Ho | x | Si | 1/2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Ho | x | $R_{Si}$ | 5/8 | 3/4 | 3/16 | 1/4 | 1/2 | 1/4 | 1 | 0 | 0 |
| Ho | x | $F_1$ | 3/4 | 1/2 | 1/4 | 1/2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Ho | x | $R_{Ho}$ | 7/8 | 1/4 | 3/16 | 3/4 | 1/2 | 1/4 | 1 | 0 | 0 |

Si = Simmental

Ho = Red-Holstein

$R_{Si}$ = Rückkreuzung nach Simmental

$R_{Ho}$ = Rückkreuzung nach Red-Holstein

Figur 11: Kombinationsquadrate zur Ableitung des Koeffizienten $k_{\Delta R}$ für das Ausmass der Rekombination

Gamet des Vaters

| | A | B |
|---|---|---|
| A | AA | AB |
| B | AB | BB |

Gamet der Mutter

| | A | B | B | B |
|---|---|---|---|---|
| A | AA | AB | AB | AB |
| B | AB | BB | BB | BB |
| B | AB | BB | BB | BB |
| B | AB | BB | BB | BB |

$$k_{\Delta R} = \frac{\frac{1}{2} + \frac{3}{8}}{2} = \frac{7}{16}$$

Zur Bestimmung des Rekombinationskoeffizienten muss der Anteil an Kreuzungsgenkombinationen innerhalb der elterlichen Gameten bestimmt werden. Das arithmetische Mittel beider Anteile bildet den gesuchten Koeffizienten.

## 2.2. Schätzung von Kreuzungsparametern

Für die Schätzung der Kreuzungsparameter erwies sich die multiple Regressionsrechnung als geeignete Methode, da mehr Kreuzungsgruppen zur Verfügung standen als Kreuzungsparameter geschätzt wurden. Diese Methode wurde auch von Fewson und Schlote (1975), Schulte-Coerne (1976) und Clement (1978) verwendet und beschrieben.

Die Auswertungen erfolgten mit dem Fortran Programm von Harvey (1972a) nach der Methode der kleinsten Quadrate. Die verwendeten Modelle sind in den einschlägigen Kapiteln angegeben. Die Koeffizienten der Kreuzungsparameter sind in die entsprechenden Modelle als unabhängige Variable eingebaut.

Beispiel:

Von 6 Kühen ist die Milchleistung $y_i$ und aufgrund ihrer Kreuzungsstufe der Anteil an der Populationsdifferenz $x_{i1}$ und der Heterosis $x_{i2}$ bekannt.

| i | $y_1$ | $x_{i1}$ | $x_{i2}$ | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 3500 | 0 | 0 | Reinzuchttiere der Population A |
| 2 | 3900 | 0 | 0 | |
| 3 | 4300 | 0.5 | 1 | $F_1$-Kreuzungstiere ($F_{1(AB)}$) |
| 4 | 4400 | 0.5 | 1 | |
| 5 | 4600 | 0.75 | 0.5 | Rückkreuzungen nach B ($R_B$) |
| 6 | 4400 | 0.75 | 0.5 | |

Die Milchleistung kann als lineare Funktion von Populationsdifferenz und Heterosis dargestellt werden:

$$y_i = \beta_o + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \varepsilon_i \tag{1}$$

In Matrixschreibweise lautet die Formel:

$$\vec{y} = X\vec{\beta} + \vec{\varepsilon} \tag{2}$$

$$\begin{pmatrix} 3500 \\ 3900 \\ 4300 \\ 4400 \\ 4600 \\ 4400 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0.5 & 1 \\ 1 & 0.5 & 1 \\ 1 & 0.75 & 0.5 \\ 1 & 0.75 & 0.5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \beta_o \\ \beta_1 \\ \beta_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \\ \varepsilon_5 \\ \varepsilon_6 \end{pmatrix} \tag{2a}$$

Die Least-Squares-Forderung

$$Q = \text{Min}\ (\vec{y} - X\vec{\beta})'\ (\vec{y} - X\ \vec{\beta}) \tag{3}$$

führt zur Normalgleichung

$$(X'X)\ \vec{b} = X'\ \vec{y} \tag{4}$$

Die Matrix X'X hat vollen Rang und kann invertiert werden. Die Lösung für den Schätzvektor lautet:

$$\underline{\vec{b} = (X'X)^{-1}\ X'\vec{y}} \tag{5}$$

$$X'X = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0.75 & 0.75 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0.5 & 0.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0.5 & 1 \\ 1 & 0.5 & 1 \\ 1 & 0.75 & 0.5 \\ 1 & 0.75 & 0.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6 & 2.5 & 3 \\ 2.5 & 1.625 & 1.75 \\ 3 & 1.75 & 2.5 \end{bmatrix}$$

Durch Inversion von (X'X) erhält man folgende Matrix:

$$(X'X)^{-1} = \begin{bmatrix} 0.5 & -0.5 & -0.25 \\ -0.5 & 3.0 & -1.50 \\ -0.25 & -1.5 & 1.75 \end{bmatrix}$$

$$X'\vec{y} = \begin{bmatrix} \Sigma y_i \\ \Sigma x_{i1} y_i \\ \Sigma x_{i2} y_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 25100 \\ 11100 \\ 13200 \end{bmatrix}$$

$$\vec{b} = (X'X)^{-1} \; X'\vec{y} = \begin{bmatrix} 0.5 & -0.5 & -0.25 \\ -0.5 & 3.0 & -1.50 \\ -0.25 & -1.5 & 1.75 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 25100 \\ 11100 \\ 13200 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3700 \\ 950 \\ 175 \end{bmatrix}$$

$b_o$ = 3700 Durchschnitt der Reinzuchttiere

$b_1$ = 950 Populationsdifferenz

$b_2$ = 175 Heterosis

Berechnung des Standardfehlers für die Regressionskoeffizienten:

Nach Searle (1971) kann die Varianz-Kovarianzmatrix von $\vec{b}$ wie folgt geschrieben werden:

$$\underline{\text{var}\,(\vec{b}) = (X'X)^{-1} \; \sigma^2_e} \qquad (6)$$

$$SQ_{Rest} = \vec{y}'\vec{y} - \vec{b}'X'\vec{y} \qquad (7)$$

$$SQ_{Rest} = 105'830'000 - 95'180'000 = 10'650'000$$

$$\sigma^2_e = \frac{SQ_{Rest}}{N - r} = \frac{10'650'000}{3} = 3'550'000$$

$$\text{var}\,(\vec{b}) = \hat{\sigma}^2_e \begin{bmatrix} 0.5 & -0.5 & -0.25 \\ -0.5 & 3.0 & -1.50 \\ -0.25 & -1.5 & 1.75 \end{bmatrix}$$

$$s_{b_o} = \sqrt{0.5 \cdot \hat{\sigma}^2_e} = 1332.29$$

$$s_{b_1} = \sqrt{3 \; \hat{\sigma}^2_e} = 3263.43$$

$$s_{b_2} = \sqrt{1.75 \; \hat{\sigma}^2_e} = 2492.49$$

## 2.3. Schätzung weiterer Populationsparameter

In den folgenden Untersuchungen werden für jedes Leistungsmerkmal die Gruppenmittelwerte nach der Least-squares-Methode berechnet. Dazu wird das Programm von Harvey (1972a) benutzt. Bei Eignung des Materials werden auch genetische Parameter mit demselben Programm geschätzt. Die Schätzung von Heritabilitäten und der genetischen Korrelationen erfolgt aufgrund von Halbgeschwisteranalysen. Die statistischen Modelle dazu sind bei Harvey (1972b) beschrieben:

$$y_{ijk} = \mu + S_i + F_j + e_{ijk} \qquad (1)$$

$y_{ijk}$ = Beobachtungswert

$\mu$ = allgemeiner Mittelwert

$S_i$ = zufälliger Effekt des i-ten Stieres mit dem Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma_s^2$

$F_j$ = alle fixen Effekte (ausser $\mu$)

$e_{ijk}$ = zufälliger Restfehler mit dem Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma_e^2$

Die Varianzanalyse zu diesem Modell ist in Tabelle 7 gegeben.

Tabelle 7: Varianzanalyse für das gemischte Modell (1)

| Ursache | Freiheitsgrade FG | Durchschnittsquadrate DQ | Erwartungswerte E(DQ) |
|---|---|---|---|
| Stiere | $FG_s = s-1$ | $DQ_s$ | $\sigma_e^2 + k_s \cdot \sigma_s^2$ |
| Fixe Effekte | $FG_f$ | $DQ_f$ | $\sigma_e^2 + k \cdot \alpha_F^2$ |
| Rest | $FG_e$ | $DQ_e$ | $\sigma_e^2$ |

$$y_{ijkl} = \mu + B_i + S_{ij} + F_k + e_{ijkl} \qquad (2)$$

$y_{ijkl}$ = Beobachtungswert

$\mu$ = allgemeiner Mittelwert

$B_i$ = fixer Effekt des i-ten Blutanteils

$S_{ij}$ = zufälliger Effekt des j-ten Stieres innerhalb des i-ten Blutanteils mit dem Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma_s^2$

$F_k$ = alle andern fixen Effekte

$e_{ijkl}$ = zufälliger Restfehler mit dem Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma_e^2$

Tabelle 8: Varianzanalyse für das gemischte Modell (2)

| Ursache | Freiheitsgrade FG | Durchschnitts-quadrate DQ | Erwartungswerte E(DQ) |
|---|---|---|---|
| Blutanteil | $FG_b$ | $DQ_b$ | $\sigma_e^2 + k_2 \cdot \sigma_s^2 + k \cdot \alpha_B^2$ |
| Stier/Blutanteil | $FG_s = s - FG_b$ | $DQ_s$ | $\sigma_e^2 + k_s \cdot \sigma_s^2$ |
| andere fixe Effekte | $FG_f$ | $DQ_f$ | $\sigma_e^2 + k \cdot \alpha_F^2$ |
| Rest | $FG_e$ | $DQ_e$ | $\sigma_e^2$ |

Die Kovarianzanalyse kann analog aufgestellt werden; anstelle der Durchschnittsquadrate treten Durchschnittsprodukte und anstelle der Varianzkomponenten Kovarianzkomponenten.

Die Heritabilität ($h^2$) und der entsprechende Standardfehler ($s_{h^2}$) für ein Merkmal x können wie folgt beschrieben werden (Weber, 1976):

$$h^2_x = \frac{4\,\sigma^2_{s(x)}}{\sigma^2_{s(x)} + \sigma^2_{e(x)}}$$

$$s_{h^2_x} = 4\sqrt{\frac{2\,(N-1)\,(1-t_x)^2\,(1-(k_s-1)\,t_x)^2}{k_s\,(N-s)\,(s-1)}}$$

N: Anzahl Beobachtungen

$$t_x = \frac{\sigma^2_{s(x)}}{\sigma^2_{s(x)} + \sigma^2_{e(x)}}$$

Die genetische Korrelation ($r_g$) zwischen den Merkmalen x und y und der Standardfehler ($s_{r_g}$) können durch folgende Beziehungen berechnet werden (Becher, 1967):

$$r_{g(x,y)} = \frac{cov_{s(x,y)}}{\sqrt{\sigma^2_{s(x)} \cdot \sigma^2_{s(y)}}}$$

$$s_{r_{g(x,y)}} = r_{g(x,y)}\sqrt{\frac{var(cov_{s(x,y)})}{cov^2_{s(x,y)}} + \frac{var(\sigma^2_{s(x)})}{4 \cdot \sigma^4_{s(x)}} + \frac{var(\sigma^2_{s(y)})}{4 \cdot \sigma^4_{s(y)}} - \frac{cov(\sigma^2_{s(x)}, cov_{s(x,y)})}{\sigma^2_{s(x)} \cdot cov_{s(x,y)}} - \frac{cov(\sigma^2_{s(y)}, cov_{s(x,y)})}{\sigma^2_{s(y)} \cdot cov_{s(x,y)}} - \frac{cov(\sigma^2_{s(x)}, \sigma^2_{s(y)})}{2 \cdot \sigma^2_{s(x)} \cdot \sigma^2_{s(y)}}}$$

## 3. Untersuchungen

### 3.1. Auswertung der Kälbermeldekarten

An den Nachkommen von Prüfstieren zweier Jahrgänge wird das Abkalbeverhalten untersucht. Die Auswertungsjahre 1976 bzw. 1977 umfassen die Besamungen vom 1.7.1974 bis 30.6.1975 bzw. 1.7.1975 bis 30.6.1976. Die Mehrlingsgeburten sind in den Berechnungen nicht einbezogen. Da auch genetische Parameter geschätzt werden, sind nur Stiere mit mindestens 100 auswertbaren Kälbermeldekarten berücksichtigt worden.

#### 3.1.1. Material und Methoden

In Tabelle 9 sind die Paarungskombinationen und der Anteil an Erstlingsgeburten aufgeführt. Tabelle 10 zeigt die Verteilung der Prüfstiere nach Blutanteil und die durchschnittliche Anzahl Kälbermeldungen pro Stier.

Tabelle 9: Paarungskombinationen und Anteil Erstlingsgeburten

| Rassecode der Eltern | | 1976 | | | 1977 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Vater | Mutter | Anzahl Meldungen | | Anteil Rinder % | Anzahl Meldungen | | Anteil Rinder % |
| 70 | 70 | 27671 | 28070 | 24.7 | 22273 | 23093 | 21.7 |
| 70 | 72 | 31 | | 58.1 | 164 | | 71.3 |
| 70 | 73 | 352 | | 62.8 | 618 | | 28.6 |
| 70 | 74 | 16 | | 77.8 | 38 | | 42.1 |
| 73 | 70 | 8149 | 9153 | 32.0 | 7029 | 8517 | 31.3 |
| 73 | 72 | 67 | | 82.1 | 251 | | 76.5 |
| 73 | 73 | 873 | | 61.9 | 1140 | | 43.3 |
| 73 | 74 | 64 | | 51.6 | 97 | | 53.6 |
| 74 | 70 | 6947 | 7929 | 35.9 | 3474 | 4177 | 31.3 |
| 74 | 72 | 104 | | 78.9 | 112 | | 76.8 |
| 74 | 73 | 757 | | 70.5 | 506 | | 49.8 |
| 74 | 74 | 121 | | 39.7 | 85 | | 51.8 |
| 75 | 70 | 4890 | 7303 | 23.7 | 3865 | 6064 | 27.4 |
| 75 | 72 | 92 | | 60.9 | 305 | | 72.8 |
| 75 | 73 | 2321 | | 64.2 | 1894 | | 41.4 |
| Total | | 52455 | | | 41851 | | |

Die grösste Gruppe bilden noch immer die reinen Simmentaler, doch der Anteil an Kreuzungskälbern beträgt im Durchschnitt beider Jahre ca. 47 %.

Tabelle 10: Verteilung der Stiere nach Blutanteil und die durchschnittliche Anzahl Kälbermeldungen pro Stier.

| Blutanteil | 1976 | | 1977 | |
|---|---|---|---|---|
| | Anzahl Stiere | Ø Anzahl Nachkommen | Anzahl Stiere | Ø Anzahl Nachkommen |
| reine Simmentaler | 61 | 460 | 63 | 361 |
| 50 % Red-Holstein ($F_1$) | 17 | 538 | 18 | 473 |
| 75 % Red-Holstein | 9 | 881 | 9 | 464 |
| Red-Holstein | 18 | 406 | 12 | 505 |
| Total | 105 | | 102 | |

Es werden folgende Merkmale analysiert:

- Schwergeburten
- Totgeburten
- Geburtsgewicht
- Trächtigkeitsdauer

Unter Schwergeburt wird verstanden, wenn bei erheblicher Zughilfe von zwei und mehr kräftigen Personen das Kalb geboren wurde. Verendet das Kalb kurz vor, während oder innert 24 Stunden nach der Geburt im Anschluss an eine normale Trächtigkeitsdauer, so spricht man von einer Totgeburt.

Für die Schätzung der Least-Squares-Konstanten und der genetischen Parameter wird das Modell 1 verwendet.

Modell 1: $y_{ijklmno} = \mu + BS_i + S_{ij} + BK_k + G_l + M_m + BM_n + e_{ijklmno}$

$y_{ijklmno}$ = Beobachtungswert

$\mu$ = allgemeiner Mittelwert

$BS_i$ = fixer Effekt des i-ten Blutanteils Stier

$S_{ij}$ = zufälliger Effekt des j-ten Stieres innerhalb des i-ten Blutanteils mit dem Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma_s^2$

$BK_k$ = fixer Effekt des k-ten Blutanteils Kuh

$G_l$ = fixer Effekt des l-ten Geschlechts des Kalbes

$M_m$ = fixer Effekt der m-ten Mutter (Rind oder Kuh)

$BM_n$ = fixer Effekt des n-ten Besamungsmonates

$e_{ijklmno}$ = Zufallsfehler mit dem Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma_e^2$

### 3.1.2. Ergebnisse über den Geburtsablauf

Die beiden Jahrgänge sind getrennt ausgewertet worden, da die Prüfstiere normalerweise nur während einer Saison eingesetzt werden.

Tabelle 11: Gesamtdurchschnitt $\mu$, Least-Squares-Konstanten $\hat{c}$ und Standardfehler $s_{\mu + \hat{c}}$ für verschiedene Einflüsse auf Schwer- und Totgeburten.

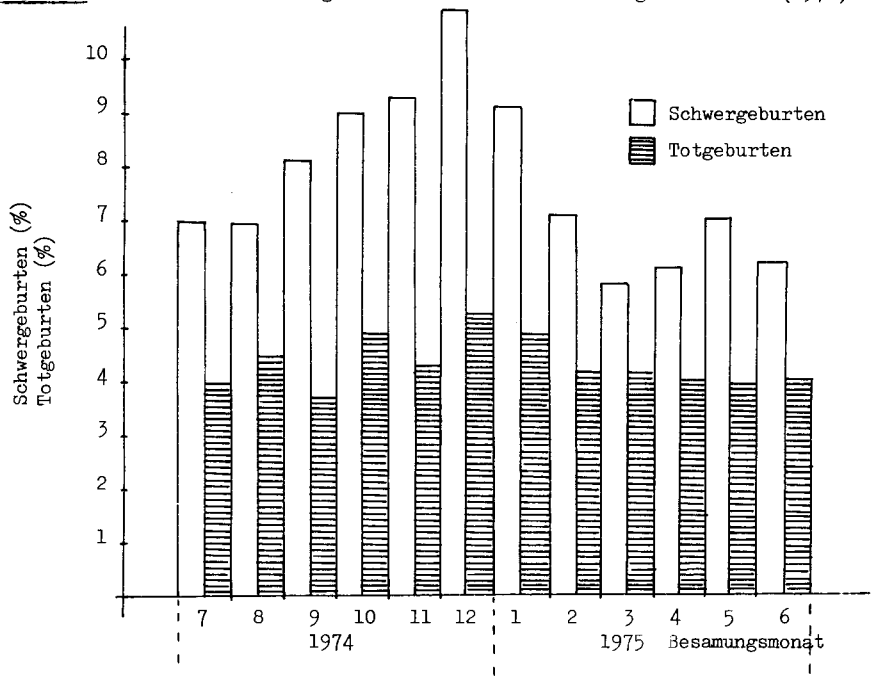
| | | Schwergeburten % | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Anzahl Beob. | 1976 $\hat{c}$ | $s_{\mu+\hat{c}}$ | Anzahl Beob. | 1977 $\hat{c}$ | $s_{\mu+\hat{c}}$ |
| $\mu$ | | 52455 | 7.7 | 1.82 | 41851 | 6.6 | 1.34 |
| Einflüsse von: | | | | | | | |
| Blutanteil Vater | 70 | 28070 | 1.3 | 0.60 | 23093 | 1.3 | 0.54 |
| | 73 | 9153 | 1.8 | 0.62 | 8517 | 0.7 | 0.54 |
| | 74 | 7929 | -1.6 | 0.61 | 4177 | 0.2 | 0.60 |
| | 75 | 7303 | -1.5 | 0.64 | 6064 | -2.2 | 0.60 |
| Blutanteil Mutter | 70 | 47657 | 0.1 | 1.73 | 36641 | 0.9 | 1.27 |
| | 72 | 294 | 1.5 | 2.25 | 832 | 1.4 | 1.53 |
| | 73 | 4303 | -0.8 | 1.77 | 4158 | 0.2 | 1.32 |
| | 74 | 201 | -0.5 | 2.45 | 220 | -2.4 | 2.11 |
| Geschlecht | m | 27284 | 3.0 | 1.82 | 21746 | 3.4 | 1.35 |
| | w | 25171 | -3.0 | 1.83 | 20105 | -3.4 | 1.35 |
| Mutter Rind | | 16188 | 2.6 | 1.83 | 11618 | 2.8 | 1.35 |
| Kuh | | 32267 | -2.6 | 1.83 | 30233 | -2.8 | 1.35 |
| | | Totgeburten % | | | | | |
| $\mu$ | | | 4.3 | 0.81 | | 5.6 | 0.64 |
| Einflüsse von: | | | | | | | |
| Blutanteil Vater | 70 | | 0.3 | 0.47 | | 0.2 | 0.42 |
| | 73 | | 0.7 | 0.48 | | 0.3 | 0.43 |
| | 74 | | -0.5 | 0.48 | | -0.1 | 0.47 |
| | 75 | | -0.5 | 0.50 | | -0.4 | 0.47 |
| Blutanteil Mutter | 70 | | -0.0 | 0.69 | | -0.6 | 0.54 |
| | 72 | | -0.8 | 1.31 | | 1.5 | 0.87 |
| | 73 | | 0.7 | 0.74 | | -0.4 | 0.61 |
| | 74 | | 0.1 | 1.51 | | -0.6 | 1.43 |

Tabelle 12: Gesamtdurchschnitt $\mu$, Least-Squares-Konstanten $\hat{c}$ und Standardfehler $s_{\mu+\hat{c}}$ für Einflüsse auf Trächtigkeitsdauer und Geburtsgewicht

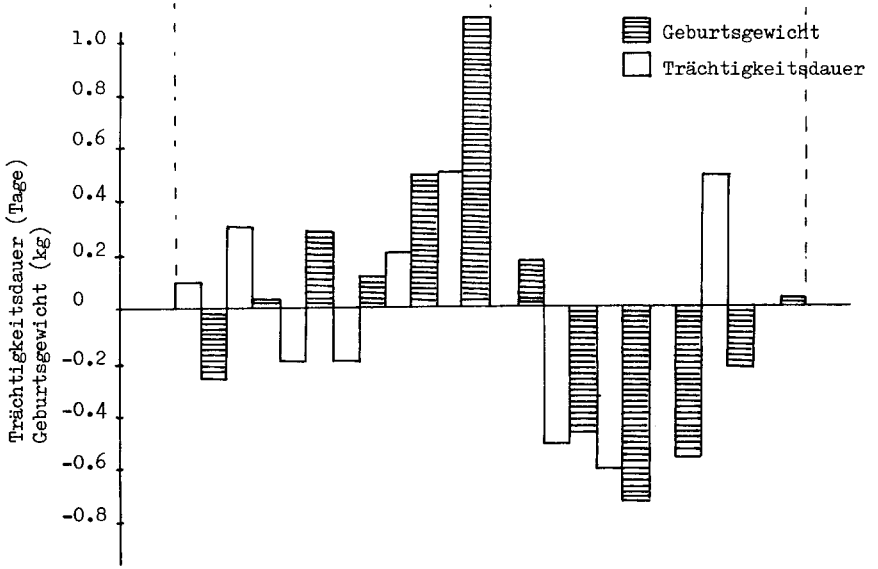
| | | Trächtigkeitsdauer Tage | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1976 | | 1977 | |
| | | $\hat{c}$ | $s_{\mu+\hat{c}}$ | $\hat{c}$ | $s_{\mu+\hat{c}}$ |
| $\mu$ | | 284.6 | 0.94 | 284.7 | 0.74 |
| Einflüsse von: | | | | | |
| Blutanteil Vater | 70 | 2.0 | 0.13 | 2.3 | 0.11 |
| | 73 | 0.3 | 0.13 | -0.5 | 0.11 |
| | 74 | -1.4 | 0.13 | -0.6 | 0.12 |
| | 75 | -0.9 | 0.13 | -1.2 | 0.12 |
| Blutanteil Mutter | 70 | 0.8 | 0.94 | 1.1 | 0.73 |
| | 72 | 0.2 | 0.98 | 0.0 | 0.75 |
| | 73 | -0.3 | 0.94 | -0.2 | 0.73 |
| | 74 | -0.7 | 1.00 | -0.9 | 0.81 |
| Geschlecht | m | 0.6 | 0.94 | 0.6 | 0.74 |
| | w | -0.6 | 0.94 | -0.6 | 0.74 |
| Mutter | Rind | -0.8 | 0.94 | -0.7 | 0.74 |
| | Kuh | 0.8 | 0.94 | 0.7 | 0.74 |
| | | Geburtsgewicht kg | | | |
| $\mu$ | | 41.8 | 0.71 | 41.8 | 0.50 |
| Einflüsse von: | | | | | |
| Blutanteil Vater | 70 | 0.8 | 0.14 | 0.8 | 0.13 |
| | 73 | 0.1 | 0.15 | -0.3 | 0.13 |
| | 74 | -0.8 | 0.15 | 0.1 | 0.14 |
| | 75 | -0.1 | 0.15 | -0.6 | 0.14 |
| Blutanteil Mutter | 70 | 0.4 | 0.70 | 0.8 | 0.49 |
| | 72 | 0.2 | 0.77 | -0.0 | 0.53 |
| | 73 | -0.3 | 0.70 | -0.0 | 0.49 |
| | 74 | -0.4 | 0.81 | -0.8 | 0.63 |

Das Geburtsgewicht des Kalbes wird vom Tierbesitzer geschätzt.

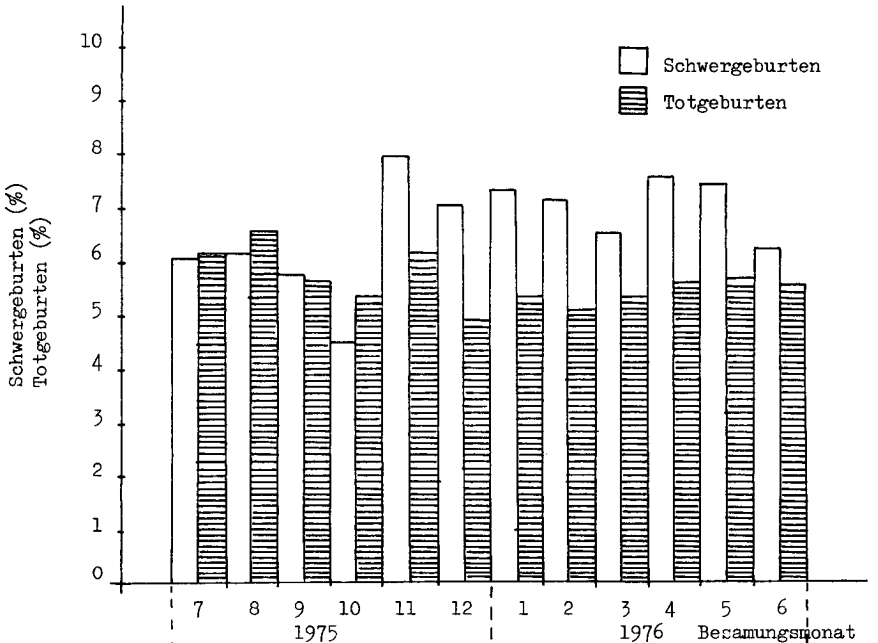
Figur 12: Einfluss des Besamungsmonats auf Schwer- und Totgeburtenrate (1976).




Figur 13: Einfluss des Besamungsmonats auf Trächtigkeitsdauer und Geburtsgewicht (1976).



Figur 14: Einfluss des Besamungsmonats auf Schwer- und Totgeburten (1977).




Figur 15: Einfluss des Besamungsmonats auf Trächtigkeitsdauer und Geburtsgewicht (1977).

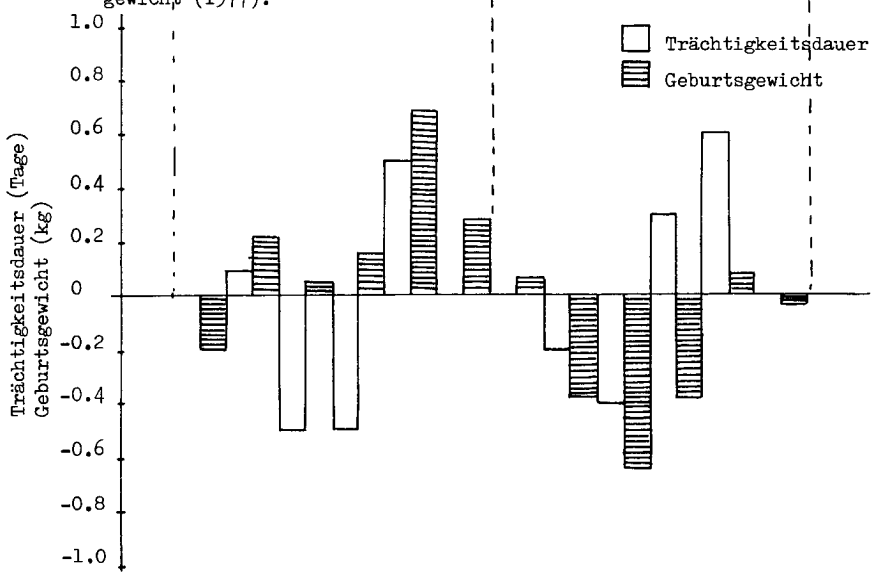


Tabelle 13: Varianzanalyse zum Modell 1. Freiheitsgrade und Durchschnittsquadrate für Schwergeburten, Totgeburten, Trächtigkeitsdauer und Geburtsgewicht.

| 1976 | | Schwergeburten | Totgeburten | Trächtigkeitsdauer | Geburtsgewicht |
|---|---|---|---|---|---|
| Varianzursache | FG | DQ | DQ | DQ | DQ |
| Blutanteil Vater | 3 | 2.98 *** | 0.31 * | 30270 *** | 4908 *** |
| Stier/Blutanteil Vater | 101 | 0.46 *** | 0.10 *** | 1205 *** | 683 *** |
| Blutanteil Mutter | 3 | 0.08 n.s. | 0.06 n.s. | 1544 *** | 661 *** |
| Geschlecht des Kalbes | 1 | 48.33 *** | 5.23 *** | 18210 *** | 94773 *** |
| Mutter (Rind, Kuh) | 1 | 27.01 *** | 11.59 *** | 23425 *** | 130852 *** |
| Besamungsmonat | 11 | 0.66 *** | 0.06 n.s. | 547 *** | 719 *** |
| Rest | 52334 | 0.06 | 0.04 | 26 | 34 |
| 1977 | | | | | |
| Blutanteil Vater | 3 | 1.70 ** | 0.06 n.s. | 29068 *** | 3669 *** |
| Stier/Blutanteil Vater | 98 | 0.40 *** | 0.10 *** | 1188 *** | 548 *** |
| Blutanteil Mutter | 3 | 0.13 n.s. | 0.11 * | 2266 *** | 971 *** |
| Geschlecht des Kalbes | 1 | 48.12 *** | 6.79 *** | 15694 *** | 76419 *** |
| Mutter (Rind, Kuh) | 1 | 21.77 *** | 15.40 *** | 14912 *** | 103884 *** |
| Besamungsmonat | 11 | 0.12 * | 0.03 n.s. | 330 *** | 266 *** |
| Rest | 41733 | 0.06 | 0.04 | 27 | 35 |

Im Auswertungsjahr 1977 werden 1.1 % weniger Schwergeburten, aber 1.3 % mehr Totgeburten als 1976 registriert. Dies scheint auf den ersten Blick widersprüchlich, da die Korrelation zwischen Schwergeburten und Totgeburten positiv ist. Die beiden Jahre unterscheiden sich klimatisch stark voneinander, was sich vermutlich auf die Häufigkeit von Schwer- und Totgeburten ausgewirkt hat. Das Jahr 1976 umfasst die Besamungen von Juli 1974 bis Juni 1975 bzw. die Abkalbungen vom April 1975 bis April 1976. 1975 war mehrheitlich ein nasses Jahr mit ungünstiger Eignung für den Weidegang. In das zweite Jahr fällt die Dürreperiode von 1976. Viele Betriebsleiter waren gezwungen, wegen Futtermangel die Tiere den ganzen Sommer zu weiden. Durch den vermehrten Weidegang wird die Kondition der Tiere verbessert, was sich günstig auf das Abkalben auswirkt und somit weniger Schwergeburten bewirkt. Anderseits kann das Weiden einen erhöhten Stress für die Tiere bedeuten, was zu vermehrten Aborten führen könnte. Auran (1972) hat bei norwegischem Vieh während der Weideperiode mehr Totgeburten beobachtet. Wie aus den Tabellen 11, 12 und 13 hervorgeht, haben das Alter der Mutter und das Geschlecht des Kalbes einen sehr grossen Einfluss auf alle Abkalbemerkmale. Zwischen Blutanteil der Eltern und Totgeburtenrate können keine engen Beziehungen gefunden werden. Mit steigendem Holsteinblutanteil besteht die Tendenz zu weniger Totgeburten. Der Blutanteil des Vaters ist stark verantwortlich für die Schwergeburtenrate. Bei Anpaarung von Kühen derselben Kreuzungsgruppe an reine Holstein Stiere kann mit 3 % weniger Schwergeburten gerechnet werden, als bei deren Anpaarung an reine Simmentaler. Der Blutanteil der Kühe hat in beiden Jahren keinen signifikanten Einfluss auf die Schwergeburten. Der Besamungsmonat hat im ersten Jahr einen hoch signifikanten Einfluss, im zweiten Jahr ist dieser Effekt nur noch schwach gesichert. Diese Feststellung bestätigt die Folgen der beiden klimatisch unterschiedlichen Jahre auf die Schwergeburten, wie sie oben beschrieben sind (Figuren 12 und 14).

Für die Trächtigkeitsdauer und das Geburtsgewicht (Tabelle 12) erwiesen sich alle in Modell 1 beschriebenen Einflüsse als hoch gesichert ($P \leq 0.001$). Mit steigendem Holsteinblutanteil des Kalbes nehmen die Trächtigkeitsdauer und das Geburtsgewicht ab.

### 3.1.3. Schätzung der Korrelationen und Heritabilitäten

Auf Grund der vielen Nachkommen pro Stier eignet sich das Material zur Bestimmung genetischer Parameter.

Tabelle 14: Heritabilitäten (Diagonale), genetische Korrelationen (oberhalb Diagonale) und phänotypische Korrelationen (unter der Diagonale) für die Abkalbemerkmale.

| 1976 | Schwergeburten | Totgeburten | Trächtigkeits-dauer | Geburtsgewicht |
|---|---|---|---|---|
| Schwergeburten | 0.055 ± 0.008 | 0.930 ± 0.046 | 0.270 ± 0.100 | 0.883 ± 0.030 |
| Totgeburten | 0.360 | 0.014 ± 0.003 | 0.315 ± 0.117 | 0.782 ± 0.071 |
| Trächtigkeitsd. | 0.102 | 0.031 | 0.339 ± 0.043 | 0.371 ± 0.089 |
| Geburtsgewicht | 0.315 | 0.129 | 0.247 | 0.151 ± 0.021 |
| 1977 | | | | |
| Schwergeburten | 0.053 ± 0.009 | 0.838 ± 0.064 | 0.238 ± 0.103 | 0.941 ± 0.022 |
| Totgeburten | 0.387 | 0.015 ± 0.003 | 0.244 ± 0.126 | 0.766 ± 0.078 |
| Trächtigkeitsd. | 0.121 | 0.039 | 0.390 ± 0.050 | 0.306 ± 0.096 |
| Geburtsgewicht | 0.340 | 0.152 | 0.258 | 0.142 ± 0.020 |

Die Schätzung der genetischen Parameter führt bei beiden Jahrgängen zu weitgehend übereinstimmenden Werten (Tabelle 14). Auffallend sind die starken genetischen Beziehungen zwischen Geburtsgewicht, Schwergeburten und Totgeburten. Pollak und Freeman (1976) haben zwischen Grösse des Kalbes und Schwergeburten genetische Korrelationen von 0.97 und 0.89 gefunden. Die Heritabilitätswerte stimmen weitgehend mit den vorliegenden Werten überein. Geringe Erblichkeit für Schwergeburten und Totgeburten wurden auch von Gaillard (1969), Bar-Anan (1972, 1976) und Lindström und Vilva (1976) gefunden. Da das Geburtsgewicht in der vorliegenden Untersuchung nur geschätzt wurde, dürfte die Erblichkeit etwas höher sein als berechnet.

### 3.1.4. Schätzung der Kreuzungsparameter

Für das Geburtsgewicht und die Trächtigkeitsdauer werden Kreuzungsparameter für individuelle und maternale Effekte geschätzt. Auf die Schätzung der maternalen Rekombination wird verzichtet, da relativ wenige Grossmütter bereits Kreuzungstiere sind. Es werden die Kälbermeldekarten aus dem Jahre 1977 verwendet. Es gelangen nur die Daten zur Auswertung, wo der effektive Blutanteil der Tiere bestimmt werden konnte. In Tabelle 15 sind die Blutanteile und die Tierzahlen aufgeführt.

Tabelle 15: Verteilung der Kälber nach Blutanteil

| Blutanteil Vater | Simmental | Blutanteil Mutter 1/4 RH ($R_{Si}$) | 1/2 RH ($F_1$) | 3/4 RH ($R_{RH}$) |
|---|---|---|---|---|
| Simmental | 8221 (Si)* | 75 (1/8 RH) | 527 (1/4 RH) | 36 (3/8 RH) |
| 1/2 RH ($F_1$) | 2600 (1/4 RH) | 97 (3/8 RH) | 969 ($F_2$) | 79 (5/8 RH) |
| 3/4 RH ($R_{RH}$) | 1235 (3/8 RH) | 49 (1/2 RH) | 417 (5/8 RH) | 77 (3/4 RH) |
| Red Holstein | 1793 ($F_1$) | 106 (5/8 RH) | 1644 (3/4 RH) | |

* Blutanteil der Kälber

Der Anteil an Kreuzungskälbern beträgt 54 %. Die Auswertung erfolgt mit Modell 2.

Modell 2: $$y_{ijkl} = \mu + G_i + M_j + BM_k + \sum_{m=1}^{5} b_m x_{mijkl} + e_{ijkl}$$

$y_{ijkl}$ = Beobachtungswert

$\mu$ = allgemeiner Mittelwert

$G_i$ = fixer Effekt des i-ten Geschlechts des Kalbes

$M_j$ = fixer Effekt der j-ten Mutter (Rind, Kuh)

$BM_k$ = fixer Effekt des k-ten Besamungsmonats

$x_{mijkl}$ = Koeffizient des Kreuzungseffektes m bei Individuum l

$b_m$ = Regressionskoeffizient auf Kreuzungsparameter m

$e_{ijkl}$ = Zufallsfehler mit dem Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma_e^2$

Tabelle 16: Individuelle und maternale Kreuzungsparameter für Trächtigkeitsdauer und Geburtsgewicht

| Kreuzungsparameter | Trächtigkeitsdauer Tage | Geburtsgewicht kg |
|---|---|---|
| Individuelle Populationsdifferenz | -6.27 ± 0.493 | -4.36 ± 0.546 |
| Individuelle Heterosis | -0.12 ± 0.284 | 1.26 ± 0.315 |
| Individuelle Rekombination | -3.64 ± 0.434 | -0.74 ± 0.481 |
| Maternale Populationsdifferenz | 0.08 ± 0.825 | -0.52 ± 0.914 |
| Maternale Heterosis | 0.90 ± 0.422 | 0.79 ± 0.468 |

Die Schätzung der individuellen und der maternalen Kreuzungsparameter hat gezeigt, dass Trächtigkeitsdauer und Geburtsgewicht weitgehend vom Blutanteil des Kalbes und nicht der Kuh abhängig sind. Für die Trächtigkeitsdauer sind die individuellen Effekte von Populationsdifferenz und Rekombination hoch signifikant. Die maternale Heterosis ist schwach gesichert, während für die individuelle Heterosis ein schwach negativer, nicht signifikanter Wert gefunden wird. Für das Geburtsgewicht ist nur der Genotyp des Kalbes ohne die Rekombination von Bedeutung. Daraus kann geschlossen werden, dass sowohl reinrassige wie gekreuzte Kühe dem Kalb ungefähr die gleichen uterinen Verhältnisse bieten. Batra und Touchberry (1974) fanden übereinstimmend mit der vorliegenden Arbeit eine negative individuelle Heterosis für die Trächtigkeitsdauer und eine positive Heterosis für das Geburtsgewicht bei Kreuzungen zwischen Holstein und Guernsey. Die geringe Heterosis für die untersuchten Merkmale wurde auch von Sagebiel et al. (1973) an Mastviehkreuzungen gefunden.

## 3.2. Wachstum

### 3.2.1. Entwicklung der Körpermasse weiblicher Tiere

Zu Beginn der Einkreuzung wurden die weiblichen Aufzuchttiere periodisch gemessen und gewogen. Von den Simmentaler Vergleichstieren und den ersten $F_1$ - Kreuzungstieren konnten Wachstumskurven berechnet werden. Die Kurven haben Gültigkeit im Messbereich von der Geburt bis zur 225. Alterswoche. Die Messungen wurden von Mitarbeitern des Institutes durchgeführt.

Material:

Tabelle 17: Anzahl Tiere und Anzahl Messungen pro Tier

| Blutanteil | Anzahl Tiere | Anz. Messungen | Ø Anzahl Messungen pro Tier und einzelnes Körpermass |
|---|---|---|---|
| Simmentaler | 82 | 521 | 6.4 |
| 1/2 Red-Holstein | 160 | 1327 | 8.3 |

Modell 3: $y_{ij} = \mu + K_i + b_1(x_{ij}) + b_2(x_{ij})^2 + b_3(x_{ij})^3 + e_{ij}$

$y_{ij}$ = Beobachtungswert

Widerristhöhe (WH) Brusttiefe (BT)
Kreuzbeinhöhe (KBH) Brustumfang (BU)

Hüftgelenkweite (HGW) Röhrbeinumfang (RBU)
Brustbreite (BB) Gewicht (LG)

$\mu$ = allgemeiner Mittelwert

$K_i$ = Effekt der i-ten Kuh

$x_{ij}$ = Effekt der j-ten Alterswoche innerhalb Kuh

$b_1, b_2, b_3$ = Regressionskoeffizienten 1. bis 3. Grades

$e_{ij}$ = Zufallsfehler mit Erwartungswert O und der Varianz $\sigma^2_e$

Die Berechnungen werden für beide Gruppen getrennt durchgeführt.

Ergebnisse:

Auf Grund der wenigen Messungen, die pro Tier durchgeführt wurden, sind die Bestimmtheitsmasse für die einzelnen Modelle relativ klein (Tabelle 18).

Die Breitenmasse (BB und HGW) weisen für beide Gruppen das kleinste Bestimmtheitsmass auf, d.h. die Fehlervarianz $\sigma_e^2$ ist grösser als für die andern Merkmale. Daraus kann geschlossen werden, dass diese Masse stärker reagieren auf Nähr- und Trächtigkeitszustand der Tiere, und dass die Messgenauigkeit schlechter ist.

Tabelle 18: Bestimmtheitsmasse für die einzelnen Merkmale in Prozent

| Blutanteil | WH | KBH | HGW | BB | BT | BU | RBU | GEW |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Simmentaler | 94.6 | 95.1 | 80.0 | 81.8 | 93.0 | 93.1 | 92.2 | 95.9 |
| 1/2 Red-Holstein | 93.3 | 94.0 | 81.4 | 72.7 | 90.5 | 94.0 | 90.0 | 95.4 |

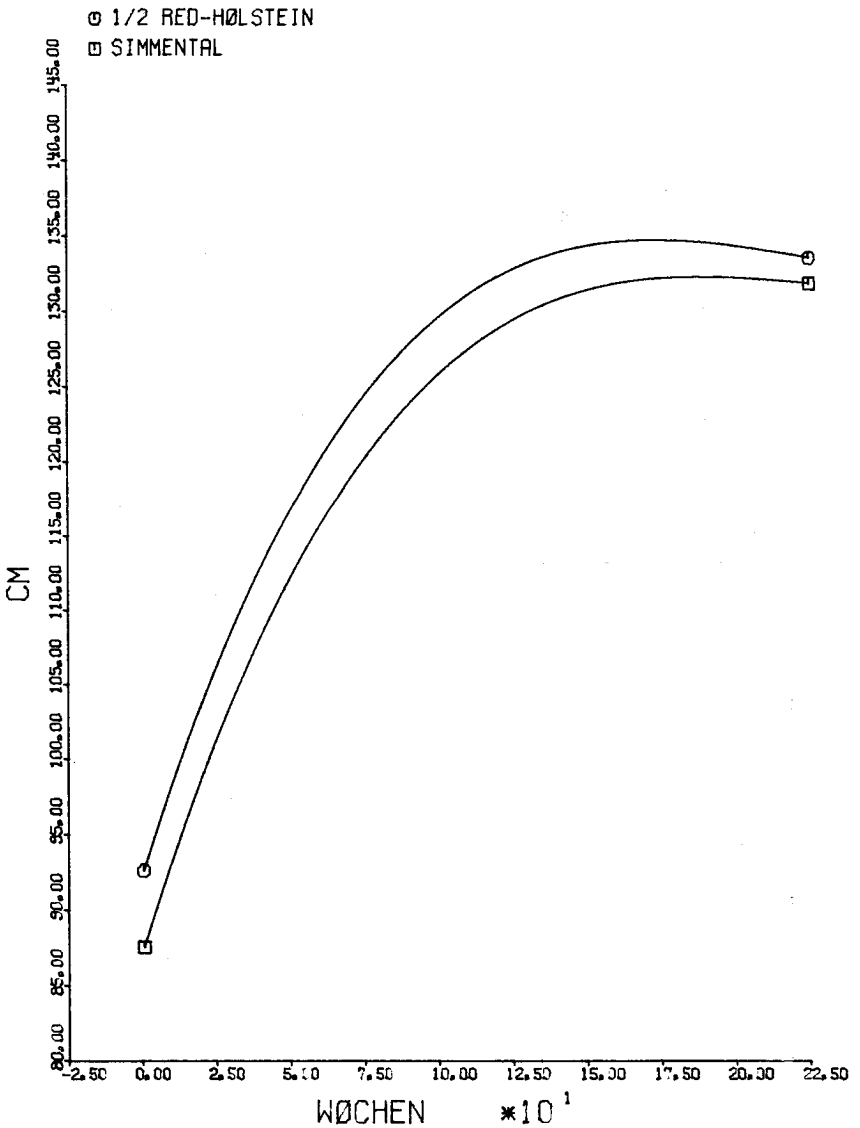
Tabelle 19: Wachstumskurven, Polynome 3. Grades

$$W = b_o + b_1 x + b_2 x^2 + b_3 x^3$$

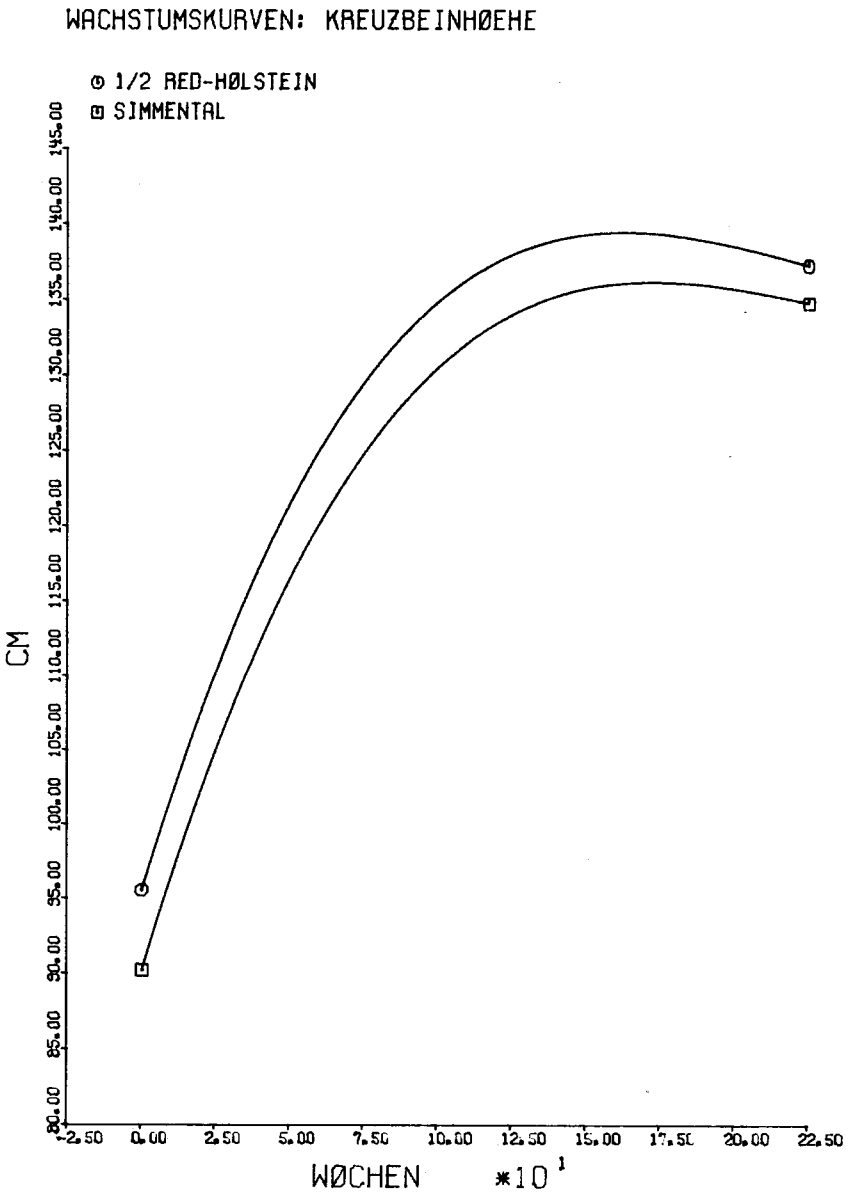
| Körpermass | Blutanteil | $b_o$ | $b_1$ | $b_2 . 10^{+3}$ | $b_3 . 10^{+6}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Widerristhöhe | Si | 87.29 | 0.6305 | -2.88 | 4.26 |
| | 1/2 RH | 92.35 | 0.6225 | -2.94 | 4.39 |
| Kreuzbeinhöhe | Si | 89.91 | 0.6749 | -3.16 | 4.65 |
| | 1/2 RH | 95.24 | 0.6711 | -3.24 | 4.83 |
| Hüftgelenkweite | Si | 26.68 | 0.3385 | -1.52 | 2.21 |
| | 1/2 RH | 27.29 | 0.3563 | -1.78 | 2.75 |
| Brustbreite | Si | 21.39 | 0.3328 | -1.68 | 2.77 |
| | 1/2 RH | 22.36 | 0.3286 | -1.76 | 2.92 |
| Brusttiefe | Si | 36.45 | 0.4191 | -1.79 | 2.58 |
| | 1/2 RH | 38.62 | 0.4457 | -2.04 | 3.05 |
| Brustumfang | Si | 98.05 | 1.1331 | -4.45 | 5.91 |
| | 1/2 RH | 102.96 | 1.2061 | -5.23 | 7.36 |
| Röhrbeinumfang | Si | 12.57 | 0.1109 | -0.48 | 0.67 |
| | 1/2 RH | 12.16 | 0.1104 | -0.54 | 0.81 |
| Gewicht | Si | 42.23 | 5.519 | -17.0 | 19.30 |
| | 1/2 RH | 37.80 | 6.556 | -25.0 | 32.87 |

Figur 16 :

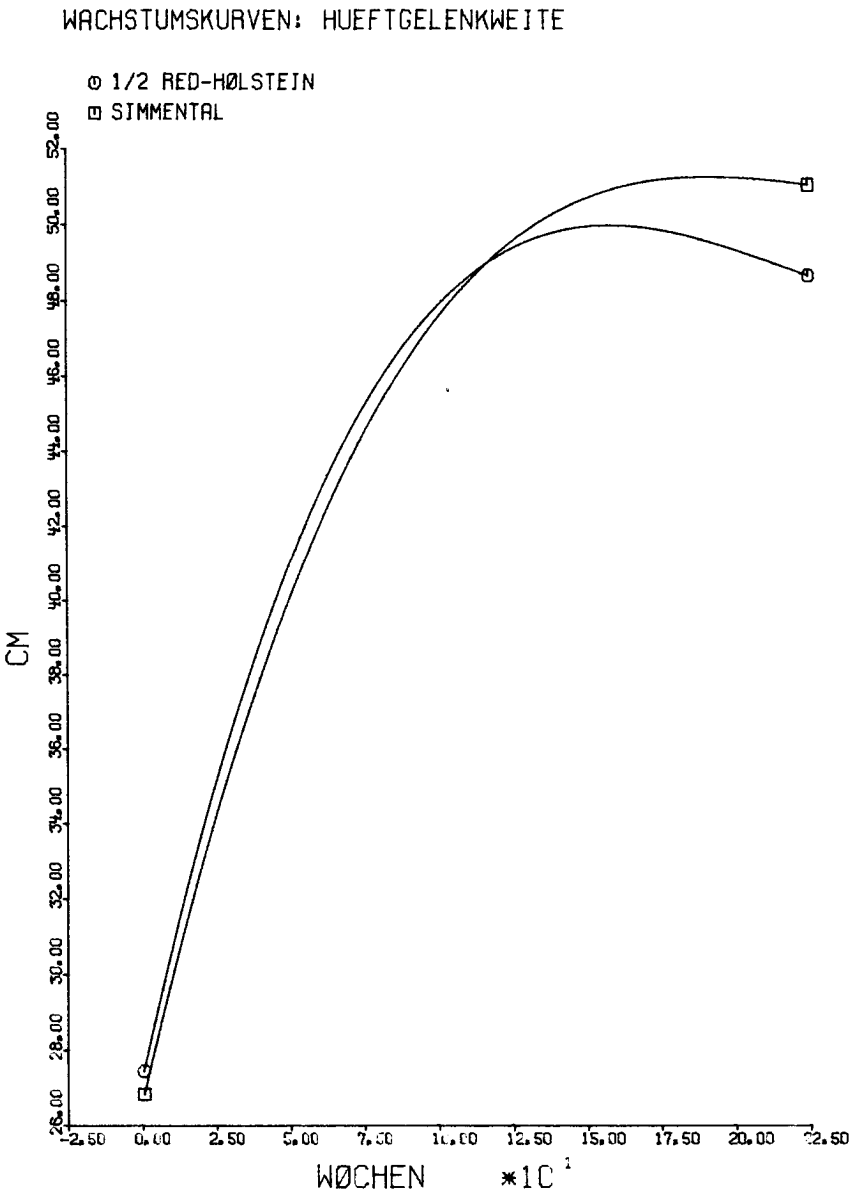
WACHSTUMSKURVEN: WIDERRISTHØEHE



Figur17 :

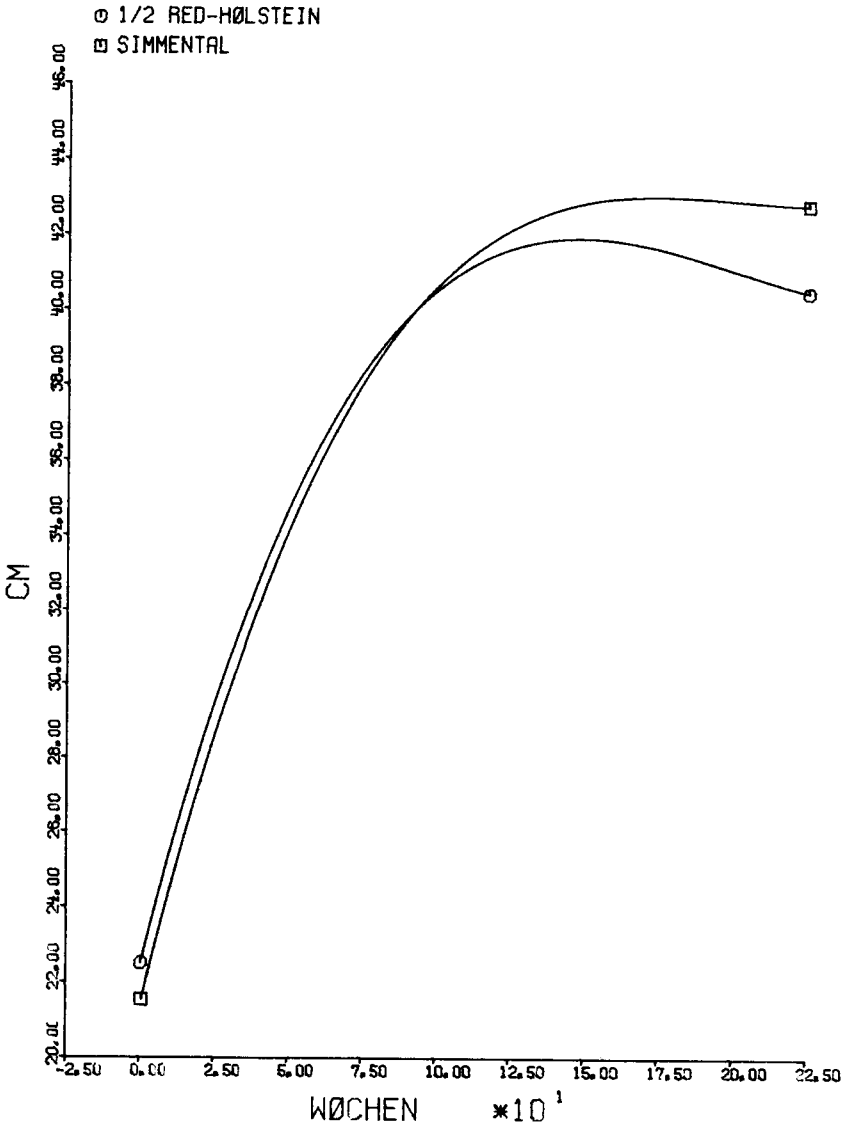

WACHSTUMSKURVEN: KREUZBEINHØEHE
1/2 RED-HØLSTEIN
SIMMENTAL
CM
80.00
85.00
90.00
95.00
100.00
105.00
110.00
115.00
120.00
125.00
130.00
135.00
140.00
145.00
-2.50
0.00
2.50
5.00
7.50
10.00
12.50
15.00
17.50
20.00
22.50
WØCHEN *10 1

Figur 18:

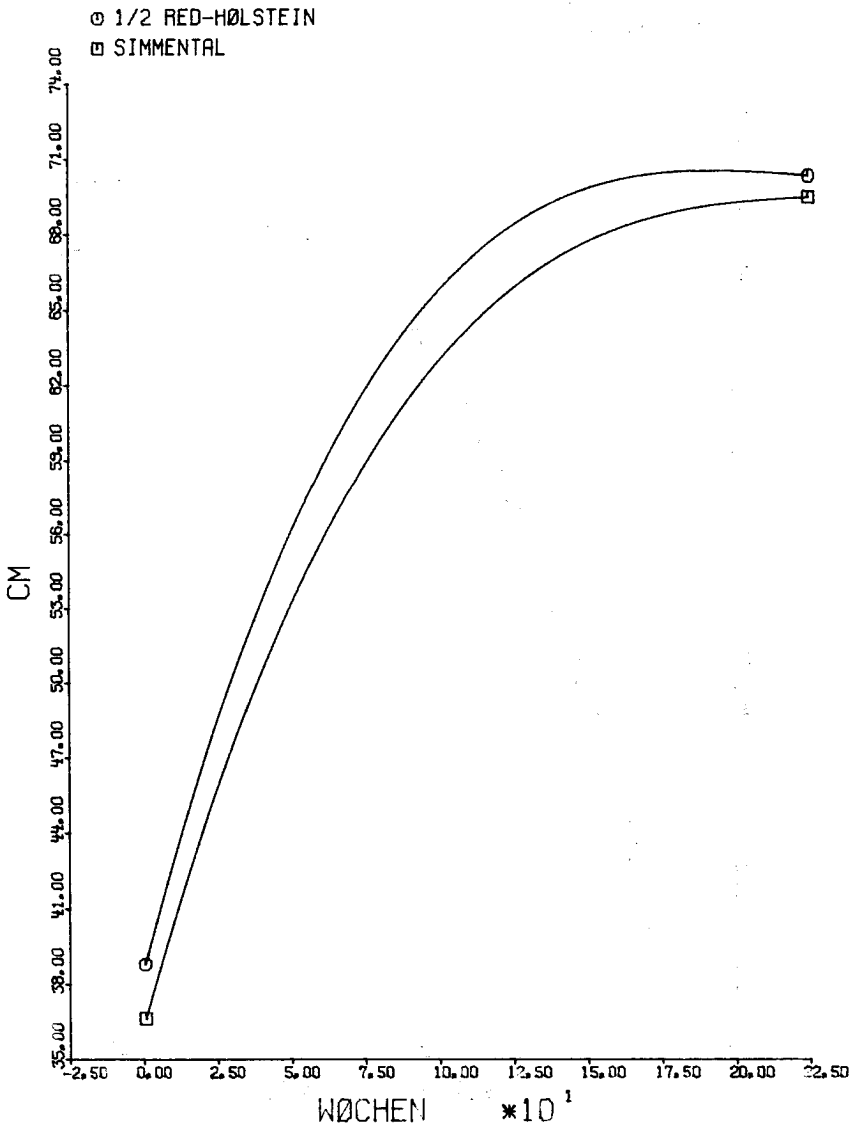

WACHSTUMSKURVEN: HUEFTGELENKWEITE
1/2 RED-HØLSTEIN
SIMMENTAL
CM
26.00
28.00
30.00
32.00
34.00
36.00
38.00
40.00
42.00
44.00
46.00
48.00
50.00
52.00
-2.50
0.00
2.50
5.00
7.50
10.00
12.50
15.00
17.50
20.00
22.50
WØCHEN *10 1

Figur 19:

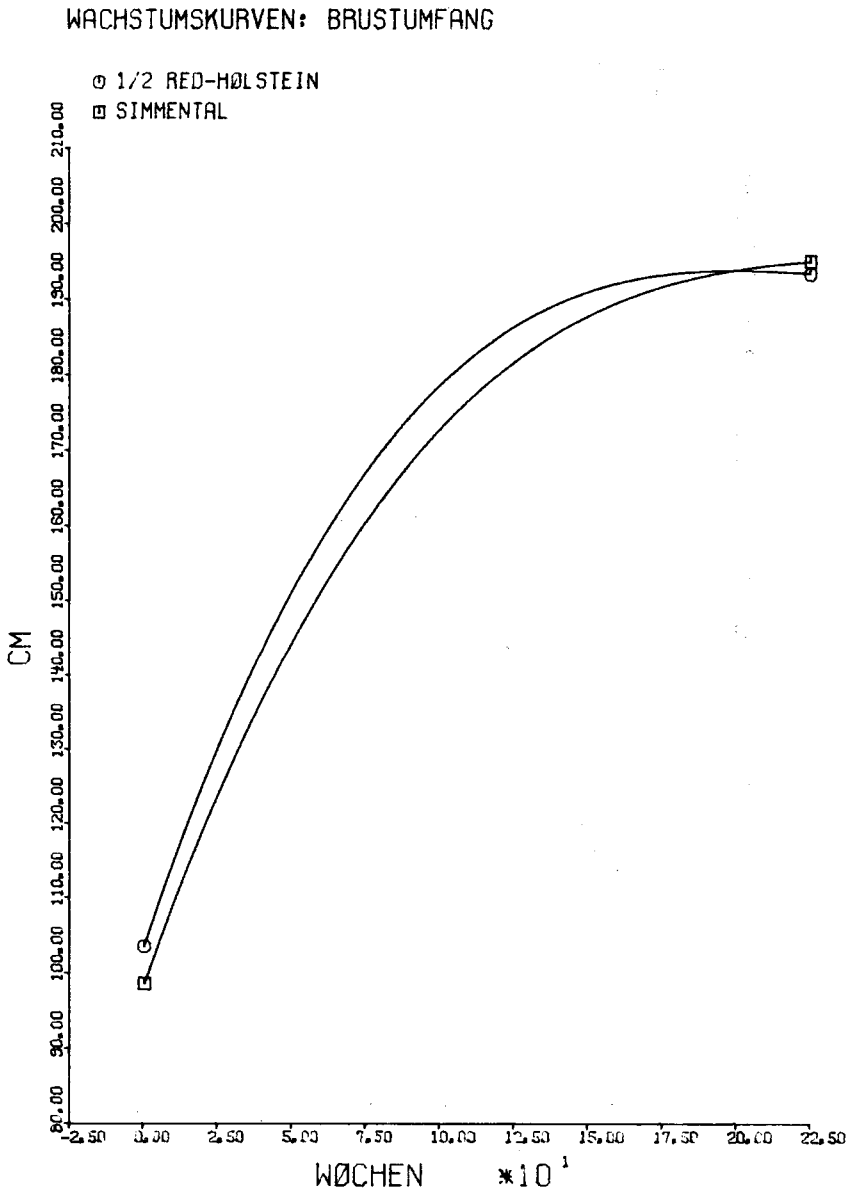
WACHSTUMSKURVEN: BRUSTBREITE



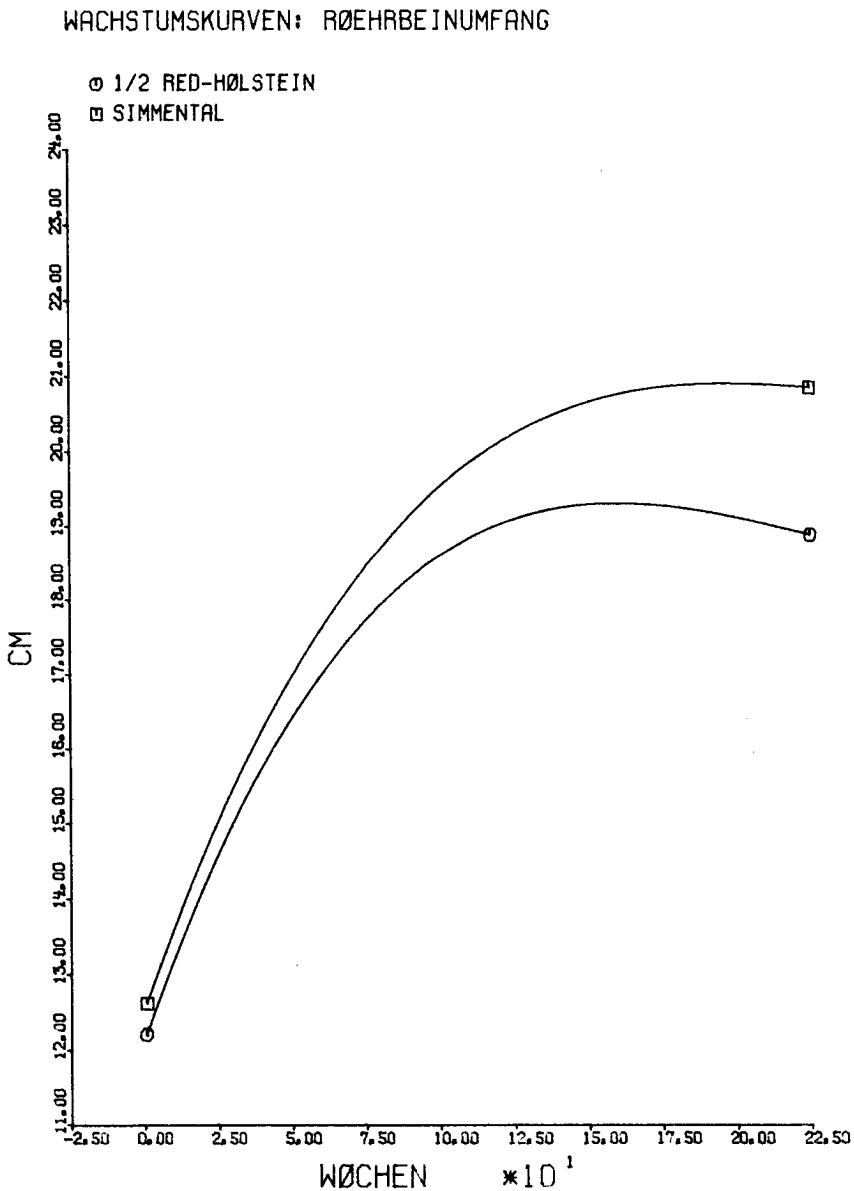
Figur 20 :


WACHSTUMSKURVEN: BRUSTTIEFE
1/2 RED-HØLSTEIN
SIMMENTAL
CM
35.00
38.00
41.00
44.00
47.00
50.00
53.00
56.00
59.00
62.00
65.00
68.00
71.00
74.00
-2.50
0.00
2.50
5.00
7.50
10.00
12.50
15.00
17.50
20.00
22.50
WØCHEN *10 1

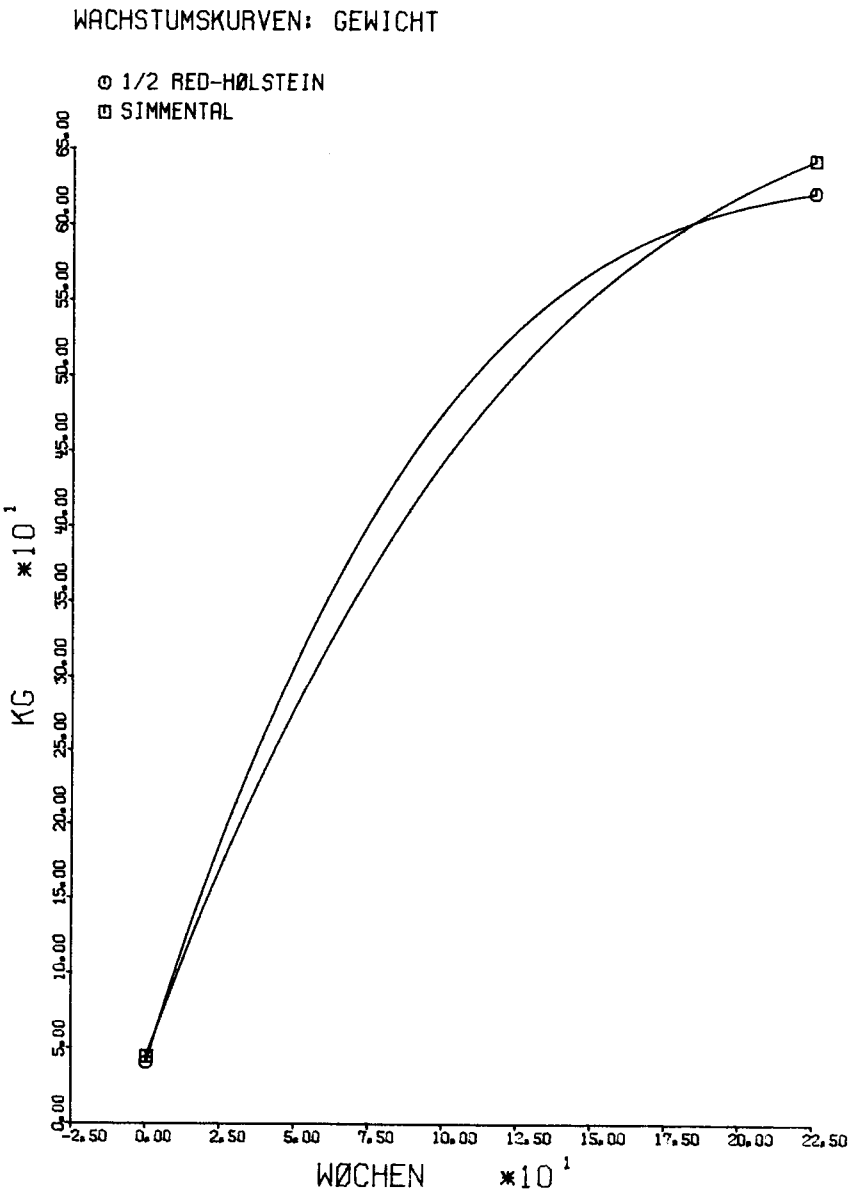
Figur 21:


WACHSTUMSKURVEN: BRUSTUMFANG
1/2 RED-HØLSTEIN
SIMMENTAL
CM
80.00
90.00
100.00
110.00
120.00
130.00
140.00
150.00
160.00
170.00
180.00
190.00
200.00
210.00
-2.50
0.00
2.50
5.00
7.50
10.00
12.50
15.00
17.50
20.00
22.50
WØCHEN *10 1

Figur 22:


WACHSTUMSKURVEN: RØEHRBEINUMFANG
1/2 RED-HØLSTEIN
SIMMENTAL
CM
11.00
12.00
13.00
14.00
15.00
16.00
17.00
18.00
19.00
20.00
21.00
22.00
23.00
24.00
-2.50
0.00
2.50
5.00
7.50
10.00
12.50
15.00
17.50
20.00
22.50
WØCHEN *10 1

Figur 23:


WACHSTUMSKURVEN: GEWICHT
1/2 RED-HØLSTEIN
SIMMENTAL
KG *10 1
0.00
5.00
10.00
15.00
20.00
25.00
30.00
35.00
40.00
45.00
50.00
55.00
60.00
65.00
-2.50
0.00
2.50
5.00
7.50
10.00
12.50
15.00
17.50
20.00
22.50
WØCHEN *10 1

Interpretation der Wachstumskurven (Figuren 16 bis 23) :

Die Kreuzungstiere kommen bereits grösser zur Welt und behalten ihren Vorsprung. In den Breitenmassen sind sie den reinen Simmentalern leicht überlegen bis zu einem Alter von zwei Jahren; nachher werden sie von diesen massiv überholt. Das Abfallen der Kurve bei den Kreuzungstieren deutet darauf hin, dass sie bei Eintritt in die erste Laktation Körperfett abbauen. Die Brusttiefe ist bei $F_1$-Tieren im Jugendstadium ausgeprägter als beim Fleckvieh. Die Unterschiede werden aber im ausgewachsenen Zustand gering. Der Brustumfang ist eine Funktion von Brustbreite und Brusttiefe, deshalb weisen junge Kreuzungstiere einen grösseren Brustumfang auf. Im Alter von vier Jahren sind diesbezüglich keine Unterschiede mehr feststellbar. Die gleiche Feststellung gilt auch für das Gewicht. Generell kann aus den Wachstumskurven abgeleitet werden, dass die Kreuzungstiere ein ausgeprägteres Jugendwachstum aufweisen, dass sie ihren Endzustand schneller erreichen und somit frühreifer sind als unsere einheimischen Tiere. Die Entwicklung des Röhrbeinumfanges verdeutlicht die feineren Gliedmassen der Holsteiner. Zaugg (1976) macht beim Vergleich von amerikanischen Holstein Friesians mit Simmentaler Fleckvieh und Braunvieh die selben Feststellungen.

### 3.2.2. Körpermasse ausgewachsener weiblicher Tiere

Im Herbst 1975 und 1976 wurden eine Anzahl der ältesten Kreuzungs- und Vergleichstiere noch einmal gemessen und gewogen.

Material:

In 42 Betrieben des Kantons Freiburg wurden insgesamt 244 Tiere gemessen. Die Verteilung nach Blutanteil ist in Tabelle 20 gegeben.

Tabelle 20: Verteilung nach Blutanteil und durchschnittliches Alter

| Blutanteil | Anzahl Tiere | Ø Alter in Monaten |
|---|---|---|
| Simmentaler | 49 | 67 |
| 1/4 Red-Holstein | 26 | 56 |
| 1/2 Red-Holstein | 119 | 76 |
| 3/4 Red-Holstein | 58 | 50 |

Modell 4: $y_{ijkl} = \mu + BA_i + TZ_j + TM_k + e_{ijkl}$

$y_{ijkl}$ = Beobachtungswert

$\mu$ = allgemeiner Mittelwert

$BA_i$ = Einfluss des i-ten Blutanteils

$TZ_j$ = Einfluss der j-ten Tagesperiode (Messzeitpunkt)

$TM_k$ = Einfluss des k-ten Trächtigkeitsmonats

$e_{ijkl}$ = Zufallsfehler mit dem Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma_e^2$

Ergebnisse:

Die Auswertung über die Körpermasse ausgewachsener Tiere beruht auf kleinen Tierzahlen. Auf Grund ungenügender Milchleistungen wurden viele Simmentalervergleichstiere und Rückkreuzungen nach Simmental aus den Betrieben entfernt. Die ersten $F_1$-Rinder mussten laut Vertrag nach Simmental zurückgekreuzt werden. Um Schwergeburten vorzubeugen, wurden Stiere mit leichtem Geburtsablauf eingesetzt. Solche Stiere bringen aber in der Regel auch kleinere Kälber, und ihre

Tabelle 21: Gesamtdurchschnitt $\mu$, Least-Squares-Mittelwerte $\mu+\hat{c}$ und Standardfehler $s_{\mu+\hat{c}}$ für den Einfluss des Blutanteils auf die Körpermasse und das Gewicht

| Merkmal | | $\mu$ | Einfluss des Blutanteils | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Simmental | | 1/4 Red-Holstein | | 1/2 Red-Holstein | | 3/4 Red-Holstein | |
| | | | $\mu+\hat{c}$ | $s_{\mu+\hat{c}}$ | $\mu+\hat{c}$ | $s_{\mu+\hat{c}}$ | $\mu+\hat{c}$ | $s_{\mu+\hat{c}}$ | $\mu+\hat{c}$ | $s_{\mu+\hat{c}}$ |
| Widerristhöhe | (cm) | 135.6 | 134.2 ± | 0.60 | 134.0 ± | 0.76 | 137.2 ± | 0.39 | 136.9 ± | 0.56 |
| Kreuzbeinhöhe | (cm) | 138.3 | 137.4 | 0.62 | 136.8 | 0.80 | 140.1 | 0.41 | 139.0 | 0.59 |
| Hüftgelenkweite | (cm) | 51.5 | 53.1 | 0.37 | 50.6 | 0.47 | 51.6 | 0.24 | 50.7 | 0.35 |
| Brustbreite | (cm) | 45.7 | 48.1 | 0.57 | 47.1 | 0.72 | 45.8 | 0.37 | 41.9 | 0.53 |
| Brusttiefe | (cm) | 74.2 | 73.7 | 0.40 | 72.9 | 0.51 | 75.3 | 0.26 | 74.8 | 0.38 |
| Brustumfang | (cm) | 197.2 | 198.7 | 1.41 | 195.3 | 1.80 | 199.0 | 0.93 | 195.8 | 1.33 |
| Röhrbeinumfang | (cm) | 19.6 | 20.9 | 0.13 | 19.6 | 0.17 | 19.2 | 0.09 | 18.7 | 0.13 |
| Gewicht | (kg) | 635.9 | 654.5 | 9.89 | 615.0 | 12.67 | 652.5 | 6.52 | 621.7 | 9.35 |

Tabelle 22: Varianzanalyse zu Modell 4

| | Ursache | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Blutanteil | | Messzeitpunkt | | Trächtigkeit | | Rest | |
| | FG | DQ | FG | DQ | FG | DQ | FG | DQ |
| Widerristhöhe | 3 | 151.4*** | 2 | 21.2 n.s. | 9 | 19.7 n.s. | 229 | 14.9 |
| Kreuzbeinhöhe | | 125.8*** | | 5.6 n.s. | | 19.0 n.s. | | 16.3 |
| Hüftgelenkweite | | 54.9*** | | 23.8 * | | 2.6 n.s. | | 5.7 |
| Brustbreite | | 324.9*** | | 44.4 * | | 70.3 *** | | 13.4 |
| Brusttiefe | | 59.8*** | | 1.2 n.s. | | 7.5 n.s. | | 6.7 |
| Brustumfang | | 173.0 n.s. | | 164.6 n.s. | | 249.3 ** | | 83.1 |
| Röhrbeinumfang | | 40.8*** | | 0.3 n.s. | | 0.4 n.s. | | 0.7 |
| Gewicht | | 18291.8** | | 24329.1 ** | | 27192.1 *** | | 4099.1 |

Nachkommen sind auch im ausgewachsenen Zustand häufig unter dem Durchschnitt ihrer Zeitgefährtinnen. Dieser Umstand dürfte erklären, dass in der vorliegenden Untersuchung die Tiere mit 25 % Red-Holstein Blut kleiner und vor allem leichter als die reinen Simmentaler sind (Tabelle 21).

Aus Tabelle 22 ist ersichtlich, dass sich der Blutanteil hoch signifikant auf die untersuchten Körpermasse auswirkt. Eine Ausnahme bildet lediglich der Brustumfang. Wie bereits im vorangehenden Kapitel beschrieben, wird bei diesem Mass die geringere Brustbreite der Kreuzungstiere durch deren ausgeprägtere Brusttiefe wettgemacht.

## 3.3. Erstkalbealter

Zur Berechnung des Erstkalbealters als Mass für die Frühreife werden 25550 Angaben von Erstlingskühen verwendet. Es handelt sich um Herdebuchtiere, die ihre erste Laktation in den Jahren 1973 bis 1976 abgeschlossen haben. Die Kühe stammen aus 2460 Betrieben. Es werden dieselben Daten verwendet, die in Kapitel 3.4. unter Material II beschrieben sind.

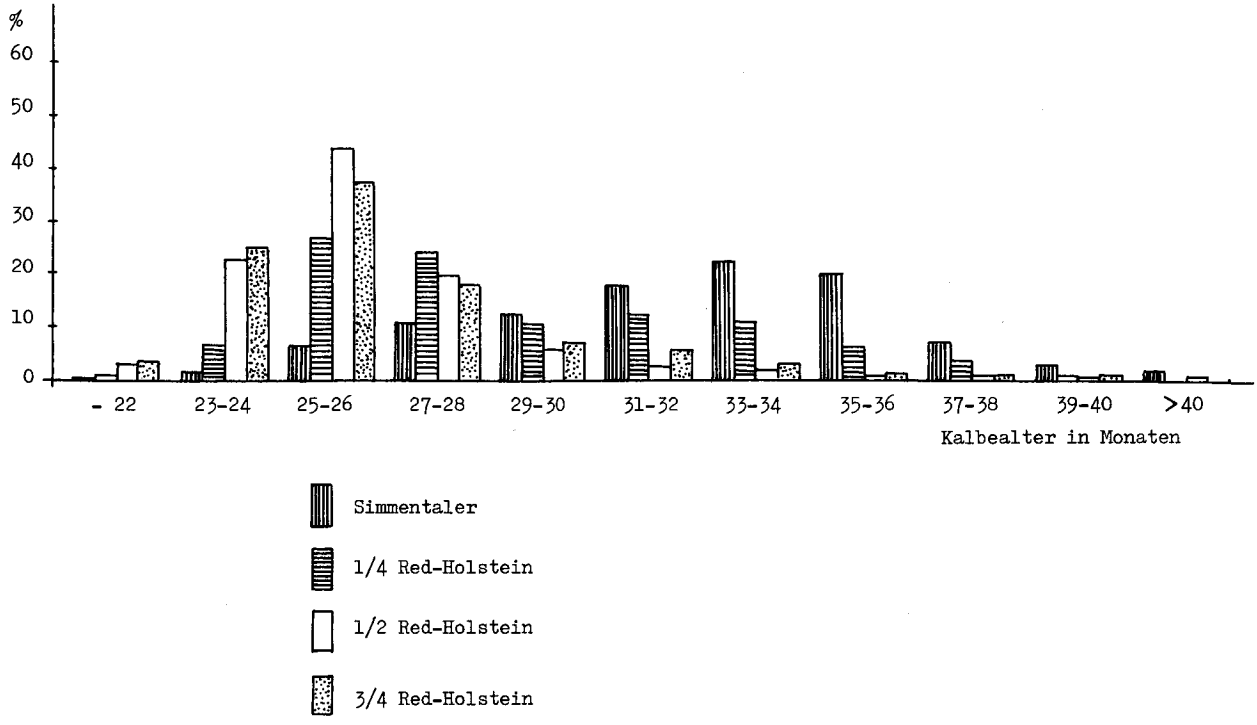
### Material

In Tabelle 23 und Figur 24 ist die Verteilung der Tiere nach verschiedenen Kriterien dargestellt.

Tabelle 23: Verteilung der Tiere nach Blutanteil, Jahr, Kalbemonat, Erstkalbealter, Zone und Region.

| Blutanteil | | Jahr | |
|---|---|---|---|
| Simmentaler | 20'760 | 1974 | 7'747 |
| 1/4 Red-Holstein | 234 | 1975 | 7'578 |
| 1/2 Red-Holstein | 4'201 (38 $F_2$) | 1976 | 10'225 |
| 3/4 Red-Holstein | 355 | | |
| **Kalbemonat** | | **Zone** | |
| Januar | 3'158 | 0 Tal | 18'493 |
| Februar | 3'088 | 1 Bergzone 1 | 5'025 |
| März | 2'430 | 2 Bergzone 2 | 1'753 |
| April | 1'396 | 3 Bergzone 3 | 279 |
| Mai | 1'270 | **Region** | |
| Juni | 735 | | |
| Juli | 921 | 1 Jura | 3'574 |
| August | 881 | 2 Mittelland | 12'915 |
| September | 782 | 3 angr. Zuchtg. | 4'129 |
| Oktober | 2'079 | 4 Voralpen | 4'366 |
| November | 4'924 | 5 Alpen | 566 |
| Dezember | 3'886 | | |

Figur 24: Prozentuale Verteilung des Kalbealters von Simmentaler- und Kreuzungskühen.



Modell 5: $y_{ijklm} = \mu + B_i + BA_j + J_k + KM_l + e_{ijklm}$

$y_{ijklm}$ = Beobachtungswert

$\mu$ = allgemeiner Mittelwert

$B_i$ = zufälliger Effekt des i-ten Betriebes mit dem Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma^2_B$

$BA_j$ = Effekt des j-ten Blutanteils

$J_k$ = Effekt des k-ten Jahres

$KM_l$ = Effekt des l-ten Kalbemonats

$e_{ijklm}$ = Zufallsfehler mit dem Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma^2_e$

Es wurden zwei weitere Modelle getestet mit dem Effekt der Zone und der Region anstelle des Betriebseffektes. Die beiden Modelle wiesen aber die grössere Reststreuung auf.

Ergebnisse

Tabelle 24: Gesamtdurchschnitt $\mu$, Least-Squares-Konstanten $\hat{c}$, LSQ-Mittelwerte $\mu+\hat{c}$ und Standardfehler $s_{\mu+\hat{c}}$ für den Einfluss des Blutanteils.

| | Anzahl Tiere | $\hat{c}$ | Erstkalbealter Monate $\mu+\hat{c}$ | $s_{\mu+\hat{c}}$ |
|---|---|---|---|---|
| $\mu$ | 25550 | 28.66 | 28.66 | 0.157 |
| Simmental | 20760 | 3.60 | 32.25 | 0.147 |
| 1/4 Red-Holstein | 234 | 0.58 | 29.23 | 0.259 |
| 1/2 Red-Holstein | 4201 | -2.26 | 26.39 | 0.155 |
| 3/4 Red-Holstein | 355 | -1.91 | 26.74 | 0.229 |

Durch die Einkreuzung mit Red-Holstein kann das Erstkalbealter stark gesenkt werden, d.h. die Kreuzungstiere sind frühreifer als die reinrassigen Simmentaler. Tiere mit 50 % Red-Holsteinblut und mehr kalben im Durchschnitt 5 bis 6

Monate früher ab (Tabelle 24). Wie aus Tabelle 25 hervorgeht, weist der Blutanteil den grössten Einfluss auf das Erstkalbealter auf. Kögel et al. (1975) fanden bei Kreuzungen von Red-Holstein und Deutschem Fleckvieh ($F_1$) ein Erstkalbealter von 27.9 Monaten. Sie kalbten 1.8 Monate früher als die reinen Fleckviehtiere. In der Praxis besteht heute auch bei uns eher wieder die Tendenz, die Kreuzungstiere etwas später abkalben zu lassen.

Tabelle 25: Varianzanalyse zu Modell 5

| Ursache | FG | DQ | F-Test |
|---|---|---|---|
| Betrieb | 2459 | 38 | 3.768*** |
| Blutanteil | 3 | 27585 | 2689.653*** |
| Kalbemonat | 11 | 650 | 63.389*** |
| Jahr | 2 | 32 | 3.135* |
| Rest | 23074 | 10 | |

Die Varianz des Betriebes $\sigma_B^2$ beträgt 15 % der Gesamtvarianz.

### 3.3.1. Schätzung der Kreuzungsparameter

Modell 6 zur Schätzung der Kreuzungsparameter für das Erstkalbealter beinhaltet neben systematischen Umwelteffekten die individuellen Kreuzungsparameter Populationsdifferenz und Heterosis. In einem erweiterten Modell erwies sich die Rekombination als unbedeutend und nicht signifikant.

Modell 6: $y_{ijkl} = \mu + B_i + J_j + KM_k + b_1(x_{1ijkl}) + b_2(x_{2ijkl}) + e_{ijkl}$

$y_{ijkl}$ = Beobachtungswert

$\mu$ = allgemeiner Mittelwert

$B_i$ = zufälliger Effekt des i-ten Betriebes mit Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma_B^2$

$J_j$ = fixer Effekt des j-ten Jahres

$KM_k$ = fixer Effekt des k-ten Kalbemonats

$b_1, b_2$ = Regressionskoeffizienten für Rassedifferenz und Heterosis

$x_1, x_2$ = Koeffizienten der Kreuzungsparameter

$e_{ijkl}$ = Zufallsfehler mit dem Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma_B^2$

Für das Erstkalbealter werden folgende Kreuzungsparameter nach Modell 6 geschätzt:

| | | |
|---|---|---|
| Populationsdifferenz | -5.21 Monate | ± 0.377 |
| Heterosis | -3.27 Monate | ± 0.203 |

Auf Grund dieser Werte würde das Erstkalbealter von reinen Holstein Tieren ca. 27 Monate betragen. Diesen Wert gibt auch McDaniel (1973) für das Erstkalbealter in den USA an. Die hohe negative Heterosis von 10 % wird auch von Pearson und McDowell (1968) bestätigt.

## 3.4. Milchleistung und Milchgehalt

### 3.4.1. Material und Methode

Für die Berechnungen über die Milchleistung wurden verschiedene Datensätze herangezogen:

Material I: 17002 Laktationen aus 400 Betrieben aus den Jahren 1974-1976. Es handelt sich vorab um Betriebe aus dem Kanton Freiburg, weil dort sehr früh mit dem Einkreuzen von Red-Holstein Stieren in die Simmentaler Population begonnen wurde. Jeder Betrieb hält Kühe, die mindestens 3 verschiedenen Kreuzungsstufen angehören. Durchschnittlich ergeben sich pro Betrieb 42.5 Laktationen, wovon 8.7 Laktationen von Kreuzungstieren.

Material II: 25550 erste Laktationen aus 2400 Betrieben. Jeder Betrieb hält mindestens ein Kreuzungstier. Die Daten stammen ebenfalls aus den Auswertungsjahren 1974-1976. Im Mittel stehen pro Betrieb 10.4 Laktationen zur Verfügung. Der Anteil an Kreuzungskühen beträgt 1.9.

Material III: 4959 erste Laktationen. Diese Leistungen sind aus Material II aussortiert. Sie enthalten zusätzliche Informationen über den Eiweissgehalt der Milch.

Die verschiedenen Datensätze wurden aus total 633'273 Laktationsergebnissen aussortiert, d.h. aus den Milchleistungsergebnissen, die für die routinemässigen Auswertungen des Fleckviehzuchtverbandes in den Jahren 1974-1976 angefallen sind.

Pro Laktation sind folgende Angaben vorhanden:

- Identität des Tieres (Herdebuchnummer)
- Standort des Tieres (Betrieb und Genossenschaft)
- Identität des Vaters der Kuh
- Kalbedatum
- Melktage
- unkorrigierte Milchmenge in kg

- Fettleistung in kg
- gealpt oder nicht gealpt
- Zone
- Region
- Rassecode des Tieres

In den Auswertungen sind nur Angaben von Herdebuchtieren mit folgenden Rassecoden berücksichtigt:

RC 70 : reines Simmentaler Fleckvieh (Si)

RC 72 : 25 % Red-Holstein Blutanteil (Si x $F_1$), ($F_1$ x Si)

RC 73 : 50 % Red-Holstein Blutanteil $F_1$, $F_2$

RC 74 : 75 % Red-Holstein Blutanteil ($F_1$ x RH)

Es sind nur Vollabschlüsse von 270-305 Tagen in die Berechnungen einbezogen.

Für gealpte Tiere wurde im voraus ein Zuschlag von 100 kg Milch gewährt. Wurde die Alpung bei der Berechnung als fixer Effekt im Modell aufgenommen, so ergaben sich unglaubwürdig hohe Leistungsdifferenzen zwischen gealpten und ungealpten Kühen. Der Grund dafür liegt hauptsächlich darin, dass vorwiegend leistungsschwächere Tiere gealpt werden. Im Kreuzungsbetrieb sind dies vorab die reinen Simmentaler, sodass prozentual mehr Simmentaler als gekreuzte Tiere gealpt werden (Tabelle 26). Rasseneffekt und Alpungseffekt konnten deshalb nicht sauber getrennt werden. Frühere Berechnungen (Crettenand, 1975) ergaben für gealpte Kühe Einbussen in der Milchleistung von ca. 100 kg.

Tabelle 26: Prozentuale Anteile gealpter Tiere verschiedener Kreuzungsstufen (Material II)

| Blutanteil | Total Kühe | Gealpte Kühe Anzahl | % Anteil |
|---|---|---|---|
| Simmental | 20760 | 2567 | 12.4 |
| 1/4 Red-Holstein | 234 | 22 | 9.4 |
| 1/2 Red-Holstein | 4201 | 372 | 8.7 |
| 3/4 Red-Holstein | 355 | 17 | 4.8 |
| total | 25550 | 2978 | 11.7 |

Tabelle 27 gibt Auskunft über die Struktur des Datenmaterials in Bezug auf den Red-Holstein Blutanteil.

Tabelle 27: Red-Holstein Blutanteil des Auswertungsmaterials

| Blutanteil | Material I | Material II | Material III |
|---|---|---|---|
| 0 % Simmental | 13507 | 20760 | 3696 |
| 25 % Red-Holstein | 346 | 234 | 56 |
| 50 % Red-Holstein | 2652 | 4201 | 1023 |
| 75 % Red-Holstein | 497 | 355 | 184 |
| | 17002 | 25550 | 4959 |

Den Auswertungen über die Milchleistung lagen gemischte Modelle zugrunde:

Modell 7:

$$y_{ijklm} = \mu + B_i + BAK_j + KM_k + J_l + e_{ijklm}$$

$y_{ijklm}$ = Beobachtungswert

$\mu$ = allgemeiner Mittelwert

$B_i$ = zufälliger Effekt des i-ten Betriebes mit Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma_B^2$

$BAK_j$ = fixer Effekt Blutanteil-Alterskategorie

$KM_k$ = fixer Effekt des k-ten Kalbemonats

$J_l$ = fixer Effekt des l-ten Auswertungsjahres

$e_{ijklm}$ = Zufallsfehler mit Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma_e^2$

Modell 8:

$$y_{ijklmn} = \mu + B_i + BA_j + KM_k + J_l + EKA_m + e_{ijklmn}$$

Der zusammengefasste Effekt Blutanteil-Alterskategorie wird ersetzt durch die zwei Einflüsse Blutanteil und Erstkalbealter.

$BA_j$ = fixer Effekt des j-ten Blutanteils

$EKA_m$ = fixer Effekt des m-ten Erstkalbealters

Modell 9:

$$y_{ijklm} = \mu + B_i + BA_j + KM_k + J_l + e_{ijklm}$$

Dieses Modell entspricht dem vorangehenden ohne Korrektur auf das Erstkalbealter.

3.4.2. Ergebnisse und Diskussion

Material I wurde der Auswertung mit Modell 7 unterzogen. Die Leistungen von Kühen verschiedener Blutanteile sind getrennt nach Alterskategorie in Tabelle 28 aufgeführt.

Tabelle 28: LSQ-Mittelwerte $\mu+\hat{c}$ und Standardfehler $s_{\mu+\hat{c}}$ für die Milchleistungen von Kühen mit verschiedenem Fremdblutanteil.

| Alters-kat. | Kalbealter Monate | Rassecode der Kühe RC 70 Anzahl | RC 70 $\mu+\hat{c}$ | RC 70 $s_{\mu+\hat{c}}$ | RC 72 Anzahl | RC 72 $\mu+\hat{c}$ | RC 72 $s_{\mu+\hat{c}}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.1 | - 24 | 64 | 3123 | 115 | 16 | 3798 | 191 |
| 1.2 | 25 - 28 | 633 | 3333 | 80 | 119 | 3635 | 99 |
| 1.3 | 29 - 32 | 954 | 3566 | 78 | 52 | 4146 | 123 |
| 1.4 | 33 - 36 | 1538 | 3751 | 77 | 43 | 4155 | 130 |
| 1.5 | 37 - 40 | 765 | 4033 | 79 | 37 | 4514 | 137 |
| 2 | 41 - 53 | 2588 | 4492 | 76 | 79 | 4799 | 108 |
| 3 | 54 - 66 | 2043 | 4843 | 76 | | | |
| 4 | 67 - | 4922 | 5077 | 75 | | | |

| Alters-kat. | Kalbealter Monate | Rassecode der Kühe RC 73 Anzahl | RC 73 $\mu+\hat{c}$ | RC 73 $s_{\mu+\hat{c}}$ | RC 74 Anzahl | RC 74 $\mu+\hat{c}$ | RC 74 $s_{\mu+\hat{c}}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.1 | - 24 | 197 | 3971 | 90 | 101 | 4270 | 102 |
| 1.2 | 25 - 28 | 501 | 4248 | 81 | 195 | 4387 | 90 |
| 1.3 | 29 - 32 | 89 | 4601 | 105 | 43 | 4562 | 130 |
| 1.4 | 33 - 36 | 165 | 4837 | 93 | 60 | 5242 | 117 |
| 1.5 | 37 - 40 | 297 | 5046 | 85 | 84 | 5228 | 107 |
| 2 | 41 - 53 | 717 | 5362 | 79 | 14 | 5253 | 201 |
| 3 | 54 - 66 | 505 | 5606 | 81 | | | |
| 4 | 67 - | 181 | 5594 | 91 | | | |

Das unausgewogene Datenmaterial verlangt eine vorsichtige Interpretation der Gruppenmittelwerte (Tabelle 28). Auch der F-Test (Tabelle 29) wird schliesslich beeinflusst durch Abweichungen von der Normalverteilung und unterschiedlicher Varianzen innerhalb der Gruppen (Snedecor und Cochran, 1967). Dennoch ist offensichtlich, dass mit steigendem Blutanteil von Red-Holstein die Milchleistung steigt.

Tabelle 29: Varianzanalyse zu Tabelle 28

| Ursache | FG | DQ x $10^{-6}$ | F-Test |
|---|---|---|---|
| Blutanteil-Alterskategorie | 27 | 215.3 | 453.7*** |
| Kalbemonat | 11 | 6.1 | 12.8*** |
| Auswertungsjahr | 2 | 28.3 | 59.7*** |
| Betrieb | 399 | 8.6 | 18.1*** |
| Rest | 16562 | 0.47 | |

Der Anstieg der Milchleistung pro Jahr betrug 50 kg. Die durch den Betrieb verursachte Varianz betrug 23.9 % der Gesamtvarianz. Dieser Wert liegt um 5.3 % tiefer als derjenige von Crettenand (1975) berechnete. Ein Grund für die Abnahme von $\sigma^2_B$ dürfte darin liegen, dass alle Leistungen in Kreuzungsbetrieben erhoben und dass so vom Tiermaterial her ausgeglichenere Betriebe untersucht wurden.

Da noch sehr wenige Tiere mit 25 % und 75 % Red-Holsteinblut in zweiter und höherer Laktation stehen, beschränken sich die weiteren Auswertungen auf die 1. Laktation (Material II und III). Es wurde sowohl Modell 8 mit Korrektur auf gleiches Erstkalbealter (Tabelle 30) wie auch Modell 9 ohne diese Korrektur angewendet (Tabelle 31). Die Eiweissgehalte sind jeweils am kleineren Material III mit denselben Modellen ermittelt worden.

Mit der starken Erhöhung der Milchleistung mit steigendem Red-Holstein Blutanteil geht eine Reduzierung des Milchgehaltes einher. Die Milch von 3/4 Red-Holstein Kühen enthält 0.11 % weniger Fett und 0.2 % weniger Eiweiss als die Milch von reinen Simmentalern (Tabelle 30). Der hohe Fettgehalt der 1/4 Red-Holstein Tiere rührt zur Hauptsache davon her, dass ein $F_1$-Stier einen hohen positiven Zuchtwert für Fett aufweist und mit relativ vielen Töchtern in dieser Gruppe vertreten ist.

Tabelle 30: LSQ-Mittelwerte $\mu+\hat{c}$ und Standardfehler $s_{\mu+\hat{c}}$ für Milchleistungen und Milchgehalte verschiedener Kreuzungsgruppen (korrigiert auf gleiches Erstkalbealter von ca. 30 Monaten).

| Blutanteil | Milchleistung (kg) | | Fettgehalt (%) | | Eiweissgehalt (%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\mu+\hat{c}$ | $s_{\mu+\hat{c}}$ | $\mu+\hat{c}$ | $s_{\mu+\hat{c}}$ | $\mu+\hat{c}$ | $s_{\mu+\hat{c}}$ |
| Simmental | 3528 | 35 | 3.98 | 0.01 | 3.34 | 0.02 |
| 1/4 Red-Holstein | 3964 | 53 | 4.01 | 0.02 | 3.23 | 0.03 |
| 1/2 Red-Holstein | 4501 | 36 | 3.91 | 0.01 | 3.22 | 0.02 |
| 3/4 Red-Holstein | 4630 | 48 | 3.87 | 0.02 | 3.14 | 0.02 |

Tabelle 31: LSQ-Mittelwerte $\mu+\hat{c}$ und Standardfehler $s_{\mu+\hat{c}}$ für Milchleistungen und Milchgehalte verschiedener Kreuzungsgruppen (ohne Korrektur auf Erstkalbealter

| Blutanteil | Erstkalbealter Monate | | Milchleistung kg | | Fettgehalt % | | Eiweissgehalt % | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\mu+\hat{c}$ | $s_{\mu+\hat{c}}$ | $\mu+\hat{c}$ | $s_{\mu+\hat{c}}$ | $\mu+\hat{c}$ | $s_{\mu+\hat{c}}$ | $\mu+\hat{c}$ | $s_{\mu+\hat{c}}$ |
| Simmental | 32.25 | 0.15 | 3603 | 31 | 3.97 | 0.01 | 3.33 | 0.01 |
| 1/4 Red-Holstein | 29.23 | 0.26 | 3900 | 52 | 4.00 | 0.02 | 3.23 | 0.03 |
| 1/2 Red-Holstein | 26.39 | 0.16 | 4290 | 33 | 3.90 | 0.01 | 3.23 | 0.02 |
| 3/4 Red-Holstein | 26.74 | 0.23 | 4435 | 46 | 3.86 | 0.02 | 3.14 | 0.02 |

Die in Tabelle 31 aufgeführten durchschnittlichen Erstkalbealter sind in Kp.3.3. berechnet worden. Bei Korrektur auf gleiches Kalbealter werden die Leistungsdifferenzen der Kreuzungsgruppen zu den reinen Simmentalern grösser (Tabelle 30). Kögel et al. (1975) fanden Leistungsdifferenzen zwischen $F_1$-Kühen (Deutsches Fleckvieh x Red-Holstein) und Deutschem Fleckvieh von 677 kg in der 1. Laktation bei einem Erstkalbealter von 27.9 bzw. 29.7 Monaten. Im Fettgehalt lagen die Kreuzungen 0.05 % unter dem reinen Fleckvieh.

Tabelle 32: Varianzanalyse zu Tabelle 30

| Ursache | | Milchleistung | | Fettgehalt | | Eiweissgehalt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | FG | DQ x $10^{-6}$ | F-Test | DQ | F-Test | FG | DQ | F-Test |
| Blutanteil | 3 | 491.2 | 1344.6*** | 3.01 | 39.9*** | 3 | 1.73 | 54.2*** |
| Alterskategorie | 10 | 47.7 | 130.6*** | 0.15 | 2.0* | 10 | 0.04 | 1.2 ns |
| Kalbemonat | 11 | 6.1 | 16.7*** | 0.17 | 2.3** | 11 | 0.13 | 4.0*** |
| Auswertungsjahr | 2 | 61.7 | 168.8*** | 0.43 | 5.6*** | 2 | 0.41 | 12.9*** |
| Betrieb | 2459 | 1.7 | 4.7*** | 0.19 | 2.5** | 1731 | 0.06 | 1.8*** |
| Rest | 23064 | 0.4 | | 0.08 | | 3201 | 0.03 | |

Tabelle 33: Varianzanalyse zu Tabelle 31

| Ursache | | Milchleistung | | Fettgehalt | | Eiweissgehalt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | FG | DQ x $10^{-6}$ | F-Test | DQ | F-Test | FG | DQ | F-Test |
| Blutanteil | 3 | 394.3 | 1023.6*** | 5.29 | 69.3*** | 3 | 2.22 | 69.5*** |
| Kalbemonat | 11 | 9.5 | 24.6*** | 0.19 | 2.5** | 11 | 0.12 | 3.9*** |
| Auswertungsjahr | 2 | 58.6 | 151.8*** | 0.44 | 5.7*** | 2 | 0.40 | 12.5*** |
| Betrieb | 2459 | 1.7 | 4.4*** | 0.19 | 2.5** | 1731 | 0.06 | 1.8*** |
| Rest | 23074 | 0.4 | | 0.08 | | 3211 | 0.03 | |

### 3.4.3. Berechnung der Kreuzungsparameter

Anhand von Material II wurden die Kreuzungsparameter für Milchmenge, Fettmenge und Fettgehalt berechnet. Die Koeffizienten der Kreuzungsparameter wurden als Variablen im Modell 10 eingebaut.

Modell 10

$$y_{ijklm} = \mu + B_i + KM_j + J_k + AK_l + b_1(x_{1iklm}) + b_2(x_{2iklm}) + b_3(x_{3iklm}) + e_{ijklm}$$

$y_{ijklm}$ = Milch kg, Fett kg, Fettprozent

$\mu$ = allgemeiner Mittelwert

$B_i$ = zufälliger Effekt des i-ten Betriebes mit Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma^2_B$

$KM_j$ = fixer Effekt des j-ten Kalbemonats

$AK_l$ = fixer Effekt der l-ten Alterskategorie

$J_k$ = fixer Effekt des k-ten Jahres

$b_1$ = partieller Regressionskoeffizient für Rassedifferenz (PD)

$b_2$ = partieller Regressionskoeffizient für Heterosis (H)

$b_3$ = partieller Regressionskoeffizient für Rekombination (R)

$x_1, x_2, x_3$ = Koeffizienten der Kreuzungsparameter

$e_{ijklm}$ = Zufallsfehler mit Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma^2_e$

Da es sich um Leistungen ausgewachsener Tiere handelt, sind nur die individuellen Kreuzungsparameter geschätzt worden.

Tabelle 34: Geschätzte Kreuzungsparameter und Standardfehler für die 1. Laktation

| Individuelle Kreuzungsparameter | Milch (kg) | | Fett (kg) | | Fett (%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Populationsdifferenz | 1387 | ± 103 | 43.1 | ± 4.0 | -0.25 | ± 0.05 |
| Heterosis | 282 | 53 | 13.8 | 2.1 | 0.06 | 0.02 |
| Rekombination | -383 | 146 | -7.8 | 5.7 | 0.23 | 0.07 |

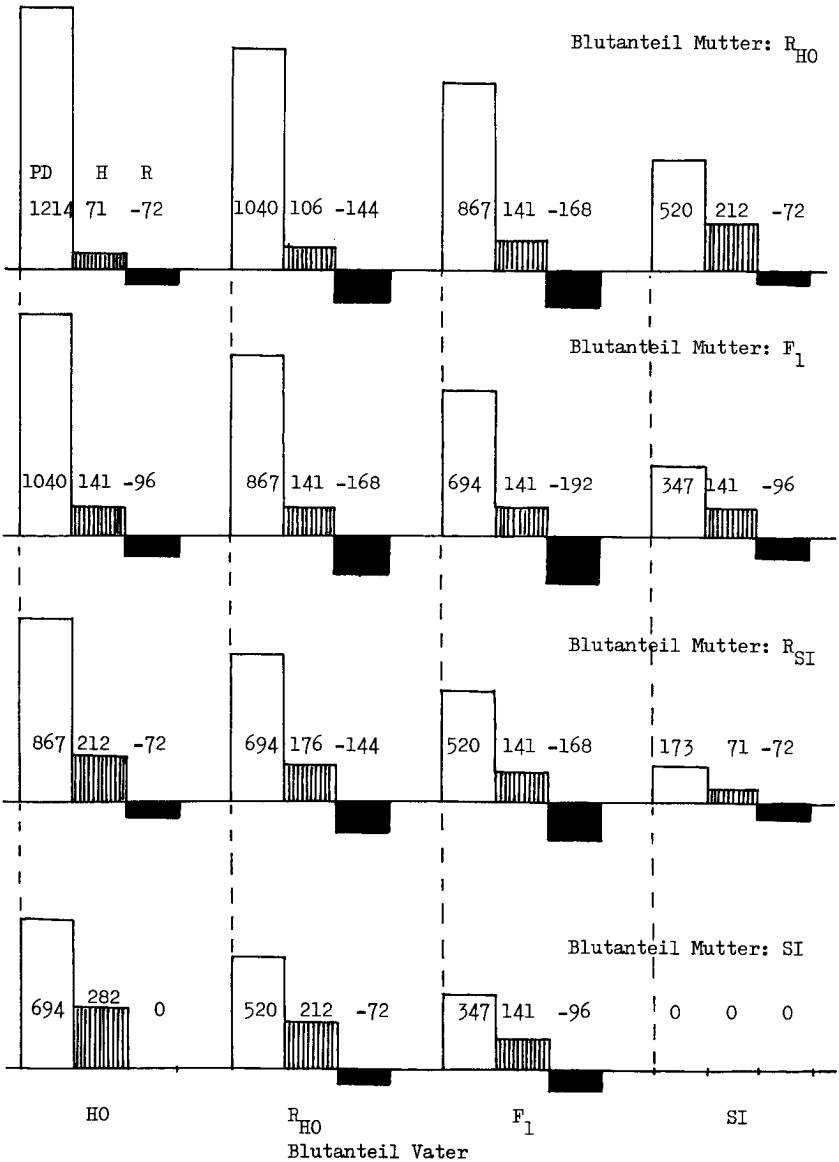
Aufgrund der Kreuzungsparameter (Tabelle 34) sind die Figuren 25 und 26 gezeichnet worden. Es kommt vor allem zum Ausdruck, dass die additiven Genwirkungen für die Milch- und Fettleistung eine dominante Rolle spielen, d.h. die durchschnittliche Leistung jeder Kreuzungsstufe liegt über dem Mittel der reinen Simmentaler.

Die hohe Populationsdifferenz konnte auch in einem Vergleichsversuch von Zaugg (1976) auf der Chamau beobachtet werden. Der Unterschied zwischen Simmentalern und reinen amerikanischen Holstein-Friesian betrug in diesem Versuch 1486 kg Milch und 37 kg Fett in der ersten Laktation.

Der Heterosiszuwachs ist mit 282 kg Milch gegenüber der hohen Populationsdifferenz relativ gering ausgefallen. Bezogen auf $\mu$ beträgt die Heterosis 7.6 %. Mc Dowell and Mc Daniel (1968) sowie Pearson and Mc Dowell (1968) haben ebenfalls Heterosis in dieser Grössenordnung gefunden. In einer Zusammenstellung von Clement (1978) liegen jedoch die meisten Werte für die Milchleistung unter 5 %. Für die produzierte Fettmenge beträgt die Heterosis 9.4 %.

Die Rekombinationsverluste sind relativ hoch. Doch muss man sich bewusst sein, dass höchstens die Hälfte dieser Verluste in der $F_2$-Kreuzungsgeneration wirksam werden können. Da die Ausgangsrassen jahrzehntelang auf Milch selektioniert wurden, scheint es erklärbar, dass sich gewisse für die Milchleistung günstige Geninteraktionen innerhalb der Gameten gebildet haben. Diese günstigen Genwirkungen werden durch Kreuzungsgenkombinationen gestört, was zu negativen Epistasewirkungen führen kann. Analoge experimentelle Befunde sind von Anderson (1968) bei Drosophila entdeckt worden. Schulte-Coerne (1976) und Clement (1978) haben in ihren Auswertungen über die Einkreuzung von Brown-Swiss in das deutsche Braunvieh sehr hohe Rekombinationsverluste gefunden, die keine biologisch sinnvolle Erklärung erlaubten. Es traten zum Teil enge Korrelationen zwischen den Koeffizienten der Kreuzungsparameter auf, die teilweise durch die ungleiche Grösse der Prüfgruppen erklärt wurde. Auch in der vorliegenden Arbeit wurden die erwähnten Korrelationen berechnet. Die Zusammenhänge zwischen den Koeffizienten der Kreuzungsparameter waren aber viel weniger eng (Tabelle 35) als diejenigen von Schulte-Coerne (1976) berechneten.

Figur 25: Populationsdifferenz (PD), Heterosis (H) und Rekombination (R) für die Milchleistung bei verschiedenen Kreuzungsstufen.



Figur 26: Milchleistungen verschiedener Kreuzungsstufen in der 1. Laktation, geschätzt aus den Kreuzungsparametern.

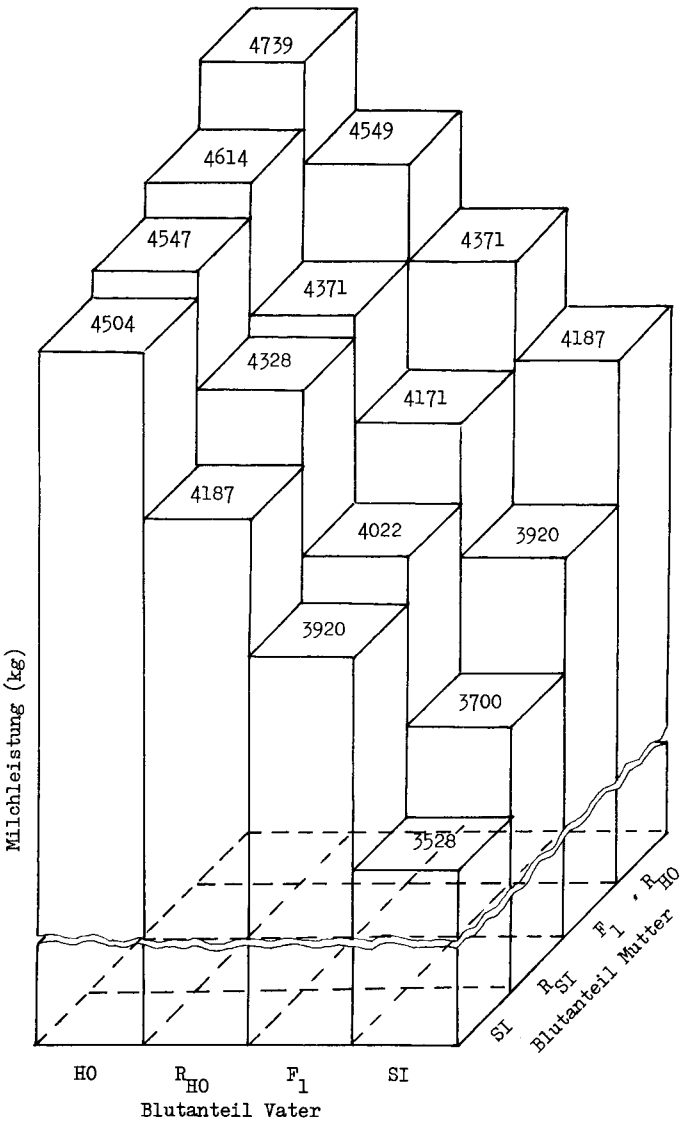


Tabelle 35: Korrelationen zwischen den Koeffizienten der Kreuzungsparameter für die Milchleistung

| | berechnete Werte | theoretische Werte |
|---|---|---|
| $r_{x_1x_2}$ | 0.95 | 0.62 |
| $r_{x_1x_3}$ | 0.34 | 0.42 |
| $r_{x_2x_3}$ | 0.16 | 0.00 |

## 3.5. Melkbarkeit

Ueber die Melkbarkeit wurden keine eigenen Auswertungen durchgeführt. Die Angaben sind aus den Mitteilungen des Schweizerischen Fleckviehzuchtverbandes (1978) entnommen. Es handelt sich um die Ergebnisse aus Reinzucht- und aus Kreuzungsbetrieben.

Tabelle 36: Ergebnisse der Melkbarkeitsprüfungen bei Erstlingskühen

| Rassecode | Anzahl Tiere | DMG kg/Min | % Tiere im Optimum 2.01 - 3.60 | IV % | % Tiere im Optimum 42 - 50 % | NG kg | % Tiere mit 0-100g | 0 g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 70 | 9268 | 2.28 | 71 | 44.4 | 67 | 0.11 | 65 | 35 |
| 72 | 2095 | 2.36 | 72 | 43.6 | 65 | 0.10 | 70 | 40 |
| 73 | 2735 | 2.54 | 77 | 43.5 | 66 | 0.09 | 72 | 43 |
| 74 | 701 | 2.69 | 78 | 44.2 | 68 | 0.07 | 80 | 50 |

Tabelle 36 enthält die Ergebnisse der Melkbarkeitsprüfungen von Erstlingskühen aus dem Prüfjahr 1977/78. Es handelt sich um einfache Mittelwerte.
Mit steigendem Red-Holstein Blutanteil kann eine wesentliche Verbesserung der Milchflussgeschwindigkeit festgestellt werden. Die Unterschiede im Voreuterindex und im Nachgemelk sind gering. Der Prozentsatz der Kühe, die nicht mehr nachgemolken werden müssen, beträgt bei den reinen Simmentalern 35 %, gegenüber 50 % bei den 3/4 Red-Holstein Tieren. Tiere mit Rassecode 72 und 73 nehmen in dieser Beziehung eine Mittelstellung ein.

Tabelle 37: Anteil Erstlingskühe mit zu langsamem und zu raschem Milchfluss

| Rassecode | % Tiere mit zu langsamem DMG (unter 2.0 kg) | % Tiere mit zu raschem DMG (über 3.6 kg) | Extremwerte DMG kg/Min. min. | max. |
|---|---|---|---|---|
| 70 | 28 | 1 | 0.84 | 4.60 |
| 72 | 26 | 2 | 0.85 | 5.41 |
| 73 | 18 | 4 | 0.66 | 5.10 |
| 74 | 14 | 7 | 0.90 | 4.94 |
| | 25 | 2 | 0.66 | 5.41 |

Im Mittel weist noch jede vierte Kuh ein zu geringes durchschnittliches Minutengemelk (DMG) auf.

## 3.6. Eutergesundheit

In Zusammenarbeit mit der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Milchwirtschaft Liebefeld und des Institutes für Tierzucht an der ETH wurde in den Jahren 1973 und 1974 ein Versuch über die Eutergesundheit von Simmentaler- und $F_1$-Kreuzungskühen durchgeführt. Die wichtigsten Resultate von Baumgartner et al. (1976) sind im folgenden kurz zusammengefasst.

Tabelle 38: Umfang des Versuches

| Untersuchungen pro Tier | | 1 | 2 | 3 | 4 | total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Anzahl Tiere | $F_1$ | 21 | 53 | 26 | 24 | 124 |
| | Simmental | 20 | 44 | 34 | 25 | 123 |

Die Proben wurden in total 26 Betrieben erhoben. Es wurde versucht, in jedem Betrieb den Kreuzungskühen in bezug auf Alter und Laktationsstadium entsprechende Simmentaler Kühe gegenüberzustellen. Da noch keine Kreuzungskühe in einer höheren als der dritten Laktation standen, ergab sich schliesslich für die Simmentaler eine durchschnittliche Laktationszahl von 2.7 und bei den $F_1$ - Kühen von 2.3.

Tabelle 39: Prozentuale Aufteilung der Tiere nach der Zellzahl im 4/4-Anfangsgemelk.

| Zellzahl $10^5$/ml | bis 1 | | >1-3 | | >3-5 | | >5-10 | | >10 | | N-Tiere | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Blutanteil | Si | $F_1$ | Si | $F_1$ | Si | $F_1$ | Si | $F_1$ | Si | $F_1$ | Si | $F_1$ |
| 1. Untersuchung | 48 | 30 | 29 | 19 | 8 | 17 | 7 | 15 | 9 | 20 | 91 | 91 |
| 2. Untersuchung | 37 | 19 | 34 | 25 | 12 | 14 | 7 | 16 | 10 | 26 | 95 | 91 |
| 3. Untersuchung | 31 | 11 | 33 | 36 | 8 | 11 | 11 | 26 | 17 | 16 | 52 | 56 |
| 4. und Ergänzungs-Untersuchung | 44 | 28 | 21 | 22 | 10 | 14 | 12 | 12 | 12 | 24 | 72 | 78 |
| Mittelwert | 41 | 23 | 29 | 25 | 9 | 14 | 9 | 17 | 12 | 22 | | |

Eindeutig normale Zellzahlen (unter 100'000 Z/ml) sind bei den Simmentaler-

kühen, wesentlich erhöhte (über 500'000 Z/ml) bei den Kreuzungskühen fast doppelt so häufig festgestellt worden als bei den Vergleichsgruppen.

Tabelle 40: Euter und Viertel mit erhöhten Zellzahlen und bakteriologisch positivem Befund in der Milch.

| Untersuchung | Mai 1973 | | Aug.1973 | | Nov.1973 | | März1974 | | Mittelwert | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Blutanteil | Si | $F_1$ | Si | $F_1$ | Si | $F_1$ | Si | $F_1$ | Si | $F_1$ |
| Kühe mit kranken Vierteln (üb.$3x10^5$ Z/ml) | 24 | 51 | 35 | 58 | 21 | 35 | 31 | 47 | 28 | 48 |
| kranke Viertel | 25 | 89 | 43 | 107 | 38 | 57 | 55 | 79 | 40 | 83 |
| wovon infiziert | 24 | 85 | 36 | 78 | 29 | 36 | 54 | 75 | 36 | 68 |
| - mit Str.agal. | 5 | 14 | 8 | 13 | 6 | 9 | 2 | 3 | 5 | 10 |
| - andern Keimen | - | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - atyp. Streptok. | 7 | 20 | 4 | 20 | 7 | 6 | 13 | 29 | 8 | 19 |
| - Staphylokokken | 9 | 32 | 19 | 29 | 15 | 10 | 27 | 30 | 18 | 25 |
| - Mikrokokken | 3 | 17 | 5 | 16 | 1 | 11 | 12 | 13 | 5 | 14 |
| in Prozent | | | | | | | | | | |
| Kühe mit kr. Vierteln | 26 | 56 | 38 | 63 | 39 | 61 | 42 | 62 | 36 | 60 |
| kranke Viertel | 7 | 24 | 11 | 29 | 17 | 25 | 19 | 25 | 13 | 26 |
| - mit Infektionen | 7 | 23 | 10 | 21 | 13 | 16 | 19 | 24 | 11 | 22 |

Aus Tabelle 40 geht hervor, dass bei den Kreuzungskühen doppelt soviel mit Infektionen verbundene Mastitiden auftreten (22 gegenüber 11 %) als bei den Simmentalern. Zellzahlen von über 300'000/ml sind ungefähr gleich oft mit Infektionen verknüpft, was dafür spricht, dass Zellzahlen über dieser Grenze bei beiden Gruppen gleichermassen als krankhaft betrachtet werden müssen.

Der Autor kommt zum Schluss, dass die Mastitisanfälligkeit in erster Linie von den Betriebsverhältnissen abhängt, aber auch von Milchfluss und Milchleistung beeinflusst wird. Das vermehrte Vorkommen von Euterkrankheiten bei den Kreuzungskühen kann deshalb nicht unbedingt als Rassenmerkmal gewertet werden.

## 3.7. Fruchtbarkeit

### 3.7.1. 60-90 Tage Non-Return Rate von Prüfstieren

Die Non-Return Rate gilt als gebräuchliches Mass zur Charakterisierung der Fruchtbarkeit eines Stieres. In der vorliegenden Untersuchung wurden 235 Non-Return Resultate von Stieren erfasst, die im Gebiet der KB-Station Neuenburg in den Besamungsperioden 1974/75 bis 1976/77 eingesetzt wurden mit einer Mindestzahl von 350 Erstbesamungen pro Saison. Da das Alter der Stiere bei der Samenentnahme für verschiedene Spermawerte eine wesentliche Rolle spielt (Kupferschmied (1975), Parez und Agache (1967), Müller und Szilagyi (1963) ), sind nur die Resultate von Prüfstieren (Kategorie I) und von Wartestieren (Kategorie II) berücksichtigt worden. Unterschiede in der Non-Return Rate der Prüfstiere sind nach Gaunt et al. (1976) in recht grossem Masse erblich bedingt ($h^2$ = 0.21).

Tabelle 41: Verteilung der Stiere nach Non-Return Klassen

| Non-Return Rate 60-90 Tage | Blutanteil | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| % | Simmental | | 1/2 Red Holstein | | 3/4 Red-Holstein | |
| | N | % | N | % | N | % |
| - 60.0 | 4 | 3.3 | - | - | - | - |
| 60.1 - 62.0 | 2 | 1.6 | - | - | - | - |
| 62.1 - 64.0 | 5 | 4.1 | - | - | - | - |
| 64.1 - 66.0 | 8 | 6.5 | 1 | | 2 | 4.1 |
| 66.1 - 68.0 | 17 | 13.8 | 7 | 11.1 | 5 | 10.2 |
| 68.1 - 70.0 | 21 | 17.1 | 11 | 17.5 | 8 | 16.3 |
| 70.1 - 72.0 | 23 | 18.7 | 19 | 30.2 | 16 | 32.7 |
| 72.1 - 74.0 | 27 | 22.0 | 17 | 27.0 | 15 | 30.6 |
| 74.1 - 76.0 | 10 | 8.1 | 6 | 9.5 | 3 | 6.1 |
| 76.1 - 78.0 | 4 | 3.3 | 1 | | - | - |
| 78.1 - 80.0 | 1 | | - | - | - | - |
| 80.1 - 82.0 | 1 | | 1 | | - | - |
| | 123 | | 63 | | 49 | |

Die Besamungen erfolgten mit Tiefgefriersperma. Stiere mit schlechter Samenqualität wurden nicht eingesetzt, dasselbe gilt für unbefriedigende Ejakulate. Reine Red-Holstein Stiere wurden nur über Importsperma eingesetzt, deshalb können sie nicht mit unseren Stieren verglichen werden.

Tabelle 42: Mittelwerte und Standardabweichungen für die Non-Return Rate von 60-90 Tagen

| Blutanteil | Anzahl | Mittelwert (%) $\bar{x}$ | Standardabweichung $s_{\bar{x}}$ |
|---|---|---|---|
| Simmental | 123 | $69.8^{a}$ | 5.16 |
| 1/2 Red-Holstein | 63 | $71.4^{b}$ | 2.80 |
| 3/4 Red-Holstein | 49 | $70.9^{ab}$ | 2.37 |

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant voneinander verschieden ($p \leq 0.05$).

Die einfachen Mittelwerte sind mit t-Tests verglichen worden (Tabelle 42). Jahreseinfluss und Einfluss der Kategorie der Stiere erwiesen sich als nicht gesichert, sodass mit den einfachen Mittelwerten gerechnet werden konnte. Wie aus Tabelle 41 und 42 hervorgeht, besteht innerhalb der reinen Simmentaler eine grössere Streuung in der Non-Return Rate als bei den Kreuzungsstieren. Die Mittelwerte der verschiedenen Blutanteile lassen auf den Einfluss von Heterosis schliessen. Bei einem einfachen Mittelwertsvergleich erhält man für die Heterosis $\Delta H$ 1.3 % bei einer Populationsdifferenz von $\Delta P$ = 0.6 % zu Gunsten der reinen Red-Holstein Stiere. Kupferschmied (1975) hat die Spermawerte von Simmentaler Stieren und Kreuzungsstieren bei einem Alter der Stiere von 22- 24 Monaten bei der Samenentnahme verglichen. Für das Volumen des Ejakulates und die Spermienzahl liegen die 3/4 Stiere gesichert unter den Werten der reinen Simmentaler und der $F_1$-Stiere, während sie sich bei der Spermienkonzentration nur von den reinen Simmentalern signifikant unterscheiden. Da die Differenzen nicht in allen Altersabschnitten gleichartig sind, lassen sich verschiedene Entwicklungstendenzen vermuten, die wahrscheinlich zurückzuführen sind auf die unterschiedliche Frühreife von reinen und gekreuzten Stieren. Dass die $F_1$-Stiere eine bessere Non-Return Rate aufweisen als die reinen Simmentaler bei ca. gleichen Spermawerten, weist auf eine bessere Befruchtungsfähigkeit der Spermien von $F_1$-Stieren hin. Dieser Umstand kann ebenfalls mit dem Vorhandensein von Heterosis erklärt werden.

Man muss sich im Klaren sein, dass es sich hier nur um eine grobe Schätzung der Non-Return Rate handeln kann, sei es durch die kleine Tierzahl bedingt, oder da verschiedene wichtige Einflüsse nicht berücksichtigt werden konnten. Dennoch kann angenommen werden, dass die Fruchtbarkeit der Stiere durch die

Einkreuzung keine Verschlechterung erfährt.

### 3.7.2. Serviceperiode

Die Serviceperiode ist die Zeit zwischen Abkalbung und erfolgreicher Wiederbelegung (Figur 27). Sie gilt als gutes Kriterium für die Fruchtbarkeit beim weiblichen Tier. Ueber Töchtergruppen bzw. angepaarten Kühen eines Stieres können Rückschlüsse auf dessen Vererbung in diesem Merkmal gezogen werden. Anhand der Besamungsscheine von 1977 konnte die Serviceperiode von 21'285 Kühen berechnet werden. Diese Tiere waren alle von Prüfstieren trächtig. Zusammenhänge zwischen Serviceperiode und den Abkalbeeigenschaften der folgenden Abkalbung konnten an diesem Material ebenfalls berechnet werden.

Figur 27: Begriffe im Zusammenhang mit der Fruchtbarkeit

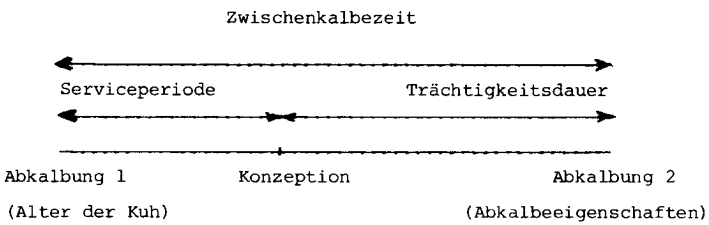



Tabelle 43: Anzahl Besamungen für eine erfolgreiche Trächtigkeit für verschiedene Kreuzungsstufen (Kühe).

| Anzahl Besamungen | Si N | Si % | RC 72 N | RC 72 % | RC 73 N | RC 73 % | RC 74 N | RC 74 % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 13278 | 68.8 | 107 | 72.3 | 1279 | 72.9 | 55 | 72.4 |
| 2 | 3862 | 20.0 | 27 | 18.2 | 325 | 18.5 | 12 | 15.8 |
| 3 | 1223 | 6.3 | 8 | 5.4 | 80 | 4.6 | 4 | 5.3 |
| 4 | 648 | 3.4 | 4 | 2.7 | 43 | 2.5 | 1 | |
| 5 | 190 | 1.0 | 1 | | 20 | 1.1 | 2 | |
| 6 | 67 | 0.4 | 1 | | 4 | | 1 | |
| 7 | 26 | 0.1 | | | 2 | | | |
| 8 ff. | 12 | | | | 2 | | 1 | |
| Ø Bes. pro Trächtigkeit | 1.50 | | 1.43 | | 1.42 | | 1.57 | |

Tabelle 44: Anzahl Besamungen für eine erfolgreiche Trächtigkeit für verschiedene Blutanteile Red-Holstein (Rinder).

| Anzahl Besamungen | Si | | RC 72 | | RC 73 | | RC 74 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | % | N | % | N | % | N | % |
| 1 | 7231 | 73.8 | 502 | 81.4 | 1299 | 76.1 | 93 | 83.0 |
| 2 | 1863 | 19.0 | 84 | 13.6 | 297 | 17.4 | 10 | 8.9 |
| 3 | 513 | 5.2 | 23 | 3.7 | 60 | 3.5 | 5 | 4.5 |
| 4 | 135 | 1.4 | 5 | 0.8 | 31 | 1.8 | 3 | 2.7 |
| 5 | 44 | 0.5 | 2 | | 12 | 0.7 | - | - |
| 6 | 14 | 0.1 | 1 | | 6 | 0.4 | - | - |
| 7 | - | - | - | - | 1 | | 1 | |
| Ø Besamungen pro Trächtigk. | 1.36 | | 1.26 | | 1.35 | | 1.31 | |

Von den Kreuzungskühen werden nach der ersten Besamung prozentual mehr Kühe trächtig als bei den reinen Simmentalern (Tabelle 43). Die Non-Return Rate liegt bei den Kreuzungen 3.5 - 4 % höher (= Tiere, die nach dem 1. Besamen aufnehmen). Da die Gewissheit besteht, dass alle diese auch wirklich gekalbt haben, fällt in diesem Fall die Non-Return Rate mit der Konzeptionsrate nach der 1. Besamung zusammen. Dass die reinen Simmentaler durchschnittlich mehr Besamungen pro Trächtigkeit aufweisen, könnte auf folgende Ursachen zurückzuführen sein:

- Kühe mit Rassecode 70 werden prozentual mehr mit reinen Simmentaler Stieren belegt als Kreuzungskühe. Die reinen Stiere haben aber eine schlechtere Non-Return Rate als die Kreuzungstiere.
- Wie bei den Kreuzungstieren kann auch bei den Kreuzungskühen eine bessere Fruchtbarkeit, verursacht durch den Kreuzungseffekt (Heterosis), vorliegen.
- Die Simmentaler Kühe sind im Durchschnitt viel älter als die Kreuzungskühe.

Bei den Rindern (Tabelle 44) des Jahrganges 1977 besteht kein Unterschied in der Anzahl Besamungen pro Trächtigkeit zwischen reinen Simmentalern und Kreuzungstieren mit Rassecode 73. Allerdings liegen auch hier die Non-Return Raten

bei den Kreuzungstieren bedeutend besser. Die Zahlen für Tiere mit Rassecode 72 und 74 sind auf Grund der kleinen Tierzahlen wenig repräsentativ, das gleiche gilt auch für die Kühe (Tabelle 43).

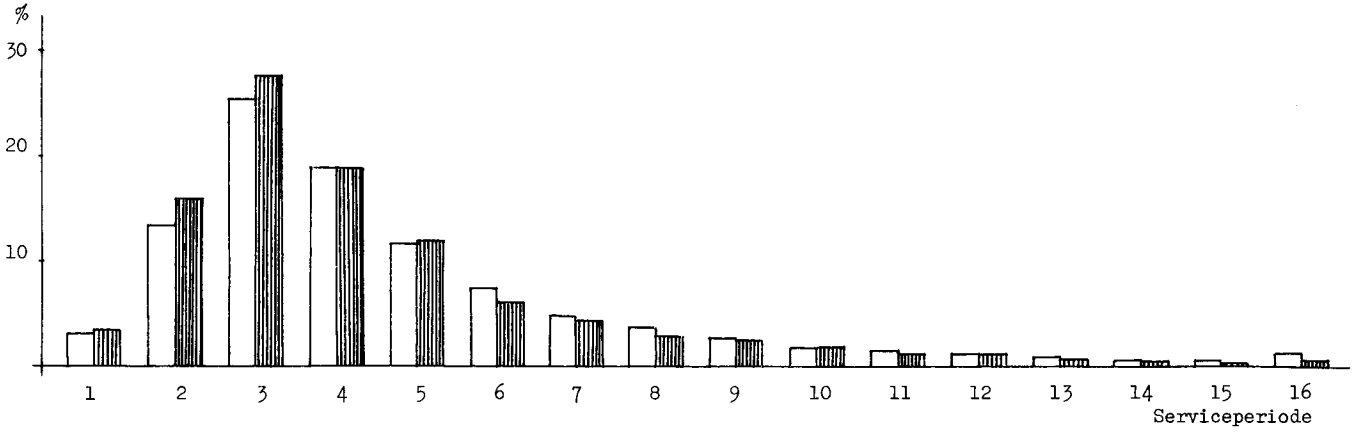
Tabelle 45: Blutanteil der Kühe und durchschnittliche Serviceperiode in Tagen

| Rassecode | Anzahl | Ø Serviceperiode |
|---|---|---|
| 70 (Simmental) | 19306 | 94.4 |
| 72 (1/4 RH) | 148 | 90.9 |
| 73 (1/2 RH) | 1755 | 89.0 |
| 74 (3/4 RH) | 76 | 94.5 |

Die Anzahl Besamungen pro Trächtigkeit, sowie die mittlere Serviceperiode (Tab. 45) liegen im vorliegenden Material sehr tief. Doch muss beachtet werden, dass die Tiere von Prüfstieren trächtig sind, d.h. von Stieren mit guter Befruchtungsfähigkeit. Anderseits ist bekannt, dass nicht die besten Kühe mit Prüfstieren besamt werden. Schlechtere Kühe werden in der Regel früher besamt und nehmen auch auf. Nach Chavaz (1979) beträgt die Anzahl Besamungen pro Trächtigkeit für Kühe und Rinder zusammen durchschnittlich 1.56 (Zahlen 1974, Besamungen beim Simmentaler Fleckvieh im Gebiet der KB-Station Neuenburg). Nach McDowel et al. (1974) sind für reinrassige Kühe verschiedener Milchviehrassen 1.83 Besamungen pro Trächtigkeit notwendig, für Zweirassenkreuzungen 1.85 und für Dreirassenkreuzungen 1.84. Spalding et al. (1975) finden eine massive negative Wirkung der Milchleistung auf die Fruchtbarkeit (Konzeptionsrate) und eine sinkende Non-Return Rate mit steigender Betriebsgrösse. Baptist und Graver (1973) berechneten an schwarzbunten Rindern 1.29 Besamungen pro Trächtigkeit und eine Non-Return Rate von 79 %. Die Werte stimmen recht gut mit denjenigen der Kreuzungstiere in Tabelle 44 überein.

Eine genauere Untersuchung der Serviceperiode erfolgte anhand der Daten der reinen Simmentaler- und der 50 % Red-Holstein Kühe mit dem nachfolgenden Modell. Figur 28 zeigt die Verteilung der Kühe auf die verschiedenen Serviceperiodenabschnitte. Tiere mit einer Serviceperiode unter 30 Tagen sind nicht in die Auswertung einbezogen worden.

Figur 28: Verteilung der Tiere nach verschieden langer Serviceperiode




1 : 30 - 44 Tage
2 : 45 - 59
3 : 60 - 74
4 : 75 - 89
5 : 90 -104
6 : 105 -119
7 : 120 -134
8 : 135 -149
9 : 150 - 164 Tage
10 : 165 - 179
11 : 180 - 194
12 : 195 - 209
13 : 210 - 224
14 : 225 - 239
15 : 240 - 254
16 : 255 - 300

Simmentaler (19306 Kühe)

$F_1$-Kühe ( 1755 Kühe)

Modell 12

$$y_{ijklm} = \mu + ST_i + BM_j + BA_k + AK_{kl} + e_{ijklm}$$

$y_{ijklm}$ = Beobachtungswert (Serviceperiode)

$ST_i$ = zufälliger Effekt des i-ten Besamungsstieres mit Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma_s^2$

$BM_j$ = fixer Effekt des j-ten Besamungsmonats

$BA_k$ = fixer Effekt des k-ten Blutanteils der Kuh

$AK_{kl}$ = fixer Alterseffekt innerhalb Blutanteil Kuh

$e_{ijklm}$ = Zufallsfehler mit Erwartungswert 0 und der Varianz $\sigma_e^2$

Ergebnisse

Der Unterschied in der Länge der Serviceperiode zwischen Simmentaler Kühen und Kreuzungskühen beträgt 1.2 Tage. Dieser Unterschied ist aber nicht gesichert, d.h. beide Gruppen können hinsichtlich Fruchtbarkeit gleichgestellt werden. Signifikante Unterschiede lieferten das Alter sowohl innerhalb der Simmentaler wie auch der Kreuzungskühe. Das Alter bezieht sich auf die der Serviceperiode vorangegangene Abkalbung (Abkalbung 1 aus Figur 27). Bei beiden Gruppen wirkt sich ein erstes Abkalben mit 25 - 28 Monaten und ein zweites Abkalben mit 37 - 40 Monaten günstig auf die nachfolgende Serviceperiode aus. Längere Serviceperioden weisen vor allem ältere Simmentaler Kühe über 5.5 Jahre auf, aber auch Kreuzungskühe mit einem Kalbealter von 29 - 36 Monaten. Der Besamungsmonat hat ebenfalls einen recht grossen Einfluss auf die Serviceperiode, doch dürfte hier das Verhalten des Landwirts eine bedeutende Rolle spielen, indem er die Tiere möglichst so belegt, dass er Sommerabkalbungen vermeiden kann.

Die Kühe waren trächtig von 102 Prüfstieren, also durchschnittlich 206 trächtige Kühe pro Stier (Schwankungsbreite 31 - 456). Die $h^2$-Berechnung für die Serviceperiode auf Grund der Halbgeschwisterkorrelation ergab 5 %. Trotz der kleinen Erblichkeit kommt doch die Bedeutung des Besamungsstieres auf die Serviceperiode zur Geltung, umsomehr, wenn man bedenkt, dass gelegentlich nach erfolglosen Besamungen der Stier gewechselt wird.

Tabelle 46: Gesamtdurchschnitt $\mu$, Least-Square-Konstanten $\hat{c}$ und Standardfehler $s_{\mu+\hat{c}}$ für die verschiedenen Einflüsse auf die Serviceperiode

| | | Anzahl Tiere | Serviceperiode $\hat{c}$ | $s_{\mu+\hat{c}}$ |
|---|---|---|---|---|
| $\mu$ | | 21061 | 95.8 | 1.5 |
| Einflüsse von: | | | | |
| Besamungsmonat | 1 | 1726 | -13.8 | 2.0 |
| | 2 | 3115 | -15.6 | 1.8 |
| | 3 | 3296 | -11.3 | 1.8 |
| | 4 | 2786 | - 4.1 | 1.9 |
| | 5 | 2974 | 0.7 | 1.9 |
| | 6 | 2200 | 6.1 | 2.0 |
| | 7 | 1383 | - 2.1 | 2.3 |
| | 8 | 1120 | 4.7 | 2.3 |
| | 9 | 868 | 9.8 | 2.4 |
| | 10 | 623 | 14.7 | 2.6 |
| | 11 | 307 | 9.2 | 3.1 |
| | 12 | 663 | 1.8 | 2.4 |
| Blutanteil Kuh | RC 70 | 19306 | - 0.6 | 1.5 |
| | RC 73 | 1755 | 0.6 | 1.9 |
| Alter RC 70 | - 24 Mt. | 94 | - 3.0 | 4.9 |
| | 25 - 28 | 836 | - 9.5 | 2.1 |
| | 29 - 32 | 1555 | 0.1 | 1.8 |
| | 33 - 36 | 2070 | 6.8 | 1.7 |
| | 37 - 40 | 1113 | - 3.7 | 1.9 |
| | 41 - 53 | 3986 | 0.7 | 1.6 |
| | 54 - 66 | 2876 | 2.2 | 1.6 |
| | 66 - | 6776 | 6.3 | 1.5 |
| Alter RC 73 | - 24 Mt. | 216 | 2.0 | 3.4 |
| | 25 - 28 | 632 | - 1.3 | 2.3 |
| | 29 - 32 | 221 | 10.1 | 3.4 |
| | 33 - 36 | 291 | 8.3 | 3.0 |
| | 37 - 40 | 288 | -12.6 | 3.0 |
| | 41 - 53 | 107 | - 6.4 | 4.6 |

Tabelle 47: Varianzanalyse zu Tabelle 46 (Serviceperiode)

| Ursache | FG | DQ | F-Test |
|---|---|---|---|
| Stier | 101 | 7297 | 3.52*** |
| Besamungsmonat | 11 | 87098 | 42.00*** |
| Blutanteil | 1 | 1532 | 0.74 n.s. |
| Alter/RC 70 | 7 | 45608 | 21.99*** |
| Alter/RC 73 | 5 | 18555 | 8.95*** |
| Rest | 20935 | 2073 | |

Zwischen Serviceperiode und den nachfolgenden Abkalbeeigenschaften (Abkalbung 2 nach Figur 27) konnten nur geringe Zusammenhänge gefunden werden. Eine Ausnahme bildete die genetische Korrelation zwischen Serviceperiode und Totgeburten. Sie betrug 0.36 ± 0.22.

## 3.8. Mastleistung

### 3.8.1. Kälbermast

In der Phase 1 des Einkreuzungsversuches wurden Kälbermastversuche mit männlichen Tieren durchgeführt. Sie basieren durchwegs auf kleinen Tierzahlen, sodass ihre Aussagekraft beschränkt ist. In Tabelle 48 sind die Ergebnisse eines Mastversuches mit reinen Simmentaler - und $F_1$-Kälbern (Crettenand und Meyer, 1972), in Tabelle 49 diejenigen von 3/4 Red-Holstein Kälbern und reinen Simmentalern zusammengestellt (Meyer, 1972).

Tabelle 48: Kälbermastversuch mit Simmentaler- und $F_1$-Tieren

| | $F_1$ (Si x RH) | Simmental |
|---|---|---|
| Anzahl Tiere | 10 | 10 |
| Mastdauer in Tagen | 80 | 80 |
| Ø Geburtsgewicht in kg | 45.1 | 48.3 |
| Ø Gewicht bei Mastbeginn | 51.9 | 51.3 |
| Ø Gewicht bei Mastende | 148.4 | 154.1 |
| Zuwachs, g/Tag | 1206 | 1285 |
| Ausbeute (warm) % | 59.6 | 60.1 |

Tabelle 49: Kälbermastversuch mit Simmentaler- und 3/4 Red-Holstein Tieren

| | 3/4 Red-Holstein | Simmental |
|---|---|---|
| Anzahl Tiere | 21 | 17 |
| Anfangsgewicht | 51.0 | 57.2 |
| Endgewicht | 192.4 | 203.0 |
| Tageszuwachs g | 1342 | 1384 |
| Milchersatzpulver/kg Zuwachs | 1.47 | 1.41 |
| Subjektive Schlachtkörperbeurteilung (max. 50 Punkte) | 45.3 | 47.2 |

In beiden Versuchen erreichen die reinen Simmentaler einen höheren Tageszuwachs. Die festgestellten Differenzen sind statistisch nicht gesichert. Die täglichen Zunahmen können für alle Gruppen als gut bezeichnet werden. Die schlechtere subjektive Beurteilung der Schlachtkörper von Kreuzungstieren (Tabelle 49) ist hauptsächlich auf die schwächere Bemuskelung der Hintervierteil zurückzuführen.

### 3.8.2. Grossviehmast

Für die Grossviehmast stehen einerseits Daten von gezielten Mastversuchen zur Verfügung, anderseits können die im Zusammenhang mit der Mast- und Fleischleistungsprüfung von KB-Stieren anfallenden Daten verwendet werden.
1971 wurde auf dem Staatsbetrieb Bellechasse ein Ochsenmastversuch durchgeführt (Crettenand und Meyer, 1972). Die Ergebnisse dieses Versuches sind aus Tabelle 50 ersichtlich.

Tabelle 50: Mastversuch mit Simmentaler- und $F_1$-Ochsen

| | $F_1$ (Si x RH) | Simmentaler |
|---|---|---|
| Anzahl Tiere | 27 | 11 |
| Lebendgewicht kg | 557.0 | 558.2 |
| Schlachtgewicht kg | 286.7 | 281.6 |
| Nettozuwachs g/Tag | 528.5 | 503.5 |
| Ausbeute % | 51.5 | 50.4 |
| Vorderviertel % | 47.0 | 48.2 |
| Wertvolle Fleischstücke % | 28.5 | 28.1 |
| Knochenanteil % | 17.4 | 18.1 |
| Fettabfälle % | 7.1 | 5.6 |
| Subjektive Beurteilung (geschlachtet) | 48.4 | 48.3 |

In einigen spezialisierten Mastbetrieben der Westschweiz wurde 1975 ein ähnlicher Versuch mit Montbéliard-, Simmentaler- und $F_1$-Ochsen (Red-Holstein x Simmental) durchgeführt (Bovet, 1976). Die Ergebnisse sind in Tabelle 51 zusammengestellt für die Gruppen, die im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit von Bedeutung sind.

Tabelle 51: Ochsenmastversuch mit $F_1$ - und Simmentaler-Tieren

| | $F_1$ (Si x RH) | Simmentaler |
|---|---|---|
| Anzahl Tiere | 12 | 14 |
| Ankaufgewicht kg | 56 | 58 |
| Absetzgewicht | 140 | 127 |
| Mastdauer ohne Aufzucht Tage | 357 | 363 |
| Mastendgewicht kg | 513 | 491 |
| Schlachtgewicht kg | 271.9 | 260.2 |
| Ausbeute % | 53 | 53 |
| Zuwachs kg | 373 | 364 |
| Zuwachs g/Tag | 1045 | 1003 |
| Zuwachs g/Tag (inkl. Aufzucht) | 1000 | 935 |

Aus den Tabellen 50 und 51 geht hervor, dass die $F_1$-Ochsen sowohl im Nettozuwachs wie auch im Zuwachs während des Mastabschnittes den reinen Simmentalern überlegen sind. In der subjektiven Schlachtkörperbeurteilung können nur minime Unterschiede gefunden werden. Im Rahmen der Mastleistungsprüfungen 1974/75 werden an einem weit grösseren Material (1297 Si und 275 $F_1$-Ochsen) die Schlachtkörper von $F_1$-Tieren mit 48 Punkten und diejenigen von reinen Simmentalern mit 49.1 Punkten taxiert. In der Nettozunahme besteht ebenfalls eine Differenz von 16 g zu Gunsten der $F_1$. Es scheint, dass in der ersten Kreuzungsgeneration ein wesentlicher Anteil an Heterosis auftritt. Einer Zusammenstellung von Schwab (1978) ist zu entnehmen, dass in höheren Kreuzungsgenerationen eine wesentlich schlechtere Mastleistung beobachtet wird, und dass der Schlachtkörper deutlich schlechter beurteilt wird (Tabelle 52).

Tabelle 52: Resultate der Mastleistungsprüfungen 1974/75. Nettozunahmen und GSF-Punkte für Muni.

| Blutanteil | Anzahl Tiere | Nettozunahme g/Tag | Punkte |
|---|---|---|---|
| Simmentaler | 1420 | 660 | 48.9 |
| 1/4 und 3/8 Red-Holstein | 92 | 643 | 48.8 |
| 1/2 Red-Holstein | 311 | 672 | 48.4 |
| 3/4 Red-Holstein | 40 | 623 | 46.0 |
| 7/8 Red-Holstein | 21 | 574 | 45.6 |

Auf Grund der vier eindeutig bestimmten Blutanteile aus Tabelle 52 können mittels eines linearen Gleichungssystems mit drei Gleichungen und drei Unbekannten die Kreuzungsparameter geschätzt werden. Die einzelnen Gleichungen für die drei Kreuzungsstufen bestimmen die Anteile an den Kreuzungseffekten relativ zu den reinen Simmentalern als Basis.

Gleichungssystem: Nettozunahmen

$$\left.\begin{array}{rl} F_1: & 1/2\ PD + 1\ H = 12 \\ 3/4\ RH: & 3/4\ PD + 1/2\ H + 1/4\ R = -37 \\ 7/8\ RH: & 7/8\ PD + 1/4\ H + 3/16\ R = -86 \end{array}\right| \quad (1)$$

Gleichungssystem: Punktzahl

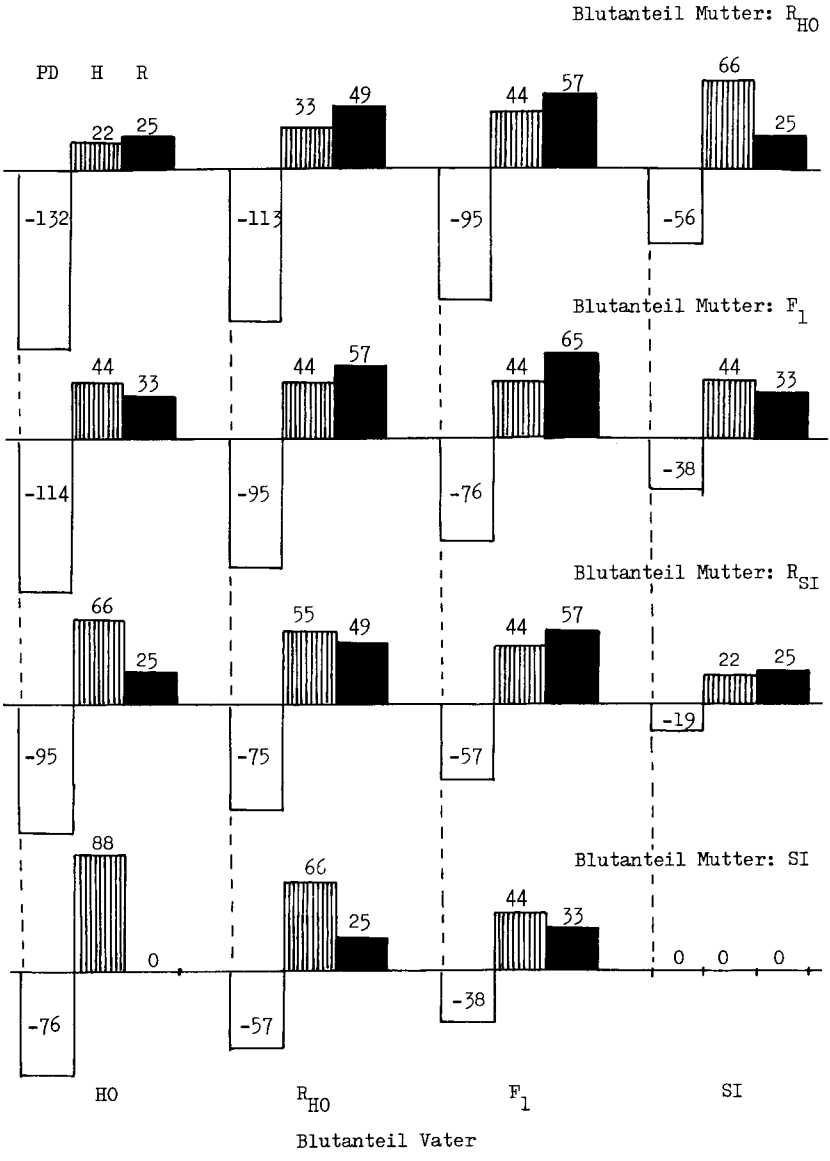
$$\left.\begin{array}{rl} F_1: & 1/2\ PD + 1\ H = -0.5 \\ 3/4\ RH: & 3/4\ PD + 1/2\ H + 1/4\ R = -2.9 \\ 7/8\ RH: & 7/8\ PD + 1/4\ H + 3/16\ R = -3.3 \end{array}\right| \quad (2)$$

Durch das Auflösen der Gleichungssysteme (1) und (2) ergeben sich folgende Werte für die Kreuzungsparameter:

| | Nettozunahmen (g) | Beurteilungspunkte |
|---|---|---|
| individuelle Populationsdifferenz | -151 | -3.17 |
| individuelle Heterosis | 88 | 1.08 |
| individuelle Rekombination | 131 | -4.27 |

Auf Grund der kleinen Tierzahlen in den höheren Kreuzungsstufen und dem relativ geringen Anteil an Rekombination, können die Schätzungen mit wesentlichen Fehlern behaftet sein. In Figur 29 sind die Anteile der Kreuzungseffekte auf die Nettozunahmen aufgezeichnet. Aus der Figur geht hervor, dass die hohe positive Heterosis und Rekombination die guten Nettozunahmen der 1. und 2. Kreuzungsgeneration bewirken, dass sich aber mit höherem Genanteil Red-Holstein die massive negative Populationsdifferenz stark auswirkt. Bei der Schlachtkörperbewertung wird eine grosse negative Rekombination gefunden, was bedeutet, dass bereits in der 2. Kreuzungsgeneration die Schlachtkörper viel schlechter beurteilt werden.

Figur 29: Populationsdifferenz (PD), Heterosis (H) und Rekombination (R) für Nettozuwachs bei verschiedenen Kreuzungsstufen.



## 4. Oekonomische Bewertung

Um die Wirtschaftlichkeit abzuschätzen, wurden hypothetische Herden verschiedener Kreuzungsgenerationen gebildet. So wird es möglich, unterschiedliche Herdenstrukturen und die daraus entstehenden finanziellen Folgen zu berücksichtigen. Die eingesetzten Werte stützen sich so weit als möglich auf eigene Untersuchungen. Annahmen mussten bezüglich Langlebigkeit und Fruchtbarkeit getroffen werden. Aufrechnungsfaktoren zur Bestimmung der Leistungen in höheren Laktationen konnten nur bei reinen Simmentaler- und $F_1$-Kühen berechnet werden. Sie wurden für die anderen Kreuzungsstufen gemäss Tabelle 54 übernommen. Wirtschaftliche Grössen sind der Arbeit von Künzi (1979) entnommen, mit dessen Computerprogramm auch die Berechnungen durchgeführt wurden. Grundlage des Modells ist ein Betrieb mit 100 Stallplätzen. Abgehende Kühe belegen nach dem Kalben noch vier Monate den Stallplatz und werden durch erstlaktierende ersetzt. In den Tabellen 53 und 54 sind die charakteristischen Daten für die verschiedenen Kreuzungsstufen zusammengestellt.

Tabelle 53: Annahmen betreffend Remontierungsrate, Ueberlebensrate und maximale Anzahl Laktationen pro Kuh.

| Mass | Blutanteil | |
|---|---|---|
| | Simmentaler<br>1/4 Red-Holstein (Six$F_1$)<br>3/8 Red-Holstein (Si x 3/4 RH)<br>1/2 Red-Holstein ($F_1$) | 1/2 Red-Holstein ($F_2$)<br>5/8 Red-Holstein ($F_1$x3/4 RH)<br>3/4 Red-Holstein ($F_1$ x RH)<br>7/8 Red-Holstein (3/4 RHxRH) |
| Remontierungsrate weiblicher Kälber | 53 % | 53 % |
| Ueberlebensrate von Laktation zu Laktation 1-5 | 0.85 | 0.8 |
| 5-12(10) | 0.8 | 0.75 |
| maximale Anzahl Laktationen | 12 | 10 |

Tabelle 54: Charakteristische Daten für verschiedene Kreuzungstiere

| | Blutanteil | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Si | 1/4 RH | 3/8 RH | $F_1$ | $F_2$ | 5/8 RH | 3/4 RH | 7/8 RH |
| Zwischenkalbezeit (Jahre) | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.08 |
| Erstkalbealter (Jahre) | 2.7 | 2.4 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 |
| Aufzuchtkosten (Fr.) | 3650 | 3380 | 3290 | 3290 | 3290 | 3290 | 3290 | 3290 |
| Kälberpreis (Fr.) | 430 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 |
| Erlös abgehende Kühe (Fr.) | 2250 | 2250 | 2000 | 2000 | 1900 | 1900 | 1800 | 1800 |
| Milchleistung | | | | | | | | |
| 1. Laktation (kg) | 3603 | 3900 | 4046* | 4290 | 4034* | 4201* | 4435 | 4554* |
| Aufrechnungsfaktoren | | | | | | | | |
| 2. Laktation | 1.25 | | | 1.19 | | | | |
| 3. Laktation | 1.36 | | | 1.28 | | | | |
| 4. Laktation | 1.40 | → | → | 1.32 | → | → | → | → |
| 5. Laktation | 1.40 | | | 1.32 | | | | |
| 6. ff. Lakt. | 1.35 | | | 1.3 | | | | |

* auf Grund der Kreuzungsparameter berechnet

Beim Schätzen der Milchleistungen von $F_2$- und 5/8 Kühen mit Hilfe der Kreuzungsparameter wirken sich die Rekombinationsverluste stark aus. Zusammen mit dem geringeren Heterosisanteil wird deshalb eine tiefere Leistung erwartet als bei den $F_1$ Kühen.
Unter den getroffenen Annahmen resultiert der in Tabelle 55 beschriebene Altersaufbau für die beiden Herdengruppen. Die Formeln für die Berechnung sind bei Künzi und Weber (1977) gegeben.

Tabelle 55: Altersaufbau der Herden

| | | Blutanteil | |
|---|---|---|---|
| | | Gruppe 1 | Gruppe 2 |
| | | Simmentaler | 1/2 Red-Holstein ($F_2$) |
| | | 1/4 Red-Holstein | 5/8 Red-Holstein |
| | | 3/8 Red-Holstein | 3/4 Red-Holstein |
| | Laktation | 1/2 Red-Holstein ($F_1$) | 7/8 Red-Holstein |
| Durchschnittliche | 1 | 30.00 (9.25)* | 30.00 (3.79)* |
| Anzahl Kühe, die | 2 | 16.25 | 20.21 |
| in die n-te Lakt. | 3 | 13.81 | 16.17 |
| eintreten | 4 | 11.74 | 12.93 |
| | 5 | 9.98 | 10.35 |
| | 6 | 7.98 | 7.76 |
| | 7 | 6.39 | 5.82 |
| | 8 | 5.11 | 4.37 |
| | 9 | 4.09 | 3.27 |
| | 10 | 3.27 | 2.46 |
| | 11 | 2.62 | - |
| | 12 | 2.09 | - |
| Anzahl Kühe, die die Herde durchlaufen | | 113.3 | 113.3 |
| Anzahl verkäufliche Kälber (10% Verlust) | | 75 | 75 |

* Zahl der Kühe, die aufgrund geringer Milchleistung in der 1. Laktation selektioniert werden können.

In den Herden beider Gruppen kalben jährlich im Durchschnitt 113.3 Kühe. 30 weibliche Kälber werden für die Remontierung gebraucht, sodass bei 10% Kälberverlusten noch 75 Kälber verkauft werden können. In den Herden der Gruppe 2 können in der ersten Laktation 5.5 Tiere weniger künstlich selektioniert werden als in den Herden der Gruppe 1, bedingt durch den schnelleren Herdenumtrieb. Die gesamte Milchmenge, die in den einzelnen Herden produziert wird, ist in Tabelle 56 aufgeführt.

Tabelle 56: Milchertrag der Herden pro Jahr

| Gruppe | Blutanteil | Milchertrag (kg) |
|---|---|---|
| 1 | Simmentaler | 490'499 |
| | 1/4 Red-Holstein | 528'086 |
| | 3/8 Red-Holstein | 546'472 |
| | 1/2 Red-Holstein ($F_1$) | 555'819 |
| 2 | 1/2 Red-Holstein ($F_2$) | 508'474 |
| | 5/8 Red-Holstein | 528'251 |
| | 3/4 Red-Holstein | 555'962 |
| | 7/8 Red-Holstein | 570'055 |

In den Herden der Gruppe 2 wird eine niedrigere Nutzungsdauer unterstellt. Aufgrund der grösseren Anzahl junger Kühe ist z.B. die Herdenleistung der 3/4 Red-Holstein Kühe trotz der höheren Laktationsleistungen gleich hoch wie bei der Herde mit $F_1$ Kühen.

Bei der wirtschaftlichen Bewertung werden die Kreuzungstiere dem reinen Simmentaler Fleckvieh gegenübergestellt und die Nutzendifferenzen berechnet (Tabelle 57). Für den Mehrertrag an Milch bei den Kreuzungstieren wird in Anlehnung an Lüthi (1977) ein Grenzgewinn von Fr. -.43/kg angenommen.

Wie aus Tabelle 57 hervorgeht, schneiden die Kreuzungstiere aufgrund der höheren Milchleistungen und der niedrigeren Aufzuchtkosten wirtschaftlich vorteilhafter ab. Zwischen den einzelnen Kreuzungsgenerationen bestehen aber recht grosse Unterschiede, die auch wesentlich von den getroffenen Annahmen und eingesetzten Schätzwerten abhängig sind. Diesem Gesichtspunkt muss bei der Interpretation der vorliegenden Ergebnisse Rechnung getragen werden.

Tabelle 57: Oekonomischer Vergleich zwischen Kreuzungstieren und Reinzuchttieren

(Betriebe mit 100 Stallplätzen, Betrachtungsperiode:1 Jahr)

| | ..... Kreuzung - Simmental | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1/4 RH | 3/8 RH | $F_1$ | $F_2$ | 5/8 RH | 3/4 RH | 7/8 RH |
| Milch | +16'162 Fr. | +24'068 Fr. | +28'088 Fr. | +7'729 Fr. | +16'233 Fr. | +28'149 Fr. | +34'209 Fr. |
| abgehende Kühe (30) | - | -7'500 | -7'500 | -10'500 | -10'500 | -13'500 | -13'500 |
| Verkauf Kälber (75) | -4'125 | -4'125 | -4'125 | -4'125 | -4'125 | -4'125 | -4'125 |
| | +12'037 | +12'443 | +16'463 | -6'896 | +1'608 | +10'524 | +16'584 |
| Aufzuchkosten (30 R.) | -8'100 | -10'800 | -10'800 | -10'800 | -10'800 | -10'800 | -10'800 |
| Nutzendifferenz | +20'137 | +23'243 | +27'263 | +3'904 | +12'408 | +21'324 | +27'384 |
| Nutzendifferenz pro Kuh | +201 Fr. | +232 Fr. | +273 Fr. | + 39 Fr. | +124 Fr. | +213 Fr. | +274 Fr. |

## 5. Zusammenfassung

Seit 1967 wird in der Schweiz Sperma von Red-Holstein Stieren beim Simmentaler Fleckvieh eingesetzt. Nach einer ersten Versuchsphase bei beschränktem Einsatz wurde die Einkreuzung seit 1972 stark ausgeweitet. Gesamthaft sind bis 1978 169'656 Erstbesamungen mit Red-Holsteintieren und 432'390 Erstbesamungen mit Kreuzungstieren gemacht worden. An den anfallenden Kreuzungstieren und an reinrassigen Vergleichstieren sind die verschiedensten Auswertungen vorgenommen worden.

1. Auf Trächtigkeitsdauer und Geburtsgewicht konnte ein hoch signifikanter Einfluss des Blutanteils gefunden werden. Mit steigendem Red-Holstein Genanteil nehmen die Trächtigkeitsdauer und das Geburtsgewicht des Kalbes ab. Die Kreuzungsparameter für die Trächtigkeit lauten -6.3 Tage für die individuelle Rassedifferenz, -3.6 Tage für die ind. Rekombination und 0.9 Tage für die maternale Heterosis. Individuelle Heterosis und maternale Rassedifferenz sind unbedeutend und nicht gesichert. Für das Geburtsgewicht wurde eine individuelle Populationsdifferenz von -4.4 kg und eine individuelle Heterosis von 1.3 kg geschätzt. Rekombination und maternale Effekte sind nicht signifikant. Bei der Schwergeburtenrate spielt der Blutanteil des Besamungsstieres eine bedeutende Rolle. Reine Red-Holstein Stiere verursachen 3 % weniger Schwergeburten als reine Simmentaler Stiere. Zwischen Blutanteil der Eltern und der Totgeburtenrate kann keine enge Beziehung gefunden werden. Die Heritabilitätsschätzungen ergeben für Schwergeburtenrate 5.5 %, für Totgeburtenrate 1.4 %, für die Trächtigkeitsdauer 33.9 % und für das Geburtsgewicht 15.1 %.

2. Ausgewachsene Kreuzungskühe mit 50 und 75 % Red-Holstein Blut sind ca. 3 cm grösser als reine Simmentaler. $F_1$-Kühe erreichen das selbe Gewicht von 650 kg wie reinrassiges Fleckvieh, die 3/4 RH-Kühe sind 30 kg leichter. Bis auf den Brustumfang ist auf alle untersuchten Körpermasse der Einfluss des Blutanteils hoch signifikant. Auf Grund der erstellten Wachstumskurven kann ein intensiveres Jugendwachstum bei den Kreuzungstieren festgestellt werden.

3. Kreuzungskühe weisen ein bedeutend tieferes Erstkalbealter auf. Die Populationsdifferenz beträgt -5.2 Monate und die Heterosis -3.3 Monate. Rekombination wird keine festgestellt. Durch die Einkreuzung kann also die Frühreife entscheidend verbessert werden.

4. Mit steigendem Red-Holsteinblutanteil geht eine starke Erhöhung der Milchleistung, aber ein Rückgang des Milchgehaltes einher. Bei Korrektur auf gleiches Erstkalbealter steigt die Milchleistung der reinen Simmentaler zu den 3/4 Red-Holstein Tieren von 3528 kg auf 4630 kg in der ersten Laktation. Die $F_1$-Kühe liegen 973 kg über den reinrassigen Tieren. Die Kreuzungstiere behalten ihren Vorsprung auch in den höheren Laktationen etwas abgeschwächt bei. Im Fettgehalt ist eine Abnahme von 0.11 % und im Eiweissgehalt eine solche von 0.2 % beim Anstieg des Fremdblutanteils von 0 % auf 75 % beobachtet worden. Die Kreuzungsparameter für die Milchleistung in der 1. Laktation betragen 1387 kg für die Rassedifferenz, 282 kg für die Heterosis und -383 kg für die Rekombination. Die Werte wurden aus Standard-Laktationen berechnet. Die entsprechenden Werte betragen für die Fettleistung 43.1 kg, 13.8 kg und -7.8 kg. Beim Fettgehalt ist eine starke negative Rassedifferenz von -0.25 %, eine Heterosis von 0.06 % und eine Rekombination von 0.23 % zu verzeichnen. Auf Grund der Kreuzungsparameter ist die Leistungssteigerung bei den Kreuzungstieren weitgehend auf Durchschnittseffekte der Gene zurückzuführen.

5. Mit der Einkreuzung von Red-Holstein kann auch eine starke Verbesserung der Melkbarkeit, besonders des durchschnittlichen Minutengemelks festgestellt werden. Liegt der Durchschnitt bei den reinen Simmentalern bei 2.28 kg/Min., so beträgt er bei den 3/4 Red-Holstein 2.69 kg/Min. Tiere mit Rassecode 72 und 73 nehmen eine Mittelstellung ein.

6. In der Eutergesundheit zeigen die $F_1$-Kreuzungskühe wesentlich mehr Probleme als die reinen Simmentaler. Der Anteil an kranken Vierteln beträgt bei den Kreuzungskühen 26 % gegenüber 13 % bei den Vergleichstieren. Auch sind erhöhte Zellzahlen bei den Kreuzungen doppelt so häufig mit Infektionen vergesellschaftet (22 % gegenüber 11 %).

7. In der Non-Return Rate liegen die Kreuzungsstiere leicht über den reinen Simmentalern (1.1 - 1.6 %). Bei Simmentaler Kühen sind durchschnittlich 1.5 Besamungen für eine erfolgreiche Trächtigkeit notwendig. Bei 50 % Red-Holsteinkühen sind es 1.42 Besamungen, doch besteht ein wesentlicher Unterschied im Durchschnittsalter. Bei Rindern wurden keine Unterschiede gefunden. Die längere Serviceperiode von 1.2 Tagen bei den Kreuzungstieren ist nicht gesichert.

8. In der Kälbermast erreichten die Kreuzungskälber (50 und 75 % Red-Holstein) geringere Zunahmen als die reinen Simmentaler. Die Unterschiede waren aber statistisch nicht abzusichern. In der Schlachtkörperbeurteilung mussten bei den 3/4-Tieren Abzüge wegen mangelnder Fleischigkeit der Hinterviertel gemacht werden. In der Grossviehmast (Muni oder Ochsen) hat sich gezeigt, dass die $F_1$-Tiere im Nettozuwachs den reinen Simmentalern überlegen sind. Bei höherem Blutanteil fällt die Nettozunahme jedoch stark ab. Die 7/8-RH Tiere (Muni) erreichten eine Nettozunahme von 574 g gegenüber den reinen Simmentalern mit 660 g.

9. Unter den getroffenen Voraussetzungen ergibt die oekonomische Bewertung von Reinzucht- und Kreuzungstieren für alle in Betracht gezogenen Blutanteile eine Nutzenüberlegenheit der Kreuzungstiere. Diese fällt jedoch für die verschiedenen Kreuzungsgenerationen recht unterschiedlich aus.

Résumé

Depuis 1967, la semence de taureaux Red Holstein est utilisée en Suisse pour l'insémination du bétail tacheté rouge du Simmental. Après une première phase d'essai dans un cadre limité, le croisement a connu une grande extension dès 1972. Jusqu'en 1978, ce sont au total 169'656 inséminations premières avec des taureaux Red Holstein et 432'390 avec des taureaux croisés qui ont été pratiquées. Les produits de ce croisement ainsi que des animaux de race pure de comparaison ont servi à diverses mises en valeur.

1. Pour la durée de gestation et le poids à la naissance, une influence hautement significative du taux de sang a été mise en évidence. Avec un taux de sang Red Holstein croissant, la durée de gestation et le poids à la naissance diminuent. Les paramètres de croisement pour la durée de gestation s'élèvent à -6.3 jours en ce qui concerne la différence racique individuelle, -3.6 jours la recombinaison individuelle et 0.9 jours l'hétérosis maternelle. L'hétérosis individuelle et la différence racique maternelle sont insignifiantes. Pour le poids à la naissance, la différence racique individuelle a été estimée à -4.4 kg et l'hétérosis individuelle à 1.3 kg. La recombinaison et les effets maternels ne sont pas significatifs. Le taux de sang du taureau d'insémination joue un rôle important dans la fréquence des vêlages difficiles. Les taureaux Red Holstein purs provoquent 3 % de vêlages difficiles en moins que les taureaux Simmental purs. Aucune relation étroite entre le taux de sang des parents et la fréquence des mort-nés n'a pu être mise en évidence. L'héritabilité a été estimée à 5.5 % pour la fréquence des vêlages difficiles, à 1.4 % pour la fréquence des mort-nés, à 33.9 % pour la durée de gestation et à 15.1 % pour le poids à la naissance.

2. Les vaches croisées adultes avec 50 et 75 % de sang Red Holstein sont environ 3 cm plus grandes que les Simmental pures. Les vaches $F_1$ atteignent un poids de 650 kg comme les Simmental pures; les vaches 3/4 Red Holstein ont 30 kg de moins. Excepté sur le tour de poitrine, le taux de sang a une influence significative sur toutes les mensurations corporelles. Les courbes de croissance permettent de constater une croissance plus intensive des animaux croisés durant le jeune âge.

3. Les vaches croisées vêlent pour la première fois à un âge nettement moindre. La différence racique s'élève à -5.2 mois et l'hétérosis à -3.3 mois. On n'a pas constaté de recombinaison. Le croisement permet donc d'améliorer la précocité de manière décisive.

4. Un taux de sang Red Holstein croissant entraîne une forte augmentation de la performance laitière et une baisse de la teneur du lait. Corrigée sur un même âge au premier vêlage, la quantité produite au cours de la première lactation passe de 3528 kg chez les Simmental à 4630 kg chez les 3/4 Red Holstein. Les vaches $F_1$ dépassent les animaux de race pure de 973 kg. L'avance des animaux croisés s'affaiblit légèrement au cours des lactations suivantes. En ce qui concerne la teneur en matière grasse, on a constaté une diminution de 0.11 % - 0.2 % dans le cas de la teneur en protéines - entre Simmental pures et 3/4 Red Holstein. Les paramètres de croisement pour la performance laitière de la première lactation s'élèvent à 1387 kg pour la différence racique, 282 kg pour l'hétérosis et -383 kg pour la recombinaison. Ces résultats ont été calculés sur la base de lactations standards. Les valeurs correspondantes pour la production de matière grasse sont de 43.1 kg, 13.8 kg et -7.8 kg. Quant à la teneur en matière grasse, on y remarque une différence racique fortement négative de -0.25 %, une hétérosis de 0.06 % et une recombinaison de 0.23 %. Ces paramètres de croisement conduisent à attribuer aux effets additifs des gènes l'amélioration de la performance des animaux croisés.

5. Le croisement Red Holstein amène également une nette amélioration de l'aptitude à la traite, en particulier du débit moyen par minute. Si la moyenne des Simmental pures se situe à 2.28kg/min., celle des 3/4 Red Holstein s'élève à 2.69 kg/min. Les vaches des codes raciques 72 et 73 occupent une position intermédiaire.

6. Dans la santé de la mammelle, les vaches croisées $F_1$ sont nettement plus mauvaises que les Simmental pures. La fréquence des quartiers atteints est de 26 % chez les vaches croisées contre 13 % chez les animaux de comparaison. Un nombre anormalement élevé de cellules est associé chez les croisées deux fois plus souvent avec une infection (22 % contre 11 %).

7. Le taux de non retour des taureaux croisés est légèrement supérieur à celui des Simmental purs (1.1 - 1.6 %). Chez les vaches Simmental, il faut en moyenne 1.5 inséminations par conception. Chez les vaches 50 % Red Holstein il en faut 1.42, mais l'âge moyen est beaucoup plus bas. Chez les génisses, aucune différence n'a été trouvée. La prolongation de 1.2 jours de l'intervalle entre le vêlage et la conception n'est pas statistiquement sure.

8. Dans l'engraissement des veaux, les sujets croisés (50 et 75 % Red Holstein) présentent des accroissements plus faibles que les Simmental purs. Les différences ne sont toutefois pas significatives. Lors de l'appréciation de la carcasse, les animaux 3/4 ont été pénalisés par des déductions pour charnure insuffisante des quartiers postérieurs. Dans l'engraissement du jeune bétail (taureaux et boeufs), les sujets $F_1$ ont démontré leur supériorité aux Simmental purs quant au gain de poids net. A un taux de sang plus élevé, le gain de poids net tombe en-dessous de celui des Simmental. Les animaux 7/8 Red Holstein atteignent 574 g contre 660 g pour les purs Simmental.

9. En tenant compte des hypothèses formulées, l'évaluation économique des animaux de race pure et croisés indique une rentabilité supérieure pour les sujets croisés à tous les taux de sang considérés. Les écarts sont cependant importants entre les différentes générations du croisement.

Summary

Since 1967, semen from Red-Holstein Friesian sires has been used in Swiss Simmental cattle. After the first experimental phase in which foreign semen was tested, cross-breeding has been widely expanded, especially in the last seven years. Until 1978, the number of first inseminations with purebred Red-Holstein totaled 169'656 and 432'390 with crossbred sires. Comparisons and genetical trait analyses were made on both crossbreds and purebred Simmentals.

1. The percentage of blood was found to significantly influence the length of gestation and the birth weight. An increase of Holstein blood resulted in a decreased gestation period and birth weight. The crossbreeding parameters for length of gestation were:-6.3 days for individual population difference,-3.6 days for individual recombinations and 0.9 days for maternal heterosis. Individual heterosis and maternal population difference was slight and insignificant. The birthweights for individual population difference and individual heterosis was estimated at -4.4 kg and 1.3 kg respectively. Individual recombination and maternal effects were not significant. The blood percentage of the sire is very important in considering calving difficulties. Purebred Red-Holstein sires had 3 % less calving difficulties than purebred Simmental sires. No strong correlation was found between parental breed and stillbirth rate. The heritabilities for calving complications, stillbirths, length of gestation period and birth weight were: 5.5 %, 1.4 %, 33.9 % and 15.1 % respectively.

2. Adult cows containing 50 % and 75 % Red-Holstein blood were found to be approximately 3 cm taller than the Simmental cows. $F_1$ crossbred cows attain the same body weight, 650 kg, as the purebred Simmentals, but the 75 % Red-Holsteins are 30 kg lighter. All body measurements, with the exception of breast circumference, are significantly influenced by the blood percentage. The shape of the growth curves indicates an early intensive growth in crossbred animals.

3. The early maturing of crossbred cows is very evident. The estimate of population difference is-5.2 months, and-3.3 months for heterosis. No recombination effects were detected.

4. With a higher percentage of Red-Holstein blood, a marked increase in milk yield, but a decrease in butterfat and protein concentration was observed. Correcting for calving-age, the average milk yield for Simmentals was 3528 kg for the first lactation, and 4630 kg for 75 % Red-Holsteins. $F_1$ cows produced 973 kg more milk than the purebred Simmentals. Crossbreds maintain this superiority even in higher lactations, but to a much lesser extent. The milk content of 3/4 Red-Holsteins was 0.11 % lower in fat content and 0.20 % lower in protein concentration than that found in milk from Simmentals. Crossbreeding parameters for milk yield (305 days) in the first lactation are: 1387 kg for population difference, 282 kg for heterosis and -383 kg for recombination. The corresponding values for fat yield are: 43.1 kg, 13.8 kg and -7.8 kg, and that for fat concentration are: -0.25 %, 0.06 % and 0.23 %. As a result of these crossbreeding parameters, productivity increases can be explained mainly by additive gene effects.

5. The ease of milking for crossbred cows is better than for Simmentals. The test of milkability resulted in 2.28 kg/min for Simmentals and 2.69 kg/min for 75 % Red-Holsteins. Animals containing less than 75 % foreign blood, are in an intermediate state.

6. Crossbred cows are more likely to have problems with their udders (only $F_1$ and Simmental milk was analyzed). The percentage of injured quarters was 26 % in crossbreds and 13 % in Simmental cows. Too high cell counts were found to be double as much related with infections of matitis organism in $F_1$ cows than in Simmentals.

7. The fertility of sires, expressed as the non-return rate, was better in crossbreds (only 1.1 - 1.6 %). In Simmentals, an average of 1.5 inseminations were necessary for gestation, as compared to 1.42 in $F_1$ cows. However, the average age between the two groups was substantially different. On heifers, no difference was detected.

8. The daily weight gain in crossbred calves (50 % and 75 % Red-Holstein) was not as great as the gain in Simmentals, but the differences are not significant. The 75 % Red-Holstein calves are often condemned in carcass quality evaluations because of the fleshiness in the hind quarter sections. In fattened bulls and steers, $F_1$ animals have a superior net gain than the Simmentals, but a high blood percentage will lead to decreases in net gain. The daily net gain of fattening bulls measured 660 g for Simmentals and 574 g for 7/8 Red-Holsteins.

9. Under these specific conditions, crossbred animals are economically more profitable than that of purebred Simmentals.Differences in profit between the different crossbred generations are essential.

## 6. Literaturverzeichnis

Anderson, W.W. (1968): Further evidence for coadaptation in crosses between geographic populations of Drosophila pseudo-obscura.
Genet. Research (Camb.), 12: 317-330.

Auran, T. (1972): Factors Affecting the Frequency of Stillbirths in Norwegian Cattle.
Acta Agric. Scand. 22: 178-182.

Baptist, R.B. und H.O. Gravert (1972): Die Fruchtbarkeit der Töchter in der Bullenselektion.
Züchtungsk. 45: 399-411.

Bar-Anan, R., M. Soller and J.C. Bowman (1976): Genetic and environmental factors affecting the incidence of difficult calving and perinatal calf mortality in Israeli-Friesian dairy herds.
Anim. Prod., 22: 299-310.

Batra, T.R. and R.W. Touchberry (1974): Birth weight and gestation period in purebred and crossbred dairy cattle.
J.Dairy Sci., 57: 323-327.

Baumgartner, H., H. Hutzli und J. Crettenand (1976): Kreuzung der Roten Holsteinrasse mit Simmentaler Fleckvieh. Einfluss auf die Eutergesundheit.
Mitt. Schweiz. Fleckviehzuchtverband, 2: 30-37.

Becker, W.A. (1967): Manual of procedures in quantitative genetics. 2nd edition.
Publ. by the Program in Genetics, Washington State University.

Bovet, F.H. (1976): Vergleich der Mastleistung von Ochsen der Rassen Simmentaler, Red-Holstein x Simmentaler und Montbéliard.
KB-Mitteilungen, 1: 2-3.

Chavaz, J. (1979): persönliche Mitteilung.

Clement, A. (1978): Rassendifferenz, Heterosis und genetische Varianz bei Braunvieh-Brown Swiss-Kreuzungen.
Diss. Techn. Universität München.

Crettenand, J. und U. Meyer (1975): Vorläufige Ergebnisse aus dem Kreuzungsversuch Simmentaler Fleckvieh und Red Holstein.
Mitt. Schweiz. Fleckviehzuchtverband, 5: 25-35.

Crettenand, J. (1975): Le testage de taureaux sur la base d'équations linéares.
Thèse EPF Zürich.

Dairy-Herd-Improvement Letter (1967): 4: 13

Deaton, O.W., D. Olds and D.M. Seath (1959): A study of some possible genetic causes of mummified fetuses in dairy cattle.
J. Dairy Sci., 42: 312-314.

Dickerson, G. (1969): Experimental approaches in utilising breed resources.
Anim. Breed. Abstr., 37: 191-202.

Dickerson, G. (1973): Inbreeding and heterosis in animals.
Proc. Animal Breeding and Genetics.
Sympos. in honour Dr. J.L. Lush.

Dickerson, D. (1974): Evaluation and utilization of breed differences.
Proc. Working Symposium Breed Evaluation on Crossing Experiments.
Zeist, 7-23.

Eidgenössische Viehzählung (1978): Nutztierhaltung
Die Volkswirtschaft, 2: 63-72.

Fewson, D. (1973): Beitrag zur Methodik von Einkreuzungen in Reinzuchtpopulationen.
Z. Tierzüchtg. Züchtungsbiol., 90: 113-125.

Fewson, D. und W. Schlote (1975): Schätzung von Kreuzungsparametern beim Schwein.
26. Jahrestagung der EVT in Warschau.

Fewson, D. (1976): Block Tierzüchtung III, Unterrichtsunterlagen.
Institut für Tierhaltung und Tierzüchtung, Universität Hohenheim.

Gaillard, C. (1969): Untersuchungen über die Häufigkeit von Schwer- und Totgeburten beim Simmentaler Fleckvieh und beim Braunvieh.
Schweiz. Arch. Tierheilk., 111: 695-701.

Gaunt, S.N., R.A. Damon, Jr. and B.H. Bean (1976): Heritability and repeatability of fertility of dairy sires.
J. Dairy Sci., 59: 1502-1504.

Harvey, W.R. (1972a): Instructions for use of LSMLMM (Least-Squares and Maximum Likelihood general purpose program).
Ohio State University.

Harvey, W.R. (1972b): General outline of computing procedures for six types of mixed models.
Ohio State University.

Kögel, S., G. Averdunk und A. Mager (1975): Kreuzung "Red Holstein Friesian x Deutsches Fleckvieh" - bisherige Ergebnisse in Bayern.
Züchtungskde., 47: 373-381.

König, H., W. Weber und H. Kupferschmied (1972): Zur Nebenhodenaplasie beim Stier und Eber.
Schweiz. Arch. Tierheilk., 114: 73-82.

Künzi, N. und Weber, F. (1977): Selektionsalternativen, Altersaufbau, Zuchtfortschritt und Wirtschaftlichkeit bei Milchkühen.
Schweiz. Landw. Monatshefte, 55: 377-394.

Künzi, N. (1979): Gedanken über Ziele und Strukturen für die schweizerische Rindviehzucht.
Schweiz. Landw. Monatshefte, 57: 23-34.

Kupferschmied, H. (1975): Einige Spermawerte schweizerischer Rinderrassen, mit besonderer Berücksichtigung des Simmentaler Fleckviehs.
Schweiz. Arch. Tierheilk., 117: 357-364.

Lauvergne, J.J. et H.U. Winzenried (1972): Les mutants génétiques à effets visibles dans les races bovines de Suisse.
Ann. Génét. Sél. anim., 4: 523-535.

Lindström, U.B. and V. Vilva (1976): Frequency of stillborn calves and its association with production traits in Finnish cattle breeds.
Z. Tierzüchtg. Züchtungsbiol., 94: 27-43.

Lüthi, S. (1977): Das wirtschaftliche Gewicht einzelner Leistungsmerkmale beim Rind.
Agrarwirtschaftliche Studien ETHZ, 14.

Majeskie, J.L. (1976): The blakish pattern.
The red bloodlines, Dez. : 1, 6.

McDaniel, M.T. (1973): Merits and problems of adjusting to other than mature age.
J. Dairy Sci., 56: 959-967.

McDowell, R.E. and B.T. McDaniel (1968): Interbreed matings in dairy ca-tle. I: Yield traits, feed efficiency and rate of milking.
J. Dairy Sci., 51: 767-777.

McDowell, R.E., J.A. Velasco, L.D. Van Vleck, J.C. Johnson, G.W. Brandt, B.F. Hollon and B.T. McDaniel (1974): Reproductive Efficiency of purebred and crossbred dairy cattle.
J. Dairy Sci., 57: 220-234.

Meyer, U. und H. Schneeberger (1972): Vergleichender Kälbermastversuch mit Simmentaler und 3/4-Red-Holstein.
Schweiz. Landw. Monatshefte, 50: 384-393.

Müller, E. und J. Szilagyi (1963): Untersuchungen über den Einfluss von Alter und Rassen auf die Samenproduktion von Jungbullen.
Zuchthyg., 7: 111-119.

Parez, M. et J. Agache (1967): Valeur moyenne des caractéristiques de la semence des taureaux de 5 races françaises en fonction de l'âge.
Elevage et insémination, 97: 11-29.

Pearson, L. and R.E. McDowell (1968): Crossbreeding of dairy cattle in temperate zones: a review of recent studies.
Anim. Breed. Abstr., 36: 1-15.

Pollak, E.J. and A.E. Freeman (1976): Parameter estimation and sire evaluation for Dystocia and calf size in Holsteins.
J. Dairy Sci., 59: 1817-1824.

Rüegsegger, A. (1978): Die wichtigsten Milchleistungsergebnisse der Simmental x Red Holstein Kreuzungstiere im Kontrolljahr 1976/77.
Mitt. Schweiz. Fleckviehzuchtverband, 2: 17-27.

Sagebiel, J.A., G.F. Krause, B. Sibbit, L. Langford, A.J. Dyer and J.F. Lasley (1973): Effect of heterosis and maternal influence on gestation length and birth weight in reciprocal crosses among Angus, Charolais and Hereford cattle.
J. Anim. Sci., 37: 1273-1278.

Schulte-Coerne, H.J. (1976): Untersuchungen über die Auswirkungen einer Einkreuzung von amerikanischen Brown Swiss Tieren in das Würtembergische Braunvieh.
Diss. Universität Hohenheim.

Schwab, W. (1978): Leistungsvergleich zwischen rein gezüchteten Simmentalern und RH-Kreuzungstieren.
Mitt. Schweiz. Fleckviehzuchtverband, 5: 53-58.

Schweizerischer Fleckviehzuchtverband (1967): Geschäftsbericht pro 1966/67.
Mitt. Schweiz. Fleckviehzuchtverband, 4: 23.

Schweizerischer Fleckviehzuchtverband (1968): Milchleistungsprüfungen
Mitt. Schweiz. Fleckviehzuchtverband, 2:

Schweizerischer Fleckviehzuchtverband (1976): Nachzuchtprüfergebnisse hinsichtlich Milchleistung, Melkbarkeit und Fleischleistung.
Mitt. Schweiz. Fleckviehzuchtverband, 3: 7

Schweizerischer Fleckviehzuchtverband (1977): Nachzuchtprüfungen hinsichtlich Milchleistung, Melkbarkeit und Fleischleistung.
Mitt. Schweiz. Fleckviehzuchtverband, 4: 4

Schweizerischer Fleckviehzuchtverband (1978): Nachzuchtprüfergebnisse hinsichtlich Milchleistung, Melkbarkeit und Fleischleistung.
Mitt. Schweiz. Fleckviehzuchtverband, 3: 5

Schweizerischer Fleckviehzuchtverband (1978): Die Melkbarkeitsprüfungen.
Mitt. Schweiz. Fleckviehzuchtverband, 5: 36-38.

Schweizerischer Verband für künstliche Besamung (1974, 1975, 1976): Berichte zu Handen des Ausschusses für Nachzuchtprüfungen.

Snedecor, G. and W. Cochran (1967): Statistical methods.
The Iowa State University Press. Ames, Iowa, USA.

Spalding, R.W., R.W. Everett and R.H. Foote (1975): Fertility in New York artificially inseminated Holstein herds in dairy herd improvement. J. Dairy Sci., 58: 718-723.

Stevens, R.W.C. and G.J. King (1968): Genetic evidence for a lethal mutation in Holstein-Friesian cattle. J. Hered., 59: 366-368.

Van Vleck, L.D. and H.D. Norman (1972): Association of type traits with Reasons for disposal. J. Dairy Sci., 55: 1698-1705.

Weber, F. (1976): Züchtungslehre I und II. Arbeitsunterlagen für die Vorlesung. Institut für Tierproduktion, ETH Zürich.

Zaugg, U. (1976): Vergleichsversuch mit Braunvieh, Simmentaler Fleckvieh und Holstein-Friesian amerikanischer Herkunft. Diss. ETH Zürich.

LEBENSLAUF

| | |
|---|---|
| Name und Vorname: | Schmidlin Josef |
| Geboren: | 7. August 1947 in Emmen (LU) |
| Heimatort: | Emmen (LU) |
| 1954 - 1960: | Primarschule in Emmen / Gerliswil |
| 1960 - 1963: | Sekundarschule in Emmen / Gerliswil |
| 1963 - 1965: | Landwirtschaftliche Lehrjahre |
| 1965 - 1969: | Gymnasium Humboldtianum<br>Vorbereitung für die Aufnahmeprüfung an die ETH |
| 1970 - 1974: | Landwirtschaftliches Studium ETH Zürich<br>Fachrichtung Tierproduktion<br>Abschluss: Diplom als Ingenieur Agronom |
| seit 1975: | Assistent in der Gruppe Tierzucht des Institutes für Tierproduktion an der ETH Zürich |